

ნიადაგის ქიმიური ანალიზი

საქართველოს სსრ უმაღლესი და საშუალო სპეციალური
განათლების სამინისტროს მიერ დამტკიცებულია დამხმარე
სახელმძღვანელოდ სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტის
სტუდენტებისათვის

წინამდებარე დამხმარე სახელმძღვანელოში — „ნიადაგის ქიმიური ანალიზი“ — განხილულია ნიადაგის აგროქიმიური კვლევის მეთოდები, ნიადაგის მთლიანი ქიმიური და წყლით გამონაწურის ანალიზი, ნიადაგის ორგანული ნივთიერების, აზოტიანი ორგანული ნივთიერებების ამინომჟავური შედგენილობა და აზოტის მოძრავი ფორმების განსაზღვრის მეთოდები. ნიადაგში არსებული ფოსფორის შენაერთების შესწავლის ქიმიური და იზოტოპური მეთოდები, შთანთქმული ფუძეებისა და ერთნახევარი ქანგეულების განსაზღვრის გავრცელებული მეთოდები; ნიადაგში მიკროელემენტების: სპილენძის, თუთიის, კობალტის, მოლიბდენის, მანგანუმის და ბორის საერთო და მოძრავი ფორმების განსაზღვრის მეთოდები.

წიგნი წარმოადგენს დამხმარე სახელმძღვანელოს სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტის სტუდენტებისათვის.

ნიდაგის ნიმუშების საანალიზოდ მომზადება

უმეტეს აგროქიმიურ ანალიზებს ატარებენ ჰაერმშრალ ნიდაგის ნიმუშებში, ზოგიერთ ანალიზს კი ახლად აღებულ ტენიან ნიდაგაში (ნიტრიტები, ნიტრატები და სხვა). ტენიანი ნიდაგების შენახვა დაუმუშებელია, რადგან შენახვისას შესაძლებელია მოხდეს ქიმიური თვისებების ცვლილებები სხვადასხვა მიკრობიოლოგიური პროცესების მოქმედებით. ამიტომ, ლაბორატორიაში მოსული ნიდაგის ნიმუშები საჭიროა გაიფინოს მკვირვ ქაღალდზე 2 სმ ფენის სისქით და 3—5 დღის განმავლობაში მიყვანილ იქნას ჰაერმშრალ მდგომარეობამდე (დახურულ ოთახში.) გაშრობის დასაჩქარებლად საჭიროა ხანგამოშვებით ნიდაგის ნიმუშების არევა. გაშრობა შესაძლებელია მოხდეს აგრეთვე სპეციალურ საშრობ ოთახში ან საშრობ კარადებში 30° ტემპერატურაზე. მიზანშეუწონელია ნიმუშების გაშრობა მზეზე.

ნიმუშების გასაშრობი შენობა მშრალი უნდა იყოს, კარგად განიავებული და დაცული მჟავების ორთქლის, ამონიაკისა და სხვა გაზებისაგან.

საშუალო სინჯის აღება. გაშრობის შემდეგ ნიდაგას ნიმუშიდან იღებენ საშუალო სინჯს. ამისათვის ნიდაგას გულდასმით ურევენ და შლიან ქაღალდზე კვადრატის ფორმით. ნიდაგიდან არჩევენ გარეშე მინარევებს და მცენარეულ ნარჩენებს. მსხვილ კოშტებს აქუცმაცებენ ხელით კვადრატს დიაგონალების მიხედვით ყოფენ ოთხ ნაწილად. ორ მოწინააღმდეგე ნაწილს ყრიან მინის ქილაში ან მუყაოს კოლოფში, უკეთებენ ეტიკეტს და ინახავენ განმეორებითი ანალიზისათვის ნიდაგის დარჩენილ ნაწილს ფქვავენ სპეციალურ წისქვილში ან ფაიფურის სანაყში. გარდა ნიდაგის მთლიანი ანალიზისა, ჰუმუსისა და საერთო აზოტის განსაზღვრისა, ნიდაგი იცრება 1 მმ-იან საცერში ნიდაგის დაქუცმაცება გრძელდება მანამ, სანამ საცერზე არ დარჩება მხოლოდ ქანის ნამსხვრევები. დაფქვილი ნიდაგი ინახება მილესილ-საკობიან მინის ქილაში, მუყაოს ყუთში ან პერგამენტის პარკში და უკეთდება ეტიკეტი.

ჰუმუსისა და საერთო აზოტის განსაზღვრისათვის ნიდაგის სინჯის მომზადება. ნიდაგის საშუალო სინჯიდან იღებენ 50 გ-ს. ათავსებენ მინაზე, რომლის ქვეშაც დაფენილია თეთრი ქაღალდი. ნიდაგას გულმოდგინედ ასუფთავებენ მცენარეული და ცხოველური მინარევებისაგან. მსხვილ კოშტებს აქუცმაცებენ რეზინისბოლოიანი სანაყით. შემდეგ ნიდაგას აქუცმაცებენ და ატარებენ 1 მმ-იან საცერში. აქედან

იღებენ 5 გ ნიადაგს, რომელსაც ფენენ პერგამენტის ან კალკის ქა-
ლალზე და ებონიტის ჯოხით ახდენენ მისგან მცენარეული ნარჩენების
მოცილებას. ებონიტის ჯოხი ენერგიული ზახუნით იჭმინდება შალის
ნაჭრით და 10 სმ სიმაღლეზე სწრაფად ტარდება ნიადაგის ზედაპირზე.
დაელექტრობებული ებონიტის ჯოხი ნიადაგიდან იზიდავს მცენარეულ
წინარევეებს. ეს ოპერაცია გრძელდება მანამ, სანამ ებონიტის ჯოხზე
მცენარეული ნარჩენები აღარ აეკვრება. დროგამოშვებით ხდება ნიადა-
გის არევა. ებონიტის ჯოხის გატარება ნიადაგის ზედაპირთან ახლოს არ
შეიძლება, რადგან მცენარეულ ნარჩენებთან ერთად ნიადაგის წვერილი
ნაწილაკებიც ეკვრება მასზე. გაწმენდილი ნიადაგი კვლავ მუშავდება
აგატის სანაყში და მთლიანად ტარდება 0,25 მმ-იან საცერში.

ნიადაგის საერთო ანალიზისათვის სინჯის მომზადება. 1 მმ-იან სა-
ცერში გაცრილ ნიადაგიდან იღებენ საშუალო სინჯს 5 გ-ს. ნიადაგს
ნაწილ-ნაწილ 1—2 გ რაოდენობით ათავსებენ აგატის სანაყში და
ფქვავენ 0,2 მიკრონი ზომის ნაწილაკებამდე. დაფქვა დამთავრებულია
თუ მისი ხელით გასრუსისას კანს არ ფხაჭნის ნიადაგის ფქვილი. მეორე
მაჩვენებელია ფქვილის შეწებება ფირფიტისმაგვარ აგრეგატებად,
რადგან 0,2 მიკრონიან ნაწილაკებს მაღალი შექილების უნარი აქვთ.

ტენის განსაზღვრა ნიადაგში

წყლის შემცველობა ნიადაგში — ნაყოფიერების მნიშვნელოვან ფაქტორია, რომელიც ხშირად განსაზღვრავს სასუქების ეფექტურობას და ნიადაგის დამუშავების მრავალ ოპერაციას, ბიოლოგიური პროცესების განვითარების დონეს. მეორე მხრივ, მხედველობაში უნდა მივიღოთ, რომ მინერალური კვების ცვალებადობა გავლენას ახდენს მცენარეების მიერ ტენის გამოყენებაზე. ამიტომ მინდვრის ცდებში საჭიროა ნიადაგის ტენის მრავალჯერადი განსაზღვრა, რათა წარმოადგენა გვექნეს მცენარისათვის მისაწვდომი წყლის მარაგზე.

ნიადაგის ტენის განსაზღვრის მრავალი მეთოდი არსებობს: გამოშრობითი, პიკნომეტრული, სპირტული და სხვ.

ტენის განსაზღვრა გამოშრობით

მინდვრის პირობებში ნიადაგში არსებული ტენის განსაზღვრის დროს განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მივაქციოთ იმას, რომ ნიადაგის ნიმუშის აღებისას ტენი არ უნდა დაიკარგოს, ამიტომ მინდვრად ნიადაგში ტენის განსაზღვრისას საჭიროა ვიქონიოთ წინასწარ 105° ტემპერატურის პირობებში გამომშრალი და გაშოწონილი, სპეციალურ ყუთში ჩაწყობილი ალუმინის საშრობი ჭიქები.

მინდვრად აღებული ნიადაგის ნიმუშს მოაცილიან ფესვებს, კენჭებს და სხვა მექანიკურ მინარევებს, რის შემდეგ ნიმუში თხელ ფენად უნდა გაიშალოს მუყაოზე, დაიყოს რამდენიმე პატარა ოთხკუთხედიან და კოვზით იქნას აღებული წონაჲ, რომელიც უნდა მოთავსდეს აღნიშნულ ალუმინის საშრობ ჭიქაში (ბიუქსში). ალუმინის საშრობ ჭიქაში ნიადაგი უნდა მოათავსონ ნახევარზე ცოტა მეტი. საშრობ ჭიქაში მოთავსებული ნიადაგი უნდა გაიგზავნოს ტენის განსაზღვრისათვის ლაბორატორიაში. როგორც აღვნიშნეთ, ცარიელი ალუმინის საშრობი ჭიქის წონა ჩვენთვის ცნობილია. ლაბორატორიაში იგებეს საშრობი ჭიქისა და მასში საანალიზოდ მოთავსებულ ნიადაგის წონას. ამის შემდეგ თავაზდომ საშრობ ჭიქას ათავსებენ საშრობ კარადაში, სადაც ტემპერატურა უნდა იყოს ზუსტად $100 - 105^{\circ}\text{C}$. საშრობ კარადაში ოთხი-ხუთი საათის განმავლობაში აწარმოებენ ნიადაგის გამოშრობას, რის შემდეგ საშრობ ჭიქას გამოიტანენ საშრობი კარადიდან და თავდახურულს, $20 - 30$ წუთის განმავლობაში, ათავსებენ გასაცვივებლად ექსიკატორში, რის შემდეგ მას ამოიღებენ და წონიან.

ანალიზის სიზუსტეში დარწმუნებული რომ ვიყოთ, საჭიროა თავახდელი საშრობი ქიქა ხელმეორედ შევდგათ საშრობ კარადაში და განმეორებით გამოვაშროთ 100 — 105°C ტემპერატურის პირობებში 1/2 — 1 საათის განმავლობაში. შემდეგ საშრობი ქიქა ისევ გამოაქვთ საშრობი კარადიდან და თავდახურულს ათავსებენ ექსიკატორში გასაცივებლად 20 — 30 წუთს, რის შემდეგ წონიან მას. თუ გამოშრობის შემდეგ პირველი და მეორე წონა დაახლოებით თანაბარია, მაშინ გამოშრობას დამთავრებულად თვლიან. თუ პირველ და მეორე წონას შორის სხვაობა გრამის მეასედ ფარგლებშია, მაშინ ცვლავ განაგრძობენ ნიადაგის გამოშრობას; ნიადაგში ტენის განსაზღვრის მიმდინარეობას შემდეგნაირად ჩაიწერენ:

ცხრილი 1

ნომრის №	საშრობი ქიქის №	საშრობი ქიქის წონა გ-ობით	საშრობი ქიქისა და ნიადაგის წონა გ-ობით	საანალიზოდ აღებული ნიადაგის წონა გ-ობით	საშრობი ქიქისა და ნიადაგის წონა პირველი გამოშრობის შემდეგ გ-ობით	საშრობი ქიქისა და ნიადაგის წონა მეორე გამოშრობის შემდეგ გ-ობით	ტენის რაოდენობა აღებულ წონაქი გ-ობით	ტენის რაოდენობა %-ობით
10	10	17,55	23,0	5,45	21,22	21,21	1,79	32,8

ტენის პროცენტს ანგარიშობენ შემდეგნაირად: პირველად ვიგებთ საანალიზოდ აღებული ნიადაგის წონას, ამიტომ ქიქისა და ნიადაგის წონას უნდა გამოვაცილოთ ქიქის წონა. მაგალითად, ჩვენ მიერ აღებული მონაცემებიდან 23 გ — 17,55 გ = 5,45 გ.

ამის შემდეგ კი ვიგებთ საანალიზოდ აღებული ნიადაგის წონაქი წყლის რაოდენობას; ამისათვის საშრობი ქიქისა და სველი ნიადაგის წონას ვაკლებთ საშრობი ქიქის და მშრალი ნიადაგის წონას.

$$23,0 \text{ გ} - 21,21 \text{ გ} = 1,79 \text{ გ.}$$

ამრიგად 5,45 გ საანალიზოდ აღებულ ტენიან ნიადაგში წყალი ყოფილა 1,79 გ. ამის შემდეგ ვანგარიშობთ ნიადაგში ტენის (წყლის) პროცენტულ შემცველობას შემდეგი თანათარლობის მიხედვით:

$$\begin{array}{l} 5,45 \text{ გ საანალიზოდ აღებული ნიადაგი შეიცავს } 1,79 \text{ გ ტენს.} \\ 100 \text{ " } \hspace{20em} X \text{ " } \end{array}$$

$$X = \frac{100 \cdot 1,79}{5,45} = 32,9\%$$

ამრიგად, საანალიზოდ აღებულ ნიადაგში ტენი ყოფილა 32,8%.

ნიდაგში ჰიგროსკოპული წყლის განსაზღვრა

საანალიზოდ აღებულ ნიმუშს აშრობენ ჰაერზე, ფქვავენ და ატარებენ ერთ მილიმეტრიან საცერში, შემდეგ მასში საზღვრავენ ამა თუ იმ ნივთიერების რაოდენობას. მიუხედავად იმისა, რომ ნიდაგი ჰაერმშრალ მდგომარეობაშია, ის მაინც შეიცავს წყალს გარკვეული რაოდენობით, რადგან ისე, როგორც ყველა დაქუცმაცებული სხეული, ხასიათდება ჰიგროსკოპული თვისებებით, ე. ი. უნარი აქვს შთანთქმას ჰაერიდან წყლის ორთქლი; წყლის იმ რაოდენობას, რომელიც შთანთქმულია ნიდაგის მიერ ჰაერიდან მოცემული ტემპერატურის და ტენიანობის პირობებში და გაწონასწორებულია ჰაერში მყოფ წყლის ორთქლთან, ნიდაგის ჰიგროსკოპული წყალი ეწოდება. ნიდაგს, რომელიც შეიცავს ჰიგროსკოპულ წყალს, ჰაერმშრალი ნიდაგი ეწოდება. ნიდაგის ჰიგროსკოპულობა დამოკიდებულია ნიდაგის თავისებურებაზე და იმ არეს ტემპერატურასა და ტენიანობაზე, რომელშიც ნიდაგის ნიმუში იმყოფება. ერთსა და იმავე პირობებში სხვადასხვა ტიპის ნიდაგისათვის ჰიგროსკოპული წყლის რაოდენობა სხვადასხვაა, ე. ი. ნიდაგის შედგენილობა დიდ გავლენას ახდენს მის ჰიგროსკოპულობაზე. თიხით მდიდარი ნიდაგები, სილიან ნიდაგებთან შედარებით, ხასიათდებიან უფრო მაღალი ჰიგროსკოპულობით; ასევე ჰუმუსის რაოდენობის ზრდა იწვევს ჰიგროსკოპულობის გადიდებას. ნიდაგები, რომლებიც დიდი რაოდენობით შეიცავენ შთანთქმულ Na-ს , უფრო მაღალი ჰიგროსკოპულობით ხასიათდებიან და სხვა.

ანალიზის წარმოების დროს საჭიროა ნიდაგში განესაზღვროთ ჰიგროსკოპული წყალი, რათა შესაძლებელი გახდეს ანალიზის შედეგის გადაანგარიშება 100 გ აბსოლუტურად მშრალ ნიდაგზე.

ჰიგროსკოპული წყლის განსაზღვრის ყველაზე უფრო მარტივი და მისაღები მეთოდია ნიდაგის გამოშრობა 100 — 105°C ტემპერატურის პირობებში.

ანალიზის მსვლელობა. იღებენ მინის შილესილსაცობიან საშრობ ქიქას (შესაძლებელია ავიღოთ ალუმინის საშრობი ქიქაც), მას კარგად გამოურეცხავენ, შედგამენ საშრობ კარადაში, გააშრობენ 100 — 105°

ტემპერატურის პირობებში $1 \frac{1}{2}$ — 1 საათის განმავლობაში, შემდეგ

საშრობ ქიქას საშრობი კარადიდან გამოიღებენ და აცივებენ ექსიკატორში. 20 წუთის შემდეგ საშრობ ქიქას წონიან ანალიზურ სასწორზე; მასში წონიან ნიდაგს 4 — 5 გ რაოდენობით. საშრობ ქიქას ნიდაგითურთ (თავახდელს) ათავსებენ საშრობ კარადაში 100 — 105°C ტემპერატურის პირობებში და მას აშრობენ მუდმივ წონამდე. საშრობ კარადაში საშრობი ქიქის შედგმიდან სამი საათის გასვლის შემდეგ მას

გამოიღებენ და თავდახურულს ჩადგამენ ექსიკატორში გასაცივებლად. 30 წუთის შემდეგ მას წონიან ანალიზურ სასწორზე და დაკარგულია წყლის რაოდენობით ანგარიშობენ ჰიგროსკოპული წყლის რაოდენობას ნიადაგში პროცენტობით. ჩანაწერებს აწარმოებენ შემდეგნაირად:

ცხრილი 2

ნომერი №	საშრობი ჰიქისა №	საშრობი ჰიქისა წონა გ-ობით	საშრობი ჰიქისა ნიადაგის წონა გ-ობით	ნიადაგის წონა გ-ობით	საშრობი ჰიქისა ნიადაგის წონა ჰიქველად გამოშრობის შემდეგ გ-ობით	საშრობი ჰიქისა ნიადაგის წონა ჰიქველად გამოშრობის შემდეგ გ-ობით	ჰიგროსკოპული წყლის რაოდენობა აღებული წყაგში გ-ობით	ჰიგროსკოპული წყალი %-ობით
10	10	8,5	13,5	5	13,0	13,0	0,5	10

ჰიგროსკოპული წყლის გაანგარიშება ხდება შემდეგნაირად: საშრობი ჰიქისა და ნიადაგის წონას გამოშრობამდე გამოვაცლებთ საშრობი ჰიქის წონას და გავიგებთ საანალიზოდ აღებული ნიადაგის წონას. მაგალითად, 13,5 გ—8,5 გ=5 გ. შემდეგ, საშრობი ჰიქისა და ნიადაგის წონას გამოშრობამდე გამოვაცლებთ მათ უმცირეს წონას გამოშრობის შემდეგ და მივიღებთ ჰიგროსკოპული წყლის რაოდენობას. საანალიზოდ აღებულ ნიადაგში: მაგალითად, 13,5 გ—13,0 გ=0,5 გ. ამრიგად, 5 გ ნიადაგში ჰიგროსკოპული წყლის რაოდენობა არის 0,5 გ. ჰიგროსკოპული წყლის პროცენტული რაოდენობის გაანგარიშება წარმოებს შემდეგი პროპორციით:

$$\frac{5-0,5}{100-X} \quad X = \frac{0,5 \cdot 100}{5} = 10\%.$$

მაშასადამე, ჩვენ მიერ საანალიზოდ აღებულ ნიადაგში ჰიგროსკოპული წყლის რაოდენობა არის 10%.

ჰიგროსკოპული ნიადაგის ნიმუშში ივანსახლეველ ამა თუ იმ ნივთიერებათა რაოდენობას ამრავლებენ ჰიგროსკოპულობის კოეფიციენტზე და იგებენ საკვლევ ნივთიერებათა რაოდენობას 100 გ მშრალ ნიადაგში. ჰიგროსკოპულობის კოეფიციენტის გაანგარიშება ხდება შემდეგნაირად:

$$K = \frac{100}{100-X} = \frac{100}{100-10} = \frac{100}{90} = 1,11,$$

სადაც K არის ჰიგროსკოპულობის კოეფიციენტი,
 X — ჰიგროსკოპული წყალი პროცენტობით.

მაგალითად, ჰაერში შრალ ნიადაგში ჰუმუსის შემცველობა უდრიდა 5%-ს. ამ ნიადაგში კი ჰიგროსკოპული წყალი 10%-ია, შრალ ნიადაგში ჰუმუსის რაოდენობა პროცენტობით რომ გავიანგარიშოთ, საჭიროა ჰაერში შრალ ნიადაგში არსებული ჰუმუსის პროცენტული შემცველობა გავამრავლოთ, ჰიგროსკოპულობის კოეფიციენტზე და გავიგებთ ჰუმუსის შემცველობას 100 გ შრალ ნიადაგში: $5 \times 1,11 = 5,55$. მაშასადამე, ჩვენ მიერ საანალიზოდ აღებულ ნიადაგში ჰუმუსის რაოდენობა უდრის 5,55%.

ნიადაგის ტენტევალობა

ტენტევალობა წარმოადგენს ნიადაგის უნარს მიიღოს და დააკავოს თავისში წყლის გარკვეული რაოდენობა.

ნიადაგის ტენტევალობას აბსოლუტურად შრალი ნიადაგის მიმართ გამოსახავენ. ამიტომ ტენტევალობის განსაზღვრის პარალელურად ნიადაგის ტენიანობასაც საზღვრავენ.

არჩევენ ნიადაგის ტენტევალობის შემდეგ სახეებს: 1) სრულს, 2) კაპილარულს, 3) საველე ზღვრულს და 4) უმცირესს (მაქსიმალურ მოლექსულს).

სრული ტენტევალობის განსაზღვრა

სრული ტენტევალობა ეწოდება ნიადაგის ტენტევალობის ისეთ სახეს, რომლის დროსაც ნიადაგის ყველა ფორი გავსებულია წყლით. ასეთ მდგომარეობას ადვილი აქვს, ერთი მხრივ, ჰაობიან ნიადაგებში და მეორე მხრივ, სხვა ნიადაგებში თოვლის დნობისა და დიდი წვიმების დროს. სრული ტენტევალობის განსაზღვრას შემდეგნაირად აწარმოებენ:

ბურლის საშუალებით (ან თუთიის სპეციალური ცილინდრით) აიღებენ ნიადაგის დაურღვეველი შენების ნიმუშს და დაახურავენ ბადიან ზუფს ქვედა ბოლოზე.

ნიადაგს ვაზნით აწონიან ტექნიკურ სასწორზე. ამ წონას გამოაკლებენ ვაზნის (ან ცილინდრის) წონას და მიიღებენ ნიადაგის ხალას წონას.

ამასთან ერთად აწარმოებენ ტენის რაოდენობის განსაზღვრას. შემდეგ, ნიადაგიან ვაზნას დგამენ წყლიან აბაზანაში ისე, რომ წყლის დონე სწვდებოდეს ვაზნის ზედა კიდე. აორთქლების თავიდან ასაცილებლად ვაზნას აფარებენ მინის სახურავს ან ქაღალდს.

24 საათის შემდეგ ვაზნას აბაზანიდან ამოიღებენ, გარედან ვაამშრალევენ და წყლის ჩამოწურვის შემდეგ ტექნიკურ სასწორზე აწონიან.

შემდეგ ისევ აბაზანაში დგამენ. მეორე 24 საათის შემდეგ კვლავ ამოიღებენ, გაამშრალებენ, ჩამოწურვას დააცდიან და აწონიან. ასე იმეორებენ მუდმივი წონის მიღებამდე. ეს მაშინ იქნება, როდესაც ყველა ფორი წყლით აივსება, ე. ი. ნიადაგი სრულ ტენტეევადობას მი-
აღწევს.

განგარიშება შემდეგნაირად წარმოებს:

1. აბსოლუტურად მშრალი ნიადაგის წონა — 120 გ,
 2. საბოლოო (მუდმივი) წონა — 175 გ,
- აქედან ტენის წონა

$$175 - 120 = 55 \text{ გ}$$

$$120 - 55$$

$$100 - X$$

$$\text{სრული ტენტეევადობა } X = \frac{100 \cdot 55}{120} = 46 \%$$

ცხრილი 3

ანალიზის ჩანაწერის ფორმა.

ნომუშების სიღრმე სმ-ობით	ნიადაგის წონა ვაზ- ნით გ-ობით	ვაზნის წონა გ-ობით	ნიადაგის წონა გ-ობით	ტენის რაოდენობა გ-ობით	აბსოლუტურად მშრალი ნიადაგის წონა გ-ობით	აბაზანაში ჩადგმის შემდეგ			საბოლოო წონა	ტენის რაოდენობა სინჯში	სრული ტენტეევადო- ბა %-ობით
						I წონა	II წონა	III წონა			
0—10	230	100	130	10	120	190	165	165	165	55	46

კაპილარული ტენტეევადობის განსაზღვრა

კაპილარული ტენტეევადობის დროს ნიადაგის მხოლოდ კაპილარუ-
ლი ფორებია წყლით ავსებული.

კაპილარული ტენტეევადობის განსაზღვრა ჩვეულებრივ იმგვარადვე
წარმოებს, როგორც სრული ტენტეევადობისა, მხოლოდ ერთი განსხვავ-
ებით, რომ ვაზნას დგამენ არა წყალში, არამედ მინის ხილზე, რო-
მელზედაც გადაფარებული, წყალში ჩაშვებული ფილტრის ქაღალდი
კაპილარულად აწვდის ვაზნაში მოთავსებულ ნიადაგს წყალს.

ამ განსაზღვრისათვის საჭირო დრო ნიადაგის მექანიკურ შედგენი-
ლობაზეა დამოკიდებული, საშუალოდ საჭიროა სამი დღე და ღამე.

განგარიშება იმავე წესით ხდება, როგორც სრული ტენტეევადობი-
სათვის.

საველე ზღვრული ტენტევადობის განსაზღვრა

ზღვრული საველე ტენტევადობა ეწოდება წყლის იმ მაქსიმალურ რაოდენობას, რომელიც აღმოჩნდება ნიადაგში სრული ტენტევადობის განსაზღვრის 3 — 4 დღის შემდეგ. ამრიგად, საველე ზღვრულ ტენტევადობაზე მეტი წყალი ნიადაგიდან დაწრეტას გახიციდის. საველე ზღვრული ტენტევადობის ცოდნას მელიორაციულ პრაქტიკაში სარწყავი ნორმის დასადგენად დიდი მნიშვნელობა აქვს. საველე ზღვრული ტენტევადობის განსაზღვრა შეიძლება ლაბორატორიულ პირობებში და აგრეთვე, საველე (ბუნებრივ) პირობებში.

1. ლაბორატორიულ პირობებში საველე ზღვრული ტენტევადობის განსაზღვრა

ლაბორატორიულ პირობებში ზღვრული ტენტევადობის განსაზღვრას აწარმოებენ მონოლითებზე. იღებენ 2 მეტრი სიღრმის 15×15 სმ განივი კვთის მონოლითს (ფიცრის ყუთით). ყუთის ოთხივე გვერდში ჩაასხამენ ფისს (რათა ცდის დროს წყალი არ გამოვიდეს). ყუთის ზედა თავი რამდენიმე სანტიმეტრით გრძელი უნდა იყოს, რომ მასზე შესაძლებელი იქნეს ცდის დროს წყლის გარკვეული დონის შექმნა, ქვედა ბოლოზე კი უკეთებენ თითბრის ბადეს (0,5 მმ ნაჩვრეტების დიამეტრით).

მონოლითის ჰორიზონტებიდან და ქვეჰორიზონტებიდან აღებულ ნიმუშებში საზღვრავენ ტენიანობას, მოცულობით წონასა და სხვა.

წყლის შეწოვის სისწრაფისა და დასველების სიღრმის განსაზღვრის მიზნით მონოლითის აწყობის დროს ყოველი ჰორიზონტის საზღვარზე ნიადაგში 5 — 7 სმ სიღრმეზე დებენ 2 მმ სისქის გამიშვლადეული ალუმინის მათულის ელექტროდებს. თითოეულ ჰორიზონტში ათავსებენ 4 მათულს ერთიმეორისაგან 3 სმ დაშორებით. 1 — 3 და 2 — 4 მათულების თავისუფალ ბოლოებს ერთიმეორესთან აკავშირებენ ყუთის გარეთ და დენის წყაროს ერთ პოლუსთან შეაერთებენ, მეორეს კი — მეორესთან. ამის გარდა, ჰორიზონტების საზღვარზე ათავსებენ პიეზომეტრებს (მოხრილი დაგრადუირებული მინის მილები), რომლებიც ნიადაგში შედიან 1 — 1,5 სმ სიღრმეზე. ნიადაგში პიეზომეტრის ჩასულ ბოლოს ბადე აქვს წამოცმული. ასეთნაირად აწყობილი მონოლითი სადგარზე თავსდება.

პიეზომეტრები გვაჩვენებენ ჰორიზონტებში წყალგამტარობასა და მთელი დანადგარის ნორმალურ მუშაობას. ნიადაგის ელექტროგამტარობის გასაზომად იყენებენ მაღალი მგრძნობიარობის მიკროამპერმეტრს (0,2 — 6000 ომი წინაღობის საზომი მოწყობილობით).

ზღვრული ტენტივადობის განსაზღვრა შემდეგნაირად წარმოებს: ფენების მიხედვით გაიანგარიშებენ ფორიანობას. მათი შეჯამება მოგვცემს საერთო ფორიანობას. ტენის რაოდენობის განსაზღვრა და ამ უქანასკნელის პირველისაგან სხვაობა გვიჩვენებს წყლის იმ რაოდენობას, რომელიც შეუძლია მიიღოს ნადაგმა. ამ გაანგარიშების მიხედვით მონოლითს დაასხამენ წყლის გარკვეულ რაოდენობას. პიეზომეტრები და ელექტროგამტარები გვიჩვენებენ წყლის მოძრაობას. როდესაც დასხმული წყალი მთლიანად ჩაიკონება ნიადაგში, მაშინ მონოლითს ზემოდან სველი ფილტრის ქალაღების წყებას დააფარებენ და მოციდიან მანამდე, სანამ ელექტროგამტარობა ფენებში უცვლელი არ გახდება. უქანასკნელ შემთხვევაში მონოლითს ფიცრის ერთ კედელს მოხსნიან და ჰორიზონტებიდან აიღებენ ნიმუშებს ტენიანობის განსასაზღვრად. განსაზღვრის შედეგები ზღვრულ ტენტივადობას გამოსახავს.

2. ზღვრული ტენტივადობის განსაზღვრა სპველ (ბუნებრივ) პიროგაგაში

შეარჩევენ მინდორში ტიპიურ, სწორ ნაკვეთს 2×2 მ² ფართობით. ნაკვეთს გარშემო უყეთებენ ორწყება ფიცრის ჩარჩოს ან ოთხკუთხა მიწის ბეჭებს. შიგნითა ჩარჩოსა (ბეჭსა) და გარეთა ჩარჩოს შორის დამორება თინიანი ნიადაგისათვის 0,25 მ-ს უნდა უდრიდეს, ხოლო სიღნარისათვის — 1 მ-ს. გარეთა ჩარჩოში ჩასხმული წყალი შიგნითა ჩარჩოში ჩასხმული წყლის დამცველს წარმოადგენს ისე, როგორც ეს ნიადაგის წყალგამტარობის დროსაა. ნაკვეთის მახლობლად აკეთებენ კრილს, რომელსაც აღწერენ; ამ კრილიდან, ჰორიზონტების მიხედვით, საანალიზო ნიმუშს აიღებენ. განსაზღვრავენ საერთო ფორიანობასა და ტენის საერთო მარაგს. მათი სხვაობის მიხედვით გაიანგარიშებენ წყლის იმ რაოდენობას, რომლის მიღებაც ნიადაგს კიდევ შეუძლია. იმისათვის, რომ მთლიანი დასველება უზრუნველყოფილი იქნეს, ჩვეულებრივ გაანგარიშებულ წყლის ნორმას (დასამატებელს) 1,5-ჯერ აღიღებენ.

შიგნით და გარეთ ჩარჩოში წყალს ერთდროულად ასხამენ, პირველად ასხამენ 2 — 3 სმ სიმაღლემდე, ხოლო მეორედ — 5 სმ-მდე და წყლის ამ დონეს ბოლომდე ინარჩუნებენ (სანამ მთელ ნორმას არ დაასხამენ).

დასხმული წყლის ჩაიკონების შემდეგ, აორთქლების შესამცირებლად, ნაკვეთს დააყრიან სველ ჩალას ან თივას. თინიანი ნიადაგის შემთხვევაში 3 — 4 დღის (თინიანში 5 — 7 დღის) შემდეგ ნაკვეთიდან 4 — 5 ადვილას (ფენების მიხედვით) ბურღით აიღებენ ნიმუშებს ტენის გან-

საზღვრისათვის. 1 — 2 დღის შემდეგ ნიჟუშების აღებას ტენის განსაზღვრისათვის კიდევ გაიმეორებენ. თუ ამ ხნის შემდეგ ზედა ფენებას ტენიანობა დაიკლებს, ხოლო ქვედა ფენების ტენიანობა მოიმატებს პირველ განსაზღვრასთან შედარებით 1 — 1,5%-ზე მეტად, მაშინ ეს გვიჩვენებს რომ წყლის გრავიტაციული გადაადგილება არ დამთავრებულია და ტენის განსაზღვრა უნდა განვაგრძოთ კვლავ 1 — 2 დღით. უკანასკნელი განსაზღვრის შედეგები უკვე საველე ზღვრული ტენტევადობის მაჩვენებელი იქნება.

უშცირესი ტენტევადობის განსაზღვრა

უშცირესი ტენტევადობა, ანუ მაქსიმალურ-მოლეკულური ტენტევადობა შეესაბამება ნიადაგის ტენის იმ რაოდენობას, რომელიც ნიადაგის მყარი ნაწილაკების მოლეკულური მიმზიდველობის ძალებით არის შებოჭილი.

მაქსიმალური მოლეკულური ტენტევადობის განსაზღვრა შემდეგნაირად წარმოებს: საანალიზოდ მომზადებული ნიჟუშებიდან აიღებენ წონაქს 10 გ-ის რაოდენობით. ჩაყრიან ფაიფურის ჭამში; კარგად დაასველებენ, ახელენ და სქელ ტალახად აქცევენ. ამის შემდეგ შპატელით აიღებენ სინჯს, ლითონის ფირფიტის 4 — 5 სმ-იანი დიამეტრის ხვრეტილებში (რგოლში) ჩალუსავენ და პირს კარგად მოუსწორებენ (ფირფიტა ფილტრის ქაღალდზეა მოთავსებული). შემდეგ ფირფიტას ფრთხილად ააქლიან, ფილტრის ქაღალდზე დარჩება ფირფიტის ხვრეტილის დიამეტრისა და სისქის ნიადაგის რგოლები. თიხიანი და თიხნარი ნიადაგებისათვის ამ რგოლების სისქე უნდა იყოს 2 მმ, სილნარისათვის კი — 1 მმ.

ნიადაგის რგოლებს ზემოდან ფილტრის ქაღალდს აფენენ და ათავსებენ წნეხში (უკეთესია მონომეტრიანი ჰიდრაულიკური წნეხი), რამდენიმე წყება ფილტრის ქაღალდის წყებებს შორის, როდესაც რამდენიმე რგოლს დებენ, მაშინ ფილტრის ქაღალდებს შორის ლითონის ან ხის (ფიცრის) შუასაღებებს ათავსებენ.

დაწნეხისას ყოველი კვადრატული სმ 69 კგ დაწოლას განიცდის.

დაწნეხის ხანგრძლივობა დამოკიდებულია ნიადაგის მექანიკურ შედგენილობაზე: ქვიშნარი ნიადაგებისათვის იგი 10 წუთს უნდა უდრიდეს, ხოლო თიხნარი და თიხიანი ნიადაგებისათვის — 20 წუთს.

დაწნეხის დამთავრების შემდეგ ნიადაგის რგოლებს ცამოიღებენ, სწრაფად მოაქლიან ქაღალდებს, ათავსებენ საშრობ ჭიქაში და ჩვეულებრივი წესით აწარმოებენ მასში ტენის რაოდენობის განსაზღვრას. ტენის ეს რაოდენობა შეესაბამება მაქსიმალურ-მოლეკულურ ტენტევადობას (უშცირეს ტენტევადობას).

მაქსიმალურ-მოლეკულური ტენტევადობის გაანგარიშებას აწარ-
მოებენ შემდეგი ფორმულით:

$$N = \frac{(A-B)}{C} \cdot 100,$$

სადაც N არის მაქსიმალური მოლეკულური ტენტევადობა %-ობით;

A — ქიქის წონა სველი ნიადაგით;

B — ქიქის წონა აბსოლუტურად მშრალი ნიადაგით;

C — აბსოლუტურად მშრალი ნიადაგის წონა.

ს ა ჭ ი რ ო მ ო წ ყ ო ბ ი ლ ო ბ ა

1. ლითონის ნასვრეტებიანი ფირფიტა;
2. ფილტრის ქაღალდი;
3. წნეხი;
4. თერმოსტატი;
5. ტექსტიური სასწორი;
6. ფინჯანი;
7. ფითხი.

ნიდაგის წყლით გამოწერი

წყლით გამოწერი წარმოდგენას ვეძღვეს ნიდაგში წყალხსნადი ნივთიერების შემცველობაზე. იგი თავისი შედგენილობით ნიდაგის ბუნებრივ ხსნარს უახლოვდება.

ნიდაგიდან წყლით გამოწერში გადადის ადვილადხსნადი ნივთიერებები — როგორც მინერალური ისე ორგანული, აგრეთვე მიკროელემენტების წყალხსნადი შენაერთების იონებიც. წყალში ხსნად ნივთიერებათა საერთო რაოდენობა ნიდაგში დიდი არ არის. ამ მხრივ გამოწერისა მლაშე და ბიცობი ნიდაგები.

წყლით გამოწერი — ნიდაგის კვლევის ერთ-ერთი ძველი მეთოდია. მე-19 საუკუნის ბოლოდან წყლით გამოწერი გახდა დამლაშებული ნიდაგების კვლევის ძირითადი მეთოდი, რომლითაც შეიძლება დაუადგინოთ ნიდაგის დამლაშების ხარისხი და ჩასიათი. წყლით გამოწერის მეთოდით სარგებლობენ აგრეთვე ნიდაგის პროცესების დინამიკის კვლევისას, ნიდაგში საკვები ნივთიერებების რეჟიმის შესწავლისას, მათში მცენარისათვის მავნე შენაერთების არსებობის დასადგენად და მრავალი სხვა პრაქტიკული ამოცანების გადასაწყვეტად.

არადამლაშებული ნიდაგების პერიოდული გამოკვლევა წყლით გამოწერის მეთოდით შესაძლებლობას იძლევა დაეაკვირდეთ არეს რეაქციის (pH), ამიაკის, ნიტრატების, ნიტრიტების, კალციუმის, კალიუმის, ფოსფორის მყავას, ხსნადი ორგანული ნივთიერებებისა და და სხვათა დინამიკას.

კიდევ უფრო მეტი მნიშვნელობა აქვს წყლით გამოწერის მეთოდის გამოყენებას მლაშე და ბიცობი ნიდაგების შესწავლისას. pH-ის, ხსნადი მარილების, ტიტრირებული ტუტთანობის და წყლით გამოწერის სხვა კომპონენტების დინამიკის დადგენა საშუალებას იძლევა დავასკვნათ: შეუძლია თუ არა აღნიშნულ ნიდაგს უზრუნველყოს მცენარის მოთხოვნილების დაკმაყოფილება და რა ღონისძიებები უნდა გაეატაროთ იმისათვის, რომ აღნიშნული ნიდაგის ნაყოფიერება გაუმჯობესდეს.

ნიდაგის წყლით გამონაწურის მომზადება

ტექნიკურ სასწორზე აწონილ 100 გ ჰაერმზრალ ნიადაგს * ათავსებენ 750 მლ მოცულობის კონუსურ ან მრგვალოძირიან კოლბში და ამატებენ 500 მლ გამოხდილ წყალს (შეფარდება 1:5).

გამონაწურში ყველა სახის ტუტიანობის განსაზღვრისას, აუცილებელია გამოხდილი წყლის წინასწარ განთავისუფლება ნახშირმეავასაგან, მისი ხანგრძლივი დუღილით საწყისი მოცულობის $\frac{2}{3}$ -მდე. დუღილის დამთავრების შემდეგ კოლბს ჰერმეტიულად ახურავენ ნატრიუმთან კირით სავსე მინის მილიან რეზინის საცობს.

გარდა ამისა, თუ წყლით გამონაწურში საზღვრავენ ამონიაკს და წყალხსნად ორგანულ ნივთიერებას, მაშინ საჭიროა, რომ გამოხდილი წყალი სრულებით არ შეიცავდეს აღნიშნულ ნივთიერებებს.

უამონიაკო გამოხდილ წყალს შემდეგნაირად ღებულობენ: იღებენ სუფთა სინჯარას, მასში ათავსებენ 5 მლ გამოხდილ წყალს და ამატებენ რამდენიმე წვეთ ნესლეერის რეაქტივს. თუ ამ დროს გამოხდილმა წყალმა მიიღო მოყვითალო შეფერადება მასში ყოფილა ამონიაკი და საჭიროა მისი მოცილება, რასაც შემდეგნაირად აწარმოებენ: 2 ლ გამოხდილ წყალს ათავსებენ კოლბში. მასში ჩაუშვებენ წითელი ლაქმუსის ქაღალდის 2—3 ნაგლეჯს, შემდეგ სისტემატური ნჯღრევით ამატებენ სოდას და აკვირდებიან ლაქმუსის ქაღალდის ფერის შეცვლას. როცა წითელი ლაქმუსის ქაღალდი ფერს იცვლის და ღებულობს მოლურჯო—იასამნის ფერს, მაშინვე წყუბტენ სოდის მიმატებას. ამ დროს წყლის რეაქცია სუსტი ტუტეა. ამის შემდეგ წყალს აღუღებენ ოთახში (სადაც ამონიაკი არ არის) მანამდე, სანამ მთლიანი მოცულობის $\frac{1}{4}$ არ აორთქლდება. შემდეგ წყალს აციებენ და ჰერმეტიულად ახურავენ რეზინის საცობს. ამონიაკის განსაზღვრის წინ საჭიროა, იგი შემოწმდეს ნესლეერის რეაქტივით და თუ არაწესიერად შენახვის შედეგად წყალში აღმოჩნდება ამონიაკი, საჭიროა მისი კვლავ აღუღება.

კოლბას ახურავენ საცობს და მასში მოთავსებულ ხსნარს ანჯღრევენ 3 წუთის განმავლობაში. ამის შემდეგ ხსნარს ფილტრავენ დაკეცილი ფილტრით. გაფილტვრისათვის იყენებენ 12—15 სმ დიამეტრის ძაბრს. ძაბრში ჩაფენილი ფილტრი არ უნდა აღწევდეს ძაბრის კიდემდე.

გამჰვირვალე, სუფთა ფილტრატის დაჩქარებით მიღებისათვის, აუცილებელია გამონაწური კარგად შეამღვრიონ და რაც შეიძლება მეტი ნიადაგით გადაიტანონ ფილტრზე. ნიადაგის ნაწილაკები ავსებენ რა ფილტრის ფორებს, მიიღება სუფთა ფილტრატი. ფილტრატის პირველ ულუფას, თუკი ის მღვრიეა, ხელმეორედ დააბრუნებენ ძაბრში (ფილტრზე). ამ ოპერაციას იმეორებენ სრულიად გამჰვირვალე

* მევენარის საკვები ელემენტების დინამიკის შესწავლისას და აგრეთვე ზოგიერთ სხვა შემთხვევაში, გამონაწურს ამზადებენ ნიადაგის ახლად აღებულ ტენიან ნიმუშში, რისთვისაც საჭიროა მასში ჰიგროსკოპული წყლის განსაზღვრა.

ფილტრატის მიღებამდე. ფილტრაციის დროს ჩაინიშნება ფილტრატის ფერი და გამჭვირვალობა. წყლით გამონაწურის ანალიზს იწყებენ გაფილტვრის დამთავრებისთანავე. თუ კი გაფილტვრა ნელა მიმდინარეობს, მაშინ ტუტთანობის და ქლორიდების განსაზღვრას იწყებენ გაფილტვრის დამთავრებამდე.

შემღვრეული ფილტრატის დასაწმენდად იყენებენ გააქტივებულ ნახშირს, რისთვისაც 3 გ ნახშირს ჩაამატებენ 500 მლ გამონაწურში, კარგად შეანჯღრევენ და შემდეგ გაფილტრავენ.

გამონაწურის ანალიზის გადაღება არ შეიძლება, რადგან იგი წარმოადგენს მიკროორგანიზმთა გამრავლება-განვითარების საუკეთესო არეს; ეს ორგანიზმები ნთქავენ ხსნად ნივთიერებებს, ამით ამცირებენ ამ ნივთიერებების ფარდობით რაოდენობას გამონაწურში და ცვლიან მის რეაქციას (pH). თუ წყლით გამონაწურის ანალიზის სწრაფად ჩატარება არ ხერხდება, მაშინ მიკრობიოლოგიური პროცესების შესაწვლელად საჭიროა კოლბში არსებულ ფილტრატს დაუმატონ 2 — 3 წვეთი ტოლუოლი, კოლბას დაახურონ რეზინის საცობი და მასში არსებული ხსნარი კარგად შეანჯღრიონ.

წყლით გამონაწურის ანალიზის დაწყებამდე რეკომენდებულია წინასწარ ჩატარდეს თვისებითი რეაქციები მასში ქლორის, სულფატიონის და კალციუმის შემცველობაზე. (თუკი გათვალისწინებულია ამ კომპონენტების განსაზღვრა წყლით გამონაწურში).

თვისებითი რეაქცია ქლორზე. სინჯარაში ათავსებენ 5 მლ-მდე წყლით გამონაწურს, შეამყავებენ აზოტის მყავით და უმატებენ 2 — 3 წვეთ 5% აზოტმყავა ვერცხლის ხსნარს. ხსნარში ქლორის შემცველობისას მიიღება თეთრი ნალექი ან წარმოიქმნება სუსტი სიმღვრივე (რაც დამოკიდებულია ქლორის რაოდენობაზე).

თვისებითი რეაქცია SO_4^{--} -ის იონზე. ხსნარს (5 — 7 მლ) ათავსებენ სინჯარაში, შეამყავებენ მარილმყავას რამდენიმე წვეთით. შემდეგ ამატებენ 4 — 5 წვეთ ბარიუმის ქლორიდის 10%-იან ხსნარს. ხსნარში SO_4^{--} -ის იონის შემცველობისას გამოიყოფა თეთრი ნალექი

თვისებითი რეაქცია კალციუმზე. სინჯარაში ათავსებენ 5 — 7 მლ წყლის გამონაწურს, ამატებენ 3 წვეთ 10% ძმარმყავას და 7—8 წვეთ მყაუნმყავა ამონიუმის ნაჯერ ხსნარს (4%). სინჯარაში მოთავსებულ ხსნარს აცხელებენ წყლის აბაზანაზე ან გაზქურაზე. ხსნარში კალციუმის არსებობისას გამოიყოფა თეთრი ნალექი.

წყლით გამონაწურის pH-ის მაჩვენებლის განსაზღვრა

წყლის სუსპენზიის pH-ის სიდიდე ნიადაგის თვისებების ერთ-ერთი დამახასიათებელი მაჩვენებელია.

არსებული საერთაშორისო მეთოდით ნიადაგის სუსპენზიას ამზადებენ ნიადაგის წყალთან შეფარდებით 1:2,5. მაგრამ ბევრ შემთხვევაში, წყლით გამონაწურის pH-ის სიდიდეს საზღვრავენ იმ შეფარდების პირობებში, რომლითაც მომზადებულია ეს გამონაწური. განსაზღვრას ატარებენ ფილტრატში, ან ხსნარის გაფილტვრამდე სუსპენზიაში, რომელიც უფრო სწორია. ამისათვის, ქიმიურ ჭიქებში მოათავსებენ 10 — 20 მლ სუსპენზიას და საზღვრავენ pH-ს pH—მეტრის დახმარებით. ეს განსაზღვრა საჭიროა ჩატარდეს პირველ რიგში, რადგან დაყოვნებით pH-ის სიდიდე იცვლება. pH-ის მაჩვენებლის მიხედვით საზღვრავენ წყლით გამონაწურის ტუტიანობას ან მკავიანობას.

წყლით გამონაწურის მშრალი ნაშთის განსაზღვრა

მშრალი ნაშთი წარმოადგენს ნიადაგის ყველა წყალხსნადი მინერალური და ორგანული შენაერთების ჯამს, რომელთაც შეუძლიათ გადავიდნენ წყლით გამონაწურში. ჩვეულებრივ, მშრალი ნაშთის მაჩვენებლის მიხედვით მსჯელობენ ნიადაგის დამლაშების შესახებ. არადაშლამებულ ნიადაგებში მშრალი ნაშთის სიდიდე მერყეობს 0,01—0,30% -ის ფარგლებში, ხოლო დამლაშებულ ნიადაგებში აღემატება 0,3% -ს.

ანალიზის მსვლელობა. წყლით გამონაწურის 25 — 50 მლ-ს (დამოკიდებულია Cl^- და SO_4^{2-} -ზე თვისებითი რეაქციის შედეგებზე) ათავსებენ წინასწარ მუდმივ წონამდე დაყვანილ (წონიან ანალიზურ სასწორზე) ფაიფურის ტიგელში ან ჯამზე (თუკი შემდეგში გათვალისწინებულია მშრალი ნაშთის გაყოფა მინერალურ და ორგანულ ნაწილად). ტიგელს ხსნარით ათავსებენ სილის აბაზანაზე და ხსნარს აორთქლებენ ამოშრობამდე. თუკი ასაორთქლებლად საჭირო წყლით გამონაწურის მთელი რაოდენობა ერთბაშად ვერ მოთავსდება ტიგელში, მაშინ მას პიპეტით ამატებენ ცალკეულ ულუფებად ხსნარის აორთქლების მიხედვით. ფაიფურის ჯამის გამოყენებისას უმჯობესია ხსნარი ავორთქლოთ წყლის აბაზანაზე. აუცილებელია ყურადღებით დაეკვირდეთ ხსნარის აორთქლების დამთავრებას სილის აბაზანაზე, რათა არ მოხდეს მშრალი ნაშთის დანაცვრა.

ხსნარის აორთქლების შემდეგ ტიგელს მშრალი ნაშთით ათავსებენ საშრობ კარადაში და აყოვნებენ 105° ტემპერატურაზე 4—5 საათის განმავლობაში, შემდეგ ტიგელს ნაშთით წონიან ანალიზურ სასწორზე და ანგარიშობენ მშრალი ნაშთის პროცენტს ჰაერმშრალ ნიადაგზე შემდეგი ფორმულით.

$$x = \frac{(a - \delta) \cdot 100}{b},$$

- სადაც x არის მშრალი ნაშთის პროცენტი;
 a — ბიუქსის წონა მშრალი ნაშთით;
 δ — ცარიელი ბიუქსის წონა;
 b — ნიადაგის წონა (გ), რომელიც შეესაბამება ასაორთქლებლად აღებული ხსნარის რაოდენობას;
 100 — პროცენტებში გადასაყვანი რიცხვი.

ცხრილი 4

ჩანაწერის ფორმა და ანგარიშის მაგალითი

ნიმუშის №	ნიადაგის წონა გ-ობით	გამონაწერის მისა- მხადებლად აღებუ- ლი წყლის მოცუ- ლობა (მლ-ობით)	განსაზღვრავად აღებული ხსნარის რ-ბა (მლ-ობით)	ჯამის ან ბიუქსის წონა	ბიუქსის წონა (გ-ობით)		მშრალ ნაშთის წონა (გ-ობით)	მშრალ ნაშთ %-ობით
					გამომზობის უგმდეგ წონა ნაშთით	ცარიელი		
50	100	500	50	100	24,9030	24,8125	0,0905	0,905

თუ მშრალ ნაშთს ყოფენ ორგანულ და მინერალურ ნაწილად, მაშინ საერთო მშრალი ნაშთის განსაზღვრის შემდეგ ფაიფურის ტიგელში მოთავსებულ ნაშთს გამოწვევენ მუფელში 600° ტემპერატურაზე ორგანული ნივთიერების სრულ დაწვამდე.

გამოწრთობის დასაწყისში, ჯამზე დარჩენილი ნაშთი მუქდება, ხოლო შემდეგ გათეთრდება. სასურველი ტემპერატურის მიღების შემდეგ გამოწვევას აგრძელებენ 10 — 15 წუთის განმავლობაში. თუ ამ დროში ნაშთი არ გათეთრდა, ჯამს აცივებენ და მასზე მოთავსებულ ნაშთს ასველებენ რამდენიმე წვეთი გამობხილი წყლით. ნაშთს აშრობენ წყლის აბაზანაზე და ხელახლა დგამენ მუფელში. ორგანული ნივთიერების გამოწვის დამთავრების შემდეგ ფაიფურის ჯამს აცივებენ ექსიკატორში, წონიან ანალიზურ სასწორზე და შემდეგ ანგარიშობენ წყალხსნადი მინერალური ნივთიერებების პროცენტს შემდეგი ფორმულით:

$$m = \frac{(a - \delta) \cdot 100}{b}$$

- სადაც m არის მშრალი ნაშთის მინერალური ნაწილის პროცენტი;
 a — ჯამის წონა გამოწრთობილი ნალექით;
 δ — ცარიელი ჯამის წონა;
 b — ნიადაგის წონა (გ-ობით) რომელიც შეესაბამება ასაორთქლებლად აღებული ხსნარის რაოდენობას;
 100 — პროცენტებში გადასაყვანი რიცხვი.

ვიციტ რა საერთო მშრალი ნაშთის პროცენტი (X) და მშრალი ნაშთის მინერალური ნაწილის პროცენტი (m), ადვილად ეიპოვით მშრალი ნაშთის ორგანული ნაწილის პროცენტს მათი სხვაობით.

აუცილებელია მხედველობაში მივიღოთ ის ფაქტი, რომ ნიადაგში დიდი რაოდენობით ქლორიდების და კარბონატების არსებობისას, (რომელნიც გამოწვის პროცესში ნაწილობრივ ქროლდებიან) მშრალი ნაშთის ორგანული ნაწილის პროცენტი იქნება რამდენადმე გადიდებული, ხოლო მინერალური ნაწილი — შესაბამისად შემცირებული.

ცხრილი 5

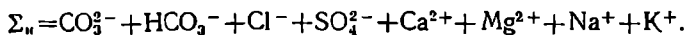
ჩანაწერის ფორმა და ანგარიში

ხომუის №	ნიადაგის წონა გ-ობით	გამონაწერის დასამზადებლად აღებული წყლის მოცულობა (მლ-ობით)	განსახზურად აღებული სხარის რაოდენობა (მლ-ობით)	ქამის №	ქამის წონა (გ-ობით)		გამომწერი ნაშთის წონა (გ-ობით)	მშრალი ნაშთის შედგენილობა %-ობით	
					გამომწერი ნაწილი	სარიელი		მინერალური ნაწილი	ორგანული ნაწილი
50	100	500	50	100	33,0833	33,0008	0,0825	0,825	0,080

წყლით გამონაწურის მინერალიზაციის განსაზღვრა მასში შემაკვალი იონების ჯამის მიხედვით

წყლით გამონაწურის მშრალი ნაშთის აორთქლების, გამოშრობის და განსაკუთრებით გამოწვის დროს მიმდინარეობს ხსნარიდან გამოყოფილი მარილების მნიშვნელოვანი ცვალებადობა. ამიტომ მშრალი და გამოწვის ნაშთი გვაძლევს მხოლოდ შეფარდებით წარმოდგენას წყლის გამონაწურის მინერალიზაციის შესახებ. ხსნარში მინერალური ნივთიერების შემცველობის შესახებ უფრო სწორი წარმოდგენისათვის სარგებლობენ ძირითადი იონების პროცენტული შემცველობის ჯამის გაანგარიშებით.

ხსნარის საერთო მინერალიზაცია შეიძლება წარმოვიდგინოთ როგორც იონების ჯამი

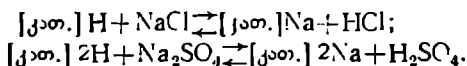


თუკი დანარჩენი იონების რაოდენობა აჭარბებს 0,1 მგ-ს 100 გ ნიადაგზე, მაშინ, ანგარიშობენ მათ ჯამსაც.

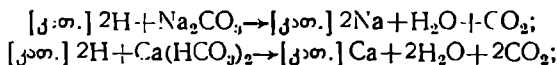
Fe^{3+} და SiO_2^{2-} შემცველობა გამონაწურების უმრავლესობაში უმნიშვნელოა და იონების ჯამის ანგარიშისას მხედველობაში არ მიიღებინან.

წყლით გამოწმენის საერთო მინერალიზაციის განსაზღვრა კათიონების მეთოდით

H — კათიონიტურ ფილტრში წყლით გამოწმენის გარკვეული მოცულობის გატარებით ლებულობენ ძლიერი მჟავების ნარევის:



კარბონატები და ბიკარბონატები ამ შემთხვევაში იშლება:



მევე ფილტრატის დასატიტრად დახარჯული NaOH-ის რაოდენობის მიხედვით, პოულობენ საკვლევ ნიმუშში ძლიერი მჟავების ანიონების კონცენტრაციას და იმის მიხედვით ანგარიშობენ წყლით გამოწმენის საერთო მინერალიზაციას მგ. ექვ. 100 გ. ნიადაგზე.

ანალიზის მსვლელობა. წყლით გამოწმენის გარკვეულ მოცულობას, რომლის საერთო მინერალიზაცია 0,01 — 0,5 მგ. ექვ. (ლ*, ატარებენ H — კათიონიტურ ფილტრში, 0,5 მლ/წუთში სიჩქარით. ფილტრის შემდეგ რეცხავენ 50 მლ გამოხდილი წყლით გამყოფ ძაბრზე 25 მლ/წთ. სიჩქარით.

ფილტრატს და ჩარეცხილ წყალს აგროვებენ კონუსურ კოლბში, ამატებენ 1 — 2 წვეთ მეთილორანჯს და ხსნარს ტიტრაცენ NaOH-ის 0,1 N ხსნარით ინდიკატორის ფერის შეცვლამდე.

ხსნარის დატიტრებაზე დახარჯული NaOH-ის რაოდენობის მიხედვით პოულობენ ხსნარში ძლიერი მჟავების ანიონების შემცველობას და იმის მიხედვით ანგარიშობენ მარილების რაოდენობას, ე. ი. საკვლევი ხსნარის საერთო მინერალიზაციას.

ანგარიშის მაგალითი. აღებული იყო წყლით გამოწმენის 10 მლ. ეს მოცულობა განზავებულია გამოხდილი წყლით და გატარებულია H — კათიონიტურ ფილტრში **. ფილტრატის დატიტრებაზე დახარჯულია 3,05 მლ. 0,01052 N NaOH-ის ხსნარი. ანიონების შემცველობა ტოლია: მგ. ექვ. $\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-} = 0,01052 \times 3,05 \times 50 = 16,04$, სადაც 50 — არის 100 გ მშრალ ნიადაგზე გადასაანგარიშებელი რიცხვი.

* ძლიერ მინერალიზებულ ხსნარებს წინასწარ ანზავებენ გამოხდილი წყლით მინერალიზაციის მითითებულ სიღრმემდე.

** ფილტრის მუშაობის შემოწმების მიზნით, საჭიროა თანამიმდევრობით დაეტიტროთ ფილტრატის სამი ულუფა. H — კათიონიტური ფილტრის სწორად მუშაობის შემთხვევაში მათ დატიტრებაზე დახარჯული 0,1N NaOH-ის ხსნარების რაოდენობათა გაღაზრა არ უნდა აღემატებოდეს 0,02 მლ-ს.

ხსნარში ტუტე მეტალების საერთო რაოდენობა ტოლია 0,77 მგ. ექვ. 100 გ ნიადაგზე. მოცემულ ხსნარში მარილების შემცველობა შეადგენს $(16,04 \times 0,77) \cdot 2 = 33,62$ მგ. ექვ. 100 გ. ნიადაგზე.

რეაქტივები: 1. NaOH-ის 0,1H ხსნარი.

2. მეთილორანჯი — 0,1%-იანი წყალხსნარი.

წყლით გამონაწურის საერთო მინერალიზაციის განსაზღვრა ანიონიტის მეთოდით

იმ შემთხვევაში, როდესაც წყლით გამონაწურში, გარდა Cl^- , SO_4^{2-} და HCO_3^- — არის სხვა ანიონები, მაგალითად NO_3^- , HPO_4^{2-} და HSiO_3 , (განსაზღვრული რაოდენობით), ხსნარის საერთო მინერალიზაცია შეიძლება განისაზღვროს ანიონიტური ფილტრის დახმარებით Cl^- — ფორმაში.

ასეთ ფილტრში ხსნარის გატარებისას, შთანქმედი ანიონებით გამოიყოფიან ქლორიონების ექვივალენტური რაოდენობა. ფილტრა-ტში გადასული Cl^- კონცენტრაციის მიხედვით პოულობენ საკვლევ ნიმუშში ანიონების შემცველობას და ანგარიშობენ ხსნარის საერთო მინერალიზაციას მგ. ექვივალენტობით 100 გ. ნიადაგზე.

ანალიზის მსვლელობა. ხსნარის განსაზღვრულ რაოდენობას, რომლის საერთო მინერალიზაცია 0,01 — 0,5 მგ. ექვ./ლ, ატარებენ Cl^- იონებით წინასწარ მაძლარ ანიონიტურ ფილტრში. თუკი მითითებული მინერალიზაცია შეესაბამება ხსნარის 5 მლ-ზე ნაკლებ მოცულობას, მაშინ საკვლევ ნიმუშს ანზავენ გამობდილი წყლით. ფილტრში გატარება წარმოებს 0,5 მლ/წუთში სიჩქარით. ხსნარის გატარების შემდეგ ფილტრს რეცხავენ 50 მლ. წყლით.

ფილტრატს და ჩარეცხილ წყალს აგროვებენ და Cl^- -ს საზღვრავენ ქვემოთ აღწერილი რომელიმე ერთი მეთოდით.

ტუტიანობის განსაზღვრა

დამტკიცებულია, რომ ნიადაგის წყლის გამონაწურში pH-ის განსაზღვრა სრულ წარმოდგენას არ გვაძლევს ხსნარის საერთო ტუტიანობასა და მის ბუნებაზე. ნიადაგის წყლის გამონაწურის ტუტიანობა დამოკიდებულია მასში ტუტე მეტალთა (K, Na, Ca, Mg და სხვ) კარბონატების და ბიკარბონატების არსებობაზე, აგრეთვე სილიციუმისა და ორგანულ მყავათა ტუტე მარილების შემცველობაზე.

წყლით გამონაწურის ანალიზისას ჩვეულებრივად საზღვრავენ საერთო ტუტიანობას, რომელიც გამოწვეულია ყველა ზემოთ ჩამო-

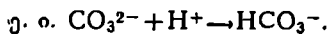
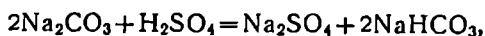
თვლილი შენაერთების არსებობით; ტუტიანობას, რომელიც გამოწვეულია ნორმალური კარბონატებით და ტუტიანობას, რომელიც გამოწვეულია ტუტე მეტალთა ბიკარბონატების არსებობით.

ნორმალური კარბონატებით გამოწვეული ტუტიანობის განსაზღვრა

ნორმალური კარბონატებით გამოწვეულ ტუტიანობას ხშირად ხსნადი კარბონატებით გამოწვეულ ტუტიანობას უწოდებენ. ის განპირობებულია ნიადაგში Na_2CO_3 და აგრეთვე სილიციუმისა და ორგანულ მკავეთა ტუტე მარილების არსებობით.

ნორმალური ანუ ხსნადი კარბონატები ქმნიან გამონაწურში ტუტე რეაქციას, რის შედეგად ფენოლფტალეინის დამატებისას ხსნარი იღებება ვარდისფრად. ფენოლფტალეინით შეღებილ ხსნარს ტიტრაციის მკავეთ ინდიკატორის გაუფერულებამდე და გებულობენ მასში ხსნადი კარბონატების შემცველობას.

ტიტრაციის დროს ადგილი აქვს შემდეგ რეაქციას:



დატიტვრა მთავრდება მაშინ, როცა კარბონატები გადავლენ ბიკარბონატებში და ხსნარი გაუფერულდება, როგორც ზემოთ მოყვანილი ფორმულიდან ჩანს, ამ დროს იტიტრება მხოლოდ კარბონატ იონების ნახევარი, ამიტომ ანალიზის შედეგების გაანგარიშებისას საჭიროა დასატიტრად დახარჯული H_2SO_4 -ის 0,02 n ხსნარის რაოდენობა მლ-ობით გავამრავლოთ ორზე.

ანალიზის მსვლელობა. იღებენ ორ ცალ 150 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბს და თითოეულში ათავსებენ 25 მლ ფილტრატს. ერთ კოლბს ტოვებენ საკონტროლოდ, რათა ადვილად გაიგონ ტიტრაციის დამთავრება, ხოლო მეორე კოლბში მთავსებულ ხსნარს უმატებენ 1—2 წვეთ ფენოლფტალეინს. თუ წყლის გამონაწური ტუტე რეაქციისაა, მაშინ ის ფენოლფტალეინის მიმატების შემდეგ მიიღებს ვარდისფერ შეფერადებას. ხსნარის შეფერვათა ინტენსივობა კარბონატების რაოდენობაზეა დამოკიდებული. ფენოლფტალეინის მიმატების შემდეგ ვარდისფრად შეფერადებულ ხსნარს ტიტრაციის 0,02 n H_2SO_4 -ის ხსნარით, სანამ ის არ გაუფერულდება. ტიტრაციის ზუსტად ჩატარების მიზნით იყენებენ საკონტროლო კოლბს, რომელშიც მოთავსებულია ფილტრატი ინდიკატორის გარეშე და ორთავე კოლბას ათავსებენ თეთრ ქაღალდზე.

ნორმალური კარბონატებით გამოწვეულ ტუტეანობას გამოსახულს CO_3^{2-} იონში მილიექვივალენტობით 100 გრამ წონაზე გაიანგარიშებენ ფორმულით:

$$\text{CO}_3^{2-} \text{ მ. ექვ.} = \frac{a \cdot n \cdot 2 \cdot v}{b},$$

სადაც a არის დასატიტრად დახარჯული H_2SO_4 ხსნარის რაოდენობა მლ-ობით;

n — ამ ხსნარის ნორმალობა;

2 — ნორმალურ კარბონატებზე გადამყვანი კოეფიციენტი;

V — წყლით გამონაწურის მთელი რაოდენობა მლ-ობით (500 მლ);

b — დასატიტრად აღებული გამონაწური მლ-ობით.

CO_3^{2-} -ის პროცენტობით გამოსახვისათვის სარგებლობენ ფორმულით:

$$\text{CO}_3^{2-} \% = m \cdot 0,03 \text{ გ.}$$

სადაც m არის CO_3^{2-} მილი-ექვივალენტობით.

0,03 — CO_3^{2-} -ის მილი-ექვივალენტის გრამობით გამოსახულება.

ცხრილი 6

ჩანაწერის ფორმა

ნადავ	წონა	მთელი გამონაწურის რაოდენობა მლ-ობით	განსასაზღვრავად აღებული გამონაწურის რაოდენობა მლ-ობით	დატიტრებულ დახარჯული H_2SO_4 რ-ბა და ნორმალობა		CO_3^{2-} შემცველობა	
				განსასაზღვრავად აღებულ გამონაწურში	მთელ გამონაწურში	მილიექვივალენტი 100 გ ნადავში	%

0,03 მიიღება შემდეგნაირად: CO_3^{2-} მოლეკულური წონა უდრის 60; ექვივალენტური წონა კი $60:2 = 30$. აქედან მილი-ექვივალენტი $30:1000 = 0,03$.

რეაქტივები:

1. H_2SO_4 -ის 0,02 n ხსნარი,
2. ფენოლფტალეინი.

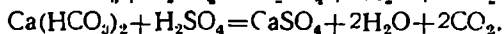
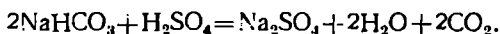
საერთო ტუტეანობის განსაზღვრა

გამონაწურის საერთო ტუტეანობას გამოსახავენ HCO_3^- -ით.

საერთო ტუტეანობას საზღვრავენ იმ ფილტრატთან კოლბში, რომელშიაც განისაზღვრება ნატრიუმის კარბონატით გამოწვეული ტუ-

ტიანობა. ორთავე კოლბში მოთავსებულ 25 — 25 მლ ფილტრატს უმატებენ 1 — 2 წვეთ მეთილორანეს. იმ კოლბში, რომელშიაც მიმატებული იყო ფენოლფტალეინი, ხსნარის შეფერადებისა და მისი სიმუჯვის დატიტვრის მიუხედავად, მას მაინც ტიტრავენ H_2SO_4 -ის 0,02 n ხსნარით მანამ, სანამ კოლბში მოთავსებული ყვითელი ფერის ფილტრატი სუსტ ვარდისფერ შეფერადებას არ მიიღებს. მეორე კოლბში მოთავსებული ხსნარი საკონტროლოა და როგორც ეს ზემოთ აღვნიშნეთ, ის ხელს გვიწყობს დატიტვრის ზუსტად ჩატარების საქმეში. დატიტვრის დროს ორივე კოლბა უნდა დაიდგას თეთრ ქაღალდზე, რათა ადვილად შევამჩნიოთ დატიტვრის დამთავრება.

დატიტვრის დროს ადგილი აქვს შემდეგ რეაქციას:



თუ ფილტრატი მეთილორანეის მიმატებისას სუსტ ვარდისფრად შეიფერება, ეს იმას ნიშნავს, რომ ის მკაფივ რეაქციისაა და მასში საკმარისა არა ტუტეიანობის, არამედ მკუთხიანობის განსაზღვრა.

დატიტვრის დამთავრების შემდეგ, ე. ი. როდესაც ყვითელი ფერის ფილტრატი გარკვეული რაოდენობის მკაფივს მიმატების შემდეგ მიიღებს სუსტ ვარდისფერ შეფერადებას, აწარმოებენ საერთო ტუტეიანობის გაანგარიშებას.

გამოითვლიან ფენოლფტალეინ და მეთილორანე-მიმატებული გამონაწურის დასატიტრად დახარჯულ გოგირდმკაფივს რაოდენობას. ეს რაოდენობა შეესაბამება გამონაწურიდან აღებული სინჯის საერთო ტუტეიანობას.

დატიტვრაზე დახარჯული H_2SO_4 რაოდენობისა (მილილიტრობით) და აგრეთვე ტიტრის ნორმალობის მიხედვით გაიანგარიშებენ საერთო ტუტეიანობას HCO_3^- იონში მილი-ექვივალენტობით 100 გ ნიადაგზე შემდეგი ფორმულით:

$$HCO_3^- \text{ მ. ეკვ.} = \frac{(a+m) \cdot n \cdot v}{b},$$

სადაც a არის ნორმალური კარბონატებით გამოწვეული ტუტეიანობის განსაზღვრისას დატიტვრაზე დახარჯული 0,02 n H_2SO_4 -ის რაოდენობა (მილილიტრობით);

m — საერთო ტუტეიანობის განსაზღვრისას (მეთილორანეის გამოყენების შემთხვევაში) დატიტვრაზე დახარჯული 0,02 n H_2SO_4 -ის რაოდენობა (მილილიტრობით);

n — H_2SO_4 სატიტრო ხსნარის ნორმალობა;

V — წყლით გამონაწურის მთელი რაოდენობა (500 მლ);

ბ — დასატიტრად აღებული წყლით გამონაწურის რაოდენობა (მლ-ობით);

HCO_3' -ის პროცენტობით გამოსახვისათვის სარგებლობენ ფორმულით:

$$\text{HCO}_3' \% = m \cdot 0,061 \text{ გ,}$$

სადაც m არის HCO_3 მილი-ექვივალენტობით;

0,061 — HCO_3 -ის მილი-ექვივალენტის გრამობით გამოსახულება
 0,061 მიიღება შემდეგნაირად: HCO_3 -ის მოლეკულური წონა = 61,
 ექვივალენტური წონა 61 : 1 = 61. აქედან HCO_3 მილი-ექვივალენტი
 61 : 1000 = 0,061.

ც ხ რ ი ო 7

ჩანაწერის ფორმა

ნომუშის №	ნიღაგის წონა (გ-ობით)	მთელი გამონაწურის რაოდენობა მლ-ობით	განსაზღვრად აღებული გამონაწურის რაოდენობა მლ-ობით	დატიტრატზე დახარჯული H_2SO_4 -ის რა-ბა და ნორმალობა			ტუტიანობა HCO_3 იანებით	
				ფენოლ-ფტალენით	მეთილ-რანეთ	მთლიანად.	მლ. ექვ. 100 გ ნიღაგში	%

წყლით გამონაწურის მჟავიანობის განსაზღვრა

თუკი წყლით გამონაწური მჟავა, მასში საზღვრავენ მჟავიანობის სხვადასხვა სახეებს. წყლით გამონაწურის მჟავიანობას იწვევს მასში ნახშირმჟავას და ხსნადი, არაქროლადი ორგანული მჟავების არსებობა. ეს მჟავიანობა, რომელსაც ხშირად ტიტრირებულ მჟავიანობას უწოდებენ, ჩვეულებრივ ძალიან მცირეა, მაგრამ ასე თუ ისე დამახასიათებელია მჟავე ნიღაგისათვის და შეადგენს მის აქტიურ მჟავიანობას, რომელსაც დიდი მნიშვნელობა აქვს მცენარის სიცოცხლისათვის*.

საერთო მჟავიანობის განსაზღვრა

გამონაწურის საერთო მჟავიანობა გამოწვეულია მასში თავისუფალი ნახშირმჟავას, თავისუფალი ორგანული მჟავებისა და არანაჯერი შენაერთების ერთობლივი არსებობით.

* 100 გ. ნიღაგში 0,001 — 0,0001 გ თავისუფალი მჟავას შემცველობა მაინც მოქმედებს უმეტესი მცენარეების განვითარებაზე.

ანალიზის მსვლელობა. იღებენ წყლით გამონაწურის 50 მლ, ამატებენ ერთ-ორ წვეთ ფენოლფტალეინს და ტიტრავენ Na_2OH -ის 0,01 n ხსნარით, სუსტი ვარდისფერის მიღებამდე. შედეგებს ანგარიშობენ მგ. ექვ. 100 გ ნიადაგზე.

გამოანგარიშების მაგალითი: 50 მლ. ხსნარის დატიტვრაზე დაიხარჯა 0,80 მლ 0,01252 n NaOH -ის ხსნარი, რომელიც შეადგენს $0,01252 \cdot 0,80 \cdot 10 = 0,10$ მგ. ექვ. 100 გ ნიადაგზე, სადაც 10 — 100 გ ნიადაგზე გადასაანგარიშებელი რიცხვია.

ორგანული მჟავებით გამოწვეული მჟავიანობის განსაზღვრა

ეს მჟავიანობა გამოწვეულია თავისუფალი არააქროლადი ორგანული მჟავებით და აგრეთვე მათი უნაჯერო შენაერთებით.

ანალიზის მსვლელობა. იღებენ გამონაწურის 50 — 100 მლ და ათავსებენ 250 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში, დგამენ ელექტროქურაზე და აღუღებენ თავისუფალი ნახშირმჟავას მოსაცილებლად მანამ, სანამ არ დარჩება ხსნარის საწყისი მოცულობის $\frac{3}{4}$. ამატებენ წვეთ ფენოლფტალეინს და ცხელ ხსნარს ტიტრავენ NaOH , 0,01 n ხსნარით, სუსტი ვარდისფერის მიღებამდე; შედეგებს ანგარიშობენ მგ. ექვ. 100 გ ნიადაგზე.

თავისუფალი CO_2 -ით გამოწვეული მჟავიანობის განსაზღვრა

თავისუფალი CO_2 -ით გამოწვეულ მჟავიანობას ანგარიშობენ საერთო მჟავიანობასა და ორგანული მჟავებით გამოწვეულ მჟავიანობას შორის სხვაობით და გამოსახავენ მგ. ექვივალენტებში 100 გ ნიადაგზე. თუკი საჭიროა CO_2 -ის შემცველობა გამოვსახოთ გრამობით, მიღებულ სხვაობას ამრავლებენ 0,022. (CO_2 მგ. ექვ. ზიდიდე).

რეაქტივები: 1. ფენოლფტალეინის 1% სპირტული ხსნარი, 2. NaOH -ის 0,01 n ხსნარი, რომელიც არ შეიცავს ნახშირმჟავა მარილებს. ხსნარს ამზადებენ ფიქსონალისაგან, ამატებენ BaCl_2 კარბონატების შესაბოჭად და ინახავენ სტეციალურ ქურკელში, რომელიც იცავს ხსნარს ჰაერის CO_2 -ისაგან.

შენიშვნა: 1. მჟავიანობის განსაზღვრისათვის აუცილებელია წყლით გამონაწური მომზადდეს ნახშირმჟავასაგან თავისუფალი წყლით. მჟავიანობის განსაზღვრას აწარმოებენ ახლადმომზადებულ გამონაწურში.

2. დუღილის შემდეგ ზოგჯერ ხსნარის მჟავიანობა იმატებს, რომელიც როგორც ჩანს განპირობებულია ორგანულად მინერალური შენაერთების ჰიდროლიზით.

3. ზოგ შემთხვევაში ხსნარი იტიტრება მჟავითაც და ტუტითაც, ე. ი. ერთი და იმავე დროს არის მჟავეც და ტუტეც, რომელიც უნდა აიხსნას გამოყენებული ინდიკატორების თვისებებით. ამ შემთხვევაში საჭიროა ტუტიანობის და მჟავიანობის განსაზღვრა ჩატარდეს პოტენციომეტრული მეთოდით.

მჟავიანობის სხვადასხვა სახეების განსაზღვრის კოტენციომეტრული მეთოდი

მჟავიანობის პოტენციომეტრულ განსაზღვრას აწარმოებენ ხსნარის დატიტრებით. ტუტის საშუალებით $\text{pH} = 8,2$ -მდე. ამ დროს იყენებენ pH -მეტრ $\text{ЛПУ}-0,1$ -ის მიწის ელექტროდს ან ავტომატური დატიტრის ბლოკს $\text{БАТ}-12-\text{ЛМ}$.

საერთო მჟავიანობის განსაზღვრა

იღებენ 25 მლ ხსნარს, ათავსებენ ქიმიურ ჭიქაში, ხსნარში ჩაძირავენ მიწის ელექტროდს და ტიტრავენ $0,01\text{N NaOH}$ -ის ხსნარით $\text{pH} = 8,2$ -მდე.

დატიტვრაზე დახარჯული ტუტის რაოდენობის მიხედვით ანგარიშობენ ხსნარის მჟავიანობას მგ. ექვ. 100 გ ნიადაგზე.

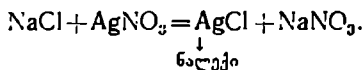
ორგანული მჟავებით გამოწვეული მჟავიანობის განსაზღვრა. იღებენ 50 მლ ხსნარს, ათავსებენ ქიმიურ ჭიქაში და ადუღებენ თავისუფალ ნახშირმჟავას მოსაცილებლად მანამ, სანამ მისი მოცულობა არ გახდება 25 — 30 მლ. სწრაფად აცივებენ ჭიქაში მოთავსებულ ხსნარს, ჩაძირავენ მასში ელექტროდს და ტიტრავენ $0,01\text{N NaOH}$ -ის ხსნარით $\text{pH} = 8,2$ -მდე.

თავისუფალი CO_2 -ით გამოწვეული მჟავიანობის განსაზღვრა. საერთო მჟავიანობას (მგ. ექვივალენტობით) აკლებენ ორგანული მჟავეებით გამოწვეული მჟავიანობის სიდიდეს (მგ. ექვივალენტობით) და სხვაობით გებულობენ თავისუფალი CO_2 -ით გამოწვეული მჟავიანობის სიდიდეს მგ. ექვ. 100 გ. ნიადაგზე.

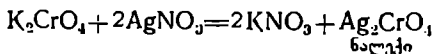
რეაქტივები: 1. NaOH -ის $0,01\text{N}$ ხსნარი, რომელიც არ შეიცავს კარბონატებს, ამზადებენ ფიქსონალისაგან და ინახავენ ჰაერის C_2O -საგან დაცულ ჭურჭელში.

ქლორ-იონის განსაზღვრის მორის არგანტომეტრული მეთოდი

წყლის გამონაწურში ქლორიონის განსაზღვრა წარმოებს AgNO_3 0.01 n ხსნარის გამოყენებით, (ინდიკატორად აღებულია ქრომპეა კალიუმის მარილის 10% ხსნარი). ამ დროს მიმდინარეობს შემდეგი რეაქცია:



AgCl თეთრი ნალექია. ხსნარს ამ დროს აქვს ყვითელი შეფერვა, რომელიც გამოწვეულია CrO_4^{2-} იონით. როგორც კი ქლორის უკანასკნელი ნაწილი გამოიყოფა, წარმოიშობა Ag_2CrO_4 -ის დამახასიათებელი მოწითალო-რუხი ფერის ნალექი, რაც ქლორზე რეაქციის დამთავრების მაჩვენებელია. ეს რეაქცია შემდეგნაირად მიმდინარეობს:



ხსნარში კარბონატ-იონების არსებობისას Ag^+ -ის ნაწილი იხარჯება Ag_2CO_3 -ის წარმოქმნაზე, ამიტომ ქლორ-იონის დატიტრირის წინ საჭიროა კარბონატები დაიშალოს მჟავით (მეთილორანჟის გამოყენებით), რაც საშუალებას იძლევა გამონაწურის ერთიდაიგივე სინჯში განისაზღვროს Cl^- და ტუტეიანობა.

ქლორ-იონის განსაზღვრას დამლაშებულ ნიადაგებში დიდი მნიშვნელობა აქვს, რადგან მისი საშუალებით შესაძლებელია დამლაშების როგორც რაოდენობრივი, აგრეთვე თვისობრივი დახასიათება.

ანალიზის მსვლელობა. პიპეტით იღებენ წყლით გამონაწურის განსაზღვრულ რაოდენობას — 15 — 25 მლ, (დამოკიდებულია მასში ქლორიონების რაოდენობაზე) და გადააქვთ ქიმიურ ჭიქაში ან 100 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში. თუ ფილტრატი ტუტე რეაქციისაა მისი განეიტრალება წარმოებს H_2SO_4 -ის 0.02 n ხსნარით, ლაკმუსის ქალაღის მეშვეობით, ხოლო თუ ფილტრატი მჟავეა, მას ანეიტრალებენ KOH -ის 0.02 n ხსნარით ლაკმუსის ქალაღის მეშვეობით.

ქლორის განსაზღვრა შეიძლება იმ ხსნარში, რომელშიც განისაზღვრა ტუტეიანობა, ამ შემთხვევაში განეიტრალება საჭირო არ არის, რადგან ის ჩატარებულია ტუტეიანობის განსაზღვრის პროცესში.

განეიტრალებულ ფილტრატს უმატებენ 1 მლ ქრომპეა კალიუმის 10% ხსნარს (K_2CrO_4) და ტიტრირებენ AgNO_3 -ის 0.01 n ხსნარით. დატიტრება დამთავრებულად ითვლება, როდესაც ხსნარი მიიღებს მო-

წითალო ფერს. დატიტერის დამთავრების ზუსტად განსაზღვრისათვის საჭიროა აღებული იქნას საკონტროლო კოლბა, რომელშიაც მოთავსებულია იგივე განეიტრალებული ფილტრატი.

თუ ხსნარი შეიცავს დიდი რაოდენობით ქლორს, მაშინ დატიტერა უმჯობესია ჩატარდეს აზოტმეხვევა ვერცხლის უფრო ძლიერი ხსნარით, ან საჭიროა ხსნარს დაემატოს წყალი განსაზღვრულ მოცულობამდე და განზავებული ხსნარიდან იქნას აღებული დასატიტრად საჭირო მოცულობა. შედეგების გადაანგარიშების დროს აუცილებელია განზავების მხედველობაში მიღება.

Cl⁻-ის მცირე რაოდენობით შემკველობის შემთხვევაში, დატიტერისას ფერის შეცვლა ძნელად შესამჩნევია, ამიტომ ხსნარს ხშირად აორთქლებენ.

თუ წყლით გამონაწერი ძლიერ მუქადაა შეფერილი ორგანული ნიეთიერებებით, მაშინ შეფერვის ინტენსივობის შესასუსტებლად, დატიტერის წინ ხსნარს ანზავებენ გამოხდილი წყლით.

ქლორიონის რაოდენობის მილი-ექვივალენტობით გამოსახვისათვის სარგებლობენ ფორმულით:

$$\text{Cl}^- \text{ მ. ექვ.} = \frac{a \cdot n \cdot V \cdot 100}{b \cdot p}$$

სადაც a არის დატიტერაზე დახარჯული AgNO_3 სატიტრო ხსნარის რაოდენობა (მლ-ობით);

n — AgNO_3 სატიტრო ხსნარის ნორმალობა;

V — გამონაწერის მთელი რაოდენობა (მლ-ობით);

100 — ას გრამ ნიადაგზე გადაყვანი კოეფიციენტი;

b — განსაზღვრავად აღებული გამონაწერის რაოდენობა (მლ-ობით);

p — გამონაწერის დასამზადებლად აღებული ნიადაგის ნიმუშის წონა.

ქლორიონის რაოდენობის პროცენტობის გამოსახვისათვის სარგებლობენ ფორმულით:

$$\text{Cl} \% = m \cdot 0,0355$$

სადაც m არის ქლორიონის რაოდენობა მილი-ექვივალენტობით.

0,0355 — Cl იონის მილი-ექვივალენტის გამოსახულება გრამობით.

0,0355 მიიღება შემდეგნაირად: ქლორის ატომური და ექვივალენტური წონა უდრის 35,5. აქედან მილი-ექვივალენტი $35,5 : 1000 = 0,0355$.

ჩანაწერის ფორმა

ნიმუშის №	ნიღბის წონა გ.	მთელ გამოწურვის რაზა მლ-ობით	განსაზღვრად აღებული ამონაწერის რაოდენობა მლ-ობით	დატიტრატზე დახარჯული AgNO ₃ რაზა და ნორმალობა		CO ₂ შემცველობა	
				განსაზღვრავად აღებული გამოწურვის რაზა	მთელ გამოწურვაში	მილიექვივალენტი 100 გ. წონაში	%

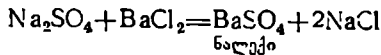
- რეაქტივები: 1. AgNO₃-ის 0,01 n-ის ხსნარი;
 2. K₂CrO₄-ის 10% ხსნარი;
 3. H₂SO₄-ის 0,02 n ხსნარი;
 4. KOH-ის 0,02 n ხსნარი;
 5. მეთილორანჯი.

სულფატიონის განსაზღვრის ტრილონომეტრული მეთოდი

გოგირდის მნიშვნელოვანი რაოდენობა მოიპოვება დამლაშებულ და თაბაშირიან ნიადაგებში. თაბაშირიანი ნიადაგების ათვისებისათვის საჭირო ღონისძიებების შემუშავების საქმეში გოგირდის განსაზღვრას მეტად დიდი მნიშვნელობა აქვს.

ქვემოთ აღწერილია სულფატიონის განსაზღვრის ნაკლებად გავრცელებული მაგრამ უფრო იოლი და საიმედო შედეგების მომცემი ტრილონომეტრული მეთოდი.

წყალში ხსნადი სულფატების განსაზღვრა, ბარიუმქლორის ხსნარის საშუალებით, შემდეგ პრინციპზეა დაფუძნებული: წყლით გამოწურვაში გოგირდმქაფას მარილის არსებობის შემთხვევაში BaCl₂-ის ხსნარის მიმატებით წარმოიქმნება BaSO₄-ის ნალექი.



BaSO₄-ის რაოდენობის მიხედვით ისაზღვრება გამოწურვის სულფატიონის რაოდენობა. ინდიკატორის ფერის შეცვლის სიზუსტის გაუმჯობესებისათვის სატიტრო ხსნარში შეყავთ მაგნიუმის ქლორიდის განსაზღვრული რაოდენობა.

საანალიზოდ აღებულ ხსნარში სულფატიონის შემცველობა 5 — 25 მგ-ის ფარგლებში უნდა იყოს. ხსნარში სულფატიონის დაახლოებით შემცველობას ადგენენ SO₄²⁻-ის იონზე ხარისხობრივი რეაქციით ბარიუმის ქლორიდის გამოყენებით.

ანალიზის მსვლელობა. იღებენ წყლით გამონაწურის 50 მლ ფილტრატს, ათავსებენ მას 250 მლ. მოცულობის კონუსურ კოლბში, ანზავებენ მას 100 მლ-მდე გამოხდილი წყლით და სუსტად აშკავებენ 10% მარილის მჟავის მიმატებით, კონგო წითელის ქაღალდის ფერის შეცვლამდე მოლურჯო იისფრად. (დაახლოებით საჭიროა 50 მლ ფილტრატს მიუმატოთ 0,3 — 0,5 მლ 10%-იანი HCl). შემდეგ ხსნარს აღულებენ ცეცხლზე 2 — 3 წუთის განმავლობაში. ცხელ ხსნარს ამატებენ 5 ან 10 მლ 0,05 n BaCl₂-ის ხსნარს (სულფატის მოსალოდნელი რაოდენობის მიხედვით) და კარგად შეანჯღრევენ.

ოთახის ტემპერატურამდე გაცივების შემდეგ ამატებენ 5 მლ. 0,05 ნორმალურ MgCl₂-ის ხსნარს, 1 — 2 წვეთ კონცენტრირებულ ამიაკს, 5 მლ. ამონიაკურ ბუფერს, 8.— 10 წვეთ ქრომოგენ შავის ხსნარს და ტიტრავენ ტრილონ B 0,05 n ხსნარით ლურჯი ფერის მიღებამდე.

საბოლოო გაანგარიშებისათვის აუცილებელია შემდეგი მონაცემები.

ტრილონ B-ს 0,05 ნორმალობის ხსნარის მოცულობა (მლ), რომელიც დაიხარჯება BaCl₂ და MgCl₂-ის ხსნარების ნარევის დატიტრებაზე. ეს ხსნარები აღებულია იგივე მოცულობით, რა მოცულობითაც ისინი აღებული იყო სულფატის განსაზღვრის დროს.

ნარევის (BaCl₂ + MgCl₂) გამოხდილი წყლით ანზავებენ 100 მლ-მდე, უმატებენ ამიაკურ ბუფერს, ქრომოგენ შავის ხსნარს ისეთივე რაოდენობით, როგორც საანალიზო ხსნარის დროს და ტიტრავენ მას ტრილონ B.

0,05 ნორმალური ტრილონის ხსნარის მოცულობა, რომელიც დაიხარჯა განსასაზღვრად აღებულ გამონაწურში Ca + Mg-ის ჯამის დატიტრებაზე. აქ იყენებენ ხსნარში (Ca + Mg) ჯამის განსაზღვრისას მიღებულ მონაცემებს. თუ კი (Ca + Mg) ჯამის დატიტრას აწარმოებენ ხსნარის სხვა მოცულობაში, მაშინ მიღებულ მონაცემებს გადაიანგარიშებენ ხსნარის იმ მოცულობაზე, რომელიც აღებულია სულფატიონის განსაზღვრისათვის.

სულფატის შემცველობას ანგარიშობენ ფორმულით:

$$SO_4'' \text{ მგ-ეკვ. } 100 \text{ გ ნიადაგზე} = \frac{A - (B - B) \cdot 0,05 \cdot K \cdot 100}{C}$$

სადაც A — არის 0,05 ნორმალობის ტრილონის ხსნარის მოცულობა (მლ-ობით), რომელიც დაიხარჯება BaCl₂ + MgCl₂-ის დატიტრებაზე;

B — ტრილონის მოცულობა (მლ-ობით), რომელიც დაიხარჯა განსასაზღვრად აღებული ხსნარის დატიტრებაზე.

B — ტრილონის მოცულობა მლ-ობით), რომელიც დაიხარჯა განსასაზღვრად აღებულ ხსნარში Ca+Mg ჯამის დატიტვრაზე;

C — განსასაზღვრად აღებული ხსნარის შესაბამისი ნიადაგის წონა (გ-ობით);

0,05 — ტრილონ B-ს ნორმალობა;

K — ტრილონ B-ს ტიტრის შესწორების კოეფიციენტი.

SO₄²⁻-ის პროცენტებში გადასაყვანად, მის რაოდენობას მგ. ექვივალენტებით 100 გ ნიადაგზე ამრავლებენ SO₄²⁻-ის ექვივალენტურ წონაზე (48,03) მილიგრამებში და ყოფენ 1000-ზე.

ცხრილი 9

ჩანაწერის ფორმა და ანგარიშის მაგალითი.

ნომრის №	ნიადაგის წონა (გ-ობით)	ნიადაგის გამონაწერის დასამუდებლად აღებული წყლის მოცულობა (მლ-ობით)	განსაზღვრად აღებული ხსნარის მოცულობა მლ-ობით	0,05 ~ ტრილონ B-ს რაოდენობა (მლ), რომელიც დაიხარჯა ხსნარის დატიტვრაზე	ტრილონის რაბა (მლ-ობით), რომელიც დაიხარჯა CaCl ₂ +MgCl ₂ დატიტვრაზე	ტრილონის რაბა (მლ-ობით), რა-კელიც დაიხარჯა სანალიზოდ აღებული ხსნარში (Ca+Mg) ჯამის დატიტვრაზე	SO ₄ ²⁻ -ის ექვივალენტური ტრილონის რაოდენობა	ტრილონ B-ს ტიტრის შესწორება	SO ₄ ²⁻ -ის შემცველობა (მგ. ექვ. 100 გ. ნიადაგზე)	SO ₄ %
50	100	500	50	19,25	14,85	14,38	9,98	1,017	5,07	0,243

რეაქტივები: 1. მარილმკვას 10%-იანი ხსნარი; 2. ამიაკის კონცენტრული ხსნარი; 3. ინდიკატორ კონგო წითელის ქაღალდი. (ფურცელი); 4. 0,05 ნორმალობის ბარიუმის ქლორიდის ხსნარი. 6,11 გ BaCl₂·2H₂O ხსნიან 1 ლ გამობდილ წყალში; 5. ამიაკური ბუფერის ხსნარი. ინდიკატორ ქრომოვენ შავის ხსნარი; 6. ტრილონ B-ს 0,05 n ხსნარს და მაგნიუმის ქლორიდის 0,05 n ხსნარს ამზადებენ ისე, როგორც კალციუმის და მაგნიუმის ჯამის განსაზღვრის დროს.

ნატრიუმისა და კალიუმის განსაზღვრა წყლის გამონაწერში ალოვანი ფოტომეტრის საშუალებით

წყლით გამონაწერში კალიუმის და ნატრიუმის ალოვან ფოტომეტრული განსაზღვრა შესაძლებელია მხოლოდ 100 გრამ ნიადაგზე მისი არა ნაკლებ 1 მგ შემცველობისას. მაღალი შემცველობის შემთხვევაში უმჯობესია ხსნარი განზაუდეს ამ იონების 10 — 15 მკ/ლ-ზე კონცენტრაციამდე, ვიდრე უშუალოდ განისაზღვროს ნატრიუმის და კალიუმის რაოდენობა.

კალციუმის მნიშვნელოვანი რაოდენობა, რომელზეც შეიძლება ვიმსჯელოთ მყარი ანუ მდგრადი ნაშთის სიდიდის მიხედვით, აღიღებს ხსნარში კალციუმის და ნატრიუმის შემცველობის მაჩვენებელს. ამ შემთხვევაში აუცილებელია კალციუმის მოშორება ხსნარიდან. თუ კი წყლით გამონაწური შეფერილია, ე. ი. შეიცავს ორგანულ ნივთიერებებს, საჭიროა მათი განზავება იმდენჯერ, რამდენჯერაც ამის საშუალებას იძლევა განსასაზღვრავი ელემენტების კონცენტრაცია.

ანალიზის მსვლელობა. აპარატი მოყავთ სამუშაო მდგომარეობაში (აპარატის აღწერა და მასზე მუშაობა იხილეთ გვ. 450 — 451) და ახდენენ სტანდარტული ხსნარების სერიის ფოტომეტრულ განსაზღვრას. მიკროამპერმეტრის მაჩვენებლების მიხედვით ამ ხსნარებისათვის აგებენ გრაფიკს.

რამდენადაც მიღებულია წყლით გამონაწურის შედეგების გამოსახვა მგ. ექვივალენტებში და პროცენტებში, ხოლო შეფარდება „ნიადაგი: წყალი“ ყოველთვის მუდმივია (1:5), გრაფიკი შეიძლება ავაგოთ ისე, რომ მასზე შესაძლებელი იყოს ამა თუ იმ შედეგების ათვლა. ასეთი გრაფიკებით მოსახერხებელია ისარგებლონ საწარმოო ლაბორატორიებში წყლით გამონაწურის მასიური ანალიზის დროს.

წყლით გამონაწურში K^+ და Na^+ ალოვანფოტომეტრული განსაზღვრისას მათ პროცენტულ შემცველობას ანგარიშობენ ფორმულით:

$$\frac{a}{1000 \cdot 2} \%,$$

სადაც a — არის K^+ და Na^+ კონცენტრაცია ხსნარში, გამოსახული მგ/ლ. (ნაპოვნი დაყალიბებული გრაფიკის მიხედვით); 1000 — მილიგრამების გრამებში გადასაანგარიშებელი რიცხვი. 2—100 გრამ ნიადაგზე გადასაანგარიშებელი კოეფიციენტი; ეს კოეფიციენტი მიიღება $\frac{1000}{500}$

გაყოფით; 1 ლ (1000 მლ) წყლით გამონაწურს ლებულობენ იმ შემთხვევაში, როცა წონიან 200 გრამ ნიადაგს (ნიადაგის წყალთან შეფარდება 1:5). მაშასადამე, 100 გრამ ნიადაგს შეესაბამება 500 მლ ხსნარი ე. ი. მგ/ლ გამოსახული კონცენტრაციის გადასაანგარიშებლად 100 გ ნიადაგზე, საჭიროა კონცენტრაციის მაჩვენებელი, რომელიც მიღებულია გრაფიკზე ათვლით (ანგარიშის გზით) საჭიროა გაიყოს 2-ზე; ხოლო რადგან ანალიზის შედეგებს გამოსახვენ პროცენტობით, ე. ი. გრამობით 100 გ ნიადაგზე, საჭიროა მილიგრამები გადაყვანილი იქნას გრამობით 1000-ზე გაყოფით.

განგარიშების მაგალითი: საკვლევ ხსნარში K^+ -ის კონცენტრაცია დაყალიბებული გრაფიკის მიხედვით არის 76 მგ/ლ. მაშასადამე,

წყლით გამონაწურში K^+ შემცველობა ტოლია $76:2=38$ მგ 100 გ ნიადაგზე, ან $38 \cdot 1000=0,038\%$. პროცენტების გადაანგარიშებას მგ. ექვ.-ში აწარმოებენ შემდეგი ფორმულით:

$$\frac{K\% \cdot 1000}{\text{ექვ. წონა}} = \text{მგ. ექვ. } K,$$

სადაც ექვ. წ. არის კალიუმის იონის ექვივალენტური წონა. მოცემულ შემთხვევაში

$$\frac{0,038 \cdot 1000}{39,1} = 0,97 \text{ მგ. ექვ. } K^+.$$

რეაქტივები: 1. K^+ და Na^+ ძირითადი ეტალონური ხსნარი.

Na^+ განსაზღვრა სხვაობის მიხედვით

ტუტე მეტალთა იონების პირდაპირი განსაზღვრა ქიმიური მეთოდებით საჭიროებს დიდ დროს, მეტად დეფიციტურ რეაქტივებს და პლატინის ჭურჭელს. ალოვანფოტომეტრის არსებობისას კი განსაზღვრას ატარებენ ალოვანფოტომეტრული მეთოდით, რომელიც თანამედროვე პირობებში ფართოდ გავრცელდა. ასე თუ ისე სხვაობის მიხედვით ნატრიუმის განსაზღვრას ნაკლებად მოწყობილ ლაბორატორიებში დღემდე აყენებენ.

Na^+ -ის შემცველობას სხვაობის მიხედვით ანგარიშობენ შემდეგნაირად. საკვლევ ხსნარში ანგარიშობენ ანიონების შემცველობას HCO_3^- , Cl^- და SO_4^{2-} -ის მგ. ექვ. შეჯამებით. ანიონების ჯამიდან აკლებენ კათიონების Ca^{2+} და Mg^{2+} გ. ექვ. ჯამს. მითითებულ ორ სიდიდეს შორის სხვაობა კალიუმისა და ნატრიუმის შემცველობაა ხსნარში. დაშლაშებულ ნიადაგებში კალიუმის ადვილადხსნადი მარილების რაოდენობა უმნიშვნელოა, ამიტომ მიღებულია, ასეთ ნიადაგებში ეს სიდიდე გამოვსახოთ ნატრიუმის იონის შემცველობის სახით.

გაანგარიშების მაგალითი. ხსნარში HCO_3^- -ის შემცველობა არის 0,77 მგ. ექვ., Cl^- — 12,40 მგ. ექვ. და SO_4^{2-} — 3,60 მგ. ექვ.; ამ ანიონების ჯამი ტოლია 16,77 მგ. ექვ.; Ca^{2+} რაოდენობა ტოლია 5,40 მგ. ექვ.; Mg^{2+} — 2,55 მგ. ექვ., ე. ი. კათიონების ჯამი შეადგენს 7,95 მგ. ექვ.

ტუტე მეტალთა ჯამი, გამოსახული Na^+ იონში ტოლია $16,77 - 7,95 = 8,82$ მგ. ექვ. Na^+ , ე. ი. $8,82 \times 0,023 = 0,20\%$ Na , სადაც 0,023 არის ნატრიუმის იონის მგ. ექვ.

სხვაობის მიხედვით ნატრიუმის იონის შემცველობის გაანგარიშებისას მიღებული სიდიდე შეიცავს ყველა იმ ცლომილებას, რომელსაც

ადგილი აქვს ანიონების და კათიონების ანალიზური განსაზღვრისას. აქედან გამომდინარე, აღნიშნული სიდიდე არ შეიძლება ჩაითვალოს ზუსტად.

Na⁺ + K⁺ ჯამის განსაზღვრა კათიონიტის მეთოდით

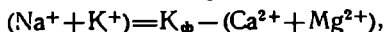
ფილტრატის მეაფიანობა, რომელიც მიიღება წყლით გამონაწურის გატარებით H — კათიონიტურ ფილტრში, გეიხვენებს წყლით გამონაწურის კათიონების კონცენტრაციის ჯამს (მგ. ექვივალენტებში), რომელთაც ადგილი შეუცვალეს ფილტრის H—იონებს.

ამ სიდიდისაგან კალციუმისა და მაგნიუმის იონების კონცენტრაციის გამოკლებით მიიღება ხსნარში ნატრიუმისა და კალიუმის იონების რაოდენობა მგ. ექვ.; თუ კი ხსნარში მნიშვნელოვანი რაოდენობით მოიპოვება ამონიუმის, რკინისა და ალუმინის იონები, საჭიროა მათი რაოდენობა გამოაკლდეს ტუტე მეტალთა იონების შაჩვენებელს.

ნატრიუმისა და კალიუმის განსაზღვრის კათიონიტური მეთოდი არ ითვლება მათი განსაზღვრის პირდაპირ მეთოდად, მაგრამ მიღებული შედეგები უფრო ზუსტია სხვაობის მეთოდთან შედარებით. წყლით გამონაწურის კათიონირებას ატარებენ იონ გამცვლელი ფილტრის საშუალებით.

მეავე ფილტრატს ჩანარეც წყალთან ერთად ტიტრავენ 0,1 N NaOH-ის ხსნარით მეთილორანჯის საშუალებით. დატიტრავზე დახარჯული NaOH-ის რაოდენობის მიხედვით პოულობენ წყლით გამონაწურის კათიონების საერთო შემცველობას (მგ. ექვ.).

ხსნარში Na⁺ + K⁺ რაოდენობა ტოლია:



სადაც K_Φ — არის ფილტრატის მეაფიანობა მგ. ექვ. 100 გ ნიადაგზე, რომელიც დაღვენილია დატიტრის გზით.

წყალსხნადი ორგანული ნივთიერებების განსაზღვრა

წყალში ხსნადი ჰუმუსის რაოდენობა წარმოდგენას გვაძლევს ამ ნივთიერების „ძვრადობის“ ხარისხზე. მაღალი ძვრადობის თვისებით ჩასიათდება ბიკომბიანი ნიადაგის ორგანული ნაწილი.

წყალში ხსნად ორგანულ ნივთიერებებზე გამოწვეის ნაშთი ზუსტ წარმოდგენას არ იძლევა. წყლის გამონაწურში წყალსხნადი ორგანული ნივთიერებების რაოდენობაზე მსჯელობენ მათი დაჟანგვის მიხედვით. არჩევენ პერმანგანატით დაჟანგვას, როცა ორგანული ნივთიერება იჟანგება პერმანგანატით, კუბელ-ტიმანის (1895) მეთოდით და ბიქრომატულ დაჟანგვას, როცა ორგანული ნივთიერება იჟანგება ქრომის მეაფით ტოურინის (1936) მეთოდით.

რადგან ბუნებრივი ორგანული შენაერთების დაქანგვის ხარისხი განსხვავებულია და დაქანგვა ზემოთ მითითებული დამქანგველებით სრულყოფილად არ მიმდინარეობს, მიღებული მაჩვენებელი არ შეესაბამება ნიადაგის წყალხსნადი ორგანული ნივთიერებების ნახშირბადის მთლიან რაოდენობას. პერმანგანატით დაქანგვა შეადგენს ბუნებრივი დაქანგვის მხოლოდ 50%, ე. ი. ორგანული ნახშირბადის CO₂-მდე მთლიანად დაქანგვის მხოლოდ ნახევარს. ბიოქრომატით დაქანგვული შეესაბამება, წყლით გამოწვეული ორგანული ნივთიერების ნახშირბადის მთლიანი შემცველობის მხოლოდ 75%. მაგრამ, ასე თუ ისე ორთავე მეთოდი საშუალებას იძლევა შედარებით შევისწავლოთ წყალხსნადი ორგანული ნივთიერებების შემცველობა ნიადაგში, განსაკუთრებით, თუ ორივე ეს მეთოდი გამოიყენება ერთდროულად — პარალელურად; პერმანგანატით დაქანგვა წარმოდგენას გვაძლევს ნიადაგში შედარებით ადვილად დასაყანგ ორგანულ ნივთიერებებზე, ბიოქრომატული — კი შედარებით ძნელად დასაყანგ ორგანულ ნივთიერებებზე.

პერმანგანატით დაქანგვით განსაზღვრა

ამ მეთოდით ხსნად ჰუმუსს საზღვრავენ გამოწვეურში გადასული ორგანული ნივთიერების დასაყანგად საჭირო ენგბადის რაოდენობის მიხედვით.

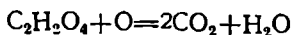
დამქანგველ ნივთიერებად KMnO₄-ს იყენებენ; წყალში ხსნადი ჰუმუსის დაქანგვაზე დახარჯული KMnO₄-ის რაოდენობის დასადგენად გამოწვეურს ტიტრავენ მეთუნმეთავას ხსნარით.

გოგირდმეთავა არეში ხსნარზე მიმატებული პერმანგანატი ათავისუფლებს ენგბადის ნაწილს შემდეგი რეაქციის მიხედვით:

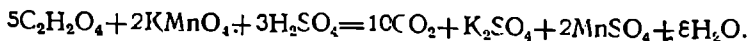


განთავისუფლებული ენგბადი ენგავს წყლის გამოწვეურში არსებულ ორგანულ ნივთიერებას.

პერმანგანატის მიერ გამოყოფილი ენგბადი მეთუნმეთავასთან გვაძლევს წყალს და CO₂-ს. რეაქცია ამ დროს ასე წარიმართება:



ხსნარში გოგირდის მეთავას არსებობისას მეთუნმეთავა პერმანგანატთან იძლევა შემდეგ რეაქციას:



აღნიშნული მეთოდი გამოიყენება ქლორიდების მცირე შემცველობის პირობებში (არა უმეტეს 30 მგ Cl- 100 მლ ხსნარში). თუ

ქლორიდები ბევრია, ისინი შესამჩნევად ურთიერთმოქმედებენ პერმანგანატთან.

ანალიზის მსვლელობა. იღებენ წყლით გამოწურვის 50 მლ და ათავსებენ 250 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში, ამატებენ 5 მლ განზავებულ (1:1) გოგირდმჟავას, კალიუმის პერმანგანატის 0,05 n ხსნარის ზუსტად განსაზღვრულ რაოდენობას — 10 მლ. ამის შემდეგ კოლბს დგამენ ელექტროქურაზე და ადუღებენ 10 წუთის განმავლობაში. დუღილის დამთავრების შემდეგ ხსნარი თუ გაუფერულდა, ეს იმას ნიშნავს, რომ $KMnO_4$ მთლიანად დახარჯულია ორგანული ნაერთების დაჟანგვაზე. ასეთ შემთხვევაში ხელმოკრედ უმატებენ პერმანგანატის ხსნარის ზუსტად განსაზღვრულ რაოდენობას და ადუღებენ კიდევ 10 წუთის განმავლობაში.

პერმანგანატისფრად შეფერილ ცხელ ხსნარს უმატებენ მჟაუნმჟავას 0,05 n ხსნარს მოქარბებული რაოდენობით (უფრო მეტს, ვიდრე ეს საჭიროა $KMnO_4$ -ის სრული გაუფერულებისათვის) და კარგად ურევინ. მიმატებული მჟაუნმჟავას რაოდენობა ზუსტად უნდა ჩაეიწეროს.

მჟაუნმჟავას ზედმეტი რაოდენობის გასაგებად ხსნარს $KMnO_4$ 0,05 n ხსნარით ტიტრირებენ სუსტი ვარდისფერის მიღებამდე.

გამოწურვის ორგანული ნივთიერების დაჟანგვაზე დახარჯულ $KMnO_4$ 0,05 n ხსნარის რაოდენობის გასაანგარიშებლად, დასაჯანგავად აღებული $KMnO_4$ -ის ხსნარის საერთო რაოდენობას (მლ) აკლებენ მიმატებული მჟაუნმჟავას მლ-ების რიცხვს, მიღებული რიცხვი შეესაბამება 50 მლ (10 გ ნიადაგს) გამოწურვაში არსებულ წყალში ხსნად ჰუმუსის რაოდენობას, 100 გ ნიადაგზე გადასაანგარიშებლად მიღებულს ამრავლებენ 10-ზე.

ანალიზის შედეგების მილიგრამობით გამოსახვისათვის 0,08 (1 მლ — 0,01 n $KMnO_4$ ხსნარი შეესაბამება 0,08 გ ჯანგბადს) ამრავლებენ 5-ზე და 100 გ ნიადაგში არსებული წყალში ხსნადი ორგანული ნივთიერებების დასაჯანგავად დახარჯული 0,05 n MnO_4 -ის ხსნარის მლ-ების რიცხვზე.

ცხრილი 10

ჩანაწერის ფორმა

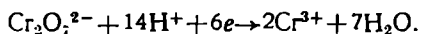
ნომერი №	გამოწურვის მლ-ის რაოდენობა	$KMnO_4$ 0,05 n ხსნარის მლ-ების რაოდენობა	მჟაუნმჟავას ხსნარის მლ-ების რაოდენობა	დაჟანგვაზე დახარჯული $KMnO_4$ 0,05n ხსნარის მლ-ების რაოდენობა	ხსნადი ჰუმუსი 100 გ ნიადაგში	ხსნადი ჰუმუსი მგ-ობით 100 გ. ნიადაგში

რეაქტივები: 1. H_2SO_4 -ის წყლით განზავებული ხსნარი (1:1); 2. $KMnO_4$ -ის 0,05 n ხსნარი; 3. $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ — 0,05 n ხსნარი; 3,15 გ ქიმიურად სუფთა მჟაუნმჟავას ხსნიან წყალში და ლიტრიან საზომ კოლბში მიჰყავთ ნიშანხაზამდე. მდგრადობისათვის ამატებენ H_2SO_4 (სიმკვრივე 1,84) 50 მლ-ის ანგარიშით 1 ლიტრზე. ინახავენ ფერად ბოთლში. ნორმალობას ადგენენ $KMnO_4$ -ით.

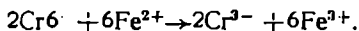
შენიშვნა: 1. თუ კი პერმანგანატით დუდილის დროს გამოიყოფა მანგანუმის ზეუანგის მღვრიე ნალექი, საჭიროა მისი გახსნა მჟაუნმჟავას ჭარბი რაოდენობის დამატებით; ამ შემთხვევაში აუცილებელია აღირიცხოს დამატებული $H_2C_2O_4$, ე. ი. უნდა დაემატოს მჟაუნმჟავას იმ რაოდენობას, რომელიც დაიხარჯა პერმანგანატის გაუფერულების დროს.

ბიკრომატით ღაჟანგვით განსაზღვრა

მეთოდის საფუძველია ორგანული ნივთიერების დაჟანგვა ქრომის მჟავით, რის შედეგად ექვევალენტიანი ქრომი აღდგება სამვალენტისამდე:



დაჟანგვის შემდეგ ხსნარში დარჩენილ ქრომის მჟავას ჭარბ რაოდენობას საზღვრავენ ბორის მარილის ხსნარით დატიტრით.



ანალიზის მსვლელობა: იღებენ წყლით გამონაწურის 10 მლ და ათავსებენ 100 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში. ამატებენ ~ 1 გ გამომწვარი პემზის ფხვნილს (ან გამომწვარ ნიადაგს), რათა დუდილის დროს ხსნარი არ ამოიწვას.

ამატებენ ბიურეტიდან 10 მლ კალიუმის ბიკრომატის 0,2 n ხსნარს, რომელიც დამზადებულია კონცენტრირებულ გოგირდის მჟავაზე. შემდეგ კოლბის ყელში დგამენ პატარა ძაბრს, რომელიც მაცივრის როლს ასრულებს და კოლბს გასაცხელებლად დგამენ ელექტროქუჩაზე. კოლბში მოთავსებული ხსნარიდან ჩქარა დაიწყება CO_2 -ის ბუშტულების გამოყოფა და 2 — 3 წუთის შემდეგ ხსნარი დუდილს იწყებს. დუდილს აწარმოებენ 5 წუთის განმავლობაში ფრთხილად, რათა ძაბრში ორთქლი არ გამოიყოს.

დუდილის შემდეგ კოლბში მოთავსებულ ხსნარს აცივებენ ოთახის ტემპერატურამდე და გამოხდილი წყლით ჩარეცხავენ მჟავის წვეთებს

ძაბრის და კოლბის კედლისაგან. ამატებენ ფენილანტრანილის მკვავას წვეთს და ტიტრირებენ 0,1 n მორის მარილის ხსნარით ფერის შეცვლამდე — შედეგებს პირობით ანგარიშობენ ნახშირბადზე; მიღებულია, რომ 1 მლ 0,1 n მორის მარილის ხსნარი შეესაბამება 0,0003 გ ნახშირბადს.

რეაქტივები: 1. $K_2Cr_2O_7$ 0,2 n ხსნარი კონცენტრირებულ გოგირდის მკვავაში. 10 გ $K_2Cr_2O_7$ ათავსებენ ცუცხლგამძლე მინის კოლბში და ხსნიან 1 ლ H_2SO_4 (კუთ. წ. 1,84). გაცივების შემდეგ ხსნარს ინახავენ მილესილსაცობიან მინის მუქ ჭურჭელში; 2. მორის მარილის 0,1 n ხსნარი. იღებენ 40 გ მორის მარილს (იყენებენ მხოლოდ ცისფერ კრისტალებს), ათავსებენ ლიტრიან კოლბში და ამატებენ 1 n H_2SO_4 ხსნარს კოლბის მოცულობის 2/3-მდე. ხსნარს შეაჩქარებენ ხელით მარილის სრულ გახსნამდე. ფილტრირებენ, შემდეგ გამოხდინი წყლით მიიყვანენ 1 ლიტრამდე და კარგად შეურევენ. ხსნარს ინახავენ ჰაერისაგან დაცულ სპეციალურ მუქ ჭურჭელში; 3. ფენილანტრანილის მკვავას ხსნარი. წონიან 0,2 გ ფენილანტრანილის მკვავას და ხსნიან 100 მლ 0,2% Na_2CO_3 -ის ხსნარში. ხსნარი ინახება ღიბნას. (დაწერილებით იხ. გვ. 55).

წყლით გამონაწურის ანალიზის შედეგების გაფორმება

წყლის გამონაწურის ანალიზის შედეგად მიღებული მონაცემები შეაქვთ ცხრილში. ისინი საშუალებას გვაძლევს, მიახლოებით მაინც შევეამოწმოთ წყლის გამონაწურის ანალიზის სიზუსტე.

წყლით გამონაწურის ანალიზის შედეგების შემოწმება პირველ რიგში მდგომარეობს — ანიონების და კათიონების პროცენტული შემცველობის ჭამის შედარებაში მშრალი ანუ მკვრივი ნაშთის სიდიდესთან.

ანიონების და კათიონების პროცენტული მაჩვენებლების შეჯამებისას იღებენ HCO_3^- -ის რაოდენობის ნახევარს, რადგან მშრალი ნაშთის მიღებისას აორთქლების პროცესში ნახშირმკვავას ნახევარი ქროლდება და იკარგება.

ამ დროს მიმდინარეობს ასეთი რეაქცია:



დაეუშვათ, რომ ანიონების და კათიონების პროცენტული შემცველობა ასეთია:

CO_3^{2-} — 0,012; HCO_3^- — 0,22; Cl^- — 0,23; SO_4^{2-} — 0,243; Ca^{2+} — 0,083;

Mg^{2+} —0,039; Na^+ —0,18: რამდენად შეჯამების დროს HCO_3^- -ის სიდიდეს ვიღებთ ნახევარი რაოდენობით, მივიღებთ:

CO_3^{2-} — 0,012

HCO_3^- — 0,11

Cl^- — 0,23

SO_4^{2-} — 0,243

Ca^{2+} — 0,083

Mg^{2+} — 0,039

Na^+ — 0,18

ს უ ლ — 0,897

მიღებული გამონაწურის მშრალი ნაშთი უდრის 0,905%-ს, ე. ი. მეტია იონების ჯამზე 0,008%-ით. საერთოდ მშრალი ნაშთის მატება ანიონების და კათიონების ჯამთან შედარებით დასაშვებია 3—5%-ის ფარგლებში, ამიტომ მითითებული დაპირისპირება ლაპარაკობს ჩატარებული ანალიზის საკმაო სიზუსტეზე.

მშრალი ნაშთის რაოდენობა ჩვეულებრივად რამდენჯერმე მაღალი უნდა იყოს ანიონების და კათიონების ჯამზე. ეს სხვაობა აიხსნება იმით, რომ ზოგიერთი კომპონენტები, მაგ. Fe, Mn, SiO_2 და სხვა წყლის გამონაწურის შემოკლებული ანალიზის დროს არ ისაზღვრება, ხსნარში კი რაღაც რაოდენობით ისინი არიან და მაშასადამე, შედიან აგრეთვე მშრალი ნაშთის შედგენილობაშიც. გარდა ამისა, მშრალი ნაშთის გადღდება დაკავშირებულია მასში წყალხსნადი ორგანული ნივთიერების არსებობასთან.

წყლის გამონაწურის ანალიზის სიზუსტის შემოწმების სხვა ხერხად ითვლება ანიონების და კათიონების შემცველობის დაპირისპირება. თუ კი K^+ და Na^+ შემცველობა ნაპოვნია სხვაობის მეთოდით, მაშინ კათიონების მგ. ექვივალენტის ჯამი ნაკლები უნდა იყოს ანიონების მგ. ექვ. ჯამზე. თუკი ანალიზი ჩატარებულია სწორად და ზუსტად, მაშინ კალიუმის და ნატრიუმის პირდაპირი განსაზღვრის დროს, კათიონების მგ. ექვივალენტის რაოდენობა ტოლი უნდა იყოს ანიონების მგ. ექვივალენტის რაოდენობისა.

წყლით გამონაწურის ანალიზის შედეგების მარილზე გადაანგარიშება

იმისათვის, რომ წარმოდგენა გვქონდეს მარილების ხარისხობრივ შედგენილობაზე, ჩვეულებრივ წყლით გამონაწურის ანალიზის შედეგებს გადაიანგარიშებენ მარილზე. ეს გადაანგარიშება დაფუძნებულია

კათიონების ანიონებთან დაკავშირებაზე. წარმოქმნილი მარილების ხსნადობის მატების რიგის მიხედვით ასეთი გადაანგარიშება საერთო წარმოდგენას გვაძლევს მარილების ძირითადი სახეების არსებობაზე, მაგრამ გადაანგარიშების მეთოდი პირობითია და ყოველთვის ვერ ასახავს სინამდვილეს.

მეთოდის ძირითადი ნაკლია — კათიონების ანიონებთან დაკავშირების რიგის განსაზღვრის სირთულე;

ბანანბარიშვიის წყლი.

ქიმიური ნივთიერებები და ცალკეული იონები ურთიერთმოქმედებაში შედიან ეკვივალენტური რაოდენობით. ამიტომ გადაანგარიშების მოხერხებულობისათვის ისინი გამოსახებიან მგ. ექვ., რაც მნიშვნელოვნად აადვილებს შემდგომ გაანგარიშებას.

წყლით გამონაწურის შედეგები შეაქვთ ცხრილში, რომელშიც ანიონებისა და კათიონების შემცველობას გამოსახავენ პროცენტობით და მგ. ექვ. 100 გრამზე (ცხრ. 11).

ცხრილი 11

წყლით გამონაწურის შეჭამებული ცხრილი

ნომ. №	მშრალი ნაშთი	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	
%		0,905	0,012	0,22	0,23	0,243	0,083	0,039	0,18
მგ. ექვ. 100 გრამზე	—	0,40	3,61	6,48	5,07	4,12	3,19	7,85	

1. გამოიანგარიშებენ ბიკარბონატის სახით შეკავშირებულ კალციუმის რაოდენობას, რისთვისაც საერთო ტუტეიანობის სიდიდეს აკლებენ ნორმალური კარბონატებით გამოწვეული ტუტეიანობის სიდიდეს. (მაგალითად: 3,61—0,40=3,12). ამრიგად, საერთო ტუტეიანობის დასაკავშირებლად აუცილებელია 3,12 მგ. ექვ. კალციუმი, ამ დროს წარმოიქმნება 3,12 მგ. ექვ. Ca(HCO₃)₂. მიღებული სიდიდის გამრავლებით ამ მარილის ეკვივალენტურ წონაზე და 1000-ზე გაყოფით მივიღებთ Ca(HCO₃)₂ რაოდენობას გამოსახულს პროცენტებში.

$$\frac{3,21 \cdot 81,05}{1000} = 0,260\% \text{ Ca(HCO}_3\text{)}_2.$$

საერთო ტუტეიანობის დასაკავშირებლად Ca-ის უკმარობის შემთხვევაში გადაანგარიშებას აწარმოებენ იგივე წესით Mg(HCO₃)₂, ხოლო მაგნიუმის უკმარობის შემთხვევაში NaHCO₃-ზე. HCO₃⁻-თან

შეკავშირებულ კალციუმის რაოდენობას (მგ. ექვ.) ანგარიშობენ მისი საერთო შემცველობიდან, რომელიც გამოსახულია იგივე სიდიდეებში:

$$4,12 - 3,21 = 0,91.$$

2. ანგარიშობენ გოგირდის მჟეავასთან დაკავშირებულ კალციუმის რაოდენობას.

ცხრილში მოყვანილ მაგალითში გოგირდის მჟეავა მეტია, ვიდრე კალციუმი (5,07 მგ. ექვ. 0,91-ის წინააღმდეგ). ამრიგად, კალციუმის მთელი ნაშთი შეკავშირებულია თაბაშირის სახით CaSO_4 :

$$\frac{0,91 \cdot 68,07}{1000} = 0,062\% \text{ CaSO}_4.$$

თუ კი გოგირდმჟეავასთან კალციუმის შეკავშირებისას აღმოჩნდება კალციუმის ჭარბი რაოდენობა, მაშინ მას აკავშირებენ ქლორთან CaCl_2 -ის სახით. კალციუმთან შეკავშირების შემდეგ გოგირდის მჟეავას ნაშთი შეადგენს

$$5,07 - 0,91 = 4,16 \text{ მგ. ექვ.}$$

3. დარჩენილ გოგირდმჟეავას აკავშირებენ მაგნიუმთან. ჩვენს მაგალითში — 3,19 მგ. ექვ. მაგნიუმი. ამრიგად, გოგირდმჟეავასთან შეკავშირდება მთელი მაგნიუმი MgSO_4 -ის სახით:

$$\frac{3,19 \cdot 60,2}{1000} = 0,191\% \text{ MgSO}_4.$$

გოგირდის მჟეავასთან შეკავშირების შემდეგ მაგნიუმის სიჭარბის შემთხვევაში მას აკავშირებენ ქლორთან MgCl_2 -ის სახით.

4. გოგირდის მჟეავას ჭარბ რაოდენობას აკავშირებენ ნატრიუმთან Na_2SO_4 -ის სახით. დარჩენილი გოგირდმჟეავას რაოდენობა შეადგენს

$$4,16 - 3,19 = 0,97 \text{ მგ. ექვ.}$$

$$\frac{0,97 \cdot 71,04}{1000} = 0,064\% \text{ Na}_2\text{SO}_4.$$

5. მოცემულ წყლის გამონაწურში არსებული ქლორი უკავშირდება ნატრიუმს:

$$\frac{6,48 \cdot 58,46}{1000} = 0,379\% \text{ NaCl.}$$

6. ნატრიუმის დარჩენილი რაოდენობა უკავშირდება ნორმალური კარბონატებით გამოწვეულ ტუტეიანობას, რის შედეგად მიიღება ტუტეთა ნორმალური კარბონატები:

$$\frac{0,40 \cdot 53,0}{1000} = 0,021\% \text{ Na}_2\text{CO}_3.$$

7. განსაზღვრავენ გამოანგარიშებული მარილების ჯამს ნიადაგის წონაკიდან პროცენტობით:

$\text{Ca}(\text{HCO})_3$	— 0,260
CaSO_4	— 0,062
MgCO_3	— 0,191
Na_2SO_4	— 0,068
NaCl	— 0,379
Na_2CO_3	— 0,021

ს უ ლ = 0,981

მარილების ჯამი არ უნდა განსხვავდებოდეს მშრალი ნაშთისაგან 10—15%-ზე მეტით. წინააღმდეგ შემთხვევაში გადაანგარიშებანი აუცილებლად უნდა შემოწმდეს. მარილების ჯამის გადახრა მშრალი ნაშთის წონისაგან შეიძლება გამოწვეული იყოს კრისტალური წყლის არსებობით, რომელიც გამოანგარიშებისას მხედველობაში არ არის მიღებული, ის შეიძლება გამოწვეული იყოს აგრეთვე იმიტაც, რომ ტუტის გადაყვანა ნატრიუმზე და ნორმალური კარბონატების დაკავშირება მთლიანად ნატრიუმთან პირობითია.

ნიადაგის მთლიანი ქიმიური ანალიზი

მთლიანი ანალიზი ეწოდება ჩატარებული განსაზღვრების კომპლექსს, რომელიც საშუალებას გვაძლევს დავადგინოთ ნიადაგის მთლიანი, ანუ ელემენტური შედგენილობა, ე. ი. წარმოვიდგინოთ ქიმიური ელემენტების საერთო შემცველობა ნიადაგში.

მთლიანი ქიმიური ანალიზის მონაცემები საშუალებას გვაძლევს დავაკვიროდეთ ქიმიური ელემენტების რაოდენობრივ ცვალებადობას ნიადაგის პროფილის მიხედვით (ნიადაგწარმოქმნელ ქანთან შედარებით) და გამოვაკლინოთ ნიადაგწარმოქმნელი პროცესის მიმართულება, ე. ი. დავადგინოთ ნიადაგის გენეზისი. გარდა ამისა, ანალიზის შედეგებით შესაძლებელია დავადგინოთ ნიადაგის პროფილის გენეტიკურ ჰორიზონტებში ამა თუ იმ ელემენტების მარაგი.

მთლიანი ქიმიური ანალიზის საშუალებით არკვევენ, ერთის მხრივ, ნიადაგის გამოწვეით დანაკარგს, გამოწვეის ნაშთს, კარბონატებს, ჰუმუსს, აზოტს, ქიმიურად დაკავშირებულ წყალს (ამ ე. წ. „ნიადაგის მთავარ შემადგენელ ნაწილს“) და მეორე მხრივ, მის (ნიადაგის) ელემენტარულ ქიმიურ შემადგენლობას. განსაზღვრის შედეგებს — SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , TiO_2 , MnO , CaO , MgO , SO_3 , P_2O_5 , K_2O და Na_2O გამოსახვენ ქანგეულების რაოდენობით. კარბონატულ ნიადაგებში, გარდა ამისა, განსაზღვრავენ კარბონატების CO_2 .

მთლიან ანალიზში განსაზღვრის შედეგებს წარმოადგენენ ქანგეულების პროცენტული შემცველობით მშრალ ნიადაგზე. მიღებულ სიდიდეს შემდეგ გადაიანგარიშებენ გამომწვარ ნიადაგზე. ზოგიერთ შემთხვევაში გადაანგარიშებას აწარმოებენ უპუმუსო წონაზე.

პიგროსკოპულ წყალს, ნიადაგის გამოწვეის დროს ნახშირბადის და აზოტის დანაკარგს და აგრეთვე კარბონატების CO_2 საზღვრავენ ცალკეული წონაკებიდან.

კვლევის მიზნისა და ამოცანის მიხედვით მთლიანი ანალიზი შეიძლება იყოს სრული, ე. ი. ითვალისწინებდეს ზემოთ მითითებული ყველა ქანგეულების განსაზღვრას და შეიძლება იყოს შემოკლებული. შემოკლებულ მთლიან ანალიზს უწოდებენ K_2O , Na_2O და ზოგიერთი სხვა ქანგეულების განსაზღვრის გარეშე ჩატარებულ ანალიზს. შემოკლებული ანალიზის დროს მინერალური ნაწილის შედგენილობას საზღვრავენ ნიადაგის ერთ წონაკში. განსაზღვრების დიდი რაოდენობა განაპირობებს მთლიანი ანალიზის ხანგრძლივობას და შრომატევადობას. ამ ანალიზის შესრულება მოითხოვს სამუშაო დროის მაქსიმალურ გამოყენებას, რადგან საჭიროა ერთდროულად რამდენიმე ანალიზური ოპერაციის შესრულება, მაგალითად, რომელიმე განსაზღვრის დროს ხსნარის აორთქლებისას აწარმოებენ აგრეთვე სხვა ხსნარის გაფილტვრას ან დატიტვრას და ა. შ.

ნიადაგის მთლიანი შედგენილობა დამოკიდებულია ნიადაგწარმოქმნელი ქანის შედგენილობასა და ნიადაგწარმოქმნელი პროცესის მიმართულებაზე. მითითებულ ანალიზს ამჟამად ხშირად ავსებენ მცენარის ანალიზით. ნიადაგისა და მცენარის ასეთ შერწყმულ ელემენტარულ ანალიზს დიდი მნიშვნელობა აქვს „ნიადაგი—მცენარე“ სისტემაში ნივთიერების ბიოლოგიური ბრუნვის შესწავლისას.

ნიადაგის გამოწვის დროს მიღებული დანაკარგების განსაზღვრა

გამოწვის დროს დანაკარგს უწოდებენ 900°C ტემპერატურაზე ნიადაგის გახურებისას წონაში დანაკარგს.

ნიადაგის წონაში დაკარგვა წარმოებს მაღალ ტემპერატურაზე გამოწვისას ორგანული ნივთიერების დაწვისა და ნიადაგში არსებული ქიმიურად შეკავშირებული წყლის დაკარგვის ხარჯზე.

ლაბორატორიულ პრაქტიკაში ნიადაგის დაწვას მიმართავენ ნიადაგის ორგანულ და მინერალურ ნივთიერებათა ერთიმეორისაგან დასაცილებლად. დაწვით ნიადაგი იყოფა ორგანულ და მინერალურ ნაწილად.

იმ შემთხვევაში, როდესაც ნიადაგში არის Ca, Mg, Na, K და სხვა კათიონების, კარბონატებისა და ქლორიდების დიდი რაოდენობა, მაშინ ნიადაგის გამოწვით ორგანული და მინერალური ნაწილის განსაზღვრა რთულდება, რადგან ნიადაგის გამოწვითობისას კარბონატები იშლება და CO_2 იკარგება, რაც იწვევს ანალიზის სიზუსტის დარღვევას. ასეთ შემთხვევაში საჭიროა ორგანული ნივთიერება გამოვწვათ უფრო დაბალი ტემპერატურის პირობებში, ე. ი. 600°C პირობებში.

ნიადაგის მთლიანი ქიმიური ანალიზის ჩატარებისას გამოწვის დროს მიღებული დანაკარგების განსაზღვრა აუცილებელია. დანაკარგის სიდიდით სარგებლობენ ნიადაგში მინერალური ნივთიერებების საერთო შემცველობის, ქიმიურად შეკავშირებული წყლის რაოდენობის გამოსაანგარიშებლად და ნიადაგის მინერალური ნაწილის შემადგენელი ელემენტების რაოდენობის გადასაანგარიშებლად გამოწვითობილ წონაჯზე.

ანალიზის მსვლელობა. წინასწარ, მუდმივ წონამდე მიყვანილ ფაიფურის ან პლატინის ტიგელში ათავსებენ ანალიზურ სასწორზე აწონილ 1 გ. ნიადაგს, რომელიც გატარებულია $0,25$ მმ დიამეტრის მქონე საცერში.

ტიგელს ნიადაგით ათავსებენ ცივ ელექტროლუმელში, ლუმელს აცხელებენ 900° ტემპერატურამდე და ასეთ პირობებში წვავენ ნიადაგს 1 საათის განმავლობაში. (დროს ინიშნავენ სასურველი ტემპერატურის შექმნის მომენტიდან).

როდესაც ორგანული ნივთიერება მთლიანად დაიწვება, ტიგელს იღებენ ღუმელიდან და გასაცივებლად დგამენ ექსიკატორში. ვაცივების შემდეგ წონიან.

გამომწვარი ნიადაგი ძლიერ ჰიგროსკოპულია და ენერგიულად შთანთქავს ჰაერიდან წყლის ორთქლს. ამიტომ ტიგელს გამომწვარი ნიადაგით ჭერ წონიან 0,01 გ სიზუსტით, ხოლო მეორედ ვამოწვის შემდეგ კი იგებენ ზუსტ წონას.

განმეორებით ვამოწვას აწარმოებენ 10 — 20 წუთით. ამ შემთხვევაში შეიძლება ტიგელის დადგმა ცხელ ელექტროღუმელში. ღუმელიდან გამოღების შემდეგ მას ვასაცივებლად ათავსებენ ექსიკატორში. განმეორებით აწონვისას, ანალიზური სასწორის ჯამზე ჭერ ათავსებენ წინა აწონვით დადგენილი წონის შესაბამის საწონებს, შემდეგ სწრაფად იღებენ ტიგელის ექსიკატორიდან, ათავსებენ სასწორზე და იგებენ გამომწვარი ნიადაგის ზუსტ წონას.

იმ შემთხვევაში, როდესაც ტიგელისა და ნიადაგის მეორე წონა თითქმის პირველი წონის თანაბარია ან მეტია, მაშინ ანალიზს დამთავრებულად თვლიან. ნიადაგის ვამოწვის დროს მიღებული დანაკარგის სიდიდეს ანგარიშობენ ფორმულით:

$$\frac{a \cdot 100}{r} \cdot K - C \text{ გამოწვის დროს დანაკარგის } \%,$$

სადაც a არის წონაში დანაკარგი;

r — ჰაერმშრალი ნიადაგის წონა;

K — მშრალ წონაზე გადასაანგარიშებელი კოეფიციენტი;

c — ჰიგროსკოპული წყალი.

გაანგარიშების მაგალითი: ჰაერმშრალი ნიადაგის წონა — 1,000 გ. გამოწვის შემდეგ წონა — 0,9255 გ. წონაში დანაკარგი 1,0000 — 0,9255 = 0,0745 გ. ჰიგროსკოპული წყლის შემცველობა ნიადაგში ტოლია 1,85%. გამოწვის დროს დანაკარგის სიდიდე ტოლი იქნება

$$\frac{0,0745 \cdot 100 \cdot 1,02}{1,0000} = 7,5\%, \text{ სადაც } 1,02 \text{ — მშრალ ნიადაგზე გადასა-}$$

ანგარიშებული კოეფიციენტი:

ცხრილი 12

ჩანაწერის ფორმა:

ნომრის №	ტოვლის №	ტიგელის წონა გრამობით	ტიგელისა და ნიადაგის წონა ერთად გრამებში	ნიადაგის წონა გრამობით	ტიგელისა და ნიადაგის წონა აირქველად გამოწვითობის შემდეგ გრამობით	ტიგელისა და ნიადაგის წონა მეორედ გამოწვითობის შემდეგ გრამობით	ტიგელისა და ნიადაგის წონა მესამედ გამოწვითობის შემდეგ გრამობით	ჰიგროსკოპული წყალ %-ობით	გამომწვარების შემდეგ დანაკარგი %-ობით

რადგან გამოწვის დროს მიღებული დანაკარგის გამოანგარიშებას აწარმოებენ ჰიგროსკოპული წყლის აღრიცხვით, ყველა დანარჩენ დანაკარგულ წყალს თვლიან ქიმიურად ბმულად. ქიმიურად ბმული წყალი ნიადაგის წყლის ისეთი ფორმაა, რომლის მოცილებისათვის საჭიროა ნიადაგის ნიმუშის გამოშრობა 140° -ზე უფრო მაღალ ტემპერატურაზე.

ქიმიურად ბმული წყლის აღრიცხვით ახდენენ მთლიანი ქიმიური ანალიზის შედეგების გადაანგარიშებას უწყლო ნიადაგზე. ამ წყლის მაქსიმალური შემცველობა შემჩნეულია ერთნახევარი ჟანგეულების დაჯგოვების ჰორიზონტში, მინიმალური კი სილიკატების, სილიციუმის ჟანგეულების დაჯგოვების ჰორიზონტში.

არაკარბონატულ ნიადაგებში ქიმიურად ბმული წყლის შემცველობას ანგარიშობენ სხვაობით გამოწვის დროს დანაკარგის სიდიდესა და ჰუმუსის შემცველობას შორის. მაგალითად, არაკარბონატული ნიადაგის გამოწვის დროს დანაკარგი შეადგენს 13,33%, ჰუმუსის რაოდენობა — 8,55%. ქიმიურად ბმული წყლის შემცველობა ტოლია $13,33\% - 8,55\% = 4,78\%$.

კარბონატულ ნიადაგებში ჰუმუსიან ჰორიზონტში ქიმიურად ბმული წყლის შემცველობას პოულობენ გამოწვის დროს დანაკარგისა და ჰუმუსისა და კარბონატების CO_2 -ის შემცველობას შორის სხვაობით. მაგალითად, კარბონატული ნიადაგის ზედა ფენაში გამოწვის დროს დანაკარგი შეადგენს 4,69%. ჰუმუსის შემცველობა მოცემულ ჰორიზონტში — 1,43%. კარბონატების CO_2 -ის რაოდენობა — 0,27%. ქიმიურად ბმული წყლის შემცველობა ტოლია $4,69 - (1,43 + 0,27) = 2,99\%$.

ნიადაგის იმ ჰორიზონტში, რომელიც არ შეიცავს ჰუმუსს ქიმიურად ბმულ წყალს ანგარიშობენ დანაკარგის სიდიდესა და კარბონატების CO_2 -ს შორის სხვაობით. მაგალითად, კარბონატული ნიადაგის ქვედა ჰორიზონტში გამოწვითობის დროს დანაკარგი შეადგენს 9,24%. კარბონატების შემცველობა ამ ნიადაგში 6,05%, ჰუმუსი არ არის. ქიმიურად ბმული წყლის შემცველობა ასეთ ნიადაგში ტოლია: $9,24 - 6,05 = 3,19\%$.

მინერალური ნვითიერებაის მთლიანი რაოდენობის განსაზღვრა ნიადაგში

ნიადაგში მინერალური ნვითიერებათა მთლიან რაოდენობას გებულობენ შემდეგნაირად: ნიადაგის ყველა კომპონენტების საერთო შემცველობას, რომელსაც 100%-ად თვლიან აკლებენ ნიადაგის გამოწვითობის დროს დანაკარგის პროცენტულ შემცველობას.

მაგალითად, გამოწრთობის დროს დანაკარგი შეადგენს 5,71%. ნიადაგში ყველა კომპონენტების საერთო შემცველობა შეადგენს 100%. მათი სხვაობით ვლებულობთ მინერალური ნივთიერების მთლიან რაოდენობას:

$$10 - 5,71 = 94,29\%$$

მინერალური ნივთიერების მთლიან რაოდენობას უწოდებენ აგრეთვე მინერალურ ანუ გამოწრთობილ ნაშთს.

ორგანული ნახშირბადის განსაზღვრა

ნიადაგის ზედაპირულ ჰორიზონტში ორგანული ნახშირბადის მთლიანი შემცველობა მერყეობს 0,11-დან 5,99%-ის ფარგლებში. ქვემოთ, ნიადაგის პროფილის მიხედვით, ის თანდათან კლებულობს.

ორგანული ნახშირბადის დაგროვება ნიადაგში ნეშომპალას ან ჰუმუსის სახით განპირობებულია უმდაბლესი და უმაღლესი მცენარეების ცხოველმოქმედებით. რამდენადაც ორგანული ნახშირბადი წარმოადგენს ნიადაგის ნაყოფიერების მნიშვნელოვან ფაქტორს, აუცილებელია მისი განსაზღვრა ნიადაგის ყოველი კვლევის ჩატარებისას ნიადაგის ზედა ფესვების გავრცელების ჰორიზონტში.

ნიადაგში ნეშომპალას ორგანული ნახშირბადის განსაზღვრისას ზუსტი შედეგები შეიძლება მიღებული იქნას მხოლოდ მისი მშრალი დაწვით, ამ დროს გამოყოფილი ნახშირბადაცაა რაოდენობის აღრიცხვით. ნიადაგის ორგანული ნახშირბადის მშრალი დაწვას მეთოდი პირველად დაამუშავა გ. გ. გუტაეისონმა (1842 — 1908 წ.წ.). ამჟამად ეს მეთოდი შეიძლება გამოყენებულ იქნას ისეთი სრულყოფილი აპარატის გამოყენებით, როგორცაა ГОВ—1 (აირანალიზატორი).

მშრალი დაწვის გარდა, არსებობს ნიადაგის ორგანული ნივთიერების სველი დაწვის წესი — ტიურინის მეთოდი და კნობ-საბანიის მეთოდი. ამ მეთოდებს საფუძვლად უდევს ორგანული ნივთიერების დაჯანგვა ქრომმჟავას გამოყენებით. ტიურინის მეთოდით დაჯანგვისას მიიღება მშრალი დაჯანგვის სიდიდის 85—90%. ასეა თუ ისე, ამ მეთოდს სიადვილის გამო ფართოდ იყენებენ ნიადაგების ანალიზის დროს.

კნობ-საბანიის მეთოდი ნაკლებად მოსახერხებელია მასიური განსაზღვრებისათვის და ამიტომ თითქმის არ გამოიყენება თანამედროვე ლაბორატორიებში.

ნიადაგში ორგანული ნახშირბადის შემცველობას ჩვეულებრივ გადაიანგარიშებენ ჰუმუსის (ნეშომპალას) შემცველობაზე, ე. ი. ნიადაგში ორგანული ნივთიერების საერთო შემცველობაზე.

ნახშირბადის გადაანგარიშებას ნიადაგის ჰუმუსზე აწარმოებენ ნახშირბადის პროცენტული შემცველობის გადაპრავლებით კოეფიციენტზე — 1,724. ეს კოეფიციენტი შემოთავაზებული იყო ე. ვოლფის მიერ 1864 წელს შპრენგელისა და სხვა ავტორების შონაცემების საფუძველზე, რომელთა მიხედვით ჰუმინის მყავაში ნახშირბადის შემცველობა საშუალოდ ტოლია 58% C. ნახშირბადის ასეთი შემცველობა მიღებული იყო აგრეთვე ნიადაგის ჰუმუსისათვის. ამიტომ, გადაანგარიშების ამ კოეფიციენტით ფართოდ სარგებლობენ, რომელიც უკვე საერთაშორისო მნიშვნელობისაა.

იმის დაშვება, რომ ნიადაგში ნახშირბადის შემცველობა სავსებით შეესაბამება ჰუმუსის შემცველობას დღემდე იწვევს ეჭვს, რადგან, ჯერ ერთი, ჰუმუსი რთული შედგენილობისაა და მეორეც, სხვადასხვა ნიადაგებში იგი არაერთნაირი შედგენილობისაა. ამიტომ, ჰუმუსის რაოდენობის გაანგარიშება ერთი და იგივე კოეფიციენტის საფუძველზე ითვლება პირობითად.

ვ. ვ. პონომარევას და ტ. ა. პლოტნიკოვას * გამოკვლევებმა უჩვენეს, რომ სხვადასხვა ნიადაგების ჰუმუსში ნახშირბადის შემცველობა შეიძლება მერყეობდეს 45%-დან 55%-მდე, ამიტომ ზემოთ მითითებული კოეფიციენტი შეიძლება ჩაითვალოს შემცირებულად საბჭოთა კავშირის მეტი წილი ნიადაგებისათვის. ავტორები გვთავაზობენ, ნახშირბადის ჰუმუსზე გადაანგარიშებისას ვისარგებლოთ კოეფიციენტით, რომელიც ტოლია 2-ის, ეს აადვილებს კიდევ ნახშირბადის გადაანგარიშებას ჰუმუსზე.

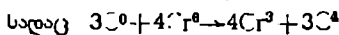
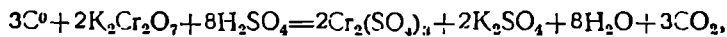
ნახშირბადის განსაზღვრა ტიურინის სველი ლაზვის წყლით

აღნიშნულ მეთოდს ახასიათებს საკმაო სიზუსტე და შესრულების მხრივ დიდი სისწრაფე. იგი განსაკუთრებით დამაკმაყოფილებელ შედეგს იძლევა კარბონატული ნიადაგებისათვის, ხოლო — დაქაობებული ნიადაგებისათვის არ გამოიყენება, რადგან, ასეთ შემთხვევაში, ქრომმჟავას უანგბადი იხარჯება ჰაობიანი ნიადაგის რკინის უანგულას დაუანგავაზე და გაანგარიშების დროს ჰუმუსს გადიდებული რაოდენობით გვიჩვენებს.

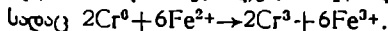
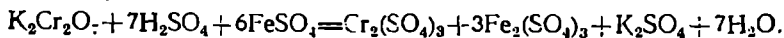
მეთოდის საფუძველია ნიადაგის ნეშომპალას ნახშირბადის და-

* В. В. Пономарева, Т. А. Плотникова. Некоторые данные о степени внутримолекулярной окисленности гумуса разных типов почв (к вопросу о пересводном коэффициенте на гумус). «Почвоведение», 1967, № 7.

უანგვა ბიქრომატის ქარბი რაოდენობის გამოყენებით. რეაქცია მიმდინარეობს შემდეგი ტოლობით:



დაუანგვა მიმდინარეობს ძლიერჰეავე არეში და თან სდევს ექვსეა-ლენტოვანი ქრომის აღდგენა სამეალენტოვანში. ნეშომპალას დაუანგვის შემდეგ ხსნარში ბიქრომატის ქარბ რაოდენობას ტიტრავენ მორის მარილის ხსნარით:



დაუანგვამდე და მის შემდეგ ბიქრომატის მგ. ექვივალენტის სხვაობით პოულობენ ორგანული ნახშირბადის შემცველობას ნიადაგში. ნეშომპალას 15⁰/ო-ზე მეტი შემცველობის პირობებში მეთოდი არ გამოდგება, რადგან ამ შემთხვევაში ვერ აღწევენ მის სრულ დაუანგვას.

ანალიზის მსვლელობა. 1 მმ-იან საცერში გატარებული ნიადაგის ნიმუშიდან აიღებენ საშუალო სინჯს, რომლიდანაც ამოარჩევენ დაუშლელი ორგანული ნივთიერების ნარჩენებს, შემდეგ ამუშავებენ როდინში და გატრიან 0,25 მმ ნაჩერებთან საცერში. ამგვარად მომზადებული ნიმუშიდან იღებენ სინჯს 0,05—0,5 გრამის რაოდენობით (დამოკიდებულია ნეშომპალას მოსალოდნელ შემცველობაზე, 0,1 გ, თუ 10% ჰუმუსია მოსალოდნელი და ა. შ.) და ათავსებენ 100 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში.

ნიადაგის წონაკს ამატებენ 10 მლ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ -ის 0,4 n ხსნარს, რომელიც განზავეებულია გოგირდმეაეაში 1:1 შეფარდებით. კალიუმის ბიქრომატს ამატებენ წვეთობით, რათა ბიურეტის კედლებზე არ დარჩეს ხსნარის წვეთები.

კოლბში, ნიადაგის წონაკზე, კალიუმის ბიქრომატის ნელი და დროის ერთნაირი ხანგრძლივობით დამატება, სწორი შედეგების მიღების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი პირობაა.

კოლბში მოთავსებულ ხსნარს წყნარად შეანჯღრევენ წრიული მოძრაობით, თან აკვირდებიან, რათა ნიადაგის ნაწილაკები არ დარჩეს ჭურჭლის კედლებზე. კოლბს ახურავენ პატარა ძაბრებს (3,5 სმ დიამეტრის), რომელიც მაივირის როლს ასრულებს და შემდეგ დგამენ ცხელ ელექტროქურაზე (დახურული სპირალით) ან სილის აბაზანაზე. ღია სპირალით ელექტროქურის გამოყენებისას, ძლიერი დუდილის თავიდან ასაცილებლად, საჭიროა სქელი აზბესტის გამოყენება.

გაცხელებისას, პირველად გამოიყოფა ნიადაგის ჰაერისა და CO_2 -ის ბუშტულები და მალე დუდილიც დაიწყება. დუდილის მომენტიდან გახურებას შეანელებენ და ზომიერ დუდილს განაგრძობენ

ზუსტად 5 წუთის განმავლობაში (აკვირდებიან სილის საათით). დუღილის დროს არ უნდა იხდებოდეს ძაბრიდან ორთქლის გამოყოფა.

ხსნარის დუღილი — ეს ყველაზე უფრო საპასუხისმგებლო ოპერაციაა ჰუმუსის განსაზღვრისას. წყნარი და სუსტი დუღილი მიმდინარეობს $140-180^{\circ}$ ტემპერატურის პირობებში, როცა ქრომისმეყავა ჯერ კიდევ არ იშლება. თუ კი ადგილი აქვს წყლის აორთქლებას, მაშინ ხსნარის შეკვიანობა იმატებს და ქრომის მეყავას ნაწილი იშლება, რაც გავლენას ახდენს ანალიზის სიზუსტეზე.

დუღილის პროცესში ხსნარის შეფერვა იცვლება ნარინჯის ფერიდან მუქ ყავისფერამდე; თუკი შეფერვა მწვანეა, ეს მიუთითებს ქრომისმეყავას მთლიან დახარჯვაზე და შესაძლოა მის უკმარობაზე ნეშომპალას დაყენებაზე. ამ შემთხვევაში განსაზღვრას იმეორებენ, ამცირებენ ნიადაგის წონაკს, ან ადიდებენ ბიქრომატის ხსნარის მოცულობას.

დუღილის დამთავრების შემდეგ კოლბს იღებენ ელექტროქურდიდან, აცივებენ ოთახის ტემპერატურამდე და აწარმოებენ დატიტვრას დამყანგველ-აღმდგენელი ინდიკატორის თანხლებით.

ქრომის მჟავას ლაბორატორა ფენილანტრანილის მჟავას თანაარსეზობისას*

კოლბის ყელს და კედლებს ჩარეცხავენ გამობდილი წყლის მინიმალური რაოდენობით (10 — 20 მლ), ამატებენ 5—6 წვეთ $0,2\%$ ფენილანტრანილინის მეყავას და ტიტრავენ $0,2 \text{ N}$ მორის მარილის** ხსნარით მწვანე ფერის მიღებამდე.

რადგან ინდიკატორის ფერის შეცვლა მკვეთრად ხდება, დატიტვრის დამთავრებისას მორის მარილის ხსნარს ამატებენ წვეთობით. ხსნარს კი გამუდმებით ურევენ ენერგიული ნჯღრევით. მორის მარილის ხსნარს ინახავენ განსაკუთრებულ ჭურჭელში, რომელშიც Fe^{2+} დაკუთლია დანაყვეისაგან. განსაზღვრის არასაიმედო შედეგები მიიღება მაშინ, თუ ბიქრომატის ნაშთის დატიტვრაზე დაიხარჯება არა ნაკლები 10 მლ $0,2 \text{ N}$ მორის მარილის ხსნარი, როცა დასაყენავად აღებული იყო 10 მლ $0,4 \text{ N}$ ქრომის ნარევი.

ფენილანტრანილის მეყავას ახასიათებს მაღალი ეანგვა-აღდგენის პოტენციალი, რომელიც ტოლია $+1,08 \text{ b}$. ის არ რეაგირებს Fe^{+3} -თან, რადგანაც მისი პოტენციალი მნიშვნელოვნად მაღალია $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$

* В. Н. Симakov. Применение фенилентраниловой кислоты при определении гумуса по методу Тюрина. «Почвоведение», 1957, № 8.

** ი. ვ. ტიუჩინის და ნ. პ. ბელჩიკოვას შრომებში ნარჩენი ქრომის მეყავას დატიტვრა რეკომენდებულია მორის მარილის $0,1 \text{ N}$ ხსნარით.

სისტემის პოტენციალზე, რომელიც უდრის $+0,77$ ბ. პოტენციალთა დიდი სხვაობა, რომელიც ტოლია: $1,08 - 0,77 = 0,31$ ბ, უზრუნველყოფს ინდიკატორის ფერის მკვეთრ შეცვლას რკინის შემცველ ხსნარში.

ბიპროპათის ხსნარის ნორმალუზის დადგენა

გოგირდმკვასთან 1:1-თან განზავებით დამზადებული ბიპროპათის ხსნარი საკმაოდ მდგრადია, მაგრამ ადუღებისას რალაც ზომით მაინც განიცდის დაშლას. ამიტომ, ყოველთვის, მუშაობის დაწყების წინ ან ბოლოს საზღვრავენ ბიპროპათის ნორმალობას იგივე პირობებში, რა პირობებშიც აწარმოებენ ნიადაგის ჰუმუსოვანი ნივთიერებების დაქანგვას. (ჩვეულებრივ, მას საკონტროლო ცდას უწოდებენ) ასეთი განსაზღვრა საშუალებას გვაძლევს სწორი წარმოდგენა მივიღოთ ბიპროპათის იმ რაოდენობაზე, რომელიც ურთიერთმომქმედებს ნიადაგთან, გამოვსახოთ მისი რაოდენობა მგ. ექვივალენტებში და გავიანგარიშოთ ნახშირბადის შემცველობა ნიადაგში.

საკონტროლო ცდის ჩატარებისას იღებენ დაახლოებით 0,2 გ წინასწარ გამომწვარ და შემდეგ დაფქვილ პემზას ან ნიადაგს, რათა უზრუნველყონ ხსნარის თანაბარი დუღილი,* ათავსებენ მას 100 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში, ბიურეტიდან ამატებენ $\sim 0,4$ მ $K_2Cr_2O_7$, ახურავენ პატარა ძაბრს, დგამენ ცხელ ელექტროქუთრაზე ან სილის აბაზანაზე, აცხელებენ ადუღებამდე და ფრთხილად ადუღებენ 5 წუთს. შემდეგ იქცევიან ისე, როგორც საკვლევი ნიადაგის წონაკის შემთხვევაში. ცდას იმეორებენ სამჯერ და საშუალოს მიხედვით ანგარიშობენ ბიპროპათის ხსნარის ნორმალობას შემდეგი ფორმულით:

$$N_1 = \frac{N_2 \cdot v_2}{v_1}$$

სადაც v_1 და N_1 არის ბიპროპათის ხსნარის მოცულობა და ნორმალობა.

v_2 და N_2 მორის მარილის სატიტრო ხსნარის მოცულობა და ნორმალობა.

მორის მარილის ხსნარის ტიტრი არამდგრადია რკინის ქვეყანგის დაქანგვის გამო, ამიტომ გამოყენების წინ აუცილებელია მისი შემოწმება $KMnO_4$ -ის 0,1 მ ხსნარით.

* პემზის ან ნიადაგის გარეშე გაცხელება არ შეიძლება, რადგან ადგილი ექნება გადახურებას, რის შედეგად ხსნარი მაშინვე ხდება მწვანე, ე. ი. დატიტრისათვის გამოუყენებელი.

ნახშირბადის პროცენტულ შემცველობას ანგარიშობენ ფორმულით:

$$\frac{[(a \cdot H_1 - b \cdot H_2)] \cdot 0,003 \cdot 100}{r} = \% C,$$

სადაც a არის ნიადაგის ორგანული ნივთიერებების დასაქანგად აღებული $K_2Cr_2O_7$ ხსნარის რაოდენობა მლ;

H_1 — $K_2Cr_2O_7$ ხსნარის ნორმალობა;

b — ქრომის მჟავას ჰარბი რაოდენობის დატიტვრაზე დახარჯული მორის მარილის ხსნარის რაოდენობა;

H_2 — მორის მარილის ხსნარის ნორმალობა;

0,003 — ნახშირბადის მგ. ექვივალენტი *;

r — ჰაერ-მშრალი ნიადაგის წონა გრამობით.

გ ა მ ო ა ნ გ ა რ ი შ ე ბ ი ს მ ა გ ა ლ ი თ ი :

ნეშომპალას ნახშირბადის შემცველობის განსაზღვრისათვის აღებულია 0,2006 გ ჰაერ-მშრალი ნიადაგი. ორგანული ნივთიერების დასაქანგავად მასზე დამატებულია 10 მლ $K_2Cr_2O_7$, 0,4086 n ხსნარი. დაქანგვის შემდეგ ქრომის მჟავას ჰარბი რაოდენობის დატიტვრაზე დაიხარჯა 12,2 მლ 0,2034 n მორის მარილის ხსნარი.

$$\frac{(10 \times 0,4086 - 12,2 \times 0,2034) \times 0,003 \times 100}{0,2006} = 2,40 \% C.$$

ს ა ჰ ი რ ო რ ე ა ქ ტ ი ვ ე ბ ი : 1. $K_2Cr_2O_7$ 0,4 n ხსნარი განზავებული (1:1) გოგირდის მჟავაში. იღებენ 40 გ წინასწარ დაფქვილ (ფაიფურის როდინში), კრისტალურ $K_2Cr_2O_7$ ხსნიან დაახლოებით 500—600 მლ გამობდილ წყალში (შეიძლება გაცხელება) და ფილტრავენ ქაღალდის ფილტრით 1 ლ მოცულობის საზომ კოლბში. ხსნარი ნიშანხაზამდე მიჰყავთ გამობდილი წყლით, შემდეგ გადააქვთ ცეცხლგამძლე მინის დიდ კოლბში** (2,5—5 ლ მოცულობის), ამ ხსნარს ამატებენ მცირე ულუფებით 1 ლ H_2SO_4 (ხვ. წ. 1,84), ფრთხილი და ნელი ბრუნვით შიგთავსს ერთიმეორეში კარგად აურევენ. კოლბს ახურავენ მინის ძაბრს და ტოვებენ გასაცივებლად მეორე

* ნახშირბადის გრამექვივალენტი ტოლია $\frac{12,01}{4} = 3$. საიდანაც ნახშირბადის

1 მგ ექვივალენტი $C-3: 1000=0,003$.

** გოგირდის მჟავასთან ხსნარის შერევისას ადგილი აქვს სითხის ძლიერ გაცხელებას. სველკედლიან ჰურბელში (ბოთლში ან ქილაში) ასეთი შერევა არ შეიძლება, რადგან ის ვერ იტანს ტემპერატურის მკვეთრ აწევას.

დღემდე; შემდეგ კიდევ კარგად აურევენ და გადაიტანენ მილესილსა-
ცობიან მინის ფერად ბოთლში, ინახავენ ბნელ ადგილზე.

2. მორის მარილის 0,2 n ხსნარი. წონიან 80 გ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot$
 $\cdot \text{FeSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (იყენებენ მხოლოდ ცისფერ კრისტალებს), ათავსებენ
900 — 1000 მლ მოცულობის კოლბში და ამატებენ გოგირდისმჟავას
1 n ხსნარს* დაახლოებით კოლბის მოცულობის 2/3-მდე. ხსნარს
კარგად ურევენ ნელი ბრუნვით მარილის სრულ გახსნამდე, ფილტრ-
ვენ ორმაგი ფილტრის ქაღალდით 1 ლიტრიან საზომ კოლბში, გამო-
ხდილი წყლით მიიყვანენ ნიშანხაზამდე და კარგად შეურევენ. ხსნარს
ინახავენ ჰაერისაგან დაცულ ბოთლში.

მორის მარილის ხსნარის ნორმალობას ამოწმებენ და ადგენენ
 KMnO_4 -ის 0,1 n ხსნარით.

250 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში ათავსებენ 10 მლ მორის
მარილის ხსნარს (იღებენ ბიურეტიდან), ამატებენ 50 მლ გამოხდილ
წყალს, 1 მლ კონცენტრირებულ H_2SO_4 (კუთ. წ. 1,84) და ტიტრავენ
0,1 n KMnO_4 -ის ხსნარით სუსტი ვარდისფერის მიღებამდე. დატიტვ-
რას აწარმოებენ სამჭერადი განმეორებით. ნორმალობას ანგარიშობენ

ფორმულით: $N_1 = \frac{N_2 \cdot V_2}{V_1}$, სადაც V_2 არის მოცულობა, ზოლო N_2

KMnO_4 -ის ხსნარის ნორმალობა.

3. ფენილანტრანილის მჟავას ხსნარი. $(\text{C}_{13}\text{H}_{11}\text{O}_2\text{N})$

ფენილანტრანილის მჟავა თეთრი უფერო ან მონაცრისფრო მოყვი-
თალო ფერის კრისტალებია, წყალში არ იხსნება, ამიტომ ამ ინდიკა-
ტორს ამზადებენ ზოდის ხსნარში, რათა გადავიყვანოთ მჟავა ხსნად
ნატრიუმის მარილში.

წონიან 0,2 გ ცენილანტრანილის მჟავას და ხსნიან 100 მლ 0,2%-იან
 Na_2CO_3 -ის ხსნარში. ინდიკატორის ფხენილის უკეთ დასველებისათ-
ვის ვ. ნ. სიმაკოვი ურჩევს, აღებულ წონაკს ფაიფურის ჯამში დამა-
ტოს რამდენიმე მლ 0,2% Na_2CO_3 -ის ხსნარი და წყირით კარგად შე-
ურიონ, ვიდრე არ მიიღება სქელი ერთგვაროვანი მასა, შემდეგ კი
მუდმივი მორევით დაუმატონ Na_2CO_3 -ის ხსნარის დარჩენილი რაოდენ-
ობა.

ფენილანტრანილის მჟავას ხსნარი შეიძლება შენახული იქნას
საკმაოდ დიდხანს. გამჭვირვალე ხსნარი თანდათან მუქდება, მაგრამ ეს
არ უშლის ინდიკატორის გამოყენებას.

* მორის მარილის ხსნარის მდგრადობის ასამაღლებლად საჭიროა მისი შემკა-
ვება — რისთვისაც 1 ლ ხსნარზე ამატებენ 20 მლ H_2SO_4 (კუთ. წ. 1,84).

მხედველობაში უნდა იქნას მიღებული, რომ დასატიტრ ხსნარში დიდი რაოდენობით ინდიკატორის დამატებისას, ფენილანტრანოლის მქაეა გამოიყოფა ნალექის სახით.

შენიშვნა: 1. მკირე რაოდენობით კარბონატები არ უშლიან ტიურინის მეთოდით ნახშირბადის განსაზღვრას, რადგან წონაკი არის ძალიან მკირე. ძლიერ კარბონატულ ნიადაგებში აუცილებელია კარბონატების მოცილება, რასაც აღწევინ მათი დაშლით განზავებული გოგირდმქაეას მკირეოდენი სიქარბისას. ასეთი ნიადაგების შემთხვევაში აუცილებელია განსაკუთრებით ფრთხილად ვაღულოთ ხსნარი, რათა, წვეთები არ ამოიშვეფოს.

2. კ. გ. გრაბროვას (1939) გამოკლევეების მიხედვით, ქლორიდების 0,2 %-ზე ნაკლები შემცველობა არ უშლის ტიურინის მეთოდით ნახშირბადის განსაზღვრას. ქლორიდების მეტი შემცველობის შემთხვევაში კი (0,6 — 1 %-ზე მეტი), საქირაო აღირიცხოს მათ დაქანგვაზე დახარჯული ბიქრომატის რაოდენობა და შეტანილი იქნას შესაბამისი შესწორება.

ორგანული აზოტის განსაზღვრა

აზოტი ნიადაგში გვხვდება როგორც ორგანული შენაერთების (ცილების, ამინომქაეების, ამიდებისა და სხვათა სახით), ისე მინერალური შენაერთების — ამონიუმის, ნიტრატებისა და ნიტრიტთა მაროლების სახით. ნიადაგში აზოტი უფრო მეტი რაოდენობით ორგანული შენაერთების სახით მოიპოვება. მინერალური შენაერთების სახით კი აზოტის რაოდენობა ნიადაგში ძალზე მკირეა. ამიტომ, ნიადაგში ორგანული შენაერთების აზოტი მიღებულია როგორც მისი საერთო შემცველობა.

აზოტის საერთო რაოდენობა ნიადაგის ზედაპირულ ჰორიზონტში მერყეობს 0,1—0,85% ფარგლებში, ქვევით, ნიადაგის პროფილის მიხედვით, მისი რაოდენობა თანდათან იკლებს.

აკად. ვ. ვილიამსის მიხედვით აზოტს ჰუმუსის ყველა მქაეა შეიცავს. აზოტის შემცველობა ჰუმუსში ყველა ტიპის ნიადაგისათვის, გარდა წაბლა, რუხი და წითელმიწებისა, დაახლოებით 5%-ია; წაბლა და რუხ ნიადაგებში აზოტის შემცველობა ჰუმუსში 6—8%-მდეა, წითელმიწებში კი 3% (ნ. ი. ბოლოტინა). ნიადაგში შეიმჩნევა ნახშირბადისა და აზოტის შორის განსაზღვრული დამოკიდებულება, რაც მიუთითებს ჰუმუსის სიმდიდრეზე აზოტით. C:N შეფარდება მერყეობს შედარებით ვიწრო ფარგლებში*.

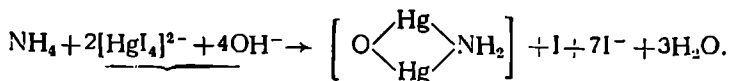
* მონაცემები, სსრკ-ის ნიადაგებში ორგანული აზოტის მარაგისა და C/N დამოკიდებულების შესახებ მოიპოვება ი. ვ. ტიურინის სტატიაში: „Почвообразовательный процесс, плодородие почв и проблема азота в почвоведении и земледелии, Почвоведение», 1956, № 3.

მიკრობიოლოგიური პროცესების შედეგად ჰუმუსის შედგენილობაში მყოფი უხსნადი აზოტი მცენარისათვის მისაწვდომ, ხსნად, მინერალურ ნაერთთა მდგომარეობაში გადადის. ეს პროცესები სხვადასხვა ნიადაგში სხვადასხვა სისწრაფით მიმდინარეობს.

ნიადაგის საერთო აზოტი — ეს არის მარაგი, რომლის თანდათან მინერალიზაციის შედეგად წარმოქმნილი მინერალური ფორმის აზოტი იკვებება მცენარე. ამიტომ ნიადაგში საერთო აზოტის რაოდენობის ცოდნა ზოგადად მაინც საშუალებას გვაძლევს ვიმსჯელოთ რამდენად არის უზრუნველყოფილი მცენარე აზოტით.

**საერთო აზოტის კოლორიმეტრული განსაზღვრა.
ნესლერის მეთოდი.**

აზოტის განსაზღვრის კოლორიმეტრული მეთოდებიდან ყველაზე უფრო გავრცელებულია ნესლერის მეთოდი, რომელიც პირველად შეიმუშავეს 1856 წელს. მეთოდის არსი შემდეგში მდგომარეობს: ამონიუმის იონი ტუტე ხსნარში ურთიერთმოქმედებს კალიუმპერცხლისწყლის იოდატთან $K_2[HgI_4] + KOH$, რის შედეგად წარმოიქმნება უხსნადი მერკურამონიუმის იოდატი. რეაქცია მიმდინარეობს შემდეგი ტოლობით:



ნესლერის რეაქტივი

მერკურამონიუმის იოდატი

ნესლერის რეაქტივის მთავარი შემადგენელი ნაწილია — კომპლექსური იოდომერკურიატი $[HgI_4]^{2-}$. ის მდგრადია მარტო ტუტე არეში. მყავას მოქმედებით იშლება, რომლის დროს გამოიყოფა წითელი — აგურისფერი ვერცხლისწყლის იოდიდის ნალექი, ამიტომ აღნიშნული რეაქცია შეიძლება ჩატარდეს მხოლოდ ნეიტრალურ ან ტუტე ხსნარებში.

წარმოქმნილი იოდიანი მერკურამონიუმი მცირე რაოდენობის შემთხვევაში იძლევა ყვითელი ფერის კოლოიდურ ხსნარს. დიდი რაოდენობით შემცველობისას კი ხსნარიდან გამოიყოფა მოწითალო — ყავისფერი ნალექის სახით. რადგანაც ხსნარის შეფერვის ინტენსივობა დამოკიდებულია კოლოიდური ხსნარის ნაწილაკების სიდიდეზე, აუცილებელია დავიცვათ რეაქტივების დამატების განსაზღვრული წესი.

განსაზღვრას ხელს უშლიან კათიონები, ტუტე არეში ისინი წარმოქმნიან ნალექს. ნალექის წარმოქმნას რომ ხელი შეუშალონ ნესლერის რეაქტივის დამატების წინ ხსნარში შეაქვთ ღვინის მყავას კალიუმ-ნატრიუმიანი მარილი, რომელსაც სეგნეტის მარილი ეწოდება.

ანალიზის მსკვლელობა. 0,2—0,5 გ ნიადაგს (დამოკიდებულია მასში აზოტის შემცველობაზე) ათავსებენ 100 მლ მოცულობის კელდალის კოლბში. ამატებენ მეტალური სელენის პატარა მარცვალს (~0,025 გ), დაამატებენ 10 მლ H_2SO_4 (კუთ. წ. 1,84) და კოლბის შიგთავსს კარგად შეურევენ ნელი ბრუნვით მანამ, სანამ ნიადაგი მკაფიოდ კარგად არ დასველდება, რის შემდეგ აწარმოებენ დაწვას კელდალის მეთოდის მიხედვით.

წვის დასრულების შემდეგ კოლბს აყოვნებენ ოთახის ტემპერატურამდე გასაცივებლად, შემდეგ შიგთავსს ფრთხილად განაზავებენ წყლით, (კარგად ჩარეცხავენ მინის ძაბრს, რომლითაც დახურული იყო კელდალის კოლბა წვის პროცესში).

კოლბის შიგთავსი მინერალური ნაშთით* გადააქვთ 250—500 მლ მოცულობის საზომ კოლბში — (საზომი კოლბის ზომა დამოკიდებულია აღებული ნიადაგის წონაკზე და მასში აზოტის შემცველობაზე). კელდალის კოლბს რამდენჯერმე გამოავლენენ უამიაკო გამოხდილ წყალს, რომელსაც თანდათან გადაიტანენ საზომ კოლბში. ხსნარი უამიაკო გამოხდილი წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე და კარგად შეურევენ, რის შემდეგ კოლბს აყოვნებენ ხსნარის სრულ გაუფერულებამდე. (2—3 საათით, ან უკეთესია ღამით დატოვება).

შემდეგი ოპერაციაა, კოლბში ნალექის ზემოთ გამჟვირვალე ხსნარის ალიქვატური ნაწილის ამოღება. ალიქვატურ ნაწილში აზოტის შემცველობა 0,2 მგ არ უნდა აღემატებოდეს. ამიტომ, აუცილებელია გაკეთდეს წინასწარი გამოკვლევა ხსნარში აზოტის შემცველობაზე.

წინასწარ გამოკვლევას აწარმოებენ შემდეგნაირად: სინჯარაში იღებენ საკვლევი ხსნარის 5 მლ, ამატებენ 2—3 წვეთ სეგნეტის მარილს, კარგად შეურევენ, ხსნარს ანეიტრალებენ 10%-იანი $NaOH$ -ით უნივერსალური ინდიკატორის ქალაღლის საშუალებით და შეაქვთ 2—3 წვეთი ნესლერის რეაქტივი.

თუკი ხსნარი მიიღებს ყვითელ ფერს, მაგრამ შეინარჩუნებს თავის გამჟვირვალეობას, განსაზღვრა შეიძლება ჩატარდეს განზავების გარეშე. ამიაკური აზოტის უფრო დიდი რაოდენობით შემცველობისას კი (1 მგ და მეტი) 15—30 წუთის შემდეგ წარმოიქმნება სიმღვრივე; ამ შემთხვევაში საჭიროა შედარებით მეტი განზავება. თუკი ამონიუმში იმდენად ბევრია, რომ მაშინვე გამოიყოფა ნალექი ან ხსნარი გამუქდება, განზავებას ახდენენ ისე ძლიერ, რომ გასაკოლორიმეტრიკი ბელი ხსნარის შეფერვა იყოს ნათელი ყვითელი ფერის.

* აზოტის კოლორიმეტრული განსაზღვრისათვის ნიადაგის წონაკს იღებენ მცირე რაოდენობით, ამიტომ მინერალური ნაშთის მოცულობა ისე მცირეა, რომ განსაზღვრის სიზუსტეზე გავლენას არ მოახდენს.

საზომი კოლბის ძირზე არსებული ნალექის ამღვრევის გარეშე, პიპეტით იღებენ 5 — 10 მლ ან უფრო მეტი. რაოდენობით გამჟღავნებულ ხსნარს და ათავსებენ 50 მლ მოცულობის საზომ კოლბში. ამატებენ 2 მლ 50%-იან სეგნეტის მარილის ხსნარს, 40 მლ-მდე წყალს და კარგად შეურევენ. სეგნეტის მარილი ხსნარში შეაქვთ ხელისშემშლელი იონების, უმთავრესად კალციუმის და მაგნიუმის შესაბოქად*.

მეავე ხსნარს ანიეტრალეებენ 10%-იანი NaOH-ის ხსნარით, რომელსაც ამატებენ 2—2,5 მილილიტრის რაოდენობით, კარგად შეურევენ და ამოწმებენ pH უნივერსალური ინდიკატორის ქაღალდით. თუ საჭიროა, კიდევ დაამატებენ ტუტის რამდენიმე წვეთს, ხსნარი უნდა გახდეს ნეიტრალური ან სუსტი ტუტე რეაქციისა.

შემდეგ ამატებენ 2 მლ ნესლერის რეაქტივს, გამოხდილი უამიაკო წყლით საზომ კოლბში ხსნარი მიჰყავთ ნიშანხაზამდე, კარგად შეურევენ და 10 — 15 წუთის შემდეგ უკეთებენ კოლორიმეტრიკებას ფოტოელექტროკოლორიმეტრის საშუალებით ან ვიზუალური მეთოდით. საკვლევი ნივთიანობის ანალიზის პარალელურად აუცილებელია ჩატარდეს საკონტროლო ცდა რეაქტივების სისუფთავეზე.

გამოანგარიშების მაგალითი. საერთო აზოტის განსაზღვრისათვის აღებული ნივთიანობის წონაკი 100 — 105° ტემპერატურის პირობებში გამოშროალზე გადაანგარიშებით ტოლია 0,7513 გ. წვის დასრულების შემდეგ კელდალის კოლბის შიგთავსი გადააქვთ 500 მლ მოცულობის საზომ კოლბში.

კოლორიმეტრული მეთოდით აზოტის განსაზღვრისათვის აღებულია 10 მლ ხსნარი, რომელსაც შეესაბამება 0,01503 გ ნივთიანობა. საყალიბო მრუდის მიხედვით ნაპოვნია, რომ საკვლევი ხსნარის ოპტიკური სიმკვრივე 0,23-ის ტოლია, მას შეესაბამება 0,025 მგ კონცენტრაცია, მაშასადამე აზოტის შემცველობა პროცენტებში ტოლია:

$$\frac{0,025 \cdot 100}{0,01503 \cdot 1000} = 0,17\%$$

ს ა კ ი რ ო რ ე ა ქ ტ ი ვ ე ბ ი: 1. უამიაკო გამოხდილი წყალი. ამიაკისაგან გამოხდილ წყალს ანთავისუფლებენ სხედასხვა გზით: გა-

* თუ კი სეგნეტის მარილი ვერ დაიცავს ხსნარს ამღვრევისაგან, რასაც განსაკუთრებით შეიძლება ადგილი ჰქონდეს კარბონატულ ნივთიანებებში, სადაც კალციუმი და მაგნიუმი დიდი რაოდენობით არის, მაშინ მათ შებოქავენ ტუტის ნარევით, რომელსაც ამზადებენ შემდეგნაირად: 750 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში გახსნიან 40 გ NaOH და Na₂CO₃ 480 მლ გამოხდილ წყალში. ხსნარს ააორთქლებენ 400 მლ მოცულობამდე, რის შემდეგ გააყვებენ 0,5—1 მლ ტუტე ნარევის ამატებენ საკვლევი ხსნარის ალიკვატურ ნაწილს. კარგად შეურევენ შენჯღრევით, ნალექის გამოყოფის შემდეგ ფილტრავენ, მეავეთ და უამიაკო გამოხდილი წყლით, გარეცხილ ფილტრში. შემდეგ განსაზღვრას აგრძელებენ ისე, როგორც ეს აღწერილია ტექსტში.

ატარებენ წყალს კათიონიტთან ქურქველში ან კათიონიტები (H—ფორ-
მაში) შეაქვთ წყლიან ქურქველში, ანჯღრევენ კარგად, დააყოვნებენ და
მხოლოდ ამის შემდეგ გამოიყენებენ.

ყველაზე ხშირად იყენებენ უამიაკო წყლის მიღების შემდეგ წესს:
გამოხდილ წყალს ამატებენ ქიმიურად სუფთა Na_2CO_3 სუსტი ტუტე
რეაქციის მიღებამდე — ფენოლფტალეინის მიხედვით და აორთქლებენ
ხსნარს მთელი მოცულობის $\frac{1}{4}$ -ით. დუღილის დამთავრებას ადგენენ
ნესლერის რეაქტივის საშუალებით.

თუცი წყალს ინახავენ ტუბუსიან ბოთლში, საცობში ატარებენ
ქლორკალციუმიან მილს, რომელიც ავსებულია NaHSO_4 -ის კრისტა-
ლებით.

ყველა ქვემოთ ჩამოთვლილ რეაქტივებს ამზადებენ უამიაკო გა-
მოხდილი წყლით, რადგანაც განსაზღვრის კოლორიმეტრული მეთო-
დი გამოირჩევა დიდი მგრძობილობით და წყალში ამიაკის მინარევი
დასწევს აზოტის განსაზღვრის სიზუსტეს.

2) სეგნეტის მარილის 50%-იანი ხსნარი.

ღვინისმეყავა კალიუმ-ნატრიუმის მარილის 50 გრამს ხსნიან 100 მლ
უამიაკო გამოხდილ წყალში და ამოწმებენ ხსნარს ამიაკის შემცველო-
ბაზე, რადგან მინარევის სახით მარილი ხშირად შეიცავს ამიაკს.
 NH_4^+ -ის შემცველობის შემთხვევაში ამატებენ KOH ან NaOH ტუტე
რეაქტივამდე, რის შემდეგ ხსნარს ადუღებენ და აორთქლებენ 20 მლ
მოცულობამდე, ან ამიაკის სრულ მოცილებამდე, ხსნარს ამოწმებენ
ნესლერის რეაქტივით.

მომზადებულ ხსნარს აცივებენ და აწვავებენ უამიაკო გამოხდილ
წყლით საწყის მოცულობამდე. ამიაკის კვალის შესაბოჭად რეკომენ-
დებულია სეგნეტის მარილის ხსნარში ჩაემატოს 5 მლ ნესლერის რე-
აქტივი.

3). ნესლერის რეაქტივი. გაყიდვაშია ნესლერის რეაქტივის მზა
პრეპარატი. მისი მომზადება შეიძლება აგრეთვე შემდეგნაირად: 1 ლი-
ტრიან საზომ კოლბში ათავსებენ 45,5 გ ვერცხლისწყლის იოდს HgI_2
(წითელი ფერის), 35 გ კალიუმის იოდიდს KIO_3 და დაახლოებით
50 მლ გამოხდილ წყალს, რათა გაიხსნას ეს მარილები. ამატებენ 112 გ
მწვევე კალიუმს და მცირე რაოდენობით წყალს მითითებული მარი-
ლების სრული გახსნისათვის; აყოვნებენ ტუტის სრულ გახსნამდე, ამა-
ტებენ წყალს დაახლოებით 800 მლ მოცულობამდე, რის შემდეგ
ხსნარს კარგად შეურევენ, აცივებენ, მიიყვანენ წყლით ნიშანხაზამდე
და კიდევ ერთხელ კარგად შეურევენ.

ხსნარს ტოვებენ 3 — 5 დღის განმავლობაში, რის შემდეგ გამჟვირ-
ვალე ხსნარი გადააქვთ ფერად ბოთლში შესანახად. ნალექი კი რჩება
საზომ კოლბში. ბოთლს მჭიდროდ ახურავენ თავს მშრალი კაუჩუქის

ან კორპის საცობით და ინახავენ ბნელ ადგილას. სინათლეზე და ნათელ ქუჩქელში რეაქტივი იშლება.

ნესლერის რეაქტივს აქვს მოყვითალო ფერი. მცირე ნაღველი, რომელიც შეიძლება გამოიყოს შენახვისას ქურჭლის ფსკერზე, ხელს არ უშლის განსაზღვრას, თუ კი არ ავამღვრევთ მას. განსაზღვრის წინ საჭიროა რეაქტივი შემოწმდეს მის რეაქციულ უნარზე: 10 მლ გამობნდილ წყალს ამატებენ 0,5 მლ ეტალონ ხსნარს 0,01 მგ 1 მლ NH_4^+ შემცველობით და 0,5 მლ ნესლერის რეაქტივს. თუ კი რეაქტივი ვარგისია, 1 წუთის შემდეგ ხსნარი მიიღებს მუქ ფერს.

4) აზოტის სტანდარტული ხსნარი. 0,3820 გ მუდმივ წონამდე მიყვანილ, ($100-105^\circ$ ტემპერატურაზე გამომშრალი) ქიმიურად სუფთა NH_4Cl ან 0,4720 გ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ათავსებენ 1 ლ მოცულობის საზომ კოლბში, ხსნიან მცირე რაოდენობით უაზოტო წყალში, შემდეგ ხსნარი წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე, კარგად შეურევენ და მიიღებენ ხსნარს, რომელიც შეიცავს 0,1 მგ აზოტს 1 მლ-ში. სამუშაო ხსნარს 0,01 მგ $\text{N}-1$ მლ-ში შემცველობით ღებულობენ ძირითადი სტანდარტული ხსნარის განზავეებით 10-ჯერ.

5) სტანდარტული ხსნარების სერია. იღებენ 50 მლ მოცულობის 10 საზომ კოლბს და თითოეულში ბიურეტიდან ათავსებენ სამუშაო ხსნარს შემდეგი რაოდენობით:

N ეტალონის	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
სამუშაო ეტალონური ხსნარის										
რაოდენ. მლ.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
N მგ/50 მლ.										
	0,01;	0,02;	0,03;	0,04;	0,05;	0,06;	0,07;	0,08;	0,09;	1,0.

ფანოლის მეთოდი

ამიაკის ურთიერთმოქმედებისას ფანოლთან $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ ჰიპოქლორიდის NaOCl თანაარსებობისას ტუტე არეში წარმოიქმნება შენაერთი, რომელიც შეფერილია ლურჯად. ამ მეთოდით შეიძლება განისაზღვროს ამიაკი ერთნახევარი ეანგეულების დიდი რაოდენობით თანაარსებობისას.

ანალიზის მსვლელობა. 0,2—0,5 გ ნიადაგს ათავსებენ 100 მლ მოცულობის კელდალის კოლბში და აწარმოებენ დაწვას კელდალის მეთოდის მიხედვით. წვის დასრულების შემდეგ კელდალის კოლბის შიგთავსი გადააქვთ 250—500 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, გამობნდილი წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე, კარგად შეურევენ და აყოვნებენ,

ვიდრე ხსნარი არ გახდება გამჟღავნებულ. დაყოვნების შემდეგ პიპეტით იღებენ გამჟღავნებულ ხსნარის 10 მლ, რომელიც შეიცავს დაახლოებით 0,01 — 0,1 მგ ამონიაკურ აზოტს, ათავსებენ ნახ 100 ან 50 მლ მოცულობის საზომ კოლბში და ანალიზს აგრძელებენ შემდეგნაირად: * კოლბის შიგთავსს ანზავებენ 20—30 მლ-მდე უამიაკო გამოხდილი წყლით და ფრთხილად ანიეტრალევენ მეთილ წითელის მიხედვით 1 n NaOH-ის ხსნარით.

განიეტრალევის შემდეგ მაშინვე ამატებენ კოლბში ბიურეტიდან 5 მლ კომბინირებულ რეაქტივს და ნატრიუმის ჰიპოქლორიდის რამდენიმე წვეთს. ჰიპოქლორიდის წვეთების რაოდენობას ადგენენ ემპირიულად, როგორც ეს მითითებულია ქვემოთ ამ რეაქტივის დამზადებისას.

კოლბის შიგთავსს კარგად შეურევენ და ტოვებენ ბნელ ადგილას 40 წუთის განმავლობაში, შეფერვის სრულ განვითარებამდე. ერთდროულად ამზადებენ სტანდარტული ხსნარების სერიას.

აღნიშნული დროის გასვლის შემდეგ, შეფერადებული ხსნარები უამიაკო გამოხდილი წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე, შეურევენ და ზომევენ ოპტიკურ სიმკვრივეს. ნიმუშების ყოველი პარტიისათვის დგამენ საკონტროლო ცდას რეაქტივების სისუფთავის შესამოწმებლად.

ს ა ქ ი რ ო რ ე ა ქ ტ ი ვ ე ბ ი: 1. NaOH-ის 1 n ხსნარი: 40 გ NaOH ხსნიან 1 ლ უამიაკო გამოხდილ წყალში.

2. ფენოლი. (კარბოლის მჟავა, ოქსიბენზოლი) C_6H_5OH . იყენებენ სუფთა რეაქტივს. პრეპარატი ჩვეულებრივად შეფერილია დაშლის პროდუქტებით და ამიტომ გასუფთავებისათვის მას გადადენიან. გადადენას აწარმოებენ მარტივი ლაბორატორიული დანადგარის დახმარებით. გადასადენ კოლბად შეიძლება გამოყენებული იქნას ვიურცის კოლბა ან რეტორტე.

ფენოლს ათავსებენ კოლბში და აცხელებენ ელექტროქურაზე ან სილის აბაზანაზე ამწოვ კარადაში. ფენოლი ღვება $40,5^\circ$ და ღუღს 189° ტემპერატურაზე. როცა ფენოლი აღუღდება, კოლბას ახურავენ საცობს, რომელსაც გაკეთებული აქვს მოხრილი მინის მილი 1 — 2 სმ დიამეტრით და ~ 25 სმ სიგრძით. ორთქლი იკუმშება მოხრილ მილში და თხევადი ფენოლი ჩაედინება მშრალ სუფთა კოლბში, რომელიც ჩადგმულია ცივი წყლით ავსებულ კრისტალიზატორში.

გადადენილი ფენოლი უფერულია ან აქვს თეთრი კრისტალური მასის სახე. ჰაერზე და სინათლის გავლენით ის ღებულობს ვარდისფერს. გასუფთავებული ფენოლი რომ გააღღონ, კოლბას ჩაუშვებენ

* В. Н. Кудряков. Колориметрическое определение аммонийного азота в почвах и растениях феноловым методом. «Агрохимия», 1965, № 6.

წყლის აბაზანაში, რომელიც გაცხელებულია 40,5°-ზე მაღალ ტემპერატურაზე, დაახლოებით 50 — 60°-მდე.

ფენოლი ძლიერ მომწამვლელია, ის კანზე მოხვედრისას იწვევს სიღამწერეს, ამიტომ მასთან მუშაობისას საჭიროა დიდი სიფრთხილე. ფენოლის მომწამვლელი თვისების საწინააღმდეგოდ გამოიყენება Mg-ის ქანგი (15 გ მაგნიუმის ქანგი 100 მლ წყალზე) ან კალიუმის პერმანგანატის ძლიერ განზავებული ხსნარი (1:4000).

8. კომბინირებული რეაქტივი. 600 — 800 მლ მოცულობის ჰიქაში ათავსებენ 18 გ NaOH, ასხამენ 20 მლ გამლვალ ფენოლს, რომელიც გაწმენდილია გადადენით. მთელ ნარევს ხსნიან 200—300 მლ უამიაკო გამოხდილ წყალში. სითხეს აციეებენ ოთახის ტემპერატურამდე; შემდეგ მასში ხსნიან 280 მგ ნატრიუმის ნიტროპრუსიდს, რის შემდეგ რეაქტივი გადააქვთ 1 ლ მოცულობის საზომ კოლბში და წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე. ნიტროპრუსიდთან მუშაობა საფრთხილოა — ის მომწამვლელია!

მომზადებული რეაქტივი ინახება ოთახის ტემპერატურის პირობებში ფერად ბოთლში არა უმეტეს ერთი თვისა, მაცივარში — უფრო დიდხანს.

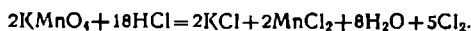
4. ნატრიუმის ჰიპოქლორიდი NaOCl. რეაქტივი ცნობილია მხოლოდ წყალხსნარის სახით და მას ამზადებენ აიროვანი ქლორის* გატარებით 1 n NaOH ხსნარში 6 საათის განმავლობაში სიჩქარით 2—3 ბუშტულა წამში. ნატრიუმის ჰიპოქლორიდის წარმოქმნა მიმდინარეობს შემდეგი ტოლობით:



აუცილებელია, ყურადღება მივაქციოთ, რომ ხსნარის ტემპერატურა არ აიწიოს 10°-ზე მაღლა, რათა არ წარმოიქმნას სხვა პროდუქტი — NaClO₂.

ჰიპოქლორიდს ინახვენ მკიდროდ თავდაცულ ფერად მინიან ბოთლში. 2—3 თვის შემდეგ (ზაფხულში უფრო ხშირად) რეაქტივს ამოწმებენ შემდეგნაირად: რამდენიმე კოლბში ათავსებენ სტანდარ-

* აიროვან ქლორს ლეზულობენ შემდეგნაირად: ამწოვი კარადის ქვეშ ბრტყელძირიან კოლბში ათავსებენ KMnO₄-ის მცირე რაოდენობას, ახურავენ კორპის საცობს ძალიან მკიდროდ (ქლორი შლის კაუჩუქს !!), საცობში გატარებულია საწვეთი ძაბრი და აირგამომყვანი მილი. ძაბრის საშუალებით წვეთობით ამატებენ ქიმიურად სუფთა HCl კუთ. წ. 1,19. ქლორი გამოიყოფა შემდეგი ტოლობით:



გარეცხვის მიზნით ქლორს ატარებენ ნაპრეც ჰერკელში, რომელშიც მოთავსებულია წყალი და H₂SO₄ (კუთ. წ. 1,84), შემდეგ გაატარებენ 1 n NaOH-ის ხსნარში NaOCl-ის მისაღებად.

ტული ხსნარების ერთნაირ რაოდენობას, წვეთობით ამატებენ 5 მლ კომბინირებულ რეაქტივს, ამატებენ ჰიპოქლორიდს მზარდი რაოდენობით (1, 3, 5, 7, 10, 15 წვეთი) და 30 — 40 წუთის შემდეგ ადგენენ, ჰიპოქლორიდის რამდენი წვეთის შემთხვევაში მიიღება უფრო ინტენსიური შეფერვა და ამ რაოდენობას თვლიან მუშაობისათვის ყველაზე უკეთესად.

5. აზოტის სტანდარტული ხსნარები (იხ. გვ. 61).

6. სტანდარტული ხსნარების სერია. 50 მლ ნოცულობის 6 საზომ კოლბში ათავსებენ სტანდარტული ხსნარების ისეთ რაოდენობას, რომ მათში აზოტის რაოდენობა ტოლი იყოს 0,00 — 0,01 — 0,03 — 0,05 — 0,07 — 0,10 მგ, განაზავენ, უამიაკო წყლით, შეფერავენ საკვლევი ხსნარის მსგავსად და ზომავენ თითოეული სტანდარტული ხსნარის ოპტიკურ სიმკვრივეს.

შენიშვნა: 1. ნატრიუმის ჰიპოქლორიდი შეიძლება დამზადდეს აგრეთვე უფრო მარტივი გზით, თუკი გამოიყენებენ ქლორიან კირს, რომელსაც უწოდებენ აგრეთვე კალციუმის ჰიპოქლორიდს $\text{Ca}(\text{ClO})_2$. იღებენ 100 გ $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ და კარგად ურევენ 170 მლ უამიაკო გამოხდილ წყალთან ერთად 15 წუთის განმავლობაში. ნარევი ხსნარს ამატებენ სოდის ხსნარს (70 გ Na_2CO_3 170 მლ წყალში). სოდის ხსნარის დამატებისას თავდაპირველად მიიღება სქელი მასა, ხოლო შემდეგ ეს მასა თანდათან თხელდება, რადგან წარმოიქმნება ხსნადი მარილები. — ნატრიუმის ჰიპოქლორიდი და ნატრიუმის ქლორიდი. ხსნარს CaCO_3 -ის ნალექისაგან აშორებენ გაფილტვრით, რისთვისაც იყენებენ ბიუხნერის ძაბრს სქელი ფილტრით. მიღებულ გამკვირვალე ფილტრატს, რომელიც შეიცავს ნატრიუმის ჰიპოქლორიდს, იყენებენ „კომბინირებული რეაქტივის“ დასამზადებლად.

2. მეტალბის ჰიდროქსიდების დალექვის თავიდან ასაცილებლად გ. შარლო (1965) რეკომენდაციას იძლევა ხსნარში ჩაემატოს ნატრიუმის ტარტრატის* სუფთა ტუტე ხსნარი. გასუფთავებას აწარმოებენ შემდეგნაირად: 150 გ ნატრიუმის ტარტრატს ხსნიან 175 მლ წყალში, ამატებენ 5 მლ 20%-იან NaOH -ის ხსნარს და ადუღებენ 15 წუთს. ცხელ ხსნარში ატარებენ სუფთა ჰაერს 5 წუთის განმავლობაში, აციებენ და ასავეებენ წყლით 250 მლ მოცულობამდე. ასეთი დამუშავების მიზანია ნატრიუმის ტარტრატისაგან ამონიუმის კვალის მოშორება. თუკი საანალიზო ხსნარი შეიცავს ბევრ კალციუმს, ამატებენ იმავე წესით გასუფთავებულ ციტრატს**.

3. ყველა დასამატებელი რეაქტივების საკირო მოცულობა, აუცილებელია გაიზომოს დანაყოფებიანი პიპეტით ან ბიურეტით. საკიროა აგრეთვე საკმაოდ ხშირად ჩატარდეს საკონტროლო ცდა ყველა რეაქტივებზე.

* ტარტრატს უწოდებენ ლეინის მკვას $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6$ მარილებს. ეს მკვა მთელ რიკ მეტალბთან წარმოქმნის ხსნად კომპლექსს შენაერთებს და ამიტომ ისინი ტუტე არეში არ გამოიყოფიან ნალექის სახით.

** ციტრატები ეწოდება ლიმონის მკვას $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ H_2O მარილებს. ამ მკვების კომპლექსური შენაერთები მეტალბთან, განსხვავდებიან ტარტრატისაგან იმით, რომ ისინი ვაცხელებისას არ იშლებიან.

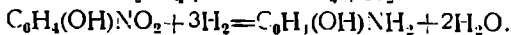
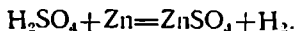
ნიადაგში ნიტრატების მნიშვნელოვანი რაოდენობით შემცველობისას, რომელსაც ადგილი აქვს აზოტმეცავ სასუქების შეტანისას, საერთო აზოტის განსაზღვრას აწარმოებენ იოდლბაუერის მეთოდით.

იოდლბაუერის მეთოდის საფუძველია ნიადაგის ორგანული ნივთიერებების დაწვა გოგირდის მკავით ფენოლის თანამყოფობისას. ამ შემთხვევაში წარმოიქმნება ნიტროფენოლი შემდეგი რეაქციით:



ნიტრატული აზოტი გადადის ორგანულ ფორმაში.

თუთიის დამატებისას ნიტროფენოლი აღდგება წყალბადით ამინოფენოლამდე; ამ დროს მიმდინარეობს შემდეგი რეაქცია:



წვის შემდგომ პროცესში ამინოჯგუფი მთლიანად გადადის ამიაკში და შეიბოჭება ამონიუმის სულფატში. ამიაკის შემდეგი გადადენა და განსაზღვრა წარმოებს კელდალის მეთოდით.

ანალიზის მსვლელობა. ორგანული ნაშთებისაგან გაწმენდილ, დაწყობილ და 0,25 მმ ნაჩერებებიან საცერში გატარებული ნიადაგის ნიმუშიდან 0,5—1,5 გრამს წონიან ანალიზურ სასწორზე სინჯარაში და გადააქვთ 250 მლ მოცულობის კელდალის კოლბში.

საზომი ცილინდრით ნიადაგს ამატებენ 10—15 მლ ფენოლოგოგირდის მკავს და აყოვნებენ 30 წუთის განმავლობაში ამიაკის ორთქლისაგან თავისუფალ შენობაში (ამ ღნის განმავლობაში ხსნარს დროდადრო შეანჯღრევენ). ამის შემდეგ კელდალის კოლბში ამატებენ 1—2 გ თუთიის მტვერს და ხელახლა აყოვნებენ 30 წუთს.

გაცივების შემდეგ კოლბში შეაქვთ 1—2 მარცვალი მეტალური სელენი (~ 0,025 გრამი) და კარგად შეურევენ ნიადაგის და მკავის წარევს კოლბის წრიული ბრუნვით. კოლბს ახურავენ პატარა ძაბრს და ფრთხილად აცხელებენ სუსტ ცეცხლზე. თანდათან უმატებენ გაცხელებას და ხსნარი მიჰყავთ აღუღებამდე.

დუღილს აწარმოებენ ხსნარის გაუფერულების შემდეგ კიდევ 30 წუთის განმავლობაში, რათა უზრუნველყონ წონაკის სრული დაწვა.

გაცივების შემდეგ აწარმოებენ აზოტის განსაზღვრას დატიტვრით, კელდალის მეთოდის მიხედვით.

რეაქტივები: 1. ქიმიურად სუფთა H_2SO_4 (კუთ. წ. 1,84): საჭიროა მკავა შემოწმდეს ამონიუმის იონის შემცველობაზე.

2. ფენოლი. (ოქსიბენზოლი, ანუ კარბოლის მკავა) C_6H_5OH , გასუფთავებული გადადენით, როგორც აღწერილია 62-ე გვერდზე.

5. თ. გ. ონიანი, გ. ნ. მარგველაშვილი

8. ფენოლგოგირდის შეავა. $C_6H_4(OH)SO_3H$. აღნიშნულ შეავას ამზადებენ ფენოლის გახსნილ გოგირდის შეავაში. ამისათვის წონიან 40 გ გადადენილ ფენოლს, წონაკს ათავსებენ 2 ლიტრის მოცულობის ბრტყელძირიან ცეცხლგამძლე კოლბში და ამატებენ 1 ლ H_2SO_4 .

კოლბს ახურავენ კორპის საცობს გრძელი მინის მილით (~ 65 სმ), დგამენ გაცხელებულ წყლის აბაზანაზე და აყოვნებენ მასზე ფენოლის სრულ გახსნამდე. დროგამოშვებით ხსნარს ფრთხილად შეანჯღრევენ.

4. თუთიის ფხენილი. თუთიის ფხენილს კარგად რეცხავენ წყლით და აშრობენ. თუთიის ფხენილი ადვილად იჟანგება და ამიტომ მას ინახავენ კარგად თავდახურულ ქილაში, მშრალ ადგილზე.

ნიადაგის კარბონატების CO_2 -ის განსაზღვრა

ნიადაგის კარბონატები ერთობ მრავალნიარია, მაგრამ ძირითადად ისინი შედგება კალციტისაგან $CaCO_3$, არგონიტისაგან, რომელიც ისეთივე შედგენილობისაა როგორც კალციტი, დოლომიტისაგან $CaMg_2CO_3$, მაგნეზიტი ($MgCO_3$), სიდერიტი ($FeCO_3$) და ნახშირმჟავას სხვა მარილები გვხვდება ძალზე მცირე რაოდენობით.

კარბონატების დასაშლელად სარგებლობენ მარილის მჟავით. სხვა მჟავეები, მაგალითად, H_2SO_4 და H_3PO_4 ამ მიზნისათვის არ გამოდგება: კალციუმთან ისინი იძლევიან მცირედხსნად შენაერთებს $CaSO_4$ და $Ca_3(PO_4)_2$, რომლებიც გარს ეკვრიან ნიადაგის კარბონატებს და ამწელებენ მათ სრულად დაშლას.

ნიადაგის კარბონატების ნახშირმჟავეების განსაზღვრა საშუალებას იძლევა დავადვინოთ ნიადაგის კარბონატულობის ზარისხი და მის მიხედვით ვიანგარიშოთ ნახშირმჟავა კალციუმის რაოდენობა ნიადაგში.

არსებობს ნიადაგის კარბონატების განსაზღვრის წონითი და მოცულობითი მეთოდი.

კარბონატების CO_2 -ის განსაზღვრა წონითი მეთოდით

მეთოდის არსი შემდეგში მდგომარეობს: წონიან CO_2 , რომელიც გამოიყოფა მჟავით ნიადაგის კარბონატების დაშლისას



რადგან ზოგიერთი კარბონატები (დოლომიტი $CaCO_3$, $MgCO_3$, სიდერიტი $FeCO_3$) მჟავასთან ურთიერთმოქმედებენ მხოლოდ გაცხელებისას, ამიტომ ნიადაგის წონაკს შლიან ადუღებით.

მეთოდი სწორ შედეგებს იძლევა არაპუმუსოვანი ჰორიზონტების და მთის ქანების გამოკვლევისას. ნეშომპალიანი ჰორიზონტის ანალიზი

ზის დროს მიიღება რამდენადმე გადიდებული მონაცემები. ჰუმუსის დიდი რაოდენობით შემცველობის შემთხვევაში საჭიროა განსაზღვრა ჩავატაროთ დუღილით შემცილებული წნევის ქვეშ*.

კარბონატების CO₂-ის განსაზღვრისათვის ნიადაგის წონაკის სიღრმეს ადგენენ ნიადაგის ნიმუშზე 2—3 წვეთი 10%-იანი HCl-ის დამატების შედეგად წარმოქმნილი მზულის სიძლიერის მიხედვით. (ცხრ. 13).

ცხრილი 13

მზული	CaCO ₃ -ის შემცველობა	ნიადაგის წონაკი
ძალზე ძლიერი .	>10%	0,5—1 გ
ძლიერი და ხანგრძლივი	5—10	1—1,5
შესამჩნევი, მაგრამ ხანმოკლე	4—3	1,5—2
სუსტი და ხანმოკლე	3—2	2—3
ძალზე სუსტი და მცირედ შესამჩნევი	2—1	3—5
შუშხუნი არ შეიმჩნევა	<1	>5

ანალიზის მსვლელობა. 0,25 მმ ნასვრეტებიან საცერში გატარებულ ნიადაგს წონიან მცირე ზომის სინჯარაში ანალიზურ სასწორზე 1—5 გ რაოდენობით (დამოკიდებულია თვისობრივი ანალიზის შედეგებზე).

წონაკს ათავსებენ მშრალ კოლბში და სინჯარას, მის კედლებზე დარჩენილი ნიადაგის ნაწილაკებიანად წონიან იგივე ანალიზურ სასწორზე, სხვაობით კი გებულობენ ნიადაგის ზუსტ წონას.

კოლბში ასხამენ 100 მლ გამოხდილ წყალს ატყელებენ მას და მიჰყავთ სუსტ ადუღებამდე. კოლბის შიგთავსს ადუღებენ 5 წუთის განმავლობაში, რათა ნიადაგიდან გამოუდევნონ აღსორბირებული ნახშირმჟავა.

კოლბს მიუერთებენ აპარატთან — CO₂-ის წონითი მეთოდით განსაზღვრის აპარატთან, ამოწმებენ მის ჰერმეტიულობას და ონკანის გაღებით 30 წუთის განმავლობაში ამოტუმბავენ აპარატიდან ჰაერს, რომელიც თავისუფალია CO₂-საგან. ჰაერის ამოტუმბვა მიმდინარეობს წყლისნაკადის ტუმბოთი ან ასპირატორით.

ჰაერის ამოტუმბვის პროცესში ანალიზურ სასწორზე წონიან მშთანთქმელ მიღებს. აწონვის წინ მილის გვერდითი გამონაზარდებისაგან აცილებენ კაუჩუკის დამცველებს.

* ნიადაგის კარბონატების განსაზღვრა შემცილებული წნევის პირობებში აღწერილია წიგნში: К. К. Гедройц. «Химический анализ почвы, аგრоте статаში: И. В. Тюрин. Материалы по сравнительному изучению методов определения органического углерода в почвах. «Пробл. сов. почвоведения». Сб. 2, 1936;

ჰაერის ამოტუმბვის შემდეგ აპარატთან მიაერთებენ წინასწარ აწონილ კაუჩუკის მილებს, ამოწმებენ აპარატის ჰერმეტიულობას და მილის ჰაერგამტარიანობას. უშვებენ წყალს მაცივარში და ფრთხილად, გამყოფი ძაბრის საშუალებით, კოლბში ასხამენ 20 მლ 10%-იან HCl-ის ხსნარს. მკვაა საჭიროა დაემატოს მცირე ულუფებით, რათა თავიდან იქნას აცილებული კარბონატებთან მისი ურთიერთქმედებისას ძლიერი რეაქცია. ძლიერი რეაქციის დროს გამოყოფილი CO₂ შეიძლება მთლიანად არ იქნას შთანთქმული, რასაც მივყავართ ანალიზის ცდომილებამდე. CO₂-ის სრულად შთანთქმისათვის აუცილებელია, ბუშტულების გამოყოფა კალიაპარატიდან არ ჰკარბობდეს 2 ბუშტულს წამში.

ოთახის ტემპერატურის პირობებში კარბონატების დაშლის დამთავრების შემდეგ კოლბს აცხელებენ სუსტ ცეცხლზე და ხსნარი თანდათან მიჰყავთ ადულებამდე. ადულებენ 3—5 წუთს კალიაპარატიდან ბუშტულების გამოყოფის შეწყვეტამდე.

აპარატს აერთებენ წყლის ნაკადის ტუმბოსთან (ან ასპირატორთან) და ფრთხილად რთავენ მას, ჩართვისას ონკანი დაკეტილია. ცეცხლს გამოაცლიან კოლბს და 2—3 წუთის შემდეგ გახსნიან ონკანს, რომელიც კოლბს აერთებს გამსუფთაებელ აპარატთან, რომელიც შეიცავს KOH-ის 50%-იან ხსნარს.

გამორთავენ მაცივარს და არეგულირებენ ჰაერის ნაკადს ისე, რომ ბუშტულების გატარების სისწრაფე კალიაპარატში (H₂SO₄-ით) იყოს არა უმეტეს 2 ბუშტულისა წამში. შემდეგ ამოტუმბავენ ჰაერს მთელი აპარატიდან 45 წუთის განმავლობაში.

ჰაერის ამოტუმბვის დამთავრების შემდეგ მშთანთქმელ მილებს ხსნიან, მის გვერდით მინაზარდებზე ჩამოაცმევენ კაუჩუკის დამცველებს და გააქვთ ასაწონ ოთახში.

აქ მილებს აციევენ 15 წუთის განმავლობაში და შემდეგ წონიან. აწონის წინ მილებს მოაცილებენ დამცველებს, რათა მილის შიგნით წნევა გაუტოლდეს ატმოსფერულს, მილს და მის მინაზარდებს კარგად წმენდენ სუფთა მშრალი ნაჭრით.

მშთანთქმელი მილების წონაში ნამატის მიხედვით ანგარიშობენ კარბონატების CO₂ შემცველობას შემდეგი ფორმულით:

$$\frac{a \cdot 100}{r} = \% \text{CO}_2,$$

სადაც a — არის მშთანთქმელი მილის ნამატი წონაში, r — ნიადაგის წონა.

გამოანგარიშების მაგალითი. ჰაერმშრალი ნიადაგის წონა 100—105° ტემპერატურაზე გამომშრალზე გადაანგარიშებით უდრის 1,0060 გ.

CO₂-ის წონა პირველ მიღებაში — 0,1032 გრამია. მეორეში — 0,0016 გ. სულ, 0,1032+0,0016=0,1048 გ (საკონტროლო ცდის მაჩვენებლის გამოკლების შემდეგ). CO₂-ის შემცველობა ტოლია:

$$\frac{0,1048 \cdot 100}{1,0060} = 19,41\% \text{ CO}_2$$

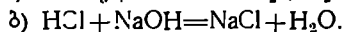
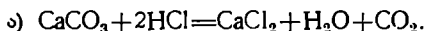
იმ შემთხვევაში, როდესაც საჭიროა ის არა მარტო CO₂ კარბონატების შემცველობის, არამედ აგრეთვე კარბონატების საერთო რაოდენობის ცოდნა, CO₂-ის პროცენტულ შემცველობას ამრავლებენ კოეფიციენტზე — 2,274, რომელიც მიღებულია შეფარდებით

$$\frac{\text{CaCO}_3}{\text{CO}_2}$$

რეაქტივები: 1. 10% HCl-ის ხსნარი. იღებენ 236,8 მლ HCl, კუთ. წ. 1,19, ათავსებენ 1 ლ საზომ კოლბში, გამოხდილი წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე და კარგად შეურევენ.

კარბონატების აცილიმეტრული განსაზღვრა*

მეთოდის საფუძველი შემდეგია: კარბონატების დაშლა სწარმოებს მარილის მჟავას ტიტრული ხსნარით დღე-ღამის განმავლობაში დაყენების პირობებში (ა) და შემდეგ კარბი მჟავის დატიტვრა ტუტით. (ბ):



მეთოდი არ გამოდგება კარბონატების მცირე რაოდენობით შემცველობის ნიადაგების კვლევისას. CO₂ კარბონატების 7 — 15% შემცველობის შემთხვევაში მათ დაშლას აწარმოებენ 0,02 n HCl; 16—18% CO₂-ის შემცველობის შემთხვევაში იყენებენ HCl-ის უფრო ძლიერ (0,1 n) ხსნარს, ხოლო CO₂-ის დიდი რაოდენობით (18—20%-ზე მეტი) შემცველობისას ნიადაგის წონაკს ამუშავებენ 250 მლ 0,2 n HCl-ით. ** მეთოდი გამოირჩევა სიმარტივით და იყენებენ მასიური ანალიზებისათვის.

ანალიზის მსვლელობა. ნიადაგის წონაკს 2—5 გ (დამოკიდებულია კარბონატების შემცველობაზე) რაოდენობით, ათავსებენ 750 — 1500 მლ მოცულობის ბრტყელძირიან კოლბში, ამატებენ 500 —

*Методы агрохимических, агрофизических и микробиологических исследований в поливных хлопковых районах. Ташкент, 1963

** ამ შემთხვევაში დასატიტრად იყენებენ 0,2 n NaOH-ის ხსნარს.

1000 მლ 0,02 n HCl და აყოვნებენ ერთი დღე-ღამის განმავლობაში, ხსნარს პერიოდულად შეაჩქარევენ. რეაქციის პროცესში კოლბის თავის დახურვა საჭირო არ არის.

ერთი დღე-ღამის დაყოვნების შემდეგ ამოწმებენ ხსნარის რეაქციას ლაკმუსის ქაღალდით. თუ რეაქცია შეაყვება, ხსნარს ფილტრავენ დაკეცილი ფილტრის ქაღალდის გამოყენებით.

თუ ლაკმუსის ქაღალდი მთავე რეაქციას არ უჩვენებს, ხსნარს ამატებენ კიდევ 100—200 მლ 0,02 n HCl და პერიოდული შენჯღრევით ისევ ტოვებენ დღე-ღამის განმავლობაში.

გაფილტრული ხსნარიდან იღებენ 25 მლ-ს, ამატებენ 2—3 წვეთ მეთილროტს და ტიტრავენ 0,02 n NaOH წითელი ფერის ბაცყვითელ ფერში გადასვლამდე.

კარბონატების შემცველობას ანგარიშობენ ფორმულით:

$$\frac{(a \cdot H_1 - b \cdot H_2) \cdot v \cdot 0,022 \cdot 100}{r} \cdot K = \text{CO}_2\%,$$

სადაც a არის დასატიტრად აღებული ხსნარის რაოდენობა მლ-ობით;

H_1 —HCl-ის ხსნარის ნორმალობა;

b — დატიტვრაზე დახარჯული ტუტის რაოდენობა;

H_2 —ტუტის ხსნარის ნორმალობა;

v — შეჯვის მთელი ხსნარის რაოდენობა;

0,022 — CO_2 მგ. ექვ. სიდიდე;

r — ჰერმშრალი ნიადაგის წონა;

K — ჰერმშრალი ნიადაგის 100 — 105°-ზე გამომშრალზე გადასაანგარიშებელი კოეფიციენტი.

თუკი CO_2 -ის შემცველობა 4—5%-ზე დაბალია, მაშინ განსაზღვრა უნდა განმეორდეს ზემოთ აღწერილი წონითი მეთოდით.

ს ა ჭ ი რ ო რ ე ა ქ ტ ი ვ ე ბ ი: 1. 0,02 n HCl-ის ხსნარი; 1,64 მლ HCl (კუთ. წ. 1,19) ხსნიან 1 ლ მოცულობის საზომ კოლბში მცირე რაოდენობით წყალში, შემდეგ წყლით მიიყვანენ ხსნარს ნიშანხაზამდე და კარგად შეურევენ.

2) 0,02 n NaOH-ის ხსნარი. 0,80 გ NaOH ხსნიან CO_2 მოცილებულ წყალში, წყლით მიიყვანენ 1 ლიტრი მოცულობის საზომ კოლბში ნიშანხაზამდე და კარგად შეურევენ.

ორთავე სატიტრო ხსნარი (HCl და NaOH) უმჯობესია მომზადებული იქნას ფიქსონალებისაგან.

3. ლაკმუსის ქაღალდი (ლაკმუსის ქაღალდის ნაცვლად შეიძლება გამოყენებული იქნას მეთილროტის ხსნარი).

4. მეთილროტის ხსნარი: 0,02 გ დაფქვილი ინდიკატორს ხსნიან 100 მლ ცხელ წყალში და გაცივების შემდეგ ფილტრავენ.

ნიადაგის მინერალური ნაწილის შედგენილობის განსაზღვრა

ნიადაგის წონის უმეტესი ნაწილი სილიციუმის შენაერთებზე მოდის. ამ შენაერთების დამახასიათებელ თავისებურებად ითვლება მათი პრაქტიკული უხსნადობა წყალსა და მჟავებში. ასეთი შენაერთების გადასაყვანად ხსნარში ნიადაგს შეადნობენ სხვადასხვა მდნობელებით, რომელნიც მოყვანილია მე-14 ცხრილში.

ცხრილი 14

ხშირი მონარების მდნობელები (ა. შ. ლიშოვის მიხედვით)

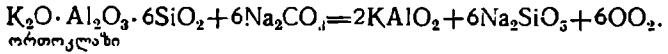
მდნობელის სახელწოდება	მდნობელის რაოდენობა შესადნობი მასალის რაოდენობასთან შეფარდებით. (წონით)	ტიგელის მასალა					
		პლატინა	რკინა	ნიკელ	ფაფხუმი	კვანცი	ვერცხლი
ნახშირმჟავა ნატრიუმი უწყლო	6-8 ჯერადი	+	+	+	-	-	-
ორჩანაცვლებული ნახშირმჟავა ნატრიუმი	12-14 ჯერადი	+	+	+	-	-	-
ნარევი—1 წილი ნახშირმჟავანატრიუმი უწყლო, 1 წილი ნახშირმჟავა კალიუმი უწყლო	6-8 ჯერადი	+	+	+	-	-	-
ნარევი—6 წილი ნახშირმჟავა ნატრიუმი უწყლო, 0,5 წილი აზოტმჟავა კალიუმი**	8-10 ჯერადი	+	+	+	-	-	-
ნარევი—2 წილი ნახშირმჟავა ნატრიუმი უწყლო, 1 წილი თუთიის მჟავა**	8-10 ჯერადი	-	-	-	+	+	-
მჟავე გოგირდმჟავა კალიუმი ან ნატრიუმი	12-14 ჯერადი	+	-	-	+	+	-
პიროგოგირდმჟავაკალიუმი $K_2S_2O_7$ ან ნატრიუმი $Na_2S_2O_7$.	8-12 ჯერადი	+	-	-	+	+	-

პლიუსი ნიშნავს, რომ შედნობა შეიძლება ვაწარმოოთ, ხოლო მინუსი — შედნობის წარმოება არ შეიძლება (ტიგელი გაფუჭდება).

ნიადაგის შედნობას ჩვეულებრივ აწარმოებენ ნახშირმჟავა კალიუმით და ნატრიუმით პლატინის ტიგელში.

შენადნობის მომზადება

ნახშირმჟავა კალიუმით და ნატრიუმით ნიადაგის დაშლა დაფუძნებულია სილიციუმის მჟავას ტუტე მარილებისა და სხვა ხსნადი შენაერთების წარმოქმნაზე:



* ტუტე — დამენჯველი მდნობელი გამოიყენება გოგირდის, ქრომის, ვანადიუმის, ფოსფორის და დარიშხანის განსაზღვრისათვის.

** ტუტე — დამენჯველი მდნობელი გამოიყენება სულფიდურ წყაროებში გოგირდის განსაზღვრისათვის.

ყველაზე უფრო მოსახერხებელია უწყლო სოდის Na_2CO_3 გამოყენება. მას აქვს დნობის შედარებით დაბალი ტემპერატურა. გარდა, ამისა ნატრიუმის მარილი მცირედ აღსირობირდება ნალექით, ვიდრე კალიუმის მარილი.

მდნობელის სახით ხშირად იყენებენ აგრეთვე ნახშირმჟავა კალიუმის და ნატრიუმის უწყლო მარილების ნარევეს. ლაბორატორიულ პირობებში ამ ნარევეს ამზადებენ 1:1 წონითი შეფარდებით. გაყიდვაში არსებული ნარევი, რომელსაც უწოდებენ კალიუმ-ნატრიუმის ნახშირმჟავა მარილს KNaCO_3 , შეიცავს Na_2CO_3 — 47,5% და K_2CO_3 — 52,5%. ნარევეში K_2CO_3 -ის არსებობა განაპირობებს მდნობელის დიდ ჰიგროსკოპულობას. საჭიროა, ყურადღება მივაქციოთ, რომ ჭურჭელი, რომელშიც ეს ნარევია მოთავსებული თავლია არ უნდა დაგვრჩეს, რადგან სველი მარილოს შერევა ნიადაგთან ძნელია, რის გამოც ნიადაგის შედნობა არ იქნება სრული.

კალიუმისა და ნატრიუმის ნახშირმჟავა მარილების ნარევი ღლვება 712° ტემპერატურაზე, რომელიც მნიშვნელოვნად დაბალია ცალკეული მარილების ლობის ტემპერატურაზე: Na_2CO_3 ღლვება 850° ტემპერატურაზე, K_2CO_3 — 896° .

ცალკეული მინერალები, რომელთა შედგენილობაში შედის სილიციუმი, ღლვებიან ძლიერ მაღალი ტემპერატურის პირობებში: კვარცი — 1700° , მუსკოვიტი — 1280° , ანორტიტი — 1250° , ორთოკლაზი — 1215° ტემპერატურის პირობებში. მთის ქანები, რომელნიც შედგებიან რამოდენიმე მინერალისაგან ღლვებიან უფრო დაბალი ტემპერატურის პირობებში, ხოლო მთის ქანისა და ნიადაგის ნარევი კიდევ უფრო დაბალ ტემპერატურაზე.

მდნობელი ნივთიერების უნარი, დასწიოს სილიკატების ლობის ტემპერატურა გამოყენებულია ნიადაგის დაშლისათვის.

ანალიზის მსვლელობა. ორგანული ნაშთებისაგან გასუფთავებული; 0,25 მმ დიამეტრის ნაჩვრეტებიან საცერში გატარებულ ნიადაგს წონიან 0,5—1 გრამის რაოდენობით და ათავსებენ წინასწარ აწონილ პლატინის ტიგელში*.

ტექნიკურ სასწორზე წონიან 5 გ ქიმიურად სუფთა უწყლო სოდას ან ნახშირმჟავა კალიუმისა და ნატრიუმის ნარევეს. თიხნარი ნიადაგების შემთხვევაში მდნობელ ნივთიერებას იღებენ 5 გ რაოდენობით, ქვოშნარი ნიადაგების შენადნობის მომზადებისას კი მდნობელის რაოდენობა

* პლატინის ტიგელს გასუფთავების შემდეგ აცხელებენ გაზქურაზე 1—2 წუთის განმავლობაში, შემდეგ 8—10 წუთს აცივებენ ექსიკატორში და წონიან ანალიზურ სასწორზე სახურავის გარეშე. აღნიშნული წონის ნიადაგის გაღობისათვის რეკომენდებულია გამოყენებული იქნას პლატინის ტიგელი № 8 30 მლ-ის მოცულობით.

დენობა შეიძლება შემცირდეს 4 გრამამდე. ჰაობის ნიადაგების შედ-
ნობისას რკინის ქვეყანგის დასაყანგად მდნობელ ნიეთიერებას ამატე-
ბენ $\sim 0,3$ გ აზოტმეყაე კალიუმს ან ნატრიუმს.

ერთდროულად, მდნობელის იგივე წონაკს იღებენ რეაქტივების
სისუფთავეზე საკონტროლო ცდისათვის, რომლის მაჩვენებლებს გა-
მოაკლებენ ყოველი ელემენტის განსაზღვრის შედეგებს.

მდნობელი ნიეთიერების ნაწილს (~ 1 გ) დაიტოვებენ ნარევის და-
საფარავად, ხოლო დანარჩენ ნაწილს კარგად შეურევენ ნიადაგს შემ-
დეგნაირად: იღებენ მდნობელის მცირე ულუფას მინის ან პლატინის
შპატელით, გადაიტანენ პლატინის ტიგელში და მდნობელის ყოველ
ახალ ულუფას კარგად შეურევენ ნიადაგთან. როცა მდნობელის მთე-
ლი რაოდენობა დაიხარჩება, შპატელს ჩაწმენდენ ნარევის დასაფარა-
ვად დატოვებული მდნობელი ნიეთიერებით და ამით კარგად დაფარა-
ვენ ზემოდან ნარევს, ისე რომ თანაბრად იყოს მარილი განაწილებუ-
ლი ნარევის ზედაპირზე. ნიადაგის და მდნობელი ნიეთიერების
ნარევის მოცულობა პლატინის ტიგელის მოცულობის ნახევარს არ
უნდა აღემატებოდეს. უკეთ გაცხელებისათვის, პლატინის შიგთავსს
შეამჭიდროვებენ ტიგელის რამდენჯერმე დარტყმით მაგიდის სუფთა
ზედაპირზე. ტიგელს აფარებენ პლატინის სახურავს და ათავსებენ
ცივ ელექტროლუმელში*, რომლის ფსკერზე ათავსებენ აზბესტს, რა-
თა არ დაქუქყიანდეს ღუმელი გამღვალი მასის ტიგელიდან ამოფრქვე-
ვის შემთხვევაში.

ელექტროლუმელს ჩართავენ და იწყებენ ნარევის გაცხელებას მის
სრულ გაღობამდე, რისთვისაც საჭირო არა ნაკლები 1,5—2 საათი
გაცხელების დაწყების მომენტიდან. ტემპერატურას თანდათან უმატე-
ბენ. ამ დროს გამოიყოფა წყლის ორთქლი და CO_2 , რომელიც შთან-
თქმულია ნიადაგის მიერ და აგრეთვე წარმოიქმნება ნიადაგის ორგა-
ნული ნიეთიერების დაწვის დროს.

ღლობა იწყება დაახლოებით 800° , მთავრდება 1000° ტემპერატუ-
რაზე და თან სდევს CO_2 -ის უხვად გამოყოფა. CO_2 გამოიყოფა ნახ-
შირმეყაე ტუტე მარილების ალუმინსილიკატებთან ურთიერთმოქმე-
დებით. ყოველივე ამის შედეგად ტიგელის შიგთავსი მოცულობაში
იმატებს და თუკი ნარევი დასაწყისში ტიგელის მოცულობის ნახე-
ვარზე მეტი იყო, ის შეიძლება გადმოიღვაროს ტიგელიდან.

* ტიგელი შეიძლება მოვათავსოთ სუსტად გამობარ ღუმელში, მაგრამ, არავითარ
შემთხვევაში არ შეიძლება გაცხელებულ ღუმელში, რადგან ნარევი შეიძლება აპო-
იფრქვას ტიგელიდან წყლის ორთქლისა და გაზის გავლენით, მათი ძლიერი გამოყო-
ფის შედეგად. ამიტომ გაღობის საწყისი სტადია წარმოადგენს ყველაზე საპასუ-
ხისმგებლო მომენტს.

შენდნობის დამთავრების წინ CO₂-ის ბუშტულების გამოყოფა წყდება და თხევადი მასა ტიგელის კედლებიდან ჩაედინება ფსკერზე. შედნობა დამთავრებულად მაშინ ჩაითვლება, როცა ტიგელში მთელი შიგთავსი თხევად მდგომარეობაში გადავა და დუღილს დაიწყებს.

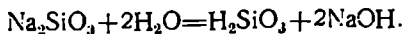
შენდნობის დამთავრების შემდეგ ტიგელს გამოიტანენ ლუმელიდან გრძელი მაშით, რომელსაც პლატინის დაბოლოება აქვს და დადგამენ ლუმელთან ახლოს სუფთა აზბესტზე. ტიგელს ახურავენ სახურავს და აცივებენ 5 — 6 წუთის განმავლობაში. შემდეგ ტიგელს ხელახლა დგამენ ლუმელში და აჩერებენ 1 წუთის განმავლობაში, რათა გადნეს ტიგელის კედლებზე გაცივებული მასა. ასეთ ხანმოკლე გაცივებას და გაცხელებას იმეორებენ ორჯერ, რის შემდეგ შენდნობი გადმოაქვთ ტიგელიდან შემდეგნაირად: თავდახურულ ტიგელს ჩადგამენ ფაიფურის ჯამი, რომელშიც გამოხდილი წყალია ჩასხმული (წყლის დონე ტიგელის 3/4 სიმაღლეზე უნდა იყოს). ასეთნაირად გაცივებული შენდნობი ტიგელს ადვილად სცილდება.

შენდნობის გაბუთიანება წყლით და კარბონატების დაშლა მჟავით

გაცივების შემდეგ შენდნობს ამუშავებენ წყლით, რათა ხსნარში გადაიყვანონ ნახშირმჟავა კალციუმისა და ნატრიუმის ჰარბი რაოდენობა და გაღობის შედეგად წარმოქმნილი ხსნადი შენაერთები. შენდნობის გატუტიანებისას ხშირად ამჩნევენ, რომ ტიგელის შიგა ზედაპირი შენდნობის ზემოთ დაფარულია მუქი — ყავისფერი ნაფიფქით: ტიგელის შიგა კედლებზე მუქი ნაფიფქი ჩვეულებრივ წარმოიქმნება რკინის ქვეყანგით მდიდარი ნიადაგების შეღობის დროს. ასეთი ნაფიფქი შეიძლება წარმოიქმნას აგრეთვე გადნობის პროცესში რკინის უანგის აღდგენისას, რომელსაც ადგილი აქვს ზედმეტად მაღალი ტემპერატურის შემთხვევაში ან კიდევ თუკი ტიგელი მუფელში მოთავსებული იყო ძალზე დიდხანს.

თუკი ასეთი ნაფიფქი არსებობს ტიგელის კედლებზე, მაშინ, შენდნობის გატუტიანების შემდეგ, საჭიროა ტიგელი წამოვადულოთ: 1:1-თან განზავებულ მარილმჟავაში და ეს მჟავა ხსნარი შენდნობს შევეურთოთ ფაიფურის ჯამში; ჯამი თავდახურული უნდა იყოს მინის ხუფით, რათა თავიდან ავიცილოთ გაშხეფვის შედეგად შენდნობის დანაკარგი.

შენდნობის წყლით დამუშავებისას მიმდინარეობს მეტასილიციუმმჟავას ნატრიუმის მარილის დაშლა სილიციუმმჟავას თეთრი გელის გამოყოფით:



შენადნობის გატუტიანებისას ტიგელში წყალს ამატებენ მცირე ულუფებით, ისე რომ ხსნარის რაოდენობა ჯამში მისი მოცულობის ნახევარზე მეტი არ იყოს, რადგან ხსნარის მცირე მოცულობის შემთხვევაში ჩქარდება აორთქლების თანმიმდევრული პროცესი. ტიგელის კედლებზე შენადნობის ნარჩენებს აცლიან მინის წკირით და ამატებენ ფაიფურის ჯამში ხსნარს.

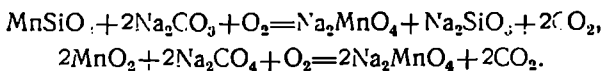
მას შემდეგ, რაც შენადნობს მთლიანად გადაიტანენ ფაიფურის ჯამში, მიმართავენ კარბონატების დაშლას მარილის მქავეთ. რადგანაც, მქავესთან ნახშირმქავეა მარილების ურთიერთმოქმედებისას ადგილი აქვს CO₂-ის ძლიერ გამოყოფას, რასაც თან სდევს ხსნარის გაშხეფება, ამ ოპერაციას აუცილებლად ატარებენ მინის ხუფით თავდახურულ ჯამში.

ჯამს ახურავენ მინის ხუფს, ერთ მხარეზე ოდნავ ასწევენ მინას და ჯამის კედელს ფრთხილად ჩააყოლებენ 20 მლ კონცენტრირებულ HCl (კუთ. წ. 1,19), რის შედეგად ჯამში წარმოიქმნება დაახლოებით 1:1-თან განზავებული მარილმქავეა.

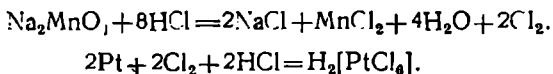
მინის ქვეშ ხსნარს კარგად შეურევენ წკირით და აკვირდებიან ჯამის შიგთავსის ფერის შეცვლას: კარბონატების ქლორიდებში გადასვლის ზომის მიხედვით ხსნარი ღებულობს ყვითელ ფერს, რაც გამოწვეულია რკინის ქლორიდის წარმოქმნით, ეს უქანასკნელი კი მაჩვენებელია იმისა, რომ ხსნარს აქვს მქავე რეაქცია.

შენადნობისაგან ტიგელის განსათავისუფლებლად მას რამდენიმეჯერ გამოავლენენ 1:1-თან განზავებულ მარილმქავეს. რომელსაც გადაიტანენ იმავე ფაიფურის ჯამში. ოღონდ, საჭიროა, მხედველობაში იქნას მიღებული, რომ იმ შემთხვევაში, თუ შენადნობი ძლიერ არის შეფერილი მწვანედ, მაშინ პლატინის ტიგელში HCl-ის ჩასხმა არ შეიძლება.

შენადნობის მწვანე ფერი განპირობებულია მასში მანგანუმის მქავეს მარილების შემცველობით, რომელიც წარმოიქმნება ორი და ოთხვალენტიანი მანგანუმის დაქანგვისას შემდეგი ტოლობით:



მანგანუმის მქავეს მარილების ურთიერთმოქმედებით მარილმქავესთან გამოიყოფა თავისუფალი ქლორი, რომელიც ხსნის პლატინას ხსნადი პლატინქლორწყალბადის მქავეს წარმოქმნის შემდეგად:



ამიტომ, ინტენსიური მწვანე ფერის შენადნობის ნაშთი პლატინის ქურჭელში უნდა გაიხსნას არა მარილის, არამედ აზოტის მქავეთ.

შენადნობის გახსნის დაჩქარებისათვის ფაიფურის ჯამს დგამენ წყლის აბაზანაზე. დროთა განმავლობაში შენადნობის პატარა მკვირი ნაწილებს ამტვრევენ მინის წკირით, რომელიც მთელი ხნის განმავლობაში მოთავსებული იქნება ჯამში. რადგან შენადნობის მკვირი ნაწილების დამტვრევისას გამოიყოფა CO_2 , ჯამი ყოველთვის თავდახურული უნდა იყოს მინით, რათა ავიცილოთ გაშხეფვის შემთხვევაში დანაკარგი.

ხსნარის ფერის შეცვლა და აირის ბუშტულების გამოყოფის შეწყვეტა იმის მაჩვენებელია, რომ ნახშირმჟავა მარილები მთლიანად დაიშალა. ამის შემდეგ იღებენ საფარ მინას, ჩარეცხავენ მას ჯამში გამობდილი წყლით და აორთქლებენ ხსნარს თავლია მდგომარეობაში წყლის აბაზანაზე.

ს ა ქ ი რ ო რ ე ა ქ ტ ი ვ ე ბ ი: 1. HCl (კუთ. წ. 1,19). ქიმიურად სუფთა, რომელიც არ შეიცავს რკინას; რკინის შემცველობაზე ცდას ატარებენ შემდეგნაირად. იღებენ 1 — 2 მლ HCl (კუთ. წ. 1,19), განაზავებენ 5 მლ გამობდილი წყლით და ამატებენ 1 მლ 10%-იან ამონიუმის ან კალიუმის როდანიდის ხსნარს, ხსნარის წითელი ან ვარდისფერი შეფერვა მიუთითებს მჟავაში რკინის არსებობაზე.

რკინით დანაგვიანების შემთხვევაში მჟავას ასუფთავებენ გადადენით. მარილის მჟავას გადასადენი აპარატი დამზადებული უნდა იყოს მინის მილესილი საცობით. კონცენტრირებული მარილის მჟავას გაცხელებისას თავდაპირველად გადაიდენება HCl წყლის მცირე რაოდენობით, ხოლო 110° ტემპერატურაზე კი გადაიდენება ნარევი, რომელშიც ქარბოზს წყალი. რადგან კონცენტრული HCl გადადენის დროს ძლიერ „ბოლავს“, გადადენიან განზავებულ HCl , კონცენტრულ მჟავაზე თანაბარი მოცულობის წყლის დამატებით.

განზავებული მარილის მჟავა შეიძლება გადაიდენოს კორპის საცობიან (მაგრამ არა კაუჩუკის) კოლბში, ამ შემთხვევაშიც კარგია მილესილთაფიანი კოლბის გამოყენება. კოლბა უნდა იყოს აუცილებლად ცეცხლგამძლე მინისგან დამზადებული. თანაბარი დუღილისათვის კოლბში აგდებენ მინის პატარა კაპილარებს, რომელთაც ერთი თავი შედუღებული აქვთ. მჟავას ათავსებენ კოლბში, მისი მოცულობის $\frac{2}{3}$ -მდე. გადადენის მიხედვით, კოლბში ამატებენ მჟავას ახალ ულუფას, ყურადღება უნდა მიექცეს, რომ კოლბში არ დარჩეს მცირე რაოდენობით ხსნარი. გოგირდის მჟავას შესაბოჯად, რომელიც შეიძლება აღმოჩნდეს მარილმჟავაში როგორც მინარევი, გადასადენ მჟავაში ამატებენ ქიმიურად სუფთა NaCl 0,5 გ/ლ რაოდენობით.

გადადენილი HCl -ის კონცენტრაცია არ აღემატება 20,23%. HCl -ის შემცველობას ადგენენ მისი კუთრი წონის მიხედვით (დანართში მე-7 ცხრილის გამოყენებით). დაახლოებით HCl -ის შემცველობა ხსნარში

შეიძლება გავიანგარიშოთ კუთრი წონის სიდიდის მეათედი და მეასედი მაჩვენებლის (მძიმის შემდეგ ორი რიცხვი) გამრავლებით 2-ზე. მაგალითად, HCl-ის კუთრი წონა არის 1,11, ამ ხსნარში HCl-ის შემცველობა კი ტოლია $11 \times 2 = 22\%$. მარილწყავის გადაღენა წარმოებს ამწოვ კარადაში.

2. განზავებული HCl 1:1; რომელიც მომზადებულია რკინაზე შემოწმებული კონცენტრირებული მარილწყავასაგან. ეს განზავებული მყავა შეიცავს 20% HCl.

SiO₂-ის განსაზღვრა

ნიადაგის ზედაპირულ ფენაში SiO₂-ის საერთო შემცველობა მერყეობს 43 — 80%-ის ფარგლებში*. ქვიშნარ ეწერებში კი მისი შემცველობა შეიძლება 97%-მდე აღწევდეს**.

ნიადაგის პროფილის მიხედვით SiO₂-ის განაწილება თავისებურია ყოველი ტიპის ნიადაგისათვის და ახასიათებს ნიადაგწარმოქმნის პროცესს. SiO₂-ის დიდი რაოდენობით დაგროვება ნიადაგში აიხსნება ბუნებრივ პირობებში სილიციუმის შენაერთების ფართო გავრცელებით, ისინი შედიან მარტივი და რთული სილიკატების, ნიადაგის მეორადი მინერალებისა და თიხის შედგენილობაში. სილიციუმი ნიადაგში ვროვდება კვარცისა და ამორფული სილიციუმწყავას სახით, აგრეთვე ნიადაგის მეორადი მინერალების სახით. სილიციუმის დაგროვება დაკავშირებულია მთის ქანებისა და მინერალების გამოფიტვის პროცესებთან, გარდა ამისა, უმაღლესი და უდაბლესი მცენარეების ცხოველყოფილობასთან.

სილიციუმის დიდი რაოდენობით შემცველობისას განსაზღვრას აწარმოებენ წონითი მეთოდით (HCl — ეელატინის ან მარილწყავით). სილიციუმის მცირე რაოდენობას კი განსაზღვრავენ კოლორიმეტრული მეთოდით.

სილიციუმისაგან გამოყოფის HCl — ჟალატინის მეთოდი

ნატრიუმის სილიკატის მარილწყავასთან ურთიერთმოქმედებისას შიმდინარეობს. თავისუფალი მეტასილიციუმის მყავას გამოყოფა ხსნარში: $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SiO}_3$, რომელიც გადაღის ხსნარში და შედგება სილიციუმის მყავას უარყოფითად დამუხტული შიცილასაგან.

* SiO₂-ის და სხვა ქანგეულების შემცველობა ნიადაგის ზედაპირულ ფენაში მოცემულია მოსკოვის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ნიადაგმცოდნეობის მუზეუმის მასალების მიხედვით.

** Н. П. Ремезов. Почвы, их свойства и распространение. М., Учен.-гиз, 1952.

რამდენადაც ამ მიცელას ორმაგ ელექტრულ შრეში მოპირისპირე იონის სახით H^+ -იონი იმყოფება, მარილის მყავას მიმატება იწვევს იონური წონასწორობის დარღვევას და კოლოიდური ნაწილაკების კოაგულაციას სილიციუმის მყავას $SiO_2 \cdot nH_2O$ გელის წარმოქმნით, რომელიც ილექება ჯამის ძირზე თეთრი ნალექის სახით. კოაგულაცია უფრო სრული იქნება ელკატინის ხსნარის თანაარსებობისას, რომელიც ძლიერ მყავე არეს პირობებში შედგება ამ ნივთიერების დადებითად დამუხტული კოლოიდური ნაწილაკისაგან.

ელკატინს აქვს მყავე (კარბოქსილის) და ფუძე (ამინო) ჯგუფები და ამიტომ ითვლება ამფოტერულ კოლოიდად. მყავე არეში, ის ფლობს დადებით მუხტს. ელკატინის დადებითად დამუხტული ჰიდროფილური ნაწილაკების სილიციუმის მყავას უარყოფითად დამუხტულ ჰიდროფობურ ნაწილაკებთან ურთიერთმოქმედებისას მიმდინარეობს მუხტების განეიტრალება, რომელიც იწვევს ხსნარიდან სილიციუმის მყავას კოაგულაციას და გელის სრულ გამოყოფას. ხსნარიდან სილიციუმის მყავას გამოყოფისათვის ელკატინი პირველად გამოიყენა კ. მ. ტიმოფეუკმა (1933), რის შემდეგ მისი მოქმედება შემოწმებული იყო სილიციუმის მყავას შემცველობის განსაზღვრისას სხვადასხვა ობიექტებში. ამჟამად ის ხერხი ითვლება ძირითად მეთოდად ნიადაგის მთლიანი ქიმიური ანალიზის დროს სილიციუმის მყავას გამოსაყოფად ხსნარიდან.

ანალიზის მსვლელობა. ფაიფურის ჯამში არსებული შენადნობის მარილმყავე ხსნარს აორთქლებენ წყლის აბაზანაზე ტენიანი მარილების მდგომარეობამდე.

ამატებენ 25 — 30 მლ HCl , (ყუთ. წ. 1,19). HCl შემოწმებულია Fe^{3+} შემცველობაზე, რომლითაც ასველებენ მარილს და ჯამის კიდეს. ჯამის შიგთავსს კარგად ურევენ მინის წკირით, შემდეგ ზემოდან აფარებენ მინას და დგამენ ცხელ აბაზანაზე 10 წუთის განმავლობაში (მაგრამ არა აღუღებულზე), რათა ხსნარი გაცხელდეს $50 - 70^\circ$ ტემპერატურამდე.

ხსნარს პიპეტის საშუალებით წვეთობით ამატებენ 5 მლ ახლად დამზადებულ 1%-იან ელკატინის ხსნარს; ელკატინის ყოველი წვეთის დამატების შემდეგ ხსნარს ენერგიულად ურევენ წკირის წრიული მოძრაობით. კვლავ ახურავენ ჯამს მინას და დგამენ ცხელ (არა აღუღებულ) აბაზანაზე 5 — 10 წუთით ელკატინის მთლიანი ურთიერთმოქმედებისათვის სილიციუმის მყავასთან. შემდეგ ჯამში ამატებენ 25 — 30 მლ ცხელ გამოხდილ წყალს (ე. ი. დალექვისათვის შეტანილი კონცენტრირებული HCl -ის მოცულობის თანაბარ რაოდენობას), რათა შეამცირონ ხსნარის მყავიანობა გაფილტვრის წინ.

ჯამის შიგთავსს კარგად ურევენ, რათა მარილი მთლიანად გაიხსნას, 5 — 8 წუთი აჩერებენ აბაზანაზე გელის დასალექად და ახდენენ ხსნარის დეკანტაციას თეთრი ზახვევიანი ფილტრით, სწრაფმფილტრავი ძაბრის გამოყენებით.

ნიადაგის 1,000 გ წონაკის დროს $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ -ს ნალექს ხსნარიდან გამოყოფენ 11 სმ დიამეტრის მქონე ფილტრის გამოყენებით. მცირე წონაკის შემთხვევაში კი ნალექს ფილტრავენ 9 სმ დიამეტრის მქონე ფილტრით.

ფილტრატს და ჩამრეცხ წყალს აგროვებენ 200 — 250 მლ მოცულობის საზომ კოლბში. ნალექი გადააქვთ ფილტრზე 1% HCl -ის ხსნარით, რომელსაც რამდენჯერმე გამოავლებენ ჯამს. ჯამს კარგად ასუფთავებენ სილიციუმის მქაევას პატარა ნაწილაკებისგან უნაცრო ფილტრის ქაღალდით. მათ გადაიტანენ ძაბრზე.

ფილტრზე, სილიციუმის მქაევას ნალექს 5 — 6-ჯერ ჩარეცხავენ 1% HCl -ის ხსნარით, რის შემდეგ ძაბრიდან გამოძვეალ ფილტრატში ამოწმებენ 3 ვალენტოვანი რკინის არსებობას.

კონტროლს Fe^{3+} -ზე ატარებენ შემდეგნაირად: ძაბრის ქვეშ ათავსებენ სინჯარას და აგროვებენ ~2 მლ ფილტრატს. მას ამატებენ 2 — 3 წვეთ როდანიდის (კალიუმის, ნატრიუმის ან ამონიუმის) 10%-იან ხსნარს და სინჯარის შიგთავსს კარგად შეურევენ წრიული მოძრაობით. მქავე ხსნარში Fe^{3+} თანაარსებობისას მიიღება წითელი შეფერვა, რაც გამოწვეულია ამ დროს წარმოქმნილი რკინის როდანიდის $[\text{Fe}(\text{SCN})_3]$ კომპლექსისაგან.

წვეთით სინჯს რკინის როდანიდზე ასრულებენ ისე, რომ ფაიფურის ჯამში აგროვებენ ძაბრიდან ჩამონადენი ფილტრატის რამდენიმე წვეთს და ამატებენ როდანიდის ხსნარის წვეთს. Fe^{3+} -ის რეაქცია როდანიდთან იმდენად მგრძობიარეა, რომ რკინისყანგის ძალზე მცირე რაოდენობაც კი (0,0001 მგ/მლ, ე. ი. 10^{-7} გ/მლ) ხსნარს აძლევს სუსტ-ვარდისფერს.

მქავე არეს და როდანიდის სიჭარბის პირობებში თუკი ხსნარი არ შეიფერა, ეს იმის მაჩვენებელია, რომ რკინა და მამასაღამე, სხვა მინარეგებიც მოცილებულია ნალექისაგან.

მინარეგებისაგან გარეცხილ ნალექს 2 — 3-ჯერ რეცხავენ ცხელი წყლით, რათა მოაცილონ HCl , აშრობენ ჰაერზე, ათავსებენ მუდმივ წონამდე მიყვანილ ტიგელში, დგამენ ამწოვ კარადაში მოთავსებულ ცივ მუფელში და აწრთობენ $1000\text{—}1200^\circ$ ტემპერატურაზე მუდმივ წონამდე (ცხრილი 15).

ტემპერატურა და ზოგიერთი ნალექის გამოწრობის ხანგრძლივობა

ნალექი	გამოწრობის ტემპერატურა	გამოწრობის ხანგრძლივობა წუთებში		გამომწვარი ნაშთის თვისება
		პირველი	მეორე	
SiO ₂	1000—1200	60—90	30—40	ჰიგროსკოპული
Al ₂ O ₃	1000—1200	40—60	30—40	"
R ₂ O ₃	900—1100	30—40	20—30	"
Fe ₂ O ₃	850—900	30—40	15—20	არა ჰიგროსკოპული
Mg ₂ P ₂ O ₇	850—900	15—30	25—20	"
BaSO ₄	700—750	25—30	15 20	"

სილიციუმის შემცველობას SiO₂-ის სახით ანგარიშობენ ფორმულაში $\frac{a \cdot 100}{r} = \text{SiO}_2\%$, სადაც a—არის SiO₂-ის გამოწრობილი ნაშთის წონა.

r — შენადნობის მოსამზადებლად აღებული ნიადაგის წონა 100 — 105°-ზე გამომშრალზე გადაანგარიშებით.

გამოანგარიშების მაგალითი: კალიუმისა და ნატრიუმის ნახშირმყევა მარილებით შენადნობის მოსამზადებლად აღებულია 1,0623 გ ჰერ-მშრალი ნიადაგი. ჰიგროსკოპული წყლის შემცველობა ამ ნიადაგში ტოლია 3,05%. წყლის ასეთი რაოდენობის შემთხვევაში მშრალი წონა, ე. ი. 100 — 105° ტემპერატურის პირობებში გამომშრალი ნიადაგის წონა ტოლი იქნება 1,0308 გ. SiO₂-ის გამოწრობილი ნალექი იწონის 0,7964 გ (საკონტროლო ცდის მაჩვენებლის გამოკლებით). მაშასადამე, მოცემული ნიადაგი შეიცავს $\frac{0,7964 \cdot 100}{1,0308} = 77,26 \text{ SiO}_2\%$. თუკი საჭიროა SiO₂-ის გამოწრობილი ნა-

ლექის შემოწმება მინარევების შემცველობაზე, მაშინ ნალექის გამოწრობას აწარმოებენ პლატინის ტიგელში.

საკირო რეაქტივები: 1. HCl. კუთ. წ. 1,19, რომელიც არ შეიცავს რკინას. რკინის შემცველობაზე საკონტროლო ცდა აღწერილია 76-ე გვერდზე.

2. ელატინის 1%-იანი ხსნარი. 70°-მდე გაცხელებულ 100 მლ გამოხდილ წყალს, ამატებენ 1 გ წვრილად დაჭრილ ელატინს. დგამენ წყლის აბაზანაზე და აყოვნებენ მასზე მანამ, სანამ ელატინი მთლიანად არ გაიხსნება. დროთა განმავლობაში ხსნარს მსუბუქად შეანჯღრევენ. ტემპერატურა არ უნდა აიწიოს 70°-ზე ზევით, რადგან ელატინი დაკარგავს თავის მკოაგულირებელ უნარს. ელატინის ხსნარი მუშაობისათვის ვარგისია 2 — 3 დღის განმავლობაში, მაგრამ უკეთე-

სია ახლადმოშობადებული ხსნარით სარგებლობა. თუკი ხსნარი შეს-
ქელდება, მაშინ კურკლიანად მას მოათავსებენ 70°-მდე გაცხელე-
ბულ წყალში.

კალციუმის შემცველობაზე ეელატინის შესამოწმებლად ამ ხსნა-
რის 10 მლ-ს ათავსებენ 250 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში, გა-
ნაზავებენ გამოხდილი წყლით 100-მდე და Ca-ის განსაზღვრას აწარ-
მოებენ ფლუორექსონის მიხედვით. დატიტერას აწარმოებენ 0,01 M
კომპლექსონ III-ის ხსნარით. ეელატინის შესწორება CaO-ზე ანგა-
რიშობენ ფორმულით:



3. HCl-ის 1%-იანი ხსნარი. იღებენ 22,6 მლ HCl კუთ. წ. 1,19
(რკინაზე შემოწმებულს) და ანზავებენ გამოხდილი წყლით 1 ლიტ-
რამდე.

4. როდანიდის 10%-იანი ხსნარი. წონიან 10 გ KSCN ან NH₄SCN
და ხსნიან დაახლოებით 50 მლ გამოხდილ წყალში და შემდეგ მიჰყავთ
ხსნარი 100 მლ მოცულობამდე, ინახვენ ფერად კურკელში.

სილიციუმისა და მარილმჟავას მეთოდი

ხსნარიდან სილიციუმის მჟავას გამოყოფის წინ აწარმოებენ მის
პოლიმერიზაციას მჟავე ხსნარის აორთქლებით ამოშრობამდე და შემ-
დეგ ამ მჟავის უარყოფითად დამუხტული კოლოიდური ნაწილაკების
კოაგულაციას ატარებენ მარილმჟავას დადებითად დამუხტული H-იო-
ნებით.

რამდენადაც, ამ შემთხვევაში, ხსნარიდან სილიციუმმჟავას მთლი-
ანი გამოყოფა არ ხერხდება, ფილტრატს SiO₂·nH₂O-ს პირველი გა-
მოყოფის შემდეგ მეორედ აორთქლებენ ამოშრობამდე და იმეორებენ
დალექვას. სილიციუმის მჟავას პირველი და მეორე დალექვის შემდეგ
ნალექს ათავსებენ ერთ ტიგელში და აწარმოებენ გამოწრობას, მა-
ღალ ტემპერატურაზე. გამომწვარ ნაშთში სილიციუმის ორჟანგის
შემცველობის მიხედვით ანგარიშობენ სილიკატების შემცველობას
ნიადაგში.

სილიციუმმჟავას ორჯერადი გამოყოფა, ხსნარის აორთქლებით ამო-
შრობამდე, მეთოდს ხდის საკმაოდ შრომატევადს. ამიტომ სილიკატე-
ბის განსაზღვრის მარილმჟავა მეთოდი შეიძლება განვიხილოთ, რო-
გორც საკონტროლო და გამოყენებული იქნას მხოლოდ განსაკუთრე-
ბულ შემთხვევაში. ნიადაგში სილიციუმის მჟავას შემცველობის მასი-
ური განსაზღვრისას რეკომენდებულია გამოყენებული იქნას HCl —
ეელატინის მეთოდი.

ე. ნ. ეგოროვას გამოკვლევებმა* უჩვენეს, რომ ხსნარიდან სილიციუმის მჟავას გამოყოფის ყოველი წესის დროს ნაწილი მისი გადის ფილტრში და ილექება ერთნახევარ ჟანგეულებთან ერთად. ამიტომ, ნიადაგში სილიკატების განსაზღვრისას სუსტი შედეგების მიღებისათვის აუცილებელია ერთის მხრივ, SiO_2 -ის გამოწრობილი ნაშთის აისუფთავის შემოწმება და მეორე მხრივ, ერთნახევარი ჟანგეულების ნალექის შემოწმება სილიციუმმჟავას მინარევების შემცველობაზე.

ანალიზის მსვლელობა. მარილის მჟავით შენადნობის გახსნისას ჰილბულ მარილმჟავა ხსნარს ფაიფურის ჯამში აორთქლებენ ადუღებულ წყლის აბაზანაზე ამოშრობამდე. ნაშთს სრესენ მინის წკირით, ასველებენ HCl -ის (კუთ. წ. 1,19) წვეთებით და აორთქლებენ. ასეთ დამუშავებას იმეორებენ ორჯერ, რათა სილიციუმის მჟავას გელი გაუწყლონ ისეთ ხარისხამდე, როცა ის კარგავს უნარს გადავიდეს ნატარში; მაშასადამე, ის კარგავს ფილტრის გავლით ფილტრატში გადასვლის უნარს. ფილტრატი გროვდება საზომ კოლბში.

ხსნარის აორთქლების პროცესში აუცილებელია დავაკვირდეთ, რათა აბაზანა არ დარჩეს უწყლო, რადგან უწყლო აბაზანაზე მშრალი ნაშთის გამოშრობას მიეყავართ რკინის, მაგნიუმისა და სხვა კათიონების სუსტად ხსნადი ფუჭე მარილების წარმოქმნამდე, რომელნიც აბინძურებენ სილიციუმმჟავას ნალექს. ჯამში ტენიანი ნაშთი შეფერილია ნარინჯისფრად, რაც გამოწვეულია რკინის ქლორიდის გავლენით. გამოშრობის ზომის მიხედვით მისი შეფერვა იცვლება და გადადის ყვითელში, რაც დამახასიათებელია ამ მარილის მკირედჰიდრატული ფორმისათვის. გამოშრობას სკირდება 4 — 6 საათი. გამოშრობის დაჩქარებისათვის მარილების ნაშთი პერიოდულად უნდა გავსრისოთ და შეუჩიოთ მინის წკირით.

სილიციუმის მჟავას პირველი დალექვა: გამოშრალ ნაშთს ასხამენ 10 მლ HCl (კუთ. წ. 1,19), აყოვნებენ 3 — 5 წუთი, რათა მარილმა შეიწოვოს მჟავა, რის შემდეგ ამატებენ 100 მლ გამოხდილ ცხელ წყალს, შეურევენ, ახურავენ მინას (რათა ხსნარი არ აორთქლდეს) და დგამენ წყლის აბაზანაზე 10 — 20 წუთის განმავლობაში მარილების სრულ გახსნამდე.

შემდეგ ხსნარს ფილტრავენ თეთრ სახვევიანი ფილტრით (დიამეტრი 9 — 11 სმ), ჰწრაფმფილტრავე ძაბრის გამოყენებით. ფილტრატს აგროვებენ 300 მლ მოკულობის ქიმიურ ქიქაში. ჯამზე დარჩენილ ნალექს 2 — 3 ჯერ რეცხავენ მარილმჟავას 1%-იანი ცხელი ხსნარით. ნალექს რეცხავენ რა დეკანტაციის წესით, ის თანდათან გადააქვთ ფილტრზე.

* E. N. Egorova. Методы выделения кремневой кислоты и аналитического определения кремнезема. М., Изд-во АН СССР, 1959.

ფილტრზე ჩარეცხვას აგრძელებენ რკინაზე რეაქციის შეწყვეტამდე. პირველი სინჯი Fe^{3+} -ზე საჭიროა გაკეთდეს 5—6-ჯერ გარეცხვის შემდეგ*. ჩარეცხვისას აუცილებელია ფილტრის კიდევები კარგად ჩაირეცხოს აღსორბირებული მარილებისაგან; მას შემდეგ რაც რკინა ჩარეცხილია, ნალექს 2-ჯერ გარეცხავენ გამოხდილი ცხელი წყლით, რათა მოაშორონ მარილმჟავა.

ფილტრზე ნალექის გადატანის შემდეგ ჯამის კედლებზე და ძირზე რჩება სილიციუმის ორჟანგის თხელი თეთრი ფხვნილი. სილიციუმმჟავას პირველი გამოყოფის დროს ამ ნალექის სახეობით მოცილება არ არის საჭირო, რადგან ფილტრატი და ჩარეცხილი წყალი განმეორებით ამ ჯამზე იქნება აორთქლებული.

დაგროვების მიხედვით ფილტრატს თანდათან გადაიტანენ განთავისუფლებულ ჯამზე და სილიციუმის მჟავას ხელმეორედ დალექვისათვის** ხელახლად აორთქლებენ წყლის აბაზანაზე ამოშრობამდე. მშრალ ნაშთს ამუშავებენ HCl -ით (კუთ. წ. 1,19) 2—3-ჯერ, შემდეგ აშრობენ HCl -ის სუნის დაკარგვამდე.

სილიციუმის მჟავას მეორე დალექვა. ზემოთ მითითებული დამუშავების შემდეგ მშრალ ნაშთს ამატებენ 5 მლ HCl (კუთ. წ. 1,19) და 50 მლ ცხელ გამოხდილ წყალს. ჯამს ახურავენ მინას და მარილების სრული გახსნისათვის 5—10 წუთით დგამენ ცხელ აბაზანაზე, რის შემდეგ ხსნარს ფილტრავენ 7 სმ დიამეტრის მქონე თეთრ სახვევიანი ფილტრით. სილიციუმმჟავას მეორედ გამოყოფის დროს ფილტრატს აგროვებენ 200—250 მლ, მოკულობის საზომ კოლბში.

ჯამის კედლებსა და ძირზე დარჩენილ სილიციუმორჟანგის ჰიდრატის თეთრ ფხვნილს აგროვებენ უნაცრო ფილტრით, რომელიც შემოხვეულია კაუჩუკის დაბოლოების მქონე მინის წკირზე და შეურევენ ფილტრზე დარჩენილ ნალექთან.

ნალექს რეცხავენ HCl -ის 1%-იანი ცხელი ხსნარით რკინაზე უარყოფითი რეაქციის მიღებამდე (როდანიდის გამოყენებით), ხოლო შემდეგ გამოხდილი ცხელი წყლით (2—3-ჯერ), რათა მოაშორონ HCl . თუკი ფილტრატი აღმოჩნდება მღვრიე, ის გადააქვთ ქიმიურ ჭიქაში, აცხელებენ ადუღებამდე და ფილტრავენ იგივე საზომ კოლბში 7 სმ დიამეტრის მკვრივი უნაცრო ფილტრით (ლურჯ სახვევიანი). თუ ფილტრატი გაცხელების შემდეგ მღვრიე დარჩა, მას გადაიტანენ ფაი-

* Fe^{3+} -ზე სინჯის შეერთება ფილტრატთან არ შეიძლება, რადგან SCN - შეღებავს მთელ ფილტრატს. სინჯი უკეთესია შეგროვდეს პატარა ფაიფურის ჯამში ან ტიგელში, რათა არ დაიკარგოს დიდი რაოდენობით ფილტრატი.

** SiO_2 -ის დიდი რაოდენობით შემცველობისას (97—99%) სილიციუმის მჟავას გამოყოფას იმეორებენ სამჯერ.

ფურის ქაშზე და აორთქლებენ ამოშრობამდე წყლის აბაზანაზე, რის შემდეგ იმეორებენ სილიციუმისმკაფას დალექვას.

სილიციუმის მკაფას პირველი და მეორე გამოყოფის შემდეგ ფილტრებს ნალექიანად ათავსებენ მუდმივ წონაზე მიყვანილ ერთ ტიგელში, დგამენ ცივ მუფელში (ამწოვ კარადაში) ღა აწრთობენ 1000—1200° ტემპერატურაზე მუდმივი წონის მიღებამდე.

SiO₂-ის გამომწვარი (გამოწრთობილი) ნალექი უნდა იყოს სუფთა თეთრი ფერის. ნალექის ყვითელი ფერი შეიძლება გამოწვეული იყოს ტიტანის ან რკინის უხანგის არსებობით. ნალექი ადვილად შთანთქავს ჰაერიდან ტენს, ამიტომ განმეორებითი აწონისას რეკომენდებულია, სასწორის ქაშზე დაეწყოს ტიგელის (ნალექით) წონის შესაბამისი საწონები და მხოლოდ ამის შემდეგ ამოიღონ ექსტრაქტორიდან ტიგელა ასაწონად.

SiO₂-ის გამოსაანგარიშებელი ფორმულა და მისი პროცენტული შემცველობის გაანგარიშების მაგალითი მოცემულია 80-ე გვერდზე.

საკვირო რეაქტივები: 1. HCl კუთ. წ. 1,19. მკაფა შემოწმებული უნდა იქნას რკინის შემცველობაზე (მითითებულია 76-ე გვერდზე).

2. HCl-ის 1%-იანი ხსნარი, როგორც მითითებულია 81-ე გვერდზე.

3. როდანიდის 10%-იანი ხსნარი—იხ. გვ. 81.

SiO₂-ის გამოწრთობილი (გამომწვარი) ნალექის შემოწმება მინარეების შემცველობაზე.

სილიციუმის მკაფას გელს თაგისი დიდი ზედაპირის გამო აქვს დიდი ადსორბციული უნარი და ამიტომ მეტ-ნაკლები ხარისხით ყოველთვის დაბინძურებულია ალუმინის, რკინის და ტიტანის მინარეებით. რადგან მათი ქლორიდები ადვილად ჰიდროლიზდება და იძლევიან სუსტად დისორბციურებულ ფიქვი მარილებს, რომელნიც გამოწვის (გამოწრთობის) დროს გადადიან უანგეულებში და აბინძურებენ SiO₂-ის ნალექს. ამიტომ სილიციუმის ორუხანგის ნალექის წონა რამდენადღე მოპატებულია და საჭიროა განსაკუთრებული ზუსტი ანალიზის შემთხვევაში შესწორების შეტანა მინარეების შემცველობაზე.

მინარეებს საზღვრავენ შემდეგნაირად: პლატინის ტიგელში გამოწრთობილ (გამომწვარ) და აწონილ SiO₂ ნალექს ასეველებენ რამდენიმე წვეთი გამოხდილი წყლით, რომელსაც ფრთხილად ასხამენ ტიგელის კედელზე ჩაყოლებით, რათა არ ამტვერდეს ნალექი. ამის შემდეგ ნალექს ასველებენ 5—6 წვეთი H₂SO₄ (1:1) და ასხამენ 5—10 მლ (ნალექის სიდიდისაგან დამოკიდებულებით) ფტორწყალბადის მკაფას.

ყველა მანკულაციას ფტორწყალბადის მკაფით ატარებენ ამწოვ კარადაში რეზინის ხელთათმანებით და დამცველი სათვალებით !!

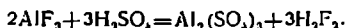
ტიგელს დგამენ სუსტად გაიხლებულ ელექტროქურაზე და ახურავენ პლატინის სახურავს; ხოლო როცა ტიგელის შიგთაგის გაიხსნება და გახდება გამჭირვალე, სახურავს ააღიან და გადაიტანენ ფაიფურის ქაშში. რომელშიც წინასწარ მოთავსებულია და სინათლის მდნობელი ტიგელის შიგთაგის ფრთხილად აორ-

* „Церезин“-ი მიიღება მინერალი ქანციკილისაგან. მისი 95—98% H₂SO₄-ით დამუშავებით, 220° ტემპერატურაზე კირით შემდგომი განეიტრალება გზით. ქანციკილის ელემენტარული შემადგენლობა ასეთია: ნახშირბადი 84—86%, წყალბადი 13.5—15%.

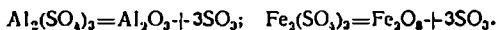
თქლებენ H_2F_2 -ის მოსაცილებლად, ხსნარი არ მიჰყავთ ადუღებამდე. სილიციუმის ორჯანგის H_2F_2 -თან ურთიერთმოქმედების დროს წარმოიქმნება აქროლადი და ოთხ-უტორიანი სილიციუმი: $SiO_2 + 2H_2F_2 = SiF_4 + 2H_2O$.

რადგან ფტორწყალბადის მჟავა ღულს დაბალ ტემპერატურაზე, და მაშასადამე, გაცხელების დროს მისი ვარკვეული რაოდენობა იკარგება სილიციუმის მჟავას ჰარბი ნალექის შემთხვევაში ხშირად საჭირო ხდება H_2F_2 -ის მეორედ დაშტება ტაგელში. რათა მთლიანად იქნას მოცილებული სილიციუმი. მკირე ნალექს შემთხვევაში კი, პირიქით, რეკომენდებულია H_2SO_4 -ის დამატება რამდენადღე მკტი რაოდენობით, რათა უზრუნველყვით ყველა მინარევების გადაყვანა სულფატებში.

როდესაც SiF_4 და H_2F_2 მთლიანად მოშორებულია და ტიგელში დარჩენილია მხოლოდ გოგირდის მჟავა, გაცხელებას თანდათან აძლიერებენ (ყურადღება უნდა მიექცეს, რომ არ მოხდეს სითხის გაშხეება), და ხსნარს აორთქლებენ SO_2 -ის სქე-ლი, თეთრი ორთქლის გამოყოფის შეწყვეტამდე. მაღალ ტემპერატურაზე გაცხელე-ბა ხელს უწყობს ალუმინის, რკინის და ტიტანის ფტორიდების გარდაქმნას სულ-ფატებში:



H_2SO_4 -ის მოცილების შემდეგ ტიგელს ნაშით აწრობენ $900-1000^\circ$ ტემპერა-ტურაზე $5-10$ წუთის განმავლობაში, აცივებენ ექსიკატორში და წონიან. გამოწრო-ბას იმეორებენ მუდმივი წონის მიღებამდე. გამოწრობისას სულფატები გადადიან ეანგეულებში, რომლის სახითაც აიწონებიან ისინი:



სილიციუმის ორჯანგის ნალექს H_2F_2 და H_2SO_4 -ით დამუშავებამდე და დამუშა-ვების შემდეგ ტიგელის წონის სხვაობით იგებენ SiO_2 -ის სუფთა წონას. SiO_2 -ის მიღებულ წონას შემდეგში საჭიროა დაემატოს სილიციუმის ორჯანგის წონა, რომელიც გამოყოფილია ერთნახევარი ეანგეულების ნალექისაგან.

აწონილ ნაშთს, რომელიც მიღებულია შემოწმების დროს, აღნობენ 1 გ კალიუმის პიროსულფატთან ან უწყლო ზოდანთან. შენადნობს გაატუტრანებენ წყლით, ტიგელს გამოავლებენ შემდეგ HCl ($1:1$) და ხსნარს შეაერთებენ სილიციუმის მჟავა მოცი-ლებულ ფილტრატთან.

რეაქტივები: 1 . ფტორწყალბადის მჟავას $H_2F_2-40\%$ -იანი ხსნარი, ანალუ-ზისათვის სუფთა H_2F_2 -ს ამოწმებენ მინარევების შემცველობაზე: 30 მლ H_2F_2 და რამდენიმე წვეთ H_2SO_4 ათავსებენ პლატინის ტიგელში, ფრთხილად აორთქლებენ და წონიან. არააქროლადი ნაშთის წონა 1 მგ-ზე მკტი არ უნდა იყოს. ინახვენ პოლი-ეთილენის ბოთლში.

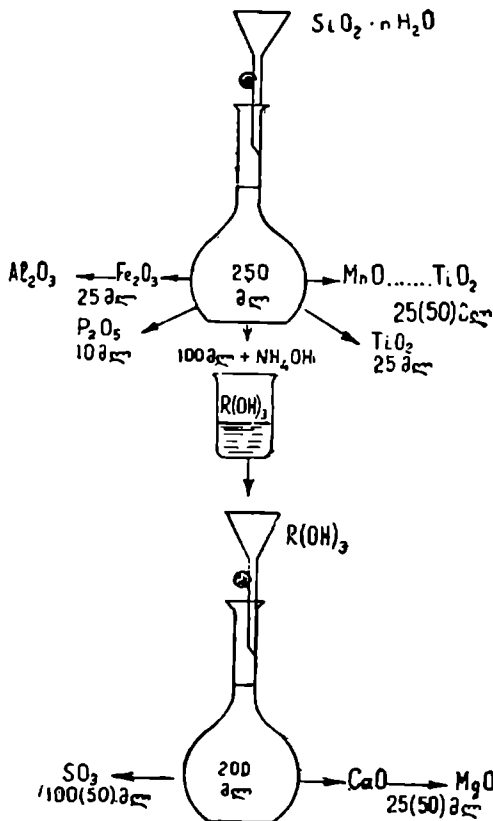
$2. H_2SO_4$ (კუთ. წ. $1,84$) ქიმიურად სუფთა, შემოწმებული რკინაზე.

სილიციუმისა და მოცილებული ფილტრატის ანალიზი

სილიციუმმჟავა მოცილებულ ფილტრატში ჩვეულებრივ საზღვრა-ვენ რკინას, ალუმინს, ტიტანს, მანგანუმს, კალციუმს, მანგნიუმს, გო-გირდს და ფოსფორს.

1 სურათზე წარმოდგენილია ფილტრატის ანალიზის სქემა კალ-ციუმის და მანგნიუმის კომპლექსონომეტრული მეთოდით განსაზღვრის შემთხვევაში. ამ კათიონების განსაზღვრას, ისე როგორც წონითი მე-თოდით გოგირდის განსაზღვრისას, ხელს უშლიან ერთნახევარი ეან-

გეულები. ამიტომ, ერთნახევარი ჟანგეულები აუცილებლად უნდა გამოყუთ ხსნარიდან, ქვემოთ აღწერილი რომელიმე წესის მიხედვით. კალციუმის განსაზღვრის ოქსალატური მეთოდის გამოყენებისას,



სურ. 1. სილიციუმზევა მოცილებული ფილტრატის ანალიზის სქემა.

ფილტრატში Ca^{2+} დალექვის შემდეგ მაგნიუმს საზღვრავენ ფოსფატური მეთოდით.

კალციუმის და მაგნიუმის კომპლექსონომეტრული განსაზღვრის დროს, ფილტრატს, ერთნახევარი ჟანგეულების მოცილების შემდეგ, აგროვებენ საზომ კოლბში. ფილტრატის ერთ ალიქვოტურ ნაწილში საზღვრავენ კალციუმს და მაგნიუმს, ხოლო მეორეში — გოგირდს, თუ

კი ერთნახევარი ქანგეულების გამოყოფა ჩატარებულია ამიაკური მეთოდით.*. ყველა სხვა დანარჩენ ელემენტებს საზღვრავენ ფილტრატის ალიქვოტური ნაწილებიდან, რომელიც თავისუფალია $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ -საგან.

მაშასადამე, სილიციუმმჟავა მოცილებულ ფილტრატში ყველა განსაზღვრება შეიძლება დაიყოს ორ ჯგუფად:

1. ხსნარის ცალკეული ალიქვოტური ნაწილიდან განსაზღვრა სპეციალური რეაქტივების გამოყენებით: R_2O_3 -ის, რკინის, ალუმინის, მანგანუმის, ტიტანის და ფოსფორის განსაზღვრა.

II. ფილტრატის ერთი ალიქვოტური ნაწილიდან თანმიმდევრული განსაზღვრა:



ხსნარის ცალკეულ ალიქვოტურ ნაწილებში განსაზღვრას ის უპირატესობა აქვს, რომ ისინი შეიძლება ჩატარდეს ყოველგვარი თანმიმდევრობით. ჩვეულებრივ თვლიან, რომ სილიციუმმჟავა მოცილებული ფილტრატის ანალიზი ჩატარდეს იმ თანმიმდევრობით, როგორც ეს მითითებულია სახელმძღვანელოში; ერთდროულად ხსნარს ამზადებენ რომელიმე სხვა განსაზღვრისათვის, მაგალითად, მანგანუმის განსაზღვრისათვის ხსნარის ალიქვოტურ ნაწილს აორთქლებენ აბაზანაზე, იმე როგორც ამას მოითხოვს შესაბამისი მეთოდიკა.

ყველა შემთხვევაში აუცილებელია შემდეგი წესების დაცვა: საზომი კოლბიდან პიპეტით ხსნარის ამოღების წინ, საჭიროა ხსნარის კარგად შერევა კოლბის წრიული მოძრაობით, რათა ხსნარი იყოს ერთგვაროვანი კონცენტრაციის მიხედვით.

ანალიზის სქემის მიხედვით ტიტანს საზღვრავენ იმ ალიქვოტური ნაწილიდან, რომელშიც განსაზღვრული იყო მანგანუმი, ან ტიტანს საზღვრავენ სილიციუმმჟავა მოცილებულ ფილტრატის ცალკეულ ალიქვოტურ ნაწილში.

შესაძლოა ტიტანის განსაზღვრის სხვა ვარიანტი: ერთნახევარი ქანგეულების გამომწვარი და აწონილი ნალექი გადაჰყავთ ხსნარში პლატინის ტიგელში გაღნობით, $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_7$ და მჟავე გოგირდმჟავა კალიუმის თანაარსებობით. მიღებულ ხსნარში საზღვრავენ ტიტანს. ამ ხსნარში შეიძლება განისაზღვროს აგრეთვე რკინა და ალუმინი.

* უროტროპინით $\text{R}(\text{OH})_3$ -ის გამოყოფისას ფილტრატში შეიძლება განისაზღვროს მხოლოდ კალციუმი და მანგიუმი. გოგირდისათვის უნდა ავიღოთ სხვა ალიქვოტური ნაწილი და მათგან გამოვეყოთ ერთნახევარი ქანგეულები ამიაკური მეთოდით.

ერთნახევარი ჟანგულები * Al_2O_3 და Fe_2O_3 ნიადაგში რაოდენობრივი შემცველობის მიხედვით SiO_2 -ის შემდეგ მეორე ადგილზე დგანან; რადგანაც ალუმოსილიკატები, ფეროსილიკატები და ალუმოფეროსილიკატები მნიშვნელოვნად გავრცელებულნი არიან ლედაშიწის ქერქში.

ერთნახევარი ჟანგულების R_2O_3 ჯამის განსაზღვრა საშუალებას გვაძლევს დავადგინოთ მათი გავრცელება ნიადაგის პროფილის მიხედვით და გამოვავლინოთ (სხვა მაჩვენებლების გათვალისწინებით) ნიადაგწარმოქმნის პროცესის მიმართულება, აგრეთვე მივიღოთ მონაცემები ალუმინის შემცველობაზე, თუკი მის შემცველობას პოულობენ სხვაობის მიხედვით.

ერთნახევარი ჟანგულები შეიძლება გამოიყოს ხსნარიდან სამი წესით: ამიაკური, აცეტატური და უროტროპინის მეთოდით. ამიაკურ მეთოდს იყენებენ არაკარბონატულ ნიადაგებში, ე. ი. როცა R_2O_3 -ის შემცველობა მეტია კალციუმის და მაგნიუმის შემცველობაზე. კარბონატულ ნიადაგებში, აგრეთვე მანგანუმ-რკინის წარმონაქმნებში, რომელშიც MnO -ს შემცველობა 1%-ზე მეტია, რკინის და ალუმინის გამოყოფას ხსნარიდან აწარმოებენ აცეტატური მეთოდით. უროტროპინით გამოყოფენ R_2O_3 , თუ კი გათვალისწინებულია ფილტრატში განისაზღვროს მხოლოდ კალციუმი და მაგნიუმი და ამ განსაზღვრას აწარმოებენ კომპლექსონომეტრული მეთოდით.

ამიაკური მეთოდი მოსახერხებელია იმ მხრივ, რომ ამ შემთხვევაში ფილტრატში შეიძლება განისაზღვროს არა მარტო კალციუმი და მაგნიუმი, არამედ აგრეთვე გოგირდი.

ერთნახევარი ჟანგულების ამიაკით დალექვისას ხსნარიდან გამოიყოფა აგრეთვე Ti, P, Cr, V, Sn, Zn, Be, In და სხვა ელემენტები, ამიტომ გამოთქმა „ერთნახევარი ჟანგულების ჯამი“ ან „ერთნახევარი ჟანგულების ნალექი“ საჭიროა ჩაითვალოს პირობითად. უმჯობესია ამ ნალექს ეწოდოს ჟანგულების შერეული ნალექი.

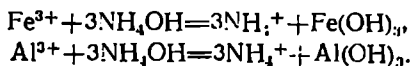
იმ შემთხვევაში, როდესაც ალუმინის შემცველობას პოულობენ სხვაობის მიხედვით, აუცილებელია R_2O_3 -ის გამოწრთობილი ნალექის წონის რაოდენობრივი აღრიცხვა, თუ კი ალუმინს და რკინას საზღვრავენ კომპლექსონომეტრული ან კოლორიმეტრული მეთოდით, $R(OH)_3$ -ის გამოყოფას ხსნარიდან აწარმოებენ მხოლოდ ამ ჰიდროქსიდების გამოყოფის მიზნით კალციუმის, მაგნიუმისა და გოგირდისა-

* Fe_2O_3 და Al_2O_3 ჟანგულებს ერთნახევარს უწოდებენ, იმიტომ, რომ მათში ერთ ატომ რკინაზე და ალუმინზე მოდის ენგბადის ერთნახევარი ატომი.

გან. ამ შემთხვევაში ჰიდროქსიდების ახლად დალექილ და გარეცხილ ნალექს ხსნიან ფილტრზე 5%-იანი გოგირდის ჰეავას ცხელი ხსნარით, ხსნარს აგროვებენ საზომ კოლბში. გაცივების შემდეგ ხსნარი შიპყავთ ნიშანხაზამდე, შეურევენ კარგად და იღებენ ალიქვოტურ ნაწილს ტიტანის, რკინის, ალუმინის და ფოსფორის განსაზღვრისათვის, თუ კი ეს ელემენტები უშუალოდ არ იყო განსაზღვრული იმ ფილტრატის ალიქვოტური ნაწილებიდან, რომელიც მიღებული იყო ხსნარიდან სილიციუმის მჟავას გამოყოფის დროს.

ერთნახევარი მანგანუმის ჯამის განსაზღვრის ამონიაკური მეთოდი

ამონიაკის მეთოდით ერთნახევარი ქანგეულების გამოყოფა ხორციელდება NH_4OH გამოყენებით. ამ დროს Fe^{3+} და Al^{3+} იონები ილექება რკინისა და ალუმინის ჰიდროქსიდების სახით:



ნალექში გამოიყოფა აგრეთვე ფოსფორის მჟავა AlPO_4 და FePO_4 -ის სახით.

ალუმინის და რკინის ჰიდროქსიდების ხსნადობა უმნიშვნელოა, ხოლო გარკვეული pH-ის პირობებში ($\text{Fe}(\text{OH})_3$ —pH—2—5; ხოლო $\text{Al}(\text{OH})_3$ —pH—4,5—6,5) კი ის ნაერთები სრულიად უხსნადია.

ანალიზის მსვლელობა. საზომი კოლბის შიგთავსს (სილიციუმმჟავა მოცილებული ფილტრატი), კარგად შეურევენ პიპეტით ამოიღებენ ალიქვოტურ ნაწილს* — 50—100 მლ-ს და ათავსებენ ქიმიურ ჭიქაში. ხსნარს აცხელებენ თითქმის აღუღებამდე (პირველი ბუშტულების წარმოქმნამდე), ჩამოდგამენ ქურიდან და ანეიტრალებენ ცხელ ხსნარს ამონიუმის ჰიდროქსიდით, 25%-იან NH_4OH ასხამენ წვეთობით; ყოველ მიმატებულ წვეთს ენერგიულად შეურევენ ხსნარს მინის წკირით. როცა ხსნარი აიშლავება, ე. ი. მჟავას ნაწილი განეიტრალებული იქნება, ამატებენ ინდიკატორ მეთილროტის 2 წვეთს და განაგრძობენ ნეიტრალიზაციას NH_4OH -ის უფრო განზავებული (10%-იანი) ხსნარით, რათა არ შევიტანოთ ხსნარში ამიაკის ჭარბი რაოდენობა.

ყოველთვის კარგად შეურევენ ხსნარს ამიაკის ყოველ ახალ მიმატებულ წვეთს; ნეიტრალიზაციას შეწყვეტენ იმ მომენტში, როცა ინდიკატორის წითელი ფერი გადავა ყვითელში.

* ალიქვოტური ნაწილის მოცულობა დამოკიდებულია კალციუმისა და მაგნიუმის შემცველობაზე ხსნარში, რადგან მათ საზღვრავენ ფილტრატში ერთნახევარი ქანგეულების მოცილების შემდეგ.

თუკი რკინის ჰიდროქსიდის მუქი ყავისფერი შეფერვა ხსნარის ფერის შეცვლაზე დაკვირვებას ხელს უშლის, მაშინ ხსნარს ცოტა ხნით დააყოვნებენ და ინდიკატორის ფერს ამოწმებენ ხსნარის ზედა გამჭვირვალე ნაწილში.

მეავე ხსნარის განეიტრალებისას მისი ყვითელი ფერი (ასეთ ფერს განაპირობებს რკინის ქლორიდი) გადადის ყავისფერში, რაც გამომწვეულია რკინის ჰიდროქსიდის კოლოიდური ხსნარის წარმოქმნით. შემდეგ ხსნარი იმდერევა $\text{Fe}(\text{OH})_3$ -ის გელის გაელენით და რკინის დიდი რაოდენობით შემცველობის შემთხვევაში ვახდება მუქი ყომრალი ფერისა.

მეთილროტის შეფერვა იცვლება pH 4,4 — 6,2-ის ინტერვალში. ეს ინტერვალი ახლოა pH-ის იმ სიდიდესთან, რომლის დროსაც ადგილი აქვს ხსნარიდან ალუმინისა და რკინის ჰიდროქსიდების სრულ გამოყოფას.

ამის შემდეგ კიდევ ამატებენ 10%-იანი NH_4OH -ის ხსნარს 2 — 3 წვეთს, რის გამოც ხსნარს ექნება ამონიაკის სუსტი სუნი. ეს იმაზე მიუთითებს, რომ ხსნარში NH_4OH -ის მცირე სიჭარბეა. არ შეიძლება ხსნარში გვეკონდეს NH_4OH -ის დიდი სიჭარბე, რადგანაც ადგილი ექნება ალუმინის გადასვლას ხსნარში.

ჰიდროქსიდების დალექვის დამთავრების შემდეგ ხსნარს აცხელებენ ადუღებამდე, გადმოდგამენ ცეცხლიდან, დააფარებენ საათის მინას, დატოვებენ დალექვამდე, რის შემდეგ ცხელ ხსნარს (არანაკლები 70 — 80° ტემპერატურისა) ფილტრავენ 9 — 11 სმ დიამეტრის წითელ სახვევიან უნაცრო ფილტრში.

ჭიქის ფსკერზე დარჩენილ ნალექს რეცხავენ NH_4NO_3 -ის 1%-იანი ხსნარით 1—2-ჯერ. ამისათვის საჭიროა 1%-იან NH_4NO_3 -ის ხსნარს დამატოს 1 — 2 წვეთი მეთილროტი, რის შემდეგ ხსნარი შეიფერება ყვითლად. თუკი ხსნარი დარჩება წითელი ფერის, მაშინ ამატებენ 1—2 წვეთ ამიაკს, ჩამრეცხი ხსნარი მიიღებს ყვითელ ფერს.

ნალექს მთლიანად გადაიტანენ რა ფილტრზე, ჩარეცხავენ 1%-იანი NH_4OH -ის ცხელი ხსნარით Cl^- -ის მოშორებამდე. ქლორის შემოწმებას აწარმოებენ 8 — 10 ჯერადი ჩარეცხვის შემდეგ: ძაბრის ქვემოთ შეუდგამენ სუფთა სინჯარას, აგროვებენ 1 — 2 მლ ფილტრატს, ამატებენ ~ 1 მლ კონცენტრულ HNO_3 , რათა ძლიერ შემყავდეს ხსნარი, რის შემდეგ ამატებენ 2 — 3 წვეთ 1%-იან AgNO_3 და შეურევენ ხსნარს. AgCl -ის თეთრი ნალექის მიღება მიუთითებს Cl^- -ის არსებობაზე ხსნარში. Cl^- -ის არსებობა არ არის სასურველი, რადგან ის იწვევს რკინის დანაკარგს FeCl_3 -ის წარმოქმნის გამო.

ჰიდროქსიდების ნალექისაგან ჭიქის ძალზე კარგად გაწმენდა საჭირო არ არის, რადგან $\text{R}(\text{OH})_3$ -ის მეორადი დალექვა სწარმოებს იგივე ჭიქაში (მეორედ დალექვას აწარმოებენ ჰიდროქსიდების გასასუფთა-

გებლად მინარევებისაგან). ამისათვის ნალექი ფილტრიანად გადააქვთ იმავე ჰიქაში, რომელშიც მიმდინარეობდა პირველი დალექვა. ამატებენ მას 15 — 20 მლ HCl, 1:3-თან განზავებულს (დამოკიდებულია ნალექის რაოდენობაზე); მასში ხსნიან ნალექს, ფილტრს კი აქუცმაცებენ წვრილად.

ამატებენ 50 — 100 მლ გამოხდილ წყალს, ანეიტრალებენ (სუსტ მკავე არემდე) ამიაკის კონცენტრირებული ხსნარით. ხსნარს აცხელებენ ალულებამდე და აწარმოებენ ჰიდროქსანგების მეორედ დალექვას 10%-იანი NH₄OH-ის ხსნარით ინდიკატორ მეთილროიტის გამოყენებით.

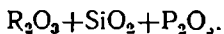
დაყოვნებულ ხსნარს ფილტრავენ 9 — 11 სმ დიამეტრის წითელ სახვევიან უნაცრო ფილტრში, ფილტრზე გადაიტანენ ნალექს დაქუცმაცებული ფილტრის ქაღალდებით.

ქიმიური ჰიქის კედლებზე დარჩენილი ნალექის პატარა ნაწილაკებს აშორებენ მინის წიკრით, რომლის რეზინის დაბოლოებაზე დამაგრებულია უნაცრო ფილტრის ქაღალდი. ჰიქას რამდენჯერმე გამოაველებენ 1%-იანი NH₄NO₃-ის ცხელ ხსნარს, რომლითაც რეცხვენ აგრეთვე ფილტრზე გადატანილ ნალექს. 1%-იანი NH₄NO₃-ის ხსნარი განეიტრალებულია ამიაკით, სუსტ ტუტე რეაქციამდე (აუცილებელია შემოწმება!).

ჩარეცხვას აწარმოებენ Cl⁻-ის მოცილებამდე, რომელსაც ამოწმებენ AgNO₃-ის 1%-იანი ხსნარით.

ერთნახევარი ეანგეულების პირველადი და მეორადი დალექვის შემდეგ მიღებულ ფილტრატებს შეაერთებენ, შეურევენ ენერგიულად და ჰიქაში აორთქლებენ ელექტროქურაზე (დახურული სპირალით) ან სილის აბაზანაზე 150 — 200 მლ მოცულობამდე შემდეგში კალციუმის განსაზღვრისათვის მოცულობითი მეთოდით. კალციუმის და მაგნიუმის კომპლექსონომეტრული განსაზღვრისას კი ფილტრატს აგროვებენ საზომ კოლბში.

გარეცხილ და ჰაერზე გამშრალ ნალექს [R(OH)₃] ათავსებენ აწონილ ტიგელში და დგამენ ცივ მუფელის ლუმელში (ამწოვ კარადაში აუცილებლად), გამოწვას აგრძელებენ 900—1100° ტემპერატურის პირობებში მუდმივ წონამდე თუკი ნალექი ბევრია და თან შეიცავს დიდი რაოდენობით Al₂O₃, მაშინ გამოწვას აწარმოებენ უფრო მაღალ ტემპერატურაზე. რადგან ნალექი შეიცავს აგრეთვე ტიტანის ორქანგს და ფოსფორის ხუთქანგს, მის შედგენილობას ჩვეულებრივ განოსახვენ ჯამით



მანგანუმის დიდი რაოდენობით შემცველობისას, ნაწილი მისი გამოყოფა ერთნახევარ ჟანგეულებთან ერთად და ამიტომ აუცილებელია ერთნახევარი ჟანგეულების ნალექში MnO -ს შემცველობაზე შესწორების შეტანა. ამისათვის R_2O_3 -ის გამომწვარ და აწონილ ნალექს ალღობენ პლატინის ტიგელში პიროსულფატით $K_2S_2O_7$ ან მუავე გოგირდმჟავა კალუმით $KHSO_4$, შენადნობს ხსნიან H_2SO_4 -ის 5%-იან ხსნარში და MnO -ს საზღვრავენ კოლორიმეტრული მეთოდით.

იმავე ხსნარში (აუცილებლობის შემთხვევაში) შეიძლება განისაზღვროს ტიტანი, რკინა და ალუმინი. ერთნახევარი ჟანგეულების პროცენტულ რაოდენობას ანგარიშობენ ფორმულით:

$$\frac{a \cdot 100}{r} = \% R_2O_3 + SiO_2 + P_2O_5,$$

სადაც a — არის გამომწვარი ნალექის წონა,

r — ერთნახევარი ჟანგეულების განსაზღვრისათვის აღებული სილიციუმმჟავა მოცილებული ფილტრატის ალიქვოტური ნაწილის შესაბამისი ნიადაგის წონა.

განგარიშების მაგალითი. ერთნახევარი ჟანგეულების შემცველობა განისაზღვრება სილიციუმმჟავა მოცილებული ფილტრატის 50 მლ-ში. ფილტრატის საერთო მოცულობა 250 მლ-ია. ერთნახევარი ჟანგეულების განსაზღვრისათვის აღებული ხსნარის ალიქვოტური ნაწილი შეადგენს მთელი ფილტრატის $\frac{1}{5}$ ნაწილს და შეესაბამება

$\frac{1,0308}{5} = 0,2062$ გ მშრალი ნიადაგი. ერთნახევარი ჟანგეულების გამომწვარი ნალექის წონა საკონტროლო ანალიზის მაჩვენებლის გამოკლების შემდეგ ტოლია 0.0228 გ.

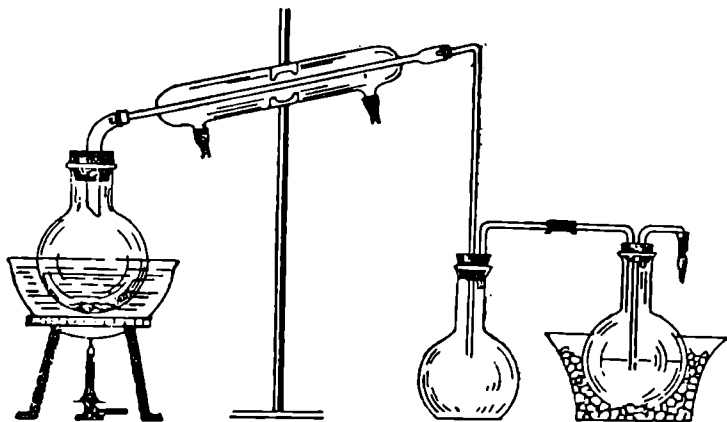
$$\frac{0,0228 \cdot 100}{0,2062} = 11,05\%$$

საკირო რეაქტივები: 1. მარილმჟავა (ხვ. წ. 1,19) შემოწმებული რკინაზე (იხ. გვ. 76).

2. NH_4NO_3 -ის 1%-იანი ხსნარი. ხსნარში ამატებენ კონცენტრირებული NH_4OH -ის რამდენიმე წვეთს სუსტ ტუტე რეაქციამდე. (ინდიკატორ მეთილროტის გამოყენებით).

3. 25%-იანი NH_4OH -ის ხსნარი, რომელიც არ შეიცავს CO_2 . შემოწმებას CO_2 -ზე აწარმოებენ შემდეგნაირად. ამიაკის 25%-იან ხსნარს განაზავებენ სამმაგი რაოდენობის გამოხდილი წყლით, რომელიც არ შეიცავს CO_2 და ამატებენ კალციუმის ქლორიდს. თეთრი ნალექის წარმოქმნა მიუთითებს CO_2 -ის შემცველობაზე. დაბინძურებული ამიაკი საჭიროა გასუფთავდეს გადადენით.

გადადენას აწარმოებენ ამწოვ კარადაში, სპეციალური მოწყობილობით (სურ. 2). იღებენ 500 მლ ამიაკის ხსნარს, ათავსებენ 1 ლ მო-



სურ. 2. ამიაკის გასასუფთავებელი მოწყობილობა.

ცულობის მრგვალირიან კოლბში და ამატებენ მასში 10 გ ახლად-მომზადებულ კალციუმის ჟანგის და წყლის ნარევეს (ფაფისებრი მასა). კოლბს აერთებენ მაცივართან, რომლის ზედა ბოლოს ხურავენ ნატრიუმიანი კირით ($\text{NaOH} \cdot \text{CaO}$) ავსებული მილით. აყოვნებენ (პერიოდული შენჯღრევით) დაახლოებით 12 საათის განმავლობაში, რის შემდეგ კოლბში ჩაუშვებენ მინის რამდენიმე კაპილარს, კოლბს ათავსებენ წყლის აბაზანაში და დამცველი კოლბის საშუალებით მაცივართან შეაერთებენ მიმღებს, რომელშიც ასხამენ 300—400 მლ CO_2 მოცილებულ გამოხდილ წყალს. მიმღებს აცივებენ ცივი გამდინარე წყლით ან ყინულიანი წყლით. ამიაკის გადადენას აწარმოებენ თანაბარი გაცხელებით. გადადენას შეწყვეტენ, როცა მიმღებში ხსნარის კუთ. წონა ტოლი იქნება 0,907, რაც შეესაბამება 25%-იან კონცენტრირებულ ამიაკს.

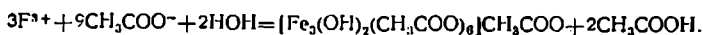
ამიაკი ადვილად ბინძურდება მინის სილიციუმის მქავით, ამიტომ რეკომენდებულია მისი შენახვა პოლიეთილენის ჭურჭელში.

შენიშვნა. ერთნახევარი ჟანგეულების გამოწვევარ და აწონილ ნალექს ზოგჯერ იყენებენ რკინის, ალუმინის და ტიტანის განსაზღვრისათვის. ამისათვის ნალექს ადნობენ ფაიფურის ან უკეთესია პლატინის ტიგელში პიროგოფირდმევაკალიუმით $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_7$. შენადნობს ხსნიან 5%-იანი H_2SO_4 -ის ხსნარით, გადაიტანენ 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში და იღებენ ალიკვოტურ ნაწილებს მითითებული ელემენტების განსაზღვრისათვის.

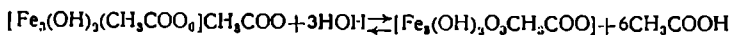
$K_2S_2O_7$ -ით შედნობას ატარებენ ფრთხილი გაცხელებით, რათა აიცილონ შენადნობის გაშხეფება. დაახლოებით 300° -ზე პიროგოგირდმეფავა კალიუმი იწყებს გადნობას, ხოლო 450° -ზე იწყება SO_3 -ის ორთქლის გამოყოფა. სპირთა თვალი ეადევნოთ, რომ გოგირდის ანჰიდრიდი ქროლდებოდეს ნელა და მცირე რაოდენობით, რადგან მასზეა დამოკიდებული პიროსულფატური დნობა და ეანგეულების გადაყვანა ხსნად სულფატებში.

ერთნახევარი ჟანგულები ჯამის განსაზღვრის აცეტატური მეთოდი

ნატრიუმის აცეტატი რკინის მარილებთან წარმოქმნის ალუმბისფერ-მოწითალო ფერის ხსნად კომპლექსურ მარილს. *



წყალში განზავებისას კომპლექსური მარილი განიცდის ჰიდროლიზს რკინის აცეტატის წითელ-ყომრალი ფერის ნალექის გამოყოფით.



რკინასთან ერთად გამოიყოფა ალუმინი, რომელიც წარმოქმნის ფუძე მარილების თვით ამორფულ ნალექს.

გამოყოფილი ძმარმეფავა ნატრიუმის აცეტატთან წარმოქმნის ბუფერულ ნარევის წყალბადიანობის განსაზღვრული კონცენტრაციით, რომელიც ხელს უწყობს ჰიდროლიზის პროცესში ხსნარიდან რკინისა და ალუმინის მთლიან გამოყოფას და მათ დაშორებას სხვა კომპონენტებისაგან.

მარილმეფავაში ნალექის გახსნისას, მეორედ ლექავენ ერთნახევარ ეანგეულებს ამოკით და გამოწვის შემდეგ საზღვრავენ R_2O_3 -ის შემცველობას ხსნარში.

ერთნახევარი ეანგეულების გამოსაყოფად აცეტატის მეთოდით სარგებლობენ იმ შემთხვევაში, როცა ხსნარში არის ბევრი კალიუმი და შედარებით მცირე რკინა და ალუმინი. ასეთი შეფარდება შეიძლება შეგვხედეს კირნარების და მძიმე გრუნტის წყლების ანალიზის დროს.

საზომი კოლბიდან პიპეტით იღებენ სილიციუმმეფავა მოცილებულ 50 მლ ფილტრატს და აორთქლებენ ამწოვ კარადაში ელექტროქურაზე თითქმის ამოშრობამდე, რათა მოაშორონ ჰარბი HCl.

აორთქლების პროცესში განსაკუთრებულ ყურადღებას აქცევენ, რომ ხსნარი არ ამოშრეს (აორთქლების დამთავრებისას ადგილი აქვს ზენაჭერი ხსნარის გაშხეფებას და ქიქა გახურებისაგან შეიძლება გასკდეს).

HCl-ის უქანასკნელ წვეთს აქრობენ წრიული მოძრაობით ხსნარის მუდმივი შერევით. მარილების გაშხეფების დაწყებისას აორთქლება უნდა შეწყდეს.

აორთქლების დროს გამოყოფილ მარილებს ხსნიან წყლის მცირე რაოდენობაში (15—20 მლ),

დაჩენილ მკვას ანეიტრალებენ სოდის ნაჭერი ხსნარით კარბონატებით გამოწვეული სიმღვრეის წარმოქმნამდე. სოდას ამატებენ წვეთობით. ყოველ დამატებულ წვეთს კარგად შეურევენ გამოყოფილი CO_2 -ის გასაქრობად. ამავე მიზნით ხსნარს განეიტრალების დროს მიიყვანენ ადულეზამდე.

* Н. И. Блок. Качественный химический анализ 1952.

არეს რეაქციას ამოწმებენ ლაკმუსით. თუკი სოდით განეიტრალებოდას რეაქცია გახდა ტურტე (ან სუსტი ტურტე), ის ვადაჰყავთ სუსტმეჰევეში 5%-იანი CH_3COOH -ის წეეთობით დამატებით. სოდის და მჰეჰვის სიჰარბე საზიანოა.

ძმარმეჰავით გამოწევეულ სუსტმეჰევე რეაქციის ხსნარს ამატებენ 15—20 მლ 10%-იან CH_3COOH -ის ხსნარს ან $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ და კარგად შეურევენ.

ამატებენ 75—80 მლ ცხელ გამოხილ წყალს (აღულებამდე მიეჰიანის) და აღულებენ 30—40 წამის განმეჰელობაში.

ღუღილის დამთარების შემდეგ ვაცხელებას შეწევეტენ. როგორც კი ნალეჰი შეგრძობდება ფსეკრზე, სწრაფად ვაფილტრავენ მას ცხელ მდგომარეობაში თხელ ფილტრში; ყურადღება უნდა მიეჰეცეს, რომ ვაფილტრების ღროს და შემდგომი ჰარეცხვისას ხსნარის ტემპერატურა არ იყოს 70—80°-ზე დაბლა.

ნალექს რეცხავენ ნატრიუმის აცეტატის 1%-იანი ცხელი ხსნარით ქლორის იონზე რეაქციის შეწევეტამდე.

ძაბრიდან ვამოაქლიან ფილტრატით ჰიჰას, შეუღგამენ ცარიელ ჰიჰას და ნალექს ხსნიან 10%-იანი HCl -ის ცხელი ხსნარით.

გახსნის სრულყოფას ამოწმებენ ამონიუმის როდანიდით. ამის შემდეგ აწარმოებენ დალექვას და R_2O_3 -ის განსაზღვრას ამონიჰური მეთოდით.

- ს ა ჰ ი რ ი რ ე ა ჰ ტ ი ე ვ ე ბ ი :
1. $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ — ნაჰერი ხსნარი.
 2. CH_3COOH -ის 5%-იანი ხსნარი.
 3. CH_3COONa — 10%-იანი ხსნარი.
 4. CH_3COONa —1%-იანი ხსნარი.
 5. HCl -ის — 10%-იანი ხსნარი.
 6. NH_4SCN — 10%-იანი ხსნარი.
 7. AgNO_3 — 1%-იანი ხსნარი.
 8. ლაკმუსის ქალღდი. ლაკმუსს აჰუტმატებენ,

ამატებენ წყალს და აყოენებენ ერთი ღღე-ღამის განმეჰელობაში (1 წილი ლაკმუსი+6 წილი წყალი) ხშირი შენჯღრევეით. ხსნარს ვაფილტრავენ და ყოფენ ორ ნაწილად. ერთ ნაწილს ამატებენ H_2SO_4 ვაწითლებამდე, მეორეს — განზაეებულ NaOH -ს — ვალურჯებამდე. ხსნარში ჰაძირავენ ფილტრის ქალღდს, რომელიც ვარეცხილია 1%-იანი HCl -ით, შემდეგ 2,5%-იანი NH_4OH , წყლით და შემდეგ კი გამშრალია 50° ტემპერატურაზე. შეფერილ ქალღდს აშრობენ მჰეჰვისა და ამიჰკის ორთქლისაგან თავისუფალ შენობაში; დაჰრიან წვრილ ზოლებად და ინახავენ მიღესილსაცობიან ჰილაში.

R_2O_3 -ის ვამოჰვზარი ნალექის შამოჰვზაბა სილიციუმის შეჰავით დაჰუჰიანებაზე

ერთნახევეარი ჰანგეულების ვამომწვარ ნალექში ყოველთვის არის სილიციუმმეჰეჰვას მცირე რაოდენობა (0,5—5 მგ). თანდალექილი SiO_2 -ის რაოდენობრივი აღრიცხვა სწარმოებს შემდეგნაირად.*

გამომწვარი და აწონილი ნალექი ვადააჰეთ 100 მლ მოკულობის კონუსურ კოლბში და ამატებენ 10—30 მლ (დამოკიდებულია ნალექის სიღიღეზე) H_2SO_4 1:2-თან განზაეებულს წყლით. კოლბს ახურა-

* კრებული „მინერალური ნედლეულის ანალიზი“. ლ, 1959, გვ. 83—84.

ვენ პატარა ძაბრს და ხსნარს აცხელებენ აღუღებამდე. გაცხელებას აწარმოებენ მანამ, სანამ არ გაიხსნება R_2O_3 -ის ნალექი*. გაუხსნელი დარჩება მხოლოდ სილიციუმმყავას მცირე ნალექი. თუკი ნალექში ბევრია ალუმინი და ტიტანი, ხსნარს ჭერ აორთქლებენ წყლის აბაზანაზე, ხოლო შემდეგ ელექტროქურაზე გოგირდის ანჰიდრიდის თეთრი ორთქლის გამოყოფამდე.

ხსნარს აცივებენ, ფრთხილად აზავენ 30—40 მლ წყლით და აცხელებენ ფუძე მარილების გახსნამდე. სილიციუმის მყავას ნალექს ფილტრავენ, რეცხავენ ცხელი წყლით, და ნაცრავენ და გამოწვავენ პლატინის ტიგელში მუდმივ წონამდე, რის შემდეგ ამოწმებენ SiO_2 -ით სისუფთავეს. ამისათვის ნალექს ასველებენ 2—3 წვეთი H_2SO_4 1:1 და 5—10 წვეთი H_2F_2 და შემდეგ იქცევიან ისე, როგორც მითითებულია 84—85 გვერდზე.

SiO_2 -ის ნაპოვნ წონას (საკონტროლო ცდიდან შესწორების აღრიცხვით) გამოაკლებენ P_2O_5 -ის წონიდან და ამატებენ სილიციუმის მყავას წონას.

რკინის განსაზღვრა

ნიადაგის ზედაპირულ ფენაში F_2O_3 -ის საერთო შემცველობა მერყეობს 1,72—5,83%-ის ფარგლებში. ქვიშნარ ეწერებში რკინის შემცველობა ზოგჯერ 0,30%-მდე მცირდება, ყირიმის მთის — ყავისფერ ნიადაგში კი მისი რაოდენობა 11,7%-მდე აღწევს**.

კორდიან-ეწერ და ტყის რუხ ნიადაგებში სიღრმეში, პროფილის მიხედვით, რკინის შემცველობა მატულობს. შავმიწებში, წაბლა და რუხ ნიადაგებში კი რკინა შედარებით ნაკლებად იცვლება.

რკინა შედის სხვადასხვა მინერალების შედგენილობაში. დედამიწის ქერქში ის ხშირად გვხვდება უანგეულების ფორმით: ჰემატიტის

* R_2O_3 -ის ნალექის სისუფთავის შემოწმება შეიძლება ჩატარდეს სხვა წესითაც: ნალექს გააღნობენ 5—7 გ კალოუმის პიროსულფატით, საწყისში სუსტი გაცხელებით, შემდეგში კი თანდათან უმატებენ ტემპერატურას მუქწითელ ზერის მიღებამდე. შენადნობს ხსნიან ცხელ წყალში, რომელიც შემყავებულია გოგირდია მყავით. ხსნარს ფაიფურის ჯამში ააორთქლებენ წყლის აბაზანაზე, შემდეგ კი აცხელებენ ელექტროქურაზე თეთრი ორთქლის გამოყოფამდე და შემდეგ იქცევიან ისე, როგორც ზემოთ არის აღწერილი.

თუკი საჭიროა გამოწვევარ და აწონილ ნალექში მანგანუმის მინარევის $R_2O_3 + MnO$ განსაზღვრა, მას აღნობენ ბისულფატით $KHSO_4$ ან პიროსულფატით $K_2S_2O_7$, შენადნობს ხსნიან 5%-იანი გოგირდის ან აზოტის მყავაში და საზღვრავენ მანგანუმის შემცველობას კოლორიმეტრული მეთოდით.

** Н. П. Ремезов. Почвы, их свойства распространение. М., Училищиз, 1952.

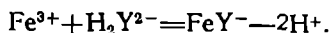
F_2O_3 , ჰიდროჰემატიტის $2Fe_2O_3 \cdot H_2O$, ჰეტიტის $Fe_2O_3 \cdot H_2O$, ჰიდროჰეტიტის $Fe_2O_3 \cdot 2H_2O$, ლიმონიტის $2Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$ სახით.

ნიადაგში რკინა შედის მეორადი თიხა მინერალების შემადგენელ ნაწილში. (მონტმორილონიტი, ნონტრონიტი და სხვა). 3 ვალენტია რკინის გარდა ნიადაგში გვხვდება აგრეთვე ორვალენტოვანიც სიდერიტის $FeCO_3$ -ის პირიტის FeS_2 , ვივიანიტის $Fe_3(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$ და სხვა მინერალების სახით.

ნიადაგის გენეტიკური პორიზონტების მიხედვით Fe_2O_3 -ის შემცველობის განსაზღვრა შესაძლებლობას იძლევა გამოავლინოს ნიადაგწარმოქმნის პროცესის მიმართულება, რადგანაც ნიადაგის პროფილში რკინის განაწილება ერთ-ერთი დამახასიათებელი ნიშანია ნიადაგის ყოველი ტიპისათვის. რკინას ჩვეულებრივ განსაზღვრავენ მოცულობითი კომპლექსონომეტრული მეთოდით, აგრეთვე კოლორიმეტრულად სულფოსალიცილის, ფენანტროლინის და სხვა მეთოდებით.

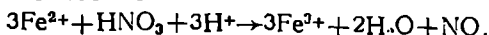
რკინის განსაზღვრის კოვალანსონომეტრული მეთოდი*

მეთოდის საფუძველს წარმოადგენს კომპლექსონ III უნარი pH 1 — 1, 5-ის დროს Fe^{3+} იონთან წარმოქმნას მცირედლისოცირებული კომპლექსი:



ეს რეაქცია მიმდინარეობს 50 — 55°-ზე. ინდიკატორის სახით იყენებენ სულფოსალიცილს მჟავას, რომელიც ძლიერ მჟავე არეში რკინის სამვალენტოვან იონთან წარმოქმნის ლილისფერ-წითელ ხსნად შენაერთს. ექვივალენტურ წერტილში შეფერვა ქრება, რადგან კომპლექსონი გამოაქვებებს რკინას სულფოსალიცილის მჟავას შენაერთისაგან.

ანალიზის მსვლელობა. სილიციუმმჟავე მოცილებული ფილტრატდან პიპეტით იღებენ 25 მლ-ს (საზომი კოლბის შიგთავსის კარგად შერევის შემდეგ) და ათავსებენ 250 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში. ამატებენ 7 წვეთ HNO_3 (კუთ. წ. 1,4) და აცხელებენ აღუღებამდე, რათა დაიჟანგოს რკინის ქვეყანგი, რომელიც წარმოქმნილია დნობის პროცესში Fe^{3+} ნაწილობრივი აღდგენის შედეგად. დაჟანგვა მიმდინარეობს შემდეგი სქემით:



ხსნარს ანეიტრალბენ NH_4OH -ის 10%-იანი ხსნარით მდგრადი სუსტი სიმღვრივის წარმოქმნამდე, ამიაკს ამატებენ წვეთობით სის-

* А. А. Башкирцева и Е. М. Якумец. О трилометрическом определении железа. «Заводская лаборатория», 1959, № 5.

ტიმატური. შენჯღრევით. ამატებენ 10 მლ 1,0 n HCl-ს * და ხსნარი გამოხდილი წყლით მიჰყავთ 100 მლ-მდე. ერთნახევარი ქანგეულებით გამოწვეული სიმღვრივე შერევისას ქრება და pH მცირდება 1—1,5 სიდიდემდე.

აცხელებენ ხსნარს 50—55°-მდე, ამატებენ 1 მლ 10%-იან სულფოსალიცილის მკვავას ხსნარს (ან 0,1 გ კრისტალებს და ფრთხილად ტიტრავენ ცხელ, ლილისფერ-მოწითალო ხსნარს კომპლექსონ III-ით ენერჯული შენჯღრევით.

ექვივალენტურ წერტილში ლილისფერ-წითელი შეფერვა გადადის ლიმონისფერ-ყვითელში; შეფერვა შესამჩნევია 100 მლ ხსნარში 1 მგ-ზე მეტი Fe_2O_3 -ის შემცველობისას. შეფერვის ინტენსივობა დამოკიდებულია რკინის შემცველობაზე. თუ რკინა ბევრია, დატიტვრის ბოლოს ხსნარი მკაფიო მოყვითალო-მწვანე ფერისაა. მომწვანო-მოყვითალო შეფერვა რომ ძალზე ინტენსიური არ იყოს და არ შეუშალოს დატიტვრას ზელი, ხსნარი არ უნდა შეიცავდეს 100 მგ-ზე მეტ Fe_2O_3 100 მლ ხსნარში.

რკინის მცირე რაოდენობის შემთხვევაში მიიღება სუსტი—ყვითელი შეფერვა, თითქმის უფერო. ექვივალენტობის წერტილის ზუსტად დადგენისათვის რეკომენდებულია სატიტრო ხსნარის შეფერვა შეედაროს გადატიტრული ხსნარის ფერს.

ხსნარში რკინის დატიტვრის შემდეგ მაშინვე საზღვრავენ Al_2O_3 . რკინის პროცენტულ შემცველობას Fe_2O_3 სახით გამოსახავენ ფორმულით:

$$\frac{a \cdot T_{Fe_2O_3} \cdot 100}{r} = \% Fe_2O_3,$$

სადაც a — არის რკინის დატიტვრაზე დახარჯული კომპლექსონ III-ის მოცულობა მლ-ში;

$T_{Fe_2O_3}$ — კომპლექსონ III-ის მოლარული ხსნარის ტიტრი რკინის ქანგის მიხედვით;

r — რკინის განსაზღვრისათვის აღებული ფილტრატის (სილიციუმმკვავა მოცილებული) ალიქვოტური ნაწილის შესაბამისი ნიადაგის წონაკი.

გამოანგარიშების მაგალითი. რკინის განსაზღვრა ჩატარებულია სილიციუმმკვავა მოცილებული ფილტრატის 25 მლ-ში, რომელიც გა-

* 1 n HCl-ის ხსნარის $pH \approx 5,0$. შემდგომი განზავეებით, დაახლოებით 10-ჯერ pH-ის სიდიდე მცირდება ისეთ ფარგლებამდე, რომლის დროსაც სამვალენტო რკინის იონი კომპლექსონ III-თან წარმოქმნის მცირედლისოტიკებულ შენაერთს. შემდეგი გააცილება 50—55°-მდე უზრუნველყოფს რკინის მთლიანად შებოქვას კომპლექსში.

დატანილი იყო 250 მლ მოცულობის საზომ კოლბში. კოლბში მთელ ფილტრატს შეესაბამება 1,0308 გ მშრალი ნიადაგი, ხოლო ფილტრატის ალიქვორტური ნაწილის — 25 მლ-ს—0,1031 გ ნიადაგი.

რკინის დატიტვრაზე დახარჯულია (საკონტროლო ცდის შესწორების გამოკლებით) 4 75 მლ 0,01 M კომპლექსონ III-ის ხსნარი. მაშასადამე.

$$\frac{4,75 \times 0,0007985 \times 100}{0,1031} = 3,72\% \text{ Fe}_2\text{C}_3,$$

სადაც 0,0007985 — არის 0,01 M კომპლექსონ III ხსნარის ტიტრა Fe_2O_3 -ის მიხედვით.

რკინის დიდი რაოდენობის შემთხვევაში დატიტვრა საჭიროა ჩატარდეს 0,025 M კომპლექსონ III ხსნარით; მცირე რაოდენობის შემთხვევაში კი უკეთესია ვისარგებლოთ ამ კომპლექსონის 0,005 M ხსნარით.

- ს ა ჭ ი რ ო რ ე ა ქ ტ ი ვ ე ბ ი:
1. HNO_3 კუთ. წ. 1,4;
 2. NH_4OH -ის 10%-იანი ხსნარი;
 3. 1 n HCl ხსნარი;
 4. სულფოსალიცილის მჟავას 10%-იანი ხსნარი;
 5. კომპლექსონ III 0,01 M ხსნარი.

შ ე ნ ი შ ე ნ ა. რკინის მცირე რაოდენობით შემცველობისას დატიტვრა უმჯობესია ჩატარდეს როდანიდის როგორც ინდიკატორის თანარკებობით შემდეგი წესით: ხსნარი უნდა განეიტრალდეს ამიაკით კონგოს ქაღალდის მიხედვით, დაემატოს 10 მლ 1 n HCl -ის ხსნარი, განზადდეს წყლით 100 მლ-მდე, გატყუდეს 50—55°-მდე, შემდეგ დაემატოს 5 მლ კალიუმის ან ამონიუმის როდანიდის 20%-იანი ხსნარი, რის შემდეგ დატიტრება კომპლექსონ III-ის 0,005 M ხსნარით შიკრობიურეტიდან ვარდისფერის გაქრობამდე.

კომპლექსონ III-ის ხსნარი იმდენად მდგრადი და მგრძობიარეა, რომ დატიტრისათვის შეიძლება გამოყენებული იქნას მისი 0,001 M ხსნარიც კი.

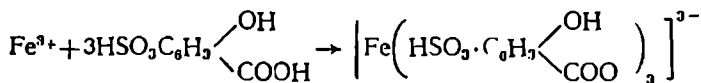
სულფოსალიცილის მეთოდით რკინის კოლორიმეტრული განსაზღვრა.

სულფოსალიცილის მჟავა რკინასთან წარმოქმნის სხვადასხვა შეფერვის კომპლექსურ იონებს: pH 2—2,5-ის დროს წითელი ფერის $[\text{Fe}(\text{Sal})]^+$, pH 4—8-ის დროს ყომრალი ფერის $[\text{Fe}(\text{Sal})_2]^{3-}$ და pH 8—11,5-ის დროს ყვითელი ფერის $[\text{Fe}(\text{Sal})_2]^{3-}$ მჟავე არეში მითითებული კომპლექსური იონები წარმოქმნის მხოლოდ რკინის ეანგს, ტუტეში — ეანგს და ქვეეანგს, რადგანაც ამ შემთხვევაში Fe^{2+}

* Sal აღნიშნავს სულფოსალიცილის მჟავას ანიონს.

ადვილად იყანგება Fe^{3+} -მდე. ამრიგად, სულფოსალიცილის მეთოდის ამიაკური ვარიანტით საზღვრავენ რკინის საერთო შემცველობას ე. ი. $Fe^{2+} + Fe^{3+}$ იონების ჯამს.

სულფოსალიცილის მეთოდის ამიაკური ვარიანტი დაფუძნებულია სულფოსალიცილრკინის კომპლექსური იონის წარმოქმნაზე:



ამ კომპლექსური იონის ყვითელი შეფერვა იმდენად დიდი მდგრადობით გამოირჩევა, რომ რკინის ტრისულფოსალიცილის შეღებილი ხსნარი არ იცვლის თავის შეფერვას ერთ თვეზე მეტი ხნის განმავლობაში.

სულფოსალიცილის მეთოდი საშუალებას იძლევა გამოვიყენოთ კოლორიმეტრიკების ყველა წესი როგორც ვიზუალური, ისე ფოტოელექტროკოლორიმეტრული.

ანალიზის მსვლელობა. საზომ კოლბში მოთავსებულ სილიციუმ-მეავეა მოცილებულ ფილტრატს კარგად შეურევენ, მისგან ჰიპოტით იღებენ 10 — 25 მლ და ათავსებენ 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში.

აღებულ ხსნარს ამატებენ 5 — 10 მლ სულფოსალიცილის მეავეს 25%-იან ხსნარს. დამატებული სულფოსალიცილის მეავეს რაოდენობა დამოკიდებულია არა მარტო რკინის შემცველობაზე, არამედ, აგრეთვე, ალუმინის, კალციუმის და მაგნიუმის შემცველობაზე, რადგან რეაქტივის ნაწილი იხარჯება მითითებული იონების შებოჭვაზე უფერულ კომპლექსში. ამიტომ სულფოსალიცილის მეავეს ამატებენ ისეთი რაოდენობით, რომ ამიაკით მეავეს განეიტრალების შემდეგ ადგილი არ ექნეს ხსნარის ამღვრევას გამოყოფილი ჰიდროქსიდების გავლენით.

კოლბში ამატებენ ამიაკის 25%-იან ხსნარს სუსტი სუნის წარმოქმნამდე. მარილმეავე ხსნარის განეიტრალების მიხედვით, წარმოქმნილი წითელიისფერი შეფერვა გადადის ყვითელში.

ხსნარის შეფერვა მიმდინარეობს pH 1 — 12-ის ინტერვალში. ძლიერ მეავე არეში (pH < 1) სულფოსალიცილმეავე რკინის შეღებილი კომპლექსური იონი არ წარმოიქმნება. pH > 12-ის შემთხვევაში შეფერვა კიდევ არ შეიმჩნევა. ამ შემთხვევაში გამოიყოფა რკინის ჰიდროქსიდი — $Fe(OH)_3$.

ამღვრევის შემთხვევაში ხსნარში შეაქვთ კიდევ სულფოსალიცილის მეავეს მცირე რაოდენობა — ხსნარის სრულ გაუფერულებამდე, რის შემდეგ ამატებენ ამიაკს ძლიერი სუნის წარმოქმნამდე.

ამის შემდეგ კვლავ ამატებენ 1 მლ 25%-იან ამიაკის ხსნარს, რათა რეაქცია იყოს ძლიერ ტუტე. ამიაკის სიჭარბე არ ენებს განსაზღვრას, მაგრამ ამიაკი თავისუფალი უნდა იყოს CO_2 -საგან, წინააღმდეგ შემთხვევაში ხსნარი შეიძლება გახდეს მღვრიე რაც გამოწვეული იქნება CaCO_3 და MgCO_3 -ისაგან.

თუკი ხსნარის შეფერვა არ არის ყვითელი, არამედ აქვს მოყავისფრო შეფერვა, საჭიროა განსაზღვრა განმეორდეს საანალიზო ხსნარის ახალ ულუფაში, რომელშიც შეაქვთ 0,1—1 გ მარილმჟავა ჰიდროქსილამინი ან ჰიდრაზინი, რათა შებოკოს მანგანუმი ხსნარში, ე. ი. ხელი შეუშალოს მანგანუმის ორჟანგის ჰიდრატის ნალექის გამოყოფას. ასეთი ნალექი გამოიყოფა ხსნარის შეფერვიდან რამდენიმე ხნის შემდეგ, ამიტომ ფოტომეტრიება რეკომენდებულია, ჩატარდეს 5—10 წუთში ყველა რეაქტივების დამატების შემდეგ.

კოლბში ხსნარს გამობდილი წყლით მიიყვანენ ნიშანხაზამდე, შეურევენ და აწარმოებენ კოლორიმეტრულ განსაზღვრას ამა თუ იმ წესით.

განგარიშების შავალითი. Fe_2O_3 -ის განსაზღვრა ჩატარდა 25 მლ ფილტრატში (სილიციუმმჟავა მოცილებული) რომელიც ამოღებულია 250 მლ მოცულობის საზომი კოლბიდან შერევის შემდეგ. ხსნარის ეს ალიქვოტური ნაწილი შეესაბამება 0,1031 გ ნიადაგს, გამომშრალს $100 - 105^\circ$ ტემპერატურაზე.

შექვილტრისა და კიუეტების შერჩევის შემდეგ ჩატარებულია ოპტიკური სიმკვრივის განსაზღვრა ფოტოელექტროკოლორიმეტრის საშუალებით. მრუდის მიხედვით დადგენილია Fe_2O_3 -ის კონცენტრაცია ხსნარში — 0,94 მგ-ია. ნიადაგში რკინის შემცველობა ტოლია:

$$\frac{0,94 \times 100}{0,1031 \times 1000} = 0,91\% \text{ Fe}_2\text{O}_3.$$

ს ა ჯ ი რ ო რ ე ა ქ ტ ი ვ ე ბ ი : 1. სულფოსალიცილის მჟავას 25%-იანი ხსნარი. სულფოსალიცილის მჟავას ხსნარი არამდგრადია, ამიტომ მას ამზადებენ არა უმეტეს 100 მლ; ხსნარს ინახავენ მილესილსაცობიან ფერად ბოთლში.

2. ამონიაკის 25%-იანი ხსნარი, რომელიც არ შეიცავს CO_2 .

3. Fe_2O_3 -ის სტანდარტული ხსნარი. წონიან 0,6040 გ ქიმიურად სუფთა რკინა ამონიუმის შაბს $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ და ხსნიან 1 ლ H_2SO_4 -ის (რომელიც არ შეიცავს Fe^{3+}) 5%-იან ხსნარში, რადგან რკინის მარილი შეიძლება შენახული იქნას შეცვლის გარეშე მხოლოდ მჟავე არეში. ნეიტრალურ არეში ის განიცდის ჰიდროლიზს და რკინის ნაწილი გამოიყოფა ხსნარიდან ფუძე მარილების და $\text{Fe}(\text{OH})_3$ -ის სახით.

რკინის ქვეყანგის დასაყანგავად ამატებენ 2 წვეთ HNO_3 (ყოთ. წ. 1,4) და კარგად შეურევენ. მიღებული ხსნარი შეიცავს 0,1 მგ Fe_2O_3 1 მლ-ში.

ხსნარის კონცენტრაციას ამოწმებენ წონითი მეთოდით, იღებენ ხსნარის 3 სინჯს, თითოეულს 100 მლ-ის რაოდენობით, ლექავენ Fe^{3+} ამიაკით და ნალექს ფილტრავენ. ფილტრზე ნალექს ჩარეცხავენ NH_4NO_3 -ის 1%-იანი ხსნარით და გამოწვავენ $850 - 900^\circ$ ტემპერატურაზე მუდმივ წონამდე.

4. სანიმუშო ხსნარების სერია. იღებენ 100 მლ მოცულობის 5 ცალ სუფთა საზომ კოლბს და ბიურეტიდან თითოეულში ათავსებენ სტანდარტული ხსნარის ისეთ რაოდენობას, რომელიც შეიცავს:

№ სტანდარტის	1	2	3	4	5
Fe_2O_3 მგ/100 მლ	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0

ყოველ კოლბში ამატებენ სულფოსალიცილის მკავეს 25%-იანი ხსნარის 5 მლ-ს, შემდეგ ამატებენ წვეთობით NH_4OH -ის 25%-იან ხსნარს სუსტი სუნის წარმოქმნამდე და მდგრადი ყვითელი ფერის მიღებამდე. ამატებენ კიდევ 1 მლ იმავე კონცენტრაციის NH_4OH , რის შემდეგ გამობხილი წყლით ხსნარს მზიყვანენ ნიშანხაზამდე, შეურევენ და იყენებენ.

ალუმინის განსაზღვრა

ნიადაგის ზედა პორიზონტში Al_2O_3 -ის საერთო შემცველობა მერყეობს 6—15%-ის ფარგლებში. ქვემოთ, ნიადაგის პროფილის მიხედვით Al_2O_3 -ის შემცველობა ჩვეულებრივად მატულობს. ზოგიერთ ნიადაგებში ალუმინის ქანგის შემცველობა ნიადაგის პროფილში მცირედ იცვლება.

ალუმინი შედის მონტმორილონიტის ჯგუფის მინერალების შედგენილობაში, მათგან აღსანიშნავია მონტმორილონიტი



და ბეიდელიტი $\text{Al}_2(\text{Si}_4\text{C}_{10}) \cdot (\text{H})_2 \cdot n \text{H}_2\text{O}$ — უმეტესი ნიადაგების ლექი ფრაქციის ძირითადი მინერალები.

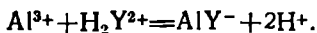
ალუმინის ქანგი შედის თავისუფალი ალუმოსილიციუმის შენაერთების შედგენილობაში, რომელნიც მნიშვნელოვანი რაოდენობით გვხვდება მეორადი ან თიხა მინერალების სახით. ასეთი მინერალებიდან ბუნებაში უფრო გავრცელებულია კაოლინიტი $[\text{Al}_2(\text{Si}_4\text{O}_{10}) \cdot (\text{OH})_2]$, ხშირად მას ასე გამოსახავენ: $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

რადგან ალუმინი შედის ნიადაგის კოლოიდური ფრაქციის შედგენილობაში, მის საერთო შემცველობას განსაზღვრავენ, არა მარტო ნიადაგში მთლიანად, არამედ აგრეთვე მის კოლოიდებში ცალკე.

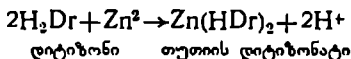
ალუმინის შემცველობას ჩვეულებრივად პოულობენ სხვაობის მიხედვით. (იხ. ქვემოთ). ამჟამად, ნიადაგის ანალიზის დროს ალუმინს ხშირად საზღვრავენ კომპლექსონომეტრული მეთოდით; ამასთანავე, ამ განსაზღვრას აწარმოებენ იმ ნიმუშში, რომელიც აღებულია რკინის განსაზღვრისათვის.

ალუმინის კომპლექსონომეტრული განსაზღვრა დიტიონის, როგორც ინდიკატორის თანაარსებოვით

კომპლექსონ III ძლიერმკვე არეში ალუმინის იონთან წარმოქმნის უფერულ კომპლექსს:



ალუმინის იონის შემცველ ხსნარს ამატებენ კომპლექსონ III-ის ჭარბ რაოდენობას, ხსნარს აცხელებენ კომპლექსის წარმოქმნის რეაქციის დასაჩქარებლად და განსაზღვრავენ კომპლექსონ III ჭარბ რაოდენობას, თუთიის მარილის ტიტრული ხსნარით pH — 4,5—4,8-ის პირობებში დიტიზონის, როგორც ინდიკატორის თანაარსებობისას. მჟავიანობის ასეთ პირობებში ხსნარში თუთიის ჭარბი რაოდენობით აღმოჩენისას დიტიზონი იცვლის თავის შეფერვას, რადგან წარმოიქმნება მეწამული — წითელი ფერის თუთიის დიტიზონიტი:



ანალიზის მსვლელობა. სინჯში, რომელშიც დატიტრულია რკინა, ამატებენ 0,5 მლ HCl (კუთ. წ. 1,19) და მიჰყავთ აღუღებამდე, რათა დაიშალოს ჰიდროკომპლექსი და ალუმინის ფუძე მარილები და გადაიყვანონ ის მთლიანად იონურ მდგომარეობაში.

ცხელ ხსნარს ბიურეტიდან ამატებენ კომპლექსონ III-ის ისეთი რაოდენობით, რომ მისი სიჭარბე შეადგენდეს დაახლოებით 5—6 მლ; ჩვეულებრივ ამატებენ 10 — 15 მლ კომპლექსონის ხსნარს. მჟავე ხსნარს ანეიტრალებენ NH₄OH-ის 10%-იანი ხსნარით კონგოს ქალღმთის გამოყენებით, შემდეგ ამატებენ 10 მლ ბუფერულ ხსნარს რომლის pH 4,5-ია და ხელახლა აცხელებენ. ხსნარს აცხელებენ ოთახის ტემპერატურამდე, რის შემდეგ ამატებენ 20 — 25 მლ ეთილის სპირტს ან აცეტონს, რათა დააკავონ დიტიზონი ხსნარში. შემდეგ შეაქვთ 2 მლ დიტიზონის ხსნარი, შეურევენ და ჭარბ კომპლექსონ III

ტიტრაცენ თუთიის მარილის ხსნარით (დაახლოებით იგივე მოლარობის ხსნარით, როგორც კომპლექსონ III). დატიტრება აწარმოებენ ხსნარის ყომრალი ფერის გადასვლით მეწამულ-წითელ ფერში. ხსნარის ფერის შეცვლა ხდება თუთიის მარილის სატიტრო ხსნარის ერთი ზედმეტი წვეთისაგან.

Al-ის პროცენტულ შემცველობას Al_2O_3 -ის სახით გამოიანგარიშებენ ფორმულით:

$$\frac{(a-b) \cdot T_{Al_2O_3} \cdot 100}{r} = \% Al_2O_3,$$

სადაც a — არის კომპლექსონ III მლ-ების რაოდენობა, რომელიც დამატებულია ნიმუშზე რკინის დატიტრების შემდეგ;

b — ჭარბი კომპლექსონ III დატიტრებაზე დახარჯული თუთიის მარილის რაოდენობა მლ-ობით.

$T_{Al_2O_3}$ — კომპლექსონ III მოლარული ხსნარის ტიტრი ალუმინის ეანგის მიხედვით.

r — სალიციუმმჟავა მოცილებული ფილტრატის ალიქვოტურ ნაწილის (რომელშიც ჩატარდა ალუმინის განსაზღვრა) შესაბამისი ნიადაგის წონა.

გამოანგარიშების მაგალითი. ალუმინის განსაზღვრა ჩატარებულია ხსნარის იმ ალიქვოტურ ნაწილში, რომელშიც დატიტრული იყო რკინა ე. ი. სილიციუმმჟავა მოცილებული ფილტრატის 25 მლ-ში, რომელიც აღებულია 250 მლ მოცულობის საზომი კოლბიდან. ამ ალიქვოტურ ნაწილს შეესაბამება 0,1031 გ ნიადაგი.

რკინის დატიტრების შემდეგ ხსნარში დამატებულია 25 მლ 0,01 M კომპლექსონ III-ის ხსნარი. ჭარბი კომპლექსონის დატიტრებაზე დაიხარჯა 10,5 მლ 0,01 M თუთიის მარილის ხსნარი. მაშასადამე,

$$\frac{(25-10,5) \cdot 0,0005098 \cdot 100}{0,1031} = 7,17\% Al_2O_3,$$

სადაც 0,0005098 — არის 0,01 M კომპლექსონ III ტიტრი Al_2O_3 -ის მიხედვით.

ალუმინის დიდი რაოდენობის შემთხვევაში დატიტრება საჭიროა ჩატარდეს 0,025 ან 0,05 M კომპლექსონ III ხსნარით. თუთიის მარილის ხსნარი უნდა იყოს იგივე ნორმალობის.

საჭირო რეაქტივები: 1. ინდიკატორი კონგო წითელი, ანალიზისათვის სუფთა, ГОСТ 5552—50. მოცემულ შემთხვევაში გამოიყენება ინდიკატორი ქალაღის სახით, რომელიც არსებობს გაყიდვაში, მაგრამ შეიძლება დამზადდეს აგრეთვე ლაბორატორიულ პირობებში შემდეგნაირად: წონიან 0,1 გ ინდიკატორს, ხსნიან 100 მლ წყალში გაცხე-

ლებით. მიღებული ხსნარით გაყვნილენ უნაცრო ფილტრს და აშრობენ ჰაერზე შეკვებისა და ტუტეების ორთქლისაგან თავისუფალ შენობაში. დაჭრიან წვრილნაჭრებად და ინახვენ მილესილსაცობიან ქილაში.

ფერის შეცვლა მიმდინარეობს pH 3,0—5,2-ის ფარგლებში ლურჯიდან — წითელში.

2. ბუფერული ხსნარი pH-ით 4,5. 77 გ ძმარმჟავაამონიუმს ამატებენ 60 მლ ყინულოვან ძმარმჟავას, გამოხდილი წყლით მიიყვანენ 1 ლიტრამდე და კარგად შეურევენ.

3. ეთილის სპირტი ან აცეტონი. აცეტონის (დიმეთილკეტონი) გამოყენებისას საჭიროა მხედველობაში მივიღოთ, რომ სითხე ადვილად აღდება, ამიტომ აცეტონი CH_3COCH_3 საჭიროა დაცულ იქნას.

4. დიტიზონის 0,025%-იანი სპირტული ხსნარი. წონიან 25 მგ დიტიზონს (დიფენილტიოკარბაზონი $\text{C}_{13}\text{H}_{12}\text{N}_4\text{S}$) და ხსნიან 100 მლ ეთილის სპირტში. ხსნარს ამზადებენ ალუმინის განსაზღვრის წინ და ინახვენ არა უმეტეს 2 დღისა.

გასაყიდი პრეპარატი შეიძლება დაბინძურებული იყოს დიტიზონის დაჟანგვის პროდუქტებით — დიფენილტიოკარბოდიზონით, რის შედეგად დიტიზონის ხსნარი ორგანულ გამხსნელებში იფერება არა მწვანედ, არამედ ყვითელ ან ყომრალ ფერად. ამ შემთხვევაში დიტიზონი უნდა გაიწმინდოს დაჟანგვის პროდუქტებისაგან, ან შეიცვალოს სხვა უფრო სუფთა რეაქტივით.

5 0,01 M კომპლექსონ III ხსნარი.

6. 0,01 M თუთიის მარილის ხსნარი ZnSO_4 ან ZnCl_2 .

ალუმინის კომპლექსონობატრული განსაზღვრა სულფოსალიცილის მანკას, როგორც ინდიკატორის თანაარსებობით

სულფოსალიცილის მეხვით რკინის კომპლექსონომეტრული განსაზღვრის შემდეგ ბიურეტიდან ხსნარში ამატებენ ზუსტად გაზომილი მოცულობით კომპლექსონ III ხსნარს ისეთი რაოდენობით, რომ ალუმინთან კომპლექსის წარმოქმნის შემდეგ მისი ჰარბი რაოდენობა დაახლოებით 10 მლ ან უფრო მეტს შეადგენს. (დამოკიდებულია ალუმინის შემცველობაზე ხსნარში).

აცხელებენ ხსნარს აღუღებამდე, ჩამოიღებენ ცეცხლიდან და აგდებენ ხსნარში კონგოს ქალაღდის ნაჭერს. ანეიტრალუბენ ძმარმჟავაამონიუმის 10%-იანი ხსნარით კონგოს ქალაღდის ლურჯი ფერის წითელში გადასვლამდე, რის შემდეგ ამატებენ კიღევ 10 მლ ამ ბუფერული ხსნარის ჰარბ რაოდენობას და შეურევენ.

ხსნარს აყოვნებენ გასაცივებლად ოთახის ტემპერატურამდე, კიდევ ერთხელ კარგად შეურევენ და ტიტრავენ რკინის მარილის ხსნარით (დაახლოებით იგივე მოლარობის, როგორც კომპლექსონ III) მომწვანო-ყვითელი ფერის გადასვლამდე მდგრად აგურისფერ-წითელში.

რკინის სულფოსალიცილატი წარმოიქმნება მაშინ, როცა კომპლექსონის მთელი ჰარბი რაოდენობა შებოჭილია რკინის მარილის იონებით.

ს ა ჭ ი რ ო რ ე ა ქ ტ ი ვ ე ბ ი: 1. სულფოსალიცილის მეყავს 10%-იანი ხსნარი,

2. კონგოს ქალაღი,

3. ძმარმეაჲა ამონიუმის 10%-იანი ხსნარი,

4. FeCl_3 -ის 0,025 მოლარული ხსნარი. ანალიზისათვის სუფთა 4,000 გ რკინის ქანგს (ГОСТ 4173—48) ხსნიან 50 მლ HCl -ში (კუთ. წ. 1,19) სუსტი გაცხელებით. რკინის ქანგის სრული გახსნის შემდეგ ხსნარს აცივებენ და გამოხდილი წყლით მიჰყავთ 1 ლიტრამდე,

5. კომპლექსონ III 0,025 M ხსნარი.

შ ე ნ ი შ ვ ა. ხსნარში ალუმინის შემცველობისაგან დამოკიდებულებით რკინის ქლორიდის და კომპლექსონ III კონცენტრაცია შეიძლება შემცირდეს 0,01M-მდე და გადიდდეს 0,05 M-მდე.

ალუმინის კომპლექსონომატრული განსაზღვრა ძხილენორანის ინდიკატორით

ალუმინს საზღვრავენ იმავე ალიქვოტურ ნაწილში, რომელშიც დატიტრული იყო რკინა. ამ ნიმუშს ბიურეტიდან ამატებენ 5 მლ 0,05M კომპლექსონის ხსნარს ან 10—15 მლ 0,01M, დამოკიდებულება ალუმინის შემცველობაზე ხსნარში.

ნიმუშს აცხელებენ ადუღებამდე და ადუღებენ 1—2 წუთს, რის შემდეგ მასში ამატებენ 1—2 წვეთ ინდიკატორ მეთილორანჯს და მეავე ხსნარს ანეიტრალევენ განზავებული ამიაკით (1:1), წითელი ფერის გადასვლამდე ყვითელში.

ამატებენ 5 მლ აცეტატურ ბუფერულ ხსნარს, რის შემდეგ საყვლევი ხსნარის pH ხდება 4,5—5,0.

ხსნარს აცივებენ 20—30° ტემპერატურამდე და ამატებენ 30—50 მგ ინდიკატორ ქსილენის ორანჯს. ამ შემთხვევაში ხსნარი ღებულობს მკაფიო-ყვითელ ფერს. ჰარბ კომპლექსონ III ტიტრავენ თუთიის ქლორიდის ჰატიტრავ ხსნარით, ყვითელი ფერის წითელ ან მოწითალო-ოქროსფერში გადასვლამდე.

საკვლევ ნიადაგში ალუმინის პროცენტულ შემცველობას ანგარიშობენ ფორმულით, რომელიც მოყვანილია 104 გვერდზე. იმ შემთხვევაში თუკი საკვლევ ნიადაგში ტიტანის ორჟანგის შემცველობა 0,5%-ზე მეტია, მაშინ აღწერილი წესით ალუმინის დატიტერისას ერთდროულად იტიტრება აგრეთვე ტიტანიც. ამიტომ მიღებული შედეგებიდან საჭიროა ტიტანის ორჟანგის შემცველობის გამოკლება, წინასწარ TiO_2 -ის პროცენტული შემცველობის გამრავლებით 0,6380 (TiO_2 -ის Al_2O_3 -ზე გადასაანგარიშებელი კოეფიციენტი).

ს ა კ ი რ ო რ ე ა ქ ტ ი ვ ე ბ ი: 1. ინდიკატორი მეთილორანჯი. 1%-იანი წყალხსნარი.

2. NH_4OH , განზავებული 1:1.

3. აცეტატური ბუფერული ხსნარი $pH \sim 5,0$. იღებენ 300 გ ნატრიუმის აცეტატს და ხსნიან 1 ლ გამოხდილ წყალში და შეამკვებენ HCl (კუთ. წ. 1,19) $pH=5$ -მდე უნივერსალური ინდიკატორის ქალღლის გამოყენებით.

4. ინდიკატორი ქსილენის ორანჯი; შშრალი ინდიკატორის ნარევი KCl -თან 1 100.

5. 0,1 — 0,025 — 0,05 M კომპლექსონ III ხსნარი, დამოკიდებულია ალუმინის შეცველობაზე ხსნარში.

6. 0,01 — 0,025 — 0,05 M $ZnCl_2$ -ის ხსნარი, დამოკიდებულია კომპლექსონ III ხსნარის მოლარობაზე.

შ ე ნ ი შ ე ნ ა. როგორც მ. მ. სოჩევანოვა* მიუთითებს, ალუმინის განსაზღვრას აწარმოებენ ტიტანის ორჟანგის შემცველობისაგან დამოკიდებულებით, ან იმავე ალიქვორტურ ნაწილში, რომელშიც დატიტრული იყო რკინა, მასში ტიტანისა და ალუმინის ჯამის განსაზღვრით, თუკი ტიტანის ორჟანგის შემცველობა 0,5%-ზე მეტია, ან სხვა ალიქვორტურ ნაწილში, მასში რკინის; ტიტანის და ალუმინის ჯამის განსაზღვრით. ტიტანის ორჟანგის მითითებული რაოდენობით შემცველობის შემთხვევაში ალუმინის პროცენტულ შემცველობას ორთავე შემთხვევაში ანგარიშობენ სხვაობის მიხედვით. მაშინ პირველ შემთხვევაში გამოსაანგარიშებელი ფორმულა მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$\frac{(a-b) \cdot T_{Al_2O_3} \cdot 100}{r} - 0,6384 \cdot B = \% Al_2O_3$$

მეორე შემთხვევაში:

$$\frac{(a-b) \cdot T_{Al_2O_3} \cdot 100}{r} - 0,6384 \cdot B - 0,6380 \cdot D = \% Al_2O_3,$$

სადაც 0,6380 — TiO_2 -ის Al_2O_3 გადასაანგარიშებელი კოეფიციენტია და $B = \% TiO_2$; 0,6384 — Fe_2O_3 -ის Al_2O_3 -ზე გადასაანგარიშებელი კოეფიციენტია და $D = \% Fe_2O_3$; TiO_2 -ის 0,5%-ზე ნაკლები რაოდენობით შემცველობის შემთხვევაში მითითებული შესწორებანი არ გამოიყენებან.

* М. М. Сочеванова. Ускоренный анализ осадочных горных пород с применением комплексометрии. М. «Наука», 1969.

როგორც მითითებულია, ამიაკით ერთნახევარი ქანგეულების და-
ლექვის დროს, გარდა ალუმინის, რკინის, ტიტანის და ფოსფორისა,
რომელნიც შეადგენენ ნალექის ძირითად მასას, ხსნარიდან გამოიყოფა
მთელი რიგი სხვა ელემენტები. მათი შემცველობა არ აქარბებს მე-
სედ პროცენტს, ე. ი. იმყოფება წონითი ანალიზის ცდომილების ფარ-
გლებში. ამიტომ აღნიშნულ ელემენტებს განიხილავენ როგორც მინა-
რეცს და მათ არ აღრიცხავენ ნიადაგის ჩვეულებრივი ანალიზის
დროს*.

სხვაობის მიხედვით Al_2O_3 -ის განსაზღვრისას $R_2O_3 + TiO_2 + P_2O_5$ -ის
პროცენტულ შემცველობას აკლებენ Fe_2O_3 , TiO_2 და P_2O_5 -ის პროცენ-
ტულ შემცველობას. სხვაობის მიხედვით ალუმინის ქანგის განსაზღვ-
რის შედეგები რამდენადმე უფრო მაღალია, ვიდრე პირდაპირი გან-
საზღვრის მეთოდით, რადგან ამ შემთხვევაში Al_2O_3 -ის წონაში შე-
დის აგრეთვე ყველა მინარევის წონა. საჭიროა აგრეთვე მხედველო-
ბაში იქნას მიღებული, რომ ერთნახევარი ქანგეულების, რკინის ქან-
გის, ტიტანის და P_2O_5 -ის განსაზღვრის ცდომილებანი გავლენას მო-
ახდენენ Al_2O_3 -ის შემცველობის მაჩვენებელზე.

განგარიშების მაგალითი. ერთნახევარი ქანგეულების რაოდენობა
ნიადაგის მშრალ წონაზე გადაანგარიშებით ტოლია 11,05%. Fe_2O_3 -ის
შემცველობა 2,23%, TiO_2 —0,58 და P_2O_5 — 0,12%.

Al_2O_3 -ის შემცველობა სხვაობის მიხედვით ტოლი იქნება: 11,05—
— (2,23 + 0,58 + 0,12) = 8,12% Al_2O_3 .

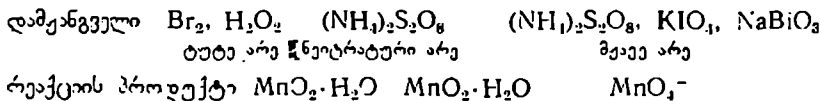
მანგანუმის განსაზღვრა

ნიადაგის ზედა ჰორიზონტში MnO -ს საერთო შემცველობა მერყე-
ობს 0,06 — 0,27%-ის ფარგლებში. რუხი, წაბლა და ზოგიერთი
შავმიწა ნიადაგები მანგანუმს შეიცავენ შედარებით მცირე რაოდენო-
ბით.

მანგანუმის შემცველი მინერალებიდან, ყველაზე უფრო გავრცე-
ლებულია პიროლიუზიტი MnO_2 , ბრაუნიტი Mn_2O_3 და გაუსმანიტი
 Mn_3O_4 . საკმაოდ ხშირად გვხვდება როდონიტი $MnCO_3$ და როდოქრო-
ზიტი ან მანგანუმის შპატი $MnCO_3$.

* საანალიზო ნივთიერებაში 0,01%-ზე ნაკლები რაოდენობით სხვადასხვა მინა-
რეცების შემცველობისას მათ აღნიშნავენ როგორც „კვალს“. ელემენტებს, რომელთა
შემცველობა ნიადაგში არ აქარბებს 0,01%-ს და რომელთაც აქვთ ფიზიოლოგიური
მნიშვნელობა ეწოდებათ მიკროელემენტები. მიკროელემენტების განსაზღვრას აწარ-
მოებენ მგრძნობიარე მეთოდებით: კოლორიმეტრული, პოლიაროგრაფიული, სპექ-
ტროგრაფიული და სხვა მეთოდებით.

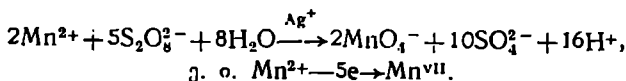
მანგანუმს უანგავენ მჟავიანობის სხვადასხვა პირობებში:



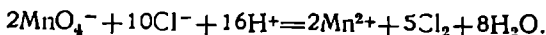
რადგანაც ნიადაგში მანგანუმის შემცველობა ჩვეულებრივ 1 პროცენტზე ნაკლებია, მას საზღვრავენ კოლორიმეტრული მეთოდით. ამ ელემენტის განსაზღვრის კოლორიმეტრული მეთოდებიდან ყველაზე უფრო ცნობილია პერსულფატის და პერიოდატის მეთოდი, რომელნიც დაფუძნებულია მჟავე არეში ორვალენტოვანი მანგანუმის დაჟანგვაზე 7 ვალენტოვნამდე. MnO -ს დიდი რაოდენობით შემცველობისას საჭიროა მისი განსაზღვრა ჩატარდეს პერსულფატის მოცულობითი მეთოდით*.

მანგანუმის კოლორიმეტრული განსაზღვრა პარსულფატის მეთოდით

ამონიუმის ან კალიუმის პერსულფატი** მჟავე არეში ვერცხლის იონის არსებობისას (როგორც კატალიზატორი) Mn^{2+} უანგავს MnO_4^- -მდე:



MnO_4^- წარმოქმნა შესაძლებელია აზოტმჟავე ან გოგირდმჟავე არეში, მაგრამ არა მარილმჟავე არეში, რადგან ქლორის იონი აღადგენს მანგანუმის მჟავას იონს შემდეგი ტოლობით:



მანგანუმის დაჟანგვას აწარმოებენ H_3PO_4 -ის თანაარსებობისას, რომელიც ეწინააღმდეგება მანგანუმის ორვალენტის წარმოქმნას და რკინას შებოჭავს უფერული კომპლექსური იონის სახით $[\text{Fe}(\text{PO}_4)_2]^{3-}$.

ანალიზის მსვლელობა. საზომ კოლბში, სილიციუმმჟავე მოცილებული ფილტრატის კარგად შერევის შემდეგ, მისგან იღებენ 20 მლ ხსნარს, ათავსებენ საშუალო ზომის (დიამეტრი 72—93 მმ) ფაიფურის ჯამში და აორთქლებენ წყლის აბაზანაზე ამოწრობამდე, რათა მთლიანად მოიცილონ თავისუფალი მარილმჟავე*** წყირს არ ათავსებენ

* В. С. Сыркомский. Методы анализа железных и марганцовых руд. изд. 2. Свердловск, 1950.

** პერსულფატი ეწოდება ზეგოგირდის მჟავას $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8$ მარილს.

*** გოგირდმჟავე ან აზოტმჟავე ხსნარში MnO -ს განსაზღვრას აწარმოებენ აორთქლების გარეშე.

ჯამში, რადგან ამ შემთხვევაში აორთქლებას აწარმოებენ ხსნარის შე-
რევის გარეშე.

აორთქლების შემდეგ ჯამის კედლებს და ძირს უხვად ასველებენ HNO_3 -ის (კუთ. წ. 1,4) წვეთებით, ჯამს დგამენ წყლის აბაზანაზე და ხელახლა აორთქლებენ მის შიგთავსს ამოშრობამდე. მშრალი ნაშთის ასეთ დამუშავებას აზოტის მქავით და მისი შემდგომი აორთქლებით ამოშრობამდე აწარმოებენ 3-ჯერ მაინც, რათა უზრუნველყონ Cl^- -ის მთლიანი მოცილება.

Cl^- -საგან განთავისუფლება მიმდინარეობს მშრალი ნაშთის ქლორიდების დაშლის ხარჯზე შემდეგი სქემით:

NaCl , KCl , CaCl_2 , MgCl_2 , MnCl_2 , FeCl_3 , AlCl_3 და სხვა +
+ $n\text{HNO}_3 = \text{NaNO}_3$, KNO_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$,
 $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ და სხვა + $n\text{HCl}$.

რადგანაც Cl^- -ის მოცილება უზრუნველყოფს მანგანუმის განსაზღვრის სიზუსტეს, აუცილებელია წინასწარ შემოწმდეს ყველა საჭირო რეაქტივი ქლორის შემცველობაზე.

Cl^- -ის გამოყოფის პროცესში და Mn^{2+} -ის შემდგომი დაქანვისას აუცილებელია ყურადღება მივაქციოთ, რომ იქვე ახლოს არ წარმო-
ებდეს HCl -ის შემცველი ხსნარების აორთქლება ან დუღილი.

აზოტის მქავით მშრალი ნაშთის დამუშავებისას ჯამში მიმდინარე-
ობს არა მარტო Cl^- -ის მოცილება, არამედ აგრეთვე ხსნარში არსე-
ბული აღმდგენლების დაქანვა, მაგალითად Fe^{2+} და სხვა, რომელნიც
ხელს უშლიან მანგანუმის დაქანვას.

HNO_3 -ით ნაშთის დამუშავების შემდეგ ჯამში ასხამენ 25 მლ H_2SO_4 -ის 5%-იან ხსნარს, ამატებენ 1 მლ H_3PO_4 3 ვალენტიაანი რკი-
ნის შესაბოჟად კომპლექსში და MnO_4^- -ის შეფერვის მდგრადობისა-
თვის, რის შემდეგ შეაქვთ 2 მლ AgNO_3 -ის 1%-იანი ხსნარი. ჯამს
ახურავენ მინას და დგამენ წყლის აბაზანაზე 30 წუთის განმავლობა-
ში, რათა ნაშთის მარილები სავსებით ვაიხსნას და წავიდეს ქლორ-
იონის კვალის დალეკვა, თუკი ის არ იყო მოცილებული აზოტის
მქავით ნაშთის დამუშავებისას *.

* მანგანუმის დასაქანვად ხსნარის ბოზხალების სხვა წესი შემდეგში მდგომარეობს: HNO_3 -ით დამუშავების შემდეგ მშრალ ნაშთს ასველებენ კონცენტრირებული გოგირდის მქავას წვეთებით, შემდეგ კი H_2SO_4 აცილებენ სილის აბაზანაზე გამოწვივით, შემდეგ ამატებენ H_2SO_4 -ის 5%-იან ხსნარს და სხვა რეაქტივებს, შემდეგ კი იქვეიან ისე, როგორც ზემოთ არის აღწერილი. ამ შემთხვევაში ყურადღება უნდა მივაქციოთ, რომ ახლოს არ იყოს ისეთი ხსნარები, რომელშიც ჩატარებულია SO_4^{2-} -ის დალეკვა, რადგანაც შეიძლება მიღებული იქნას სულფატ-იონის მეტად გადიდებული მანქანებლები მითითებული ხსნარებით გოგირდის მქავას ორთქლის შთანთქმის ხარჯზე.

წყლის აბაზანაზე ხსნარის დაყოფებისას ამზადებენ ფილტრს. იღებენ პატარა მკვრივ ფილტრს (ლურჯზონარიანი, 7 სმ დიამეტრით), ათავსებენ შესაბამისი ზომის ძაბრში, რომლის ქვევით დგამენ 100 — 150 მლ მოცულობის ქიმიურ ჭიქას, როგორც მიმღებს.

უწინარეს ყოვლისა საჭიროა ფილტრის გარეცხვა ქლორ-იონის კვალისაგან, რომელიც ყოველთვის არსებობს ფილტრში ჰაერიდან HCl-ის ორთქლის შთანთქმის ხარჯზე. გარეცხვას აწარმოებენ H_2SO_4 -ის 5%-იანი ცხელი ხსნარით, რომლითაც ფილტრს აავსებენ 3-ჯერ. ჩარეცხილ წყალს გადაღვრიან, მიმღებს ორჯერ გამოავლებენ გამობდილ წყალს და იწყებენ ჯამის შიგთავსის გაფილტვრას.

თუკი ფილტრატი მღვრიეა, მას ხელმეორედ გაფილტრავენ იგივე ფილტრში, რადგანაც მისი ფორები ასე თუ ისე რაღაც ზომით ამოვსებულია AgCl-ის ნალექით და მამასადაამე, ხსნარში დარჩენილ ნაწილაკებს უკეთ შეაკავებს.

ხსნარის გაფილტვრის შემდეგ, ჯამს და ფილტრს 3 — 4-ჯერ ჩარეცხავენ H_2SO_4 -ის 5%-იანი ცხელი ხსნარით. ფილტრატის და ჩარეცხილი სითხის საერთო მოცულობა მიმღებში 40 მლ-ს არ უნდა აჭარბებდეს. თუკი ხსნარი ჭუსტადაა შეფერილი, რათა საშუალება გვქონდეს გადავიტანოთ ის 50 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, ხოლო თუკი შეფერვა ინტენსიურია, მაშინ ხსნარი გადააქვთ 100 მლ მოცულობის კოლბში. მანგანუმის განსაკუთრებით დიდი რაოდენობით შემცველობის შემთხვევაში ხსნარის მოცულობა შეიძლება მიყვანილი იქნას 200 მლ-მდე.

ხსნარში ამატებენ 1 — 2 მგ კრისტალურ ამონიუმის ან კალიუმის პერსულფატს, ჭიქის შიგთავსს კარგად შეუტრევენ წრიული მოძრაობით და დგამენ ელექტროქურაზე. აცხელებენ ადუღებამდე, ჩამოდგამენ ცეცხლიდან, აცივებენ 3 წუთი და კიდევ ამატებენ პერსულფატის რაღაც რაოდენობას. პერსულფატის ყოველი ახალი პორციის დამატების წინ ხსნარის გაცივება საჭიროა იმიტომ, რომ $(NH_4)_2S_2O_8$ -ის მიმატებას ცხელ ხსნარში თან სდევს აქაფება, რის შედეგად ხსნარი შეიძლება გაღმოვიდეს ჭიქიდან.

პერსულფატს ამატებენ მანამ, სანამ წარმოქმნილი მანგანუმის მქავეს იისფერი შეფერადების ინტენსივობა არ შეწყვეტს მომატებას. თუკი ამ დროს შეფერვა აღმოჩნდება არა სუფთა იისფერი, არამედ მოწითალო ფერის, ეს იმას ნიშნავს, რომ არეს მქავეიანობა არასაკმარისია ორვალენტოვანი მანგანუმის სრული დაქანგვისათვის 7 ვალენტოვნამდე. ამ შემთხვევაში ამატებენ რამდენიმე წვეთ H_2SO_4 (უთ. წ. 1,84) იისფერის მიღებამდე და კარგად შეუტრევენ ჭიქის შიგთავსს წრიული მოძრაობით.

შეფერილ ხსნარს აღუღებენ 2—3 წუთი, რათა დაიშალოს ქარბი პერსულფატი, რის შემდეგ ხსნარს აცივებენ ოთახის ტემპერატურამდე და გადააქვთ 50 ან 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში (დამოკიდებულია შეფერვის ინტენსივობაზე), ჭიქას რამდენჯერმე გამოავლებენ გამოხდილ წყალს. ხსნარი გამოხდილი წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე, შეურევენ და აკოლორიმეტრირებენ ამა თუ იმ საშუალებით.

პერსულფატის მეთოდით მანგანუმის განსაზღვრის შემდეგ ხსნარა შეიძლება გამოყენებული იქნას ტიტანის განსაზღვრისათვის. (გვ. 137).

გამოანგარიშების მაგალითი. MnO -ს განსაზღვრა ჩატარებულია 25 მლ სილიციუმგაყვამოცილებულ ფილტრატში, რომელიც აღებულია 250 მლ მოცულობის საზომ კოლბიდან შერევის შემდეგ, მას შეესაბამება 0,1031 გ 100—105° ტემპერატურაზე გაშრალი ნიადაგი.

კოლორიმეტრირება ჩატარებულია $\Phi\Xi K-M$ -ის დახმარებით. ნულოვანი ხსნარის სახით გამოყენებულია H_2SO_4 -ის 5%-იანი ხსნარი. მრუდის მიხედვით დადგენილია, რომ საანალიზო ხსნარის კონცენტრაცია ტოლია 0,15 მგ MnO .

MnO -ს შემცველობა ნიადაგში ტოლია:

$$\frac{0,15 \cdot 100}{0,1031 \cdot 1000} = 0,15\% MnO.$$

საკვირო რეაქტივები: 1. HNO_3 კუთ. წ. 1,4 მკევა საკვიროა შემოწმებული იქნას Cl^- -ის შემცველობაზე შემდეგნაირად: იღებენ სინჯარაში ~ 5 მლ მკევას, ანზავებენ ისეთივე მოცულობით გამოხდილი წყლით და ამატებენ 1 მლ 1%-იან $AgNO_3$ -ის ხსნარს, რის შემდეგ შეურევენ. თუკი არ წარმოიქმნება ნალექი ან სიმღვრივე, მაშინ HNO_3 — ითვლება სუფთად.

2. H_2SO_4 (ხვ. წ. 1,84). მკევა საკვიროა შემოწმდეს Cl^- -ის შემცველობაზე: იღებენ ~ 1 მლ მკევას, ფრთხილად განაზავებენ 10 მლ-მდე გამოხდილი წყლით, აცივებენ ოთახის ტემპერატურამდე, ამატებენ 2 მლ HNO_3 1:10, რის შემდეგ შეაქვთ 1 მლ 1%-იანი $AgNO_3$ -ის ხსნარი და შეურევენ.

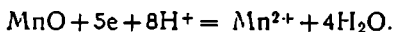
3. H_2SO_4 -ის 5%-იანი ხსნარი, რომელიც დამზადებულია Cl^- -ის შემცველობაზე შემოწმებული მკევისაგან. ხსნარს ამზადებენ შემდეგნაირად: 1 ლიტრი მოცულობის საზომ კოლბში ასხამენ გამოხდილი წყლის რაღაც რაოდენობას, შეაქვთ 30 მლ კონცენტრირებული გოგირდის მკევა და წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე.

4. H_3PO_4 (კუთ. წ. 1,7), რომელიც შემოწმებულია Cl^- -ის შემცველობაზე იგივე წესით.

5. $AgNO_3$ -ის 1%-იანი ხსნარი.

6. ამონიუმის პერსულფატი $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$, ანალიზისათვის სუფთა, კრისტალური. პერსულფატი იშლება ტენის მოქმედებით, ამიტომ საჭიროა ის შენახული იქნას მილესილსაცობიან ქილაში და თავლია არ დარჩეს დიდი ხნის განმავლობაში.

7. MnO -ს სტანდარტული ხსნარი. 0,2228 გ ქიმიურად სუფთა KMnO_4 -ს ათავსებენ ქიმიურ ჭიქაში და ხსნიან 150—200 მლ H_2SO_4 -ის 5%-იან ხსნარში. მკავე ხსნარს ამატებენ H_2O_2 -ის 30%-იანი ხსნარის რამდენიმე წვეთს მუდმივი შერევით. როცა ხსნარი გახდება უფერული, მას აღუღებენ რამდენიმე წუთს ჰარბი წყალბადის ზეჟანგის დაშლისათვის. მანგანუმის მკავეს ანიონი მკავე არეში აღვილად აღღება შემდეგი ტოლობით:



ხსნარს აცივებენ ოთახის ტემპერატურამდე, გადააქვთ 1 ლ მოცულობის საზომ კოლბში, მიჰყავთ ნიშანხაზამდე H_2SO_4 -ის 5%-იანი ხსნარით და კარგად შეურევენ, ხსნარი შეიცავს 0,1 მგ MnO 1 მლ-ში.

8. სანიმუშო ხსნარების სერია. იღებენ 5 ცალ სუფთა ქიმიურ ჭიქას 100 — 150 მლ მოცულობით და ყოველ მათგანში ბიურეტიდან ათავსებენ სტანდარტული ხსნარების შესაბამისი რაოდენობის მილილიტრებს: ყოველ ჭიქაში ამატებენ 30 — 40 მლ გოგირდის ან აზოტის მკავეს 5%-იან ხსნარს და 1 მლ H_3PO_4 (ყუთ. წ. 1,7), რის შემდეგ ამატებენ თითო მილილიტრ AgNO_3 -ის 1%-იან ხსნარს და აწარმოებენ მანგანუმის დაჯანჯვას პერსულფატით იგივე წესით, როგორც საანალიზო ხსნარების შეფერვის დროს.

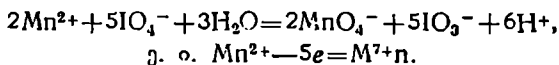
ხსნარს აყოენებენ ოთახის ტემპერატურამდე გასაცივებლად, გადააქვთ 100 მლ მოცულობის სუფთა საზომ კოლბში, მიჰყავთ გამონდილი წყლით ნიშანხაზამდე, შეურევენ და ღებულობენ სანიმუშო ხსნარების სერიას:

სტანდარტის №	1	2	3	4	5
MnO მგ/100 მლ	0,05	0,1	0,2	0,6	1,0

შეფერილ ხსნარს აღუღებენ 2 — 3 წუთი, აცივებენ ოთახის ტემპერატურამდე და გადააქვთ 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში. ხსნარი მიჰყავთ ნიშანხაზამდე 5%-იანი გოგირდის მკავეს ხსნარით, შეურევენ და იყენებენ ფოტოკოლორიმეტრიებისათვის.

MnO -ს საერთო შემცველობა ნიადაგში ჩვეულებრივ არ აქარბებს 0,1—0,75 მგ 100 მლ-ში, ე. ი. შეესაბამება 1—5 სანიმუშო ხსნარებს. ამიტომ შეიძლება შემოვიფარგლოთ მხოლოდ ასეთი ხსნარების მომზადებით, მათ შეიძლება დაემატოს ხსნარები, რომელნიც შეიცავენ 0,05 მგ MnO -ს 100 მლ-ზე.

კალიუმის პერიოდატი * აზოტმჟავა ან გოგირდმჟავა არეში ორკალენტოვან მანგანუმს ჟანგავს MnO_4^- -მდე შემდეგი ტოლობით:



პერიოდატით მანგანუმის დაჟანგვისათვის საჭიროა უფრო მჟავე არე, ვიდრე პერსულფატით დაჟანგვის დროს. დაჟანგვა მიდის კატალიზატორის გარეშე, მაგრამ უფრო ხანგრძლივი გაცხელებით და აუცილებლად $H_2PO_4^-$ -ის თანაარსებობით. ფოსფორის მჟავა ამ შემთხვევაში არა მარტო მდგრადს ხდის MnO_4^- -ს, არამედ, აგრეთვე აყვავებს იოდმჟავა მანგანუმის დალექვას. მანგანუმის მჟავას ხსნარები, რომელნიც მიღებული არიან პერიოდატით დაჟანგვით, გამოირჩევიან უფრო გამჭვირვალობით, შეფერვის სისუფთავით და მნიშვნელოვანი მდგრადობით. ასეთი ხსნარები შეიძლება შენახული იქნას რამდენიმე თვის განმავლობაში. (ისინი არ შეიცვლებიან).

პერიოდატით მანგანუმის დაჟანგვის დროს ამავე ხსნარში არ შეიძლება ტიტანის განსაზღვრა, როგორც ეს შესაძლებელია პერსულფატის მეთოდის გამოყენებისას, რადგანაც იოდის მჟავას სიჭარბე ხელს უშლის მანგანუმის აღდგენას, ე. ი. ხსნარის გაუფერულებას.

ანალიზის მსვლელობა. საზომ კოლბში კარგად შერევის შემდეგ იღებენ სილიციუმმჟავა მოცილებულ ფილტრატის 25 — 30 მლ, ათავსებენ ფაიფურის ჯამში და წყლის აბაზანაზე აორთქლებენ ამოშრობამდე, (HCl -ის მოსაცილებლად).

მშრალ ნაშთს 2 — 3-ჯერ ამუშავებენ HNO_3 -ით (ყუთ. წ. 1,4). აზოტის მჟავით ასველებენ ჯამის კედლებს და ფსკერზე მარილებს; ამ მეთოდით არ არის აუცილებელი ქლორიდების სავსებით მოცილება, რადგან Cl^- -ის მცირე რაოდენობა იჟანგება იოდის მჟავით და ამიტომ არ უშლის მანგანუმის განსაზღვრას. აზოტის მჟავით ყოველი დამუშავების შემდეგ ნაშთს აშრობენ აბაზანაზე, აზოტის მჟავას სრულ მოცილებამდე, რათა დარწმუნდნენ აღმდგენელების დაჟანგვის სისრულეში.

ჯამში არსებულ მშრალ ნაშთს ხსნიან 10 — 20 მლ H_2SO_4 -ის 10%-იანი ხსნარით. ხსნარი გადააქვთ 100 — 150 მლ მოცულობის ჭიმირ კიქაში, ჯამის შიგთავსს კარგად ჩარეცხავენ გოგირდის მჟავით კიქაში. ისე, რომ ხსნარის საერთო რაოდენობა შეადგენდეს არა უმეტეს 40 მლ.

* პერიოდატს უწოდებენ იოდის მჟავას HIO_4 მარილებს.

ხსნარში ამატებენ 2—3 მლ H_3PO_4 (კუთ. წ. 1,7) შეაქვთ 0,3 გ KIO_4 და აცხელებენ ხსნარს ადუღებამდე. ხსნარს ადუღებენ ინტენსიური შეფერვის მიღებამდე. აცივებენ ოთახის ტემპერატურამდე და გადააქვთ 50—100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში ან უფრო დიდშიც (დამოკიდებულია შეფერვის ინტენსივობაზე), მიიყვანენ წყლით ნიშანსაზამდე; შეურევენ კარგად და აკოლორიმეტრიებენ: სტანდარტული ხსნარების სერიას ამზადებენ პერიოდატით Mn^{2+} -ის დაყანგვით.

ს ა ქ ი რ ო რ ე ა ქ ტ ი ვ ე ბ ი: 1. HNO_3 (კუთ. წ. 1,4);

2. H_2SO_4 -ის 10%-იანი ხსნარი;

3. HPO_4 (კუთ. წ. 1,7);

4. კალიუმის პერიოდატი KIO_4 კრისტალური. იყიდება ასეთი სახელწოდებით—მეტა იოდმჟავა კალიუმში ანალიზისათვის სუფთა.

ტიტანის განსაზღვრა

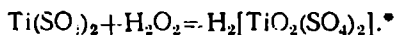
ნიადაგის ზედა ჰორიზონტში ტიტანის საერთო შემცველობა ტოლია 0,30—0,70%. ნიადაგის პროფილის მიხედვით ტიტანის შემცველობა ბევრ შემთხვევაში მცირედ იცვლება, ზოგჯერ რამდენადმე იმატებს ქვედა ჰორიზონტებში (დამოკიდებულია ნიადაგწარმოქმნელ ქანში ტიტანის შემცველობაზე).

ბუნებაში ტიტანის ყველაზე უფრო გავრცელებულ ფორმად ითვლება ორჟანგი TiO_2 , რომელიც გვხვდება პოლიმორფული მინერალების სახით: რუტილი, ანატაზი და ბრუკიტი. ტიტანის შემცველი სხვა მინერალებიდან ხშირად გვხვდება ილმენიტი $FeTiO_3$, ტიტანმაგნეტიტი $nFe_2O_3 \cdot mFeTiO_3$, ტიტანიტი $CaTi[SiO_4]O$, აგრეთვე პეროვსკიტი $CaTiO_3$. ბევრ ნიადაგებში ტიტანი, როგორც ჩანს, არსებობს მდგრადი შენაერთების სახით და არ იცვლება ნიადაგწარმოქმნის პროცესში.

ტიტანის ორჟანგი $TiO_2 \cdot nH_2O$ გამოიყოფა ნიადაგის ხსნარიდან და ამდიდრებს ნიადაგის წვრილ ფრაქციას. ბევრ შემთხვევაში ტიტანი შებოჭილია ისეთი მინერალებით, როგორიცაა ბეიდელიტი და მონტმორილონიტი, რომელთა კრისტალურ მესერში, როგორც ჩანს, ის იზომორფულად ანაცვლებს სილიციუმს და ალუმინს.

ნიადაგში ტიტანს საზღვრავენ კოლორიმეტრული მეთოდებით, რომელთაგან საერთოდ მიღებულად ითვლება პერჰიდროლის მეთოდი. განსაზღვრა შეიძლება ჩატარდეს სილიციუმმჟავა მოცილებული. ფილტრატის ალიქვოტურ ნაწილში ან ერთნახევარი ენგეულების გამომწვარ ნალექში კალიუმის პიროსულფატით ან მჟავე გოგირდმჟავა კალიუმით გაღობის შემდეგ.

მეთოდის საფუძველია ყვითელი ფერის ზეტიტანის მქავეს წარმოქმნა, გოგირდმქავე ტიტანის ურთიერთქმედებისას წყალბადის ზეჯანგთან:



ტიტანის დიდი რაოდენობით შემცველობის შემთხვევაში ხსნარი — ნარინჯისფერია, განზავებისას ყვითლდება. შეფერვა მდგრადია განსაზღვრული მქავეიანობის პირობებში (H_2SO_4 -ის 5%-იანი ხსნარი) და H_2O_2 -ის სიჭარბის შემთხვევაში, შეფერილი კომპლექსის დისოციაციის შემცირების გამო. მქავეიანობის მომატებით შეფერვა მკრთალდება.

ტიტანის განსაზღვრას უშლის ფტორი, რომელიც შლის ტიტანის ზეჯანგურ შენაერთს და ბოჭავს მას უფრო მდგრად უფერულ კომპლექსში $[\text{TiOF}]^+$, აგრეთვე ვანადიუმი, ქრომი, მოლიბდენი, რომელიც წყალბადის ზეჯანგთან იძლევიან შეფერილ შენაერთებს.

საანალიზო და სტანდარტული ხსნარების შეფერვის ინტენსივობის შედარება შეიძლება ვაწარმოთ ყოველი წესით. საჭიროა, მხოლოდ დავინხსომოთ, რომ წყალბადის ზეჯანგი ადვილად იშლება და ამიტომ კოლორიმეტრიების წინ აუცილებელია შეფერილ სტანდარტულ ხსნარებს დაემატოს 1—2 წვეთი H_2O_2 -ის 3%-იანი ხსნარი. აკოლორიმეტრიებენ ვიზუალურად ან ფოტოელექტროკოლორიმეტრული მეთოდით.

ტიტანის განსაზღვრა ხსნარში მანგანუმის განსაზღვრის შემდეგ

პერსულფატის მეთოდით ** მანგანუმის განსაზღვრის დროს საზომ კოლბში MnO_4^- -ის ხსნარს წვეთობით ამატებენ წყალბადის ზეჯანგის 30%-იან ხსნარს მუდმივი შერევით MnO_4^- -ის გაუფერულებამდე და ყვითელი ფერის განვითარებამდე, რომელიც დაკავშირებულია ზეტიტანის მქავეს წარმოქმნასთან ე. ი. ვიდრე ყვითელი შეფერვა არ შეწყვეტს ინტენსივობის მომატებას. H_2O_2 -ის დიდ სიჭარბეს უნდა მოვერიდოთ, რათა არ გამოიყოს ქანგბადის ბუშტულები კიუეტის კედლებზე ან კოლორიმეტრის კიქებში.

* კომპლექსური იონი შეიძლება გამოვსახოთ შემდეგნაირად $[\text{TiOH}_2\text{O}_2]^{2+}$, განიხილავენ რა მას როგორც წყალბადის ზეჯანგის შენაერთს ტიტანის ორქანგთან TiO_2^+ .

** პერიოდული მეთოდით მანგანუმის განსაზღვრისას იმავე ხსნარში ტიტანის განსაზღვრა არ შეიძლება — ქარბი იოდის მქავე ხელს უშლის მანგანუმის აღდგენას ე. ი. ხსნარის გაუფერულებას.

ფჰკ-ის გამოყენებისას ტიტანის ორჯანგის შემცველობას საანალიზო ხსნარში პოულობენ მრუდით, რომელიც აგებულია სანიმუშო ხსნარების სერიის მიხედვით, ან კოლორიმეტრიკებას აწარმოებენ სხვა წესით. ტიტანის მცირე რაოდენობით შემცველობის შემთხვევაში ხშირად იყენებენ კოლორიმეტრულ დატიტვრას. ვიზუალური მეთოდით უმჯობესია ისეთი ხსნარების ფერის შედარება, რომელნიც შეიცავენ 3 — 5 მგ TiO_2 100 მლ-ში. შეფერვა მყარია რამდენიმე დღის განმავლობაში. შეფერვის შესუსტებისას ხსნარში საჭიროა დამატოს 1 — 2 წვეთი H_2O_2 -ის 3%-იანი ხსნარი.

თუკი ხსნარი შეფერილია ძლიერ ინტენსიურად, იღებენ ხსნარის ნაწილს და ანზაებენ განსაზღვრულ მოცულობამდე H_2SO_4 -ის 5%-იანი ხსნარით; გამოანგარიშებისას მხედველობაში ღებულობენ განზაეების ხარისხს.

ტიტანის განსაზღვრა სილიციუმისა და მონილიზულ ფილტრატის ალიკვოტურ ნაწილში

სილიციუმისა და მოცილებული ფილტრატის პიპეტით იღებენ 25 მლ-ს (კარგად შერევის შემდეგ), ათავსებენ ქიმიურ ქიქაში* და ამატებენ NH_4OH -ის 10%-იან ხსნარს მდგრადი სიმღვრივის მიღებამდე, ხოლო შემდეგ ამატებენ H_2SO_4 -ის 5%-იან ხსნარს ნალექის სრულ გახსნამდე და კიდევ მცირე ნაქარბს.

გადაიტანენ ხსნარს 50 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, ამატებენ 1 მლ H_3PO_4 (კუთ. წ. 1,7), და 1 მლ წყალბადის ზეუანგის 30%-იან ხსნარს (ან 3 მლ H_2O_2 -ის 3%-იან ხსნარს). არ უნდა დავუშვათ ფოსფორის მუავს და წყალბადის ზეუანგის სიქარბე.

საზომ კოლბში ხსნარი ნიშანზამდე მიქყავთ 5%-იანი H_2SO_4 -ით, კოლბის შიგთავსს ხელახლა კარგად შეურევენ და აწარმოებენ მიღებული ხსნარის ფოტოკოლორიმეტრიკებას.

განგარიშების მაგალითი. TiO_2 -ის განსაზღვრა ჩატარებულია სილიციუმისა და მოცილებული ფილტრატის 25 მლ-ში, რაც შეესაბამება 0,1031 გ 100—105°-ზე გამშრალ ნიადავს. ფოტოკოლორიმეტრიკება ჩატარებულია ფჰკ-მ-ის დახმარებით. მრუდის მიხედვით დადგენილია, რომ საკვლევ ხსნარში TiO_2 -ის კონცენტრაცია უდრის 0,60 მგ. მაშასადამე.

$$\% TiO_2 = \frac{0,60 \cdot 100}{0,1031 \cdot 1000} = 0,581.$$

* აღებული ალიკვოტური ნაწილი შეიძლება მოთავსდეს საზომ კოლბში და ამოკით განეიტრალება. მასში ჩატარდეს ამოკით განეიტრალება.

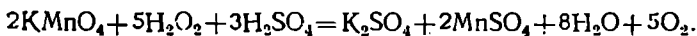
საჭირო რეაქტივები: 1. H_2SO_4 -ის 5%-იანი ხსნარი (~ 30 მლ H_2SO_4 კუთ. წ. 1,84 1 ლ გამოხდილ წყალზე).

2. წყალბადის ზეჟანგი — 30%-იანი ხსნარი (პერჰიდროლი) ან 3%-იანი ხსნარი. ხსნარს ინახავენ ცივ, ბნელ ადგილას, ჭურჭელს საცობს მჰიდროდ არ ახურავენ, რათა პერჰიდროლის დაშლისას გამოყოფილმა გაზებმა არ გამოიწვიოს ჭურჭლის გასკდომა.

3%-იან ხსნარს ამზადებენ 30⁰/o-იანის განზავებით: იღებენ 10 მლ პერჰიდროლს და გამოხდილი წყლით ანზავებენ 100 მლ-მდე.

შენახვისას წყალბადის ზეჟანგის დაშლა შეიძლება გახდეს მიზეზი ანალიზის წარუმატებლობისა. ამიტომ, ანალიზის დაწყების წინ, საჭიროა ხსნარში H_2O_2 -ის შემკველობის დადგენა: იღებენ 10 მლ H_2O_2 -ის ხსნარს, ანზავებენ გამოხდილი წყლით 100 მლ-მდე, ამატებენ 10 მლ განზავებულ H_2SO_4 (1:1), კარგად შეურევენ და ტიტრავენ $KMnO_4$ -ის 0,1 n ხსნარით, რომლის 1 მლ შეესაბამება 0,0017 გ H_2O_2 .

H_2O_2 -ის და $KMnO_4$ -ის ურთიერთქმედება მკაფივ არეში მიმდინარეობს შემდეგი სქემით:



რადგანაც ფტორის არსებობა უშლის ტიტანის განსაზღვრას, წყალბადის ზეჟანგის 30%-იანი ხსნარი შემოწმებული უნდა იქნას მის შემკველობაზე. ამისათვის, იღებენ 10 მლ პერჰიდროლს, აორთქლებენ პლატინის ჯამში 0,1 გ MgO -სთან ერთად მცირე მოცულობამდე, რის შემდეგ ხსნარი გადააქვთ საათის მინაზე და აორთქლებენ ამოშრობამდე. მშრალ ნაშთს ამატებენ რამდენიმე წვეთ კონცენტრირებულ H_2SO_4 -ს და აყოვენებენ 2 — 3 საათს. მკაფივს ჩარეცხავენ წყლით. თუკი მინა არ არის ამოქმული, მაშინ H_2O_2 არ შეიცავს ფტორს.

3. ორთოფოსფორმკაფა, H_3PO_4 კუთ. წ. 1,7.

4. TiO_2 -ის სტანდარტული ხსნარები. ანალიზურ სასწორზე წონიან 0,1000 გ ტიტანის ორჟანგს, ათავსებენ 100 მლ მოცულობის კელდალის კოლბში, ამატებენ 3 გ $(NH_4)_2SO_4$ და 30—40 მლ H_2SO_4 კუთ. წ. 1,84, რის შემდეგ აცხელებენ დახურულ ელექტროქურაზე 50 წუთის განმავლობაში, ვიდრე ტიტანის ორჟანგი მთლიანად არ გაიხსნება მკაფაში. გაცივების შემდეგ ხსნარი ძაბრით გადააქვთ 1 ლ მოცულობის საზომ კოლბში, რომელშიც წინასწარ მოთავსებულია 100 — 150 მლ გამოხდილი წყალი. რამდენიმეჯერ გამოავლებენ კოლბს გამოხდილ წყალს, რომელსაც აგრეთვე გადაიტანენ საზომ კოლბში. ხსნარს შეურევენ და გაცივების შემდეგ ნიშანხაზამდე მიჰყავთ 5%-იანი H_2SO_4 -ით, ახურავენ სუფთა საცობს და ერთხელ კიდევ კარგად შეურევენ. მიღებული სტანდარტული ხსნარი შეიცავს 0,1 მგ TiO_2 1 მლ-ში.

ხსნარის კონცენტრაციას ამოწმებენ წონ-თი მეთოდით. იღებენ 3 სინჯს, თითოეულს 50 მლ-ს, ათავსებენ ტიქებში. ატბლებენ ადუღე-ბამდე. გადმოდგავენ ცეცხლიდან და დალექავენ ტიტანის ჰიდროჟანგს NH_4OH -ის 10%-იანი ხსნარით, რომელსაც ამატებენ ამიაკის სუსტი სუნის მიღებამდე. მიჰყავთ ადუღებამდე, რის შემდეგ ტიქას გადმო-დგავენ ცეცხლიდან და გამოყოფილ ნალექს ფილტრავენ თეთრ სახვე-ვიან ფილტრში. ჩარეცხავენ ცხელი წყლით. ამობენ და გამოწკავენ მუდმივ წონამდე $900 - 1000^\circ$ ტემპერატურის პირობებში.

5. სანიმუშო ხსნარების სერია. იღებენ 5 ცალ 100 მლ ჰოცელობის სუფთა საზომ კოლბს და ბიურეტიდან თითოეულში ათავსებენ სტან-დარტული ხსნარის ისეთ რაოდენობას, რომელიც შეიცავს;

№ სტანდარტის	1	2	3	4	5
TiO_2 მგ/100 მლ	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0

თითოეულ კოლბში ამატებენ 1 მლ H_2O_2 -ის 30%-იან ხსნარს, 5%-იანი გოგირდის მჟავით ხსნარი მიჰყავთ ნიშანხაზამდე, შეურევენ და იყენებენ მუშაობაში.

ფოსფორის განსაზღვრა

ნიადაგის ზედაპირულ ფენაში P_2O_5 -ის საერთო შემცველობა აღწევს 0,10—0,19%-ს. ყველა ნიადაგებში ფოსფორის შემცველობა ქვედა ჰორიზონტებში მნიშვნელოვნად დაბალია, ვიდრე ზედა ჰორი-ზონტში. ფოსფორის დიდი ნაწილი ნიადაგში არის ორგანული შენაერ-თების სახით. ქვედა ჰორიზონტებში ფოსფორის შემცველობის მატე-ბა, რომელსაც ადგილი აქვს ზოგიერთ ნიადაგებში, დაკავშირებულია ქანების შედგენილობასთან.

ფოსფორის მინერალური შენაერთებიდან ნიადაგში ყველაზე უფ-რო ხშირად გვხვდება აპატიტები და მათი ჰიდროლიზის პროდუქტე-ბი, რომელთაგან ყველაზე უფრო მდგრადია ჰიდროქსილაპატიტი $\text{Ca}_5[\text{PO}_4]_3 \cdot \text{OH}$ და ფტორაპატიტი $\text{Ca}_5[\text{PO}_4]_3\text{F}$; მარტაეი ფოსფატე-ბიდან ცნობილია ვარისციტი $\text{Al}(\text{PO}_4) \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$, ბერაუნტი $\text{Fe}_3[\text{PO}_4]_2(\text{OH})_3 \cdot 2,5 \text{H}_2\text{O}$ და ვაველიტი $\text{Al}(\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. კაობიან ნიადაგებში გვხვდება ვივიანიტი $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$.

ფოსფორის განსაზღვრის ანალიზური მეთოდები დაფუძნებულია ფოსფორის მჟავას უნარზე მოლიბდენის მჟავასთან მოგვცეს შენა-ერთი. ფოსფორის განსაზღვრის მრავალრიცხოვანი მეთოდებიდან ნი-ადაგის ანალიზისათვის უფრო გამოსაყენებელია კოლორიმეტრული მეთოდები; ქვემოთ აღწერილია ფოსფორის კოლორიმეტრული განსა-ზღვრა „მოლიბდენის ლურჯის“ მიხედვით.

მეთოდის საფუძველია Mo^{VI} -ის აღდგენა ფოსფორმოლიბდენის ჰეტეროპოლიმეაით,* რის შედეგად წარმოიქმნება „მოლიბდენის ლურჯი“ — ლურჯ ან ცისფრად შეფერილი (დამოკიდებულია ფოსფორის შემცველობაზე) ფოსფორმოლიბდენის მეაფას კომპლექსი. კომპლექსის ზუსტი შედგენილობა არ არის დადგენილი. დენიე თვლიდა, რომ ის ითვლება ოთხი ან ექვსვალენტოვანი მოლიბდენის შენაერთად ფოსფორის მეაფასთან $(MoO_2 \cdot 4MoO_3)_2 \cdot H_3PO_4 \cdot 4H_2O$ სხვები თვლიან, რომ — „ლურჯი“ წარმოადგენს ხუთი და ექვს ვალენტოვანი მოლიბდენის კოლოიდურ ხსნარს.

რადგანაც ჰეტეროპოლიმეაფას მოლიბდენი აღდგება უფრო ადვილად, ვიდრე მოლიბდატის მოლიბდენი, ამ მეაფას ლებულობენ, საანალიზო ნიმუშში მოლიბდენმეაფაამონიუმის მეაფე ხსნარის შეტანით. ხსნარი უნდა იყოს მეაფე, რადგანაც ჰეტეროპოლიმეაფა წარმოიქმნება მხოლოდ მეაფე არეში. ტუტე არეში ჰეტეროპოლიმეაფა მთლიანად იშლება, ფოსფორისა და მოლიბდენის მეაფას მარილების წარმოქმნით. ძლიერ მეაფე არეში ის ავრეთვე არამდგრადია. ამიტომ არეს მეაფე-ანობა, ე. ი. ხსნარში მეაფას რაოდენობა უნდა იყოს ოპტიმალური და ეს პირობები მოლიბდენის ლურჯის წარმოქმნის გადამწყვეტი ფაქტორია.

შეფერილი კომპლექსის წარმოქმნის სხვა მნიშვნელოვანი პირობაა ხსნარში მოლიბდენის კონცენტრაცია. მოლიბდატ-ანიონის სიჭარბის შემთხვევაში შეიძლება წარმოიქმნას ორი ლურჯი: ფოსფორმოლიბდენის და მოლიბდენის, რომელსაც მიეყვება განსაზღვრის ცდომილებამდე, რადგანაც ფოსფორის რაოდენობრივი განსაზღვრა დაფუძნებულია ხსნარში ფოსფორმოლიბდენის ლურჯის შემცველობის აღრიცხვაზე.

მოლიბდენის აღდგენას აწარმოებენ ორქლორიანი კალით, ასკობინის მეაფით, გოგირდმეაფა ჰიდრაზინით და სხვა მრავალი აღმდგენელით**. სხვადასხვა აღმდგენელი იძლევა ფოსფორმოლიბდენის ჰეტეროპოლიმეაფას აღდგენის სხვადასხვა პროდუქტს და უზრუნველყოფენ მეთოდის სხვადასხვა მგრძნობიარობას.

რადგან, მიღებული შეფერილი კომპლექსის შედგენილობა დამო-

* ჰეტეროპოლიმეაფა შეიცავს ანიონს, რომელიც წარმოქმნილია ორი ან რამდენიმე მეაფე დანეანგველისაგან. ფოსფორმოლიბდენის ჰეტეროპოლიმეაფა $H_2[PMo_{12}O_{42}]$ შეიცავს 5 ვალენტოვან ფოსფორს (ცენტრალური ატომი) და 12 ატომ ექვს ვალენტოვან მოლიბდენს.

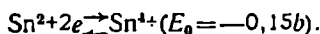
** Г. Н. Никулина. Обзор методов колориметрического определения фосфора по образованию «Молибденовой сини». М.—Л. «Наука», 1965.

კიდებულია არეს მქავიანობაზე, ამონიუმის მოლიბდატის კონცენტრაციაზე და აღმდგენელის თვისებებზე, აუცილებელია მკაცრად დავიცვათ გამოყენებული მეთოდის მითითებანი.

ფოსფორმოლიბდენისმჟავას მოლიბდენის აღდგენა ორკლორიანი კალით

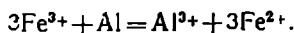
ორკლორიანი კალას უნარი — აღადგინოს მოლიბდენი გამოყენებული იყო გ. დენიეეს მიერ (1920) ფოსფორის განსაზღვრისას წყალში, ნიადაგში და სხვა ობიექტებში. დენიეეს მეთოდი ფართოდ გამოიყენება ნიადაგის გამოკვლევის სხვადასხვა მოდიფიკაციების სახით*. თანამედროვე პირობებში ყველაზე უფრო ცნობილი და საზოგადოდ მიღებულია ე. ტრუოგის და ა. მეიერის (1929) მოდიფიკაცია, რომელთა საფუძველზე ტარდება P_2O_5 -ის ქვემოთ აღწერილი განსაზღვრა ნიადაგის მთლიანი ანალიზის დროს.

კალით მოლიბდენის აღდგენა დაფუძნებულია მისი ორვალენტოვანი იონის უნარზე გასცეს ელექტრონები შემდეგი სქემით:



სამვალენტოვანი რკინის არსებობისას (საანალიზო ნიმუშში 1,8 მგ-ზე მეტი) აღდგენის პოტენციალი და Sn^{2+} -ის კონცენტრაცია იკლებს შემდეგი რეაქციის ხარჯზე $2Fe^{3+} + Sn^{2+} = 2Fe^{2+} + Sn^{4+}$; ყოველივე ამის შედეგად იკლებს ლურჯი შეფერვის ინტენსივობა და ხსნარი ღებულობს მომწვანო ფერს.**

იმ შემთხვევაში, როცა Fe^{3+} ხსნარში ბევრია, აუცილებელია, წინასწარ აღდგეს ის Fe^{2+} -მდე, რომელიც არ უშლის P_2O_5 -ის განსაზღვრას. ამ შემთხვევაში აღდგენა უკეთესია ჩატარდეს მეტალური ალუმინით შემდეგი ტოლობით:



ამის შემდეგ საანალიზო ხსნარში ანეიტრალდებენ ჭარბ მქავას და შეაქვთ მოლიბდენმქავა ამონიუმის მქავე ხსნარი, რათა შეიქმნას

* Н. А. Гусев. Колориметрическое определение фосфатов по голубому восстановленному фосформолибденовому комплексу. «Гидрохим. мат.-лы», т. XVII. М.—Л., изд-во АН СССР, 1950.

** მოლიბდენის „ლურჯის“ მომწვანო ფერი მიიღება აგრეთვე კალს დიდი სიჭარბის დროს, რადგანაც იწვევს მოლიბდენის აღდგენას უფრო დაბალ ვალენტობამდე.

არეს განსაზღვრული მყავიანობა ($0,4n H_2SO_4$) და მოლიბდატ — იონის შესაბამისი კონცენტრაცია. *

ორქლორიანი კალა — ძლიერი აღმდგენელია, მას უნარი შესწევს აღადგინოს ჰეტეროპოლიმეავას $MOVI$ ოთახის ტემპერატურისა და ფოსფორის მცირე რაოდენობით შემცველობის პირობებში, მეთოდი გამოირჩევა მაღალი მგრძობელობით, მაგრამ ხსნარის მიღებული ფერი დიდხანს არ ინახება, რაც ითვლება ამ მეთოდის ნაკლად.

განსაზღვრას აწარმოებენ გოგირდმეავა ან მარილმეავა ხსნარში. აზოტმეავა არე უვარგისია იმ მიზეზით, რომ HNO_3 შლის მოლბდენის ლურჯს. დარიშხანის ** არსებობა აღიღებს შედეგებს, რადგანაც მოლიბდატ — ანიონთან ის წარმოქმნის ფოსფორმოლიბდენ მეავას ანალოგიურ ჰეტეროპოლიმეავას.

ანალიზის მსვლელობა. სილიციუმმეავა მოცილებული ფილტრატის შერევის შემდეგ, მისგან იღებენ 5 — 10 მლ ხსნარს, გადააქვთ 50 მლ მოცულობის კიქაში, განაზავებენ გამოხდილი წყლით და აცხელებენ აღულებამდე. იღებენ ცეცხლიდან და ცხელ ხსნარში ამატებენ დანის წვერით მეტალური ალუმინის ფხვნილს ან წერილ ნამეცეებს, კიქას ახურავენ მინას *** ხსნარს შეურევენ წრიული მოძრაობით და აყოვნებენ გაუფერულებამდე და ოთახის ტემპერატურამდე გაცივებამდე.

საფარ მინას ჩარეცხავენ გამოხდილი წყლით კიქაში. თუკი არის გაუხსნელი ალუმინის ნალექი, მას ფილტრავენ 5,5 სმ დიამეტრის უნაცრო ფილტრით. ფილტრატს აგროვებენ 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში. კიქას და ფილტრს ჩარეცხავენ წყლით იმავე კოლბში.

საანალიზო ხსნარის ალიქვოტურ ნაწილში კარბ მეავას ანეიტრალებენ 10%-იანი NH_4OH -ის ხსნარით. რომელსაც ამატებენ მუდმივი შერევით სუსტი სიმღვრივის წარმოქმნამდე, (სიმღვრივე გამოწვეულია გამოყოფილი ჰიდროქანგებით). ამის შემდეგ ჰიდროქანგს ხსნიან რამდენიმე წვეთი გოგირდმეავას 10%-იანი ხსნარის დამატებით.

* A. M. Мещеряков. Значение соотношения между кислотой и молибд-анионом при колориметрическом определении фосфора. «Почвоведение», 1965, № 2.

** დარიშხანი მნიშვნელოვანი რაოდენობით შეიძლება შეგვხვდეს ბაღსა და ვენახის ნიადაგებში, რადგანაც მავნებლებთან ბრძოლის წინააღმდეგ გამოყენებულ ზოგიერთი პრეპარატები შეიცავს ამ ელემენტს. კალიუმის და ნატრიუმის ნახშირმეავა მარილებით ნიადაგის შეღობის პროცესში (ნიადაგის მთლიანი ანალიზის დროს) დარიშხანი იკარგება და ამიტომ ამ ანალიზში ის არ უშლის P_2O_5 -ის განსაზღვრას, როგორც ეს შეიძინევა „მოძრავი“ ფოსფორის განსაზღვრის დროს.

*** შეიძლება გამოყენებულ იქნას ალუმინის ელექტროგამტარის პატარა ნაქერი.

ხსნარში რკინის მცირე რაოდენობით შემცველობის შემთხვევაში ჰიდროქსანგების გამოყოფა ნაკლებად შესაძინებია და განეიტრალება უმჯობესია ჩატარდეს ინდიკატორით α ან β დინიტროფენოლით. კოლბში ამატებენ 2 წვეთ ამა თუ იმ ინდიკატორს და ანეიტრალბენ ხსნარს ამიაკით ყვითელი ფერის მიღებამდე, შემდეგ კი აუფარულბენ ამ ხსნარს H_2SO_4 -ის 10%-იანი ხსნარის წვეთებით.

კოლბში ამატებენ გამოხდილ წყალს 90 — 95 მლ მოცულობამდე, 4 მლ 2,5%-იან მოლიბდენმჟავამონიუმის ხსნარს გოგირდის მჟავაში და შეურევენ. კოლბში შეაქვთ 6 წვეთი (0,3 მლ) ორქლორიანი კალას $SnCl_2$ ახლად მომზადებული ხსნარი, ამატებენ გამოხდილ წყალს ნიშანხაზამდე, ახურავენ სუფთა მშრალ საცობს და კარგად შეურევენ კოლბის 3 — 4-ჯერ გადაბრუნებით.

ხსნარის ლურჯი შეფერვა წარმოიქმნება საკმაოდ სწრაფად. მაგრამ მისი მაქსიმალური ინტენსივობა შეიმჩნევა შეფერვის დაწყებიდან 5 — 10 წუთის შემდეგ, შემდეგ კი შეფერვის ინტენსივობა მცირდება. ამიტომ კოლორიმეტრიება საჭიროა ჩატარდეს არა უგვიანეს 10 წუთისა.

მასიური განსაზღვრების დროს ერთდროულად შეიძლება შეიფეროს მხოლოდ 5 — 6 საანალიზო ხსნარი, რათა ხსნარების შეფერვის შედარება მოხდეს დროის ერთსა და იმავე ინტერვალში.

ფოტოელექტროკოლორიმეტრის დახმარებით შეფერვის შედარებისას უფრო მოსახერხებელია კონცენტრაცია განსაზღვროს შემდეგ ფარგლებში: 001—0,2 მგ P_2O_5 100 მლ; რადგანაც ხშირად რეაქტივები ძლიერ დაბინძურებულია ფოსფატებით, აუცილებელია P_2O_5 -ის განსაზღვრისას საკონტროლო ცდა მათ სისუფთავეზე.

გამოანგარიშების მაგალითი. 250 მლ საზომ კოლბში სილიციუმ-მჟავა მოცილებული ფილტრატის კარგად შერევის შემდეგ P_2O_5 -ის განსაზღვრისათვის იღებენ 10 მლ ხსნარს, რომელიც შეესაბამება 0,0412 გ მშრალ ნიადაგს.

შუქფილტრის და კიუვეტის შერჩევის შემდეგ შეფერილი ხსნარის ოპტიკური სიმკვრივის გაზომვა ჩატარებულია $\Phi \Xi K - M$ -ზე. ფოსფორის მრუდის მიხედვით ნაოენია, რომ საანალიზო ხსნარში P_2O_5 -ის კონცენტრაცია უდრის 0,046 მგ; P_2O_5 -ის შემცველობა ნიადაგში ტოლია:

$$\frac{0,046 \cdot 100}{0,0412 \cdot 1000} = 0,11\% P_2O_5.$$

- ს ა ჯ ი რ ო რ ე ა ქ ტ ი ვ ე ბ ი: 1. მეტალური ალუმინი;
2. NH_4OH -ის 10%-იანი ხსნარი.
3. ინდიკატორი ან α ან β დინიტროფენოლის მაძლარი წყალხსნარი.

, α — დინიტროფენოლი ანუ 2,4 დინიტროფენოლი $C_6H_4O_5N_2$, ღია ყვითელი ფერის კრისტალებია, რომელიც იხსნება წყალში. (0,5 გ 100 მლ წყალში). უფერულიდან (2,8) ყვითელი ფერის (4,4) მიღებამდე ხსნარის ფერის შეცვლის ინტერვალში, შეესაბამება pH 2,8 — 4,4.

β — დინიტროფენოლი, ანუ 2,6 — დინიტროფენოლი $C_6H_4O_5N_2$, წარმოადგენს აგრეთვე ყვითელი ფერის კრისტალებს, მაგრამ ცივ მდგომარეობაში მცირედ ხსნადია, უკეთ იხსნება გაცხელებისას. ხსნარის ფერის შეცვლის ინტერვალში უფერულიდან (2,4) ყვითელი ფერის (4,0) მიღებამდე შეესაბამება pH 2,4 — 4,0.

ამ ინდიკატორების მაძღარ წყალხსნარს ამზადებენ 0,25 გ. მარილის გახსნით 100 მლ წყალში 50°-მდე გაცხელების პირობებში. მეორე დღეს გამჭვირვალე ხსნარს გადაიტანენ ცალკე ჭურჭელში (დალექილ კრისტალებს მოაშორებენ) და იყენებენ მუშაობაში, ხოლო კრისტალებს ინახავენ.

4. მოლიბდენმჟავა ამონიუმის ხსნარი 10 n H_2SO_4 -ში. პირველ რიგში ამზადებენ მჟავას ხსნარს; კოლბში ათავსებენ (სასურველია ცეცხლგამძლე მინის კოლბა) 500 მლ გამოხდილ წყალს და ფრთხილად ახაშენ მასში მუდმივი შერევით 280 მლ H_2SO_4 ხვ. წ. 1,84. გოგირდის მჟავას გახსნა მიმდინარეობს გაცხელებით, ამიტომ კოლბს დგამენ აზბესტზე ან აზბესტის ბაღეზე. ხსნარს ტოვებენ ოთახის ტემპერატურამდე გასაცივებლად.

ამზადებენ $(NH_4)_6MO_7O_{24} \cdot 4H_2O$ წყალხსნარს: იღებენ 25 გ გადაკრისტალბულ, ქიმიურად სუფთა მოლიბდენმჟავა ამონიუმს, ხსნიან 60°-მდე გაცხელებულ 200 მლ გამოხდილ წყალში. თუკი ხსნარში არის მექანიკური მინარევები, ფილტრავენ მკვრივ უნაცრო ფილტრში. მიღებულ ხსნარს აცივებენ ოთახის ტემპერატურამდე.

მომზადებული მოლიბდენმჟავა ამონიუმის ხსნარს გადაიტანენ გოგირდის მჟავას ხსნარში მცირე ულუფებით ხსნარის მუდმივი შერევით. ოთახის ტემპერატურამდე გაცივების შემდეგ ხსნარის საერთო მოცულობა გამოხდილი წყლით მიჰყავთ 1 ლიტრამდე, კარგად შეურევენ და გადაიტანენ მილესილსაცობიან ფერად ბოთლში. ხსნარი მდგრადია და შეიძლება შენახული იქნას დიდი ხნის განმავლობაში.

5. ორთქლიანი კალას ხსნარი. $SnCl_2 \cdot 2H_2O$, იღებენ 2,5 გ ორქლორიან კალას და ხსნიან 24 მლ HCl კუთ. წ. 1,19 გაცხელებით. გაცივების შემდეგ ამატებენ 100 მლ-მდე გამოხდილ წყალს და დებულობენ კალას ხსნარს HCl-ის 10%-იან ხსნარში. ორქლორიანი კალას გახსნა უშუალოდ 10%-იან HCl-ში მიმდინარეობს ძალიან ნელა და ზოგჯერ, ამ შემთხვევაში ადგილი აქვს მცირე სიმღვრივის გამოყოფას. სიმღვრივე არ უშლის განსაზღვრას; რადგანაც მოლიბდენმჟავა ამონიუმის მჟავე ხსნართან ურთიერთმოქმედებისას ის ქრება.

მუშაობის პროცესში საჭიროა ვისარგებლოთ ორქლორიანი კალას ახლად მომზადებული ხსნარით, რადგანაც ბევრ შემთხვევაში მასზე არის დამოკიდებული ანალიზის წარმატება და სიზუსტე.

თუკი არ აქვთ მარილი $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, რეაქტივს ამზადებენ მეტალური კალასაგან. კალას ათავსებენ სუფთა ფაიფურის ჯამში, აცხელებენ გაღნობის დაწყებამდე და ამ მომენტში სწრაფად იღებენ ჯამიდან წკირით. ღნობის დაწყების ტემპერატურის პირობებში კალა ადვილად იფხვნება. სინჯარაში იღებენ მეტალური კალას 0,1 გ ფხვნილს და ხსნიან 2 მლ სუფთა HCl -ში (კუთ. წ. 1,19). გახსნის დაჩქარების მიზნით ამატებენ 1 — 4 წვეთ $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 4%-იან ხსნარს და აცხელებენ წყლის აბაზანაზე, სინჯარას ახურებენ ნასერეტიან საცობს.

კალას გახსნის შემდეგ სითხის მოცილება მიჰყავთ 10 მლ-მდე და ღებულობენ ქლორიანი კალას 1%-იან ხსნარს (კალას მიხედვით). მითითებული წესით კალას ხსნარის დასამზადებლად სასურველია გვექონდეს სინჯარა ორი ნიშანხაზით — 2 და 10 მლ-ზე.

ხსნარს ამზადებენ უშუალოდ ანალიზის წინ.

6. P_2O_5 -ის ძირითადი სანიმუშო ხსნარი. წონიან 0,1917 გ ქიმიურად სუფთა KH_2PO_4 , ხსნიან მცირე რაოდენობის გამოხდილ წყალში 1 ლ მოცულობის საზომ კოლბში, მიჰყავთ ნიშანხაზამდე, შეურევენ და მიიღებენ ხსნარს, რომლის 1 მლ შეიცავს 0,1 მგ P_2O_5 -ს. ამ ხსნარს იყენებენ როგორც სათადარიგოს და ინახავენ მჭიდროდ თავდახურულ მინის კუერკელში ბნელ ადგილას.

ერთხანაცვლებული კალიუმის ფოსფატი KH_2PO_4 კალიუმის სხვა ფოსფატებისაგან გამოირჩევა მკაფიო რეაქტივით, * იმ შემთხვევაში თუ ექვევებათ პრეპარატის სისუფთავე, მაშინ მას რეცხავენ ეთილის სპირტით (K_2HPO_4 -ის მინარეგების გახსნისათვის) და გადააქრისტალებენ 1 — 2-ჯერ.

ძირითადი სანიმუშო ხსნარის კონცენტრაცია რომ არ შეიცვალოს შიკროორგანიზმების ცხოველმყოფელობის შედეგად, ვიდრე ხსნარს მიიყვანდნენ ნიშანხაზამდე (1 ლ) მას ამატებენ 10 მლ 1 n H_2SO_4 -ის ხსნარს და 6 წვეთ 0,1 n KMnO_4 -ის ხსნარს, ან შეაქვთ 1 მლ ტოლუოლი.

სანიმუშო ხსნარების სერიის შესადგენად ამზადებენ სამუშაო სანიმუშო ხსნარს.

* ერთხანაცვლებული კალიუმის ფოსფატის KH_2PO_4 ხსნარის pH-4,3. ამ მარილის ხსნარში ინდიკატორი მეთილის წითელი ღებულობს მოწითალო-ნარინჯისფერს.

ორხანაცვლებული ფოსფატის $\text{K}_2\text{HPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ pH-9,6. ის ფენოლფტალეინს აძლევს ინტენსიურ წითელს, ხოლო ტიმოლფტალეინს — ნათელ-ლურჯ ფერს. სამხანაცვლებული K_2PO_4 -ის pH 13, 2. ის ადვილად გამოიწობა ტიმოლფტალეინის ინტენსიური ლურჯი შეფერვით და ფენოლფტალეინის მეწაბულო ფერით.

სამუშაო სანიმუშო ხსნარს ამზადებენ ძირითადი სანიმუშო ხსნარის განზავებით 10-ჯერ, რის შემდეგ კარგად შეურევენ კოლბის მრავალჯერადი გადაბრუნებით და ლებულობენ ხსნარს, რომლის 1 მლ. შეიცავს 0,01 მგ P_2O_5 -ს. რადგან მომზადებული ხსნარი ადვილად იცვლის თავის კონცენტრაციას მიკროორგანიზმების მოქმედებით, საჭიროა მისი მომზადება უშუალოდ გამოყენების წინ. (უვიდურეს შემთხვევაში შეიძლება შენახული იქნას ორი დღის განმავლობაში).

7. სანიმუშო ხსნარების სერია. იღებენ 100 მლ მოცულობის 5 ცალ მშრალ საზომ კოლბს და ბიურეტიდან თითოეულში ათავსებენ KH_2PO_4 -ის სამუშაო სანიმუშო ხსნარის ისეთ რაოდენობას, რომელიც შეესაბამება:

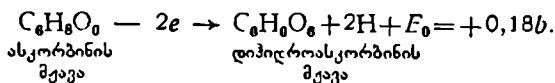
სანიმუშო ხსნარის №	1	2	3	4	5
P_2O_5 მგ/100-ლ.	0,02		0,04	0,06	0,08 0,10.

სანიმუშო ხსნარების შეფერვისას იქცევიან ისე, როგორც საანალიზო ხსნარების შეფერვისას, მეტალური ალუმინის დამატების გარეშე.

ფოსფორმოლიბდენის შავას ფოლიბდენის აღდგენა ასკორბინის შავით

ასკორბინის მჟავა $C_6H_8O_6$ ხასიათდება აღმდგენელი თვისებებით. მოლიბდენის აღსადგენად პირველად იგი გამოყენებული იყო ამმონისა და გინსბერგის მიერ (1936).

მოლიბდენის და სხვა მეტალების (Fe^{2+}, Cu^{2+}) აღდგენა ასკორბინის მჟავით დაფუძნებულია მის უნარზე გასცეს ელექტრონები შემდეგ სქემის მიხედვით:



დიჰიდროასკორბინის მჟავა ითვლება აგრეთვე აღმდგენელად, მაგრამ უფრო სუსტია, ვიდრე ასკორბინის მჟავა; სისტემის უანგვა-აღდგენის პოტენციალი დამოკიდებულია არეს მჟავიანობაზე: pH — 7-ის დროს ის ტოლია +0,18b pH — 2-ის დროს კი ტოლია +0,28 b.

დადგენილია, რომ ასკორბინის მჟავას წყალხსნარი ღვინის მჟავას თანაარსებობისას აღადგენს მოლიბდენს, რომელიც შებოჭილია კომპლექსში, ამ შემთხვევაში არ იხარჯება ამონიუმის მოლიბდატის ჭარბი რაოდენობა. მერფი და რაილი (1962) მივიდნენ იმ დასკვნამდე, რომ ხსნარში სტიბიუმღვინის მჟავა კალიუმის შეტანა საშუალებას იძლევა მიღებული იქნას ლურჯი შეფერვა ფაცხელების გარეშე. შეფერვა მდგრადია დიდრ ხნის განმავლობაში.

ანალიზის მსვლელობა. სილიციუმმკვავამოცილებული ფილტრატის კარგად შერევის შემდეგ, მისგან იღებენ 5 მლ ხსნარს და ათავსებენ 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში. გამობდილი წყლით განაზავებენ 50 მლ-მდე (კოლბის ნახევრამდე) და ჭარბ მკვავას ანეიტრალებენ NH_4OH -ის 10%-იანი ხსნარით, რომელსაც ამატებენ წვეთობით ხსნარში სუსტი სიმღვრივის წარმოქმნამდე, (სიმღვრივე გამოწვეულია გამოყოფილი ჰიდროქსიდებისაგან), განეიტრალებას აწარმოებენ აგრეთვე α ან β დინიტროფენოლის მიხედვით. უკანასკნელ შემთხვევაში ხსნარში ამატებენ 2 წვეთ ინდიკატორს, შეურევენ და ამატებენ ამიაც წვეთობით ხსნარის ყვითელი ფერის მიღებამდე.

ხსნარს გააუფერულებენ (ან გახსნიან გამოყოფილ ჰიდროქსიდებს) რამდენიმე წვეთ H_2SO_4 -ის 10%-იანი ხსნარით, თუკი ხსნარი მღვრია, ამატებენ მკვავას ჰიდროქსიდების სრულ განსნამდე.

ამატებენ 4 მლ რეაქტივ B, მაშინვე მიჰყავთ ხსნარი წყლით ნიშან-ხაზამდე და კარგად შეურევენ. აყოვნებენ 10 წუთს შეფერვის სრულ განვითარებამდე. ფოსფორის არსებობისას ხსნარი შეიფერება ლურჯად; შეფერვა მდგრადია 24 საათის განმავლობაში.

შეფერილი ხსნარის ოპტიკურ სიმკვრივეს ზომავენ ფოტოელექტროკოლორიმეტრზე შეფერვის განვითარებიდან 10 წუთის შემდეგ. სანიმუშო ხსნარების სერიის ოპტიკური სიმკვრივის მაჩვენებლების მიხედვით აგებენ გრაფიკს.

ს ა ჭ ი რ ო რ ე ა ქ ტ ი ვ ე ბ ი: 1. A რეაქტივი. ამზადებენ H_2SO_4 -ის 5 n ხსნარს, რისთვისაც 140 მლ H_2SO_4 (კუთ. წ. 1,84) ნაწილ-ნაწილ ასხამენ გამობდილ წყალში მუდმივი შერევით. ხსნარის მომზადება საჭიროა ჩატარდეს ცეცხლგამძლე კოლბში. გაცივების შემდეგ ხსნარი გამობდილი წყლით მიჰყავთ 1 ლიტრამდე და კარგად შეურევენ.

ამზადებენ აგრეთვე ამონიუმის მოლიბდატის ხსნარს, რისთვისაც 12 გ გადაკრისტალბულ ქიმიურად სუფთა მოლიბდენმკვავა ამონიუმს ხსნიან 250 მლ გამობდილ წყალში.

შემდეგ ამზადებენ სტიბიუმდინის მკვავა კალიუმის ხსნარს $\text{K}(\text{SbO})\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$, რისთვისაც 0,2908 გ მარილს ხსნიან 100 მლ გამობდილ წყალში.

უკანასკნელ ორ ხსნარს ამატებენ 100 მლ 5 n H_2SO_4 , კარგად შეურევენ, მიღებული შერეული ხსნარის მოცულობას გამობდილი წყლით მიიყვანენ 2 ლიტრამდე და ხელახლა შეურევენ. რეაქტივს ინახვენ ბნელ და ცივ ადგილას.

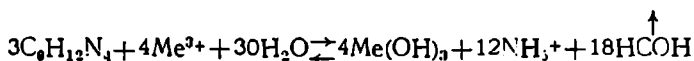
2. რეაქტივი B. 1,056 გ ასკორბინის მკვავას ხსნიან 200 მლ რეაქტივ A-ში. რეაქტივი არამდგრადია და ამიტომ საჭიროა მისი ყოველ-

დღიურად მომზადება. მომზადებული ხსნარი აუცილებლად უნდა შემოწმდეს ფოსფორის შემცველობაზე: კოლბში ათავსებენ 25 მლ გამობლილ წყალს და ამატებენ 4 მლ რეაქტივ ნ-ს. 10 წუთის დაყოვნების შემდეგ კოლბში ხსნარი უნდა დარჩეს უფერული.

ხსნარიდან $R(OH)_3$ -ის გაყოფის უროტროპინული მეთოდი

კომპლექსონომეტრული მეთოდით კალციუმის განსაზღვრის დროს რკინას და ალუმინს ხსნარიდან ხშირად გამოყოფენ უროტროპინით.

უროტროპინი $C_6H_{12}N_4$ — სუსტი ფუძეა. მისი ხსნარი ლაკმუსის მიხედვით თითქმის ნეიტრალურია, მაგრამ მცირე რაოდენობით წყალბადის იონების შემცველობისას ის ჰიდროლიზდება და განთავისუფლებული OH — იონების ხარჯზე მიმდინარეობს ჰიდროქსანგების დალექვა შემდეგი ტოლობით:



ხსნარში რჩება კალციუმისა და მაგნიუმის იონები, რასაც ეხმარება ამონიუმის იონების არსებობა. ხვდა ორვალენტოვანი კათიონები, Mn^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} , Co^{2+} ნაწილობრივ ილექებიან უროტროპინით სამვალენტოვანი მეტალების ჰიდროქსანგებთან ერთად. * ხსნარში მათ დასაჯავებლად, საჭიროა შეიქმნას ამონიუმის მარილების კონცენტრაცია არა ნაკლები $1.2 n NH_4Cl$.

ჰიდროქსანგების დალექვის ოპტიმალური ტემპერატურა 80° -ია. ამ ტემპერატურის დროს მიიღება შედარებით ადვილად გასაფილტრი ნალექი. უფრო დაბალი (20°) ან უფრო მაღალი ტემპერატურის (100°) დროს წარმოიქმნება ჰიდროქსანგების ძნელად გასაფილტრი ნალექი, ამიტომ ხსნარის დუღილი არ არის რეკომენდებული.

ამა თუ იმ წესით ფოსფორის ან ერთნახევარი ჟანგულების განსაზღვრისათვის ჰიდროქსანგების ნალექი შეიძლება გამოიწვეას ან გაიხსნას გოგირდის მჟავას ან HCl 5%-იან ხსნარში.

ანალიზის მსვლელობა. შერევის შემდეგ, პიპეტით იღებენ 50 — 100 მლ სილიციუმმკვება მოცილებულ ფილტრატს (დამოკიდებულია ხსნარში კალციუმის და მაგნიუმის შემცველობაზე) ათავსებენ ჰიქაში და ცოც ხსნარს ანეიტრალებენ NH_4OH -ის 25%-იანი ხსნარით ან ქიმიურად სუფთა $NaOH$ -ის ან KOH -ის 10%-იანი ხსნარით სუსტი სიმღვრივის მიღებამდე ე. ი. ჰიდროქსანგების დალექვის დაწყებამდე. სიმ-

П. Н. Коваленко. Качественный анализ катионов I, II и III групп с применением уротропина. «Тр. комасс по аналит. химии», 1954, т. V.

დვრივეს ხსნიან HCl-ში (1 1), მკეას ამატებენ წვეთობით ნათელი გამჭვირვალე ხსნარის მიღებამდე.

ამატებენ 15 — 30 მლ უროტროპინის 25%-იან ხსნარს (დამოკიდებულია საანალიზო ხსნარში ერთნახევარი ჟანგეულების შემცველობაზე), შეურევენ ხსნარს და დადგამენ დახურულ ელექტროქურაზე ან ადუღებულ წყლის აბაზანაზე, რათა გაცხელდეს ხსნარი 80°-მდე. ამ ტემპერატურაზე ხსნარი უნდა დავაყოვნოთ 10 — 15 წუთი, რის შემდეგ ჰიდროქანგების გამოყოფილ ნალექს ფილტრავენ საშუალო სიმკვრივის ფილტრში.

ფილტრზე ნალექს ჩარეცხავენ 8 — 10-ჯერ უროტროპინის ცხელი 0,5%-იანი ხსნარით. ფილტრატში საზღვრავენ CaO და MgO კომპლექსონომეტრული მეთოდით და MnO-ს ფორმალდოქსიმის მეთოდით*. თუკი საზღვრავენ ყველა მითითებულ ჟანგეულებს, ფილტრატი გადააქვთ საზომ კოლბში, რათა შესაძლებელი იყოს ალიქვოტური ნაწილების ამოღება. თუკი საჭიროა განისაზღვროს CaO და MgO ერთი და იგივე ნიმუშიდან, შეიძლება არ გამოიყენონ საზომი კოლბა, მაგრამ ამ შემთხვევაში სილიციუმმკვეთა მოცილებული ფილტრატის ალიქვოტური ნაწილის მოცულობა შემცირებული უნდა იქნას 25 მლ-მდე და უფრო დაბლა.

საჭიროა მხედველობაში იქნას მიღებული, რომ მიღებულ ხსნარში არ შეიძლება განისაზღვროს SO_4^{2-} , რადგან უროტროპინი ხელს უშლის მის განსაზღვრას.

ს ა კ ი რ ო რ ე ა ქ ტ ი ვ ე ბ ი: 1. უროტროპინის 25%-იანი ხსნარი, $C_6H_{12}N_4$

2. უროტროპინის 0,5%-იანი ხსნარი.

3. განზავებული HCl 1 : 1.

კალციუმის განსაზღვრა

ნიადაგის ზედაპირულ ჰორიზონტში CaO-ს შემცველობა 0,70 — 9,28%-ია. ნიადაგის პროფილის მიხედვით კალციუმის განაწილება დამოკიდებულია ნიადაგწარმოქმნელ ქანში კარბონატების შემცველობაზე. არაკარბონატონულ ნიადაგებში კალციუმის შემცველობა ზედაპირულ ჰორიზონტში უფრო მეტია, ვიდრე ქვედა გენეტიკურ ჰორიზონტებში.

კარბონატულ ნიადაგებში კალციუმის ბიოლოგიური დაგროვება გამოწვეულია დედაქანში მისი დიდი რაოდენობის შემცველობის გამო.

* ხსნარში მანგანუმის ყველა რაოდენობის დასაყვებლად აუცილებელია, როგორც მითითებულია ზემოთ, შეიქმნას NH_4Cl -ის კონცენტრაცია არა ნაკლები 1,2 n
9. ო. გ. ონიანი, გ. ნ. მარგველაშვილი

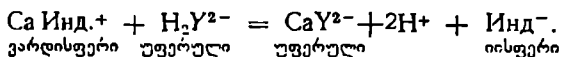
ამ შემთხვევაში ქვედა ჰორიზონტებში უფრო მეტია კალციუმის შემცველობა ვიდრე ზედაში.

კალციუმი შედის ისეთი მინერალების შედგენილობაში როგორცაა: ანორტიტი $\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$, ავტიტი $\text{Ca}(\text{Mg, Fe, Al}) (\text{S}_2 \text{ Al})_2\text{O}_8$ და მრავალი სხვა. კარბონატულ ქანებში კალციუმი ხშირად გვხვდება მაგნიუმთან ერთად დოლომიტის სახით $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$. ბიცობ ნი-ადაგებში კალციუმი უმეტესად გვხვდება თაბაშირის $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ან ქლორიდის სახით $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.

ამჟამად, კალციუმს ყველაზე უფრო ხშირად საზღვრავენ კომპლექსონომეტრული მეთოდით ან სარგებლობენ ოქსალატური მეთოდით მისი მოცულობითი ან წონითი მოდულიკაციით. წონითს ოქსალატურ მეთოდს იყენებენ ნიადაგში მაგნიუმის ან მანგანუმის დიდი რაოდენობით შემცველობისას, რაც იშვიათია. ჩვეულებრივად კალციუმის შემცველობა აკარბებს მაგნიუმს და მანგანუმს.*

კალციუმის განსაზღვრის კომპლექსონომეტრული მეთოდი

კალციუმის კომპლექსონომეტრული განსაზღვრის საფუძველია კომპლექსონ III-ის (ტრილონ B) უნარი, გამოაძევეს კალციუმის იონი მურექსიდით შეფერადებული კომპლექსური შენაერთიდან, რის შედეგად ხსნარის ვარდისფერი გადაღის იისფერში:



კალციუმთან მურექსიდის კომპლექსური შენაერთის დაშლა მიმდინარეობს $\text{pH} \geq 12,5$ -ის დროს; ამიტომ საანალიზო ხსნარში შეაქვთ NaOH -ის ან KOH -ის 20%-იანი ხსნარი (როგორც ბუფერული ხსნარი). მაგნიუმი არ წარმოქმნის მურექსიდთან მდგრად შეფერადებულ შენაერთს. Mg^{2+} -ის 3 მგ-ზე მეტის შემცველობისას 100 მლ-ში გამოილექება $\text{Mg}(\text{OH})_2$, რომელიც ახდენს ინდიკატორის აღსორბირებას და ფერის შეცვლა ძნელადგასარჩევია.* სილიციუმმაჟეა მოცილებულ ფილტრატში ძირითადი ხელშემშლელი მინარევეები იქნება რკინა და ალუმინი; აუცილებელია მათი მოშორება ამიაკი, უროტრობინით (დალექვით) ან კიდევ შებოქვა ტრიეტანოლამინით. ერთნახევარი ეანგულების მცირე რაოდენობის შემცველობის შემთხვევაში

* კალციუმის განსაზღვრის წონითი ოქსალატური მეთოდი აღწერილია წიგნში: К. К. Гедройц. Химический анализ почв. Избр. соч., т. 2. М. Сельхозгиз, 1955.

* თუცა NaOH -ის დამატებისას გამოიყოფა ნალექი, იღებენ ფილტრატის ახალ ელუფას და განაზავებენ მას 2—10-ჯერ, რათა შეამცირონ მანგანუმის იონის კონცენტრაცია.

უკეთესია ვისარგებლოთ მათი შებოჭვით ან ძლიერ განზავებული სატიტრო ხსნარით.

კომპლექსონ III-ით კალციუმის იონის დატიტერისას მეტალინდიკატორის სახით გამოიყენება მურექსიდი, ფლუორეკსონი, მჟავე ქრომ ლურჯი და მჟავე ქრომ მუქ-ლურჯი. უკანასკნელი ინდიკატორები გამოირჩევა არა მარტო მაღალი მგრძობელობით კალციუმის იონთან დამოკიდებულების მიხედვით, არამედ, აგრეთვე ფერის მკვეთრო ცვალებადობით.

ანალიზის მსვლელობა. ერთნაბევაი უანგეულების მოცილების შემდეგ ფილტრატს კარგად შეურევენ საზომ კოლბში და მისგან ამოიღებენ ბიპეტით 25 — 50 მლ ხსნარს, (დამოკიდებულია კალციუმის მოსალოდნელ რაოდენობაზე), რომელსაც ათავსებენ 250 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში. საანალიზოდ აღებულ სინჯში Ca^{2+} -ს შემცველობა არ უნდა ჰქარბობდეს 10 მგ.

ამატებენ 2 — 3 წვეთ Na_2S -ის 1%-იან ხსნარს და 1 — 2 მლ ჰიდროქსილაამინის 5%-იან ხსნარს და შეურევენ. განზავებენ წყლით 100 მლ-მდე ან უფრო მეტად, * რის შემდეგ ამატებენ 10 — 15 მლ $NaOH$ -ის ან KOH -ის 20%-იან ხსნარს, რათა მიიყვანონ $pH \geq 12,5$. ხსნარს ისევ შეურევენ ** და შეაქეთ 30 — 50 მგ მეტალინდიკატორი მურექსიდი. *** საანალიზო ხსნარს ტიტრავენ 0,01M კომპლექსონ III-ის ხსნარით მუდმივი და ენერგიული შერევით ხსნარის ვარდისფერის გადასვლამდე იისფერში.

დატიტერის ზუსტად ჩატარებისათვის, ფერის შესადარებლად იყენებენ გადატიტრულ ხსნარს. მურექსილით დატიტერის დამთავრების მომენტი ადვილად შესამჩნევია, თუ დასატიტრი ხსნარის წინ მოვითავსებთ მწვანე ფერის მინას როგორც შუქფილტრს.

* განზავებას აწარმოებენ ხელშემშლელი მინარევების კონცენტრაციის შესამცირებლად, ამიტომ არ არის აუცილებელი დამატებული წყლის მოცულობის ზუსტი გაზომვა. შეიძლება სატიტრ კოლბაზე აღენიშნოთ 100 მლ მოცულობა და წყალი დაემატოთ ამ ნიშანზამდე.

** თუკი ტუტის დამატებისას გამოიყოფა ნალექი (ნალექის გამოყოფას ადგილი აქვს იმ შემთხვევაში, როცა Mg^{2+} შემცველობა დასატიტრ სინჯში აქარბებს 3 გ) მაგნიუმის კონცენტრაციას ამცირებენ. დასატიტრი ხსნარის უფრო ძლიერ განზავებით გამოხდილი წყლით, ან ალოქვოტურ ნაწილზე შეაქეთ 1 — 2 მლ შაქრის 2%-იანი ხსნარი, რათა შეიზოქოს კალციუმი ხსნად შაქარიდში და ამით თავიდან ავიცილოთ Ca^{2+} -ის შთანთქმა $Mg(OH)_2$ -ის ნალექით.

*** მურექსილით სარგებლობენ იმ შემთხვევაში, როცა მაგნიუმს საზღვრავე კალციუმთან ერთად ერთ ნიმუშში, რადგან ეს ინდიკატორი ადვილად იშლება. თუკი მაგნიუმს საზღვრავენ სხვაობის მიხედვით (სხვა ნიმუშში) მაშინ კალციუმის დატიტერას აწარმოებენ სხვა, უფრო მგრძობიარე ინდიკატორით.

რეაქტივების სისუფთავეზე საკონტროლო ცდის შესწორებების მიხედვლობაში მიღებით, კალციუმის ქანგის შემცველობას ანგარიშობენ ფორმულით:

$$\frac{a \cdot T_{CaO} \cdot 100}{r} = \% CaO,$$

სადაც a — არის დატიტვრაზე დახარჯული კომპლექსონ III ხსნარის რაოდენობა მლ-ობით;

T_{CaO} — კომპლექსონ III მოლარული ხსნარის ტიტრი კალციუმის ქანგის მიხედვით;

r — ერთნახევარი ქანგეულების გამოყოფის შემდეგ ფილტრატიდან აღებული ალიქვოტური ნაწილის შესაბამისი მშრალი ნიადაგის წონა.

გამოანგარიშების მაგალითი: 250 მლ მოცულობის საზომ ცოლბში სილიციუმქავეა მოცილებული ფილტრატის შერევის შემდეგ ერთნახევარი ქანგეულების გამოსაყოფად ამოღებულია 50 მილილიტრი ფილტრატი. შენადნობის მოსამზადებლად აღებული მშრალი ნიადაგის წონა 1,0000 გრამია. 50 მლ ფილტრატს შეესაბამება 0,200 გრამი მშრალი ნიადაგი.

ერთნახევარი ქანგეულების მოცილების შემდეგ ფილტრატი შეგროვებულია 200 მლ მოცულობის საზომ ცოლბში. კალციუმის განსაზღვრისათვის ამ ცოლბიდან ამოღებულია 50 მლ, რომელსაც შეესაბამება 0,200 4 = 0,05 გ მშრალი ნიადაგი. ამ ალიქვოტური ნაწილის დატიტვრაზე დახარჯულია 2,4 მლ 0,01M კომპლექსონ III-ის ხსნარი.

კალციუმის ქანგის პროცენტული შემცველობა ტოლია:

$$\frac{2,4 \cdot 0,0005608 \cdot 100}{0,05} = 2,69\% CaO,$$

სადაც 0,0005608 — არის 0,01 M კომპლექსონ III ხსნარის ტიტრი CaO-ს მიხედვით.

საკვირო რეაქტივები: 1) გამოხდილი წყალი, რომელიც არ შეიცავს კალციუმის იონს. (მურექსიდის მიხედვით).

2) $Na_2S \cdot 9H_2O$ 1%-იანი წყალხსნარი. ხსნარი შეიძლება შენახული იქნას არა უმეტეს 5 დღისა. უკეთესია ახლად მომზადებული ხსნარის გამოყენება.

3) მარილქავეა ჰიდროქსილამინი $NH_2OH \cdot HCl$, კრისტალური ან 5%-იანი წყალხსნარის სახით.

4) NaOH ან KOH-ის 20%-იანი ხსნარი. ტუტეს წყალში გახსნიან ფაიფურის ქიქაში მუდმივი მორევით. ხსნარს გაცივების შემდეგ გადაიტანენ მინის ჭურჭელში. ტუტე არ უნდა შეიცავდეს კარბონატებს.

5) მურეკსიდი $C_8H_8N_6O_6 \cdot H_2O$. მურეკსიდი ცუდად იხსნება წყალში და ჰიდროლიზის გამო არამდგრადია წყალხსნარში. ამიტომ უფრო ხშირად სარგებლობენ მშრალი ნარევით: 0,25 გ მურეკსიდს ძალზე გასრესენ 25 გ NaCl-თან ერთად. ინახავენ მილესილსაცობიან ფერად ჭურჭელში.

აალციუმის ღაბიტავრა ინდიკატორ ფლუორაქსონით

ფლორეკსონი ანუ კალციუმი ითვლება საუკეთესო ინდიკატორად კალციუმზე. ამ ინდიკატორის განსაკუთრებულობა იმაში მდგომარეობს, რომ ის საჭიროებს უფრო ძლიერ ტუტე არეს, ვიდრე მურეკსიდი.

ბუფერულ ხსნარად გამოყენებული უნდა იქნას KOH-ის ხსნარი; ინდიკატორის ნარევი მზადდება კალიუმის მარილთან. არეს რეაქციის შესამოწმებლად, ტუტის დამატების წინ საკვლევ ხსნარში შეაქვთ დამხმარე ინდიკატორი — მალაქიტის მწვანე, რომლის ფერის შეცვლა ინტერვალში შეესაბამება pH 11.5 — 13,2.

საკვლევი ხსნარის ალიკვოტურ ნაწილს განაზავებენ წყლით, შეაქვთ 1 — 2 წვეთი მალაქიტის მწვანეს 0,28%-იანი წყლის ან სპირტული ხსნარი. ხსნარი შეიღებება მოცისფრო-მწვანედ. ამატებენ KOH-ის 20%-იან ხსნარს გაუფერულებამდე და შემდეგ კი ამ ხსნარის ნაჭარბს 10 მლ-ის რაოდენობით. შეაქვთ ფლუორეკსონის KCl-თან ან KNO_3 -თან (1:100) მშრალი ნარევის 3უ — 50 მგ და კარგად შეურევენ. ხსნარი ხდება მომწვანო — ყვითელი ფერის.

ხსნარს ტიტრავენ 0,01 — 0,25 — 0,05 M კომპლექსონ III ხსნარით ვარდის ფერის მიღებამდე. ხსნარში მალაქიტის მწვანეს და განსაკუთრებით ტუტის შეტანა წარმოებს უშუალოდ დატიტრების წინ და არა წინასწარ.

აალციუმის განსაზღვრის ოქსალატური მოცულობითი მეთოდი

მეთოდის საფუძველს წარმოადგენს კალციუმის ოქსალატის $CaC_2O_4 \cdot H_2O$ ნალექის წარმოქმნა შემდეგი ტოლობით:



კალციუმის ოქსალატი — მცირედხსნადი შენაჯრთია.

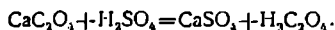
დალექვან აწარმოებენ მკავე არეში (pH — 4,0), რადგან ტუტე და ნეიტრალურ ხსნარებში $CaC_2O_4 \cdot H_2O$ -თან ერთად გამოიყოფა კალციუმის კარბონატის ნალექი. ტუტე არეში კალციუმის ნაწილი შეიძლება გამოიყოს აგრეთვე $Ca(OH)_2$ -ის სახით.

რადგან CaC_2O_4 -ის დალექვან აწარმოებენ ერთნახევარი ენაგეულებისაგან თავისუფალ ფილტრატში (ტუტე არე), ხსნარს შეამკავებენ HCl-ით pH-ის მითითებულ სიღრემდე:

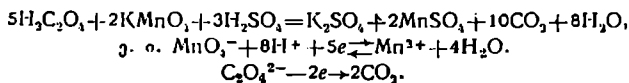
კალციუმის დალექვას აწარმოებენ ცხელ ხსნარში: ასეთი ხსნარიდან გამოიყოფა მონოჰიდრატის $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ მსხვილი კრისტალებიანი ნალექი. ცივ ხსნარში გამოიყოფა წერილკრისტალური დიჰიდრეტი $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ და ტრიჰიდრეტი $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$.

დალექვის შემდეგ ხსნარში შეაქვთ ძმარმჟავა, რათა კალციუმი გამოყონ მავნიუმისაგან, რადგანაც $\text{MgC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ხსნალია ძმარმჟავაში.

კალციუმის ოქსალატის $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ნალექს ხსნიან H_2SO_4 -ის 5%-იან ხსნარში:



განთავისუფლებულ მჟავანს მჟავას ტიტრირებენ პერმანგანატით და დატიტრებაზე დახარჯული KMnO_4 -ის რაოდენობის მიხედვით, გებულობენ კალციუმის შემცველობას:



ანალიზის მსვლელობა. რკინისა და ალუმინისაგან თავისუფალ ფილტრატს აორთქლებენ დახურულ ელექტროქურაზე ჭუსტი დუღილით 100 — 150 მლ მოცულობამდე. თუკი ფილტრატის რაოდენობა მითითებულ მოცულობაზე მეტი არ იყო, მას არ აორთქლებენ.

საანალიზო ხსნარს შეამჟავებენ HCl -ის 10%-იანი ხსნარით ვარდისფერის მიღებამდე ინდიკატორის — მეთილის წითელის დახმარებით. აცხელებენ ადუღებამდე, ჩამოიღებენ ცეცხლიდან, ამატებენ მცირე ულუფებით $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ -ის 4%-იანი ცხელი ხსნარის 5 — 10 მლ. შემდეგ ამატებენ NH_4OH -ის 10%-იან ხსნარს ინდიკატორის წითელი ფერის გადასვლამდე ყვითელში. კიდევ დაამატებენ ამ ხსნარის მცირე ნაჭარბს ამიაკის ჭუსტი ჭუნის წარმოქმნამდე.

კალციუმის დიდი რაოდენობით შემცველობის შემთხვევაში ხსნარი სწრაფად იმღვრევა გამოყოფილი $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ -ს თეთრი ნალექის გამო. საანალიზო ნივთში კალციუმის მცირე რაოდენობით შემცველობის შემთხვევაში ის ხსნარიდან გამოიყოფა მხოლოდ დაყოვნების შემდეგ.

დალექვის შემდეგ ხსნარში ამატებენ ძმარმჟავას ისეთი რაოდენობით, რომ ხსნარი იყოს წითელი, აფარებენ ჰიქსის მინას და დგამენ წყლის აბაზანაზე 2 — 3 საათის განმავლობაში, ნალექის ზემოთ ხსნარის სრულ გამჟვრევალებამდე. დაყოვნების შემდეგ ხსნარი უნდა იყოს ვარდისფერი, რაც იმის მაჩვენებელია, რომ ხსნარში ძმარმჟავა არის საკმარისი რაოდენობით.

ხსნარს ფილტრირებენ მკვრივ ფილტრში (9 სმ დიამეტრით). ფილტრს წინასწარ 1 — 2-ჯერ დაამუშავებენ ძაბრზე ადუღებული გა-

მოხდელი წყლით. * რადგან გაფილტვრის შემდეგ დარჩენილ ნალექს ხსნიან, მის მთლიან გადატანას ფილტრზე აზრი არა აქვს.

$\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ნალექს რეცხავენ ცივი გამოხდილი წყლით, გაფილტვრის დამთავრების წინ 2—3-ჯერ ჩარეცხავენ ფილტრის კიდეებს. ჩარეცხვის სისრულეს ამოწმებენ ოქსალატ-იონზე რეაქციით, ის AgNO_3 -ის ხსნართან წარმოქმნის თეთრ ნალექს $\text{Ag}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{AgNO}_3$ -ის ხსნარს მოცემულ შემთხვევაში არ შეამკავებენ HNO_3 -ით, რადგან მკაუნგეა ვერცხლის ნალექი იხსნება აზოტის მკაუნაში.

კალციუმის და მაგნიუმის დიდი რაოდენობით შემცველობის შემთხვევაში $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ -ს ნალექს ხელმეორედ დალექავენ. **

ფილტრატს ინახავენ მაგნიუმის განსაზღვრისათვის, ხოლო ნალექს გახსნიან ცხელ 5%-იან გოგირდის მკაუნაში, ხსნარს აგროვებენ იმავე ჭიქაში, რომელშიც ჩატარებულია დალექვა. ჩვეულებრივად ნალექს გახსნისათვის ინარჩება 50 — 100 მლ H_2SO_4 -ის 5%-იანი ხსნარი.

ხსნარს აცხელებენ 75 — 80°-მდე და ნალექის რაოდენობისაგან და მოკიდებულებით ტიტრავენ 0,02 — 0,05n KMnO_4 -ის ხსნარით სუსტი — ვარდისფერის მიღებამდე; დატიტრულ ხსნარში ჩააგდებენ ფილტრს, რათა შეამოწმონ ნალექის გახსნის სრულყოფა. თუკი შეფერვა გაქრება, ხელახლა ტიტრავენ KMnO_4 -ის ხსნარით.

გამოანგარიშების მაგალითი. CaO -ს განსაზღვრა ჩატარებულია 50 მლ ფილტრატში (სილიციუმმკაუნა მოცილებული) რომელიც შეესაბამება 0,2062 გ მშრალ ნიადაგს. დატიტრებაზე დახარჯულია 3,10 მლ 0,02053 n KMnO_4 -ის ხსნარი.

$$\frac{0,02053 \cdot 3,10 \cdot 0,028 \cdot 100}{0,2062} = 0,86 \% \text{ CaO,}$$

სადაც 0,028 — არის CaO -ს მგ — ექვივალენტის სიდიდე.

ს ა კ ი რ ო რ ე ა ქ ტ ი ვ ე ბ ი: 1. CH_3COOH -ის 10%-იანი ხსნარი.

2. $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ — 4%-იანი ხსნარი.

3. AgNO_3 -ის 1%-იანი ხსნარი. (HNO_3 გარეშე)

4. H_2SO_4 -ის 5%-იანი ხსნარი.

5. KMnO_4 -ის სატიტრო ხსნარი.

* ადლებული წყლით დაქუშავენა აპირებს ფილტრის ფორებს და ამით დიდდება მისი სიმკვრივე.

** ნალექს გახსნიან გაცხელებულ HCl (1 1), გაანეიტრალებენ ამაყით, შეამკაუნებენ CH_3COOH და დალექავენ Ca^{2+} ისე როგორც ზემოთ არის აღწერილი.

მაგნიუმის განსაზღვრა

ნიადაგის ზედაპირულ ფენაში MgO -ს შემცველობა 0,50%-დან 2,30%-მდეა. არაკარბონატულ ნიადაგებში მაგნიუმი უფრო ნაკლები რაოდენობითაა, ვიდრე კარბონატულში, რომელშიც ის გროვდება მაგნეზიტის $MgCO_3$ სახით ან ნახშირმჟავა კალციუმისა და მაგნიუმის ორმაგი მარილის სახით $CaCO_3 \cdot MgCO_3$.

მაგნიუმი შედის ისეთი მინერალების შედგენილობაში, როგორცაა ოლივინი $(Mg, Fe)_2SiO_4$, ტალკი $Mg_3(Si_4O_{10})(OH)_2$, ბიოტიტი $K(Mg, Fe)_3[Si_3AlO_{10}][OH, F]_2$ ავგიტი და სხვა. ნიადაგის მეორადი მინერალებიდან ის შედის მონტმორილონიტის და ნონტრონიტის შედგენილობაში.

დამლაშებულ ნიადაგებში მაგნიუმი გროვდება მარტივი სულფატების, ქლორიდებისა და აგრეთვე მათი ორმაგი მარილების სახით.

ამჟამად ნიადაგის საერთო მაგნიუმის შემცველობას, ისე როგორც კალციუმისას უფრო ხშირად საზღვრავენ კომპლექსონომეტრული (ტრილონომეტრული) მეთოდით, რომელიც გამოირჩევა შესრულების სისწრაფით და მაღალი სიზუსტით.

მაგნიუმის განსაზღვრის სხვა მეთოდებიდან ფართოდ არის გავრცელებული წონითი მეთოდი; ამ შემთხვევაში ხსნარიდან მაგნიუმს გამოყოფენ დალექვით ფოსფორმჟავას მაგნიუმ-ამონიუმიანი ორმაგი მარილის სახით.

ორთავე შემთხვევაში აუცილებელია მანგანუმის შემცველობაზე მიღებულ მონაცემებში შესწორების შეტანა.

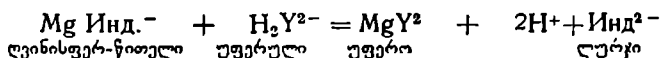
საკმაოდ ხშირად სარგებლობენ აგრეთვე მაგნიუმის ფანსაზღვრის მოცულობითი მეთოდით.*

მაგნიუმის განსაზღვრის კომპლექსონომეტრული მეთოდი

მაგნიუმის იონის კომპლექსონომეტრული განსაზღვრა დაფუძნებულია კომპლექსონ III (ტრილონ B) უნარზე გამოადევოს მაგნიუმი მისი შეფერილი კომპლექსიდან ზოგიერთი მეტალინდიკატორით, როგორცაა ქრომოვენ შავი ET — 00, მჟავე ქრომ მუქ-ლურჯი და სხვა. უფრო ხშირად განსაზღვრას აწარმოებენ ქრომოვენ შავის ან ქრომ მუქ-ლურჯის მიხედვით.

* მაგნიუმის განსაზღვრის მოცულობითი მეთოდი მისი დალექვით მაგნიუმ-ამონიუმის ფოსფატის სახით აღწერილია კ. კ. გუდროიცის მიერ: ნიადაგის ქიმიური ანალიზი. რჩ. ნაწ. ტ. 2. 1955.

იმ მომენტში, როდესაც მაგნიუმის ყველა იონი იქნება გამოძევებული მისი კომპლექსიდან ხსნარის შეფერვა შეიცვლება.



მაგნიუმთან ქრომოგენის კომპლექსის ფერის მითითებული ცვალებადობა მიმდინარეობს ტუტე არეში (pH — 10,0); ამიტომ ხსნარში შეყავთ ნარევი NH₄Cl + NH₄OH, რომელიც უზრუნველყოფს pH-ის საჭირო სიდიდეს.

მაგნიუმის საერთო შემცველობას საზღვრავენ სილიციუმმქაევა მოცილებული ფილტრატის ალიქვოტურ ნაწილში ერთნახევარი ჟანგეულების გამოყოფის შემდეგ. განსაზღვრას უშლის იგივე მინარევები, რომლებიც ეწინააღმდეგება კალციუმის განსაზღვრას, მაგრამ მნიშვნელოვნად მეტი ხარისხით. ამიტომ NH₄Cl + NH₄OH-ის ნარევის დამატების წინ საჭიროა შეიბოჭოს მინარევები ხსნარში ნატრიუმის სულფიდის და ჰიდროქსილამინის შეტანით. მარილმქაევა ჰიდროქსილამინი შეიძლება შეეცვლილი იქნას გოგირდმქაევა ჰიდროქსილამინით, (NH₂OH)₂·H₂SO₄. ორთავე ამ აღმდგენელს იყენებენ მშრალ მდგომარეობაში ან წყალხსნარის სახით. აღმდგენელის გარეშე მანგანუმი იყანგება ტუტე არეში (pH > 9-ის დროს) და გამოიყოფა ნალექში, რომლის აღსორბციას ახდენს მეტალინდიკატორი, ამიტომ ექვივალენტურ წერტილში ფერის შეცვლა არ შეიმჩნევა.

საჭიროა მხედველობაში იქნას მიღებული, რომ ხსნარში დარჩენილი ორვალენტოვანი მანგანუმი იტიტრება კომპლექსონ III-ით. ამიტომ, აუცილებელია აღირიცხოს ამ კათიონის შემცველობა საანალიზო ნიმუშში და განსაზღვრის შედეგებში შეტანილი იქნას შესაბამისი შესწორება.

კომპლექსონომეტრულად მაგნიუმს საზღვრავენ ორი წესით:

1. ერთ ნიმუშში კალციუმთან ერთად პირდაპირი დატიტვრით.
2. ქრომოგენის მიხედვით კალციუმისა და მაგნიუმის ჯამის დატიტვრისა და მურექსიდის მიხედვით კალციუმის დატიტვრის შედეგების სხვაობით.

მაგნიუმის პირდაპირი განსაზღვრა

ანალიზის მსვლელობა. კალციუმის დატიტვრის შემდეგ მურექსიდს შლიან განზავებული (1 1) HCl-ით. მქაევას სიჭარბის თავიდან ასაცილებლად, ხსნარში აგდებენ კონგო წითელის ქალაღდის ნაჭერს და მქაევას წვეთობით ამატებენ ლურჯი — იისფერის მიღებამდე. მურექსიდის დაშლის დასაჩქარებლად შეიძლება ხსნარის გათბობა (40 — 50°).

ხსნარის გაუფერულების შემდეგ, რაც დაკავშირებულია მურექსიდის დაშლასთან, ამატებენ ბუფერულ ნარევეს $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NH}_4\text{OH}$ კონგოს ქაღალდის ფერის შეცვლამდე წითელში, რათა განეიტრალდეს მჟავა $\text{pH} = 5,2$ -მდე. ამის შემდეგ კიდევ ამატებენ 20 მლ ბუფერულ ნარევეს, რათა უზრუნველყონ ტუტე არეს შექმნა — $\text{pH} = 10$, რომლის დროსაც მიმდინარეობს კომპლექსონ III-ით მაგნიუმის გამოძევება მეტალინდიკატორთან კომპლექსური შენაერთიდან.

სატიტრო ხსნარში შეაქვთ 30 — 50 მგ ინდიკატორი ქრომოჯენ შავი ან ქრომ მუქ-ლურჯი და ტიტრავენ კომპლექსონ III-ის ხსნარით ფერის შეცვლამდე. * აღრიცხავენ რა რეაქტივების სისუფთავეზე დაყენებული საკონტროლო ცდის შესწორებებს, აგრეთვე MnO -ს შემცველობაზე შესწორებას, მაგნიუმის ქანგის შემცველობას ანგარიშობენ შემდეგი ფორმულით:

$$\frac{a \cdot T_{\text{MgO}} \cdot 100}{r_1} = \% \text{MgO},$$

სადაც a — არის დატიტრებაზე დახარჯული კომპლექსონ III ხსნარი რაოდენობა მლ-ობით.

T_{MgO} — კომპლექსონ III მოლარული ხსნარის ტიტრი მაგნიუმის ქანგის მიხედვით.

r_1 — შშრალი ნიადაგის წონა, რომელიც შეესაბამება ერთნახევარი ქანგეულების გამოყოფის შემდეგ ფილტრატის ალიქვოტურ ნაწილს.

გამოანგარიშების მაგალითი. მაგნიუმის დატიტრება ჩატარებულია იმ ნიმუშში, რომელშიც დატიტრულია კალციუმი, ე. ი. R_2O_3 — მოცილებულ 50 მლ ფილტრატში და რომელიც შეესაბამება 0,05 გ შშრალ ნიადაგს. მაგნიუმის დატიტრებაზე დახარჯულია 1,2 მლ 0,01 M კომპლექსონ III ხსნარი. მაგნიუმის ქანგის შემცველობა ტოლია:

$$\frac{1,2 \cdot 0,0004032 \cdot 100}{0,05} = 0,97 \% \text{MgO},$$

სადაც 0,0004032 — არის კომპლექსონ III 0,01 M ხსნარის ტიტრი MgO -ს მიხედვით.

ს ა ჭ ი რ ო რ ე ა ქ ტ ი ვ ე ბ ი: 1. გამოხდილი წყალი, რომელიც არ შეიცავს Ca^{2+} და Mg^{2+} .

2. HCl განზავებული (1 1).

3. კონგოს ქაღალდი (104 გვ.).

* ამ შემთხვევაში ნატრიუმის სულფიდი და ჰიდროქსილამინი ხსნარში არ ემატება იპიტომ, რომ ისინი შეტანილი არიან ნიმუშში Ca^{2+} -ის დატიტრის დროს.

4. ბუფერული ხსნარი pH — 10-ით.

5. ქრომოგენ შავი $C_{20}H_{13}O_7N_3S$ იყენებენ მშრალ მდგომარეობაში ან ხსნარის სახით. მშრალ ინდიკატორს ამზადებენ 0,25 გ ინდიკატორის 25 გ ქიმიურად სუფთა NaCl-თან ერთად გასრესით ერთგვაროვანი ფხვნილის მიღებამდე. ინახავენ მილესილსაცობიან ფერადი მინის ქურკელში.

ინდიკატორის ხსნარს ამზადებენ შემდეგნაირად: 0,2 გ ქრომოგენს ხსნიან 20 მლ ბუფერულ ხსნარში pH — 10 და განაზავებენ 100 მლ-მდე ეთილის ან მეთილის სპირტით. ხსნარს ინახავენ მილესილსაცობიან ფერად ბოთლში 10 — 12 დღის განმავლობაში. დაყოვნების დროს ამიაკის ნაწილი იკარგება, რის შედეგად ხსნარის pH იკლებს და ინდიკატორი ღებულობს ლილსფერს. ამიაკის დამატება აღადგენს მის ინტენსიურ ლურჯ ფერს და თვისებებს.

კალციუმისა და მაგნიუმის ჯამის მცირე რაოდენობის შემთხვევაში უკეთესია გამოყენებული იქნას მეტალინდიკატორები ქრომ მუქ-ლურჯი ან მჟავე ქრომ ლურჯი.

შენიშვნა. კალციუმთან ერთად ერთ ნიმუშში მაგნიუმის განსაზღვრა საჭიროებს ბუფერული ნარევის $NH_4Cl + NH_4OH$ გადიღებულ ღობას.

მაგნიუმის განსაზღვრა სხვაობის მიხედვით

ანალიზის მსვლელობა. ერთნახევარი ჟანგულებიდან თავისუფალ ფილტრატს საზომ კოლბში კარგად შეურევენ, მისგან იღებენ ისეთივე ალიქვოტურ ნაწილს, როგორც კალციუმის განსაზღვრის დროს* და ათავსებენ 250 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში.

ამატებენ 2 — 3 წვეთ Na_2S -ის 1%-იან ხსნარს და 1 — 2 მლ მარილმჟავა ჰიდროქსილამინის 5%-იან ხსნარს, შეურევენ კარგად და განაზავებენ გამოხდილი წყლით (რომელიც არ შეიცავს Ca^{2+} და Mg^{2+}) 100 მლ-მდე ან უფრო მეტად.

ამატებენ 10 მლ ბუფერულ ხსნარს pH-ით 10, შეურევენ და შეაქვთ 30 — 50 მგ მეტალინდიკატორი ქრომოგენ შავი ან ქრომ მუქ-ლურჯი. კვლავ შეურევენ საანალიზო ხსნარს და ტიტრავენ კომპლექსონ III 0,01 M ხსნარით. დატიტრებას აწარმოებენ ექვივალენტურ წერტილში ხსნარის ფერის შეცვლამდე, კომპლექსონ III-ის ყოველ დამატებულ წვეთს ენერგიულად ურევენ ხსნარში.

საწყისში კომპლექსონი შებოქავს ხსნარში არსებულ Ca^{2+} , რამდენადაც კალციუმთან ის წარმოქმნის მტირედლისოცირებულ კომ-

* გაანგარიშების გაადვილების მიზნით საჭიროა აღებული იქნას საანალიზო ხსნარის თანაბარი რაოდენობა კალციუმისა და $Ca^{2+} + Mg^{2+}$ ჯამის დატიტრისათვის.

პლექსს; შემდეგ კომპლექსონი ურთიერთმოქმედებს მაგნიუმთან და როდესაც მთელი Mg^{2+} დატიტრული იქნება, ხსნარის შეფერვა იცვლება. მაშასადამე, დატიტვრაზე დახარჯული კომპლექსონ III რაოდენობა (საკონტროლო ცდის მაჩვენებლის და მანგანუმის შემცველობაზე შესწორების გამოკლებით), შეესაბამება ხსნარის საანალიზო ნიმუშში კალციუმისა და მაგნიუმის შემცველობას.

მაგნიუმის დატიტვრაზე დახარჯული მლ-ების რაოდენობის გასაფხვად, საჭიროა კალციუმისა და მაგნიუმის დატიტვრაზე დახარჯული მლ-ების რაოდენობას ე. ი. NH_4Cl და NH_4OH -ის თანაარსებობისას ქრომოგენით ან ქრომ მუქ-ლურჯით დატიტვრაზე დახარჯულ რაოდენობას გამოაკლდეს იგივე ხსნარის მლ-ების რაოდენობა, რომელიც დაიხარჯა კალციუმის დატიტვრაზე ე. ი. მურეჟსიდით ან ქრომ მუქ-ლურჯით დატიტვრაზე $pH \geq 12,5$ -ის პირობებში. მიღებული სხვაობით პოულობენ ხსნარში მაგნიუმის ქანვის შემცველობას.

გამოანგარიშების მაგალითი. კალციუმისა და მაგნიუმის განსაზღვრისათვის აღებულია ერთნახევარი ქანგეულებისაგან თავისუფალი ფიტრატის 50 მლ; რაც შეესაბამება 0,05 გ მშრალ ნიადაგს. $Ca^{2+} + Mg^{2+}$ ჯამის დატიტვრაზე დახარჯულია 3,6 მლ კომპლექსონ III 0,01 M ხსნარი. Ca^{2+} -ის დატიტვრაზე დახარჯულია 2,4 მლ იგივე ხსნარი. მაშასადამე, Mg^{2+} -ის დატიტვრაზე დახარჯულია $3,6 - 2,4 = 1,2$ მლ 0,01M კომპლექსონ III ხსნარი რაც შეადგენს:

$$\frac{0,0004032 \cdot 1,2 \cdot 100}{0,05} = 0,9 \text{ MgO, \%}$$

სადაც 0,0004032 — არის 0,01M კომპლექსონ III ხსნარის ტიტრი MgO -ს მიხედვით.

ს ა ჭ ი რ ო რ ე ა ქ ტ ი ვ ე ბ ი: 1. გამოსხილი წყალი, რომელიც შემოწმებულია კალციუმის და მაგნიუმის შემცველობაზე.

2. $Na_2S \cdot 9H_2O$ 1%-იანი წყალხსნარი. ხსნარი ინახება არა უმეტეს 5 დღისა.

3. მარილმკვავა ჰიდროქილამინის 5%-იანი წყალხსნარი.

4. ბუფერული ხსნარი $pH = 10$ -ით.

5. ინდიკატორი ქრომოგენ შავი.

შ ე ნ ი შ ე ნ ა. ხსნარში არსებული მანგანუმი იტიტრება კომპლექსონ III ხსნარით (15% კალციუმთან ერთად და 85% მაგნიუმთან ერთად). ამიტომ, ხსნარში მანგანუმის შემცველობის მიხედვით საჭიროა მიღებულ მონაცემებში შეტანილ იქნას შეაწორებანი, განსაკუთრებით მაგნიუმის გამოანგარიშებებს დროს. ამიტომ, MgO -ს პროცენტული შემცველობიდან აკლებენ MnO -ს, რომელიც წინასწარ გამო-

ჩავლებულია 0,568. ეს კოეფიციენტი გამოყვანილია შეფარდებიდან $\frac{MgO}{MnO}$.

თუ ანგარიშობენ მაგნიუმის შემცველობას და არა MgO , შესწორების კოეფიციენტი ტოლი იქნება $\frac{Mg}{Mn} = 0,443$.

**კალციუმის და მაგნიუმის კომპლექსონომეტრიული განსაზღვრა
ხსნარის ერთი და იგივე ალიკვოტური ნაწილიდან
მეტალინდიკატორის — მთავი პროგ-ლურჯის მიხედვით**

ხსნარის ერთ ნიმუშში კალციუმის და მაგნიუმის განსაზღვრას, აწარმოებენ ერთი და იგივე ინდიკატორით — მეთვე ქრომ მუქ-ლურჯით დასატიტრი ხსნარის pH-ის სხვადასხვა მაჩვენებლის პირობებში.

კალციუმის განსაზღვრა. იღებენ ერთნახევარი ყანგეულებისაგან თავისუფალი ხსნარის ალიკვოტურ ნაწილს, ამატებენ ჰიდროქსილამინს და თუ საჭიროა, 2—3 წვეთ Na_2S -ის 1%-იან ხსნარს, რის შემდეგ ამატებენ $NaOH$ -ის 20%-იანი ხსნარის 10 მლ, განაზავებენ გამოზდილი წყლით 200 მლ-მდე, ამატებენ ინდიკატორ მეთვე ქრომ მუქ-ლურჯის ხსნარს ღია ვარდისფერის მიღებამდე და ტიტრავენ 0,01 — 0,025 — 0,05 M კომპლექსონ III ხსნარით მდგრადი მოლურჯო-იასამნის ფერის მიღებამდე.

თუკი ხსნარში ბევრია მაგნიუმი და ის ტუტე არეში გამოიყოფა ნალექის სახით, გამსაზღვრას იმეორებენ ახალ ალიკვოტურ ნაწილში, წინასწარ ხსნარში 0,1—0,2 გ სახაროზას შეტანით.

მაგნიუმის განსაზღვრა. დატიტრულ ხსნარში ჩაადებენ კონგოს ქალღლის ნაჭერს და წვეთობით ამატებენ HCl (1:1) კონგოს გალურჯებამდე. ამ ოპერაციის მიზანია ხსნარის pH-ის შემცირება. ხსნარის შემყავებისას ინდიკატორი — მეთვე ქრომ მუქ-ლურჯი ღებულობს ვარდისფერს. ამატებენ NH_4OH -ის 25%-იან ხსნარს ლურჯი ფერის მიღებამდე და კონგოს ქალღლის გაწითლებამდე.

ამატებენ 20 მლ ამიაკურ ბუფერულ ხსნარს pH — 10-ით. მაგნიუმის არსებობისას მეთვე ქრომ მუქ-ლურჯით ხსნარი ღებულობს ვარდისფერს. თუ კი შეფერვა საუსტია, ამატებენ კიდევ რამდენიმე წვეთ ინდიკატორ ქრომ მუქ-ლურჯს და ტიტრავენ კომპლექსონ III ხსნარით ინდიკატორის მოლურჯო იასამნის ფერის მიღებამდე.

ს ა ჯ ი რ ო რ ე ა ქ ტ ი ვ ე ბ ი: 1. მეთვე ქრომ მუქ-ლურჯის ხსნარი: 0,2 გ ხსნიან 10 მლ ამიაკურ ბუფერულ ხსნარში (pH — 10) და განაზავებენ 100 მლ-მდე უთილის სპირტით. გამოსაყენებლად ვარგისია მხოლოდ ერთი თვის განმავლობაში.

მეთოდის საფუძველს წარმოადგენს ხსნარში არსებული Fe^{3+} და Al^{3+} -ის შებოჭვა ტრიეტანოლამინით ხსნადი კომპლექსის სახით, რომელიც არ უშლის Ca^{2+} და Mg^{2+} კომპლექსონომეტრულ განსაზღვრას.

განსაზღვრას აწარმოებენ საანალიზო ხსნარის ორ ალიკვოტურ ნაწილში. ერთში საზღვრავენ Ca^{2+} შერევისდით, მეორეში Ca^{2+} და Mg^{2+} ჯამს ინდიკატორ მეთილტიმოლის ლურჯით ან ტიმოლფტალექსონით; ქრომოგენ შავი გამოუყენებელია ამ შემთხვევისათვის, რადგან Fe^{3+} -ის კომპლექსი ტრიეტანოლამინთან მლის ამ ინდიკატორს.

ამ მეთოდით შეიძლება ისარგებლონ როგორც ნიადაგის მთლიანი ანალიზის დროს, ისე სხვა შემთხვევაში, როცა რკინა და ალუმინი * უშლის Ca^{2+} და Mg^{2+} კომპლექსონომეტრულ განსაზღვრას.

კალციუმის განსაზღვრა. საზომ კოლბში $SiO_2 \cdot nH_2O$ მოცილებული ფილტრატის კარგად შერევის შემდეგ იღებენ 10 მლ ხსნარს და ათავსებენ 250 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში. ამ ძლიერ მჟავე ხსნარს ანეიტრალევენ $NaOH$ -ის 10%-იანი ხსნარით, ტუტეს ამატებენ წვეთობით სიმღვრივის წარმოქმნამდე; ამის შემდეგ ამატებენ რამდენიმე წვეთ HCl -ის 10%-იან ხსნარს, ნალექის გახსნისათვის.

ამატებენ გამოხდილ წყალს 100 მლ მოცულობამდე და საზომი ცილინდრით ან დოზატორით 5 — 15 მლ ტრიეტანოლამინს (დამოკიდებულია რკინის შემცველობაზე), განზავებულს წყლით 1 : 1 შეფარდებით ან 1 : 3 ან უფრო მეტად. შეურევენ ხსნარს და წუთით დაყოვნების შემდეგ ამატებენ 10 მლ $NaOH$ -ის 10%-იან ხსნარს, შეაქვთ მურეკსიდი და ტიტრავენ კომპლექსონ — III ხსნარის ფერის შეცვლამდე.

კალციუმის და მაგნიუმის ჯამის განსაზღვრა. იღებენ სილიციუმ-მჟავა მოცილებულ ფილტრატს იგივე რაოდენობით, ათავსებენ 250 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში და ანეიტრალევენ $NaOH$ -ის 10%-იანი ხსნარით სიმღვრივის წარმოქმნამდე. სიმღვრივეს აქრობენ რამდენიმე წვეთი HCl -ის 10%-იანი ხსნარის დამატებით და გამოხდილი წყლით მიჰყავთ ნიშანხზამდე (100 მლ).

ამატებენ ტრიეტანოლამინს ისეთივე რაოდენობით, როგორც კალციუმის განსაზღვრის დროს, შეურევენ და აყოვნებენ 1 — 2 წუთს.

* ერთნახევარი ენგულეზიდან ხელშეშულია უმეტესად Fe^{3+} , რადგან Al^{3+} ძლიერ ტუტე არეში არსებობს ალუმინატის სახით. ტრიეტანოლამინი $N(CH_2CH_2OH)_3$ ბოჭავს Fe^{3+} ოქსილფგუფის ხარჯზე.

ამატებენ 10 მლ ქლორიდულ-ამიაყურ ბუფერულ ხსნარს, შეურევენ და შუაქვთ ინდიკატორი მეთილტიმოლის ლურჯი და ტიმოლფტალეკ-სონი. ხსნარს კარგად შეურევენ და ტიტრავენ მას კომპლექსონით მეთილტიმოლის ლურჯი ფერის შეცვლამდე.

საკვირო რეაქტივები: 1. NaOH-ის 10%-იანი ხსნარი.

2. HCl-ის 10%-იანი ხსნარი.

3. ტრიეტანოლამინი $C_6H_{15}O_3N$, განზავებული წყლით (1 1); ტრიეტანოლამინი — უფერო, ბლანტი, ჰიგროსკოპული სითხეა (კუთ. წ. 1,124, მოლ. წ. 149, 19). მუქდება ჰაერზე: კარგად ერევა წყალს და სპირტს. წყალხსნარი ძლიერ ტუტუა.

4. მურექსიდი. (133 გვ.).

5. ქლორიდულ-ამიაყური ბუფერული ხსნარი:

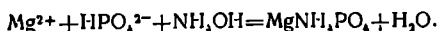
6. მეთილტიმოლის ლურჯი. წყალხსნარი არა მდგრადია და ამიტომ იყენებენ 0,25 გ ინდიკატორის მშრალ ნარევეს 25 გ ქიმიურად სუფთა KNO_3 -თან. ინახავენ მილუსილსაცობიან ფერად მინის ჭურჭელში.

შენიშვნა. მანგანუმის დიდი რაოდენობით შემცველობის შემთხვევაში (მანგანუმ-რკინის წარმონაქმნები) ხსნარი იღებება Mn (II) ტრიეტანოლამინის კომპლექსით ინტენსიურ მწვანედ. ამ შემთხვევაში საკვირო მეტი ჰიდროქსილამინის დამატება.

სპილენძის დიდი რაოდენობით შემცველობის შემთხვევაში (ბალის და ვენახის ნიადაგი) კომპლექსი Cu (II) ტრიეტანოლამინი ხსნარს ღებავს ლურჯად. ამ კომპლექსის დასაშლელად ამატებენ თიოგლოკოლის მკეავს წვეთობით, გაუფერულებამდე, შემდეგ კი, ამატებენ, 1 — 2 წვეთს, რათა შეიქმნას ნაქარბი.

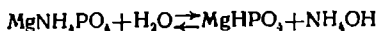
მაგნიუმის განსაზღვრის ფონითი ფოსფატური მეთოდი

მეთოდი დაფუძნებულია ხსნარიდან მაგნიუმის გამოყოფაზე ფოსფორის მკეავს ამონიუმ-მაგნიუმის მარილს სახით:



ამონიუმ-მაგნიუმის ფოსფატი — მაგნიუმის მკირდხსნადი შენაერთია. ცხელი ხსნარიდან გამოილელება მონოჰიდრატი $MgNH_4PO_4 \cdot H_2O$, ცივიდან — ნაკლებად ხსნადი ჰექსაჰიდრატი — $MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$.

დალევენს აწარმოებენ მკეავე ხსნარში, რადგან H^+ — იონები ეწინააღმდეგება HPO_4^- -ს დისოციაციას და ამით უზრუნველყოფს ზემოთ მითითებული შედეგ-ნილობის მარილის წარმოქმნას. * შემდეგ ხსნარში შუაქვთ NH_4OH ორმაგი — ამონიუმ-მაგნიუმის მარილს შისალეზად. ამიაკს ამატებენ ჰარბად, რათა შეამცრონ ნალექის ხსნადობა და გამოიწვიონ მისი ჰიდროლიზი, რომელიც შეიძლება წავიდეს შემდეგი ტოლობით:



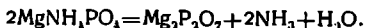
• წეიტრალური ხსნარებიდან გამოყოფა $MgH_2PO_4 \cdot 7H_2O$ ნალექი.

ამვე მიზნით ნალექს რეცხავენ ამიაკის განზავებული ხსნარით.

ხსნარი უნდა შეიცავდეს NH_4Cl -ის საკმაო რაოდენობას. მისი დისოციაციის დროს $\text{NH}_4\text{Cl} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{Cl}^-$ NH_4^+ -ის კონცენტრაცია ხსნარში დიდდება და ამით განპირობებულია NH_4OH -ის დისოციაცია. ამის შედეგად ამიაკი არ ლექავს მაგნიუმის ჰიდროქსიდს, რადგან თავისუფალი კონცენტრაცია იკლებს და იონური ნაშრავლი $[\text{Mg}^{2+} \cdot \text{OH}^-]_2$ აღმოჩნდება უფრო ნაკლები $\text{Mg}(\text{OH})_2$ -ის ხსნადობის წარმოებულზე.

NH_4Cl -ის დიდი სიჭარბე იწვევს $\text{Mg}(\text{NH}_4)_4(\text{PO}_4)_2$ მარილის წარმოქმნას, რომელიც გამოწვევს დროს კარგავს P_2O_5 -ის ნაწილს და მიიღება შემცირებული შედეგები. ამიტომ ამონიუმის მარილების კარბ რაოდენობას აცილებენ მაგნიუმის განმეორებით დალექვით ან მათი დაშლით აზოტის მექვეთ.

ფოსფორის მექვეს ამონიუმ-მაგნიუმისანი ორმაგი მარილის ნალექს, რომელიც მიღებულია ზემო მოყვანილი ტოლობის მიხედვით, აწროთბენ ჰუდმეც წონამდე, რის შედეგად მარილი კარგავს წყალს და ამიაკი გადადრს მაგნიუმის პიროფოსფატში:



$\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ -ის წონის მიხედვით გებულობენ მაგნიუმის შემცველობას.

ანალიზის მსვლელობა. ფილტრატს და კალციუმის ოქსალატ მოცილებულ ჩანარებს წყალს ათავსებენ კიბიურ კიქამში და აორთქლებენ ელექტროქურახე ~ 200 მლ მოცულობამდე.

მპარმევას ანეიტრალებენ NH_4OH -ის 10%-იანი ხსნარით მეთილ წითელს ყვითული ფერის მიღებამდე, რის შემდეგ ხსნარს შეამქვეებენ 10% HCl სუსტი — ვარდისფერის მიღებამდე.

ამატებენ 5 — 10 მლ (დამოკიდებულია მაგნიუმის შემცველობაზე) Na_2HPO_4 -ის 10%-იან ხსნარს. * ხსნარს აცხელებენ პირველი ბუშტულების წარმოქმნამდე, აყოენებენ ვასაციებლად და თანდათანობით ამატებენ საწვეთურიდან NH_4OH -ის 10%-იან ხსნარს მუდმივი შერევით ** ამიაკის სუსტი სუნის წარმოქმნამდე.

ამატებენ 20 — 30 მლ NH_4OH -ის 25%-იან ხსნარს, მსუბუქად შეურევენ და აყოენებენ არა ნაკლები 12 სათისა. *** ხანგრძლივი დაყოენება აუცილდება იმიტომ, რომ ამონიუმ-მაგნიუმისანი მარილი წარმოქმნის ზენაქერ ხსნარებს, რომელთაგან ნალექის გამოყოფა მიძინარეობს ნელა (განსაკუთრებით თუ კი მაგნიუმი მტირება ხსნარში). $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ნალექი გამოიყოფა ფსკერზე, კიქის კედლებზე და წკირზე უფერული გამჭვირვალე კრისტალების *** სახით.

* დალექვა შეიძლება აგრეთვე ორჩანაცვლებული ამონიუმის ფოსფატით $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ ან ნარევით $\text{Na}_2\text{HPO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ 1 : 1 თან შეფარდებით.

** მუდმივი კარგი შერევა ანელებს დალექვას და ამით შესაძლებელია მსხვილკრისტალური ნალექის წარმოქმნა. ხსნარის შერევისას არ შეიძლება წკირი შექაბოს კიქის კედლს და ძირს, რადგან ნაბზარის ადგილებში ნალექი ძნელად მოსაცილებელია მინისაგან.

*** ამიაკური ხსნარის გამოყენებით ყველა ოქერაცია (დაყოენება, გაფილტვრა და ჩარეცხვა) საკიროა ჩატარდეს ამწოვ კარადამი.

*** თუკი ნალექი გამოიყოფა არა კრისტალური, არამედ ამორფული სახით, მას ხსნიან რამდენივე წვეთ კონცენტრირებულ HCl -ში (ინდიკატორის ვარდისფერის მიღებამდე). ამის შემდეგ ფრთხილად ამატებენ NH_4OH ~ 10%-იან ხსნარს კარბი HCl -ის გასანეიტრალებლად და ტოვებენ ხსნარს ნალექის გამოყოფამდე. ამორფული ნალექი წარმოადგენს $\text{Mg}(\text{PO}_4)_2$ -ს ან მაგნიუმის სხვა შენაერთს. ასეთი ნალექი ჩვეულებრივ გამოიყოფა ამიაკის სწრაფი დამატებით მარილმექვეს განეიტრალების დროს.

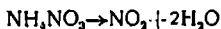
ხსნარს ფილტრატენ * 9 სმ დიამეტრის მკერი ფილტრში, წინასწარ 1 — 2-ჯერ აუშვებენ მას ძაბრზე მღულარე გამოხდილი წყლით. ხსნარს გადაიტანენ ფილტრზე მისი მოცულობის ნახევარი რაოდენობით.

რადგან მაგნიუმის ნალექმოცილებულ ფილტრატს მთლიან ანალიზში არ იყენებენ სხვა განაზღვრებისათვის, მას გადაღვიან მცირე ულუფებით, ** ყოველ ულუფას კარგად აკვირდებიან (განსაკუთრებით გაფილტვრის დასასრულს) $MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$ ნალექის შემცველობაზე.

ნალექს ჰქიპში ჩარეცხავენ დეკანტაციის წესით NH_4OH -ის 2,5%-იანი ხსნარით, ნალექი ფილტრზე გადააქვთ ჩარეცხვის ზომის მიხედვით. *** ჰქიპის კედლებზე დარჩენილ კონტაქტებს აშრობენ უნაცრო ფილტრის ქაღალდის ნაქრებით მინის წყარის საშუალებით.

ჩარეცხვას აწარმოებენ ფილტრატის სინჯში Cl -ის იონზე უარყოფითი რეაქციის მიღებამდე. **** სინჯს შეამთავებენ კონცენტრირებული აზოტის მკავით, რადგან ამოიკის თანაარსებობისას $AgCl$ არ გამოიყოფა ხსნარიდან $[Ag(NH_3)_2]Cl$ -ის წარმოქმნის გამო.

ფილტრს, მასზე არსებული ნალექით ათავსებენ მუდმივ წონამდე მიყვანილ ფაიფურის ტიგელში და ასველებენ კონცენტრირებული HNO_3 -ის რამდენიმე წვეთით ან NH_4NO_3 -ის 5%-იანი ხსნარით. ამონიუმის ნიტრატი 240° -ზე ზევით გაცხელების დროს იშლება შემდეგი ტოლობით:



გამოყოფილი აზოტის ქვეყნგი მთლიანად ეანგავს ფილტრის ნახშირბადს და $Mg_2P_2O_7$ -ის ნალექი ხდება თეთრი. *****

ტიგელს ნალექით დგამენ ციე მუფეში, აწყო კარადაში. მუფელის გაცხელების დონის მიხედვით მიმდინარეობს ფილტრის დანაცვრა.

გამოწრთობა მიმდინარეობს $850 - 900^\circ$ ტემპერატურის პირობებში $Mg_2P_2O_7$ -ის ნალექის მუდმივი წონის მიღებამდე; რადგანაც, მაგნიუმთან ერთად ილექება მანგანუმის მნიშვნელოვანი რაოდენობა, ამიტომ ამ ნალექის წონას გამოაკლებენ მასში არსებული $Mn_2P_2O_7$ -ის წონას. განსაკუთრებით აუცილებელია შეტანილი იქნას ასეთი შესწორება იმ შემთხვევაში, როცა ნიადაგში ბევრია მანგანუმი. ამისათვის $Mg_2P_2O_7$ -ის აწონილ ნალექს ასველებენ გამოხდილი წყლის წვეთებით, ხსნიან 5%-იან H_2SO_4 -ის ცხელ ხსნარში და მანგანუმს საზღვრავენ კოლორიმეტ-

* გაფილტვრა და ნალექის გარეცხვა გრძელდება 2 — 3 საათს.

** თუკი ფილტრატს არ გადაღვიან ნაწილ-ნაწილ, მაშინ ფილტრში [ნალექის გასვლის შემთხვევაში ხსნარის გაფილტვრა ძნელია.

*** რადგანაც ნალექი დაბინძურებულია დამლქვაკი და ამონიუმის მარილებით, საჭიროა მისი განმეორებით დალქვა. განსაკუთრებით აუცილებელია განმეორებით დალქვა მაგნიუმის დიდი რაოდენობით შემცველობისას. ამ შემთხვევაში არ არის აუცილებელი ნალექი გადატანილი იქნას მთლიანად ფილტრზე. 6 — 8 ჩარეცხვის შემდეგ ნალექს ხსნიან 10%-იანი HCl -ის ცხელი ხსნარით და ფილტრს ჩარეცხავენ ცხელი გამოხდილი წყლით. დალქვას ატარებენ 100 მლ ხსნარში, რისთვისაც ამატებენ 1 — 2 მლ ნატრიუმის ფოსფატის 10%-იან ხსნარს, აცხელებენ პირველი ბუშტულების გამოყოფამდე, აყოვენებენ გასაცხეებლად და შემდეგ იქვეიან ისე, როგორც ზემოთ არის მოთვებული.

**** წინასწარ საჭიროა ჩამრეცხი ხსნარი შემოწმდეს Cl -ის იონის შემცველობაზე.

***** $Mg_2P_2O_7$ -ის ნალექი ხშირად მიიღება ნაცრისფერი ფილტრის პრასრულად დამწვარი ნახშირის გამო.

რლი მეთოდით. MnO -ს მიღებულ რაოდენობას ამრავლებენ 2,000-ზე (MnO -ს $Mn_2P_2O_7$ -ზე გადასაანგარიშებელი კოეფიციენტი) და $Mg_2P_2O_7$ -ის წონას გამოაკლებენ მიღებულ ციფრს. ამის შემდეგ ანგარიშობენ MgO -ს შემცველობას ნიადაგში.

გამოანგარიშების მაგალითი. მავნიუმის დალევა ჩატარებულია ერთნახევარ ენგულუბისაგან თავისუფალ 50 მლ ფილტრატში, რაც შეესაბამება 0,2062 გ შრალ ნიადაგს. $Mg_2P_2O_7$ -ის ნალექის წონა ტოლია 0,0028 გ.

$$\frac{0,0028 \times 0,362 \times 100}{0,2062} = 0,49\% \text{ MgO,}$$

სადაც 0,362 — არის $Mg_2P_2O_7$ -ის MgO -ზე გადასაანგარიშებელი კოეფიციენტი.

- საკირო რეაქტივები: 1. HCl -ის 10%-იანი ხსნარი.
 2. Na_2HPO_4 -ის 10%-იანი ხსნარი.
 3. NH_4OH -ის 10%-იანი ხსნარი.
 4. NH_4OH -ის 25%-იანი ხსნარი.
 5. NH_4OH -ის 2,5%-იანი ხსნარი (100 მლ კონცენტრირებულ NH_4OH განაზავებენ 900 მლ გამოხილ წყალში).
 6. $AgNO_3$ -ის 1%-იანი ხსნარი, HNO_3 -ით შემკვავებული.
 7. HNO_3 (კუთ. წ. 1,4).
 8. NH_4NO_3 -ის 5%-იანი ხსნარი (ტუტე რეაქტიოთ).

გოგირდის განსაზღვრა

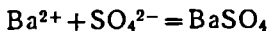
ნიადაგის ზედა ჰორიზონტში SO_3 -ის შემცველობა 0,01—0,66%-ის ფარგლებშია. კორდიან — ეწერ და ტყის რუხ ნიადაგებში სულფატების შემცველობა პროფილის მიხედვით ქვედა ჰორიზონტებში რამდენადმე იკლებს. შრალი სტეპისა და უდაბნოს ზონის ნიადაგებში სულფატების შემცველობა ქვედა ჰორიზონტებში ბევრ შემთხვევაში იმატებს.

გოგირდის მინერალური შენაერთებიდან ნიადაგში ყველაზე უფრო ხშირად გვხვდება თაბაშირი $CaSO_4 \cdot 2H_2O$, რომელიც დამლაშებულ ნიადაგებში ზოგჯერ ქარბობს სხვა მარილებს. დამლაშებულ ნიადაგებში აგრეთვე გვხვდება ტენარდითი Na_2SO_4 , მირაბილიტი $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$, კიზერიტი $MgSO_4 \cdot H_2O$ და სხვა. დაქაობებულ ნიადაგებში გვხვდება პირიტი და მარკაზიტი FeS_2 .

გოგირდის განსაზღვრას აწარმოებენ წონითი და კომპლექსონომეტრული მეთოდით.

სულფათების განსაზღვრის წონითი მეთოდი

ამ მეთოდის საფუძველი სულფატ-იონის დალექვაა ბარიუმის ქლორიდით:



BaSO₄-ის გამომწვარი ნალექის წონას გადაიანგარიშებენ SO₃-ზე. დალექვას აწარმოებენ მარილმჟავა ხსნარში, რამდენადაც HCl ხელს უშლის CaCO₃-ის მცირედ ხსნადი მარილების გამოყოფას, და ხელს უწყობს BaSO₄-ის მსხვილკრისტალური ნალექის წარმოქმნას. ნეიტრალური ხსნარებიდან ეს ნალექი გამოიყოფა ფილტრში გამავალი წვრილი კრისტალების სახით.

ბარიუმის სულფატი ყოველთვის შეიცავს მინარევებს, რაც გამოწვეულია მასთან ერთად დალექილი მრავალი იონისაგან. ანიონებიდან ყველაზე უფრო თან დაილექება აზოტის მჟავას ანიონი. კათიონებიდან, ნალექის მიერ, ყველაზე უფრო ადვილად აღსორბირდება რკინის სამვალენტოეანი იონი. BaSO₄-ის ნალექთან ერთად ალუმინის იონი უფრო ნაკლებად დაილექება, ვიდრე რკინის (III) იონი.

სულფატების განსაზღვრას ხელს უშლის აგრეთვე კალციუმის დიდი რაოდენობა, რადგან შეიძლება წარმოიქმნას მცირედ ხსნადი CaSO₄·2H₂O. აღნიშნულის გამო კარბონატულ ნიადაგებში ხსნარიდან კალციუმის გამოყოფა წინამორბედი ბარიუმის სულფატის დალექვისას.

დალექვას აწარმოებენ გაცხელებულ ხსნარში: იცხელება ხელს უწყობს BaSO₄-ის მსხვილკრისტალური ნალექის გამოყოფას. ხსნარში არ უნდა იყოს დამლქეავეის (BaCl₂) დიდი რაოდენობა, რადგან ის იწვევს ბარიუმის სულფატის ნალექის წვრილი კრისტალების გამოყოფას.

ანალიზის მსვლელობა. საზომი კოლბიდან პიპეტით იღებენ ფილტრატის (ერთნახევარი უანგეულები მოცილებულია ამიაკით) ალიქვოტურ ნაწილს და ათავსებენ ქიმიურ ჭიქაში. SO₄²⁻-ის დიდი რაოდენობით შემცველობის შემთხვევაში, რასაც ადგილი აქვს სულფატებით დამლაშებულ ნიადაგებში, ხსნარს აზავებენ წყლით 100 — 200 მლ-მდე. ტუტე ფილტრატს შეამჟავებენ HCl-ის 10%-იანი ხსნარით მეთილროტის ფერის შეცვლამდე მკაფიო ვარდისფერში, რის შემდეგ ამატებენ კიდევ 1 მლ HCl (კუთ. წ. 1,19) ყოველ 100 მლ ხსნარზე, რათა უზრუნველყონ ბარიუმის სულფატის ნალექის მინიმალური ხსნადობა. საჭიროა ვერიდოთ მარილის მჟავას სიჭარბეს, რადგან BaSO₄-ის ხსნადობა ძლიერმჟავე ხსნარში შესამჩნევად იმატებს.

ხსნარს აცხელებენ ადულებამდე, რის შემდეგ გადმოდგამენ და წვეთობით ამატებენ 2 — 5 — 10 BaCl₂-ის 10%-იან ცხელ ხსნარს (დამოკიდებულია ხსნარის სიმღვრივის ხარისხზე), მინის წკირით კარგად შეურევენ ყოველ დამატებულ წვეთს.

ჭიქას აზურავენ საათის მინას და სუსტად ადულებენ 5 — 10 წუთს. დიდი რაოდენობით ნალექის შემთხვევაში ადულებენ არა უმეტეს 2 — 3 წუთისა, ხსნარის მუდმივი შერევით. ჭიქას დგამენ ადულებულ

წყლის აბაზანაზე 2 — 3 საათით, რის შემდეგ იღებენ სინჯს SO_4^{2-} -ის დალექვის სრულყოფაზე, რომელსაც აწარმოებენ შემდეგნაირად: დაყოვნებულ გამჟვარივალე ხსნარს ჰქეის კედელზე ჩაამატებენ დამლექი ხსნარის რამდენიმე წვეთს. თუკი კედელთან ახლოს წარმოიქმნება გამოყოფილი ნალექით გამოწვეული სიმღვრივე, ამატებენ კიდევ BaCl_2 -ის მცირე რაოდენობას, აცხელებენ ადუღებამდე, აყოვნებენ ნალექს და თუკი საეჭვოა დალექვის სრულყოფა, სინჯს იწეორებენ კიდევ ერთხელ.

ნალექს აყოვნებენ აბაზანაზე 4 — 6 საათს, თუკი ნალექი ოდნავ შესამჩნევია, დაყოვნების დროს აღიდებენ 12 — 24 საათამდე, შემდეგ აწარმოებენ გაფილტვრას უნაცრო მკვრივი ფილტრის გამოყენებით, დიამეტრი 7 — 9 სმ. ფილტრი წინასწარ 2 — 3-ჯერ დამუშავებულია მდუღარე გამონდილი წყლით, რათა შემციირდეს ფილტრის ფორები.

თუკი ფილტრი ფაშარია, გაფილტვრას აწარმოებენ ორმაგი ფილტრით. დაგროვების ზომის მიხედვით ფილტრატს ამოწმებენ ნალექის შემცველობაზე, და მისი არსებობის შემთხვევაში, ისევ ატარებენ ფილტრატს იგივე ფილტრში.

ნალექს ჩარეცხავენ ცივი წყლით, რომელიც მსუბუქად არის შემჟავებული HCl -ით. პირველად ჩარეცხვას აწარმოებენ ჰქეაში დეკანტაციით, ხოლო შემდეგ ფილტრზე, Cl^- -ზე რეაქციის შეწყვეტამდე. (ახორის მჟავით შემჟავებული). ფილტრს მასზე დარჩენილი ნალექით აშრობენ ძაბრზე, შემდეგ ათავსებენ წინასწარ აწონილ ფაიფურის ტიგელში და დგამენ ცივ მუფელში, ამწოვი კარადის ქვეშ. ჩართავენ მუფელს ელექტროქსელში და აწარმოებენ ფილტრის თანდათანობით დანახშირებას და დანაცვრას.

მოცემულ შემთხვევაში თანდათანობით დანახშირება განსაკუთრებით აუცილებელია იმ მიზეზით, რომ ნახშირს შეუძლია ალადგინოს BaSO_4 -ის ნაწილი ზულფიდამდე: $\text{BaSO}_4 + 2\text{C} = \text{BaS} + 2\text{CO}_2$.

ნალექს აწრთობენ $700 - 750^\circ$ ტემპერატურის პირობებში. 800° -ზე ზევით ნალექი იშლება შემდეგი სქემის მიხედვით: $\text{BaSO}_4 = \text{BaO} + \text{SO}_3$. პირველ გამოწრთობას აწარმოებენ 30, ხოლო მეორეს — 20 წუთის განმავლობაში.

BaSO_4 -ის გამომწვარი ნალექის წონის მიხედვით ანგარიშობენ SO_3 -ის შემცველობას ნიადაგში.

გამოანგარიშების მაგალითი. სულფატების განსაზღვრა ჩატარებულია ხსნარის ალიკვოტურ ნაწილში, რომელსაც შეესაბამება 0,2062 გ

მშრალი ნიადაგი. BaSO_4 -ის გამომწვარი ნალექის წონა ტოლია 0,0020 გ:

$$\frac{0,0020 \times 0,343 \times 100}{0,2062} = 0.33\% \text{ SO}_3,$$

სადაც 0,343 — არის BaSO_4 -ის SO_3 -ზე გადასაანგარიშებელი კოეფიციენტი.

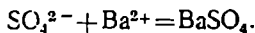
- ს ა კ ი რ ო რ ე ა ქ ტ ი ვ ე ბ ი: 1. $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 10%-იანი ხსნარი.
2. HCl კუთ. წ. 1,19 და 10%-იანი ხსნარი.
3. ინდიკატორი მეთილროტი.

შ ე ნ ი შ ე ნ ა. 1. 0,1 გ SO_3 -ის შემცველობის შემოხვევაში დალექვა შეიძლება ჩაეტაროს ერთნახევარი ჟანგულების გამოყოფის გარეშე: BaSO_4 -ის მცირე ნალექში რკინის იონის შემცველობა თითქმის არაეითარ გავლენას არ ახდენს მის წონაზე. ამ შემთხვევაში ალიკვორტურ ნაწილს ანეიტრალეზენ აჰიაკის 10%-იანი ხსნარით ერთნახევარი ჟანგულების გამოყოფამდე, ამატებენ 1 მლ HCl კუთ. წ. 1,19 და რამდენიმე წვეთ დამლექავს BaCl_2 . მცირე ნალექის შემთხვევაში დუღილის დროს აღიღებენ 10 წუთამდე, ხოლო დაყოენებას 12—24 საათამდე.

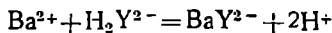
2. SO_4^{2-} -ის განსაზღვრა მნიშვნელოვნად ჩქარდება, თუკი დამლექავის დამატებამდე ხსნარში შეიტანენ 5—10 წვეთ 1%-იანი პეკრინის შუაეას ხსნარს, აცხელებენ აღულებამდე და დაუმატებენ BaCl_2 -ის ცხელ ხსნარს. ხსნარს აღულებენ 5 წუთს, დგამენ ცხელ აბაზანაზე 20—30 წუთი და შემდეგ ფილტრავენ და ჩარეცხავენ ისე, როგორც ზემოთ არის აღწერილი.

სულფატების ვოვირდის განსაზღვრის კომპლექსონომეტრული მეთოდი

სულფატ-იონი არ იტიტრება კომპლექსონ III-ით, რადგანაც ის ურთიერთმომქმედებს მხოლოდ კათიონებთან. ეს იონები შეიძლება განისაზღვროს კომპლექსონომეტრული მეთოდით ირიბად — ქარბი Ba^{2+} იონების მიხედვით, რომელიც შეტანილია ხსნარში სულფატიონების დასალექად:



Ba^{2+} ურთიერთმომქმედება კომპლექსონ III-თან მიმდინარეობს შემდეგი სქემით:



ბარიუმის კომპლექსონატი გამოირჩევა ნაკლებად მდგრადობით (pK 7,8). ამიტომ კომპლექსონ III-ით მისი დატიტრება ქრომოგენ შავი და ქრომ მუქ-ლურჯის გამოყენებით შესაძლოა მხოლოდ მაგნიუმის იონების თანაარსებობისას, რომელიც წარმოქმნის კომპლექსონ — III-თან უფრო მდგრად კომპლექსონატს (pK 8,7). ხსნარის ფერის

შეცვლა მიმდინარეობს იმ მომენტში, როცა კომპლექსონ III გამოდევნის მაგნიუმს მისი ზენაერთისათვის მეტალინდიკატორით.

მაგნიუმის იონები კომპლექსონ III-თან ურთიერთქმედებაში შედიან, მხოლოდ მას შემდეგ, როცა ბარიუმის ყველა იონი შებოჭილია, ამიტომ ხსნარის ფერის შეცვლა ითვლება ბარიუმის იონთან კომპლექსონ III რეაქციის დასრულების ირიბ მაჩვენებლად.*

კომპლექსონომეტრული განსაზღვრა SO_4^{2-} -ის შესაძლებელია იმ შემთხვევაში, როცა დალექვისას გამოიყოფა ნალექი, რომელშიც შეესაბამება 1—2 მგ SO_4^{2-} (თვისობრივ-რაოდენობრივი შემოწმება. მე-19 გვ.) თუკი ნალექი არ არის, უნდა გადიდდეს დასატიტრი ნიმუშის მოცულობა. დიდი რაოდენობით ნალექის შემთხვევაში კი საჭიროა საანალიზო ხსნარი განზავდეს ისე, რომ სინჯში SO_4^{2-} -ის შემცველობა არ ქარბობდეს 20 მგ.

ანალიზის მსვლელობა. 200 მლ მოცულობის საზომ კოლბიდან, მისი შიგთავსის კარგად შერევის შემდეგ პიპეტით იღებენ 50—100 მლ ფილტრატს ($\text{R}(\text{OH})_3$ -ისაგან თავისუფალს), და ათავსებენ 250 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში.

ამატებენ წყალს 100 მლ-ზე, ჩაადებენ კონგო წითელის ქაღალდის ნაჭერს და შეამყავებენ განზავებული HCl (1 1) ინდიკატორის ქაღალდის ლურჯ-იისფერის მიღებამდე (pH 3,0).

აცხელებენ ადუღებამდე, ცხელ ხსნარში საზომი ცილინდრით ამატებენ 10 მლ დამლექვე ნარევს $\text{BaCl}_2 \cdot \text{MgCl}_2$, კარგად შეურევენ და აყოვნებენ 2—3 საათის ან ერთი დღე-ღამის განმავლობაში. BaSO_4 -ის ნალექის გაფილტვრის გარეშე, ხსნარში შეაქვთ 2—3 წვეთი Na_2S -ის 1%-იანი ხსნარი, ამატებენ 1—2 მლ მარილმჟავა ჰიდროქსილამინის 5%-იან ხსნარს და ანეიტრალებენ (წვეთობით!) NH_4OH -ის 10%-იანი ხსნარით კონგოს ქაღალდის ფერის შეცვლამდე წითელში: (pH 5,2).

ამატებენ 10 მლ ნარევს $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NH}_4\text{OH}$ (pH 10), მეტალინდიკატორ ქრომოგენ შავს ან ქრომ მუქ-ლურჯს, კარგად შეურევენ და ტიტრავენ კომპლექსონ III 0,01 M ხსნარით ინდიკატორის ფერის შეცვლამდე. დატიტრების დასასრულს საჭიროა დაემატოს კიდევ ცოტოდენი ინდიკატორი და ბუფერული ხსნარი.

ამის შემდეგ (ან წინასწარ) ტიტრავენ დამლექვე ნარევს $\text{BaCl}_2 + \text{MgCl}_2$. ლებულობენ ამ ნარევს იგივე მოცულობით, როგორც იყო დამატებული საანალიზო ხსნარზე, ე. ი. 10 მლ განზავებენ გამოხდილი წყლით 100 მლ-მდე, შეაქვთ 10 მლ ბუფერული ნარევი $\text{NH}_4\text{Cl} +$

* კომპლექსონ III-ით Ba^{2+} პირდაპირი დატიტრება შესაძლებელია მეტალინდიკატორ ფლუორესკონით და აღწერილია 133-ე გვერდზე.

NH_4OH (pH 10) და იგივე მეტალინდიკატორის თანაარსებობით ტიტრავენ კომპლექსონ III-ის 0,01 M ხსნარით ფერის შეცვლამდე.

იმისათვის, რომ აღირიცხოს საანალიზო ნიმუშში არსებული კალციუმის და მაგნიუმის იონების შებოჭვაზე, დახარჯული კომპლექსონ III რაოდენობა, საზღვრავენ ხსნარში ამ იონების შემცველობას; (თუ კი ასეთი განსაზღვრა არ ჩატარებულა ანალიზის მსვლელობის დროს.).

ამისათვის იღებენ 50 მლ ფილტრატს $(\text{R}(\text{OH})_3$ -ისაგან თავისუფალს), განაზავებენ გამობდილი წყლით 100 მლ-მდე, ამატებენ 2 — 3 წვეთ Na_2S -ის 1%-იან ხსნარს, ამატებენ 1 — 2 მლ ჰიდროქსილამინის 5%-იან ხსნარს და 10 მლ ბუფერულ ნარევეს $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NH}_4\text{OH}$.

შეაქვთ მეტალინდიკატორი, შეურევენ ხსნარს და ტიტრავენ, მას 0.01 M კომპლექსონ III ხსნარით ფერის შეცვლამდე.

დატიტრირების შედეგების აღრიცხვით და რეაქტივების სისუფთავეზე საკონტროლო ცდიდან შესწორების მხედველობაში მიღებით, აგრეთვე MnO -ზე შესწორების აღრიცხვით, რომელიც იტიტრება ქრომოგენით, ანგარიშობენ SO_3 -ის შემცველობას ფორმულით:

$$\frac{[a - (b - \theta)] \cdot T_{\text{SO}_3} \cdot 100}{r} = \% \text{SO}_3,$$

სადაც a არის კომპლექსონ III ხსნარის რაოდენობა მლ-ში, რომელიც დაიხარჯა დამლექავი ნარევის $\text{BaCl}_2 + \text{MgCl}_2$ ნიმუშის დატიტრებაზე.

b — კომპლექსონ III ხსნარის რაოდენობა მლ-ებში, რომელიც დაიხარჯა საანალიზო ხსნარის დატიტრებაზე BaSO_4 -ის დალექვის შემდეგ.

θ — კომპლექსონ III ხსნარის რაოდენობა მლ, რომელიც დაიხარჯა საანალიზო ხსნარის ალიკვოტურ ნაწილში არსებული Ca^{2+} , Mg^{2+} ჯამის დატიტრებაზე.

T_{SO_3} — კომპლექსონ III მოლარული ხსნარის ტიტრი SO_3 -ის მიხედვით. ტიტრის სიდიდე დამოკიდებულია კომპლექსონ III ხსნარის მოლარობაზე.

r — მშრალი ნიადაგის წონა, რომელიც შეესაბამება ერთნახევარ-ჯანგეულებისგან თავისუფალი ფილტრატის ალიკვოტურ ნაწილს.

გამოანგარიშების მაგალითი. SO_3 -ის სახით გოგირდის განსაზღვრა ჩატარებულია $\text{R}(\text{OH})_3$ -საგან თავისუფალი 100 მლ ფილტრატში. ეს ალიკვოტური ნაწილი შეესაბამება 0,1000 მგ მშრალ ნიადაგს.

გოგირდმქევა ბარიუმის დალექვის შემდეგ საანალიზო ხსნარის დატიტრებაზე დახარჯულია 14,3 მლ 0,01 M კომპლექსონ III ხსნარი.

დამლექავი ნარევის $BaCl_2 + MgCl_2$ დატიტვრაზე დახარჯულია 7,5 მლ იგივე ხსნარი, ხოლო $Ca^{2+} + Mg^{2+}$ ჯამის დატიტვრაზე წავიდა 7,2 მლ იგივე ხსნარი. ამ მონაცემებით ვღებულობთ:

$$\frac{[7,5 - (14,3 - 7,2)] \cdot 0,0008006 \cdot 100}{0,1} = 0,32 \% SO_3,$$

სადაც 0,0008006 — არის 0,01 M კომპლექსონ III ხსნარის ტიტრი SO_3 -ის მიხედვით.

ს ა ქ ი რ ო რ ე ა ქ ტ ი ვ ე ბ ი: 1. გამოხდილი წყალი, რომელიც არ შეიცავს კალციუმს და მაგნიუმს.

2. HCl, განზავებული 1 : 1.

3. კონგოქ წითელის ინდიკატორული ქალაღი.

4. დამლექავი ნარევი $BaCl_2 + MgCl_2$.

ამზადებენ $BaCl_2$ -ის 0,01 M ხსნარს, რისთვისაც 2,44 გ $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ ხსნიან 1 ლ გამოხდილ წყალში, აგრეთვე $MgCl_2$ -ის 0,01 M ხსნარს, რისთვისაც 2,03 გ $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ ხსნიან 1 ლ წყალში და ორთავე ხსნარს თანაბარი მოცულობით ურევვენ ერთმანეთში.

5. $Na_2S \cdot 9H_2O$ 1%-იანი ხსნარი. ხსნარი ინახება არა უმეტეს 5 დღისა. შეიძლება შეიცვალოს ნატრიუმის სულფიდის ხსნარი მშრალი პრეპარატით — ნატრიუმის დიეთილდიტიოკარბამინატით ან მისი 0,1% წყალხსნარით, რომელიც საკვლევ ნიმუშში შეაქვთ 1 მლ-ის რაოდენობით.

6. მარილმჟავა ჰიდროქსილამინის 5%-იანი ხსნარი.

7. NH_4OH -ის 10%-იანი ხსნარი.

8. ბუფერული ნარევი $NH_4Cl + NH_4OH$ (pH 10).

9. მეტალინდიკატორი. — ქრომოგენ შავი ან ქრომ მექ-ლურჯი.

კალიუმის და ნატრიუმის განსაზღვრა.

ნიადაგის ზედაპირულ ფენაში ტუტე მეტალების საერთო შემცველობა შედარებით მცირეა: K_2O — 1,29 — 2,35%-ის ფარგლებშია, ხოლო Na_2O — 0,58 — 1,88%. უმეტეს შემთხვევაში ნიადაგის მთელ პროფილში K_2O -ს შემცველობა უფრო მეტია Na_2O -ს შემცველობაზე. დამლაშებულ ნიადაგებში კი ტუტე მეტალების შეფარდება ჩვეულებრივ იცვლება — ნატრიუმის მომატების მიმართულებით.

კალიუმი და ნატრიუმი შედის მინდვრის შპატების და სხვა მინერალების შედგენილობაში. წყალში ხსნადი მინერალებიდან, რომელნიც შეიცავენ კალიუმს, ცნობილია კარნალიტი $MgCl_2 \cdot KCl \cdot 6H_2O$, კანიტი $KMg(SO_4)Cl \cdot 3H_2O$ და სხვა. ნატრიუმი გვხვდება წყალში ხსნადი მინერალების სახით: ჰალიტი $NaCl$, ჰიდროჰალიტი $NaCl$.

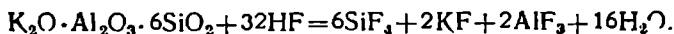
$2\text{H}_2\text{O}$, ტენარდით Na_2SO_4 , მირაბილიტი $\text{NaSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, სოდა $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ და სხვა. გროვებიან რა დიდი რაოდენობით. ეს მარილები იწვევენ ნიადაგის ნატრიუმით დამლაშებას, რომლის მეხვე მოქმედება დამოკიდებულია მითითებული მარილების რაოდენობაზე.

ნატრიუმის არსებობა შთანთქმულ მდგომარეობაში განაპირობებს ნიადაგის დაბიკობებას და მასთან დაკავშირებით ფიზიკური თვისებების გაუარესებას.

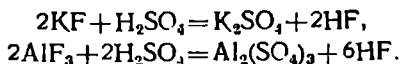
სილიკატებიდან და ალუმოსილიკატებიდან ტუტე მეტალების გამოდენის მიზნით ნიადაგის დაშლას აწარმოებენ მისი დამუშავებით ფტორწყალბადის მკავით ბერკელიუსის (1823) ან ლ. სმიტის (1871) მიხედვით NH_4Cl და CaCO_3 -თან ერთად გამოწვით. ამჟამად, ტუტეების რაოდენობრივ განსაზღვრას უმეტესად აწარმოებენ ალოვანი — ფოტომეტრული მეთოდით.

ნიადაგის დაშლა ფტორწყალბადის მკავით

სილიკატების დაშლა ფტორწყალბადის მკავით მიმდინარეობს შემდეგნაირად:



წარმოქმნილი აქროლადი ოთხფტორიანი სილიციუმი SiF_4 აორთქლებისას გამოიყოფა ხსნარიდან აიროვან მდგომარეობაში. წარმოქმნილი ფტორიდები გოგირდის მკავის თანაარსებობის პირობებში იშლება და გადადის სულფატში:



ამრიგად, გოგირდის მკავა უზრუნველყოფს ფტორიდების გამოყოფის სისრულეს.

ზოგიერთი სილიკატები — ტოპაზი, სილიმანიტი, ანდალუზიტი და ტურმალინის სხვადასხვა ჯახეები მთლიანად არ იშლება ფტორწყალბადის მკავით და ამიტომ საჭიროდ თვლიან მის დაშლას გამოწვით.*

ანალიზის მსვლელობა. წინასწარ გამოწრთობილ (3 — 4 წუთი) და აწონილი პლატინის ჯამში (50 — 75 მლ მოცულობის) ათავსებენ 0,5 გ ნიადაგს, რომელიც დაფქვილია აგატის როდინში პულერისებრ

* ნიადაგის დაშლა გამოწვით აღწერილია პ. გ. გრებაროვის და ბ. ი. კვიტკოს მიერ სტატიაში: „საერთო კალიუმის განსაზღვრის დროს ამონიუმის ქლორიდით და ნახშირმკავა კალციუმით ნიადაგის გამოწვის რეჟიმის საკითხი“. გამოც. უახ. სსრ. 1962. გამოც. 2 (14) გვ. 62 — 65.

მდგომარეობამდე. ჯამს ნიადაგიანად ათავსებენ მუფელში და წვავენ 1 — 2 საათის განმავლობაში, 400 — 450° ტემპერატურაზე ორგანული ნივთიერებებისაგან განსათავისუფლებლად.

გამომწვარ ნიადაგიან ჯამს აცივებენ, ასველებენ წონაკს 2 — 3 წვეთი იამოხილილი წყლით, რათა წონაკი არ ამტკერდეს გოგირდის მჟავას დამატებისას. ამატებენ 10 წვეთ H_2SO_4 კუთ. წ. 1,84 და შეურევენ წრიული მოძრაობით.

ჯამს გადაიტანენ ამწოვ კარადაში და ამატებენ 20 მლ ფტორწყალბადის მჟავას, რომელსაც გამოზომავენ პლათინის ტიგელით ან პლათინის ჯამით ან პოლიეთილენის კიჩით. სამუშაო, ფტორწყალბადის გამოყენებით, უნდა ჩატარდეს მხოლოდ ამწოვ კარადაში, რომელსაც აქვს კარგად მოქმედი ამწოვი სისტემა.

ანალიტიკოსი უნდა მუშაობდეს რეზინის ხელთათმანებით (H_2F_2 რეზინაზე არ მოქმედებს!), თვალი დაცული უნდა ჰქონდეს სათვალით. ფტორწყალბადით დაწვის შემთხვევაში პირველი დახმარების სამუალებად ითვლება NH_4OH -ის 3%-იანი ხსნარი ან $(NH_4)_2CO_3$ -ის 10%-იანი ხსნარი, აგრეთვე MgO -ს სუსპენზია. ამწოვი კარადის მიწას ფტორწყალბადის ზემოქმედებისაგან დასაცავად ფარავენ ვახელინით.

გოგირდმჟავასთან შერეულ ნიადაგზე H_2F_2 უნდა დაემატოს რაც შეიძლება ფრთხილად, რადგან მიმდინარეობს ნარევის ძლიერი გაცხელება და ფტორწყალბადის მჟავა უხვად ორთქლდება. ჯამის შიგთავსს კარგად შეურევენ.

ჯამს დგამენ დახურულ ფლექტროქურაზე ამწოვ კარადაში და ფრთხილად აორთქლებენ ხსნარს გოგირდის ანჰიდრიდის SO_3 სქელი თეთრი ორთქლის წარმოქმნამდე. ყურადღებას აქცევენ, რომ გაცხელება არ იყოს ძლიერი და არ მოხდეს ჯამის შიგთავსის გაშხეფვა.

H_2F_2 -ის პირველი პორციის აორთქლების შემდეგ ჯამს იღებენ ქურიდან, აყოვნებენ ვასაცივებლად (ამწოვის ქვეშ), რომლის შემდეგ ამატებენ კიდევ 10 ან 20 მლ H_2F_2 იმისდა მიხედვით, თუ როგორ მიდის დაშლა. ჯამის შიგთავსს შეურევენ წრიული ბრუნვით და ისევ აცხელებენ ელექტროქურაზე გოგირდის ანჰიდრიდის თეთრი ორთქლის უხვად გამოყოფამდე.*

მას შემდეგ რაც სილიკატები მთლიანად არის დაშლილი, გაცხელებას აძლიერებენ ელექტროქურაზე ან ჯამს იგადიბანენ ცეცხლის ალზე (ამწოვის ქვეშ!!). ალს თანდათან უმატებენ ჯამის მუქი წითელი ფერად გავარვარებამდე. ძლიერ გაცხელებას აწარმოებენ SO_3 -ის ორთქლის გამოყოფის შეწყვეტამდე და ნაშთის გათეთრებამდე. ასე-

* გამონაკის შემთხვევაში, როცა გამომწვარი ნიადაგის, ქანისა ან მინერალის წონაკი ძნელად იშლება, H_2F_2 -ით დაუშავებას იმეორებენ კიდევ ერთხელ.

თი გამოწრთობის დროს მიმდინარეობს ფტორწყალბადის და გოგირდის შეავას საბოლოოდ მოცილება.

ჟამს აცივებენ, ნაშთს ხსნიან შემეავებული წყლის * მცირე რაოდენობაში და აცხელებენ 5 — 10 წუთს დახურულ ელექტროქურაზე, რათა ყველა მარილი გადაყვანილი იქნას ხსნარში. მიღებულ ხსნარს ფილტრავენ თეთრ სახვევიან პატარა ფილტრში, ფილტრატს აგროვებენ 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში ან უფრო დიდში. ** ფილტრს რამდენჯერმე ჩარეცხავენ შემეავებული ცხელი გამოხდილი წყლით, ხსნარი მიჰყავთ ნიშანხაზამდე და იყენებენ ანალიზისათვის.

კალიუმისა და ნატრიუმის განსაზღვრას აწარმოებენ ამ ხსნარის ალიქვოტურ ნაწილში ალოვანი ფოტომეტრით.

საკვირო რეაქტივები: 1. ფტორწყალბადის შეავა H_2F_2 . შეავა წარმოადგენს H_2F_2 -ის 40%-იან ხსნარს. იყიდება სამი კვალიფიკაციით: სუფთა, ანალიზისათვის სუფთა და განსაკუთრებული სუფთა. შეავა ხშირად დაბინძურებულია რკინით, HCl , SO_2 , ორგანული მინარევეებით. H_2F_2 -ის სისუფთავის შემოწმებას აწარმოებენ შემდეგნაირად. იღებენ 20 მლ ფტორწყალბადის შეავას, რომელსაც ათავსებენ აწონილ პლატინის ჟამში, რომელშიც წინასწარ მოთავსებულია 5 წვეთი H_2SO_4 (კუთ. წ. 1,84. ქ. ს.), აორთქლებენ ამოშრობამდე წყლის აბაზანაზე ამწოვ კარადში, შემდეგ ნაშთს ფრთხილად გამოწევენ შიშველ ალზე მუდმივ წონამდე. ნაშთის წონა არ უნდა აჭარბებდეს 1 მგ.

ფტორწყალბადის შეავას მნიშვნელოვნად დაბინძურების შემთხვევაში მას ასუფთავებენ ტყვიის ან პლატინის რეტორტიდან გადადენით. *** ან კიდევ უფრო უკეთესია გამოყენებული იქნას H_2F_2 , კვალიფიკაციით — განსაკუთრებით სუფთა. გადადენის შემთხვევაში შეავას რეტორტაში ათავსებენ 2/3 მოცულობამდე, ამატებენ კრისტალურ $KMnO_4$ ორგანული ნივთიერების და SO_2 დაქანგვისათვის, ხოლო კრისტალურ $Ag_2SO_4 - HCl$ შებოჭვისათვის.

* ფტორწყალბადის შეავით ნიადაგის დაშლის შემდეგ მინერალური ნაშთი, მასში მხოლოდ კალიუმისა და ნატრიუმის განსაზღვრის შემთხვევაში შეიძლება გაიხსნას ნებისმიერ შეავაში — მარილის, გოგირდის ან აზოტის შეავაში. ამჟობინებენ 1:1 ტანზავებულ მარილშეავაში გახსნას. ამ ხსნარში შეიძლება განისაზღვროს გარდა ტუტეებისა, რკინა, ალუმინი, კალციუმი და მაგნიუმი, მაგრამ მარილშეავა ხსნარი მოუხერხებელია, თუკი საკიროა მანგანუმის განსაზღვრა.

** მხოლოდ კალიუმის და ნატრიუმის განსაზღვრისათვის ნიადაგის წონაკი და ფილტრატისათვის კოლბის მოცულობა შეიძლება შემცირებული იქნას 0,25 გრამამდე და შესაბამისად ავიღოთ 50 მლ მოცულობის საზომი კოლბა. თუკი H_2F_2 დაშლას აწარმოებენ მთელი რიგი ელემენტების განსაზღვრისათვის, აღიღებენ წონას და შესაბამისად აღიღებენ საზომი კოლბის მოცულობას 200 — 250 მლ-მდე.

*** ფტორწყალბადის შეავა არ მოქმედებს პლანიტაზე და ოქროზე. ტუკია და სპილენძი მასთან შეხებისას იფარება დამცველი შრით და ამიტომ ისინი შედარებით მდგრადია ამ შეავაში.

გადადენას აწარმოებენ ელექტროქურაზე ან კოლბამაცხელებელზე ლიბიხის მაცივრით, რომელშიც ჩადგმულია ოქროს ან პლატინის მილი. თუკი ასეთი არ გვაქვს იყენებენ შესაბამისი დიამეტრის კაუჩუკის მილს, რადგანაც ახალი კაუჩუკის მილის შიგა კედლები დაფარულა ტალკით, საჭიროა მისი კარგად გაწმენდა. შეიძლება ვისარგებლოთ უცვე ნახშირი მილით, მიმღებად გამოყენებულია ებონიტის ან ბაქელიტისგან დამზადებული ქურქელი.

ფტორწყალბადის მჟავით მუშაობისას იყენებენ პოლიეთილენის ქურქელს, რომელიც არ იშლება H_2F_2 -ით 100° -ზეც კი.

2. H_2SO_4 (კუთ. წ. 1,84) ქიმიურად სუფთა.

კალიუმისა და ნატრიუმის განსაზღვრა ალკალური ფტორბორანიტით

წინასწარ, ვიდრე დაიწყებდნენ კალიუმის და ნატრიუმის განსაზღვრას, საჭიროა აპარატზე მუშაობის წესებისა და უშიშროების ტექნიკის დაუფლება. რადგანაც ამ მეთოდით ელემენტების კონცენტრაციის განსაზღვრას აწარმოებენ საკვლევი და სტანდარტული ხსნარების მაჩვენებლების შედარების გზით, მუშაობას იწყებენ სტანდარტული ხსნარების მომზადებით.

წყლით რეცხავენ 50 მლ მოცულობის ჭიქების ნაკრებს ან 25 მლ მოცულობის ტიგლებს (№ 4 დაბალი) სტანდარტული ხსნარებისათვის და აშრობენ. ასხამენ ჭიქებში (ტიგელში) სტანდარტული ხსნარების სერიას განსაზღვრის ელემენტის შემდეგი კონცენტრაციით — 5 მგ/ლ-დან — 100 მგ/ლ-მდე, სტანდარტულ ხსნარს იღებენ ნებისმიერად (არ აღრიცხავენ მოცულობას) 20 — 25 მლ-ის რაოდენობით.

ყველა სტანდარტული ხსნარებისათვის აითვლიან მაჩვენებელს აპარატზე და მის მიხედვით აგებენ მრუდს; შემდეგ, იწყებენ, საკვლევი ხსნარებისათვის ანათვალის აღებას აპარატზე.

იგივე პირობებში, როგორშიც მიმდინარეობდა სტანდარტული ხსნარების კონცენტრაციის გაზომვა, ატარებენ საანალიზო ხსნარების კონცენტრაციის გაზომვას, პირველად ნატრიუმის, ხოლო შემდეგ კალიუმის. მრუდის მიხედვით ანგარიშობენ ნატრიუმის, ან კალიუმის კონცენტრაციას ხსნარში და აქედან გამომდინარე კი ანვარიშობენ მათ პროცენტულ შემცველობას ნიადაგში:

$$\frac{a \cdot V \cdot 100}{r \cdot 1000 \cdot 1000} \cdot K = \% K_2O(Na_2O),$$

სადაც a — არის $K_2O(Ma_2O)$ კონცენტრაცია, ნაპოვნი მრუდის მიხედვით ან გამოანგარიშებულია ფორმულით მგ/ლ-ში.

v — საზომი კოლების მოცულობა, რომელშიც მოთავსებულია საანალიზო ხსნარი, ე. ი. ხსნარის მთელი მოცულობა, რომელიც შეიცავს ტუტე მეტალებს.

r — კალიუმის და ნატრიუმის განსაზღვრისათვის აღებული ჰაერ—მშრალი ნიადაგის წონა.

k — 105° ტემპერატურაზე გამოშრალ ნიადაგში პროცენტული შემცველობის გადასაანგარიშებელი კოეფიციენტი.

1000 — $K_2O(Na_2O)$ კონცენტრაციის · 1 მლ-ზე გადასაანგარიშებელი კოეფიციენტი.

1000 — მილიგრამების გრამებში გადასაანგარიშებელი კოეფიციენტი.

გამოანგარიშების მაგალითი. კალიუმისა და ნატრიუმის განსაზღვრისათვის აღებულია 0,5400 გ ჰაერ-მშრალი ნიადაგი. ნიადაგის დაშლის შემდეგ ხსნარი გადატანილია 250 მლ მოცულობის საზომ კოლბში. მრუდის მაჩვენებლის მიხედვით კალიუმის კონცენტრაცია საკვლევ ხსნარში ტოლია 29 მგ/ლ. ჰაერმშრალი ნიადაგის პროცენტული შემცველობის გადასაანგარიშებელი კოეფიციენტი 105° ტემპერატურაზე გამოშრალ ნიადაგზე $K=1,06$:

$$\frac{29,00 \cdot 250 \cdot 100}{0,5400 \cdot 1000,1000} \cdot 1,06 = 1,42\% K_2O.$$

ანალოგიურად ანგარიშობენ ნატრიუმის პროცენტულ შემცველობას ნიადაგში.

საჭიროა მხედველობაში ნივიდოთ, რომ თუკი სტანდარტული ხსნარები მომზადებულია არა ქანგეულების (K_2O ან Na_2O) განსაზღვრული რაოდენობის ანგარიშით, არამედ K^+ და Na^+ იონებზე ანგარიშით, მაშინ მოყვანილ ფამოსაანგარიშებელ ფორმულაში საჭიროა შეტანილი იქნას გადასაყვანი კოეფიციენტები:

$$K^+ - K_2O\text{-ში} = 1,2 \text{ და } Na^+ - Na_2O\text{-ში} = 1,35.$$

ს ა ჯ ი რ ო რ ე ა ქ ტ ი ე ბ ი: 1. ძირითადი სტანდარტული ხსნარი, რომელიც შეიცავს K_2O 1 მგ/მლ. ქიმიურად სუფთა KCl -ის წონაჯს — 1,583 (გამომშრალია მუდმივ წონამდე 105° ტემპერატურაზე) ათავსებენ 1 ლ მოცულობის საზომ კოლბში, ხსნიან 400 — 500 მლ გამობნილ წყალში, შემდეგ მიჰყავთ ხსნარი ნიშანხაზამდე და კარგად შეურევენ.

2. ძირითადი სტანდარტული ხსნარი, რომელი შეიცავს Na_2O 1 მგ/ლ.

წონიან, 105° ტემპერატურაზე მუდმივ წონამდე გამოშრალ, ქიმიურად სუფრა $NaCl$ 1,886 გ რაოდენობით, ათავსებენ 1 ლ მოცუ-

ლობის საზომ კოლბში, ხსნიან 400 — 500 მლ მოცულობის გამოსხილ წყალში, ხსნარი მიჰყავთ ნიშანხაზამდე და კარგად შეურევენ.

3. სამუშაო სანიმუშო ხსნარების სერია. ბიურეტით ზომავენ ძირითად სტანდარტულ ხსნარებს და გადაიტანენ 1 ლ მოცულობის საზომ კოლბში შემდეგი რაოდენობით:

№ სამუშაო სანიმუშო ხსნარის	1	2	3	4	5	6
ძირითადი სტანდარტული ხსნარის რაოდენობა მლ-ობით	5	10	25	50	75	100
K ₂ O(Na ₂ O) შემცველობა, მგ/ლ	5	10	25	50	75	100

ამატებენ გამოსხილ წყალს ნიშანხაზამდე, კარგად შეურევენ და გადააქვთ მინის ჭურჭელში შესანახად.

ნიადაგის მთლიანი ჰიმიური ანალიზის სიზუსტის შემოწმება, შედეგების დამუშავება და გამოყენება

პრაქტიკული მიზნებისათვის საერთო ანალიზის შედეგების გამოყენებამდე საჭიროა წარმოდგენა გქონდეს მიღებული მონაცემების სიზუსტეზე.

ნიადაგის მინერალური ნაწილის ანალიზის შედეგების სიზუსტე ფასდება მინერალურ ნაწილში შემავალი ენგველების (მშრალ წონაზე გადაანგარიშებით) პროცენტული შემცველობის ჯამის სიდიდით, გამოწვის დროს მიღებული დანაკარგის სიდიდის მხედველობაში მიღებით. მითითებული ჯამი ტოლი უნდა იყოს 100%, ან მისგან გადახრა დასაშვებია ± 1 — 1,5%-ის ფარგლებში (ნიადაგის შედგენილობისაგან დამოკიდებულებით).

ანალიზური ბალანსის მაგალითის სახით მოვიყვანთ ტყის რუხი ნიადაგების A₁ კორიზონტის ანალიზის მონაცემების შეჯამების შედეგებს (%-ობით):

SiO ₂ — 77,85	MgO — 0,52
Al ₂ O ₃ — 8,50	SO ₃ — 0,34
Fe ₂ O ₃ — 2,23	P ₂ O ₅ — 0,12
TiO ₂ — 0,58	K ₂ O — 1,51
MnO — 0,15	Na ₂ O — 1,56
CaO — 0,91	გამოწვის დროს დანაკ. — 5,71
	<hr/>
	ჯ ა მ ი = 99,98%

რადგანაც 100-დან გადახრა არ აქარბებს ზემოთ მითითებულ დასაშვებ ფარგლებს, ანალიზის სიზუსტე შეიძლება ჩაითვალოს დამაკმაყოფილებლად.

ჯამის მნიშვნელოვანი გადახრა 100-საგან აიხსნება შეცდომებით, რომელიც დაშვებული იყო ანალიზის შესრულების პროცესში. ჯამი 100-ზე მეტი მიიღება ნალექის ცუდად ჩარეცხვისა და გამოწვის შემთხვევაში; 100-ზე ნაკლები ჯამი კი დაკავშირებულია საანალიზო ნივთიერების დანაკარგთან.

ნიადაგის საერთო შედგენილობა მიღებულია გამოსახული იქნას სხვადასხვა ქანგეულების პროცენტული შემცველობის ფორმით. ასეთი ხერხი ითვლება პირობითად და არა სავსებით ზუსტად, რადგან ცვალებადი ელემენტობის ელემენტებისათვის (რკინა, მანგანუმი, გოგირდი) ყოველთვის არ არის ცნობილი საკვლევ ნიადაგში ყველა მათი ქანგეულების შემცველობა. ამიტომ ნიადაგის ქიმიური შედგენილობა მიზანშეწონილია წარმოდგენილი იქნას ელემენტების პროცენტული შემცველობით და არა მათი ქანგეულებით. ანალიზური ბალანსი ამ შემთხვევაში უფრო ზუსტად ასახავს სინამდვილეს და უფრო ფართო წარმოდგენას მოგვცემს ნიადაგის შედგენილობაზე, რადგან მასში იქნება წარმოდგენილი არა მარტო მინერალური, არამედ აგრეთვე ნიადაგის ორგანული ნაწილი.

რადგან ქანგეულების ფორმით შედეგების წარმოდგენას ის უპირატესობა აქვს, რომ საშუალებას გვაძლევს შევამოწმოთ ანალიზის სიზუსტე მარტივი შეჯამებით, * საქიროა პირველად ნიადაგის მინერალური ნაწილის შედგენილობა გამოვიანგარიშოთ ქანგეულებში, შევამოწმოთ ანალიზის სიზუსტე, ისე როგორც ზემოთ არის მითითებული, შემდეგ კი გაკეთდეს ქანგეულების გადაანგარიშება ელემენტებზე.

ქანგეულების შემცველობის გადაანგარიშება ელემენტებზე. ასეთი გადაანგარიშებისათვის ქანგეულების პროცენტულ შემცველობას ამრავლებენ შესაბამის კოეფიციენტზე. ეს კოეფიციენტი წარმოადგენს სიდიდეს, რომელიც მიღებულია განსასაზღვრი ელემენტის ატომური წონის გაყოფით შესაბამისი ქანგეულის მოლეკულურ წონაზე. **

ქანგეულების ელემენტებზე გადასაანგარიშებელი კოეფიციენტი:

$$\text{SiO}_2 \rightarrow \text{Si} = \frac{\text{Si}}{\text{SiO}_2} = \frac{28,09}{60,06} = 0,468;$$

$$\text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Al} = \frac{2\text{Al}}{\text{Al}_2\text{O}_3} = \frac{26,98 \times 2}{101,94} = 0,529;$$

* ასეთი შემოწმება იკონტრულებულია იმ შემთხვევაში, როცა ნიადაგის შედგენილობა წარმოდგენილია ელემენტების პროცენტული შემცველობით, რადგან ანალიზის ყველა შეცდომები დაკავშირებული იქნება ქანგებადთან და წყალბადთან, რომელთა შემცველობას ანგარიშობენ სხვაობის მიხედვით.

** შეგახსენებთ გადასაანგარიშებელი კოეფიციენტის გამოანგარიშების წესს: რასაც ეძებენ, ყოფენ იმაზე, რაც მოცემულია.

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe} = \frac{2\text{Fe}}{\text{Fe}_2\text{O}_3} = \frac{55,85 \times 2}{159,70} = 0,699;$$

$$\text{TiO}_2 \rightarrow \text{Ti} = \frac{\text{Ti}}{\text{TiO}_2} = \frac{47,40}{79,90} = 0,599;$$

$$\text{MnO} \rightarrow \text{Mn} = \frac{\text{Mn}}{\text{MnO}} = \frac{54,94}{70,93} = 0,774;$$

$$\text{CaO} \rightarrow \text{Ca} = \frac{\text{Ca}}{\text{CaO}} = \frac{40,08}{56,08} = 0,715;$$

$$\text{MgO} \rightarrow \text{Mg} = \frac{\text{Mg}}{\text{MgO}} = \frac{24,32}{40,32} = 0,603;$$

$$\text{SO}_3 \rightarrow \text{S} = \frac{\text{S}}{\text{SO}_3} = \frac{32,06}{80,06} = 0,400;$$

$$\text{P}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{P} = \frac{2\text{P}}{\text{P}_2\text{O}_5} = \frac{30,97 \times 2}{142,0} = 0,436;$$

$$\text{K}_2\text{O} \rightarrow \text{K} = \frac{2\text{K}}{\text{K}_2\text{O}} = \frac{30,10 \times 2}{94,2} = 0,830;$$

$$\text{Na}_2\text{O} \rightarrow \text{Na} = \frac{2\text{Na}}{\text{Na}_2\text{O}} = \frac{23,00 \times 2}{62,00} = 0,742;$$

ნეშომპალას (ჰუმუსს) გადაიანგარიშებენ. ორგანულ ნახშირბადზე, ჰუმუსის პროცენტული შემცველობის გადამრავლებით კოეფიციენტი — 0,579 ანუ 0,58.

მოვიყვანთ ქანგეულების ელემენტებზე. გადაანგარიშების მაგალითს.

$$\text{SiO}_2 — 77,85 \times 0,468 = 36,43 \% \text{ Si};$$

$$\text{Al}_2\text{O}_3 — 8,50 \times 0,529 = 4,50 \% \text{ Al};$$

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 — 2,23 \times 0,699 = 1,56 \% \text{ Fe};$$

$$\text{TiO}_2 — 0,58 \times 0,599 = 0,35 \% \text{ Ti};$$

$$\text{MnO} — 0,15 \times 0,774 = 0,12 \% \text{ Mn};$$

$$\text{CaO} — 0,91 \times 0,715 = 0,65 \% \text{ Ca};$$

$$\text{MgO} — 0,52 \times 0,603 = 0,31 \% \text{ Mg};$$

$$\text{SO}_3 — 0,34 \times 0,400 = 0,14 \% \text{ S};$$

$$\text{P}_2\text{O}_5 — 0,12 \times 0,436 = 0,05 \% \text{ P};$$

$$\text{K}_2\text{O} — 1,51 \times 0,830 = 1,25 \% \text{ K};$$

$$\text{Na}_2\text{O} — 1,56 \times 0,742 = 1,16 \% \text{ Na};$$

საერთო ანალიზის შედეგები პროცენტებში შეიძლება გადაიანგარიშონ სხვადასხვა წესით, რაც დამოკიდებულია დასახულ მიზანზე.

საერთო ანალიზის მონაცემების გადაანგარიშება საშუალებას იძლევა მივიღოთ სწორი წარმოდგენა ნიადაგის მინერალური ნაწილის ქიმიურ შედგენილობაზე და შევედაროთ ის დედაქანის შედგენილობასთან. ასეთი შედარება საშუალებას იძლევა გამოვაყლინოთ მიმდინარეობს თუ არა მინერალების დაშლა და გადაადგილება. ე. ი. ელემენტების შეფარდებითი გადანაწილება ნიადაგის პროფილის მიხედვით, რაც აუცილებელია ვიცოდეთ ნიადაგწარმოქმნელი პროცესის ხასიათის დადგენისა და ნიადაგის ტიპის განსაზღვრისათვის.

საერთო ანალიზში გამოყენებული გადაანგარიშებანი ძალზე განსხვავებულია. ყველაზე ხშირად სარგებლობენ გადაანგარიშებებით: 1) გამომწვარ, 2) უქუმუსო, 3) არაკარბონატულ წონაკზე.

გამომწვარ ნიადაგზე გადაანგარიშება. არაკარბონატულ ნიადაგებში ეს გადაანგარიშება ითვლება იმავე დროს გადაანგარიშებად უქუმუსო და უწყლო ნიადაგზე, რადგანაც ამ ნიადაგებისათვის გამოწვის დროს მიღებულ დანაკარგის სიდიდეში შედის ჰუმუსი და ქიმიურად ბმული წყალი. გადაანგარიშებას აწარმოებენ ქანგეულების პროცენტული შემცველობის გადამრავლებით კოეფიციენტზე:

$$K = \frac{100}{100 - \text{გამომწვის დროს დანაკარგის \%}}$$

გადაანგარიშების მაგალითი. გამომწვის დროს დანაკარგი ტოლია 5,71%. გამომწვარ წონაკზე გადასაანგარიშებელი კოეფიციენტი

$\frac{100}{100 - 5,71} = 1,06$. SiO_2 -ის შემცველობა პროცენტებში გამომწვარ წონაკზე გადაანგარიშებით ტოლია $77,85 \times 1,06 = 82,52$; Al_2O_3 — $8,50 \times 1,06 = 9,01$; Fe_2O_3 — $2,23 \times 1,06 = 2,36$ და ა. შ.

მიღებული მონაცემების შეცვლა გამომწვარ წონაკზე გადაანგარიშებისას შეიძლება დაეინახოთ შემდეგი დაპირისპირებლად:

ქანგეულები	მშრალი წონიდან %-ობით	გამომწვარი წონაკიდან %-ობით
SiO_2	77,85	82,52
Al_2O_3	8,50	9,01
Fe_2O_3	2,23	2,36
TiO_2	0,58	0,61
MnO	0,15	0,16
CaO	0,91	0,96
MgO	0,52	0,55
SC_3	0,34	0,36
P_2O_3	0,12	0,13
K_2O	1,51	1,60
Na_2O	1,56	1,65

გადაანგარიშება უჭუმუხსო წონაკზე. გადაანგარიშებას აწარმოებენ ქანგეულების პროცენტული შემცველობის გადამრავლებით კოეფიციენტზე

$K = \frac{100}{100 - \text{ჰუმუსი\%}}$, ასეთ გადაანგარიშებას ზოგჯერ უწოდებენ მინერალურ ნაწილზე გადაანგარიშებას ან ნიადაგის მინერალურ ნაწილს.

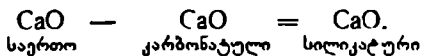
გამოანგარიშების მაგალითი. კურსკის ოლქის მძიმე თიხა შემიწების A ჰორიზონტში ნეშომპალას შემცველობა უდრის 10,33%. გადასაანგარიშებელი კოეფიციენტი $K = \frac{100}{100 - 10,33} = 1,11$. უჭუმუხსო წონაკზე

გადაანგარიშებით ქანგეულების შემცველობა პროცენტებში SiO_2 -თვის ტოლად $65,67 \times 1,11 = 72,89$; $\text{Al}_2\text{O}_3 - 9,60 \times 1,11 = 10,66$; $\text{Fe}_2\text{O}_3 - 3,22 \times 1,11 = 3,57$.

არაკარბონატულ წონაკზე გადაანგარიშებას აწარმოებენ ქანგეულების პროცენტული შემცველობის გამრავლებით კოეფიციენტზე $K = \frac{100}{100 - \text{CaCO}_3\%}$, რადგან ნიადაგის კარბონატები უმეტესად წარმოდგენილია კალციუმის კარბონატებით.

ნიადაგში კარბონატების საერთო რაოდენობას გებულობენ CO_2 კარბონატების შემცველობის მიხედვით. ამისათვის CO_2 -ის რაოდენობას ამრავლებენ კოეფიციენტზე — 2,274, რომელიც გამოანგარიშებულია შეფარდებიდან $\frac{\text{CaCO}_3}{\text{CO}_2} = \frac{100,09}{44,01} = 2,274$.

ამ კოეფიციენტზე ამრავლებენ ყველა ქანგეულების შემცველობას გარდა CaO , რადგან ამ ქანგეულის შემცველობა წარმოდგენს კარბონატული და არაკარბონატული CaO ჯამს. ამიტომ აუცილებელია კარბონატული კალციუმის უანგი გამოანგარიშებული იქნას CO_2 -ის პროცენტული შემცველობის გამრავლებით კოეფიციენტზე — 1,274 (ეს არის CO_2 -ის CaO -ზე გადასაანგარიშებელი კოეფიციენტი, რომელიც მიღებულია შეფარდებიდან $\frac{\text{CaO}}{\text{CO}_2} = \frac{56,08}{44,01} = 1,274$). მიღებულ სიდიდეს გამოაყლებენ კალციუმის უანგის საერთო შემცველობიდან.



იმისათვის, რომ გავიგოთ არაკარბონატულ წონაკში სილიკატური CaO -ს შემცველობა, სილიკატური CaO -ს რაოდენობას ამრავლებენ კოეფიციენტ K -ზე.

არაკარბონატულ წონაზე გადაანგარიშებას ჩვეულებრივ აერთიანებენ უჭუმესო ან გამომწვარ წონაზე გადაანგარიშებასთან.

უჭუმესო და არაკარბონატულ ნიადაგზე გადაანგარიშება. ამ შემთხვევაში გადასაანგარიშებელ კოეფიციენტს ანგარიშობენ შეფარლებიდან:

$$K = \frac{100}{100 - (\% \text{ ჰუმუსის} + \% \text{CaCO}_3)}$$

წინასწარ საჭიროა დავადგინოთ მოცემულ ნიადაგში კარბონატების შემცველობა, რისთვისაც აუცილებელია CO₂ კარბონატების პროცენტული შემცველობის გამრავლება კოეფიციენტზე — 2,274.

დავუშვათ, რომ CO₂-ის რაოდენობა ტოლია 0,25%, ხოლო ჰუმუსის შემცველობა — 2,42%. CaCO₃-ის შემცველობა ტოლია:

$$0,25 \cdot 2,274 = 0,57\% \text{ და}$$

გადასაანგარიშებელი კოეფიციენტი

$$K = \frac{100}{100 - (2,42 + 0,57)} = 1,03.$$

კალციუმის კარბონატული ქანგის შემცველობას გებულობენ ისე, როგორც წინა შემთხვევაში, CO₂-ის პროცენტული შემცველობის გამრავლებით კოეფიციენტზე 1,274 და მიღებულ სიდიდეს აკლებენ კალციუმის ქანგის საერთო შემცველობიდან. სხვაობა შეესაბამება კალციუმის სილიკატური ქანგის შემცველობას. სილიკატურ, ე. ი. არაკარბონატულ CaO, ისე როგორც სხვა ქანგეულებს, ამრავლებენ 1,03-ზე.

გადაანგარიშება გამომწვარ და არაკარბონატულ ნიადაგზე. რამდენადაც CO₂ შედის გამოწვის დროს მიღებული დანაკარგის სიდიდესში, გამომწვარ და არაკარბონატულ ნიადაგზე გადასაანგარიშებელი კოეფიციენტი

$$K = \frac{100}{100 - (\% \text{ n. n. n. } * + \% \text{ CaO კარბონ.})}$$

აღნიშნული კოეფიციენტის გამოყენება ჩანს შემდეგი მაგალითიდან.

გაანგარიშების მაგალითი. დავუშვათ, რომ გამოწვის დროს დანაკარგი ტოლია 8,36%. CO₂-ის შემცველობა მოცემულ ნიადაგში შეადგენს 3,53%.

* n. n. n. — გამოწვის დროს დანაკარგი.

ქანგეულების პროცენტული შემცველობა მშრალ ნიადაგზე გადა-
ანგარიშებით ტოლია: SiO_2 — 59,95%; Al_2O_3 — 13,88%; Fe_2O_3 —
4,89%; CaO — 6,21%; MgO — 2,47% და ა. შ.

კალციუმის კარბონატული ქანგი შეადგენს $3,53 \times 1,274 = 4,50\%$.
მაშასადამე, $n. n. n + \text{CaO}$ კარბონატების ჯამი შეესაბამება $8,36 +$
 $4,50 = 12,86\%$. ამ სიდიდეს ჩასვამენ გადასაანგარიშებელი კოეფიცი-
ენტის გამოსაანგარიშებელ ფორმულაში და ლებულობენ:

$$K = \frac{100}{100 - 12,86} = 1,15.$$

ამ კოეფიციენტზე ამრავლებენ ყველა ქანგეულების (გარდა CaO)
პროცენტულ შემცველობას და ლებულობენ SiO_2 -თვის — 68,94%;
 Al_2O_3 — 14,96%; Fe_2O_3 — 5,62%; MgO — 2,84%. CaO -ს საერთო
შემცველობიდან აკლებენ კალციუმის კარბონატული ქანგის რაოდე-
ნობას და ლებულობენ სხვაობას $6,21 - 4,50 = 1,71\%$, რომელსაც ამრავ-
ლებენ გამოანგარიშებულ საერთო კოეფიციენტზე: $1,71 \times 1,15 = 1,97\%$,
ეს კი შეესაბამება სილიკატურ CaO -ს გამომწვარ და უკარბონატო
ნიადაგზე გადაანგარიშებით.

უჭუმესო, უწყლო და უკარბონატო ნიადაგზე გადაანგარიშება. ამ
შემთხვევაში გადასაანგარიშებელი კოეფიციენტი ტოლი იქნება:

$$K = \frac{100}{100 - (\text{ჰუმუსი} + \text{ქიმიურად ბმული წყალი} + \text{CaCO}_3)}$$

გადაანგარიშებას აწარმოებენ მითითებულ კოეფიციენტზე ყოვე-
ლი ქანგეულის პროცენტული შემცველობის გამრავლებით (ყანგე-
ულის პროცენტული შემცველობა გადაანგარიშებულია მშრალ წონაქ-
ზე). CaO -ს გადაანგარიშებისას ამ კოეფიციენტზე ამრავლებენ მხო-
ლოდ მის სილიკატურ ნაწილს, რომლის შემცველობას ანგარიშობენ
ისე, როგორც მითითებულია წინა გადაანგარიშებაში.

უჭუმესო, უწყლო და უკარბონატო ნიადაგზე გადაანგარიშება
ანალოგიურია გამომწვარ და უკარბონატო ნიადაგზე გადაანგარიშე-
ბის. ორთავე ეს გაანგარიშება საშუალებას იძლევა უფრო სრულად
გამოვავლინოთ ნიადაგის მინერალური ნაწილის ქიმიურ შედგენილო-
ბაში ცვლილებანი დედაქანთან შედარებით, ამიტომ ზშირად სარგებ-
ლობენ კარბონატული ნიადაგების კვლევისას.

გარდა აღწერილი გაანგარიშებებისა, იყენებენ აგრეთვე სხვებსაც,
რომელიც დაფუძნებულია იგივე პრინციპზე. დამლაშებული ნიადა-
გების კვლევისას აწარმოებენ გადაანგარიშებას უთაბაშირო და უმა-
რილო წონაქზე.*

* უთაბაშირო და უმარილო წონაქზე გადაანგარიშება აღწერილი აქვს ნ. ი. ბა-
ზილევის კრებულში: „დასავლეთ თურქმენეთის თაიირები და სოფლის მეურნე-
ობაში მისი ათვისების გზები“. 1956, გვ. 115.

გამოანგარიშება მოლარული შეფარდებით. საერთო ანალოზის მონაცემებს, რომელიც გადაანგარიშებულია გამომწვარ ან უქუმუსო წონაჯზე, ზოგიერთ შემთხვევაში იყენებენ სხვადასხვა ჟანგეულების მოლარული შეფარდების გამოანგარიშებისათვის. განსაკუთრებით ხშირად სარგებლობენ შეფარდებებით $\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$; $\frac{\text{SiO}_2}{\text{R}_2\text{O}_3}$; $\frac{\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{Fe}_2\text{O}_3}$, რომელიც

საშუალებას იძლევიან გამოვავლინოთ მითითებული ჟანგეულების შეფარდებითი გადანაცვლება, ან დაგროვება ნიადაგის პროფილის გენეტიკურ ჰორიზონტებში. ნიადაგის კოლოიდების გამოკვლევისას შეფარდება $\frac{\text{SiO}_2}{\text{R}_2\text{O}_3}$, საშუალებას იძლევა დავადგინოთ მათში ამა თუ იმ მინერალების არსებობა, რადგანაც ამ შეფარდების სიდიდე დამახასიათებელია მრავალი მინერალების ქიმიური შედგენილობისათვის.

მოლარული შეფარდების გამოანგარიშების დროს პირველ რიგში ანგარიშობენ მოლარულ რაოდენობას, ანუ მოლარულ სიდიდეებს, ჟანგეულის პროცენტული შემცველობის გაყოფის გზით მის მოლარულ წონაზე. ამის შემდეგ ერთი ჟანგეულის მოლარულ რაოდენობას გაყოფენ მეორე ჟანგეულის მოლარულ რაოდენობაზე და ლებულობენ მოლარული შეფარდების სიდიდეს.

დავუშვათ, საჭიროა გამოანგარიშებული იქნას მოლარული შეფარდება $\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$, როცა SiO_2 -ის შემცველობა 60,97%-ია, ხოლო Al_2O_3 — 20,73%. SiO_2 -ის მოლარული რაოდენობა ტოლი იქნება $60,97 : 60,06 = 1,014$; Al_2O_3 -თვის კი მოლარული რაოდენობა $20,73 : 101,94 = 0,203$.

მიღებულ მონაცემებს იყენებენ მოლარული შეფარდების $\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$ გამოანგარიშებისათვის, რომელიც მოცემულ შემთხვევაში ტოლია

$$\frac{1,014}{0,203} = 4,99.$$

მოლარული შეფარდებას, $\frac{\text{SiO}_2}{\text{R}_2\text{O}_3}$, ე. ი. შეფარდებას $\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3}$ ანგარიშობენ შემდეგნაირად. დავუშვათ, რომ მითითებული ჟანგეულების შემცველობა პროცენტებში გამომწვარ ნიადაგზე გადაანგარიშებით ტოლია SiO_2 — 57,85; Al_2O_3 — 21,38; Fe_2O_3 — 8,62.

მითითებული ჟანგეულისათვის მოლარული რაოდენობა ტოლია

$$\text{SiO}_2 = 57,85 : 60,06 = 0,964; \quad \text{Al}_2\text{O}_3 = 21,38 : 101,94 = 0,210.$$

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 = 8,62 : 159,68 = 0,054.$$

რადგან საჭიროა ვიცოდეთ სილიკატების ერთნახევარი უანგეულე-ბის ჯამთან მოლარული შეფარდების სიდიდე, უნდა გავიანგარიშოთ Al_2O_3 და Fe_2O_3 მოლარული რაოდენობის ჯამი, რომელიც მოცემულ შემთხვევაში ტოლია $Al_2O_3 + Fe_2O_3 = 0,210 + 0,054 = 0,264$.

შემდეგ ანგარიშობენ მოლარულ შეფარდებას $\frac{SiO_2}{R_2O_3}$, SiO_2 -ის მოლარული რაოდენობის გაყოფის გზით მითითებულ ჯამზე და ლე-ბულობენ

$$\frac{SiO_2}{R_2O_3} = \frac{0,964}{0,264} = 3,65.$$

მოლარული რაოდენობების გამოანგარიშებისას მოსახერხებელია ვისარგებლოთ უანგეულების მოლეკულური წონის შემდეგი დამრგვა-ლებული სიდიდეებით:

$SiO_2 = 60$;	$TiO_2 = 80$;	$SO_2 = 80$;
$Al_2O_3 = 102$;	$MnO = 71$;	$P_2O_5 = 142$;
$Fe_2O_3 = 160$;	$CaO = 56$;	$K_2O = 94$;
$FeO = 72$;	$MgO = 40$;	$Na_2O = 62$;

მოლარული შეფარდებების გაანგარიშება შეიძლება მნიშვნელოვ-ნად გაადვილდეს მოლარული რაოდენობების გამოსაანგარიშებლად ცხრილების გამოყენებით, რომელიც მოცემული აქვს ა. ნ. ზავარიცკის თავის წიგნში. *

C : N შეფარდების სიდიდის გამოანგარიშება. ნახშირბადის აზოტ-თან შეფარდების სიდიდე ახასიათებს ნეშომპალას შედგენილობას და მის აგრანომიულ ღირსებას.

ი. ვ. ტიურინის ** მონაცემებით, შეფარდება C N O — 20 სმ ფე-ნაში წიწვოვანი ტყეების ყამირ ეწერ ნიადაგებში ტოლია 15,4; ფოთ-ლოვანი ტყეების ყამირ კორდიან-ეწერ ნიადაგებში — 10,4; სახნავ კორდიან — ეწერ ნიადაგებში — 9,7; ტყე-სტეპის ზოლის ნაცრისფერ და მუქ-ნაცრისფერ ნიადაგებში — 10,5; შავმიწებში: გამოტუტილი — 11,8; ძლიერი — 11,5; ჩვეულებრივი — 11,3; მუქ-წაბლა ნიადაგებ-ში — 11,2; რუხ ნიადაგებში — 8,1; წითელმიწებში — 18,9; დაბლობე-ბის კაობის ტორფიან-კაობიან ნიადაგებში ეს შეფარდება ტოლია —

* А. Н. Заварицкий. Введение в петрохимию изверженных горных по-род. М., Изд-во АН СССР, 1950.

** И. В. Тюрин. Почвообразовательный процесс, плодородие почв и проб-лема азота в почвоведении и земледелии. «Почвоведение», 1956, № 3.

17,0; გარდაშვავალი ტიპის ქაობის — 18,0 და მალლობის ქაობის — 35,0 (დაახლოებით).

შეფარდება C : N წითელმიწებში და ქაობ ნიადაგებში (17 — 35) ლაპარაკობს ამ ნიადაგების ნეშომპალაში აზოტის მცირე შემცველობაზე. ნიადაგებში ეს შეფარდება (8-ის ტოლი) მიუთითებს მათი ჰუმუსის სიმდიდრეზე აზოტით.

იმ შემთხვევაში, როდესაც ცნობილია ორგანული ნახშირბადის შემცველობა C : N შეფარდების სიდიდეს ადვილად ანგარიშობენ ნახშირბადის პროცენტული შემცველობის მარტივი გაყოფით აზოტის პროცენტულ შემცველობაზე. თუკი ორგანული ნახშირბადის რაოდენობა წარმოდგენილია ნეშომპალას პროცენტული შემცველობით, აუცილებელია წინასწარ ეს სიდიდე გადაყვანილი იქნას ნახშირბადის შემცველობის სიდიდეში. ამისათვის ნეშომპალას პროცენტულ შემცველობას ამრავლებენ კოეფიციენტზე 0,579 (დამრგვალებული 0,58).

ნიადაგის საკვები ნივთიერებების საერთო მარაგის გამოანგარიშება. მთლიანი ანალიზის მონაცემებს ხშირად იყენებენ ნეშომპალას, აზოტის, ფოსფორისა და კალიუმის საერთო მარაგის გამოანგარიშებისათვის, რაც წარმოდგენას გვაძლევს ნიადაგის პოტენციურ ნაყოფიერებაზე. მარაგის გამოანგარიშებით, ე. ი. ნიადაგის განსაზღვრულ მოცულობაში განსაზღვრული კომპონენტების შემცველობის გამოანგარიშებით ფართოდ სარგებლობენ აგრეთვე ნიადაგის გენეზისის და პელიორაციის საკითხის გადაწყვეტისას. მარაგის სიდიდე საშუალებას იძლევა დავადგინოთ ამა თუ იმ ელემენტის დაგროვება ფართობის ერთეულზე და გამოვავლინოთ მისი გადაადგილება ერთი ჰორიზონტიდან მეორეში. მარაგების შედარება უფრო ზუსტ წარმოდგენას გვაძლევს ელემენტების მიგრაციაზე, ვიდრე მათი პროცენტული შემცველობის შედარება, რადგან გენეტიკური ჰორიზონტები ერთნაირი სიძლიერით და ელემენტების ერთნაირი პროცენტული შემცველობით განსხვავებული იქნებიან მათი მარაგის ნიხედვით, თუკი ნიადაგის შესადარებელი ჰორიზონტების მოცულობითი წონა იქნება განსხვავებული.

საკვები ნივთიერებების მარაგის გამოანგარიშებისათვის აუცილებელია ვიცოდეთ ნიადაგის მოცულობითი წონა, * ჰორიზონტის სისქე

* მოცულობით წონას უწოდებენ დაურღვეველი ზენების 1 სმ³ მშრალი ნიადაგის წონას (გრამებით). მოცულობითი წონის გრამების რიცხვი ტოლია ტონების რიცხვისა ნიადაგის კუბომეტრებში. მოცულობითი წონის სიდიდე ზედამიერულ ჰორიზონტში მერყეობს 0,2-დან (ტორფიანი-ქაობიანი ნიადაგი) 1,1-მდე (შავმიწა) და 1,5 (მძიმე თიხნარი ეწერი ნიადაგი). ნეშომპალას შემცველობისა და ნიადაგის ნივთიერების მონატებით მოცულობითი წონა მცირდება. ქვემოთ, პროფილის მიხედვით, მოცულობითი წონა დიდდება 1,8-მდე.

და მასში იმ ელემენტების პროცენტული შემცველობა, რომლის მარაგსაც ანგარიშობენ. მარაგს ანგარიშობენ ტონებში ჰექტარზე ან კვადრატულ მეტრზე კილოგრამობით.

მარაგს ტონობით ჰექტარზე ანგარიშობენ ფორმულით:

მოცულობითი წონა \times სისქეზე (სმ-ობით) \times პროცენტული შემცველობა = ტ/ჰა.

შთანთქმული ფუძეების, თაბაშირის, აპტიური რეაქციის და მჟავიანობის განსაზღვრა ნიადაგში

შთანთქმული კალციუმის და მაგნიუმის განსაზღვრის ტრილონომეტრული მეთოდი

შთანთქმული კალციუმისა და მაგნიუმის განსაზღვრა დაფუძნებულია ნიადაგის შთანთქმის კომპლექსიდან სხვადასხვა მარილის ხსნარებით (NH_4Cl , $\text{CH}_3\text{COONH}_4$, NaCl) მათ გამოძევებაზე, კალციუმისა და მაგნიუმის შემდგომი განსაზღვრით მოცულობითი მეთოდით ტრილონ ნ-ს გამოყენებით. კარბონატულ ნიადაგებში შთანთქმული კალციუმისა და მაგნიუმის განსაზღვრა გაძნელებულია იმით, რომ მარილის ხსნარებთან ურთიერთქმედებისას შთანთქმული ფუძეების გამოყოფასთან ერთად წარმოებს კალციუმისა და მაგნიუმის ნახშირმჟავა მარილების მნიშვნელოვანი ჩაოდნობით გახსნა.

ამ უკანასკნელ დროს ფართოდ არის გავრცელებული კალციუმისა და მაგნიუმის განსაზღვრის ტრილონომეტრული მეთოდი. ამ მეთოდით შეიძლება განისაზღვროს ერთდროულად კალციუმისა და მაგნიუმის ჯამი და ცალკე რომელიმე მათგანი, ხოლო მეორეს კი ანგარიშობენ მათი სხვაობით.

ტრილონ ნ-ს ცთილენდიამინოტეტრაამმარმჟავას ორნატრიუმთან მარილი) გამოყენება დაფუძნებულია მის უნარზე, მოგვეცეს ორვალენტოვან მეტალთა იონებთან, მათ შორის კალციუმთან და მაგნიუმთან, მდგრადი კომპლექსური შენაერთები. კალციუმისა და მაგნიუმის ერთობლივი განსაზღვრისას საკვლევ ხსნარს ტიტრავენ ტრილონ ნ-თი, ინდიკატორ ქრომოჯენ შაეის თანაარსებობისას, $\text{pH} = 10$ -ის პირობებში, რასაც აღწევენ ხსნარზე ამიაკური ბუფერის მიმატებით. ხსნარ ფერს იცვლის ექვივალენტურ წერტილში. დატიტრის დასაწყისში ტრილონ ნ წარმოქმნის კომპლექსს კალციუმთან (ე. ი. ბოჭავს კალციუმს), ხოლო შემდეგ უკვე მაგნიუმთან. როცა ორთავე კათიონი შეიბოჭება ტრილონ ნ-თან კომპლექსში, ხსნარის ფერი იცვლება ალუმლისფერ წითელიდან ლურჯში.

კალციუმის განცალკევებითი დატიტრის დროს საკვლევ ხსნარს ტიტრავენ მურექსიდის (მეწამულის მჟავას ამონიუმის მარილი) თანაარსებობისას; მაგნიუმის განსაზღვრისას, საკვლევ ხსნარში ბუფერული ტუტე ხსნარის დამატებით კალციუმი ილექება მჟავნმჟავა კალციუმის სახით, ხოლო მაგნიუმი, რომელიც დარჩენილია ხსნარში

(მეაუნმეავე კალციუმის ნალექს არ ანცალკევებენ), ტიტრავენ ტრი-
ლონ ნ-თი ქრომოვენ შავის თანაარსებობისას ამიაკური ბუფერული
ხსნარის დამატებით.

რადგან კალციუმი ისაზღვრება უფრო ადვილად, ვიდრე მაგნიუმი,
ამიტომ ქვემოთ აღწერილია კალციუმის განსაზღვრა, ხოლო მაგნიუმს
ანგარიშობენ სხვაობით.

კალციუმისა და მაგნიუმის ჯამის განსაზღვრა

წონიან 5 გრამ ნიადაგს და ათავსებენ 200 — 250 მლ მოცულობის
მინის ჭურჭელში, ამატებენ 100 მლ NaCl-ის 1,0 n ხსნარს და ანჯღრე-
ვენ როტატორზე 1 საათის განმავლობაში.

სუსპენზიას ფილტრავენ უნაცრო მკვრივ ფილტრში. პიპეტით იღე-
ბენ 25 — 50 მლ ფილტრატს და ათავსებენ 250 მლ მოცულობის კო-
ნუსურ კოლბში, ახვეებენ წყლით დაახლოებით 100 მლ-მდე, შემდეგ
ხსნარს ამატებენ 5 მლ ამიაკურ ბუფერს და 8 — 10 წვეთ ქრომოვენ
შავს, რის შემდეგ ხსნარი ღებულობს ალუბლისფერ წითელს. ხსნარს
ტიტრავენ 0,05 ნორმალობის ტრილონის ხსნარით ალუბლისფერ წი-
თელი ფერის გადასვლამდე ლურჯ ფერში. ექვივალენტობის წერტილ-
თან ახლოს ხსნარი ღებულობს ლილისფერს, რის შემდეგ დატიტვრას
აწარმოებენ ძალიან ფრთხილად.

დატიტვრის დასრულების ზუსტად დადგენისათვის, დასატიტრი
ხსნარის გვერდით დგანენ საკონტროლო კოლბს ხსნარით, ამიაკური
ბუფერისა და ინდიკატორის იგივე მოცულობით, მაგრამ წინასწარ გა-
დატიტრულს.

თუკი ხსნარში მოიპოვება სპილენძი, რომელიც გამოყენებულ ინ-
დიკატორთან იძლევა კომპლექსურ შენაერთს და თავისი მდგრადობით
არ ჩამორჩება ტრილონთან მიღებულ კომპლექსს, მაშინ რამდენი
ტრილონ ნ-ც არ უნდა დაემატოს, ინდიკატორი შეინარჩუნებს მუდ-
მივ შეფერვას. სპილენძის მავნე გავლენის თავიდან ასაცილებლად ის
გადაპყავთ ძნელად ხსნად შენაერთებში — სპილენძის სულფიდში ან
სპილენძის დიეთილდიტიოკარბონატში. ამისათვის, ბუფერის დამატე-
ბის წინ, ხსნარში ამატებენ რამდენიმე (2—3) წვეთ ნატრიუმის სულ-
ფიდის ($\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$) 1%-იან ხსნარს ან შეაქვთ 30 — 40 მგ ნატრი-
უმის დიეთილდიტიოკარბონატი.

თუკი დატიტვრის დროს ფერის შეცვლა არ არის მკვეთრი ან ინ-
დიკატორის შეფერადება უფერულდება, მაშასადამე, ხსნარში მო-
იპოვება იონები (Fe, Al, Mn), რომელნიც უშლიან კალციუმისა და
მაგნიუმის გამსაზღვრას ტრილონით. Mn-ის მავნე მოქმედების აცი-
ლებისათვის, ბუფერული ხსნარის შეტანის წინ ამატებენ რამდენიმე
წვეთ შარილმეავე ჰიდროქსილაზინის 1%-იან ხსნარს.

თუკი ხსნარში მოიპოვება დიდი რაოდენობით რკინა და ალუმინი (> 10 მგ Fe, ან > 20 მგ Al 1 ლიტრაზე) საჭიროა მათი დალექვა ამი-
აყით. ამისათვის ცხელ ფილტრატს ამატებენ ამიაკის 10%-იან ხსნარს
შეთილროტის თანაარსებობისას, ხსნარის წითელი ფერის გადასვლამ-
დე ყვითელში. ამიაკის სიჭარბეს უნდა ვერიდოთ, რადგან შეიძლება
ალუმინი ნაწილობრივ გაიხსნას.

ერთხანევარი ჟანგეულების დალექვის შემდეგ ხსნარს აცხელებენ
აღულებამდე და ტოვებენ თბილ ადგილას ჟანგეულების ნალექის გა-
მოყოფისათვის კურკლის ფსკერზე. დიდხანს დუღილი არ არის რე-
კომენდებული. ფსკერზე დალექილ რკინის და ალუმინის ჟანგის ჰიდ-
რატებს ფილტრავენ თეთრ ზონარიან 9 სმ დიამეტრის მქონე უნაცრო
ფილტრში. ფილტრზე დარჩენილ ნალექს რეცხავენ აზოტმეაფა ამო-
ნიუმის 1%-იანი ცხელი ხსნარით 1—2 წვეთი 1 ლიტრზე ამიაკის
10%-იან ხსნართან ერთად.

მიღებულ ფილტრატში საზღვრავენ კალციუმს და მაგნიუმს.

$Ca^{++} + Mg^{++}$ ჯამს ანგარიშობენ ფორმულით:

$$x = \frac{a \times 0,05 \times K \times 100}{b}$$

სადაც x არის $Ca^{++} + Mg^{++}$ (მგ-ეკე. 100 გ. ნიადაგზე);

a — დატიტერაზე დახარჯული ტრილონის 0,05 ნორმალობის
სატიტრო ხსნარის რაოდენობა (მლ);

0,05 — ტრილონ B — ხსნარის ნორმალობა;

k — ტრილონ B ტიტრის შესწორების კოეფიციენტი;

b — დასატიტრად აღებული ხსნარის რაოდენობის შესაბამისი
ნიადაგის წონაკი;

100 — 100 გ ნიადაგზე გადასაანგარიშებელი რიცხვი.

ცხრილი 15

ჩანაწერის ფორმა.

ნიმუშის ლაბო- რატორიული ნომერი	ნიადაგის წონა; გ	გამონაწერის და- საზღვრებლად აღებული NaCl- ის რაოდენობა, მლ	საანალიზოდ აღებული ხსნა- რის მოცულობა, მლ	დატიტერაზე და- ხარჯული ტრი- ლონ B-ს 0,05N ხსნარი	ტრილონ B ტიტ- რის შესწორების კოეფიციენტი	დახარჯა ტრი- ლონ B შესწო- რებით (მლ)	$Ca^{++} + Mg^{++}$ (მგ. ეკე. 100 გ ნიადაგზე)

პიეტით იღებენ ხსნარის გარკვეულ მოცულობას (1-დან 10 მგ-მდე კალციუმის შემცველობით), გადააქვთ 200 — 250 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში, აზავებენ გამობდილი წყლით 100 მლ-მდე.

მაგნიუმთან ერთად კალციუმის დალექვის თავიდან აცილებსათვის, მურექსიდით კალციუმის პირდაპირი განსაზღვრისას, სინჯში წინასწარ (NaOH-ის დამატებამდე) შეაქვთ 2 მლ Na_2CO_3 -ის 0,5 n ხსნარი. ამ დროს კალციუმი გამოიყოფა ნალექში CaCO_3 -ის სახით, ცალკე ფაზის წარმოქმნით, რომელიც შემდგომი დატიტერის პროცესში იხსნება. ყოველივე ამის შედეგად გამოთიშულია კალციუმის დალექვის შესაძლებლობა $\text{Mg}(\text{OH})_2$ -თან ერთად და უზრუნველყოფილია კალციუმის განსაზღვრის სრულყოფა. შემდეგ ამატებენ 2 მლ 2 n NaOH (pH 12-ის შესაქმნელად), 0,5 მლ Na_2S -ის ხსნარს და 0,5 მლ ჰიდროქსილამინის ხსნარს, შემდეგ დანის წვერით ამატებენ მშრალ მურექსიდს და ტიტრირებენ 0,05 ან 0,01 n ტრილონ B-ს ხსნარით, ინტენსიური შერევიით, ხსნარის მეწამული შეფერვის ლილისფერში გადასვლამდე.

შემდეგში ტრილონის დამატებით ხსნარის შეფერვა არ იცვლება, ამიტომ უმჯობესია დატიტერა ჩატარდეს საკონტროლო ცდით — წინასწარ გადატიტრული სინჯით. ანალიზის შედეგებს ანგარიშობენ ფორმულით:

$$X = \frac{a \times 0,05 \times K \times 100}{b},$$

სადაც x — არის Ca^{2+} (მგ—ქვ — 100 გ ნიადაგზე);

a — დატიტერაზე დახარჯული ტრილონის 0,05 n ხსნარის რაოდენობა (მლ-ობით);

k — ტრილონის ტიტრის შესწორების კოეფიციენტი, 0,05 — ხსნარის ნორმალობა;

b — დასატიტრად აღებული ხსნარის შესაბამისი ნიადაგის წონაკი;

100 — ანალიზის შედეგების 100 გ ნიადაგზე გადასაანგარიშებელი რიცხვი.

მაგნიუმის შემცველობა გამოიანგარიშება სხვაობით (კალციუმი + მაგნიუმი) ჯამსა და კალციუმის შემცველობას შორის.

კალციუმის ცალკე განსაზღვრისას შეიძლება ხელის შემშლელნი აღმოჩნდეს იგივე იონები, რაც კალციუმისა და მაგნიუმის ჯამის განსაზღვრისას. მათ გავლენას იცილებენ ისევე, როგორც კალციუმისა და მაგნიუმის ერთობლივი განსაზღვრისას:

ჩანაწერის ფორმა

ნომების ლაბორატორიული ნომერი	ნიადაგის წონა გ.	გამონაწერის დასამზადებლად აღებული ხსნარის რაოდენობა (მლ-ობით)	საანალიზოდ აღებული ხსნარის მოცულობა (მლ-ობით)	დატეტერაზე დახარჯული 0,05 n ტრილონ B ხსნარის რაოდენობა (მლ-ობით)	ტრილონ B ხსნარის ტიტრი	დატეტერაზე დახარჯულ ტრილონის ხსნარის რაოდენობა შესწორებით. (მლ-ობით)	Ca-მე. პეკ. 100 გ. ნიადაგზე.

საკვირო რეაქტივები

1. ტრილონ B 0,05 ნორმალობის ხსნარი. ტექნიკურ სასწორზე წონიან 9,3 გ ტრილონს, ათავსებენ 1 ლ მოცულობის საზომ კოლბში და გამოხდილი წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე. 0,01 n ხსნარს ამზადებენ 0,05 n ხსნარის განზაევით. ტრილონის ხსნარის ტიტრს ადგენენ გოგირდმეყავა მაგნიუმის მიხედვით. ქიმიურად სუფთა $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ მარილს გადააკრისტალებენ, დღე-ღამის განმავლობაში აშრობენ ფილტრის ქაღალდებს შორის და მუდმივ წონამდე მიყვანამდე აჩერებენ ექსკატორში შემდეგი ნარევის ზემოთ: 5 წილი $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ და 1 წილი წყალი; 0,01 n ხსნარი შეიცავს 1,232 გ $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 1 ლ წყალში. რეკომენდებულია წონითი პიროფოსფატის მეთოდით შემოწმდეს მაგნიუმის რაოდენობა ხსნარში, რომელიც მომზადებულია ტრილონის ტიტრის შემოწმებისათვის და შეტანილი იქნას სათანადო შემოწმება.

ტრილონის ხსნარის ტიტრის დადგენისათვის შეიძლება გამოყენებული იქნას აგრეთვე ფიქსონალი, რომელიც მოთავსებულია წყლის სიხისტის განმსაზღვრელ კომპლექტში (ფიქსონალი შეიცავს $MgSO_4$).

გამოყენებული გამოხდილი წყალი არ უნდა შეიცავდეს სპილენძის თუნდაც კვალს.

2. ბუფერული ხსნარი. 20 გ ამონიუმის ქლორიდს ხსნიან 500 მლ გამოხდილ წყალში, ამატებენ 100 მლ ამიაკის 25%-იან ხსნარს და ხსნარი გამოხდილი წყლით მიჰყავთ 1 ლ მოცულობამდე.

3. კალციუმისა და მაგნიუმის ჯამის დატეტერისათვის გამოყენებული ინდიკატორი. 0,2 გ ქრომოვენ შავს ხსნიან 10 მლ ამიაკურ ბუფერში და აზავენენ წყლით 100 მლ-მდე. ინდიკატორის ხსნარი მდგრადია 1 თვის განმავლობაში. ანალიზისათვის მოსახერხებელია აგრეთვე მომზადებული იქნას ეს ინდიკატორი NaCl-თან მისი გასრეხით

ერთგვაროვანი მასის მიღებამდე (5 გ ინდიკატორი და 95 გ NaCl), ინახავენ მილესილსაცობიან მინის ჭურჭელში ბნელ ადგილზე. დატიტრისას უნდა დაემატოს 10 — 15 მგ ყოველ განსაზღვრაზე.

ინდიკატორი ქრომოგენ შავი შეიძლება მომზადდეს აგრეთვე შემდეგნაირად: ანალიზურ სასწორზე წონიან 0,12 გ რეაქტივს, ათავსებენ 100 — 150 მლ მოცულობის ქიმიურ ჭიქაში, ამატებენ 5 მლ ამიაკურ ბუფერს და 45 მლ ეთილის სპირტს. განზავება შეიძლება აგრეთვე მცირე რაოდენობით ჰიდროქსილამინთან შერეული მეთოლის სპირტით. ჭიქის შიგთავსს კარგად შეურევენ რეაქტივის სრულ გახსნამდე. რის შემდეგ ხსნარი გადააქვთ საწვეთურში. ხსნარს ინახავენ არა უმეტეს 2 კვირისა ბნელ ადგილზე.

MgSO₄-ით ტრილონის ტიტრის შემოწმებისათვის გოგირდმკვავა მაგნიუმის მომზადებული ხსნარის 20 მლ ჰიპოტიტით გადააქვთ 250 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში, ამატებენ 100 მლ გამოხდილ წყალს, 5 მლ ამიაკურ ბუფერს, 10 — 15 მლ ქრომოგენ შავს და ალუბლისფერ-წითელ ხსნარს ტიტრავენ 0.01 N ტრილონის ხსნარით ცისფერის მიღებამდე.

4. შზა, გაყიდვაში არსებულ მურექსიდს ანალიზისათვის ამზადებენ NaCl-თან მისი გასრესით ერთგვაროვანი მასის მიღებამდე (5 გ ინდიკატორი და 95 გ NaCl). შენახული უნდა იქნას მილესილსაცობიან მინის ჭურჭელში ბნელ ადგილზე. ანალიზისათვის იღებენ მიღებული მარილის 10 — 15 მგ-ს.

მურექსიდი შეიძლება მომზადებული იქნას აგრეთვე ლაბორატორიაში. ამისათვის შარდის მკვავას წონაკს (4 გრამს) ათავსებენ 200 მლ მოცულობის ფაიფურის ჯამში და ამუშავენ მულმივი მორევით 10 მლ ძლიერი აზოტის მკვავით. ჯამს დგამენ წყლის აბაზანაზე და აცხელებენ მულმივი შერევით 30 — 40 წუთის განმავლობაში ბუშტულების გამოყოფის შეწყვეტამდე და მასის შესქელებამდე. ამის შემდეგ ჯამს აციევენ და ამატებენ (მულმივი მორევით) 2 მლ NH₄OH, განზავებულს გამოხდილი წყლით (1 : 1). ჯამს კვლავ დგამენ წყლის აბაზანაზე და აცხელებენ შერევით, სანამ შიგთავსი არ შესქელებება მინის მკვავარ მდგომარეობამდე. ცალკე იღებენ 40 გ KCl-ს ან K₂SO₄, ათავსებენ ფაიფურის როდინში და სრესენ ფაიფურის სანაყით. მასში თანდათან ამატებენ მომზადებულ მურექსიდს. ჯამის კედლებიდან მას აცლიან პატარა შპატელით. მურექსიდს კარგად გასრესენ მარილთან მანამ, სანამ, არ მიიღება ერთგვაროვანი მასა. ინდიკატორს ინახავენ მილესილსაცობიან მინის ჭურჭელში ბნელ ადგილზე.

ტრილონით დატიტრის დროს ინდიკატორ მურექსიდის თანაარსებობისას აუცილებელი ტუტე რეაქციის შექმნისათვის სარგებლობენ

შვავე ნატრის 2 n ხსნარით. Na_2S -ის და ჰიდროქსილაშინის შვირე რაოდენობებს ამატებენ ნიადაგიდან მანგანუმის და სპილენძის გამოყოფის შემთხვევაში.

მოძრავი მავნიუმის ტრილონომეტრული განსაზღვრა შთანთქმული ფუჟეჟით ღარიზ ნიადაგში

მოძრავი მავნიუმის განსაზღვრა ნიადაგში წარმოებს 1 n KCl -ის გამონაწურში. 1 მმ ღიამეტრის მქონე ნასვრეტებიან საცერში გატარებულ 100 გ ნიადაგს ათავსებენ კოლბში, ამაღებენ 250 მლ 1 n KCl , ანჯღრევენ როტატორზე 1 საათის განმავლობაში და ფილტრავენ დაკეცილ ფილტრში.

Mg , Ca და Mn ჯამის განსაზღვრისათვის 150 მლ მოცულობის კიქაში ათავსებენ 50 მლ ხსნარს, ამატებენ 5 მლ ამიაკურ ბუფერულ ნარევეს (20 გ ქიმიურად სუფთა NH_4Cl და 100 მლ NH_4OH -ის 25%-იანი ხსნარი 1 ლ წყალში), მარილმჟავა ჰიდროქსილაშინის 1%-იანი ხსნარის 2 მლ-ს, 50 მლ გამობდილ წყალს და დანის წვერით მშრალ ინდიკატორს — მჟავე ქრომ მუქლურჯს, შერეულს NaCl -თან შეფარდებით 1 : 99. შემდეგ ხსნარს ტიტრავენ 0,02 n ტრილონ B -ს ხსნარით, ვიდრე ხსნარის ალუბლისფერი წითელი შეფერვა არ გადავა სუფთა ცისფერში. ფოტოელექტრული ტიტრომეტრის — ΦET — УНИИЗ -ის გამოყენებისას დატიტვრას აწარმოებენ ამპერმეტრის ისრის გაჩერებამდე.

Ca და Mn -ის ჯამის განსაზღვრისათვის იღებენ 50 მლ ხსნარს, ამატებენ 2 მლ მარილმჟავა ჰიდროქსილაშინის 1%-იან ხსნარს, 10 მლ ბორატულ ბუფერულ ნარევეს (6 მლ 0,05 n ბორმჟავანატრიუმის მარილს $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ და 4 მლ 0,02 n ბორის მჟავას ხსნარი), 10 მლ ამიაკურ ბუფერულ ნარევეს და დანის წვერით მშრალ მურექსიდს. ხსნარს ამატებენ ბიურეტიდან 0,02 n ტრილონ B -ს ხსნარს ნარინჯისფერის გადასვლამდე ჟოლოსფერში. შემდეგ ამატებენ 2 მლ NaOH -ის 20%-იან ხსნარს და აგრძელებენ დატიტვრას ტიტრომეტრის ისრის გაჩერებამდე ან ვიზუალური დატიტვრისას მეწამული შეფერვის ლილისფერში გადასვლამდე.

მავნიუმს საზღვრავენ ფორმულით:

$$\text{MgO}\% = \frac{(a-d) \times K \times 0,0004032 \times 100}{c}$$

სადაც a — არის Mg , Ca და Mn ჯამის დატიტვრაზე დახარჯული 0,02 n ტრილონ B -ს ხსნარის რაოდენობა, მლ-ობით;

b — Ca და Mn-ის ჯამის დატიტერაზე დახარჯული ტრილონ
B-ს რაოდენობა, მლ-ობით;

k — ტრილონ B-ს ტიტრის შესწორების კოეფიციენტი;

c — დასატიტრად აღებული ხსნარის მოცულობის შესაბამისი
ნიადაგის წონაჟი;

0,0004032—MgO რაოდენობა, რომელიც შეესაბამება 0,02 *n* ტრილონ
B-ს ხსნარის დახარჯულ 1 მლ-ს.

შთანთქმული ფუძეების განსაზღვრა კარბონატულ ნიადაგებში

კარბონატულ ნიადაგებში შთანთქმული ფუძეების განსაზღვრის
საიმედო, უნივერსალური მეთოდი არ არსებობს. ყველა მათგანს აქვს
რაიმე ნაკლი. მოგვყავს რამდენიმე ცნობილი და შედარებით მისაღები
მეთოდი.

ფუძის მეთოდი

ა. ა. შმუციის მეთოდის პრინციპი იმაში მდგომარეობს, რომ თუკი
კარბონატული ნიადაგის წონაჟს დავამუშავებთ მარილის ხსნარის ისე-
თი რაოდენობით, რომელიც საკმარისია მთელი ვაცვლითი კალციუმის
გამოძევებისათვის, მაშინ ნიადაგის იგივე წონაჟზე მარილის ხსნარის
რაოდენობის გაორმაგებით, ეს უკანასკნელი გახსნის ორჯერ მეტ ნახ-
შირზევა კალციუმს. აქედან ვაცვლითი კალციუმი შეიძლება გამოან-
გარიშებული იქნას შემდეგი ფორმულით:

$$X=2A-B,$$

სადაც *A* არის კალციუმის შემცველობა პირველ ხსნარში;

B — კალციუმის შემცველობა მეორე ხსნარში.

ნიადაგის ერთ წონაჟს 1 გ რაოდენობით ათავსებენ 100 მლ მოცუ-
ლობის კოლბში, მეორე წონაჟს — ისევე 1 გ რაოდენობით, 200 მლ
მოცულობის კოლბში. თითოეულ კოლბში ამატებენ 0,2 გ ქიმიურად
სუფთა ცარცს (იმ რაოდენობაზე მეტს, რომელსაც შეუძლია გაიხსნას
მოცემულ მოცულობაში და მოცემულ ტემპერატურაზე). კოლბებში,
მათი მოცულობის სამ მეოთხედზე ამატებენ ნატრიუმის ქლორიდის
1 *n* ხსნარს (pH დაახლოებით 6,5-ია ინდიკატორ ბრომტიმოლ ლურ-
ჯის მიხედვით), ანჯღრევენ, მიჰყავთ ნიშანზაზამდე იგივე ხსნარით და
აყოვნებენ მთელი ღამის განმავლობაში. მეორე დღეს სუსპენზიას
ფილტრავენ და ფილტრატის ნაწილში (მაგ., 100 მლ-იანი კოლბიდან —

50 მლ, 200 მლ კოლბიდან — 100 მლ) საზღვრავენ კალციუმს და მაგნიუმს.

100 მლ მარილის გამონაწურში შედის 1 გ ნიადაგის შთანთქმული ფუძეები და გახსნილი კალციუმის კარბონატი. 200 მლ მარილის ხსნარში შედის იგივე რაოდენობით შთანთქმული ფუძეები და გახსნილი კარბონატების ორმაგი რაოდენობა. თუკი 100 მლ ფილტრატში კალციუმის ანალიზის შედეგებს გავაორმაგებთ და მიღებული მონაცემებიდან გამოვაკლებთ 200 მლ ფილტრატში კალციუმის ანალიზის შედეგებს. მიღებული სხვაობა გვიჩვენებს შთანთქმული კალციუმის რაოდენობას ნიადაგის მოცემულ წონაკში. შემდეგ ანგარიშობენ შთანთქმული კალციუმის შემცველობას პროცენტებში და მის რაოდენობას მილიგრამ-ექვივალენტებში. ამავე ფორმულით $X=2A-B$ შეიძლება გამოვიანგარიშოთ აგრეთვე შთანთქმული მაგნიუმის შემცველობაც.

შემუკის მეთოდი დამუშავებულია ყუბანის შავმიწებისათვის, რომელთა შთანთქმის ტევადობა 50 მგ. ექვ.-მდეა; 10—20 მგ. ექვ. შთანთქმის ტევადობის მქონე ნიადაგების ანალიზისას ნიადაგის წონაკი შეიძლება გადიდებული იქნას 1-დან 5 გრამამდე. მეთოდის ნაკლად ითვლება შთანთქმული კალციუმის და მაგნიუმის არასრული გამოძევება და საანალიზოდ გამოყენებული ნიადაგის მცირე წონა. ამასთანავე განსაკუთრებით ძნელია მაგნიუმის განსაზღვრა, რადგანაც მაგნიუმის განსაზღვრის კოლორიმეტრული მეთოდი არასაიმედოა, წონითი მეთოდით მაგნიუმის განსაზღვრისას კი მისი რაოდენობა მიიღება ძალიან მცირე.

ნატრიუმის ქლორიდის მარილის ხსნარში კალციუმის და მაგნიუმის განსაზღვრისას არ არის რეკომენდებული კონცენტრირებული ხსნარების გამოყენება. კალციუმის განსაზღვრისათვის აღებული ფილტრატი აუცილებლად, უნდა განზაედეს წყლით ორ-სამჯერ. მაგნიუმის განსაზღვრის წინ საჭიროა დაემატოს მცირე რაოდენობით ამონიუმის ქლორიდი. მაგნიუმის დალექვა აუცილებელია აგრეთვე ძლიერ განზავებულ ხსნარში.

კარგონატულ ნიადაგებში შთანთქმული ფუძეების განსაზღვრის ტრილონომეტრული მეთოდი უმუკის მიხედვით

შემუკის მიხედვით შთანთქმული კალციუმის და მაგნიუმის განსაზღვრისას ტრილონომეტრული მეთოდის გამოყენება მოსახერხებელია, რადგან ნატრიუმის ქლორიდი არ უშლის კალციუმის და მაგ-

ნიუმის ჭამის დატიტვრას ინდიკატორ ქრომოგენ შავის გამოყენებით, აგრეთვე კალციუმის დატიტვრას ინდიკატორ მურექსიდის გამოყენებით. ერთნახევარი ეანგულები გამოყოფა ამ დროს საჭირო არ არის. ნატრიუმის ქლორიდის მარილების მაღალ კონცენტრაციას ამცირებენ წყლით განზავებით. ანალიზისათვის იღებენ 25 და 50 მლ ხსნარს, თითოეულს ამატებენ 100 მლ გამოხდილ წყალს. შემდეგ აწარმოებენ დატიტვრას ტრილონ ნ-ს 0,01 n ხსნარით, ისე როგორც ეს ზემოთ არის მითითებული, ყოველგვარი ცვლილებების გარეშე-საწყისში ღებულობენ კალციუმის და მაგნიუმის ჭამს პირველ და მეორე კოლბში. შემდეგ ტიტრავენ კალციუმს პირველ და მეორე კოლბში. კალციუმის და მაგნიუმის ჭამიდან კალციუმის გამოკლებით ღებულობენ მაგნიუმის რაოდენობას პირველ და მეორე კოლბში. შმუ-კის ფორმულის 2A — B გამოყენებით ღებულობენ კალციუმს და მაგნიუმს და ანგარიშობენ მას 100 გ შშრალ ნიადაგზე.

ბიურიის მეთოდი

ნატრიუმის ქლორიდის ხსნარით ნიადაგის დამუშავებისას, მისგან გამოყოფენ გაცვლითსა და კარბონატულ კალციუმს. გახსნილი კალციუმის კარბონატის რაოდენობას ანგარიშობენ ხსნარის საერთო ტუტიანობის დატიტვრით სუსტი მარილის მქავით მეთილორანჯის თანაარსებობისას, ზოლო გაცვლითი კალციუმის შემცველობას ანგარიშობენ სხვაობით ხსნარში კალციუმის საერთო შემცველობასა და კარბონატული კალციუმის შემცველობას შორის.

5 გ ნიადაგს ამატებენ 500 მლ ნატრიუმის ქლორიდის 1,0 n ხსნარს, ანჭორევენ 5 წუთს და აყოენებენ ღამის განმავლობაში. მეორე დღეს ხსნარს ფილტრავენ და 100 მლ ფილტრატში საზღვრავენ HCO_3 -ს მარილმქავას 0,02 n ხსნარით დატიტვრით მეთილორანჯის თანაარსებისას.

მიღებულ საერთო ტუტიანობას გამოსახვენ მილიგრამ — ექვივალენტებში. ამავე ხსნარში ლექავენ კალციუმს. კალციუმის მიღებულ რაოდენობას აგრეთვე გამოსახვენ მილიგრამ — ექვივალენტებში. ამრიგად, ღებულობენ საერთო კალციუმის შემცველობას გამოსახულს მილიგრამ ექვივალენტებში, რომელსაც გამოაკლებენ საერთო ტუტიანობას, გამოსახულს იგივე სიდიდეებში. სხვაობა გვიჩვენებს შთანთქმული კალციუმის რაოდენობას საანალიზოდ აღებულ ფილტრატში. იციან რა ნიადაგსა და ფილტრატს შორის შეფარდება, აწარმოებენ შთანთქმული კალციუმის გადაანგარიშებას მილიგრამ — ექვივალენტებში 100 გ ნიადაგზე. ეს მეთოდი მიუღებელია ნიადაგებისათვის, რომელნიც შეიცავენ ნახშირმქავა მაგნიუმს.

ნატრიუმის ქლორიდის ხსნარს ანზადებენ კარგად ანადულები წყლით.

ნიადაგში ნახშირმჟავა მაგნიუმის შემცველობაზე რეაქციას ატარებენ შემდეგნაირად: დაახლოებით 5 გ ნიადაგს ანჯღრევენ 1,0 n ნატრიუმის ქლორიდის 10 — 15 მლ-თან, ფილტრატს ამატებენ 2 წვეთ ფენოლფტალეინს. ხსნარის შეეფერადობა მიუთითებს იმაზე, რომ ნიადაგში არ არის $MgCO_3$.

ნიადაგის თაბაშირის არსებობისას შთანქმული ფუძეების განსაზღვრა ძალზე გაძნელებულია, ამათვის არ არსებობს შესაბამისი მეთოდიკა.

გაცვლითი წყალბადის განსაზღვრა გედროიციის მეთოდით

ფუძეებით არანაჯერ ნიადაგებში გაცვლითი წყალბადის განსაზღვრის წინ აუცილებელია განისაზღვროს ამ ნიადაგების მარილის pH (pH-ის განსაზღვრა იხ. ქვემოთ), რათა ვიცოდეთ მათი მჟავიანობის ხარისხი. აღნიშნული ანალიზი შეიძლება ჩატარდეს ისეთ ნიადაგებში, რომელთა pH 5,5-ზე ნაკლებია.

გაცვლითი წყალბადის შემცველობის განსაზღვრას ატარებენ ისეთ ოთახში, რომელშიც ჰაერი თავისუფალია მჟავებისა და ამიაკის ორთქლისაგან. ყველა ქურქელი უნდა იყოს ახლად გარეცხილი და გამშრალი.

გაცვლით წყალბადს ნიადაგიდან გამოყოფენ $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ -ს 1,0 n ხსნარით, რომლის pH 6,5-ია. თუკი გასაყიდ რეაქტივს აქვს უფრო მჟავე რეაქცია, მაშინ 1 — 2 წვეთი ბარიტული წყალის დამატებით pH მიჰყავთ საჭირო სიდიდემდე. ხოლო, თუ რეაქტივი ტუტეა, მაშინ ხსნარს შეამჟავებენ (სასურველ pH-მდე) 1 — 2 წვეთი მარილის მჟავას 10%-იანი ხსნარით. ბარიუმის ქლორიდას ხსნარის დამზადება რეკომენდებულია ერთბაშად 10 — 20 ლ რაოდენობით. 1 ლ წყალზე იღებენ 122 გ $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ (ანალიზისათვის სუფთა რეაქტივი).

1 — 10 გ ნიადაგს (დამოკიდებულია მის მჟავიანობაზე) ამუშავენ 100 მლ მოცულობის ჰიქაში ბარიუმის ქლორიდის ხსნარით დეკანტაციის გზით და ფილტრავენ. ფილტრატს აგროვებენ 500 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში. როცა შეგროვდება 300 — 400 მლ ფილტრატი, აწარმოებენ ფილტრატის პირველი ულუფის დატიტვრას. ფილტრატის დამით დატოვება დაუტიტრავად არ შეიძლება. ფილტრატს ტიტრავენ მწვავე ნატრის 0,02 n ხსნარით 10 — 15 წვეთი ბრომტიმოლ ლურჯის თანაარსებობისას ლურჯი ფერის მიღებამდე. ეს შეფერვა სწრაფად ქრება. კონტროლისათვის ამატებენ 1 — 2

წვეთ მწვავე ნატრის ხსნარს და როცა კვლავ გაჩნდება ლურჯი შეფერვა, დატიტვრას თვლიან დამთავრებულად. თუ კი ფილტრატის დატიტვრაზე დაიხარჯა 1 მლ-ზე მეტი მწვავე ნატრის 0,02 n ხსნარი, ფილტრზე ნიადაგის ჩარეცხვას აგრძელებენ იგივე ხსნარით და იგივე კოლბში, რომლიდანაც გადაღვრილია დატიტრული ხსნარი და კოლბს ორჯერ აქვს გამოვლებული ბარიუმის ქლორიდის ხსნარი.

300 — 400 მლ ფილტრატის შეგროვების შემდეგ მას კვლავ ტიტრავენ იგივე წესით. ასე იქცევიან მანამ, სანამ დატიტვრაზე არ დაიხარჯება 1 მლ 0,02 n მწვავე ნატრის ხსნარი. ფილტრატის ცალკეულ ულუფებზე დახარჯული მწვავე ნატრის 0,02 n ხსნარის მილილიტრების რაოდენობას აჯამებენ.

დაუშვავთ, რომ 5 გრამ ნიადაგზე ფილტრატის პირველი დატიტვრისას დაიხარჯა 10 მლ მწვავე ნატრის ხსნარი, მეორე დატიტვრისას 3 და მესამე დატიტვრისას 0,8 მლ. სულ საანალიზოდ აღებული ნიადაგის დატიტვრაზე დაიხარჯა 13,8 მლ მწვავე ნატრის ხსნარი.

დაუშვავთ, რომ 0,02 n ხსნარის ტიტრის შესწორების კოეფიციენტი ტოლია 1,008; გაცვლითი წყალბადის რაოდენობა პროცენტებში შეადგენს

$$13,8 \times 1,008 \times 0,00002 \times 20 k,$$

სადაც k ტოლია მშრალ ნიადაგზე გადასაყვანი კოეფიციენტისა.

მიღებულ რიცხვს ამრავლებენ 1000-ზე და ლებულობენ გაცვლითი წყალბადის რაოდენობას მილიგრამ-ექვივალენტებში 100 გ ნიადაგზე (წყალბადის ექვივალენტური წონა ტოლია ერთის).

ბრომიძიოლ ლურჯის მომზადება. ინდიკატორის 0,1 გრამ ფხვნილს გასრესენ აგატის როდენში 3,2 მლ 0,05 n მწვავე ნატრის ხსნართან ერთად ფხვნილის სრულ გახსნაზე. პიკეტით ამატებენ 10 — 15 მლ წყალს, შეურევენ, გადაიტანენ 250 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში და წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე. დასატიტრად იღებენ 10 — 15 წვეთ ინდიკატორს.

შთანთქმული ნატრიუმის განსაზღვრა გედროციის მეთოდით

მეთოდის საფუძველს წარმოადგენს ნიადაგიდან შთანთქმული ნატრიუმის გამოყოფა ნახშირმჟავა კალციუმით, ნიადაგზე CaCO_3 -ის მშრალი ფხვნილის და CO_2 -ით გაჭერებული წყლის დამატებისას.

5 — 20 გრამ ნიადაგს ათავსებენ ლიტრიან კოლბში, ამატებენ ქიმიურად სუფთა ცარცს. ნიადაგის აღებული წონაკის 10%-ის რაოდენობით. ამატებენ 1 ლ წყალს და ატარებენ CO_2 -ის ნაკადს 3 საათის განმავლობაში. ხსნარიან კოლბს ანჯღრევენ ყოველ 15 წუთში.

ერთდროულად, 10 — 12 კოლბში CO₂-ის ნაკადის გატარებისათვის უფრო მოხერხებულია გამოყენებული იქნას 10 — 12 ცალი 1 ლიტრიანი ჩამრეცხი კოლბებისაგან შემდგარი მოწყობილობა. ჩამრეცხი კოლბები ერთმანეთთან შეერთებულია ორ უწყვეტ რგოლად, თითოეულში 6 კოლბით. CO₂-ის ნაკადის გამყოფის საშუალებით ტარდება ორთავე რგოლში. ჩამრეცხის გრძელი მილით CO₂-ის ნაკადი მიდის კოლბის ძირამდე, გაივლის სითხეს და მოკლე მილით შედის მეზობელ კოლბში და ა. შ. 3 საათის შემდეგ წყვეტენ CO₂-ის გატარებას და სითხეს სწრაფად ფილტრავენ დაკეცილ ფილტრში. მიიღება სავსებით გამკვირვალე ფილტრატი. ნატრიუმი შეიძლება განისაზღვროს მოცულობითი, წონითი ან სპექტრალური მეთოდით.

CO₂-ის ნაკადის გატარებას შეწყვეტენ მაშინ, როცა კოლბებს დააშორებენ ერთმანეთს, რასაც იწყებენ ბოლოდან. ეს აუცილებელია იმისათვის, რომ სითხე არ გადავიდეს ერთი კოლბიდან მეორეში.

შთანთქმული ნატრიუმის გამოსაყოფად რეკომენდებულია აგრეთვე ნახშირმჟავა ამონიუმის 1%-იანი ხსნარი. ნიადაგის წონას ანჯღრევენ 5 წუთს 1000 მლ ნახშირმჟავა ამონიუმის 1%-იან ხსნართან და აყოვნებენ ღამის განმავლობაში, ამ შემთხვევაში შთანთქმული ნატრიუმი გადადის ხსნარში.

ნატრიუმის განსაზღვრის მოცულობითი მეთოდი. 50 — 100 მლ ფილტრატს აორთქლებენ პლატინის ჯამში ამოშრობამდე. კალციუმისა და მაგნიუმის მარილებისაგან ნახშირმჟავა ნატრიუმის დასაცილებლად ნალექს სწრაფად რეცხავენ დეკანტაციის წესით ცხელი წყლის მცირე ულუფებით, წყალს კარგად ადუღებენ ნახშირმჟავას მოცილებამდე და ფილტრავენ. ფილტრატს ნალექთან ერთად 10 — 12-ჯერ რეცხავენ ამავე წყლით. მიღებულ ფილტრატს კვლავ აორთქლებენ ამოშრობამდე, მსუბუქად გამოაწრობენ, ამუშავებენ ცხელი წყლით და კვლავ გადაფილტრავენ ნახშირმჟავა კალციუმის და მაგნიუმის ნალექს. ფილტრს, მასზე არსებული ნალექით კარგად ჩარეცხავენ. შემდეგ კვლავ იმეორებენ აორთქლებისა და გადაფილტვრის ოპერაციას მანამ, სანამ ამოშრობამდე აორთქლებული და მსუბუქად გამოწრობილი ნალექი სავსებით გაიხსნება ცხელ ანადღუღებ წყალში და არ მოგვეცემს სიმღვრივეს, რომელიც გამოწვეულია ხსნარში დარჩენილი ნახშირმჟავა კალციუმისა და მაგნიუმისაგან. ეს მიუთითებს, რომ კალციუმისა და მაგნიუმის მარილები სავსებით მოშორებულია და ხსნარში დარჩა მხოლოდ ნახშირმჟავა ნატრიუმი.

გაცივების შემდეგ ფილტრატს ტიტრავენ გოგირდმჟავას 0.02 n ხსნარით მეთილორანჯის თანაარსებობისას, სუსტი ვარდასფერის მიღე-

ბამდე. დატიტვრაზე დახარჯული გოგირდმჟავას 0,02 n ხსნარის მილილიტრების რაოდენობა, გამრავლებული 0,00046-ზე, მოგვცემს ხსნარის აღებულ მოცულობაში ნატრიუმის რაოდენობას გრამებში.

მაგალითი. დაევშვათ, რომ 10 გრამ ნიადაგზე დამატებული იყო 1000 მლ წყალი და ანალიზისას დაიხარჯა ამ ხსნარის 100 მლ, რაც შეესაბამება 1 გ ნიადაგს. დატიტვრაზე დაიხარჯა 5 მლ გოგირდმჟავას 0,02 n ხსნარი, რომლის ტიტრის შესწორება უდრის 1,0024. თუ კი ამ შემთხვევაში ნიადაგის ტენი იყო 3,2% და მშრალ ნიადაგზე გადააყვანი კოფეციენტი ტოლია 1,033, მაშინ შთანთქმული ნატრიუმის რაოდენობას პროცენტებში ანგარიშობენ შემდეგნაირად:

$$Na = \frac{5 \cdot 1,0024 \cdot 0,00046 \cdot 100 \cdot 1,033}{1} = 0,1238.$$

ნატრიუმის პროცენტული შემცველობის გამრავლებით 100-ზე და გაყოფით 23-ზე (ნატრიუმის ექვივალენტური წონა), ლებულობენ შთანთქმული ნატრიუმის რაოდენობას მილიგრამ-ექვივალენტებში. ჩვენს შემთხვევაში ეს იქნება 10,3-მგ. ექვ.

თუკი ნიადაგი შეიცავს შთანთქმულ კალიუმს, მაშინ ის დატიტრული იქნება ნატრიუმთან და მოგვცემს ნატრიუმის გადიდებულ რაოდენობას.

თუკი ნიადაგი შეიცავს თაბაშირს, მაშინ ნატრიუმის განსაზღვრის მოცულობითი მეთოდი უვარგისია, რადგან ნატრიუმის ნაწილი შეიძლება გადავიდეს გოგირდმჟავა ნატრიუმში და არ დაიტიტრება გოგირდის მჟავით. ასეთ შემთხვევაში აუცილებელია ნატრიუმი განისაზღვროს წონითი მეთოდით.

შთანთქმული ნატრიუმის განსაზღვრისას აუცილებელია შეტანილი იქნას შესწორება წყალხსნად ნატრიუმზე წყლით გამოწაფურის მიხედვით.

შთანთქმული ნატრიუმის განსაზღვრა ძმარმჟავა ამონიუმით გამოყოფის გზით

5 გ ნიადაგს დეკანტაციის წესით რეცხავენ 500 მლ-მდე 1,0 n ძმარმჟავა ამონიუმის ხსნარით, pH დაახლოებით 6,5-ის პირობებში. მიღებული ფილტრატის ნახევარს აორთქლებენ ამოშრობამდე; ნიადაგის ორგანულ ნივთიერებას შლიან ფილტრატზე რამდენიმე წვეთი განზავებული H_2O_2 და HNO_3 -ის 10%-იანი ხსნარის დამატებით, რის შემდეგ აწრობენ ამონიუმის მარილების სრულ მოცილებამდე, შემდეგ ფუძეები გადაყავთ ქლორიდებში, ნალექის 2 — 3-ჯერ აორთქლებით 10%-იან მარილის მჟავასთან ერთად. ამის შემდეგ ხსნარს ფილტრავენ 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში. მიღებული ხსნარის

25 — 50 მლ ათავსებენ ფაიფურის ჯამში, ამატებენ 10 მლ ნახშირბე-
ვა ამონიუმის 10%-იან ხსნარს და წვეთობით 10%-იან ამიაკს ფე-
ნოლფტალეინის მიხედვით ტუტე რეაქციის შესანარჩუნებლად; ფაი-
ფურის ჯამებს აფარებენ საათის მინებს და ათავსებენ ადუღებული
წყლის აბაზანაზე ნახევარი საათის განმავლობაში. მიღებულ ნალექს
გაფილტრავენ და კარგად ჩარეცხავენ ცხელი ახლად ადუღებული
წყლით. მთელ მიღებულ ფილტრატს საშუალო ზომის ფაიფურის ჯამ-
ში აორთქლებენ 1 მლ-მდე და ლექავენ ძმარმეავე თუთია — ურანი-
ლით ისე, როგორც ეს ზემოთ არის აღწერილი.

ნიადაგში შთანთქმული ნატრიუმის შემცველობას ანგარიშობენ
პროცენტობით და მილიგრამ ეკვივალენტობით, ანგარიშის დროს
მხედველობაში ღებულობენ ანალიზის პროცესში განზავებას.

შთანთქმის ტიპადონის განსაზღვრა ნიადაგში

გედროიის მეთოდი

ნიადაგის შთანთქმის ტიპადონის განსაზღვრის გედროიის უნი-
ვერსალური მეთოდის საფუძველს წარმოადგენს ნიადაგის გაჭერება
ნატრიუმით, რომელიც შემდეგში გამოიყოფა ნიადაგიდან ნახშირ-
მეავე კალციუმით, ცარცის მშრალი ფხვნილის დამატებისას, საკმაო
რაოდენობით წყლის თანაარსებობით ნახშირმეავეს ნაკადში.

5 — 10 გ ნიადაგს (დამოკიდებულია შთანთქმის ტიპადონის მო-
სალოდნელ სიდიდეზე) აჭერებენ ნატრიუმით, ნიადაგის წონაყის და-
მუშავებაში დეკანტაციის წესით ნატრიუმის ქლორიდს 1,0 გ ხსნა-
რით, რომლის pH დაახლოებით 6,5-ია. ნიადაგი თანდათანობით გა-
დააქვთ ფილტრზე და რეცხავენ კალციუმზე რეაქციის შეწყვეტამდე.
რაც უფრო დიდხანს რეცხავენ ნიადაგს დეკანტაციით, მით უფრო ნაკ-
ლები რაოდენობით დაიხარჯება NaCl-ის ხსნარი და სწრაფად დამ-
თავრდება ნიადაგის გაჭერება ნატრიუმით.

ნატრიუმით ნიადაგის გაჭერების შემდეგ ნატრიუმის ქლორიდის
ქარბ რაოდენობას აშორებენ ფილტრის ჩარეცხვით წყლის მცირე
ულუფეებით. როგორც კი ძაბრის მილში გამოჩნდება შეფერადებუ-
ლი ფილტრატი, რაც გამოწვეულია ორგანული ნივთიერებით, წყლით
ჩარეცხვას შეწყვეტენ; შემდეგ, ნიადაგის ჩარეცხვას განაგრძობენ
88%-იანი სპირტით ქლორზე რეაქციის შეწყვეტამდე.

ნიადაგი ფილტრით გადააქვთ ქილაში ან წყლით გამოწურის მი-
საღებ ბოთლში, ამატებენ 1 გ ცარცს, რომელიც არ შეიცავს ნატრი-
უმს, 1000 მლ წყალს და 3 საათის განმავლობაში სითხეში ატარებენ
ნახშირორჟანგის ძლიერ ნაკადს. ყოველ 15 წუთში ანჭდრევენ კოლბის

შეგთავსს. ნახშირორჟანგის ნაკადის გატარების შემდეგ ხსნარს ფილტრავენ და ნატრიუმს სახლკრავენ წონითი, მოცულობითი ან სპექტრალური მეთოდით.

ნატრიუმის ადვილად ხსნადი მარილები (Na_2SO_4 და NaCl) არ უშლიან შთანთქმის ტევადობის განსაზღვრას ამ მეთოდით. თუ კი ნიდაგი შეიცავს თაბაშირს, საჭიროა მისი წინასწარ მოცილება, წინააღმდეგ შემთხვევაში შეუძლებელია ნიდაგის გაჯერება ნატრიუმით. მოცემულ შემთხვევაში ნიდაგის საანალიზო წონაკიდან თაბაშირის გამორეცხვა არ არის ძნელი, რადგანაც თაბაშირის ხსნადობა ნატრიუმის ქლორიდის ხსნარში საკმაოდ მაღალია (7 გ 1 ლ-ში).

შთანთქმის ტევადობა იანგარიშება მილიგრამ-ექვივალენტობით 100 გ მშრალ ნიდაგზე.

ამ მეთოდით შთანთქმის ტევადობა შეიძლება განისაზღვროს აგრეთვე კარბონატულ ნიდაგებშიც, თუ კი ქლორიანი ნატრიუმით ნიდაგის გარეცხვას აწარმოებენ საკმაოდ დიდხანს, რადგან 1 ლ 1,0 n NaCl -ის ხსნარში იხსნება მხოლოდ 0,05 გ CaCO_3 . ნახშირქვეა მაგნიუმის ხსნადობა მნიშვნელოვნად მაღალია (0,41 გ 1,0 n ქლორიან ნატრიუმის ხსნარში).

გოგამოსა და ასკინაზის მეთოდი არაპარკონატული ნიდაგებისათვის

1 მმ ნასერტებიან საცერში გატარებულ 10 გ ჰაერმშრალ ნიდაგს ათავსებენ ფაიფურის ჯამში და ამუშავებენ მცირე რაოდენობის 1 n BaCl_2 -ის ხსნარით. * მიღებულ სუსპენზიას BaCl_2 -ის იგივე ხსნარის დახმარებით გადაიტანენ ძაბრზე, რომელშიც წინასწარ მოთავსებულია მკვრივი ფილტრი. ნიდაგს აფარებენ ქალაღის ნაჭერს, რომელზეც აწყობენ კარგად გარეცხილი მინის ნაჭრებს. BaCl_2 -ის ჭარბი ხსნარით ნიდაგის გარეცხვისას Ba გამოაძევებს ნიდაგიდან Ca , Mg და ნიდაგში არსებულ სხვა კათიონებს, თვითონ კი დაიჭერს მათ ადგილს. ** ამ ოპერაციის დაშთავრების შემდეგ ნიდაგს რეცხავენ წყლით Ba -ის იონზე რეაქციის შეწყვეტამდე, უმჯობესია — ქლორის იონზე რეაქციის შეწყვეტამდე; შთანთქმული ბარიუმის გა-

* აუცილებელია შემოწმდეს ამ მარილის ნეიტრალობა. 1 — 2 წვეთი HCl -იან მეთილორანჯის თანაარსებობისას ხსნარი უნდა გავარდისფერდეს.

** შეავე ნიდაგის გარეცხვა BaCl_2 -ის ხსნარით უმჯობესია გავრძელდეს მანამ, სანამ ნიდაგის გამონაწურის pH არ მიუახლოვდება ბარიუმის ქლორიდის საწყისი ხსნარის pH-ს.

მოსაყოფად ნიადაგს ამუშავებენ 0,05 *n* HCl-ით. * ფილტრატში მას საზღვრავენ რაოდენობრივად BaSO₄-ის სახით.

ანალიზის შედეგებს გადაიანგარიშებენ 100 გ ნიადაგზე პროცენტებში, ან მილიგრამ-ექვივალენტებში, რაც გვაძლევს ნიადაგის შთანთქმის ტევადობის სიდიდეს.

ბოჰოსა და ასკინაზის მეთოდი კარბონატული ნიადაგებისათვის

მეთოდი მდგომარეობს შემდეგში: 5 — 10 გრამ ნიადაგს ამუშავენ დეკანტაციის წესით 0,05 *n* მარილმჟავას ხსნარით კალციუმზე რეაქციის შეწყვეტამდე. თუკი ნიადაგი შეიცავს თაბაშირს ან კარბონატების დიდ რაოდენობას, მაშინ ამ შენაერთების დაშლა 0,05 *n* მარილის მჟავით ძნელია. ასეთ შემთხვევაში ნიადაგის აღებულ წონაკს ორ-სამჯერ ამუშავებენ 50 მლ 0,2 *n* მარილმჟავას ხსნარით დეკანტაციის წესით კარბონატების დაშლის შეწყვეტამდე. ამის შემდეგ ნიადაგს რეცხავენ 0,05 *n* მარილმჟავას ხსნარით კალციუმზე რეაქციის შეწყვეტამდე. აუცილებელია ფილტრატის ხშირი შემოწმება მასში კალციუმის შემცველობაზე, რადგან შთანთქმული კალციუმის მოშორების შემდეგ კარბი მარილის მჟავით ნიადაგის გარეცხვა არ არის რეკომენდებული. მას შემდეგ რაც მოცილებული იქნება კარბონატები, ნიადაგს მთლიანად გადაიტანენ ფილტრზე და აჩერებენ მას ბარიუმის ქლორიდით pH 6,5-ის პირობებში, შთანთქმული კომპლექსის სრულ გაჯერებამდე ბარიუმით, ე. ი. მანამ სანამ ნიადაგში გაცვლითი ბარიუმის ქლორიდის ხსნარში pH არ მიაღწევს ~ 6,0 — 6,5 ბრომტიმოლ ლურჯის მიხედვით. ნიადაგში მექანიკურად შეკავებულ ბარიუმის ქლორიდს რეცხავენ წყლით, ძაბრს აგრეთვე კარგად გარეცხავენ მასზე შემხმარი (დაჩენილი) ბარიუმის მარილებისაგან. გარეცხვას აწარმოებენ ქლორზე რეაქციის შეწყვეტამდე. თუკი ძაბრიდან დაიწყება მღვრიე ხსნარის გამოყოფა, რაც გამოწვეულია მასში ნიადაგის კოლოიდების არსებობით, გარეცხვას ამთავრებენ 88%-იანი სპირტით.

შემდეგ შთანთქმულ ბარიუმს ნიადაგიდან გამორეცხავენ მარილმჟავას 1,0 *n* ხსნარით ფილტრატში ბარიუმზე რეაქციის შეწყვეტამდე.

* შთანთქმის ტევადობის ჩვეულებრივი განსაზღვრისას შეიძლება ვისარკველოთ აგრეთვე უფრო ძლიერი მარილის მჟავით, მაგრამ ბარიუმის დალექვის წინ, მარილმჟავა ფილტრატი უნდა მიიყვანოს სუბტ მჟავე რეაქციაზე. რათა შექმულში, ვოგირდის მჟავით Ba-ის დალექვისას, BaSO₄-ის მიღებული ნალექი არ გაიხსნას კარბ მარილის მჟავას არსებობის პირობებში.

ფილტრატს აგროვებენ ქიქაში, რომელშიც ლექავენ ბარიუმს. ბარიუმის დასალექად ბარიუმის შემცველ ადუღებულ ხსნარს ამატებენ 5 — 10 მლ გოგირდმჟავას 10%-იან ცხელ ხსნარს და 2 წუთით დუღილის შემდეგ ტოვებენ თბილ ადგილას 18 — 20 საათის განმავლობაში. თუკი მარილის მჟავით ნიადაგის გარეცხვისას ფილტრატი აღმოჩნდება 300 — 400 მლ, მაშინ წინასწარ საჭიროა მისი მოცულობა აორთქლებით მიყვანილი იქნას 200 მლ-მდე. მარილმჟავას ჭარბ რაოდენობას ანეიტრალებენ ამიაკის 10%-ნი ხსნარით, ერიდებიან სრულ განეიტრალებას, და მჟავე არეში ლექავენ ბარიუმს გოგირდის მჟავით. $BaSO_4$ -ის მიღებულ ნალექს ფილტრავენ მკვრივ ფილტრში და რეცხავენ გოგირდის მჟავას ჭარბი რაოდენობისაგან ცხელი წყლით, რომელიც შემჟავებულია HCl -ის 10%-იანი ხსნარით. შემდეგ ნალექს აშრობენ, დანაცრავენ, აწრთობენ მუფელში 600° -მდე ტემპერატურაზე (უფრო მაღალი ტემპერატურა დაუშვებელია, რათა ნალექი არ გადავიდეს BaS -ში) და წონიან. გოგირდმჟავა ბარიუმის მიღებულ წონას ამრავლებენ 0,588-ზე და ლებულობენ ბარიუმის შემცველობას ნიადაგის აღებულ წონაში. შემდეგ აწარმოებენ გადაანგარიშებას Ba -ის შემცველობაზე 100 გ ნიადაგში.

ნიადაგის შთანთქმის ტევადობას გამოსახავენ მგ. ექვივალენტობით. ამისათვის ბარიუმის მიღებულ პროცენტს ამრავლებენ 1000-ზე და ყოფენ ბარიუმის ექვივალენტურ წონაზე, რომელიც ტოლია 69.

შთანთქმის ტევადობის განსაზღვრის აღნიშნული მეთოდის გამოყენებას არ უშლის ნიადაგში თაბაშირისა და ხსნადი მარილების არსებობა, რადგან აღნიშნული მარილები ნიადაგიდან მოცილებული იქნება მარილის მჟავით გარეცხვის პროცესში.

ბარიუმით წყალბადის იონის უფრო სწრაფი გამოყოფისათვის რეკომენდებულია ნიადაგის გარეცხვა კარბონატების დაშლის შემდეგ და დეკალცირება ბარიუმის ბუფერული ხსნარით;

ბარიუმის ქლორიდის ბუფერულ ხსნარს ამზადებენ შემდეგნაირად: ამზადებენ ქლორიანი და ძმარმჟავა ბარიუმის ხსნარს; 1 ლ ასეთი ხსნარი უნდა შეიცავდეს 6,1 გ $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ და 6,8 გ ძმარმჟავა ბარიუმს. ხსნარს რეაქცია მიყვანილი უნდა იქნას $pH \sim 6,5$ -მდე.

პ. გ. გრამბაროვას და ზ. ლ. უვაროვას მეთოდით ქლორიდის ბუფერულ ხსნარს ამზადებენ შემდეგნაირად: 10 ლ წყალზე იღებენ 61,1 გ $BaCl_2 \cdot H_2O$. შემდეგ 78,37 გ $Ba(OH)_2 \cdot 8H_2O$ ანეიტრალებენ ფაიფურის ჯამში 70 მლ 55%-იანი ძმარმჟავით. ჯამის შოგთავსი გადააქეთ $BaCl_2$ -ის ხსნარში, მომზადებული ხსნარი ბარიუმის შემცველობის მიხედვით არის 1 n; მწვავე ბარიუმის ან ძმარმჟავას დამატებით უნივერსალური ინდიკატორის მიხედვით ხსნარი მიჰყავთ $pH = 6,5$ -მდე.

ბუფერული ხსნარით გარეცხვა რეკომენდებულია ფუძეებით მაძლარ (გაჭერებულ) ნიადაგებზე. ფუძეებით არამაძლარ ნიადაგებში შეიძლება მიღებული იქნას გადილებული მონაცემები.

ნიადაგის შთანთქმის ტევადობის განსაზღვრის უნივერსალური მეთოდი *

ნიადაგის ნიმუშს ატარებენ 1 მმ ნასვრეტებიან საცერში; (კარბონატულ ნიადაგს — 0,25 — 0,5 მმ-იან საცერში). იღებენ ნიადაგის ორ წონაკს, თითოეულს 5 გრამის რაოდენობით (მცირე ტევადობის შემთხვევაში 10 — 20 გრამს), გადაიტანენ ფაიფურის ჯამში, თითოეულს ამატებენ 50 მლ მარილის მჟავას 0,05 n ხსნარს, შეურევენ და ფილტრავენ. კარბონატულ ნიადაგს ამატებენ 0,1 n მარილის მჟავას კარბონატების დაშლამდე, შემდეგ იწყებენ ნიადაგის გარეცხვას 0,05 n მარილმჟავით. ნიადაგს, რომელიც თანდათანობით არის გადატანილი ფილტრზე, რეცხავენ კალციუმის სრულ მოშორებამდე. სინჯს კალციუმის გაშოფოვებაზე ატარებენ 50 მლ მოცულობის კოლბში, განეიტრალებს შემდეგ ამატებენ მჟაუნმჟავა ამონიუმის ნაჭერ ხსნარს, ადუღებენ და აყოვნებენ 20 წუთის განმავლობაში. ფილტრატში Ca-ზე სინჯი შეიძლება გაკეთდეს განეიტრალებისა და NaOH-ის დამატების შემდეგ ინდიკატორ მურეჟსილით, ისე როგორც კალციუმის განსაზღვრის შემთხვევაში.

ერთი ძაბრიდან ფრთხილად აიღებენ ფილტრს ნიადაგით (მარილმჟავას ბოლო ულუფა კარგად უნდა იყოს ჩაფილტრული) და ფილტრთან ერთად ჩაუშვებენ 250 მლ მოცულობის სუფთა კონუსურ კოლბში. მეორე ნიმუშს ფილტრთან ერთად გადაიტანენ მშრალ, სუფთა, აწონილ (ტექნიკურ სასწორზე) კონუსურ კოლბში, შემდეგ კვლავ წონიან კოლბს ფილტრით და ნიადაგით. იციან რა ნიადაგის და ფილტრის წონა, შეიძლება იანგარიშონ წყლის ის რაოდენობა, რომელიც შეიწოვა ფილტრმა და ნიადაგმა მისი მარილმჟავათი გარეცხვის დროს.

პირველ კოლბში ნიადაგს ამატებენ 100 მლ ძმარმჟავა კალციუმის 1,0 n ხსნარს, რომელსაც აქვს სუსტი ტუტე რეაქცია (pH არა უმეტესი 7,5). ამ ხსნარის 25 მლ-ს 1 წვეთი ბრომტიმოლ ლურჯისაგან უნდა მიეცეს სუსტი ცისფერი შეფერვა.

კოლბის შიგთავსს ანჯღრევენ 30 წუთს, რის შემდეგ აყოვნებენ და ფილტრავენ სითხეს უნაცრო ფილტრით 250 მლ მოცულობის საზომ კოლბში. შემდეგ ფილტრზე დარჩენილ ნიადაგს ამატებენ 25 მლ ძმარმჟავა კალციუმის იგივე ხსნარს, 2 — 3 წუთს ანჯღრევენ და ფილტრავენ იმავე კოლბში. ამ ოპერაციას იმეორებენ კოლბის გავსებამდე.

* Захарчук П. В. Новый универсальный метод определения емкости поглощения почв.— Почвоведение, 1953, №7.

საზომ კოლბში ფილტრატს შეურევენ, 50 მლ-ს გადაიტანენ სუფთა ქიქაში, ამატებენ 3 წვეთ ბრომტიმოლოურჯს და ტიტრავენ 0,1 N NaOH-ით ისეთი შეფერვის მიღებამდე, როგორსაც იძლევა 50 მლ ძმარმჟავა კალციუმის საწყისი ხსნარი 3 წვეთ ბრომტიმოლოურჯთან. ფერების ასეთი შედარება აუცილებელია, რადგან ბუფერული ნარევი $\text{CH}_3\text{COOH} + (\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca}$ არ იძლევა ფერის მკვეთრ შეცვლას მისი ტუტით დატიტრის შემთხვევაში.

ნიადაგის მიერ შთანქმული წყალბადის საერთო რაოდენობას და მარილმჟავას იმ წყალბადის რაოდენობას, რომელიც შეწოვილია ნიადაგის და ფილტრის მიერ ანგარიშობენ (მგ-ეკვ. 100 გ ნიადაგზე) შემდეგი ფორმულით:

$$H_1 = \frac{a \cdot 0,1 \cdot 5 \cdot 100}{r},$$

სადაც a არის ტუტის ის რაოდენობა მლ-ობით, რომელიც დაიხარჯა 50 მლ ფილტრატის დატიტრებაზე.

r — მშრალი ნიადაგის წონა, გ.

მეორე კოლბში ამატებენ იმდენ განზომილ წყალს, რომ მისი რაოდენობა ძაბრზე ნიადაგის წონასთან და ფილტრის მიერ შეწოვილ მარილმჟავასთან ერთად შეადგენს 100 მლ. კოლბის შიგთავსს კარგად ანჭარევენ 10 წუთს და ფილტრატს მკეროვ უნაქრო ფილტრში მშრალ სუფთა კოლბში. მიღებული ფილტრატია 50 მლ-ს ტიტრავენ NaOH-ის 0,1 N ხსნარით 3 წვეთ ბრომტიმოლოურჯთან ერთად სუსტი ცისფერის მიღებამდე.

ნიადაგისა და ფილტრის მიერ შეწოვილი მარილმჟავას წყალბადის რაოდენობა შეადგენს (მგ-ეკვ. 100 გ ნიადაგზე).

$$H_2 = \frac{a \cdot 0,1 \cdot 2 \cdot 100}{r},$$

სადაც a არის 50 მლ ფილტრატის დატიტრებაზე დახარჯული ტუტის რაოდენობა მლ-ობით.

r — მშრალი ნიადაგის წონა, გ-ობით.

საკვლევი ნიადაგის შთანქმის ტევადობის გამოანგარიშებისათვის საჭიროა წყალბადის საერთო რაოდენობა (H_2) გამოაკლდეს ნიადაგის მიერ შეწოვილი წყალბადი (H_1).

თუკი ნიადაგს აქვს ჰიდროლიზური მჟავიანობა, მაშინ შთანქმის ტევადობის მონაცემები გადიდებული იქნება.

თაბაშირის განსაზღვრა

წონიან 0,25 მმ დიამეტრის შქონე ნასვრეტებიან საცერში გატარებულ 1 — 5 გრამ ნიადაგს (დამოკიდებულია თაბაშირის შემცველობაზე), ათავსებენ 100 მლ მოცულობის ქიმიურ ქიქაში და ამატებენ

0.25 გ მარილმჟავას ხსნარს, კარგად შეურევენ და ტოვებენ ღამის განმავლობაში. მეორე დღეს, ნიადაგს, ამავე მჟავით რამდენჯერმე რეცხავენ დეკანტაციის წესით, გოგირდის მჟავაზე რეაქციის შეწყვეტამდე (სინჯის $BaCl_2$ -თან) ფილტრატში. ფილტრატს აგროვებენ კიჩაში, რომელიც გათვალისწინებულია SO_4^{--} -ის დალექვა, ხსნარს აორთქლებენ 150 — 200 მლ-მდე. ქარბ მარილმჟავას ანეიტრალებენ ამიაკის 10%-იანი ხსნარით. ფილტრატს შეამჟავებენ HCl -ის 10%-იანი ხსნარით მკვეთრ მჟავე რეაქციაზე, აცხელებენ ადუღებამდე და ლექავენ SO_4^{--} -ს 10 მლ $BaCl_2$ -ის 10%-იანი ცხელი ხსნარით. ნალექს ტოვებენ 2 საათით თბილ ადგილას. მეორე დღეს ნალექს ფილტრავენ 7 — 9 მმ დიამეტრის მქონე ლურჯზონარიან ფილტრში, რეცხავენ ცხელი წყლით, რომელიც შემჟავებულია რამდენიმე წვეთი მარილმჟავას 10%-იანი ხსნარით. რეცხვას აგრძელებენ ბარიუმზე რეაქციის შეწყვეტამდე. (სინჯი გოგირდმჟავას 10%-იან ხსნართან). ნალექის გარეცხვისას უკეთესია ძაბრის ქვემოთ დაიდგას 100 მლ მოცულობის კიჩა და გამჭვირვალე ფილტრატი გადატანილი იქნას მისი დაგროვების მიხედვით.

თუკი გარეცხვისას $BaSO_4$ -ის ნალექი იწყებს ფილტრში გასვლას, მაშინ საჭიროა ფილტრატის მცირე რაოდენობა კვლავ გადაიფილტროს. გოგირდმჟავა ბარიუმის ნალექს ნაცრავენ, გამოწვავენ ტიგელში 600° -მდე ტემპერატურაზე, და წონიან $BaSO_4$ -ის მიღებულ წონას ამრავლებენ კოეფიციენტზე — 0,4114 და, ამრიგად, საზღვრავენ SO_4^{--} -ის რაოდენობას გრანობით ნიადაგის მოცემულ წონაში. დასასრულს. აკეთებენ SO_4^{--} -ის. შემცველობის გადაანგარიშებას 100 გ მშრალ ნიადაგზე.

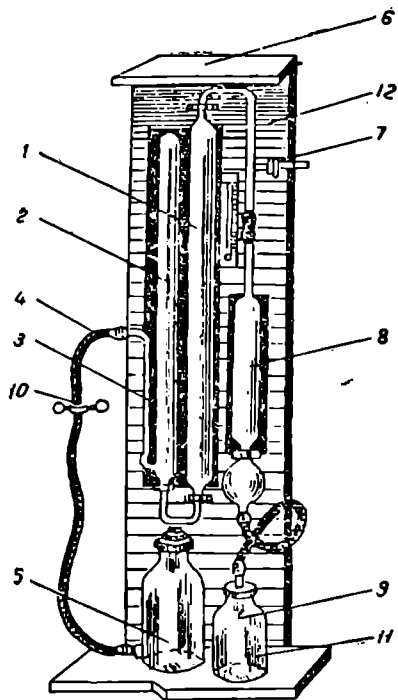
$CaSO_4 \cdot 2H_2O$ -ს სახით, თაბაშირის შემცველობის გამოსახატავად, $BaSO_4$ -ის მიღებულ რაოდენობას ამრავლებენ 0,737-ზე, ხოლო შემდეგ კი აწარმოებენ გადაანგარიშებას 100 გ მშრალ ნიადაგზე.

იმისათვის, რომ სწორი წარმოდგენა გექონდეს ნიადაგში თაბაშირის შემცველობაზე, აუცილებელია SO_4^{--} -ის მიღებულ რაოდენობას გამოაკლდეს SO_4^{--} -ის ის რაოდენობა, რომელსაც შეიცავს წყლის გამონაწერი.

კარბონატების განსაზღვრა მოცულობითი მეთოდით

მოცულობითი მეთოდით კარბონატების განსაზღვრას აწარმოებენ კალციმეტრით. გავრცელებულია შეიბლერის, გოლუბევის და აგრეთვე გეისლერ-მაქსიმოვიჩის სისტემის კალციმეტრები. ქვემოთ ავწერთ შეიბლერის სისტემის კალციმეტრს (სურ. 3) და ამ კალციმეტრით კარბონატების განსაზღვრის ხერხს.

შეიბლერის სისტემის კალციმეტრი ჩვეულებრივ დამაგრებულია სპეციალურ ხის სადგამზე. ვერტიკალურ მე-12 დაფაზე დამაგრებულია ხელსაწყოების შემდეგი ძირითადი ნაწილები: მინის დანაყოფებიანი მილი (1) 30 მმ დიამეტრით. და 0,5 მლ დანაყოფით. მისი მოცულობა უდრის 300 მლ. იგი თავისი ბოლო ნაწილით „U“-ს. მაგვარი მილის საშუალებით შეერთებულია მის პარალელურად მდებარე იმავე დიამეტრის მქონე თაველია მინის (2) მილთან. (მტვერისაგან დასაფარავად მილს აცობენ ბამბით). მისი ქვედა ნაწილიდან გამოდის მინის მოხრილი მილი (3) ეს უკანასკნელი რეზინის მილით (4), რომელსაც აქვს მომჭერი (10), უერთდება ტუბუსიან ქილას (5). რეზინის მილს უნდა ჰქონდეს ისეთი სიგრძე, რომ ეს ქილა თავისუფლად დაიდგას ხის შტატივის ზედა თაროზე (6). დანაყოფებიანი მინის მილის (1) ზემო ნაწილი ონკანისა (7) და რეზინის მილის საშუალებით შეერთებულია მინის რეზერვუართან (8). მინის რეზერვუარის ბოლო ნაწილი რეზინის მილის საშუალებით შეერთებული



სურ. 3. შეიბლერის კალციმეტრი.

ლი 250 — 300 მლ მოცულობის ქილასთან (9). ქილა მჭიდროდ იხურება ნაჩერტებიანი საცობით. უკანასკნელში ჩადის მოკლე მინის მილი, რომელსაც ზემოთ აქვს ონკანი. ქილის (9) ფსკერზე დამაგრებულია პატარა კიქა (11)—მარილმეყავას ჩასასხმელად.

ანალიზის მსვლელობა. საანალიზოდ მომზადებული ნიადაგიდან აწონიან 0,5 — 1 გ ნიმუშს (1 გ-ს, როცა კარბონატები ცოტაა) და ათავსებენ სუფთა ქილაში (9).

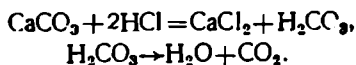
10% HCl-ს 10 მლ-ის რაოდენობით ჩაასხამენ (9) ქილის ფსკერზე დამაგრებულ პატარა კიქაში (11). შემდეგ ქილას მჭიდროდ დაუცობენ თავს რეზინის საცობით, რომელიც მინისა და რეზინის მილით შეერთებულია (8) რეზერვუართან. ამ პროცესის ჩატარების დროს მარილმეყავა არ უნდა შეეხოს ნიადაგს. წინააღმდეგ შემთხვევაში მოხდება

CO₂-ის ნაწილობრივი გამოყოფა, მისი დაკარგვა და ანალიზის არა-ზუსტად ჩატარება.

მეორე ქილაში (5) ასხამენ 700 მლ ნახშირის მკვავათი მაძლარ შეფერილ წყალს და დგამენ ზედა თაროზე.

ხსნიან (10) მომპერს და ორივე მინის მილს ავსებენ ხსნარით. კუთხის ონკანი (7) ამ დროს უნდა იყოს ღია. (10) მომპერის საშუალებით ხსნარის რეგულირებას აწარმოებენ მანამ, სანამ ხსნარის მენისკი დანაყოფებიან მინის მილში არ დადგება ნულზე. შემდეგ დახურავენ (7) ონკანს, რითაც განამხოლოებენ (8) რეზერვუარს და (9) კოლბში არსებულ ატომსფეროს. ჩამოდგამენ წყლიან ქილას და ხელმეორედ გახსნიან (10) მომპერს, რომელსაც ღიად ტოვებენ მანამ, სანამ მინის ღია (2) მილიდან ქილაში არ გადმოვა დაახლოებით 200 მლ წყალი. ერთდროულად მიმდინარეობს (1) მინის მილში მენისკის ქვემოთ ჩამოწევა. ვინაიდან დანაყოფებიან (1) მილში ჰაერი წყლის ზედაპირზე იზოლირებულია, ატმოსფეროდან წნევა მარჯვენა მილში მცირდება და ამიტომ წყლის სვეტის სიმაღლე ამ მილში იქნება ცოტა მეტი (მაღლა), ვიდრე მარცხენა ღია მილში. შემდეგ ხელმეორედ კეტავენ (10) მომპერს. აკვირდებიან ხსნარის სიმაღლეს ორივე მინის მილში და ამით ამოწმებენ აპარატის ჰერმეტიულობას. იმ შემთხვევაში თუ აპარატი კარგად მუშაობს, ხსნარის სიმაღლე ორივე მილში მომპერის გაღების შემდეგ არ უნდა შეიცვალოს. ამრიგად, ორივე მილში ერთ დონეზე დააყენებენ წყალს. შემდეგ კეტავენ ონკანს და მომპერს და ქილას შტატივის თაროდან ჩამოდგამენ ძირს.

დაგრაღულირებულ მილზე აითვლიან წყლის დონის სიმაღლეს, (ჩაიწერენ), გახსნიან ონკანს და ქილის (9) გადატრიალებით ნიადაგს გადაასხამენ მარილმკვავას. კოლბს ნელ-ნელა შეანჭლერუვენ, რათა ნიადაგს მკვავა კარგად აერიოს. მარილმკვავასა და კარბონატიან ნიადაგს შორის მოხდება შემდეგი რეაქცია:



ნახშირორჟანგი გადავა მარჯვენა დიდ მილში, დაწევა სითხეს და დაწვევს დაბლა, ხოლო მარცხენა ცილინდრში პირიქით სითხე მაღლა აიწვევს.

როცა მარჯვენა ცილინდრში სითხის დაბლა დაწევა შეწყდება, მაშინ ონკანს დაკეტავენ და დაგრაღულირებულ მილზე სითხის დონის სიმაღლეს აითვლიან. პირველ და მეორე ანათვალს შორის სხვაობა გამოსახავს საანალიზო წონაკის კარბონატების დაშლის შედეგად გამოყოფილ CO₂ რაოდენობას მილილიტრობით.

**გამოყოფილი CO₂-ის მოცულობის მიხედვით CaCO₃-ის
პროცენტული რაოდენობის გაანგარიშება**

გამოყოფილი CO₂-ის მოცულობის მიხედვით CaCO₃-ის პროცენტული რაოდენობის გასანგარიშებლად საჭიროა მოცემული წნევისა და ტემპერატურის პირობებში 1 მლ CO₂-ის წონის ცოდნა.

მე-17 ცხრილში, სხვადასხვა წნევისა და ტემპერატურის პირობებში, მოცემულია 1 მლ CO₂-ის წონა მილიგრამობით.

გასანგარიშება შემდეგნაირად წარმოებს: ცხრილის მიხედვით, 20° ტემპერატურისა და 760 მმ ვერცხლისწყლის სვეტის წნევის დროს 1 მლ CO₂ იწონის 1,878 მგ-ს. კალციმეტრით განსაზღვრის შედეგად მიღებული CO₂-ის მლ-ების რაოდენობის წონით ერთეულებში გადაყვანისათვის საჭიროა ანალიზის ჩატარების მომენტში წნევისა და ტემპერატურის ცოდნა. ამის მიხედვით გაანგარიშებას შემდეგნაირად აწარმოებენ:

დაეუშვათ, ანალიზი ჩატარდა 20° ტემპერატურის და 747 მმ ვერცხლისწყლის სვეტის წნევის პირობებში და გამოყოფილი CO₂-ის რაოდენობა უდრის 30 მლ-ს, ცხრილში იპოვნიათ 747 მმ ვერცხლისწყლის სვეტის წნევასა და 20° ტემპერატურას. მათი გადაკვეთის წერტილში დაწერილი ციფრი 1,841 გვიჩვენებს ამ ტემპერატურის და წნევის პირობებში 1 მლ CO₂-ის წონას — 1,841 მილიგრამს.

გამოანგარიშება.

$$\begin{array}{r} 1\text{მლ CO}_2\text{-ის წონა} \quad . \quad 1,841 \text{ მგ} \\ 30 \text{ მაშინ} \cdot 1,841 = 55,230 \text{ მგ} = 0,055230\text{გ.} \end{array}$$

ცნობილია, რომ: 44 გრ CO₂ შეესაბამება 100 გ CaCO₃

$$\begin{array}{r} \text{მაშინ } 0,055230 \quad X \\ X = \frac{0,055230 \cdot 100}{44} = 0,1255. \end{array}$$

მიღებული რიცხვი გვიჩვენებს (ჩვენს შემთხვევაში) 1 გ ნიადაგიდან გამოყოფილი CO₂-ის (30 მლ) შესაბამის CaCO₃-ის რაოდენობას გრამობით. შემდეგ კი ვანგარიშობთ %-ობით.

$$\begin{array}{r} 1-0,1255 \\ 100-X \\ X = \frac{100 \cdot 0,1255}{1} = 12,55\%. \end{array}$$

ანალიზის დროს ნიადაგიდან გამოყოფილი CO₂ წონა იანგარიშება ფორმულით:

$$B = X \cdot V,$$

1 მლ. CO₂-ის წონა მილიგრამობით სხვადასხვა ტემპერატურისა და წნევის დროს (ფინკლერის მიხედვით)

ბარომეტრის ვერცხლსწლის სკეტის ჩვენება მმ-ობით

ტემპერატურა C-ს გრადუსებით	ბარომეტრის ვერცხლსწლის სკეტის ჩვენება მმ-ობით														
	742	744,5	747	749	751	753,5	756	758	760	762,5	765	767	769	771	774
28	1,778	1,784	1,791	1,797	1,804	1,810	1,817	1,823	1,828	1,833	1,837	1,842	1,847	1,852	1,856
27	1,784	1,790	1,797	1,803	1,810	1,816	1,823	1,829	1,834	1,839	1,843	1,848	1,853	1,858	1,863
26	1,791	1,797	1,803	1,809	1,816	1,822	1,829	1,835	1,840	1,845	1,849	1,854	1,859	1,864	1,869
25	1,797	1,803	1,810	1,816	1,823	1,829	1,836	1,842	1,847	1,852	1,856	1,861	1,866	1,871	1,876
24	1,803	1,809	1,816	1,822	1,829	1,835	1,842	1,848	1,853	1,858	1,862	1,867	1,872	1,877	1,882
23	1,809	1,815	1,822	1,828	1,835	1,841	1,848	1,854	1,859	1,864	1,868	1,873	1,878	1,883	1,888
22	1,815	1,821	1,828	1,834	1,841	1,847	1,854	1,860	1,865	1,870	1,875	1,880	1,885	1,890	1,895
21	1,822	1,828	1,835	1,841	1,848	1,854	1,861	1,867	1,872	1,877	1,882	1,887	1,892	1,897	1,902
20	1,828	1,834	1,841	1,847	1,854	1,860	1,867	1,873	1,878	1,883	1,888	1,893	1,898	1,903	1,908
19	1,834	1,840	1,847	1,853	1,860	1,866	1,873	1,879	1,884	1,889	1,894	1,899	1,904	1,909	1,914
18	1,840	1,846	1,853	1,859	1,866	1,872	1,879	1,885	1,890	1,895	1,900	1,905	1,910	1,915	1,920
17	1,846	1,853	1,860	1,866	1,873	1,879	1,886	1,892	1,897	1,902	1,907	1,912	1,917	1,922	1,927
16	1,853	1,860	1,866	1,873	1,879	1,886	1,892	1,898	1,903	1,908	1,913	1,918	1,923	1,928	1,933
15	1,859	1,866	1,872	1,879	1,886	1,892	1,899	1,905	1,910	1,925	1,920	1,925	1,930	1,935	1,940
14	1,865	1,872	1,878	1,885	1,892	1,899	1,906	1,912	1,917	1,922	1,927	1,932	1,937	1,942	1,947
13	1,872	1,878	1,885	1,892	1,899	1,906	1,913	1,919	1,924	1,929	1,934	1,939	1,944	1,949	1,954
12	1,879	1,885	1,892	1,899	1,906	1,912	1,919	1,925	1,930	1,935	1,940	1,945	1,950	1,955	1,960
11	1,885	1,892	1,899	1,906	1,913	1,919	1,926	1,932	1,937	1,942	1,947	1,952	1,957	1,962	1,967
10	1,892	1,899	1,906	1,913	1,920	1,926	1,933	1,939	1,944	1,949	1,954	1,959	1,964	1,969	1,974

CaCO₃-ის რაოდენობა (მილიგრამობით), რომელიც შეესაბამება 1 მლ CO₂ სხვადასხვა ტემპერატურის და წყლის პირობებში (ფიკლურის მიხედვით)

ტემპერატურა C-ის გრადუსებით	ბარომეტრის ვერცხლისწყლის სვეტის წყნება მმ-ობით														
	742	744,5	747	749	751	753,5	756	758	760	762,5	765	767	769	771	774
28	4,041	4,056	4,070	4,085	4,099	4,114	4,128	4,143	4,155	4,166	4,177	4,187	4,197	4,208	4,218
27	4,055	4,070	4,085	4,099	4,114	4,129	4,143	4,158	4,169	4,179	4,190	4,200	4,211	4,222	4,232
26	4,069	4,084	4,099	4,114	4,129	4,144	4,158	4,172	4,183	4,193	4,204	4,214	4,225	4,236	4,252
25	4,083	4,098	4,113	4,128	4,143	4,158	4,172	4,186	4,197	4,208	4,219	4,230	4,241	4,255	4,262
24	4,097	4,112	4,127	4,142	4,157	4,172	4,186	4,200	4,211	4,222	4,233	4,244	4,259	4,266	4,277
23	4,111	4,126	4,141	4,156	4,171	4,186	4,200	4,214	4,226	4,237	4,248	4,263	4,270	4,281	4,292
22	4,125	4,140	4,155	4,170	4,185	4,200	4,214	4,228	4,240	4,252	4,267	4,274	4,285	4,296	4,307
21	4,139	4,154	4,169	4,184	4,199	4,214	4,229	4,243	4,255	4,269	4,279	4,290	4,301	4,312	4,314
20	4,153	4,169	4,184	4,199	4,214	4,229	4,243	4,257	4,272	4,284	4,292	4,303	4,314	4,325	4,336
19	4,168	4,183	4,198	4,213	4,228	4,243	4,258	4,272	4,284	4,296	4,307	4,318	4,329	4,340	4,351
18	4,182	4,198	4,213	4,228	4,243	4,258	4,272	4,286	4,298	4,310	4,321	4,332	4,343	4,354	4,365
17	4,197	4,212	4,227	4,242	4,257	4,272	4,286	4,300	4,312	4,324	4,333	4,346	4,357	4,368	4,379
16	4,211	4,226	4,241	4,256	4,271	4,286	4,300	4,314	4,326	4,334	4,349	4,360	4,371	4,382	4,393
15	4,225	4,241	4,256	4,271	4,286	4,301	4,315	4,329	4,341	4,353	4,364	4,375	4,386	4,397	4,408
14	4,240	4,256	4,271	4,286	4,301	4,316	4,331	4,345	4,355	4,368	4,379	4,390	4,401	4,412	4,423
13	4,255	4,271	4,286	4,301	4,316	4,331	4,346	4,361	4,373	4,384	4,395	4,406	4,417	4,428	4,439
12	4,270	4,286	4,301	4,316	4,331	4,346	4,361	4,376	4,388	4,399	4,410	4,421	4,432	4,443	4,454
11	4,285	4,301	4,316	4,331	4,346	4,361	4,376	4,391	4,403	4,415	4,426	4,437	4,448	4,459	4,470
10	4,300	4,316	4,332	4,348	4,364	4,378	4,394	4,407	4,419	4,430	4,441	4,453	4,464	4,475	4,485

სადაც B საანალიზო წონაკიდან გამოყოფილი მთელი CO_2 -ის წონაა მილიგრამობით;

X — მოცემული წნევისა და ტემპერატურის პირობებში ერთი მილილიტრი CO_2 წონა;

V — გამოყოფილი CO_2 -ის რაოდენობა მილილიტრობით.

CaCO_3 -ის შემცველობა ნიადაგში იანგარიშება ფორმულით:

$$A = \frac{B \cdot 2,272 \cdot 100 \cdot K \cdot 0,001}{r}$$

სადაც A ნიადაგში CaCO_3 შემცველობაა %-ობით;

2,272 — CO_2 -ის CaCO_3 -ში გადაყვანი კოეფიციენტი;

B საანალიზო წონაკიდან გამოყოფილი მთელი CO_2 წონა მილიგრამობით; 100 — %-ობით გამოსახატავი რიცხვი;

K — აბსოლუტურად მშრალ წონაკზე გადასანგარიშებელი კოეფიციენტი; 0,001 — გრამებში გადაყვანი კოეფიციენტი;

r — ჰერმშრალი ნიადაგის წონაკი მილიგრამობით.

გამყოფილი CO_2 -ის პირდაპირ, CaCO_3 -ის წონითი ერთეულე-ბით (მილიგრამობით) გამოსახვისათვის სარგებლობენ მე-18 ცხრი-ლით. ამ ცხრილში წნევის და ტემპერატურის გადაკვეთის წერტი-ლებში დაწერილი ციფრები გვიჩვენებენ ერთი მილილიტრი მოცუ-ლობის CO_2 -ის შესაბამის CaCO_3 -ის წონას მილიგრამობით. ამიტომ თუ ჩვენ ანალიზის შედეგად მიღებულ CO_2 -ის მილილიტრების რა-ოდენობას გავამრავლებთ ანალიზის ჩატარების ტემპერატურისა და ბარომეტრული წნევის გადაკვეთის წერტილში დაწერილ ციფრზე, მა-შინ მივიღებთ საანალიზო წონაკიდან გამოყოფილ CO_2 -ის შესაბამის CaCO_3 წონით რაოდენობას (მილიგრამობით), რომლის მიხედვითაც შემდეგ გავიანგარიშებთ ამ ნივთიერების შემცველობას ნიადაგში %-ობით.

pH-ის განსაზღვრა ნიადაგში

pH-ის კოლორიმეტრული განსაზღვრა ნიადაგის გამონაწურში
ალკალიმეტრის სახლის დახმარებით

მეთოდის საფუძველს წარმოადგენს, წყალბადის იონების კონცენ-ტრაციის განსაზღვრა, 1N KCl -ის გამონაწურში მასზე დამატებული კომპინირებული ინდიკატორის ფერის შეცვლის მიხედვით.

საჭირო ჰურჭული და რეაქტივები.

1. სინჯარების კომპლექტი გამონაწურის მომზადებისათვის და გამჭვირვალე ნაყენის მისაღებად. უკეთესია სინჯარებს ჭონდეთ სი-მალღე 20 სმ, დიამეტრი 2 სმ.

2. სინჯარები, რომლებშიც წარმოებს გამონაწურის შეფერადება, დიამეტრის მიხედვით უნდა იყოს ფერადი სკალის სინჯარების თანაბარი.

3. 5 მლ-იანი პიპეტი.

4. 1 მლ-იანი პიპეტი 0,1 მლ დანაყოფებით.

5. ფერადი სკალა, დამზადებული მინერალური მარილებისაგან
6. ი. ალიამოვსკის რეცეპტის მიხედვით. ამჟამად, მრეწველობაში მზადდება ალიამოვსკის ხელსაწყო pH-ის კოლორიმეტრული განსაზღვრისათვის ფერადი სკალის გამოყენებით.

6. კომბინირებული ინდიკატორი.

7. კალიუმის ქლორიდის 1,0 ნორმალობის ხსნარი.

კომბინირებული ინდიკატორის მომზადება

ანალიზურ სასწორზე აწონილ 0,1 გ მეთილროტს ათავსებენ აგატის როდინში, მასში ამატებენ 0,5 მლ ეთილის სპირტს და კარგად გასრესენ. შემდეგ, სპირტის დახმარებით ნარევი გადააქვთ 500 მლ მოცულობის საზომ კოლბში. ეთილის სპირტის საერთო მოცულობა 300 მლ-ია. კოლბში ამატებენ 7,4 მლ NaOH-ის 0,05 ნორმალობის ხსნარს, რის შემდეგ გამოხდილი წყლით ხსნარის მოცულობა მიჰყავთ 500 მლ-მდე. ზოგიერთ სახელმძღვანელოებში მეთილროტის ამდენივე ულუფის გახსნისათვის რეკომენდებულია 100 მლ სპირტის აღება, მაგრამ ასეთი რაოდენობის შემთხვევაში, ხშირად შეიმჩნევა ინდიკატორის გამოყოფა ნალექში წყლის დამატებისას და ხანმოკლე დაყოვნების შემდეგ.

ანალიზურ სასწორზე აწონილ ბრომტიმოლლურჯის 0,40 გ ხსნიან 208 მლ ეთილის სპირტში. ხსნარი გადააქვთ 1 ლ მოცულობის საზომ კოლბში, მასშივე ამატებენ 12,8 მლ NaOH-ის 0,05 ნორმალობის ხსნარს, გამოხდილი წყლით ხსნარის საერთო მოცულობა მიჰყავთ 1 ლიტრამდე.

კომბინირებული ინდიკატორის მომზადებისათვის მეთილროტის ხსნარის ერთ ნაწილს შეურევენ ბრომტიმოლლურჯია 2 ნაწილთან, ამასთან ბრომტიმოლლურჯის ხსნარს ამატებენ მეთილროტის ხსნარში.

ალიამოვსკის სკალის მიხედვით, კომბინირებული ინდიკატორის დახმარებით pH-ის განსაზღვრისას ცდომილებათა. მეტი რიცხვი დაკავშირებულია კომბინირებული ინდიკატორის გამოყენებასთან. ქიმიური მრეწველობა ზოგჯერ უშვებს არასტანდარტულ ინდიკატორებს, ამიტომ კომბინირებული ინდიკატორის მომზადებისას, გაყიდვაში არსებული სხვადასხვა პარტიის მეთილროტის და ბრომტიმოლლურჯის გამოყენებით შეიძლება მივიღოთ ინდიკატორი, რომელიც

pH-ის ერთი და იგივე სიდიდის დროს იძლევა სხვადასხვა შეფერვას. ამიტომ, მომზადების შემდეგ, აუცილებელია კომბინირებული ინდიკატორის შემოწმება ბუფერული ხსნარების მიხედვით.

თუკი ბუფერული ხსნარის შეფერვა, მასზე კომბინირებული ინდიკატორის დამატების შემდეგ (5 მლ ხსნარზე 0,3 მლ ინდიკატორი) ემთხვევა სტანდარტული სკალის იმ სინჯარის ხსნარის ფერს, რომელსაც მოცემული ბუფერული ხსნარის შესაბამისი pH აქვს, მაშინ კომბინირებული ინდიკატორი შეიძლება გამოყენებული იქნას ანალიზისათვის. თუკი შეფერვა არ ემთხვევა, მაშინ ინდიკატორის ფერი მიყვანილი უნდა იქნას სკალის შეფერვასთან. ზემოთ აღნიშნული წესით მომზადებული კომბინირებული ინდიკატორი ხშირად იძლევა pH-ის უფრო მაღალ მაჩვენებელს, ვიდრე სინამდვილეში უნდა ჰქონდეს მას. ეს ნიშნავს, რომ ინდიკატორის მოსამზადებლად აღებული მეთილროტი სხვა ზარისხისაა, ვიდრე ის აღებული იყო სტანდარტული სკალის რეცეპტის შემუშავების დროს. ამ შემთხვევაში ინდიკატორს აახლოვებენ სკალასთან, მასზე მეთილროტის 0,02%-იანი ხსნარის მცირე რაოდენობის დამატებით. თუკი კომბინირებული ინდიკატორი იძლევა pH-ის დაბალ მაჩვენებელს, მაშინ სტანდარტულ სკალასთან მას აახლოვებენ მასზე ბრომტიმოლლურჯის 0,04%-იანი ხსნარის მცირე რაოდენობის დამატებით.

კომბინირებული ინდიკატორი, ისე როგორც საწყისი ხსნარები, (მეთილროტი და ბრომტიმოლლურჯი) შენახული უნდა იქნას მილესილსაცობიან ფერად ბოთლში. შენახვისას აუცილებელია, რომ ჭურჭელი მთლიანად იყოს ავსებული ინდიკატორით.

ინდიკატორის ხსნარი, რომელსაც იყენებენ ყოველდღიურად, უკეთესია შენახული იქნას მცირე ზომის ჭურჭელში (25—50 მლ). რადგან კომბინირებული ინდიკატორის ხსნარი ხანგრძლივი დაყოვნებისას ხშირად იცვლის pH-ის მაჩვენებელს, ამიტომ, აუცილებელია პერიოდულად მისი შემოწმება ბუფერულ ხსნარებით, ზაფხულში დაახლოებით თვეში ერთხელ, ზამთარში 3 თვეში — ერთხელ.

კომბინირებული ინდიკატორის შემოწმებისათვის საჭირო ბუფერული ხსნარები:

1. კალიუმის ბიფტალატი. გასაყიდ მარილს ორჯერ გამოაკრისტალებენ წყალხსნარიდან 20°-ზე მაღალი ტემპერატურის პირობებში. მიღებულ კრისტალებს გადაიტანენ ბიუქსში და აშრობენ 110—115° ტემპერატურაზე მუდმივ წონამდე მიყვანამდე. ანალიზურ სასწორზე წონიან გადაკრისტალებულ, უწყლო კალიუმის ბიფტალატს, ხსნიან თბილ გამობდილ წყალში და გაცივების შემდეგ წყლით მიჰყავთ 1 ლიტრამდე. ხსნარის pH=4,0.

2. აცეტატური ნარევი. 1 ნორმალობის მწვავე ნატრის 50 მლ-ს გადაიტანენ 1 ნორმალობის ძმარმევენას ხსნარის 100 მლ-ში (ხსნარებს ზომავენ ბიურეტით ან პიპეტით, ხსნარის მოცულობა გამოხდილი წყლით მიჰყავთ 500 მლ-მდე; ხსნარის $\text{pH}=4,62$.

3. ფოსფატური ნარევი. ანალიზურ სასწორზე აწონილ, გადაკრისტალბულ კალიუმის ერთხანაცვლებული ფოსფატის (KH_2PO_4) მარილის 3,404 გ და ნატრიუმის ორჩანაცვლებული ფოსფატის $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ გადაკრისტალბული მარილის 3,549 გრამს ათავსებენ ქიმიურ ქიქაში და ხსნიან გამობდილ წყალში. შემდეგ ხსნარის საერთო მოცულობა მიჰყავთ 1 ლიტრამდე. ხსნარის $\text{pH}=6,90$. კალიუმის ერთხანაცვლებული ფოსფატის (I) და ნატრიუმის ორჩანაცვლებული ფოსფატის (II) გადაკრისტალბებას შემდეგნაირად აწარმოებენ:

I. გასაყიდ, ქიმიურად სუფთა მარილს (KH_2PO_4) ორჯერ გამოაკრისტალბენ წყალხსნარიდან. კრისტალბებს, ბიუნხერის ძაბრის გამოყენებით დააშრობენ წყლისაგან, გადაიტანენ ბიუქსში და აშრობენ $110-115^\circ$ ტემპერატურაზე მუდმივ წონამდე მიყვანამდე. მარილი არ შეიცავს კრისტალურ წყალს; ის, სიმღვრივის გარეშე უნდა გაიხსნას წყალში, არ უნდა შეიცავდეს ქლორიდებს და სულფატებს. გამონაწრთობის დროს, წონაში დანაკარგი ტოლი უნდა იყოს $13,23 \pm 0,1\%$.

II. მარილი, ორი მოლეკულა წყლის შემცველობით ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) მზადდება გასაყიდი, ქიმიურად სუფთა მარილისაგან, რომელიც შეიცავს, წყლის 12 მოლეკულას. მარილს ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$) ორჯერ გამოაკრისტალბენ წყალხსნარიდან, წყალს დააშორებენ ბიუნხერის ძაბრზე და აშრობენ 2 კვირის განმავლობაში ქლორკალციუმიან ექსიკატორში ან ჰაერზე, ფილტრის ქალაღებს შორის, მუდმივ წონამდე მისვლამდე. ლებულობენ მარილს წყლის ორი მოლეკულით ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), ის სიმღვრივის გარეშე უნდა გაიხსნას წყალში და არ უნდა შეიცავდეს ქლორიდების და სულფატების კვალს. გამონაწრთობის დროს წონაში დანაკარგი უნდა შეადგენდეს $25,28 \pm 0,1\%$.

4. ბორაქსი. გასაყიდ მარილს ორჯერ გადააკრისტალბენ. იღებენ გადაკრისტალბული მარილის ($\text{Na}_2\text{B}_2\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) 9,5370 გ, ხსნიან 500 მლ წყალში. 20° ტემპერატურაზე ხსნარის $\text{pH}=9,22$. ხსნარი pH -ს იცვლის ტემპერატურის მიხედვით: 10° ტემპერატურაზე — 9,38; 15° — 9,27; 20° — 9,22; 25° — 9,18; 30° — 9,14;

ჭეიძლება ვისარგებლოთ აგრეთვე ბუფერული ტაბლეტებით.

1 ცალ ტაბლეტს წინასწარ ფქვავენ ფაიფურის როდინში და წყლით გადაიტანენ 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში. ხსნარი მიჰყავთ ნიშანხზამდე.

კომბინირებული ინდიკატორის შემოწმება ტარდება შემდეგნაირად: სინჯარებში ათავსებენ 5 — 5 მლ ბუფერულ ხსნარს და მასში ამატებენ 0,3 მლ კომბინირებულ ინდიკატორს. ხსნარს შეუტრევენ სინჯარის ნჯღრევით (სინჯარის დახურვა საცობით არ შეიძლება). შეფერადებული ბუფერული ხსნარების ფერს ადარებენ სტანდარტული სკალის ფერთან. ბუფერული ხსნარების ფერი უნდა დაემთხვას იმ სინჯარის ხსნარის ფერს, რომელიც მნიშვნელობით შეესაბამება ბუფერულ ხსნარებს.

ანალიზის მსვლელობა. ტექნიკურ სასწორზე აწონილ 10 გ ნიდაგს ათავსებენ 20 სმ სიგრძის და 2 სმ დიამეტრის დიდ სინჯარაში. მასშივე ამატებენ საზომი ცილინდრით 25 მლ კალიუმის ქლორიდის 1. ნორმალობის ხსნარს. თუკი არა აქვთ ასეთი ზომის სინჯარები, შეიძლება გამოყენებული იქნას უფრო პატარებიც. ასეთ შემთხვევაში, იღებენ 5 გ ნიდაგს და ამატებენ 12,5 მლ 1 ნორმალობის კალიუმის ქლორიდს.

სინჯარებს ახურავენ რეზინის საცობებს, ნიდაგს ხსნარით კარგად ანჯღრევენ და ტოვებენ მეორე დღემდე. როცა, სინჯარაში ნიდაგი გამოილეკება (ნჯღრევიდან 10 — 15 წუთის შემდეგ), მოაცილიან საცობებს და აყოენებენ საცობსა და კედელს შორის არსებული მღვრიე სითხის ჩაწდომა კვლავ ახურავენ საცობს, გადახრიან მას და სინჯარის წრიული ბრუნვით, ჩარეცხავენ კედლებზე დარჩენილ ნიდაგის ნაწილაკებს. 10 წუთის შემდეგ ამ ხერხს იმეორებენ და სინჯარებს ათავსებენ შტატივის ბუდეში. მეორე დღეს, ფრთხილად, ნალექის ამღვრევის გარეშე, პიპეტით იღებენ 5 მლ ხსნარს: ხსნარში ჩაშვებამდე, პიპეტის ზედა ბოლოს ხურავენ თითით, რითაც თავიდან იცილებენ, ხსნარის ზედაპირზე მოტივტივე ნიდაგის წვრილი ნაწილაკებისა და მცენარეული ნარჩენების მოხვედრას პიპეტში.

პიპეტით ამოღებულ სუფთა, გამკვირვალე ხსნარს კოლორიმეტრიებისთვის გადაიტანენ მშრალ სუფთა სინჯარაში. მასში ამატებენ 0,3 მლ კომბინირებულ ინდიკატორს. ხსნარს კარგად შეუტრევენ (საცობის დახურვა არ არის საჭირო) და ადარებენ სკალასთან. შედარებას აწარმოებენ თეთრი ქაღალდის ფურცელზე გაფანტული სინათლის პირობებში. იწერენ სტანდარტული სკალის იმ ხსნარის pH, რომელსაც დაემთხვა საკვლევი ხსნარის ფერი. თუკი საკვლევი ხსნარის ფერი არ ემთხვევა სტანდარტული სკალის ხსნარებს, მაგალითად, საკვლევი ხსნარს აქვს უფრო მოწითალო ფერი, ვიდრე სკალის იმ სინჯარის ხსნარს, რომლის pH — 4,8, მაგრამ, ამავე დროს ეს ხსნარი უფრო ყვითელია, ვიდრე სკალის იმ სინჯარის ხსნარი, რომლის pH — 4,6, მაშინ საკვლევი ხსნარის pH იქნება 4,7.

ფერების შედარების გასაადვილებლად ალიამოვსკის ხელსაწყოს თან ახლავს კომპარატორი.

სკალასთან საკვლევი ხსნარების შედარების ტექნიკა ამ შემთხვევაში რამდენადმე განსხვავებულია. შეფერილი საკვლევი ხსნარით სინჯარას ათავსებენ კომპარატორის მარცხენა ბუდეში. მარჯვენა ბუდეში მოთავსებულ სინჯარაში ასხამენ 5 მლ გამოხდილ წყალს. კომპარატორში დგამენ სტანდარტულ ფერად სკალას ისე, რომ მისი შეფერადებული ნაწილი მდებარეობდეს გამოხდილი წყლიანი სინჯარის პირდაპირ, ხოლო უფერული — საკვლევი ხსნარის პირდაპირ. კომპარატორს იღებენ მარცხენა ხელით და იჭერენ თვალის დონეზე, მიბრუნდებიან სინათლისაკენ და სკალას იჭერენ მათგან საწინააღმდეგო მხარეს. სტანდარტულ სკალას ამოძრავებენ ზევით და ქვევით, პოულობენ მის იმ ზეკციას, რომელიც თავისი შეფერვით ემთხვევა საკვლევი ხსნარის ფერს. კომპარატორს შემოაბრუნებენ სკალით თავისკენ, აითვლიან pH-ის სიდიდეს და ჩაიწერენ ანალიზის შედეგებს. (ცხრ. 19).

ცხრილი 19

ალიამოვსკის სკალით, 1 ნორმალობის KCl-ის ხსნარში
pH-ის განსაზღვრის შედეგები.

ნიმუშის ლაბორატორიული ნომერი	pH	შენიშვნა

pH-ის დაჩაარავიანი კოლორიმეტრული განსაზღვრა
მარილის ხსნარში

„ВИАУ“-ს მასიური ანალიზების ლაბორატორიაში ვ. მ. კლიჩნიკოვის მიერ შემუშავებული იქნა pH განსაზღვრის ხერხები. მანვე შექმნა მარტივი აპარატურა, რომელიც საშუალებას იძლევა სამუშაო დღის განმავლობაში ერთმა ანალიტიკოსმა მუშაობის ნაკადური მეთოდის პირობებში ჩაატაროს 250 განსაზღვრა.

ჭ უ რ ჯ ე ლ ი და რ ე ა ქ ტ ი ვ ე ბ ი :

1. ალიამოვსკის ფერადი ფერშეუცვლელი სკალა.

1. 1 n კალიუმის ქლორიდის ხსნარი.

ტექნიკურ სასწორზე წონიან 75 გ KCl, ხსნიან წყალში და მიჰყავთ 1 ლიტრამდე. მასიური ანალიზების ჩატარებისას მიზანშეწონილია 5 — 10 ლ ხსნარის ერთად მომზადება.

ხსნარის pH უნდა იყოს 5,5 — 6,0 (რაც მოწმდება კომბინირებულ ინდიკატორით). თუ ხსნარის pH 5,5-ზე ნაკლებია, მას ემატება 1% KOH ხსნარის რამდენიმე წვეთი. თუ pH მეტია 6,0-ზე, მაშინ ამატებენ 1%-იანი HCl-ის რამდენიმე წვეთს.

3. კომბინირებული ინდიკატორი. სკალა და ხსნარები 1 — 3 იგივეა, რაც მითითებულია ალიამოვსკის მეთოდის აღწერის დროს, (5, 6, 7 პუნქტები, გვ. 196).

4. ქიმიური კიჭები — 100 მლ მოცულობის, 600 — 700 ცალი ერთ ანალიტიკოსზე.

5. 5 მლ დანაყოფიანი ჩვეულებრივი სინჯარა (3,5 — 4,0 მმ დიამეტრით) იგივე რაოდენობით, რა რაოდენობითაც ქიმიური კიჭებია საჭირო. ანალიზისთვის სინჯარები შეირჩევა იგივე დიამეტრით, რაც სტანდარტული სკალის დასამზადებლად გამოყენებული. მინა უნდა იყოს უფერული.

სინჯარებზე დანაყოფებს შემდეგნაირად აკეთებენ: სინჯარაში ასხავენ 5 მლ წყალს (პიპეტით ან ბიურეტით) და წყლის მენისკის დონეზე კეთდება ნიშნული.

6. სპეციალურად დამზადებული შტატივი, რომელშიც ათავსებენ კიჭებს და სინჯარებს. (20 ჭიქა და 20 სინჯარა თითოეულში).

7. ტუბუსიანი მინის ჭურჭელი, 1 n KCl-ის 7 — 10 ლ ხსნარსათვის. ჭურჭელს, კაუჩუკის მილის საშუალებით უერთდება სპეციალური საზომი ჭურჭელი (დოზატორი) 75 მლ ხსნარის ავტომატურად ჩამოსხმისათვის.

8. მინის წკირები რეზინის ბოლოებით ან (უმჯობესია) პლასტმასის წკირები. მუშაობის პროცესში თითოეულ კიჭაში თავსდება წკირი. ამიტომ საჭიროა 300 — 400 წკირი.

9. ბურთულებიანი მაცივარი (კომბინირებული ინდიკატორისათვის) მიღესილ ბოლიანი პიპეტით. პიპეტის ზედა ბოლოზე გაკეთებულია რეზინის ჩამოსაცმელი, პიპეტს გაკეთებული აქვს ნიშანხაზი, რომლითაც შესაძლებელია 0,3 მლ ინდიკატორის ჩამოსხმა. ნიშანხაზს შემდეგნაირად უკეთებენ: პიპეტს აკლიან კაუჩუკის ჩამოსაცმელს. მის ვიწრო ბოლოს აჭერენ მარცხენა ხელის თითს, ზემოდან კი, პიპეტში ასწავენ 0,3 მლ ინდიკატორს, (რისთვისაც იყენებენ 1 მლ დანაყოფიანი პიპეტს). ხსნარის დონეზე კეთდება ნიშანხაზი.

10. შტატივი, რომელშიც ჩადგმულია ალიამოვსკის ფერადი სკალის სინჯარები. შტატივი წარმოადგენს ხის დაფას (3 სმ სიგრძის, 8 სმ სიგანის და 0,7 სმ სისქის) რომლის ბოლოზე დამაგრებულია სამკუთხა გვერდულები. შტატივის სიგრძეზე გაჭიმულია 2 მავთული, რომელიც მავრდება სამკუთხედების დახრილ ბოლოებზე (შუაწელზე ცოტა მაღლა). მავთულებზე, რეზინის რგოლების მეშვეობით

მაგრდება სკალის სინჯარები, მათი დიამეტრის 1,3 — 1,4 მანძილის დაშორებით ერთმანეთისაგან. სკალა დამაგრებულია ორ შტატივზე.

11. 30 გ ნიადაგის საწყაოდ მოსახერხებელია შესაბამისი ზომის ფაიფურის ტიგელების გამოყენება.

ანალიზის მსვლელობა. ნომრავენ შტატივებს, ნომერს უსვამენ შტატივის ორივე სამაგრზე. ამის გარდა, შტატივზე, თითოეული ჰიქის ჩასადგმელი ბუდის პირდაპირ, მზარდი რიგის მიხედვით, კეთდება ჰიქების ნომერაცია (მარჯვნიდან მარცხნივ), თვით ჰიქებზე არავითარ წარწერებს არ აკეთებენ. ამრიგად, თითოეულ შტატივზე კეთდება 20 დანომრვა, 10 ერთი, ხოლო 10 მეორე მხრიდან. სამუშაოდ ერთდროულად იღებენ 13 — 15 შტატივს. მათში იდგმება 260 — 300 ჰიქა. ნიადაგის ნიმუშებს ათავსებენ მაგიდაზე და უწყისში (ცხრილი 20) ავსებენ პირველ სვეტს.

ცხრილი 20

ნიმუშის №	შტატივის №	ჰიქის №	pH	შენიშვნა

იღებენ 30 გ ნიადაგს და ათავსებენ ქიმიურ ჰიქაში. ავსებენ უწყისის 2 და 3 გრაფას. ამრიგად, წინასწარ მომზადებულ ჰიქებში ათავსებენ ნიადაგის წონაკს. მასზე ამატებენ 75 ნლ 1 n KCl-ის ჭსნარს (დოზატორით). ჰიქებში ჩაუშვებენ წყირს და შიგთავსს კარგად შეურევენ 6 — 8 წამის განმავლობაში, რის შემდეგ წყირებს ამოიღებენ. შერეულ სუსპენზიას ტოვებენ ღამის განმავლობაში, რის შემდეგაც შტატივის ბუდეებში, რომლებიც მოთავსებულია ჰიქის პირდაპირ, ათავსებენ სინჯარებს, რომელთაც აქვთ გვერდითი ნასვრეტი (20 სინჯარა თითოეულ შტატივზე).

2 შტატივს სტანდარტული სკალით დგამენ თეთრ ქალღმადგაფარებულ მაგიდაზე ფანჯარასთან ახლო. მორიგეობით, ამავე მაგიდაზე, ანალიტიკოსიდან მარცხენა მხარეს დგამენ შტატივს ჰიქებით. ერთ რიგზე მოთავსებულ ყველა სინჯარაში, ე. ი. ერთდროულად 10 სინჯარაში ამატებენ 0,3 მლ კომბინირებულ ინდიკატორს თითოეულში. შემდეგ, № 1 ჰიქის პირდაპირ მოთავსებულ სინჯარას იღებენ მარჯვენა ხელში და აკვირდებიან ინდიკატორის ფერს, იგი შეიცვლენა მაშინ, როცა სინჯარა კარგად არ არის გარეცხილი. თუ ფერი არ შეიცვალა, სინჯარას ზემოდან აფარებენ საჩვენებელ თითს (წინააღმდეგ შემთხვევაში, მასში შეიძლება მოხდეს ხსნარის ზედაპირზე მოტივტივე ორგანული ნარჩენები) და ჩაუშვებენ გამონაწერიან ჰიქაში ისე,

რომ სინჯარის გვერდითი ნასვრეტი მოთავსდეს ხსნარის ზედაპირიდან 3 — 5 მმ-ით დაბლა, გამჭვირვალე ხსნარი სინჯარაში შედის ვვერდითი ნასვრეტის საშუალებით. ხსნარის შესვლას არეგულირებენ სინჯარის ზედა ბოლოზე თითის მოძრაობით. როგორც კი სინჯარა აივსება ნასვრეტის ზედა კიდემდე, მას სწრაფად ამოიღებენ ჰიქიდან. ამ დროს, სინჯარაში ხსნარი თანაბრად არის შეფერილი ინდიკატორით. სინჯარის ქვედა ბოლოს კარგად გაწმენდენ (ფილტრის ქალაღლით). სინჯარას მიიტანენ სტანდარტულ სკალასთან შესადარებლად pH-ის მაჩვენებლის დასადგენად.

ამის შემდეგ სინჯარას ათავსებენ მარჯვნივ მდებარე თასზე

მიღებული შედეგები შეაქვთ უწყისში.

pH-ის განსაზღვრა სკალის საშუალებით — საბასუხისმგებლო სამუშაოა. ის უნდა ჩატარდეს დიდი სიზუსტით. არის შემთხვევები, როცა სინჯარაში შედის 5 მლ-ზე მეტი ხსნარი და ინდიკატორი ძლიერ განზავდება ხოლმე. ამ შემთხვევაში, სინჯარაში ხსნარის შეფერვა შესამჩნევად სუსტი იქნება სტანდარტული სკალის ხსნარების ფერთან შედარებით და საჭიროა, სინჯარაში ხსნარს დაემატოს 2 — 3 წვეთი ინდიკატორი.

თუკი პირიქით, სინჯარაში შვეა 5 მლ-ზე ნაკლები ხსნარი, მაშინ სკალის ხსნარებთან შედარებით, შეფერვა უფრო ინტენსიური იქნება. ამ შემთხვევაში სინჯარას ხელახლა ჩაუშვებენ ჰიქაში, რათა სინჯარაში ხსნარმა შიაღწიოს ნასვრეტის ზედა კიდემდე და შემდეგ საზღვრავენ pH-ს.

თვალი რომ არ დაიღალოს, რეკომენდებულია, ყოველი 100 განსაზღვრის შემდეგ მეორე დღისათვის მოსამზადებელ სამუშაოზე გადასვლა და შესასრულებელი სამუშაოს ასეთი მორიგეობითი შეცვლა.

pH-ის დაჩქარებული ხერხით განსაზღვრისას მიღებული შედეგების შედარებამ ალიამოვსკის ხელსაწყოთა გამოყენებით მიღებულ შედეგებთან, გვიჩვენა, რომ ისინი იძლევიან სრულიად დამაკმაყოფილებელ შედეგებს.

დაჩქარებული ხერხით pH-ის განსაზღვრას გააჩნია შემდეგი უპირატესობანი: 1) მაღალი მწარმოებლობა 2) ანალიზის ძირითადი ოპერაციების გამარტივება (ხსნარის მოცულობის გაზომვის ავტომატიზაცია, გამონაწურის აღებისა და ინდიკატორის დამატების მონერხებულობა, გამლილი სკალა).

3. თავიდან არის აცილებული საკვლევი ნიმუშის დაქუცყიანება ხსნარის წინა ულუფისაგან, რაც ასე ხშირია ერთი პიპეტით მუშაობისას.

4. ეს გარემოება, რომ ინდიკატორი სინჯარაში იხსნება უფრო ადრე, ვიდრე საკვლევი ხსნარი, საშუალებას იძლევა მეტი კონტროლი გაუწიოთ სინჯარების სისუფთავეს.

წყალბადის იონების კონცენტრაციის (рН) ელექტრომეტრული განსაზღვრა ემყარება ელექტრომომოძრავებელი ძალის განსაზღვრას ქსელში, რომელიც შედგება ორი ნახევარელემენტისაგან: ა) საკვლევ ხსნარში ჩაშვებული გამზომი ელექტროდი, ბ) დამხმარე ელექტროდი, რომელსაც გააჩნია პოტენციალის მუდმივი მაჩვენებელი.

გამზომი ელექტროდების სახით გამოიყენება წყალბადის, სტიბიუმის, ქინიძრონის და მინის ელექტროდები. მათგან უპირატესობა ენიჭება მინის ელექტროდს, რომელიც საშუალებას იძლევა გაიზომოს рН მჟავიანობისა და ტემპერატურის ფართო დიაპაზონის პირობებში. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ის ფაქტი, რომ ხსნარში არსებული დაშვანგველი და აღმდგენლები განსაზღვრას ხელს არ უშლიან.

მინის ელექტროდები არსებობს სხვადასხვა ფორმის. ყველაზე მეტად გავრცელებულია მინის ის ელექტროდები, რომლის ბოლოები წარმოადგენენ სპეციალური შედგენილობის მინისაგან დამზადებულ თხელყვდილიან ბურთულებს. ბურთულა მიჩნეილია მილთან ჩვეულებრივი ლაბორატორიული მინის საშუალებით. მინის ელექტროდის შიგთავსი ავსებულია კონტაქტური ხსნარით, რომლის рН-ის მაჩვენებელი მუდმივია. (მაგ., 0,1 n მარილმჟავას ხსნარი).

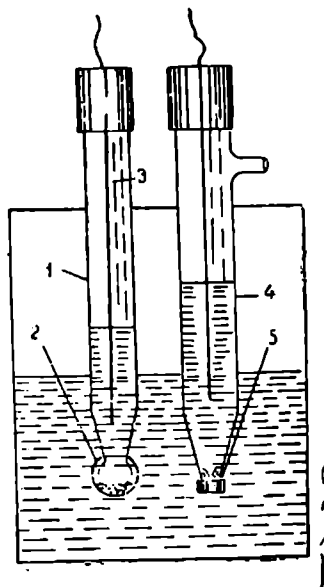
საკვლევ ხსნარში ელექტროდის ბურთულის ჩაშვებისას, მინისა და ხსნარის გამყოფ საზღვარზე წარმოიშვება პოტენციალთა სხვაობა. მისი სიდიდე დამოკიდებულია საკვლევ ხსნარში H იონების კონცენტრაციის სიდიდეზე (აქტივობაზე).

მუდმივი პოტენციალის მქონე დამხმარე ელექტროდის სახით წინათ იყენებდნენ კალომელის ელექტროდს. უკანასკნელ დროს კი ფართოდ გავრცელდა ქლორ-ვერცხლის ელექტროდი. იგი გაცილებით მოხერხებულია და ამავე დროს უზრუნველყოფს პოტენციალის საკმაოდ მდგრადობას.

მინის ელექტროდის გამოყენებით, ხსნარში рН განსაზღვრისას ელექტრული წრის შექმნისათვის იყენებენ 2 დამხმარე ელექტროდს: ა) ელექტროდი, რომელიც უშუალოდ არის შეერთებული მინის ელექტროდთან და რომლის დანიშნულებაა განტვირთოს იგი დენისაგან, ჩვეულებრივ თავსდება მინის ელექტროდის შიგნით (შიდა კონტაქტური ელექტროდი). ბ) ელექტროდი, რომლის მეშვეობითაც მყარდება ელექტროლიტური კონტაქტი საკვლევ ხსნართან (გარე დამხმარე ელექტროდი).

მე-4 სურათზე ნაჩვენებია მინის ელექტროდი დამხმარე ქლორ-ვერცხლის ელექტროდებით.

მინის ელექტროდის შიდა ნაწილი (მილი 1, ბურთულა 2) ავსებულია კონტაქტური ხსნარით (მარილმკვავას ხსნარი), რომელშიც ჩაშვებულია მოვერცხლილი პლატინის მავთული (3), იგი ზემოლან დაფარულია ვერცხლის ქლორიდით და გამოყენებულია როგორც შიდა დამხმარე ელექტროდი (ქლორ-ვერცხლიანი).



სურ. 4. pH-ის ელექტრომეტრული განსაზღვრის ელექტროდული უჯრედი.

ვის კომპენსაციური სქემით; ხელსაწყოები, რომლებიც უშუალოდ გადასცემენ გაძლიერებულ ე. მ. დ. გალვანომეტრს, რომელზეც იღება პირდაპირი ანათვალი.

კომპენსაციის მეთოდით pH განსაზღვრის პრინციპიალური სქემა მოცემულია მე-5 სურათზე. მოძრავი კონტაქტი თავდაპირველად გადააქვთ B წერტილში. წრედში ირთვება ვესტონის ელემენტი, რომლის ე. მ. დ. 1018mV ტოლია. ღებულობენ ორ ურთიერთსაწინააღმდეგოდ მიმართულ ე. მ. დ., ერთს B ბატარეიდან და მეორეს ვესტონის ელემენტიდან. DE წინალობის ჩართვით აღწევენ ე. მ. დ. კომპენსაციას, რომლის დროსაც გალვანომეტრის ისარი დაიკავებს ნულოვან მდგომარეობას. ე. ი. AB წინალობას ვესტონის ელემენტიდან და B ბატარეიდან გადაეცემა ერთგვაროვანი ე. მ. დ., რომელიც ტოლი იქნება 1018mV. თუ AB მავთულის სიგრძე 1018 მმ ტოლია, მაშინ მისი 1 მმ შეესაბამება mV.

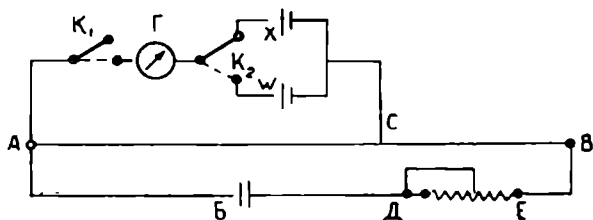
ვესტონის ელემენტის ნაცვლად რთავენ საცდელ ელემენტს, რომლის ე. მ. დ. (ისევე როგორც ვესტონის ელემენტი) მიმართულია B

გარე დამხმარე, შემადარებელი ელექტროდი (4) საკვლევ ხსნართან შეერთებულია ელექტროლიტური გასაღებით (5), რომლის სახით გამოიყენება ფორიანი კერამიკა, აზბესტის პატრუქი და სხვა.

რადგან მინის ელექტროდის ელექტროწინალობა ძალიან დიდია (ათეული და ასეული მეგი), დენის ძალის აბსოლუტური ნაჩვენებელი წრედში უმნიშვნელოა. ეს მოითხოვს მაღალი მგრძობელობის მქონე საზომი ხელსაწყოების გამოყენებას, გასაზომი დენის წინასწარი გაძლიერებით.

არსებული გამოზომი ხელსაწყოები pH — მეტრი) აგებულია ორ სხვადასხვა პრინციპზე: ხელსაწყოები გაზომ-

ბატარიის ე. მ. დ. ააწინააღმდეგოდ. კომპენსაციას აღწევენ (გალვანო-მეტრის ისრის ნულოვანი ძვგომარეობა) დამატებითი წინაღობის DE-ს შეტანის გარეშე. როგორც ამას ადგილი ჰქონდა პირველ შემთხვევაში, არაქედ მოძრავი კონტაქტის C გადაადგილებით. დავუშვათ კომპენსაციის მომენტში C კონტაქტი A წერტილიდან დაშოებულა 450 მმ-ით. რადგან მათულის ყოველ მმ-ზე პოტენციალთა სხვაობა იცვლება 1 მV-ით, ამიტომ საკვლევი ელემენტის ელექტრომამოძრავებელი ძალა შეადგენს 450 მV-ს: ე. მ. დ. სიდიდისაგან გამომდინარე ანგარიშობტენ ან პოულობენ გრაფიკულად საკვლევი სწნარის (სტესპენსიის) pH.



სურ. ელექტრომამოძრავებელი ძალის იმპლემენტური მეთოდით გამოზომის სქემა.

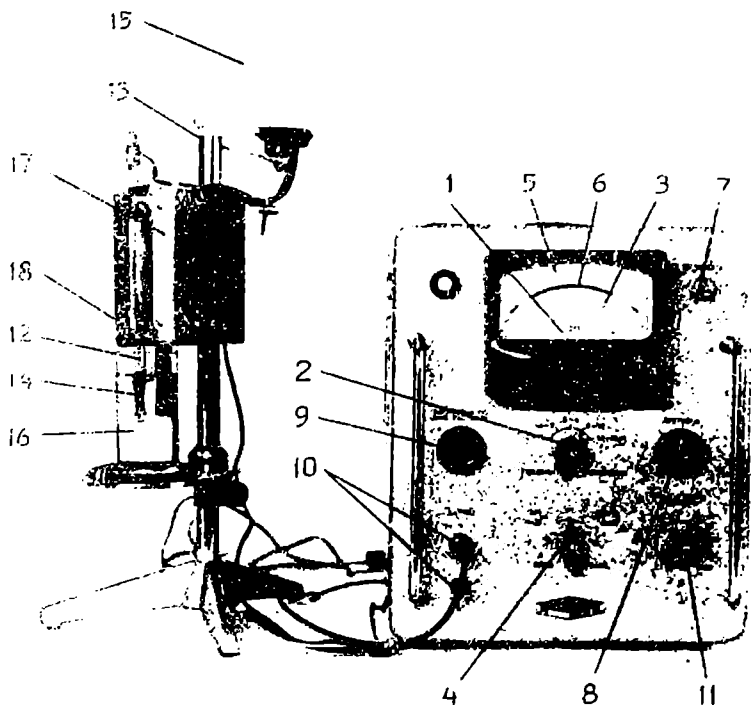
კომპენსაციის პრინციპი ეუბობენ ხელსაწყოები ЛП 5, ЛП — 58: pH-ის მასიური განსაზღვრისათვის მნიშვნელოვანი უპირატესობა ენიჭება გაზომვის სხვა პრინციპს — „ისრის გაღართ“ გამომვას: გალვანომეტრი ამ შემთხვევაში გამოიყენება არა როგორც ნულოვანი ხელსაწყო, არამედ სკალზე უშუალო ათვლისათვის. თუ წრედის წინაღობა მუდმივია, მაშინ დენის ძალა გამოიყენება. როგორც ე. მ. დ.-ის გაზომვი და აქედან გამომდინარე აგრეთვე pH-ის სიდიდისა. ეს ზეზნი ნაკლებ ზუსტია. ვიდრე კომპენსაციის ხერხი. მაგრამ მასიური ანალიზებისათვის იგი სრულიად დასაშვებია.

კომპენსაციის მეთოდთან შედარებით ეს მეთოდი გაცილებით პარტივი და მაღალი წარმადობისაა. ამიტომ ახლა ფართოდ გავრცელდა pH-ის განსაზღვრის ხელსაწყოები. რომლითაც წარმოებს გალვანომეტრის სკალაზე ანათვალის აღება. ამასთან. სკალაზე მოცეპულია უშუალოდ pH-ის სიდიდე: ასეთი ხელსაწყოებია ЛПУ — 01, ЛПМ — 60, ППМ — 03 და „აგროქიმიკოსი“.

pH განსაზღვრა pH — მბრის საშუალებით

pH — მბერი ЛПУ — 01

ლაბორატორიული pH მეტრი, უნივერსალური ЛПУ 01 (სურ. 6) გამოიყენება pH-ის განსაზღვრისათვის ლაბორატორიულ პირობებში. იგი შეიძლება აგრეთვე გამოყენებული იქნას, როგორც მილივოლტმეტრი ან როგორც ნულ — ინდიკატორი.



პერ. 6. ლაბორატორიული pH-მეტრი ПНУ — 01.

ხელსაწყოს კვება წარმოებს 220 v მქონე ცვლადი დენის წყაროდან, ხოლო 127 v მქონე წყაროდან ტრანსფორმატორის გამოყენებით.

pH-მეტრი ПНУ — 01 საშუალებას იძლევა ვაგზომოთ pH ფართო ინტერვალში — 2-დან 14-მდე. სკალა დაგრადუირებულია pH-ის ერთეულებში და მილივოლტებში. ანათვალის აღების სიზუსტისათვის სკალა დაყოფილია 4 ერთეულად, თითოეული დანაყოფი 0.05 ერთეულის ტოლია,

— 2-დან 14-ის ფარგლებში ვაგზომის ჩასატარებლად ხელსაწყოს აქვს დიაპაზონების გადამრთველი. თუ დიაპაზონის გადამრთველი უკიდურეს მარცხენა მდგომარეობაშია— $2 \div 14$, ხელსაწყო უჩვენებს pH-ის საორიენტაციო სიდიდეს, რომელიც ათვლება ქვედა სკალაზე — 0.5 ერთეულის დანაყოფით. აღნიშნულ სკალაზე შეიძლება ვაწარმოოთ pH. ვაგზომები 0,2 ერთეულის სიზუსტით. თუკი ასეთი სიზუსტე

საკმარისი არ არის, pH-ის განსაზღვრას აწარმოებენ ვიწრო დიაპაზონზე გადართვით. ზედა სკალაზე შეიძლება ვაწარმოოთ გაზომვები (გადართვის მეშვეობით) შემდეგ ვიწრო დიაპაზონებში: — $2 \div 2$ pH; $2 \div 6$ pH; $6 \div 10$ pH; $10 \div 14$ pH.

pH-ის ზედა სკალის სულ ბოლო მარჯვენა დანაყოფი, იმის მიხედვით, თუ რომელ დიაპაზონზეა დაყენებული, შეიძლება ჩაითვალოს როგორც — 2; 2; 6; 10 (pH ერთეული), სულ ბოლო მარჯვენა დანაყოფი კი შესაბამისად +2; 6; 10; 14 pH.

მას შემდეგ რაც აპარატს ჩართავენ 220 v მქონე ცვლადი დენის ქსელში, ხელსაწყოს ჩართვა სამუშაოდ წარმოებს გადამრთველის (7) მეშვეობით. pH-ის განსაზღვრისას, ხსნარის ტემპერატურაზე კორექტირება წარმოებს სახელურის „температура раствора“ საშუალებით (11). ტემპერატურის ხელით კომპენსაციის ნაცვლად, შეიძლება, გამოყენებული იქნას ავტომატური კომპენსატორი, რომელსაც საკვლევ ხსნარიდან ქიქაში ჩაუშვებენ ელექტროდებთან ერთად.

ბუფერული ხსნარების მიხედვით ხელსაწყოს გამართვისათვის გამოიყენება კორექტორი—„Настройка по рН-у при рН-решении“ (9). გარდა ამისა ხელსაწყოს აქვს მინის ელექტროდის წყალბადის ფუნქციების გრადიენტი (8). კორექტორის (9) და აღნიშნული რეგულიატორის (8) გამოყენებით აწარმოებენ აპარატის აწყობას ბუფერული ხსნარების მიხედვით.

სახელურით „Виды рН-а“ ხელსაწყო pH-ის განსაზღვრიდან შეიძლება გადაირთოს უანგვა-აღდგენის პოტენციალის განსაზღვრაზე. +100-დან —100 მვ-მდე უანგვა-აღდგენის პოტენციალი იზომება ± 2 მვ სიზუსტით, ანათვალი აიღება მილივოლტების სკალაზე (6). ფართო მასშტაბით — 200 მვ-დან +1400 მვ-მდე და +200 მვ-დან —1400 მვ-მდე უანგვა-აღდგენის პოტენციალის გაზომვა წარმოებს ხელსაწყოს „უხეშ“ სკალაზე (3) ± 40 მვ სიზუსტით. pH — მეტრის აღმრიცხველი მეორად გასაზომ ხელსაწყოსთან ირთება შტეკერის მეშვეობით ბუდეში (10).

pH — მეტრის გადამცემი DJI — 01 შედგება მინის ელექტროდისა და შესადარებელი ქლორ-ვერცხლიანი ელექტროდისაგან, რომელნიც დამაგრებულნი არიან ლითონის საყრდენზე.

შესადარებელი ელექტროდი გამდინარე კონსტრუქციისა. იგი მოთავსებულია KCl-ის ნაჯერი ხსნარით ავსებულ რეზერვუარში (15). ხსნარი რეზინის შილს საშუალებით კერამიკული საფენის მქონე ზრახნილი საცობის გავლით ჩადის ქიქაში, რომელშიც საკვლევ ხსნარია ჩასხმული. კალიუმის ქლორიდის ჩამოდენის სისწრაფე მილიდან რეგულირდება მილის ბოლოს მოთავსებული ზრახნიანი საცობის მეშვეობით. კალიუმის ქლორიდის ნაკადის საშუალებით მყარდება ელექ-

ტროლიტური კონტაქტი შესაღარებელ ელექტროდსა და საკვლევ არეს შორის. ნიღაღის წყლის სუსპენზიაში pH-ის განსაზღვრისას, საჭიროა, ზოეწყოს KCl-ის უმცირესი ჩამოდენა ელექტროლიტური გასაღებიდან (პლასტმასის დაბოლოებაში საცობი უნდა გაიხსნას ბოლომდე). რადგანაც კალიუმის ქლორიდის ქარბი რაოდენობა შეიძლება შევიდეს რეაქციაში ნიღაღურ-შთანქმით კომპლექსთან, რაც თავის მხრივ გამოიწვევს სუსპენზიას pH-ის შეცვლას. 1 n კალიუმის ქლორიდის სუსპენზიაში ნიღაღის pH-ის გაზომვისას ელექტროლიტური ჩამკეტიდან ჩამოდენილი კალიუმის ქლორიდი შეადგენს უმნიშვნელო ნაწილს სუსპენზიაში მის კონცენტრაციასთან შეფარდებით და არ მოქმედებს სუსპენზიის pH-ის საბოლოო მაჩვენებელზე.

გადამცემ DJL — 01-ში გათვალისწინებულია თერმომეტრის ან თერმოკომპენსატორის დამაგრება ისე, რომ pH-ის განსაზღვრისას თერმომეტრის (თერმოკომპენსატორის) კონტაქტური ნაწილი ელექტროდებთან ერთად ჩამკეტილი იყოს საკვლევ ხსნარში. თერმოკომპენსატორის გამოყენებისას არ არის საჭირო ხსნარის ტემპერატურაზე მუდმივი თვალყურის დევნება და მისი კორექტირება ხელის ტემპერატურული კონდენსატორით. თერმოკომპენსატორის გამოყენება განსაკუთრებით მოსახერხებელია მასიური ანალიზის ჩატარების დროს.

pH მეტრ — ЛПУ — 01-ის გადამცემა, ქარხნიდან მოდის დაშლილ მდგომარეობაში. მისი აწყობა ხდება შესაბამისი ინსტრუქციის საფუძველზე. ტრანსპორტირების დროს ქლორ-ვერცხლიანი ელექტროდის ბოლოს მაგრდება რეზინის საცობი, რათა არ მოხდეს კალიუმის ქლორიდის ამოშრობა ელექტროდის შიგნით. გადამცემის აწყობისას, რეზინის მილს აკლიან და შესაღარებელი ელექტროდის რეზერვუარში ასხამენ ოთახის ტემპერატურის მქონე KCl-ის ნაჯერ ხსნარს. KCl-ის ცხელი ხსნარის ჩასხმა არ შეიძლება, რადგან მისი გაცივების შემდეგ წარმოქმნილმა კრისტალებმა შეიძლება გამოიწვიოს რეზინის მილის ან პლასტმასის ბოლოს დაცობა, რაც გამოიწვევს KCl-ის ნაკადის შეწყვეტას და საბოლოოდ გავლენას ახდენს გაზომვის შედეგებზე.

რეზერვუარში KCl-ის ხსნარის ჩასხმის შემდეგ, ამავე ხსნარით ივსება ელექტროლიტური გასაღების მთელი სისტემა. ამისათვის, პლასტმასის დაბოლოების მქონე რეზინის მილს ანთავისუფლებენ სამაგრიდან და მის ბოლოს გადმოაპირქვევებენ საცობით ზემოთ. შემდეგ ხრახნილოს საშუალებით ხსნიან საცობს და საშუალებას აძლევენ KCl-ის ხსნარს თავისუფალი ნაკადის სახით გადმოინდეს სისტემიდან. ამ დროს მთელი სისტემა მთლიანად ივსება კალიუმის ქლორიდის ხსნარით და მილებიდან გამოიღვენება ჰაერის ბუშტულები. საცობს

ისევ ჩაბრახნიან, პლასტმასის ბოლოს ისევ აბრუნებენ წორმალურ მდგომარეობაში საცობით ქვემოთ და ამავრებენ გადამცემის საპაგ-რზე. აღნიშნულ ოპერაციას პერიოდულად იმეორებენ მუშაობის პროცესშიც, რათა დარწმუნდნენ შესადაარებელი ელექტროდის ელექტრო-ლიტური კონტაქტის საიმედოობაში.

pH — მებრ ЛПУ — 01-ის მომზადება საშუალოდ

ხელსაწყო ЛПУ — 01-ის ელექტრონულ სქემას აქვს ვიბრაციის გარდაქმნელი, რომელიც მუდმივი დენის ძაბვას გარდაქმნის პროპორციონალურ ცვლად დენის ძაბვად, რომელიც შემდეგ რამდენჯერმე ძლიერდება და გადაეცემა გამზომ ხელსაწყოს. ხელსაწყოს ასეთი სქე-მა ექსპლოატაციის პროცესში გამოირჩევა იმით, რომ მას არა აქვს ნულოვანის დამაყენებელი და წოლი მუშაობის პროცესში არ კორექტირდება იმ pH — მეტრებისაგან განსხვავებით, რომელთაც გააჩნიათ მუდმივი დენის ძალის გამაძლიერებლები (ЛПМ — 60; ППМ — 03).

ЛПУ — 01-ის სხვა უპირატესობად ითვლება ზელსაწყოს მუშა-ობის სტაბილურობა დროის განმავლობაში. ხელსაწყოს დაყენება ბუფერული ხსნარებით ხდება 2 — 3 კვირაში ერთხელ, ხოლო შე-მოწმება ერთი ან ორი ბუფერული ხსნარით საჭიროა ყოველდღი-ურად, მუშაობის დაწყების წინ.

ბუფერული ხსნარებით ЛПУ—01-ის აწყობა ხდება 2 კორექტორის საშუალებით: 1) „Настройка по буферному раствору“ და 2) „КРУ-ТНЗНА“. ახალი ხელსაწყოს სამუშაო მდგომარეობაში მოსაყვანად იყე-ნებენ სტანდარტული ბუფერული ხსნარების სრულ სერიას 1,68 pH (— 2 ± 2 pH დიაპაზონისათვის), 3,56 და 4,01 (2 ± 6 pH დიაპაზონისა-თვის) 6,86 და 9,18 ($6 \div 10$ pH დიაპაზონისათვის).

pH—მეტრის აწყობას ბუფერული ხსნარების გამოყენებით იწყებენ კორექტორით — „Настройка по буферному раствору“ ელექტრო-დებს უშვებენ ბუფერულ ხსნარში, რომლის pH=4,01. გადამრთველს აყენებენ $2 + 6$ pH დიაპაზონზე, და 1—2 წთ-ის შემდეგ იღებენ ანათ-ვალს გამზომ ხელსაწყოზე. იმ შემთხვევაში, თუკი ხელსაწყო იძლე-ვა pH-ის ისეთ მაჩვენებელს, რომელიც 0,04 pH-ით მეტია ან ნაყ-ლებია ბუფერის pH-ის თეორიულ მაჩვენებელზე, მაშინ ხელსაწყო კორექტორ „Настройка по буф. раствору“ მეშვეობით მიგვყავს pH-ის თეორიულ მაჩვენებლამდე. ხოლო თუ ეს გადახრა 0,04 pH-ზე ნაკლებია, ხელსაწყო გასწორება არ არის საჭირო.

შემდეგ ელექტროდებს გულდასმით ჩარეცხავენ გამოზდილი წყლით. ჭიქაში ასხამენ სხვა pH-ის მქონე ბუფერს და იღებენ ანათ-ვალს გამზომ ხელსაწყოზე. ასე, თანმიმდევრობით ამოწმებენ ყველა

ბუფერული ხსნარის pH-ს. კორექტორით—„Настройка по буферному раствору“ ხელსაწყოს დაყენების შემდეგ, თუ ხელსაწყო ყველა დანარჩენ ბუფერულ ხსნარზე არ იძლევა 0,04 pH-ზე მეტ გადახრას, მაშინ ხელსაწყოს გასწორება კორექტორ—„крутизна“-თი არ არის საჭირო.

თუ კორექტორით — „Настройка по раствору“ არ სწორდება ხელსაწყო ისე, რომ გაზომვის ცდომილება თითოეული ბუფერისათვის არ აღემატებოდეს 0,04 pH, საჭიროა დამატებით დაეყენოთ ხელსაწყო კორექტორ „крутизна“-ის დახმარებით. ამ შემთხვევაში ხელსაწყოს დაყენება ხდება 2 ახალდამზადებული 4,01 და 9,18 pH-ის მქონე ბუფერების მეშვეობით. (ტემპერატურაზე შესწორებით).

ელექტროდებს ათავსებენ 4,01 pH-ის მქონე ბუფერულ ხსნარში და კორექტორით „Настройка по буферному раствору“ მიჰყავთ ხელსაწყოს pH 4,01-მდე. შემდეგ ელექტროდებს გულდასმით ჩარეცხავენ გამოხდილი წყლით და ათავსებენ ბუფერულ ხსნარში, რომლის $pH = 9,18$.

ელექტროდებს ხელახლა რეცხავენ გამოხდილი წყლით და ისევ ათავსებენ 4,01 pH მქონე ბუფერულ ხსნარში. თუ 5 წუთის განმავლობაში ისარი გადაიხარა 4,01-დან, ხელსაწყოს ასწორებენ კორექტორით „Настройка по буферному раствору“.

pH 4,01 მქონე ბუფერით შემოწმებისა და ხელსაწყოს დაყენების შემდეგ, ხელახლა ამოწმებენ მას და საჭიროების შემთხვევაში კორექტირებას უკეთებენ 9,18 pH მქონე ბუფერით და ასე თანმიმდევრულად აწარმოებენ შემოწმებას და კორექტირებას მანამ, სანამ ორივე ბუფერულ ხსნარზე ხელსაწყო არ მოგვცემს ზუსტად მათი pH-ის თეორიულ მაჩვენებელს. ამის შემდეგ pH — მეტრის შემოწმება ხდება სხვა pH-ის მქონე ერთი ან რამდენიმე ბუფერით.

ყოველდღიური შემოწმებისათვის ჩვეულებისამებრ სარგებლობენ 4,01 pH მქონე ბუფერით. თუ ხელსაწყოს გადახრა ბუფერის თეორიული მაჩვენებლიდან არ აღემატება 0,04 pH, ხელსაწყოს დაყენება არ არის საჭირო.

ნიადაგის სუსპენზიის შემპიანოზის განსაზღვრა

pH — მეტრ ЛПУ — 01

დახმარებით

pH — მეტრი ЛПУ — 01 ფართოდ გამოყენება ზონალურ აგროქიმიურ ლაბორატორიებში ნიადაგის მარილის გამონაწურში ($1 \pi KCl$) მქავიანობის განსაზღვრისათვის.

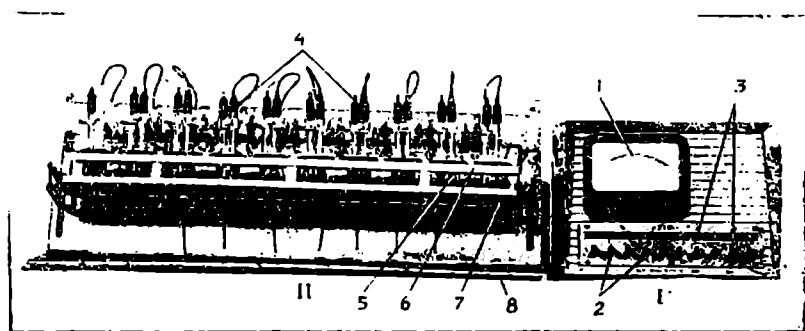
pH-ის განსაზღვრისათვის ნიადაგის სუსპენზიას აყოფენებენ ლამის განმელობაში. ანალიზის წინ სუსპენზიას შეანჯღრევენ. pH — მეტრის ელექტროდებს ათავაებენ სუსპენზიაში. მასში ელექტროდების დაყოფნაა დრო, ჩაშვების მომენტიდან ანათვალის აღებამდე სხვადასხვა ნიადაგისათვის სხვადასხვაა. მეავე ნიადაგების გამონაწურში პოტენციალთა სხვაობა მყარდება უფრო ადრე, ვიდრე ნეიტრალური და ტუტე ნიადაგების გამონაწურში. როდესაც მეავე სუსპენზიიდან უცებ გადავდივართ ტუტე გამონაწურზე და პირიქით pH-ის მაჩვენებლის საბოლოო ანათვალის აღებისათვის საჭიროა მეტი დრო.

პრაქტიკულად დადგენილია, რომ მეავე ნიადაგების გამონაწურში pH-ის საბოლოო მაჩვენებლის მისაღებად საჭიროა დაახლოებით 30 წმ — 1 წთ. ნეიტრალურთან ახლოს მდგომ ნეიტრალურ და ტუტე გამონაწურებში კი დაახლოებით 1 — 2 წთ. ამიტომ, pH-ის მასიური განსაზღვრისას რეკომენდებულია დაყოფნების დროს 1.5 წთ. ელექტროდების ხსნარში ჩაშვების მომენტიდან შედეგის ჩაწერის მომენტამდე.

აქედან გამომდინარე, დღიურ ნორმა pH — მეტრ „ПНМ“ — 01-ზე არ შეიძლება დაიფუძვოს 30 — 35 განსაზღვრაზე მეტი სთ-ში. წარმადობის გადიდების მიზნით შეიძლება ერთდროულად ორ pH-მეტრზე მუშაობა. ერთ pH მეტრზე საათში 35 განსაზღვრაზე მეტის წარმოება გამოიწვევს pH-ის განსაზღვრის ხარისხის გაუარესებას.

ათალებროლიანი pH — მეტრი ПНМ — 01

pH — მეტრი ПНМ — 64, შექმნილია ზონალურ აგროქიმიურ ლაბორატორიებში pH-ის მასიური განსაზღვრისათვის.



სურ. 7. ათალებროლიანი pH-მეტრი ПНМ-64 გამზობი ბლოკი: II, გადამცემა ბლოკი: III, სამართავი პულტი.

ხელსაწყოთა კომპლექტი შედგება 3 ნაწილისაგან (სურ. 7.): I — გამზომი ბლოკი; II — გადამცემა ბლოკი. აპარატის გამზომი სქემა pH მეტრ ППУ — 01-ის ანალოგიურია.

ხელსაწყოთა მაჩვენებელი (1) დაზარდუიერებულია pH-ის ერთეულეებში და საშუალებას იძლევა ვაწარმოთ გაზომვები 2 ± 10 pH-ის ფარგლებში. (დანაყოფის სიდიდე 0,1 pH ტოლია). გამზომი ხელსაწყოა წინა მხარის ქვედა ნაწილში მოთავსებულია კომპუტატორი კომუტაციის გასაღებებით (2), რომელიც საშუალებას იძლევა გამზომ ხელსაწყოთა მივეერთოთ ესა თუ ის წყვილი ელექტროდი. გადამრთველების ზემოთ ლითონის სახურავის ქვეშ მოთავსებულია სპეციალური გამოყვანები 10 პოტენციომეტრისათვის ელექტროდების წყვილის დასაყენებლად ბუფერულ ხსნარზე. მათი მეშვეობით ელექტროდის თითოეული წყვილი შეიძლება დავაყენოთ თითო ბუფერული ხსნარით.

წყალბადის ფუნქციის გრადიენტის მიხედვით შეიძლება 10 წყვილი ელექტროდიდან დავაყენოთ ნხოლოდ ერთი, „КРУТНИНА“ რეგულირდება კორექტორის მეშვეობით, რომელიც მოთავსებულია გამზომი ბლოკის უკან, მარცხენა მხარეს.

მოცემული სქემით pH-ის განსაზღვრის მაღალი სიზუსტის უზრუნველსაყოფად, ათივე მინის ელექტროდს უნდა ჰქონდეს ერთნაირი, ან ყოველ შემთხვევაში მიახლოებით ტოლი წყალბადის ფუნქციის გრადიენტი. ამასთან, ერთი წყვილი ელექტროდის დაყენება ორი ბუფერული ხსნარის მეშვეობით (როგორც ეს აღწერილია pH — მეტრ ППУ — 01-ისათვის) უზრუნველყოფს დანარჩენი 10 ელექტროდის ჰუმანობის სიზუსტეს.

საკვლევი ხსნარის ტემპერატურის რეგულირება pH — მეტრ ППУ — 64-ით არ არის გათვალისწინებული, ამიტომ ხელსაწყო შეიძლება გამოყენებულ იქნას ოთახის საშუალო ტემპერატურის პირობებში ჰუმანობისათვის.

გადამცემა ბლოკი შედგება სადგამისაგან, რომელზეც მაგრდება 10 წყვილი ელექტროდი. მინის ელექტროდები სტანდარტული კონსტრუქციისაა, გათვალისწინებულია ოთახის ტემპერატურაზე ჰუმანობისათვის. შესადაარბელი ქლორ-ვერცხლიანი ელექტროდები — ავსებულია მთლიანად. ჰუმანობის პროცესში საჭიროა დავიცვათ KCl-ის მაძლარი ხსნარის ერთი დონე ათივე შესადაარბელი ელექტროდისათვის. და აუცილებლობის შემთხვევაში KCl-ის ხსნარი ჩავასხათ ელექტროდის შიგნით.

ელექტროდის წყვილი გადამცემების ბლოკზე დამაგრებულია უძრავად. გადამცემების ბლოკში ელექტროდების ხსნარში ჩასაშვებად კასეტა ათი ქილით, რომლებშიც საკვლევი ხსნარია ჩასხმული, თავ-

სდება მოძრავ მაგიდაზე. მე-4 სამართავი პულტის მეშვეობით მაკიდა კასეტებით აიწვევა და გაჩერდება გარკვეულ მდგომარეობაში. ელექტროდები კი ამ დროს აღმოჩნდება საკვლევ ხსნარში ჩაშვებული. მოცემულ კასეტში pH-ის გაზომვების დამთავრების შემდეგ სამართავი პულტის უკან გადართვით მაკიდა კასეტებით ეშვება დაბლა და ცვლიან კასეტას.

pH — მებრ ПЛП — 64-ის მომზადება საფუძვალად

მუშაობის დაწყების წინ pH — მეტრს ამოწმებენ და აყენებენ ბუფერულ ხსნარებზე.

ათივე ელექტროდს ათავსებენ pH-4,01 მქონე ბუფერულ ხსნარში.

5 წთ-ის შემდეგ ჩამრთველ (2)-ის მეშვეობით გამზომ ხელსაწყოსთან თანმიმდევრულად ირთვება ელექტროდის ყოველი წყვილი და ჩაიწერენ აპარატის ჩვენებას. თუ ელექტროდული წყვილის ჩვენება ბუფერის თეორიული მაჩვენებლიდან იძლევა გადახრას 0,05 pH-ზე მეტს, ისარს აყენებენ ბუფერის თეორიულ მაჩვენებელზე; ამის შემდეგ ყველა ელექტროდი ამოიღება ბუფერული ხსნარიდან, რომლის pH 4,01 უდრის, აუცილებლად ჩაირეცხება გამოხდილი წყლით და ათავსდება ბუფერულ ხსნარში, რომლის pH=9,18.

5 წუთის შემდეგ თითოეული წყვილი ელექტროდისათვის აიღება ანათვალი. ყველა მათგანი უნდა უჩვენებდეს pH-ის თანაბარ მაჩვენებელს. თუ ელექტროდების მიერ ნაჩვენები pH-ის სიდიდე 0,1 pH-ზე მეტად არ აღემატება ბუფერის თეორიულ მაჩვენებელს, მაშინ ხელსაწყო მზად არის მუშაობისათვის. თუ ყველა ელექტროდი იძლევა 0,1 pH-ზე მეტ გადახრას ბუფერული ხსნარის თეორიული მაჩვენებლიდან, მაშინ საჭიროა ერთი მათგანი დავაყენოთ ორი ბუფერული ხსნარის მეშვეობით (pH — 4,01 და pH — 9,18). დანარჩენი ელექტროდები მოწმდება ამავე ბუფერულ ხსნარებზე. აუცილებლობის შემთხვევაში ყველა დანარჩენი ელექტროდი დაყენდება ამავე ბუფერზე.

ზოგჯერ ხდება ისე, რომ ერთი ან რამდენიმე მინის ელექტროდი ხანგრძლივი მუშაობის შედეგად იცვლის წყალბადის ფუნქციის გრადიენტს. ამის გამო ელექტროდის დაყენებისას პირველ ბუფერზე (pH=4,01) და შემდეგ მეორე ბუფერზე (pH=9,18) შემოწმებისას აღმოჩნდება, რომ ეს ელექტროდები იძლევიან 0,1 pH-ზე მეტ გადახრას სხვა ელექტროდებთან შედარებით. ამ შემთხვევაში დამატებითი შემოწმების მიზნით იღებენ მესამე ბუფერს (pH=6,96) და ათავსებენ

მასში ათივე ელექტროდს. ანათვალს იღებენ 5 წთ-ის შემდეგ. თუ ზემოაღნიშნული ელექტროდები ამ ბუფერშიც იძლევა იგივე გადახრას დანარჩენი ელექტროდებისაგან განსხვავებით, მაშინ დაედგინო უკვე, რომ აღნიშნულ ელექტროდებს შეეცვალათ წყალბადის ფუნქციის გრადიენტი. არავითარი აზრი აღარ აქვს ამ ელექტროდული წყვილის დაყენების ცდას ორ ბუფერულ ხსნარზე, რადგან მათი დაყენების შემდეგ აღმოჩნდება, რომ მეორე ბუფერზე უმეტეს შემთხვევაში იგი იძლევა მნიშვნელოვან გადახრას ბუფერის თეორიული მნიშვნელობიდან.

ასეთ შემთხვევაში მინის ელექტროდები, რომელთა წყალბადის ფუნქციის გრადიენტი შეცვლილია, საჭიროა შეიცვალოს ახალი ელექტროდებით, ამავე დროს მხედველობაში უნდა მივიღოთ ის გარემოებაც, რომ სათადარიგო ელექტროდებიდან უნდა შეიარჩეს ისეთები, რომ თავისი მაჩვენებლებით შეესაბამებოდნენ დანარჩენ ელექტროდებს.

pH — მებრ ПЛП — 64-ით pH-ის

მასიური განსაზღვრა

pH — მეტრი ПЛП — 64, ერთელექტროდიან pH—მეტრ ЛПУ — 0,1-საგან განსხვავდება მაღალი წარმადობით, რაც განპირობებულია იმით, რომ საკვლევ ხსნარში ელექტროდის დაყოვნების დრო (1,5 წთ) ნაწილდება ნიადაგის 10 ნიმუშზე.

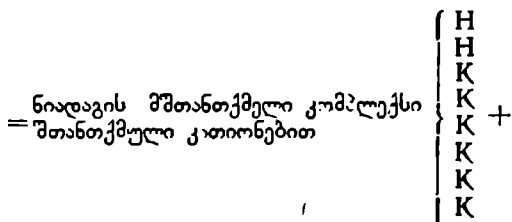
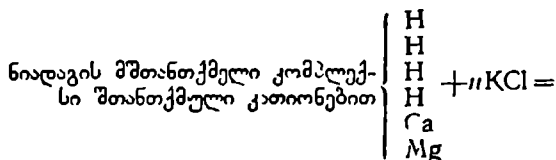
ელექტროდების 1,5 წუთით დაყოვნების პირობებში, pH — მეტრ ПЛП — 64-ზე 3 — 4 წუთში განისაზღვრება 10 ნიმუშის მკაფიანობა. მასიურ ანალიზებში pH-ის გაზომვისათვის გამოიყენება სტანდარტული კასეტები, რაც საშუალებას იძლევა გამოიყენებული იქნას 10 პოზიციანი დოზატორი KCl-ის ხსნარის დოზირებისათვის, ზოლო სუსპენზიის შერევისათვის კი იყენებენ ელექტრომექანიკურ სანჯღრევს — МЛ — 20.

pH — მეტრი ПЛП — 20 საშუალებას იძლევა მოეწყოს მექანიზირებული ნაკადური ზაზი ნიადაგის მკაფიანობის განსაზღვრისათვის.

გაცვლითი მკაფიანობის განსაზღვრა დიკუსხარას მეთოდით

გაცვლით მკაფიანობას გამოსახავს წყალბადიონების ის რაოდენობა, რომელიც გამოიღვენება მშთანქმელი კომპლექსიდან ნიადაგის

ნეიტრალური მარილის ხსნარით დამუშავების შედეგად. ასე მაგალითად:



ამრიგად, ნიადაგის KCl-ის 1 n ხსნარით დამუშავებისას ნიადაგის მშთანქმელი კომპლექსის მიერ შთანქმედა კალიუმი, მის მაგიერ მშთანქმელ კომპლექსიდან გამოიდევენება წყალბადიონები, რის შედეგადაც ნიადაგის გამონაწურში წარმოიშევა მარილის მკაევა HCl (ან შესაძლებელია AlCl₃), რომლის რაოდენობას გებულობენ ფიტრატის დატიტერით 0,1 n NaOH-ის ხსნარით და ამრიგად საზღვრავენ ნიადაგის გაცვლით მკავიანობას.

გაცვლითი მკავიანობის განსაზღვრა საშუალებას გვაძლევს გავიკვლინოთ ნიადაგში შედარებით მოძრავი H — იონების, ალუმინის იონების რაოდენობა და მათი მონაწილეობის ხარისხი ჰიდროლიზურ მკავიანობაში.

გაცვლითი მკავიანობის რაოდენობის ცოდნას მეტად დიდი მნიშვნელობა აქვს სასუქების გამოყენებისა და მცენარის კვების პირობების გაუმჯობესების საქმეში. დამტკიცებულია, რომ რაც უფრო მეტია გაცვლითი მკავიანობა, მით უფრო ცუდად ვითარდება რიგი სასოფლო-სამეურნეო კულტურული მცენარეები და პირიქით.

ანალიზის მსვლელობა. ტექნიკურ სასწორზე წონიან 1 მმ დიამეტრის მქონე ნასვრეტებიან საცერში გატარებულ 80 გრამ ნიადაგს, ათავსებენ მას 500 მლ მოცულობის კოლბში, ამატებენ 200 მლ KCl-ის

1 n ხსნარს, რომლის pH დაახლოებით უნდა იყოს 5,6 — 6,0 ანჯღრევენ 1 საათის განმავლობაში როტატორზე და ფილტრავენ. *

მასიური ანალიზების შემთხვევაში ხანგრძლივ ნჯღრევას ცვლიან 3 წუთიანი ნჯღრევით, შემდეგში ერთი დღე-ღამის განმავლობაში დაყოვნებით. ამ შემთხვევაში გაფილტვრა შეიძლება არ ჩატარდეს. დასატიტრად პირდაპირ იღებენ დაყოვნებულ გამჟვირვალე ხსნარს.**

გამჟვირვალე ფილტრატის 50 მლ-ს ათავსებენ 250 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში. ამატებენ 2 — 3 ფენოლფტალეინს და ტიტრავენ ცივ მდგომარეობაში *** NaOH-ის 0,1 n ხსნარით სუსტი ვარდისფერის მიღებამდე ****. (რომელიც მდგრადია 1 წუთს).

დატიტვრაზე დახარჯული NaOH-ის 0,1 n ხსნარის რაოდენობის მიხედვით ანგარიშობენ გაცვლითს მჟავიანობას მილიგრამეკვივალენტებში 100 გრამ ნიადაგზე.

გამოსაანგარიშების მაგალითი. დაუშვათ, რომ 50 მლ მარილის ხსნარის დატიტვრაზე დაიხარჯა 1,20 მლ 0,1015 n NaOH-ის ხსნარი. რადგან 50 მლ ხსნარი შეესაბამება 20 გრამ ნიადაგს, 100 გ ნიადაგზე გადასაანგარიშებლად ტუტის მითითებული რაოდენობა უნდა გამრავლდეს 5-ზე. შემდეგ კი ვამრავლებთ 0,1-ზე (.1 მლ 0,1 n ხსნარი შეესაბამება 0,1 მგ-ეკვივალენტს). (ან, რაც იგივეა, ვყოფთ 10-ზე); ამრიგად, გაცვლითი მჟავიანობის გამოსაანგარიშებლად გამოიყენება შემდეგი ფორმულა.

$$X = \frac{a \cdot T \cdot 5}{10},$$

სადაც x არის გაცვლითი მჟავიანობა;

a — დატიტვრაზე დახარჯული 0,1 n NaOH-ის ხსნარის რაოდენობა;

* მარილის ხსნარის გაფილტვრისას უნდა ვისარგებლოთ 11 — 12,5 სმ დიამეტრის უნაცრო ფილტრით (თეთრ ზონარიანი). ფილტრატის პირველ ულუფას (10 — 12 მლ) გადაღვრიან. ხსნარს გაფილტრავენ მთლიანად და მხოლოდ ამის შემდეგ იწყებენ დატიტვრას.

** დაყოვნებული ხსნარის პირდაპირი ამოღებით ვლებულობთ დროის და ფილტრის ეკონომიას, გარდა ამისა, უზრუნველყოფილია დასატიტრი სინჯის მაღალი სისუფთავე. თვით უნაცრო ფილტრით გაფილტვრის შემთხვევაშიც კი ხსნარი შეიძლება დაბინძურდეს მისი მინარევეებით. დაყოვნებული ხსნარიდან სინჯის აღებით შეიძლება ვისარგებლოთ აგრეთვე კიდროლოზური მჟავიანობისა და კაპენ-გილკოვიცის მეთოდით გაცვლითი ფუძეების ჯამის განსაზღვრის დროს.

*** მრავალი ავტორის მიერ რეკომენდებულია ხსნარის გაცხელება დატიტვრის წინ. მაგრამ შემოწმებისას გაცხელებით დატიტვრამ და ცივ მდგომარეობაში დატიტვრამ ერთნაირი შედეგი მოვეცა.

**** დატიტვრა შეიძლება ჩატარდეს ინდიკატორ ბრომტიმოლ ლურჯის გამოყენებით ცისფერ შეფერვამდე.

T — 0,1 n NaOH-ის ტიტრის შესწორების კოეფიციენტი;

5 — 100 გრამ ნიადაგზე გადასაყვანი რიცხვი;

10 — მილიგრამექვივალენტებში გამომსახველი რიცხვი.

ექსპერიმენტული მონაცემებით დამტკიცებულია, რომ მთლიანი გაცვლითი მჟავიანობა $1\frac{1}{2}$ —2-ჯერ მეტია ვიდრე გაცვლითი მჟავიანობა განსაზღვრული ზემოაღნიშნული წესით. ნეიტრალური მარილის ხსნარით ნიადაგის ერთჯერადი დამუშავებისას ნიადაგიდან გამოიღვენება გაცვლითი წყალბადის არა მთლიანი რაოდენობა, არამედ მისი ნაწილი, ამიტომ ე. წ. სრულ გაცვლითს მჟავიანობაზე გადასაანგარიშებლად იყენებენ პირობით კოეფიციენტს — $1,75 \cdot \left(\frac{1,5+2}{2} = 1,75 \right)$ და

მასზე ამრავლებენ გაცვლითი მჟავიანობის მიღებულ სიდიდეს.

ს ა კ ი რ ო რ ე ა ქ ტ ი ე ე ბ ი: 1. KCl-ის 1,0 n ხსნარი pH 5,6—6,0 წონიან 75 გ KCl და ხსნიან დაახლოებით 300—400 მლ წყალში. ფილტრავენ საზომ კოლბში და ხსნარის მოცულობა წყლით მიჰყავთ 1 ლიტრამდე. ხსნარს გადაიტანენ მინის სუფთა ქურქელში, კარგად შეურევენ. იღებენ 5 — 10 მლ ხსნარს და ამოწმებენ მის pH-ს. თუკი pH — 5,6-ზე ნაკლებია ხსნარს ამატებენ რამდენიმე წვეთ ტუტეს. თუკი pH — 6,0-ზე მეტია შეამჟავებენ მარილის მჟავით და ასეთი გზით pH მიჰყავთ სასურველ სიდიდემდე.

2. NaOH-ის 0,1 n ხსნარი. ხსნარს ამზადებენ ფიქსონალიდან ან წონიან 4 გ ქიმიურად სუფთა NaOH-ს და ხსნიან CO₂ მოცილებულ წყალში, შემდეგ კი ხსნარის მოცულობა გამოხდელი წყლით მიჰყავთ 1 ლიტრამდე. ხსნარის ნორმალობას ადგენენ H₂SO₄-ის ფიქსონალით ან გადაკრისტალეებული ქარვის მჟავით.

3. ფენოლფტალეინის 1%-იანი ხსნარი 60%-იან სპირტში ან ბრომტიმოლლურჯის 0,1%-იანი ხსნარი 20%-იან სპირტში.

მომრავი ალუმინის განსაზღვრა სოკოლოვის მეთოდით

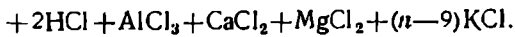
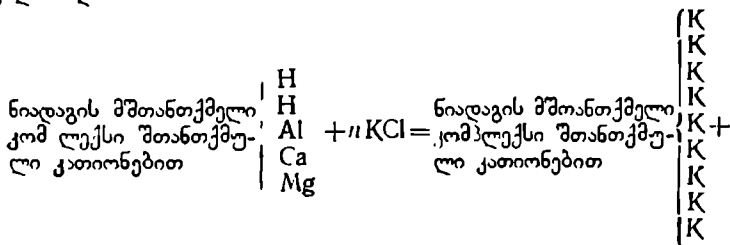
მომრავი ეწოდება ალუმინს, რომელიც წყალბადის იონებთან ერთად ადვილად გადადის გაწონასწორებულ ხსნარში მჟავე 'ნიადაგების' * ურთიერთმოქმედებისას (pH < 5) KCl-ის ხსნართან.

მჟავე ნიადაგებზე მთელი რიგი სასოფლო-სამეურნეო კულტურული მცენარეები ზრდის მხრივ იჩაგრებიან, როგორც მოჭარბებული რაოდენობის წყალბადიონების, ისე ალუმინის იონების ტოქსიკური მოქმედებით.

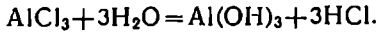
* ალუმინი შეიძლება გადავიდეს ნიადაგის ხსნარში და იმყოფებოდეს იონურ მდგომარეობაში მხოლოდ მჟავე ნიადაგებში, pH < 5-ის პირობებში ალუმინი მთლიანად გამოიყოფა ხსნარიდან Al(OH)₃-ის სახით.

ლიტერატურაში დამტკიცებულია, რომ ნიადაგის გაცვლითს მჟავიანობასა და ნიადაგში მოძრავ ე. წ. გაცვლითს ალუმინს შორის არსებობს ერთგვარი დამოკიდებულება. რაც უფრო მეტია ნიადაგში გაცვლითი მჟავიანობა, მით უფრო მეტია მოძრავი Al და პირიქით.

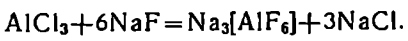
მეთოდის პრინციპი. ნიადაგის 1 n KCl-ის გამოწურვის 0,1 n. NaOH-ის ხსნარით დატიტრებისას ჩვენ ვივსებთ როგორც წყალბადიონებით, ისე ალუმინის იონებით გამოწვეული მჟავიანობის ჯამს. ასე მაგალითად:



ამრიგად, ნიადაგზე KCl-ის 1 n ხსნარის მოქმედებისას, ფილტრატში წარმოიშვება როგორც HCl ისე AlCl₃. ცნობილია, რომ AlCl₃ განიცდის ჰიდროლიზს და ვლებულობთ HCl-ს და Al(OH)₃-ს. ასე მაგალითად,



თუ ჩვენ ნიადაგის 1 n KCl-ის გამოწურვას დავუმატებთ საკმარაოდენობით NaF ხსნარს. მაშინ ფილტრატში არსებული Al³⁺-ის იონები დაილექება Na₃AlF₆-ის კომპლექსური ძნელად ხსნადი მარილის სახით. ეს რეაქცია შეიძლება შემდეგნაირად გამოვხატოთ:



აღნიშნულის შედეგად შეიძლება ცალ-ცალკე განისაზღვროს H⁺-ის და Al³⁺ იონი.

თუ ხსნარს ფავტიტრავთ ფტორნატრიუმის შიმატების გარეშე, ჩვენ გავივებთ საერთო გაცვლითს მჟავიანობას, ხოლო თუკი მეორეჯერ ფავტიტრავთ ფტორნატრიუმით წინასწარ დალექილ იგივე რაოდენობის გამოწურვას, გავივებთ მჟავიანობას, რომელიც გამოწვეულია მხოლოდ შთანთქმული H — იონებით. სხვაობით ადვილად ვადგენთ შთანთქმული ალუმინის რაოდენობას.

ანალიზის მსვლელობა. ა) საერთო გაცვლითი მჟავიანობის განსაზღვრა. ტექნიკურ სასწორზე წონიან 1 მმ დიამეტრის მქონე ნასვრეტებიან საცერში გატარებულ 100 გ ნიადაგს და ათავსებენ 500 მლ მო-

ცულობის კოლბში. ამატებენ 250 მლ 1,0 *n* KCl-ის ხსნარს, ანჭლრევენ 1 საათის განმავლობაში, შემდეგ ფილტრევენ მშრალ უნაცრო ფილტრში.

ამის შემდეგ იღებენ 50 მლ ფილტრატს, ათავსებენ მას 200 მლ მოცულობის კოლბში, CO₂-ის მოსაცილებლად ადუღებენ 5 წუთის განმავლობაში, ამატებენ 3—4 წვეთ ფენოლფტალეინს და ტიტრევენ NaOH-ის 0,1 *n* ხსნარით. ფილტრატის დასატიტრად დახარჯული 0,1 *n* NaOH-ის რაოდენობით გებულობენ საერთო გაცვლითს მჟავიანობას, ე. ი. მჟავიანობას გამოწვეულს როგორც H, ისე Al-ის იონებით.

დასატიტრად დახარჯული 0,1 *n* NaOH-ის რაოდენობის მიხედვით ანგარიშობენ საერთო გაცვლითს მჟავიანობას მგ/ექვივალენტობით 100 გ ნიადაგზე.

ა) თავისუფალი მჟავიანობის (H⁺) განსაზღვრა.

KCl-ის 1 *n* ხსნარის გამონაწერიდან იღებენ 50 მლ ფილტრატს; ათავსებენ მას 200 მლ მოცულობის კოლბში და CO₂-ის მოსაცილებლად ადუღებენ 5 წუთის განმავლობაში. ხსნარში არსებული ალუმინის დასალექად მას ამატებენ 3 მლ NaF-ის 3,5%-იან ხსნარს და ტიტრევენ NaOH-ის 0,01 *n* ხსნარით ინდიკატორ ფენოლფტალეინის დახმარებით. ამრიგად, მეორე 50 მლ ფილტრატის დატიტვრით გებულობენ თავისუფალი მჟავიანობის რაოდენობას, ე. ი. გაცვლით მჟავიანობას, რომელიც გამოწვეულია წყალბადიონებისაგან. ამის შემდეგ, დასატიტრად დახარჯული 0,01 *n* NaOH-ის რაოდენობით გებულობენ თავისუფალ გაცვლით მჟავიანობას მგ/ექვივალენტობით 100 გ ნიადაგში; ხოლო, შემდეგ კი, საერთო მჟავიანობას მილიგრამ-ექვივალენტობით 100 გ ნიადაგში, გამოავლებენ თავისუფალ მჟავიანობას (მჟავიანობას გამოწვეულს მარტო წყალბადის იონებით) და ღებულობენ აქტიურ ან ე. წ. გაცვლით ალუმინის მილიგრამექვივალენტობით 100 გ ნიადაგში.

საჭირო რეაქტივები

1. NaOH-ის 0,01 *n* ხსნარი.
2. KCl-ის 1 *n* ხსნარი.
3. NaF-ის 3,5%-იანი ხსნარი. 3,5 გრამ ქიმიურად სუფთა ნატრიუმის ფტორიდს ხსნიან CO₂-საგან თავისუფალ 100 მლ გამოხდილ წყალში. ხსნარი ფენოლფტალეინთან უნდა იძლეოდეს სუსტ ვარდისფერ შეფერვას. წინააღმდეგ შემთხვევაში ატუტიანებენ, თუკი შეფერვა მკაფიო ვარდისფერია, ჭარბ ტუტეს ანეიტრალევენ HCl-ის ხსნარით.
4. ფენოლფტალეინი.

წონიან 1 მმ ნასვრეტებიან საცერში გატარებულ 20 გრამ ნიადაგს, ამატებენ 100 მლ $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ -ს 0,01*n* ხსნარს, ანჯღრევენ 5 წუთს და ფილტრავენ მწრალ, უნაცრო ფილტრში.

ფილტრტიდან იღებენ 2—30 მლ (დამოკიდებულია Al-ის მოსალოდნელ შემცველობაზე); ათავსებენ 50 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, ამატებენ ცოტოდენ გამოხდილ წყალს, 0,5 მლ 6*n* HCl, 0,5 მლ ასკორბინის მჟავას 1%-იან ხსნარს და 2 მლ პოლივინილის სპირტის 2%-იან ხსნარს, (ყოველი რეაქტივის დამატების შემდეგ ხსნარს კარგად შეურევენ). შემდეგ ამატებენ 10 მლ ალუმინონის ხსნარს აცეტატის ბუფერში, მიჰყავთ ნიშანზაზამდე და კარგად შეურევენ. საბოლოო ხსნარის pH უნდა იყოს 3,7 — 4,0 ფარგლებში.

ხსნარის ოპტიკურ სიმკვრივეს ზომავენ შეფერვის განვითარებიდან 1 საათის შემდეგ. უკეთესია დატოვებული იქნას მეორე დღემდე, როცა შეფერვა გახდება სავსებით სტაბილური.

ოპტიკურ სიმკვრივეს ზომავენ სპექტროელექტროკოლორიმეტრ „სპეკოლ“-ზე 530 მმკ ტალღის სიგრძის პირობებში, (შეიძლება გამოყენებული იქნას ფოტოელექტროკოლორიმეტრი ФЭК-М და ФЭК-56.М) 15 მმ სისქის კიუვეტების გამოყენებით. ალუმინის რაოდენობას ჰაკვლევ ხსნარში ანგარიშობენ დაყალიბებული გრაფიკის გამოყენებით. გრაფიკის ასაგებად ამზადებენ სანიმუშო ხსნარების შკალას, რისთვისაც იღებენ სამუშაო სანიმუშო ხსნარის შემდეგ რაოდენობებს: 0; 0,5; 1; 2; 3; 4; 5; 6 მლ (0; 5; 10; 20; 30; 40; 50; 60 მკგ Al 50 მლ-ზე შესაბამისად), ათავსებენ 50 მლ მოცულობის საზომ კოლბებში, შემდეგ კი ამატებენ იგივე რეაქტივებს, რასაც საკვლევი ხსნარის შემოხვევაში. ოპტიკურ სიმკვრივეს საზღვრავენ ნულოვან ხსნართან შედარებით.

ს ა კ ი რ ო რ ე ა ქ ტ ი ვ ე ბ ი: 1. ალუმინონის ხსნარი აცეტატის ბუფერში. 120 მლ ყინულოვან ძმარმჟავას აზავებენ დაახლოებით 700 მლ გამოხდილ წყალში და განუწყვეტელი მორევით მასში ხსნიან 24 გ მწვავე ნატრიუმს. მიღებულ ბუფერულ ხსნარში ხსნიან 0,35 გ ალუმინონს, რის შემდეგ ხსნარი მიჰყავთ 1 ლიტრამდე.

2. პოლივინილის სპირტის 2%-იანი ხსნარი. 2 გ პოლივინილის სპირტს ხსნიან 100 მლ ცივ წყალში, დგამენ ქურაზე და მუდმივი მორევით აცხელებენ მანამ, სანამ ხსნარი არ შესქელდება (დაუშვებელია ხსნარის აღულება).

3. ასკორბინის მჟავას 1%-იანი ხსნარი. 1 გ რეაქტივს ხსნიან გამოხდილ წყალში და მიჰყავთ 100 მლ მოცულობამდე. გამოიყენება ახლად მომზადებული ხსნარი.

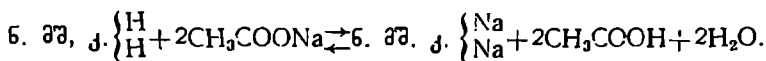
4. ა) ალუმინის ძირითადი სანიმუშო ხსნარი. 1 გ მეტალურ ალუმინს ხსნიან 25 მლ 6 n HCl-ში, გამოხდილი წყლით აზავებენ 1 ლიტრამდე. მიღებული ხსნარი შეიცავს 1 მგ/მლ ალუმინს.

ბ) სამუშაო სანიმუშო ხსნარი.

იღებენ ძირითადი სანიმუშო ხსნარის 1 მლ-ს და გამოხდილი წყლით მიჰყავთ 100 მლ მოცულობამდე. მიღებული ხსნარის 1 მლ შეიცავს 10 მიკროგრამ ალუმინს.

ჰიდროლიზური მჟავიანობის განსაზღვრა კაკენის მეთოდით

ნიადაგის ჰიდროლიზური მჟავიანობის გამომხატველია წყალბად-იონების ის რაოდენობა, რომელიც გამოძევებული იქნება ნიადაგის შთანთქმული კომპლექსიდან ჰიდროლიზური ტუტე მარილის (CH_3COONa) მოქმედებით.



წარმოქმნილ ძმარმჟავას ტიტრავენ NaOH-ის ხსნარით და ამრიგად საზღვრავენ წყალბადიონების იმ რაოდენობას, რომელიც ნიადაგის ჰიდროლიზური ანუ პოტენციალური მჟავიანობის გამომხატველია.

ძმარმჟავა ნატრიუმი წარმოადგენს რა ძლიერი ფუძის და სუსტი მჟავას მარილს, წყალხსნარში ჰიდროლიზდება OH^- -ის წარმოქმნით, რის შედეგად ხსნარს აქვს ტუტე რეაქცია. ტუტე არეს პირობებში ხსნარში გადმოდინან არა მარტო გაცვლითი მჟავიანობის გამომწვევი წყალბადიონები, არამედ აგრეთვე, ნიადაგის კოლოიდურ კომპლექსთან უფრო მჭიდროდ შეკავშირებული H — იონები;

ჰიდროლიზური მჟავიანობის განსაზღვრით ადგენენ კირის დონებს ისეთი ნიადაგებისათვის, რომელთა მოკირიანების საჭიროება წინასწარ იყო დადგენილი. ნიადაგის გაცვლითი და ჰიდროლიზური მჟავიანობის მიხედვით შეიძლება განისაზღვროს აგრეთვე ფოსფორიტის ფქვილის მოსალოდნელი ეფექტურობაც.

ანალიზის მსვლელობა. ტექნიკურ სასწორზე წონიან 1 მმ დიამეტრის მქონე ნასვრეტებიან საცერში გატარებულ 40 გ ნიადაგს და ათავსებენ 250 მლ მოცულობის კოლბში, ამატებენ 100 მლ CH_3COONa -ის 1 n ხსნარს, რომლის pH-8,5, კოლბს ახურავენ საცობს და ანჯღრევენ როტატორზე 1 საათის განმავლობაში. საათიანი ნჯღრევა შეიძლება შეიცვალოს 3 წუთიანი ნჯღრევით, შემდეგში მისი დაყოვნებით დღე-ღამის განმავლობაში და პერიოდულად (4—5-ჯერ) შენჯღრევით.

ხსნარს ფილტრავენ მშრალ დაკეცილ ფილტრში (უკეთესია თეთრ სახვევიანი). გამკვირვალე ფილტრებიდან იღებენ 50 მლ ხსნარს, გა-

დაიტანენ მას 250 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში, ამატებენ 2—3 წვეთ ფენოლფტალეინს და ტიტრაციას (წინასწარ აღულებს გარეშე, რადგან მოსალოდნელია CH_3COOH -ის დაკარგვა) $\text{N}:\text{OH}$ -ის 0,1 n ხსნარით განეიტრალებამდე, ე. ი. ხსნარის სუსტი ვარდისფერ შეფერვამდე, რომელიც მდგრადია 1 წუთს. თუკი ფილტრატი ყვითელი ფერისაა, დატიტრას აწარმოებენ საკონტროლო ცდით. დატიტრაცზე დახარჯული ტუტის რაოდენობის მიხედვით ანგარიშობენ ჰიდროლიზური მჟავიანობის სიდიდეს მკვექვივალენტობით 100 გ ჰაერმშრალ ნიადაგზე.

ჰიდროლიზური მჟავიანობის გაანგარიშებას მკ. ეკვივალენტობით 100 გ ნიადაგში შემდეგნაირად აწარმოებენ. 50 მლ ფილტრატის დასატიტრავად დახარჯულ NaOH -ის 0,1 n ხსნარის რაოდენობას ამრავლებენ NaOH -ის 0,1 n ხსნარის შესწორების კოეფიციენტზე. მიღებულ ციფრს ყოფენ 10-ზე და ლებულობენ ჰიდროლიზურ მჟავიანობას მკ. ეკვივალენტობით საანალიზოდ აღებულ ნიადაგზე. ჰიდროლიზური მჟავიანობის განსაზღვრისათვის ჩვენს მიერ აღებული იყო 50 მლ ფილტრატი, რაც შეესაბამება 20 გ ნიადაგს. ამიტომ ჰიდროლიზური მჟავიანობის 100 გ ნიადაგზე გადასაანგარიშებლად საჭიროა მიღებული ციფრი გადავამრავლოთ 5-ზე, რის შემდეგ ჩვენ მივიღებთ ჰიდროლიზურ მილიგრამ-ეკვივალენტობით 100 გ ნიადაგზე.

ცნობილია, რომ ნიადაგის ძმარმჟავა ნატრიუმის შარლის ხსნარით ერთხელ დამუშავებით არ შეიძლება განსაზღვროს მთლიანი ჰიდროლიზური მჟავიანობა. ექსპერიმენტული მონაცემებით (ნიადაგზე CH_3COONa -ის ხანგრძლივი და განმეორებითი მოქმედებით) დამტკიცებულია, რომ მთლიანი ჰიდროლიზური მჟავიანობა 1,5—2-ჯერ მეტია, ვიდრე ჰიდროლიზური მჟავიანობა განსაზღვრული ზემოაღნიშნული წესით. ამიტომ მთლიანი ჰიდროლიზური მჟავიანობის განსაზღვრისათვის ნიადაგის ძმარმჟავა ნატრიუმის მარილით ერთხელ დამუშავებით მიღებულ ჰიდროლიზურ მჟავიანობას ამრავლებენ

1,75-ზე $\left(\frac{1,5+2}{2} = 1,75\right)$ და იღებენ მთლიანად ჰიდროლიზურ მჟავიანობას.

მთლიან ჰიდროლიზურ მჟავიანობაზე გადასაანგარიშებელი კოეფიციენტი ძლიერ მერყეობს ნიადაგის თვისებების შესაბამისად, ამიტომ საჭიროა ეს კოეფიციენტი დაზუსტდეს ცალკეული ნიადაგის ტიპებისა და სახეობისათვის.

ნიადაგში მთლიანი ჰიდროლიზური მჟავიანობა შეიძლება გამოვიანგარიშოთ შემდეგი ფორმულით:

$$X = \frac{a \cdot T \cdot 5 \cdot 1,75}{10},$$

ზადაც a არის 50 მლ ფილტრატის დასატიტრავად დახარჯული 0,1 n NaOH-ის რაოდენობა მლ-ობით;
 T — NaOH-ის 0,1 n ხსნარის შესწორების კოეფიციენტი;
 5 — 100 გ ნიადაგზე გადასაანგარიშებელი რიცხვი;
 1,75 — მთლიან ჰიდროლიზურ მქავეიანობაზე გადასაანგარიშებელი რიცხვი;

ყოფენ 10-ზე რათა ჰიდროლიზური მქავეიანობა გამოსახული იქნას მგ-ექვივალენტობით 100 გ ნიადაგზე.

კირის დოზების გაანგარიშება. ჰიდროლიზური მქავეიანობის მიხედვით კირის დოზების გამოსაანგარიშებლად ზარგებლობენ შემდეგი ფორმულით:

$$X = \frac{a \cdot T \cdot 5 \cdot 50 \cdot 1,75 \cdot 3\,000\,000 \cdot 10}{10 \cdot 1\,000\,000\,000},$$

ზადაც x არის CaCO₃-ის რაოდენობა ტონობით ჰექტარზე;

a — 0,1 n NaOH-ის რაოდენობა, რომელიც დაიხარჯა 50 მლ ფილტრატის გასაანეიტრალებლად;

T — 0,1 n NaOH-ის შესწორების კოეფიციენტი.

1,75 — ნიადაგის ძმარმქავე ნატრიუმით ერთხელ დამუშავებით განსაზღვრული ჰიდროლიზური მქავეიანობის მთლიან ჰიდროლიზურ მქავეიანობაზე გადასაანგარიშებელი კოეფიციენტი. ვამრავლებთ 50-ზე, რათა მგ. ექვივალენტი გამოვსახოთ მგ CaCO₃-ში. ვამრავლებთ 10-ზე იმიტომ, რომ CaCO₃-ის რაოდენობა გადავიანგარიშოთ 1 კგ ნიადაგზე. ვყოფთ 10-ზე რათა ჰიდროლიზური მქავეიანობა გამოვსახოთ მგ/ექვივალენტობით. ვამრავლებთ 3000000-ზე, რათა CaCO₃-ის რაოდენობა 1 კგ. ნიადაგიდან გადავიანგარიშოთ 1 ჰა ფართობზე, ვყოფთ 1000 000 000-ზე, იმისათვის, რომ ჰექტარზე ზაჭირო CaCO₃-ის რაოდენობა გამოვსახოთ ტონობით. ზემოთ მოყვანილ ფორმულაში თუ ყველა არითმეტიკულ გაანგარიშებას მოვახდენთ, მივიღებთ, რომ

$$x = a \cdot T \cdot 1,31;$$

ხშირად, ნიადაგში შეტანილი კირი მთელ სახნავ შრეში თანაბრად არ ერევა. რის გამოც სახნავი შრის მქავეიანობა მთლიანად არ ნეიტრალდება, ამიტომ ზემოაღნიშნული ფორმულის შესაბამისად გაანგარიშებულ კირის დოზებს ვამრავლებთ 1,5 კოეფიციენტზე. უნდა აღინიშნოს, რომ ამ კოეფიციენტს ყოველთვის არ იყენებენ და ამიტომ არ არის შეტანილი კირის დოზების გასაანგარიშებელ ფორმულაში.

საქირო რეაქტივები

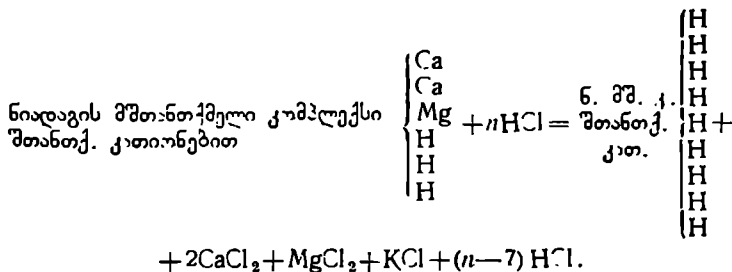
1. CH_3COONa -ის 1*n* ხსნარი. იღებენ 136.09 გ $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ და ხსნიან მას 1ლ გამოხდილ წყალში. 20 მლ აღნიშნულ ხსნარზე ერთი წვეთი ფენოლფტალეინის დამატებამ უნდა გამოიწვიოს ხსნარის სუსტი ვარდისფერი შეფერვა. თუ ერთი წვეთი ფენოლფტალეინის მიმატებამ არ გამოიწვია ხსნარის სუსტი ვარდისფერი შეფერვა, მაშინ საჭიროა მას მიეუმატოთ წვეთწვეთობით NaOH -ის 1*n* ხსნარი მანამ, სანამ მივიღებთ CH_3COONa -ის ხსნარის სუსტ ვარდისფერ შეფერვას, ხოლო თუ 20 მლ CH_3COONa -ის 1*n* ხსნარზე ერთი წვეთი ფენოლფტალეინის მიმატებამ გამოიწვია ხსნარის ინტენსიური ვარდისფერი შეფერვა, მაშინ ასეთ ხსნარს უნდა დაეუმატოთ წვეთ-წვეთობით CH_3COOH 10%-იანი ხსნარი მანამ, სანამ არ მივიღებთ ხსნარის სუსტ ვარდისფერ შეფერვას.

2. NaOH -ის 0.1*n* ხსნარი.

3. ინდიკატორი ფენოლფტალეინი.

შთანთქმული ფუძეების ჯამის (S) განსაზღვრა კაპან-გილაკოვიცის მეთოდით

მეთოდის პრინციპი შემდეგში მდგომარეობს: 0.1*n* HCl -ით ნიადაგის დამუშავებისას მარილმკვავას ნაწილი იხარჯება ნიადაგის მშთანთქმელ კომპლექსში, არსებული შთანთქმული კათიონების გამოძევებაზე, ხოლო ნაწილი რჩება ფილტრატში თავისუფალი სახით:



ფილტრატში დარჩენილ მარილმკვავას რაოდენობას საზღვრავენ მისი NaOH -ის 0.1*n* ხსნარით დატიტვრით. ფილტრატში არსებული მარილის მკვავას რაოდენობის ცოდნა საშუალებას გვაძლევს განვსაზღვროთ ნიადაგის მშთანთქმელ კომპლექსში არსებული კათიონების გამოსაძევებლად დახარჯული 0.1*n* HCl -ის რაოდენობა, ხოლო ამ უკანასკნელის ცოდნით კი ვსაზღვრავთ ნიადაგში შთანთქმული ფუძეების ჯამს.

ანალიზის მსვლელობა. წონიან 1 მმ დიამეტრის შქონე ნასვრეტებიან საცერში გატარებულ 20 გრამ ნიადაგს*, ათავსებენ 250 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბაში, ამატებენ 100 მლ 0,1*n* HCl-ს, ანჯღრევენ 1 საათის განმავლობაში და ტოვებენ მოსვენებულ მდგომარეობაში 24 საათის განმავლობაში. 24 საათის გასვლის შემდეგ კოლბს კვლავ შეანჯღრევენ და ფილტრავენ დაკეცილი უნაცრო ფილტრში გამჟვირვალე ფილტრადიდან პიპეტით იღებენ 50 მლ ხსნარს და გადააქვთ 200—250 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში, ამატებენ 2—6 წვეთ ფენოლფტალეინს და აცხელებენ ელექტროქურაზე ადუღებამდე. ადუღებენ 3—5 წუთს და ცხელ მდგომარეობაში მუდმივი შერევით ტიტრავენ NaOH-ის 0,1*n* ხსნარით განეიტრალებამდე. (ე. ი. აწარმოებენ ფილტრატის დატიტრვას NaOH-ის 0,1*n* ხსნარით მანამ, სანამ ხსნარი არ მიიღებს სუსტ ვარდისფერ შეფერვას, რომელიც არ ქრება 1 წუთს).

ანალიზის შედეგების ანგარიში. 50 მლ ფილტრატის (რაც შეესაბამება 10 გ ნიადაგს) დასატიტრად დახარჯულ 0,1*n* NaOH-ის რაოდენობას მლ-ში ამრავლებენ NaOH-ის 0,1*n* ხსნარის შესწორების კოეფიციენტზე; მიღებულ ციფრს გამოაკლებენ დასატიტრად აღებული ზუსტად 0,1*n* მარილმეყვა ხსნარის 50 მლ-დან (რომელიც შეესაბამება 10 გ ნიადაგს) და ლებულობენ 10 გრამი ნიადაგის მშთანთქმელი კომპლექსიდან შთანთქმული კათიონების გამოსაძევებლად დახარჯული 0,1*n* HCl-ის რაოდენობას. მიღებულ ციფრს ამრავლებენ 10-ზე და ლებულობენ 10 გრამი ნიადაგის მშთანთქმელ კომპლექსში არსებული კათიონების გასანეიტრალებლად საჭირო 0,1*n* HCl-ის რაოდენობას. დასასრულს, მიღებულ ციფრს ყოფენ 10-ზე, და გებულობენ ფუძეების ჯამს მილიგრამ ექვივალენტებში 100 გრამ ნიადაგზე. ანალიზის მსვლელობის ჩაწერა შემდეგნაირად წარმოებს:

ცხრილი 21

ნიადაგის სიჩქის №	სანალიზოდ აღებული ნიადაგის რაბა ვიბით,	დამატებულ 0,1 <i>n</i> HCl-ის რაბა, კლ-ობით.	დასატიტრად აღებული ფილტრატის რაბა, მლ-ობით.	დასატიტრად აღებული ფილტრატის გასანეიტრალებლად საჭირო 0,1 <i>n</i> NaOH-ის რაოდენობა მლ-ობით	NaOH-ის 0,1 <i>n</i> ხსნარის შესწორების კოეფიციენტი	შინთქმული ფუძეების ჯამი მილიეკვივალენტობით

* შევიწიწა ნიადაგებისათვის დადგენილია წონაიკი 10 გრამი.

ს ა კ ი რ ო რ ე ა ქ ტ ი ვ ე ბ ი :

1. HCl-ის 0,1 n ხსნარი.
2. NaOH-ის 0,1 n ხსნარი.
3. ინდიკატორი ფენოლფტალეინი.

ნიდაგის ფუძეებით მადრობის ხარისხის გამომანგარიშება

ფუძეებით მადრობის ხარისხი გვიჩვენებს არსებობს თუ არა ნიდაგის შთანთქმის კომპლექსში წყალბადიონები და რა კუთრი წონა უკავიათ მათ მშთანთქმელ კომპლექსში არსებულ კათიონთა შორის.

ნიდაგის ფუძეების მადრობის ხარისხის გამომანგარიშება წარმოებს ნიდაგის შთანთქმული ფუძეების ჯამისა და ჰიდროლიზური მჟავიანობის განსაზღვრის საფუძველზე შემდეგი ფორმულის საშუალებით:

$$V = \frac{S \cdot 100}{S + H}$$

სადაც V არის ნიდაგის ფუძეებით მადრობის ხარისხი;

S — ნიდაგის მშთანთქმელ კომპლექსში არსებული ფუძეების ჯამი მილიექვივალენტობით;

H — მშთანთქმელ კომპლექსში არსებული წყალბადიონების რაოდენობა მილი-ექვივალენტობით, რომელიც შეესაბამება ჰიდროლიზურ მჟავიანობას. ამრავლებენ 100-ზე იმისათვის, რომ ფუძეების მადრობის ხარისხი გამოსახონ პროცენტობით.

დავუშვათ, რომ ნიდაგის შთანთქმული ფუძეების ჯამი უდრის 6 მგ/ექვივალენტს, ამ შემთხვევაში ნიდაგის ფუძეებით მადრობის ხარისხი

$$V = \frac{6 \cdot 100}{6 + 4} = \frac{600}{10} = 60\% .$$

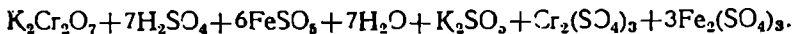
ნიდაგის ფუძეებით მადრობის ხარისხის ცოდნას მეტად დიდი თეორიული და პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს. ნიდაგის ფუძეების მადრობის ხარისხის ცოდნა დიდ დახმარებას გვიწვევს ნიდაგის კირზე მოთხოვნილების განსაზღვრისა და ფოსფორიტის ფქვილის უშუალოდ სასუქად გამოყენების ეფექტურობის დადგენაში. მაგ. თუ ფუძეებით მადრობის ხარისხი 50%-ზე ნაკლებია, მაშინ ნიდაგის კირს დიდი რაოდენობით მოითხოვს. თუ ფუძეებით მადრობის ხარისხი 50%-დან 70%-მდე მერყეობს, მაშინ ნიდაგი კირს საშუალოდ მოითხოვს, ზოლო თუ ფუძეებით მადრობის ხარისხი 70%-ზე მეტია, მაშინ ნიდაგი არ საჭიროებს კირს.

ტიურინის მეთოდის საფუძველს წარმოადგენს ნიადაგის ორგანული ნივთიერების დაჟანგვა ქრომის მჟავით ნახშირმჟავების წარმოქმნამდე. ორგანული ნახშირბადის დაჟანგვაზე დახარჯული ენგბადის რაოდენობას საზღვრავენ სხვაობით, რომელიც მიღებულია დაჟანგვისათვის აღებული ქრომის მჟავას რაოდენობისა და მის იმ რაოდენობას შორის, რომელიც დაჟანგვის შემდეგ დარჩა დაუხარჯავი. დამჟანგველის სახით იყენებენ $K_2Cr_2O_7$ -ის 0,4 g ხსნარს გოგირდის მჟავაში, რომელიც წინასწარ არის განზავებული წყლით 1:1-თან შეფარდებით.

დაჟანგვის რეაქცია მიმდინარეობს შემდეგი ტოლობებით:



დაჟანგვაზე დაუხარჯავი ქრომის მჟავას ნაშთს ტიტრავენ 0,1 g მორის მარილის ხსნარით ინდიკატორ დიფენილამინის გამოყენებით. მორის მარილით (მორის მარილი წარმოადგენს გოგირდმჟავა ამონიუმის და გოგირდმჟავა რკინის ქვეყანგის ორმაგ მარილს — $(NH_4)_2SO_4 \cdot FeSO_4 \cdot 6H_2O$) დატიტრვა მიმდინარეობს შემდეგი ტოლობით:



მეთოდის ყველა პირობის ზუსტად შესრულებით, ორგანული ნივთიერების დაჟანგვის სისრულე შეადგენს მშრალი დაწვის მეთოდით (გუსტავსონით) მიღებული დაჟანგვის სიდიდის 85—90% -ს.

გოგირდმჟავა ვერცხლის, როგორც კატალიზატორის გამოყენება, დაჟანგვის სისრულეს აღიძებს 95%-მდე. (კომაროვა).

საიმედო შედეგების მიღებისათვის აუცილებელია განსაკუთრებული ყურადღება მივაქციოთ: 1) საანალიზოდ ნიადაგის კარგად მომზადებას. და 2) ორგანული ნივთიერების დაჟანგვისას დუღილის ხანგრძლივობის ზუსტად დაცვას. თვით დუღილი კი უნდა მიმდინარეობდეს წყნარად.

მეთოდი იძლევა კარგ დამთხვევას პარალელებს შორის, სწრაფია, არ საჭიროებს სპეციალურ მოწყობილობას (რის გამოც შეიძლება გამოყენებული იქნას ექსპედიციის პირობებშიც) და თანამედროვე პირობებში ითვლება საერთოდ მიღებულ მეთოდად, განსაკუთრებით მასიური ანალიზების ჩატარებისას.

ნიადაგის მომზადება ანალიზისათვის. ჰუმუსის განსაზღვრისათვის ნიადაგის მომზადებისას განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს ნიადაგიდან ფესვების, მცენარეული და ცხოველური წარმოშობის სხვადასხვა ორგანული ნარჩენების მოშორებას.

მინდორში აღებულ და ჰაერ-მშრალ მდგომარეობამდე მიყვანილ ნიადაგის ნიმუშიდან იღებენ საშუალო სინჯს 50 გრამის რაოდენობით, პინცეტით ამოკრეფენ ფესვებს და თვალით დასანახ ორგანულ ნარჩენებს, ნიადაგის გორბებს მსუბუქად დაამტკრევენ და კვლავ ამოკრეფენ ფესვებს; ამ შემთხვევაში იყენებენ ლუპას.

შემდეგ ნიადაგს გასრესენ ფაიფურის როდინში და ატარებენ 1 მმ დიამეტრის მქონე ნასვრეტებიან საცერში, რის შემდეგ მისგან კვლავ იღებენ საშუალო სინჯს 5 გრამის რაოდენობით და იმეორებენ ფესვების ამოკრეფას. ამ შემთხვევაში იყენებენ შემდეგ ხერხს. მშრალ ებონიტის ჯოხს დააელებტრობენ მაუდის ან შალის ქსოვილზე ხახუნით და სწრაფად ატარებენ თხელ ფენად გაშლილ ნიადაგის ზედაპირზე 5—10 სმ სიმაღლეზე.

წვრილი, ნამცეცა ფესვები და ნახევრადდაშლილი მცენარეული ნარჩენები, რომელთა ამოკრეფა არ მოხერხდა ლუპით და პინცეტით (მათი ძალიან მცირე ზომის გამო), მიეკვრიან დაელებტრობული ებონიტის ჯოხის ზედაპირზე და ამრიგად გამოიტანება ნიადაგიდან. მათ აცლიან ჯოხიდან მისი განმეორებით გაწმენდით. არ შეიძლება, ნიადაგის ზედაპირთან ჯოხიდან უფრო ახლო გატარება, რადგან ამ შემთხვევაში ორგანულ ნარჩენებთან ერთად გაიტანება თვით ნიადაგის წვრილი ნაწილაკებიც.

ფესვების ამოკრეფის შემდეგ ნიადაგს კვლავ გასრესენ ფაიფურის, ან აგატის როდინში და ატარებენ 0,25 მმ დიამეტრის მქონე ნასვრეტებიან საცერში. ზემოთ აღწერილი წესით უნდა მომზადდეს მთელი ნიმუში — 5 გრამი.

ნიადაგის ნიმუში ინახება პერგამენტის ქაღალდისაგან მომზადებულ პაკეტში, ან საცობიან სინჯარაში.

ანალიზის მსვლელობა. ნიადაგის წონაკს იღებენ ანალიზურ სასწორზე. წონაკის რაოდენობა დამოკიდებულია ჰუმუსის მოსალოდნელ შემცველობაზე; ამავე დროს მხედველობაში მიიღება ნიადაგის ტიპი (შავმიწა, ეწერი და ა. შ.) და ნიმუშის აღების სიღრმე.

7-დან 10%-მდე ჰუმუსის შემცველობის პირობებში ი. ვ. ტიურიჩი ურჩევს 0,1 გ წონაკს, 4—7%-ის შემცველობისას — 0,2 გ; 2—4%-ის შემთხვევაში — 0,3 გ; 2%-ზე ნაკლები შემცველობისას — 0,5 გ. ქვიშნარი ნიადაგების შემთხვევაში კი ჰუმუსის მცირე რაოდენობით შემცველობისას წონაკი შეიძლება გადიდდეს 1 გრამამდე.

ჰუმუსის ძლიერ მაღალი შემცველობისას (15—20%-ზე მეტი) მისი განსაზღვრა ტიურინის მეთოდით არასაიმედოა, რადგან არ ხდება სრული დაქანგვა.

წონაკი უმჯობესია აღებულ იქნას ზუსტად — 0,1; 0,2 გ, რაც აადვილებს შემდეგში გამოანგარიშებას. ზუსტი წონაკის აღებისათვის შეიძლება ვისარგებლოთ 2,5—3 სმ დიამეტრის შქონე საათის მიწით, რომლის წონა წინასწარ ცნობილია, მისგან წონაკს მთლიანად გადაიტანენ კოლბში პატარა შპატელის და ფუნჯის დახმარებით. ტიურინის მეთოდით ჰუმუსის განსაზღვრა შეიძლება ერთდროულად ჩატარდეს 20—30 წონაკში.

წონაკს ათავსებენ 100 მლ მოცულობის მშრალ კონუსურ კოლბში (ჩვეულებრივი მინისაგან), დანის წვერით მასშივე ამატებენ გოგირდმეავა ვერცხლის ფხენილს. (მასიური ანალიზების ჩატარებისას გოგირდმეავა ვერცხლს არ იყენებენ). შემდეგ, კოლბში ამატებენ 10 მლ $K_2Cr_2O_4$ -ის 0,4 n ხსნარს.

კალიუმის ბიქრომატის ხსნარი საჭიროა დამატოს ბიურეტიდან. ხსნარის საჭირო მოცულობას ყოველთვის ნოლიდან ზომავენ და ყოველთვის ერთნაირი სიჩქარით ჩამოედინება ხსნარი.

$K_2Cr_2O_7$ -ის ხსნარის დამატების შემდეგ კოლბის ყელში დგამენ 4 სმ დიამეტრის ძაბრს, კოლბის შიგთავსს ფრთხილად შეურევენ (ნიადაგი არ უნდა დარჩეს კოლბის კედლებზე), რის შემდეგ კალბებს დგამენ ცხელ ეტერნიტის, სილის ელექტროქურაზე, ან აზბესტის ბადით დაფარულ ღია ელექტროქურაზე, შეიძლება ვისარგებლოთ აგრეთვე გაზქურით;

კოლბის შიგთავსი მიჰყავთ აღუღებამდე და აღუღებენ ზუსტად 5 წუთს. აუცილებელია ზუსტად აღინიშნოს ხსნარის დუღილის დასაწყისი, ის არ უნდა აგვერიოს გაცხელების დასაწყისში ჰაერის მცირე ბუშტების წარმოქმნაში. დუღილი უნდა იყოს თანაბარი და ზომიერი. ორთქლის გამოყოფა ძაბრიდან დაუშვებელია. ძლიერ დუღილს უნდა ვერიდოთ, რათა არ შეიცვალოს გოგირდის შეავას კონცენტრაცია, რომლის გადიდება შეიძლება გამოიწვიოს ქრომის შეავას დაშლა.

5 წუთი დუღილის შემდეგ კოლბს გადმოიღებენ ქურიდან, აყოვნებენ გასაცივებლად, გამოხდილი წყლით ჩარეცხავენ ძაბრს კოლბში როგორც გარეთა ისე შიდა მხრიდან და კოლბის შიგთავსი მთლიანად გადააქვთ 250 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში, რამდენჯერმე კარგად გამოავლებენ კოლბს, რომელშიც ჩატარდა დაქანგვა. 250 მლ-იან კოლბში გადატანის შემდეგ ხსნარის მოცულობა უნდა შეადგენდეს 100—150 მლ-ს. ხსნარის ფერი — ნარინჯისფერ-ყვითელი ან ოღნავ მომწვანო-ყვითელია. სითხის გამწვანება მიუთითებს დამქანგველის

უკმარობაზე. ამ შემთხვევაში ანალიზი აუცილებლად უნდა განმეორდეს, შემცირდეს წონაკი.

ხსნარში ამატებენ 8 წვეთ დიფენილამინის ხსნარს და ტიტრაცენ ორგანული ნივთიერების დაქანგვის შემდეგ დაუხარჯავ ქრომის მქავეს, მორის მარილს 0,1 n ხსნარით. ინდიკატორი შეტანილი უნდა იქნას უშუალოდ დატიტრის წინ. დატიტრას აწარმოებენ ცივ მდგომარეობაში. დიფენილამინის დამატების შემდეგ ხსნარის მურა-წითელი შეფერვა მორის მარილის ხსნარით დატიტრისას თანდათანობით გადადის ინტენსიურ ლურჯში, ხოლო შემდეგ ჭუჭყიან — იისფერში. ამ მომენტიდან დატიტრას აწარმოებენ ფრთხილად, მორის მარილის ხსნარს ამატებენ თითო წვეთობით და კარგად შეურევენ კოლბის შიგთავსს. დატიტრა დამთავრებულია მაშინ, როცა ხსნარის ჭუჭყიანი-იისფერი შეფერვა გადავა ჭუჭყიან შფვანე ფერში. დატიტრისას ნათელი მშვანე ფერის წარმოქმნა მიუთითებს მორის მარილის სიჭარბეზე ე. ი. იმაზე, რომ ხსნარი გადატიტრულია. ამ შემთხვევაში საჭიროა ანალიზის განმეორება.

სამვალენტოვანი რკინის იონების გავლენის ასაცილებლად, (ის უანგავს ინდიკატორს და იწვევს ხსნარის ფერის ნაადრევად შეცვლას) იყენებენ 85% -იან ორთოფოსფორის მქავეს. ის შეაქვთ კოლბში დატიტრის წინ 2,5 მლ-ის რაოდენობით; ფოსფორის მქავეს პირობებში, დატიტრის ბოლოს, ხსნარის ფერის შეცვლა ძალზე მკვეთრია და გამოწვეულია მორის მარილის ხსნარის 1—2 წვეთით.

ძირითად ანალიზებთან ერთად, იგივე თანმიმდევრობით ატარებენ საკონტროლო (სამჭერად განმეორებით) ცდას; საკონტროლო ცდაში, კოლბში ხსნარის თანაბარი დუღილისათვის, ქრომის მქავეს დამატების წინ, აუცილებლად შეაქვთ დაახლოებით 0,1—0,2 გ ფხვნილისებრი გამომწვარ იპემზა ან ნიადაგი. წინააღმდეგ შემთხვევაში, სუფთა ხსნარის დუღილისას ადვილი ექნება ამოწვას, რომელმაც შეიძლება გამოიწვიოს ქრომის მქავეს დაშლა. დანარჩენი პროცესები კი ისეთივეა, როგორც ეს აღწერილია ანალიზის მსვლელობისას.

ანალიზის შედეგების გამოანგარიშება. დატიტრაზე დახარჯული მორის მარილის ხსნარის მილილიტრების რაოდენობა შეესაბამება ქრომის მქავეს იმ რაოდენობას, რომელიც დაქანგვის პროცესში დარჩა დაუხარჯავი.

მორის მარილის იმ რაოდენობას, რომელიც შეესაბამება ნიმუშში ჰუმუსის დაქანგვაზე დახარჯული ქრომის მქავეს რაოდენობას, ანვარიშობენ სხვაობით საკონტროლო და საანალიზო დატიტრის შედეგებს შორის.

ორგანული ნახშირბადისა და ჰუმუსის შემცველობის ანგარიშისას მიღებულია შემდეგი სიდიდეები: 0,1 n მარილის ხსნარის 1 მლ შეესა-

ბამება 0,0003 გ ორგანულ ნახშირბადს ან 0,000517 გ ჰუმუსს (1 გ ნახშირბადი შეესაბამება 1,724 გ ჰუმუსს).

თუკი მორის მარილის ხსნარი არ არის ზუსტად 2,1 n-ის, მაშინ შეაქვთ შესაბამისი შესწორებები.

მაგალითად: მორის მარილის ხსნარის ტიტრია — 0,1050 n; მაშასადამე, ამ ხსნარის 1 მლ შეესაბამება:

$$\frac{0,0003 \times 0,050}{0,1} = 0,000315 \text{ გ ნახშირბადი.}$$

ან

$$\frac{0,000517 \times 0,1050}{0,1} = 0,000543 \text{ გ ჰუმუსი.}$$

ნიადაგში ჰუმუსის შემცველობას ანგარიშობენ შემდეგი ფორმულით:

$$\text{ჰუმუსი (\% -ში ჰაერმშრალ ნიადაგში)} = \frac{(a-d) \cdot K \cdot 100}{n},$$

სადაც a არის მორის მარილის ხსნარის რაოდენობა მლ-ობით, რომელიც დაიხარჯა 10 მლ 0,4 n $K_2Cr_2O_7$ -ის ხსნარის დატიტვრაზე საკონტროლო ანალიზის დროს.

d — მორის მარილის რაოდენობა მლ-ობით, რომელიც დაიხარჯა ჰუმუსის დაჟანგვის შემდეგ ხსნარის დატიტვრაზე;

$(a-d)$ — მორის მარილის ხსნარის რაოდენობა, რომელიც შეესაბამება ჰუმუსის დაჟანგვაზე დახარჯული ქრომის მჟავას რაოდენობას;

K — ჰუმუსზე გადასაყვანი კოეფიციენტი, მორის მარილის ხსნარის ნორმალობაზე, შესწორების შეტანით;

n — ჰაერმშრალი ნიადაგის წონა, გრამობით.

თუ სასურველია შედეგების გამოანგარიშება ნახშირბადზე, მაშინ ჰუმუსზე გადასაყვან კოეფიციენტთან ერთად საჭიროა ჩავსვათ რიცხვი 0,0003 გ, მორის მარილის ნორმალობაზე შესაბამისი შესწორებით, ე. ი.

$$\frac{0,0003 \cdot \text{მორის მარილის ხსნარის ნორმალობა.}}{0,1}$$

ნიადაგში ჰუმუსის შემცველობის ანგარიშის მაგალითი:

მორის მარილის ტიტრია 0,1050 n; მაშასადამე 1 მლ შეესაბამება

$$\frac{0,000517 \cdot 0,1050}{0,1} = 0,000543 \text{ გ ჰუმუსი.}$$

კალიუმის ბიქრომატისა და მორის მარილის ხსნარებს შორის დადგენილია შემდეგი დამოკიდებულება: საკონტროლო ანალიზში 10 მლ ქრომის მკვანაზე დაიხარჯა 44,2 მლ მორის მარილი. ნიადაგის წონა 0,2 გრამია. ჰუმუსის დაქანგვის შემდეგ დატიტვრაზე დაიხარჯა 34,2 მლ მორის მარილის ხსნარი. ამრიგად, ჰუმუსის დაქანგვაზე დახარჯულია $44,2 - 34,2 = 10,0$ მლ $0,1050 n$ ქრომის ხსნარი.

წონაკში ჰუმუსის შემცველობა $= 10 \times 0,000543 = 0,00543$ გ. ჰაერმშრალ ნიადაგში ჰუმუსის შემცველობას პროცენტებში ანგარიშობენ პროპორციულად:

0,2 გ ნიადაგი — 0,00543 გ ჰუმუსი,

100 გ ნიადაგი — x გ ჰუმუსი

$$X = \frac{0,00543 \times 100}{0,2} = 2,72\%$$

ჰუმუსის შემცველობას გადაიანგარიშებენ აბსოლუტურად მშრალ ნიადაგზე. ამისათვის, ნიადაგის ცალკე წონაკში აწარმოებენ ტენის განსაზღვრას და გამოანგარიშებაში შეაქვთ შესაბამისი კოეფიციენტი. მუშაობისათვის მოსახერხებელია ჩანაწერის შემდეგი ფორმა (ცხრ. 22):

საკონტროლო ცდა: $K_2Cr_2O_7$ -ის $0,4 n$ ხსნარის 10 მლ-ის დატიტვრაზე იხარჯება 45,0 მლ $0,102 n$ მორის მარილის ხსნარი. (1-ში განსაზღვრიდან საშუალო).

K — ჰუმუსზე გადასაანგარიშებელი კოეფიციენტი.

$$K = \frac{0,000517 \times 0,102}{0,1} = 0,0005275.$$

ცხრილი 22

ნიადაგის №	ქროლის №	ნიმუშის აღების სფერო, სმ	ჰუმუსის ნიადაგის წონა, გ	ჰუმუსის დაქანგვის შემდეგ დატიტვრაზე დახარჯული მორის მარილის რაოდენობა, მლ	მორის მარილის ის რაოდენობა, რომელიც შეესაბამება ჰუმუსის დაქანგვაზე დახარჯული ქრომის მკვანას რაოდენობას მლ	ჰუმუსი, % ჰაერმშრალ ნიადაგში
1	8	0—10	0,1	30,0	$\begin{array}{r} 45,0 \\ - 30,0 \\ \hline 15,0 \end{array}$	$\frac{15,0 - 0,0005275 \cdot 100}{0,1} = 7,91$

საკვირო რეაქტივები: 1. $0,4 n$ კალიუმის ბიქრომატის ხსნარი (დამქანგველი), 40 გ $K_2Cr_2O_7$ (წვირილად დაფქვილს როდინში) ხსნიან გამოხდილ წყალში, ფილტრავენ ქაღალდის ფილტრში 1 ლ მოცულობის საზომ კოლბში, მიჰყავთ წყლით ნიშანხაზამდე, რის შემ-

დედ გადააქვთ 3—5 ლ მოცულობის ცეცხლგამძლე კოლბში ან დიდ ფაიფურის ჭაშში, სადაც ურევენ 1 ლ H_2SO_4 -თან (ყუთ. №. 1,84). გოგირდის მჟავასთან შერევისას ადგილი აქვს ხსნარის ძლიერ გაცხელებას, ამიტომ საჭიროა $K_2Cr_2O_7$ -ის წყალხსნარს გოგირდმჟავა დაემატოს მცირე ულუფებით, 15—20 წუთის ინტერვალებით და ფრთხილი შერევით. ნარევს აყოვნებენ გასაცივებლად, კვლავ შეურევენ კარგად და გადააქვთ შესანახად მილესილსაცობიან მინის ჭურჭელში.

2. 0,1 n მორის მარილის ხსნარი. 40 გ მორის მარილს იღებენ 1 ლიტრ წყალზე, რომელიც შეიცავს 20 მლ გოგირდის მჟავას (ყუთ. №. 1,84). მორის მარილის აღებულ წონაჯს გახსნიან გამოხდილი წყლის ვარკვეულ რაოდენობაში და ფილტრავენ დაკეცილ ფილტრში. ფილტრატს ამატებენ შესაბამისი რაოდენობით საჭირო გოგირდის მჟავას, გამოხდილი წყლით ხსნარი მიჰყავთ გათვალისწინებულ მოცულობამდე, რის შემდეგ კარგად შეურევენ.

ჰაერის უანგბადი იწვევს მორის მარილის დაჟანგვას, ამიტომ ხსნარს ინახავენ კარგად თავდაცულ მინის ჭურჭელში, რომელსაც აქვს სიფონი მინის ონკანით, საიდანაც წარმოებს ხსნარის გადატანა ბიურეტში. კარგია აგრეთვე ხსნარის შენახვა ტიშჩენკოს ჭურჭელში, რომელშიც დამცველად გამოყენებულია პიროგალოლის ტუტე ხსნარი.

მორის მარილის ხსნარის ტიტრს ადგენენ 0,1 n $KMnO_4$ -ის ხსნარით. ამისათვის, 100 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში ათავსებენ 1 მლ H_2SO_4 (ყუთ. №. 1,84), შემდეგ ბიურეტიდან ამატებენ 10 მლ მორის მარილის ხსნარს, კოლბის შიგთავსს გამოხდილი წყლით აზავენ 30 — 40 მლ-მდე და მაშინვე ტიტრავენ $KMnO_4$ -ის 0,1 n ხსნარით სუსტი ვარდისფერის მიღებამდე, რომელიც არ ქრება 1 წუთს. დახარჯული პერგამენტის რაოდენობის მიხედვით ანგარიშობენ მორის მარილის ხსნარის ტიტრს (შესწორებას).

გ ა მ ო ა ნ გ ა რ ი შ ე ბ ი ს მ ა გ ა ლ ი თ ი. დავუშვათ 10 მლ მორის მარილის ხსნარის დატიტრებაზე დაიხარჯა 10,5 მლ $KMnO_4$ -ის 0,1 n ნორმალობის ხსნარი, რომლის შესწორების კოეფიციენტი იქნება $K=0,9830$, მაშასადამე, 10 მლ მორის მარილის ხსნარის დატიტრებაზე დახარჯულია 10,3 მლ ზუსტად 0,1 n $KMnO_4$ -ის ხსნარი ($105 \times 0,9830 = 10,3$). აქედან გამომდინარე 0,1 n მორის მარილის ხსნარის ტიტრის შესწორება ტოლია $10,3:10=1,0300$.

მორის მარილის ხსნარის ტიტრი არამდგრადია, რადგანაც მარილის შედგენილობაში შედის რკინის ქვეყანგი, ამიტომ ტიტრი აუცილებლად უნდა შემოწმდეს ხსნარის გამოყენების წინ.

3. პიროგალოლის ხსნარი. (მორის მარილის ხსნარის დამცველი ჰაერის უანგბადით დაჟანგვისაგან). 12 გ პიროგალოლს ხსნიან 50 მლ წყალში; 180 გ KOH ხსნიან 300 მლ წყალში. ორთავე ხსნარს შეურე-

ვენ, ათავსებენ ტიშჩენკოს ჰურქელში და რეზინის და მინის მილით აერთებენ მორის მარილის ხსნართან.

4. დიფენილამინის ხსნარი. (ინდიკატორი). 0,5 გ დიფენილამინს ხსნიან 100 მლ H_2SO_4 -ში (კუთ. წ. 1,84). ხსნარს თანდათანობით, დიდი სიფრთხილით, შეუტრევენ 20 მლ გამოხდილ წყალთან.

5. გოგირდმჟავა ვერცხლი (კატალიზატორი). იყენებენ ფხვნილისებრ მდგომარეობაში. Ag_2SO_4 -ის თანაარსებობისას დამჟავველი ნარევის დუღილის ტემპერატურა იმატებს და აპით აღწევენ ჰუმუსის უფრო სრულ დაჟანგვას. მასიურ ანალიზებში, ტიურინის მეთოდით ჰუმუსის განსაზღვრა შეიძლება ჩატარდეს გოგირდმჟავა ვერცხლის გარეშე.

6. $KMnO_4$ -ის 0,1 n ხსნარი. (მორის მარილის ტიტრის დასადგენად). ხსნარს ამზადებენ ჩვეულებრივი წესით; მის ტიტრს ადგენენ გადაკრისტალებული მჟაუნმჟავა ნატრიუმის ($Na_2C_2O_4$) 0,1 n ხსნარით.

7. გამომწვარი პემზა, ქვიშა ან ნიადაგი (საკონტროლო ანალიზებში დამჟავველი ნარევის თანაბარი დუღილისათვის). მცირე ჰუმუსიან ნიადაგს, წვრილ ქვიშას ან პემზას გასრესენ ფაიფურის როდინში, ატარებენ 1 მმ დიამეტრის მქონე ინსერტებიან საცერში, ათავსებენ ფაიფურის ჯამში და გამოწევენ მუფელში წითლად გავარკვარებამდე, 1—1,5 საათის განმავლობაში, პერიოდული შერევით;

8. 85%-იანი ორთოფოსფორის მჟავა. (ქიმიურად სუფთა). იყენებენ რკინის უნჯის იონის გავლენის თავიდან ასაცილებლად, ინდიკატორ დიფენილამინის გამოყენებისას.

ფენილანტრანილის მჟავას, როგორც ინდიკატორის გამოყენება ტიურინის მეთოდით ჰუმუსის განსაზღვრის დროს

1957 წელს პროფესორმა ვ. ნ. სიმაკოვმა წინადადება წამოაყენა მორის მარილის ხსნარით ჰუმუსის ნარევის დატიტრის დროს ინდიკატორის სახით დიფენილამინის ნაცვლად გამოყენებული ყოფილიყო ფენილანტრანილის მჟავა.

მრავალრიცხოვანმა განსაზღვრებმა უჩვენეს, რომ ფენილანტრანილის მჟავით დატიტრის შედეგები სავსებით ემთხვევა დიფენილამინის გამოყენებით დატიტრის შედეგებს. ამავე დროს ფენილანტრანილის მჟავას გამოყენებას დიდი უპირატესობა აქვს დიფენილამინთან შედარებით.

ასე მაგალითად, ფენილანტრანილის მჟავას თანაარსებობისას მო-

რის მარილის ხსნარით კალიუმის ბიქრომატის დატიტვრის დამთავრების დროს ხსნარის ფერის შეცვლა უფრო მკვეთრად არის გამოხატული, ვიდრე დიფენილამინის გამოყენების შემთხვევაში და როგორც ავტორი მიუთითებს, ხსნარის ფერის შეცვლას ადგილი აქვს ერთი ჰარბი წვეთი მორის მარილის ისეთი ძლიერი განზავებული ხსნარით, როგორც 0,02 *n*, რაც მიუთითებს ინდიკატორის მაღალ მგრძობელობაზე და საშუალებას იძლევა დიდი სიზუსტით ჩატარდეს ჰუმუსის მცირე რაოდენობის განსაზღვრა (მაგალითად, წყლით გამოწურების და ბუნებრივი წყლის ანალიზის დროს).

ანალიზის მსვლელობა: ნიადაგის წონაკში ორგანული ნივთიერების დაწვას აწარმოებენ ისე, როგორც ეს ზემოთ არის აღწერილი.

5 წუთი დუღილის შემდეგ კოლბებს აყოვნებენ გასაცივებლად, შემდეგ კი ჩარეცხავენ ძაბრებს გამოხდილი წყლის მინიმალური რაოდენობით, ამატებენ 3—5 წვეთ ფენილანტრანილის მკაევას 0,2%-იან ხსნარს და იმავე კოლბებში ტიტრირებენ მორის მარილის 0,1 *n* ხსნარით მწვანე ფერის მიღებამდე. რადგან ხსნარის ფერის შეცვლა ძალიან მკვეთრია, დატიტვრის დამთავრებისას საჭიროა მორის მარილის ხსნარის დამატება წვეთობით.

ფენილანტრანილის მკაევას ხსნარს ამზადებენ შემდეგნაირად: აღნიშნულ მკაევას წონიან 0,2 გ რაოდენობით და ხსნიან 100 მლ Na_2CO_3 -ის 0,2%-იან წყალხსნარში; ფენილანტრანილის მკაევას ფხვნილის უკეთ დასველების მიზნით, აღებულ წონაკს წინასწარ ათავსებენ ფაიფურის ჯამში, ამატებენ წვეთობით 0,2% სოდის ხსნარს და კარგად გასრუსენ მინის წკირით არაყანის მაგვარ მდგომარეობამდე და მხოლოდ ამის შემდეგ ამატებენ სოდის ხსნარის დარჩენილ რაოდენობას კარგი შერევით.

მეთოდის აღწერის დამთავრებისას, საჭიროა მიუთითოთ, რომ ნიადაგში კარბონატების არსებობა, თუნდაც ისეთი დიდი რაოდენობით, როგორც რუხ ნიადაგებშია, არ უშლის ტიტრინის მეთოდით ჰუმუსის განსაზღვრას და არ საჭიროებს არავითარ ცვლილებას ანალიზის მსვლელობაში.

მეთოდი არ გამოიყენება ნიადაგში 15—20%-ზე მეტი ჰუმუსის შემცველობისას, რადგან ამ დროს არ ხდება სრული დაჟანგვა.

ქლორიდების, რკინის და მანგანუმის ქვეყანგური შენაერთების შემცველი ნიადაგებისათვის მეთოდი უვარგისია, რადგანაც ამ შემთხვევაში ქრომის მკაევას ნაწილი იხარჩება მითითებული შენაერთების დაჟანგვაზე, რაც გავლენას ახდენს ანალიზის შედეგებზე. ასეთი ნიადაგებისათვის საჭიროა გამოყენებულ იქნას კნობის ან გუსტავსონის მეთოდი.

ტიურინის აზრით ქლორიდების გავლენა ნაწილობრივ შეიძლება აცილებული იქნას, თუკი ნიადაგს დაემატება 0,2 გ Ag_2SO_4 5 მლ H_2SO_4 -თან ერთად (H_2SO_4 განზავებულია წყალში 1:1 შეფარდებით). მითითებული რეაგენტების დამატების შემდეგ ნარევეს აყოვნებენ 1 საათის განმავლობაში პერიოდული შენჯღრევით, რათა ნიადაგში არსებული ქლორიდები გადაყვანილი იქნას AgCl -ში. მაგრამ, ეს წესი, მთლიანად არ გვაცილებს ქლორიდების გავლენას, რადგან დამყანგველი ნარევის შემდგომი დუღილის დროს მიმდინარეობს ვერცხლის ქლორიდის დაშლა ქლორის გამოყოფით. ამიტომ, ქლორიდების დიდი რაოდენობით შემცველი ნიადაგებისათვის, შეიძლება ურჩიოთ მათი წინასწარი გარეცხვა გამოხდილი წყლს გამოყენებით. ამისათვის შემდეგნაირად იქცევიან: 1 მმ ნასვრეტებიან საცერში გატარებულ 100—200 გ ჰაერმშრალ ნიადაგს ათავსებენ 500—800 მლ მოცულობის ქიმიურ ქიქაში, ბოლომდე ავსებენ გამოხდილი წყლით, რომელიც სუსტად არის შემყავებული 1,0*n* H_2SO_4 -ის რამდენიმე წვეთით და რამდენჯერმე შეუტრევენ დღის განმავლობაში. მეორე დღით, გამქვირვალე ხსნარს გადაიტანენ ისე, რომ არ აამღვრიონ ნიადაგის ნალექი, რომელსაც შემდეგ კვლავ დაასხამენ შემყავებულ წყალს. თუკი ნიადაგის ნალექის ზემოთ ხსნარი მეორე დღისათვის კვლავ მღვრიეა, წყალს შეაბეჯებენ უფრო ძლიერად გოგირდის მყავის გამოყენებით.

გარეცხვის ოპერაციას იმეორებენ განარეცხ წყალში ქლორის იონის გაქრობამდე, რასაც ამოწმებენ AgNO_3 -ის 1%-იანი ხსნარის გამოყენებით.

გარეცხვის დამთავრების შემდეგ ქიქიდან მთელი ნიადაგი გამოხდილი წყლის დახმარებით გადააქვთ ფაიფურის ჯამში, რომლის წონა ცნობილია, დგამენ აღუღებელი წყლის აბაზანაზე და აორთქლებენ ამოშრობამდე. ნიადაგს ჯამში ტოვებენ დღე-ღამის განმავლობაში, ჰაერმშრალ მდგომარეობამდე მისაყვანად, რის შემდეგ წონიან (ტექნიკურ სასწორზე). ამრიგად, საზღვრავენ შეფარდებას გასარეცხად აღებული საწყისი ნიადაგის წონასა და გარეცხვის შემდეგ ნიადაგის წონას შორის. გარეცხილი, გამშრალი და აწონილი ნიადაგიდან იღებენ საშუალო სინჯს 5 გ რაოდენობით, გასრესენ როდინში და ატარებენ 0,25 მმ დიამეტრის მქონე ნასვრეტებიან საცერში, რის შემდეგ იღებენ ჩვეულებრივ წონაკებს ჰუმუსის განსაზღვრისათვის. ვიცით, რა შეფარდება გარეცხვის შემდეგ ნიადაგის წონასა და გარეცხვამდე ნიადაგის წონას შორის, ჰუმუსის შემცველობას ანგარიშობენ საწყის ნიადაგზე.

მიწერა ლურ ნიადაგებში ჰუმუსის შედგენილობის სწრაფი განსაზღვრა კონონოვასა და ბელჩიკოვას მეთოდით. (ნიადაგიდან ჰუმუსოვანი ნივთიერებების გამოსაყოფად ნატრიუმის პიროფოსფატის გამოყენებით)

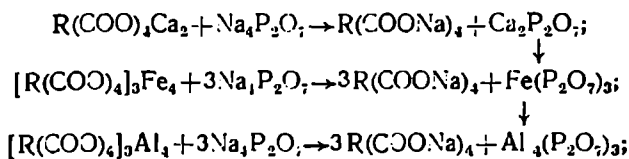
ჰუმუსის შედგენილობის განსაზღვრის დაჩქარებული მეთოდი შემუშავებულია მ. მ. კონონოვას და ნ. პ. ბელჩიკოვას მიერ და გამოიყენება მიწერა ლური ნიადაგების სხვადასხვა ტიპებისა და ქვეტობებისათვის. აღნიშნული მეთოდით, ნიადაგიდან შეიძლება გამოიყოს და განისაზღვროს ჰუმუსოვანი ნივთიერებების სამი ძირითადი ჯგუფები: ჰუმინის მჟავები, ფულვომჟავები და ჰუმუსოვანი ნივთიერებების ნაშთები. დამატებითი განსაზღვრებით შეიძლება დახასიათებული იქნას ჰუმუსის მოძრაობა და ჰუმინის მჟავების ბუნება.

მეთოდის დასაბუთება. ნიადაგიდან ჰუმუსოვანი ნივთიერებების გამოყოფისათვის ნატრიუმის პიროფოსფატის ($0,1 \text{ } n \text{ Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. ხსნარი მიყვანილია ნეიტრალურ რეაქციამდე), და აგრეთვე ზოგიერთ ორგანულ მჟავათა ნეიტრალური მარილების (მაგ. მჟაუნის, ღვინის, ლიმონის მჟავა ნატრიუმის მარილები და სხვა) გამოყენება დაფუძნებულია ამ მარილების ხსნარების უნარზე წარმოქმნან უხსნადი ნალექები ან ხსნადი კომპლექსები კალციუმთან, რკინასთან, ალუმინთან და ზოგიერთ სხვა კათიონებთან, რომელთანაც დაკავშირებულია ნიადაგში ჰუმუსოვანი ნივთიერებები. ამ დროს დიდი მნიშვნელობა აქვს ნატრიუმის პიროფოსფატის ხსნარის რეაქციას: pH 7,0-დან 9,5-მდე გადიდების მიხედვით ჰუმუსოვანი ნივთიერებების გამოტანა იზრდება. როგორც ავტორთა გამოკვლევები უჩვენებენ, ჰუმუსოვანი ნივთიერებების მეტ რაოდენობას გამოყოფს Na პიროფოსფატის ნარევი NaOH-თან რომლის pH დაახლოებით 13-მდეა. ამ ხსნარებით ნიადაგის ერთჯერადი დამუშავებისას, ჰუმუსოვანი ნივთიერებების გამოტანა ახლოა ჰუმინის და ფულვომჟავების იმ რაოდენობასთან, რომელიც შიილება ი. ვ. ტოურინის მეთოდით ჰუმუსოვანი ნივთიერებების 1-ლი ჯგუფის გამოყოფის შემთხვევაში. (ჰუმუსოვანი ნივთიერებების მრავალჯერადი გამოყოფა $0,1 \text{ } n \text{ NaOH}$ -ის ხსნარის დახმარებით წინასწარ დეკალცირებული ნიადაგიდან).

ნატრიუმის პიროფოსფატით მუშაობა მოსახერხებელია იმიტომ, რომ ორგანული ნივთიერებების გამოყოფა მიმდინარეობს დროის შედარებით მოკლე პერიოდში (10—12 საათი).

ტუტე არეში $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 + \text{NaOH}$ -ის ნარევის გამოყენების შემთხვევაში მიმდინარეობს კალციუმის, რკინის და ალუმინის უფრო სრული ჩანაცვლება ნატრიუმზე, ხსნადი ნატრიუმის ჰუმატებისა და ფულვატების შესაბამისი კათიონების უხსნადი ფოსფორმჟავა მარილების

წარმოქმნით. ურთიერთმოქმედების რეაქცია სქემატურად შეიძლება წარმოდგენილი იქნეს შემდეგი სახით:



ამრიგად, შეიძლება ვიფიქროთ, რომ $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 + \text{NaOH}$ ნარევით ნიადაგის დამუშავებისას გამოიღვენება როგორც კალციუმთან, ისე რკინის (და ალუმინის) არასილიკატურ ფორმებთან დაკავშირებულ ჰუმუსოვანი ნივთიერებანი.

ამ ორი ფრაქციის განცალკევება შეიძლება ჩატარდეს ცალკეულ წონაჟში ჰუმუსოვანი ნივთიერებების დამატებითი განსაზღვრის გზით: მათ გამოყოფენ არადეკალცინირებული ნიადაგიდან NaOH -ის 0,1 n ხსნარით.

თუ მივიღებთ, რომ უქანასკნელი წესით გამოიყოფა თავისუფალი ან R_2O_3 -ის არასილიკატური ფორმებით შებოქილი ჰუმუსოვანი ნივთიერებანი, მაშინ ამ სიდიდეების დაპირისპირება ჰუმუსოვანი ნივთიერებების იმ რაოდენობასთან, რომელნიც გამოყოფილნი არიან $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 + \text{NaOH}$ ნარევით, წარმოდგენას იძლევა კალციუმთან შეკავშირებული ჰუმუსოვანი ნივთიერებების რაოდენობაზე.

ამრიგად, ჰუმუსის შედგენილობის განსაზღვრის დაჩქარებულ მეთოდში გამოთიშულია ნიადაგის დეკალცინირებისა და NaOH -ის 0,1 n ხსნარით მისი მრავალჯერადი დამუშავების ხანგრძლივი (განსაკუთრებით კარბონატული ნიადაგების შემთხვევაში) პროცესი.

ჰუმუსის შედგენილობის განსაზღვრის დაჩქარებული მეთოდი მოიცავს შემდეგ ოპერაციებს:

1. ნიადაგის მომზადება საანალიზოდ. ნიადაგის ჰაერმშრალი საერთო ნიმუშიდან იღებენ საშუალო ნიმუშს 40—50 გ რაოდენობით, რომლისგანაც კარგად ამოკრეფენ ფესვებს და თვალთ შესამჩნევ ორგანულ ნარჩენებს. ნიადაგის მსხვილ გორბებს ამტვრევენ ზის სანაყით. შემდეგ ნიადაგს სრესენ ფაიფურის როდინში და გაატარებენ 1 მმ დიამეტრის ნასვრეტებიან საცერში. ოპერაციას იმეორებენ მანამ, სანამ მთელ ნიმუშს არ გაატარებენ საცერში. მომზადებულ ნიადაგს იყენებენ ჰუმუსის შედგენილობის განსაზღვრისათვის.

ორგანული ნახშირბადის და აზოტის საერთო შემცველობის განსაზღვრისათვის ზემოთ აღნიშნული წესით მომზადებული ნიმუშიდან იღებენ საშუალო სინჯს 5 გ რაოდენობით, დამატებით კარგად ამო-

კრეფენ მისგან ფესვებს, გასრესენ და ცრიან 0,25 მმ დიამეტრის მქონე ნასვრეტებიან საცერში.

2. C და N-ის განსაზღვრა საწყის ნიადაგში. საწყის ნიადაგში ორგანული ნახშირბადის შემცველობას საზღვრავენ ი. ვ. ტიურინის მეთოდით [დაქანგვა $K_2Cr_2O_7$ -ის 0,4 n ხსნარით, რომელიც შერეულია H_2SO_4 -თან (კუთ. წ. 1,84) შეფარდებით 1:1], საერთო აზოტს კი კელ-დალით ან ტიურინით.

3. ნიადაგიდან ჰუმუსოვანი ნივთიერების გამოყოფა ნატრიუმის პიროფოსფატი + NaOH-ის ნარევით. ჰუმუსის შედგენილობის განსაზღვრისათვის მომზადებული ნიადაგის ნიმუშიდან იღებენ 5 გ. წონას, გადააქვთ ის 250 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში და სამუშაო ღდის ბოლოს ამატებენ 100 მლ ახლად მომზადებულ Na-ის პიროფოსფატს + NaOH-ის ნარევს, რომელიც შეიცავს 1 ლ ხსნარში 44,6 გ $Na_4P_2O_7 \cdot 10H_2O$ და 4 გ NaOH; Na-ის პიროფოსფატის კონცენტრაცია ასეთ ხსნარში შეესაბამება 0,1 M, ხოლო NaOH-ის — 0,1 n. ნარევის pH ~ 13.

კოლბს მჭიდროდ ახურავენ რეზინის საცობს ჰაერის CO_2 -ისაგან იზოლაციისათვის და მის შიგთავსს კარგად შეურევენ ფრთხილად, რათა ნიადაგით არ დაისვაროს კოლბის კედლები და ტოვებენ დი-ლაშდე.

შენიშვნა: რეკომენდებულია შიგთავსის დაყონება 16—18 საათს, რადგან Na-ის პიროფოსფატის და NaOH-ის ნარევის უფრო ხანგრძლივი ზემოქმედებით ნიადაგზე ჰუმუსოვანი ნივთიერებების გამოსავალი არ დიდდება.

დილით კოლბის შიგთავსს კვლავ შეურევენ კარგად და მთელი ხსნარი ნიადაგთან ერთად გადააქვთ ძაბრზე 15—17 სმ დიამეტრის ჩვეულებრივ ქაღალდის ფილტრზე, რომელიც ჩადებულია ლურჯ სახ-ვევიან მკვრივი ფილტრის (7—9 სმ დიამეტრის) კონუსში. ფილტრები უნდა იყოს მშრალი.

თუკი ხსნარი ამღვრეულად იფილტრება, მას კვლავ დააბრუნებენ ფილტრზე. გამჭვირვალე ფილტრატს აგროვებენ მშრალ მიმღებ კოლბში.

მაღალ ჰუმუსოვანი ნიადაგის შემთხვევაში (მაგალითად შავმიწა) შემდგომი განსაზღვრისათვის ჰაკმარისია გაიფილტროს დაახლოებით 50—60 მლ ხსნარი, მცირედ ჰუმუსოვანის შემთხვევაში კი ფილტრავენ მთელ ხსნარს.

ქაღალდის ფილტრებით გაფილტვრის ნაცვლად, ნიადაგიდან ხსნარის დასაცილებლად შეიძლება გამოყენებული იქნას ცენტრიფუგირება. ორთავე შემთხვევაში აუცილებელია უზრუნველყოთ გამჭვირვა-

ლე ხსნარის მიღება. კოაგულატორს ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) ავტორები არ ამატებენ.

გაფილტვრის შემდეგ ფილტრზე დარჩენილ ნიადაგს შემდგომში ანალიზისათვის არ იყენებენ, მას გადაყრიან.

ხსნარში, ორგანული ნახშირბადის საერთო შემცველობას და ჰუმინის მჟავების ნახშირბადს საზღვრავენ შემდეგი ზეჩხით.

4. ორგანული C განსაზღვრა ხსნარში.

ორგანული ნახშირბადის განსაზღვრისათვის საჭირო ხსნარის რაოდენობა, დამოკიდებულია ნიადაგში ჰუმუსის საერთო შემცველობაზე. მაღალ ჰუმუსოვანი ნიადაგებისათვის საკმარისია 2—5 მლ, მცირედ ჰუმუსოვანისათვის კი 10 — 15 მლ.

პიპეტით ამოღებული ხსნარი გადააქვთ 100 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში და ანეიტრალეხენ. 1 N H_2SO_4 -ის წვეთებას დამატებით სუსტი სიმღვრივის წარმოქმნამდე, რის შემდეგ კოლბს დგამენ აღუღებულ წყლის აბაზანაზე და შიგთავსს აორთქლებენ ამოშრობამდე. შემდეგ აწარმოებენ ორგანული ნახშირბადის შემცველობის განსაზღვრას ტიურინის მეთოდით. ხსნარის თანაბარი დუღილისათვის და სითხის ამოწვის თავიდან ასაცილებლად, აუცილებელია კოლბში მცირეოდენი გამოწვევარი პემზის ან ნიადაგის დამატება.

0,1 N მორის მარილის ხსნარით დატიტრება აწარმოებენ იგივე კოლბში, შიგთავსის განზავებით 5 — 10 მლ გამოხდილი წყლით: ინდიკატორის სახით გამოყენებულია ფენილანტრანინის მჟავა.

ორგანული ნახშირბადის განსაზღვრა ხსნარში აუცილებელია ჩატარდეს ორჯერადი განმეორებით. მის შემცველობას ანგარიშობენ პროცენტებში — აღებული ნიადაგის წონაკიდან და პროცენტებში — საწყის ნიადაგში ორგანული ნახშირბადის საერთო შემცველობიდან.

5. ჰუმინის მჟავების C რაოდენობის განსაზღვრა ხსნარში. პიპეტით იღებენ ხსნარის გარკვეულ მოცულობას (25 მლ მაღალ ჰუმუსოვან ნიადაგში და 40—50 მლ მცირე ან საშუალო ჰუმუსოვან ნიადაგში) და გადააქვთ შესაბამისი მოცულობის ქიმიურ ქიქაში. ჰუმინის მჟავების გელის კოაგულაციისათვის მასშივე მინის წკირით შერევით წვეთობით ამატებენ H_2SO_4 (ყუთ. წ. 1,84) ხსნარში სიმღვრივის წარმოქმნამდე, რაც შეიმჩნევა pH 2—3-ის პირობებში. ამისათვის აუცილებელია დაემატოს დაახლოებით 0,2—0,5 მლ გოჯირდის მჟავა. მჟავას სიჭარბეს უნდა ვერიდოთ.

მინის წკირით კარგად შერევის შემდეგ ქიქის შიგთავსს ახურავენ საათის მინას და დგამენ ცხელ ეტერნიტის ქურახე ან აზბესტით დაფარულ ელექტროქურახეზე. 80° ტემპერატურის პირობებში აწარმოებენ თანაბარ დუღილს 30 წუთის განმავლობაში, რის შემდეგ

ქიქას გადმოიღებენ ქურიდან და ჰუმინის მკვების გელის სრული და-
ლექვისათვის ტოვებენ ღამით, ოთახის ტემპერატურის პირობებში.

ღილით აწარმოებენ გაფილტვრას, რომელსაც ატარებენ პატონა
ძაბრებში წინასწარ H_2SO_4 -ის 0,05 n ხსნარით დასველებულ ლურჯ
ზონარიანი მკვრივი ფილტრით (7 სმ დიამეტრი). საწყისში, ქიქიდან
ფილტრზე გადააქვთ მკვვე ხსნარი, შემდეგ კი ჰუმინის მკვების ნა-
ლექი (გელი). ფილტრს ნალექით რამდენჯერმე რეცხავენ H_2SO_4 -ის
0,05 n ცივი ხსნარით უფერული ფილტრატის მიღებამდე (გარეცხვის
წინ ფილტრატი შეფერადებულია ყვითლად, რაც გამოწვეულია ფულ-
ვომკვების მინარევისაგან).

მკვვე ხსნარს ჩანარეცხ წყლებთან ერთად გადაღვრიან, ზოლო
ძაბრს ფილტრით ჰუმინის მკვას ნალექთან ერთად ჩადგამენ 25—100
მლ (დამოკიდებულია ნალექის მოცულობაზე) მოცულობის საზომი
კოლბის ყელში და აწარმოებენ ნალექის გახსნას NaOH-ის 0,05 n
ცხელი ხსნარით.

როგორც ჰუმინის მკვავათა ნალექის 0,05 n H_2SO_4 -ით ჩარეცხვისას,
ისე 0,05 n NaOH-ით მათი გახსნისას მოსახერხებელია გამოვიყენოთ
მცირე ზომის ჩამრეცხები, რომელთაგან გამოძეული ქველით ნალექი
შეიძლება აიძვრას.

NaOH-ის ხსნარს მცირე ულუფებით პირველად ამატებენ ქიქაში,
რომელშიც ჩატარდა დალექვა. მის კედლებზე დარჩენილი ნალექის
გახსნისათვის, სარგებლობენ მინის წკირით, შემდეგ კი გადააქვთ
ფილტრზე. იმავე ხსნარით აწარმოებენ ფილტრის გარეცხვას ჰუმინის
მკვას გელის სრულ გახსნამდე, რასაც ადასტურებს ძაბრიდან უფე-
რული ფილტრატის მიღება. საზომ კოლბში ნატრიუმის ჰუმატის ხსნარს
აცივებენ ოთახის ტემპერატურამდე, რის შემდეგ გამოხდილი წყლით
მიჰყავთ ნიშანხაზამდე.

განსაზღვრისათვის იღებენ 5—10—20 მლ ხსნარს (დამოკიდებუ-
ლია მისი შეფერვის ინტენსივობაზე); შემდეგ ანალიზს ატარებენ ისე,
როგორც ეს აღწერილია ხსნარში ნახშირბადის საერთო შემცველობის
განსაზღვრისას. (პუნქტი 4).

ჰუმინის მკვების C შემცველობას ანგარიშობენ პროცენტობით —
აღებული ნიადაგის წონიდან და პროცენტობით — საწყის ნიადაგში
ორგანული ნახშირბადის საერთო შემცველობიდან.

6. ფულვო მკვების C განსაზღვრა ხსნარში. ფულვო მკვების C
(უფრო ზუსტად, იმ ორგანული ნივთიერებების C, რომელნიც დარჩე-
ნილი არიან მკვვე ხსნარში, მათგან ჰუმინის მკვების დალექვისას)
რაოდენობას საზღვრავენ სხვაობით — ხსნარში ორგანული C-ს სა-
ერთო შემცველობასა და ჰუმინის მკვებში მის შემცველობას შორის.

ფულვომეაქების C შემცველობას ანგარიშობენ პროცენტობით — აღებული ნიადაგის წონაიდან და პროცენტობით — საწყის ნიადაგში ორგანული ნახშირბადის საერთო შემცველობიდან.

7. C შემცველობის განსაზღვრა ნიადაგის ნაშთში.

ნიადაგის ნაშთში ნახშირბადის რაოდენობას საზღვრავენ Na პიროფოსფატი + NaOH. ნარევიტ. ჰუმუსოვანი ნივთიერებების გამოყოფის შემდეგ სხვაობით, საწყის ნიადაგში და ხსნარში ორგანული C შემცველობას შორის.

როგორც აღნიშნულიდან ჩანს, ნატრიუმის პიროფოსფატის და NaOH-ის ნარევიტ ნიადაგიდან გამოყოფილი ჰუმუსოვანი ნივთიერებების რაოდენობას საზღვრავენ ნახშირბადის გამოყოფის მიხედვით. განსაზღვრას შეიძლება თან ახლდეს აზოტის შემცველობის ანალიზი კელდალის ან ტიურინის მეთოდით საწყის ნიადაგში, ხსნარში და ჰუმინის მქავეებში. აზოტის რაოდენობას ფულვომეაქებში და ნიადაგის ნაშთში, ისე როგორც ნახშირბადის შემთხვევაში ანგარიშობენ სხვაობით საწყის ნიადაგში და ხსნარში საერთო N-ის შემცველობას შორის.

აზოტის განსაზღვრის შემთხვევაში (რისთვისაც საჭიროა დიდი რაოდენობით ხსნარი), არ უნდა გადიდდეს ნიადაგის წონაი და შესაბამისად გამხსნელის მოცულობა, აღებული უნდა იქნას რამდენიმე წონაი 5 — 5 გრამი და მიღებული ფილტრატები შეერთდეს.

N-ის განსაზღვრა, ისე როგორც C, აუცილებელია ჩატარდეს ორჯერადი განმეორებით.

ცხრილი 23

საერთო ორგანული C-ს შემცველობა ხსნარში.

ნიადაგი	C ორგ. საყვის ნი- ადაგი, %	საანალოზოდ აღმე- ლი ნიადაგი, გ	ჰუმუსოვანი ნი- ვთიერების გა- მოსაყოფად აღებული ნარევი მლ	C განსაზღვრი- სათვის ხსნარი- დან (4) ამოღე- ბულია	საანალოზოდ აღ- ებული ფილტრა- ტის მოცულობის (5) შესაბამისი ნიადაგის წონა	C ნიადაგის წო- ნაში (6)	C ორგ. ხსნარში	
							% ნიადაგის წო- ნაიდან	% C ორგანულ- თან საწყის ნია- დაგში
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ჩეულებრივი შავმიწა 0—20 სმ პორიზონტი	5,00	5	100	2	0,1	0,002499	2,50	50,0

23 და 24 ცხრილში მოყვანილია ორგანული ნახშირბადის საერთო შემცველობისა და ხსნარში ჰუმინის მქაევას ნახშირბადის განსაზღვრისას ანგარიშის მაგალითები.

ბუმის მეთაოთა C შემცველობა ხსნარში.

ნიადაგის წონა, გ	ჰუმუსოვანი ნივთიერებების გამოსავლად აღებული ნარევი	ბუმის მეთაების დასაღეკად ფილტრატინიდან ამოღებულია	Na-ის პუნჯის საზოლოო მოცულობა	Na-ის პუნჯის მოცულობიდან (4) აღებული C განსაზღვრისათვის	საანალიზოდ აღებული ფილტრატის მოცულობის შესაბამისი ნიადაგის წონა (5)	C ნიადაგის წონა (6)	C ჰუმ.	
							ნიადაგის წონა, კანა	% საწყის ნიადაგში ორგანული ნაზღირბადის საჭირო შემცველობიდან
1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	100	20	100	10	0,1	0,001850	1,85	37,0

ნიადაგში ქლორიდების არსებობისას, საჭიროა მათი მოცილება ჰუმუსის შედგენილობის ანალიზის ჩატარების წინ, რადგან $Na_4P_2O_7 + NaOH$ -ის ნარევიტ ნიადაგის დამუშაებისას ისინი ზედბიან ხსნარში და ვავლენას ახდენენ ტიურინის მეთოდით საერთო ნახშირბადის შემცველობის განსაზღვრის შედეგებზე. ნიადაგის ქლორიდების მოშორების წესი აღწერილია ზემოთ. (იხ. „ჰუმუსის განსაზღვრა ნიადაგში ტიურინის მეთოდით“).

8. დამატებითი განსაზღვრები. აღწერილი წესით ჰუმუსის შედგენილობის განსაზღვრას მიზანშეწონილია თან ახლდეს ნიადაგის ცალკეულ წონაკებში ჩატარებული შემდეგი განსაზღვრები: (ნიადაგი გატარებულია 1 მმ დიამეტრის მქონე ნასვრეტებიან საცერში).

ა) C რაოდენობის განსაზღვრა ორგანულ ნივთიერებებში, რომელნიც გადადიან ხსნარში ნიადაგის წონაკის დამუშაებისას 0,1 n H_2SO_4 -ით. ანალიზს ატარებენ ვ. ვ. პონომარევის მიხედვით*. ეს ანალიზი წარმოდგენას გვაძლევს ნიადაგის ორგანული ნივთიერებების ხსნადობაზე მინერალურ მეთაებში, რაც განსაკუთრებია დამახასიათებელია ეწერი ნიადაგების, წითელმიწებისა და ლატერიტებისათვის

5 გ ნიადაგს ათავსებენ 250 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში, ამატებენ 200 მლ 0,1 n H_2SO_4 -ის და კარგად შეერევის შემდეგ აყოვნებენ დილამდე, კოლბს ასურავენ საათია მინას.

მეორე დღეს გოვირდმეთაეა ხსნარს ფილტრავენ 500 მლ მოცულობის საზომ კოლბში ჩვეულებრივი ფილტრით. ფილტრზე დარჩენილ ნიადაგს ჩარეცხავენ 0,1 n H_2SO_4 -ით, საზომ კოლბში: ფილტრატის მოცულობა მიჰყავთ ნიშანხაზამდე და კარგად შეურევენ. ნახშირბადის განსაზღვრისათვის პიპეტით იღებენ 25—50 მლ ხსნარს, ათავსებენ

* დაწერილებითი აღწერა იხილეთ ჟურნალში „Почвоведение“ 1957, № 8.

100 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში, ანეიტრალეზენ Na_2CO_3 -ის მშრალი ფხვნილით R_2O_3 -ის ნალექის წარმოქმნამდე, აორთქლებენ ადულებული წყლის აბაზანაზე ამოშრობამდე, ამატებენ გამომწვარ პემზას და წვავენ ქრომის ნარევით, ტიურინის მეთოდის მიხედვით. ნახშირბადის შემცველობას ანგარიშობენ პროცენტობით აღებული ნიადაგის წონაკიდან და პროცენტობით — ნიადაგის ორგანული ნახშირბადის საერთო შემცველობიდან.

ბ) თავისუფალი ან R_2O_3 -ის მოძრავი ფორმებით შებოჭილი ჰუმინის მქაევას განსაზღვრა, რომელნიც გამოიყოფა 0,1 n NaOH -ის ხსნარით ნიადაგის დამუშავებისას. (მისი წინასწარი დეკალცირების გარეშე).

ამ ფრაქციის განსაზღვრის შედეგები გამოიყენება, ერთის მხრივ კალციუმთან და მეორეს მხრივ, R_2O_3 -ის არასილიკატურ ფორმებთან დაკავშირებული ჰუმინის მქაევას რაოდენობის სამაგალითო ანგარიშისათვის. (იხ. ზემოთ „მეთოდის დასაბუთება“.).

მეთოდიც აღწერილია ნ. ა. პანკოვას და ვ. ვ. პონომარევის მიერ.

ვ) ჰუმუსის შედგენილობის განსაზღვრა სასარგებლოა დასრულებული იქნას ჰუმინის მქაევას ბუნების დახასიათებით მათი ოპტიკური სიმკვრივის მიხედვით, რომელიც ითვლება არომატული ბირთვის კონდენსირების ზარისხის მაჩვენებლად. არომატული ბირთვი, როგორც ცნობილია, ზასიათდება ჰიდროფობული თვისებებით, მაშინ როცა ჰუმინის მქაევას მოლეკულაში გვერდითი ჯაჭვების არსებობა განსაზღვრავს მის ჰიდროფილობას. არომატულ ბირთვისა და გვერდით რადიკალებს შორის შეფარდება განსაზღვრავს მთლიანად ჰუმინის მქაევების ჰიდროფილურ თვისებებს. ამიტომ ოპტიკური სიმკვრივე შეიძლება იყოს მაჩვენებელი ჰუმინის მქაევების არა მარტო ჰიდროფობული, არამედ, აგრეთვე ჰიდროფილური თვისებებისაც. ეს თვისებები განსაზღვრავენ დისპერსიულობას, გაჭირვების უნარს, ელექტროლიტებთან დამოკიდებულებას და მთელ რიგ სხვა თვისებებს, რომელთაც დიდი მნიშვნელობა აქვთ ნიადაგის პროცესში. (კონონოვა, 1963).

ჰუმინის მქაევის ოპტიკურ სიმკვრივეს საზღვრავენ ნატრიუმის ჰუმატების ხსნარებში, რომელნიც მიღებულია ჰუმუსის შედგენილობის განსაზღვრისას (იხ. ზ. მე-5 პუნქტი), სპექტროფოტომეტრის ან უნივერსალური ფოტომეტრის FM დახმარებით, როცა კიუვეტში ხსნარის შრის სისქე 1 სმ-ია ექსტინქციის — მაჩვენებელი E ემთხვევა ოპტიკური სიმკვრივის მაჩვენებელს D . ამ დროს შეიძლება შემოვიფარგლოთ ექსტინქციის განსაზღვრით ტალღის ორი სიგრძის პირობებში: 465 (E_4) და 665 (E_6) მმ და აღებული იქნას მათი შეფარდების სიდიდე E_4/E_6 .

სილიდე E_4/E_6 , დამოკიდებულნი ნახშირბადის კონცენტრაციისაგან ხსნარში, და მუდმივია ყველა ტიპის ნიადაგების ჰუმინის მჟავებისათვის.

ჰუმინის მჟავას ოპტიკური თვისებების დახასიათების აღწერილი ხერხის გამოყენებისას არ არის აუცილებელი, სპექტრომეტრში გახედვის წინ ნატრიუმის ჰუმატების ხსნარების გაწონასწორება ნახშირბადის შემცველობის მიხედვით. საიმედო მაჩვენებლები E_4/E_6 (გასახედი ხსნარის შრის სისქე 1 სმ-ია) მიიღება 1 ლ ხსნარში ნახშირბადის შემდეგი შემცველობის შემთხვევაში: მუქადშეფერილი ხსნარებისათვის (შავმიწა და წაბლა ნიადაგებიდან) 0,03-დან 0,15 გრამამდე, ღიადშეფერილი ხსნარებისათვის (ეწერი ნიადაგებიდან, წითელმიწები, რუხი) — 0,06-დან 0,18 გრამამდე. ვიციტ რა ნახშირბადის შემცველობა Na-ის ჰუმატების ხსნარებში ადვილად მივაახლოვებთ მას (შემცველობას) საჭირო რაოდენობით განზავების გზით (მუქადშეფერილი ხსნარების შემთხვევაში) ან 60°-მდე გაცხელებულ წყლის აბაზანაზე ფრთხილი აორთქლებით (მკრთალად შეფერილი ხსნარებისათვის).

აღწერილი წესით, სხვადასხვა ტიპის ნიადაგებში ჰუმინის მჟავას ოპტიკური სიმკვრივის განსაზღვრისას, მიღებული იყო E_4/E_6 შეფარდების შემდეგი დამახასიათებელი სიდიდეები: ეწერი ნიადაგებისათვის დაახლოებით 5,0; ტყის რუხი ნიადაგებისათვის 3,5—3,8; ჩვეულებრივი შავმიწებისათვის 3—3,5; წაბლა ნიადაგებისათვის 3,8—4,0; რუხი ნიადაგებისათვის 4,0—4,5; წითელმიწებისათვის დაახლოებით 5,0. ფულვომჟავებისათვის შეფარდება E_4/E_6 მერყეობს 6-დან 8,5-მდე.

ამრიგად, ჰუმინის მჟავებში არმატული ბირთვის კონდენსირების ხარისხის გადიდებასთან ერთად, შეფარდება E_4/E_6 ხდება უფრო ვიწრო, და ფართოვდება იმ შემთხვევაში, როცა ჰუმინის მჟავების ბირთვი ნაკლებად კონდენსირებულია.

ტყის ნიადაგის 25

ჩვეულებრივი შავმიწის ჰუმინის შედგენილობა.

სიღრმე, სმ	C ორგ. სწყის ნიადაგში, %	C ორგ. გამოყოფილი 0,1 N H ₂ SO ₄ -ით	C ორგ. გამოყოფილი ნარკეთი—Na ₂ P ₂ O ₇ ; NaOH	C ჰუმ.	C ფულ.	C ჰუმ. / C ფულ.	E ₄ /E ₆	ჰუმინის მჟავების საერთო რაოდენობიდან		C ნიადაგის ნარჩენში
								თავისუფალი და შემოკლილი მოძრავი R ₂ O ₃ -ით	Ca-თან შეკავშირებული	
1	2	3	4	5	6(4 5)	7	8	9	10(5—9)	11(2—4)
0—20	5,00	0,15 3,0	2,50 50,0	1,85 37,0	0,65 13,0	2,85	3,4	0,17 9,2	1,68 90,8	2,85 50,0

შენიშვნა: მრიცხველში მოცემულია ნახშირბადი პროცენტობით — ნიადაგის წონიდან; მნიშვნელში კი C პროცენტობით — საწყის ნიადაგში ნახშირბადის საერთო რაოდენობიდან.

25-ე ცხრილში მოყვანილია ჰუმუსის შედგენილობის მასალები (ანალიზი შესრულებულია დაჩქარებული მეთოდით, ჰუმუსოვანი ნივთიერებების გამოყოფით $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 + \text{NaOH}$ -ის ნარევით). ცხრილში მოტანილია აგრეთვე დამატებითი განსაზღვრების შედეგები: 0,1 N H_2SO_4 -ით გამოყოფილი ორგანული ნივთიერების C შემცველობა; ჰუმინის მჟავას C რაოდენობა, რომელიც გამოყოფილია არადეკალცირებული ნიადაგიდან 0,1 N NaOH -ით და ჰუმინის მჟავას ოპტიკური სიმკვრივის მაჩვენებელი.

II. თავისუფალი და ერთნახევარი უანგეულების მოძრავი ფორმებით შებოჭილი ჰუმინის მჟავების განსაზღვრა.

აღნიშნული მეთოდი საშუალებას იძლევა ვიმსჯელოთ ახლადწარმოქმნილი ჰუმინის მჟავების რაოდენობაზე.

ნიადაგის საერთო ნიმუშიდან ანალიზისათვის იღებენ საშუალო სინჯს 40—50 გრამის რაოდენობით. ლუპის დახმარებით სინჯიდან პინცეტით ამოკრეფენ ფესვებს და ნახევრადდაშლილ ნარჩენებს. ფესვების ამოსაკრეფად შეიძლება გამოყენებული იქნას ებონიტის ჭოხი, რომელიც დაელექტროებულია შალის ქსოვილზე ხახუნით; ნიადაგის მსხვილი გორახების დამტვრევისას უნდა ვისარგებლოთ ჩის სანაყით, რომელიც დაბოლოებულია რეზინის ბოლოთი. გასუფთავებულ ნიადაგს გასრესენ და ატარებენ 0,25 მმ დიამეტრის მქონე ნასერტეზიან საცერში.

მოძრავი ჰუმინის მჟავების გამოყოფა. ტექნიკურ სასწორზე იღებენ ნიადაგის წონაქს 5 გ რაოდენობით, ათავსებენ მას 250 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბაში, ფრთხილად ამატებენ 100 მლ 0,1 N NaOH -ის ხსნარს, რომელიც მომზადებულია CO_2 -ისაგან თავისუფალი წყლით.

კოლბს მჭიდროდ ახურავენ რეზინის ან კორპის საცობს და ოდნავ (ორ-სამჯერ) შეაჩქარევენ ნიადაგის სრული და თანაბარი დასველებისათვის. შემდეგ კოლბს შიგთავსით ტოვებენ 15—16 საათით.

15—16 საათის დაყოვნების შემდეგ კოლბის შიგთავსი მთლიანად გადააქვთ ძაბრზე, რომელშიც მოთავსებულია 17 სმ დიამეტრის ორმაგი ჩვეულებრივი ფილტრი. ფილტრატის პირველ მღვრიე ულუფას ჩააბრუნებენ უკანვე ძაბრში ან გადაღვრიან. როცა მიმღებ კოლბში

დაგროვდება 60—70 მლ გამჟვინავალე ფილტრათი, გაფილტვრას შეწყვეტენ. ფილტრატის საერთო რაოდენობიდან იღებენ 50 მლ ხსნარს და გადააქვთ 100 მლ მოცულობის ჭიქაში.

ამ ხსნარიდან ჰუმინის მჟავებს ლექავენ გოგირდის მჟავას მიმატებით იმ ანგარიშით, რომ მისი საბოლოო კონცენტრაცია დაახლოებით ტოლი იყოს 0,1 *n*-ისა. ამისათვის 50 მლ 0,1 *n* ტუტე ხსნარს საკმარისია დავამატოთ 5—8 მლ გოგირდის მჟავას 1,0 *n* ხსნარი. მჟავას ამატებენ მცირე ულუფებით; გოგირდის მჟავას დამატების შემდეგ ჭიქებს 1 საათით დგამენ ცხელ ეტერნიტის ქურაზე ჰუმინის მჟავების სრული კოაგულაციისათვის.

ხსნარის გაცივების შემდეგ აწარმოებენ გაფილტვრას პატარა ძაბრზე ჩვეულებრივი ფილტრით (ძაბრის დიამეტრი 4 — 5 სმ, ხოლო ფილტრის 7 სმ), ისე, რომ ჭიქის ფსკერზე გამოყოფილი ნალექი არ ამღვრეს. ხსნარის ჩაფილტვრის დამთავრების შემდეგ იგივე ფილტრზე გადააქვთ ჰუმინის მჟავების ნალექი, რომელსაც ფილტრზე ორჯერ ჩარეცხავენ გოგირდის მჟავას 0,02 *n* ხსნარით. ფილტრატს და ჩანარეცხ წყლებს გადაღვრიან.

ჰუმინის მჟავას ნალექის გახსნას ფილტრზე აწარმოებენ 50 მლ მოცულობის საზომი კოლბის გამოყენებით. ამისათვის ფილტრზე მცირე ულუფებით ამატებენ NaOH-ის 0,02 *n* ცხელ ხსნარს. ნატრიუმის ჰუმატების ხსნარი ჩაედინება საზომ კოლბში.

ჭიქას, რომლიდანაც გადატანილია ნალექი ფილტრზე, აუცილებელია რამდენჯერმე გამოველოს NaOH-ის 0,02 *n* ცხელი ხსნარი, რათა გაიხსნას კედლებზე დერჩენილი ჰუმინის მჟავას ნალექი. ამ ხსნარს შეუერთებენ საზომ კოლბში საერთო მოცულობას. ჰუმინის მჟავათა ტუტე ხსნარი გაცივების შემდეგ გამოხდილი წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე. (50 მლ).

ნახშირბადის განსაზღვრისათვის იღებენ 20 მლ ხსნარს (შეესაბამება 1 გ ნიადაგი) ორი პარალელით და გადააქვთ 100 მლ მოცულობის ერლენმეიერის კოლბში. ტუტე ხსნარს ანეიტრალებენ გოგირდის მჟავას 0,1 *n* ხსნარით, რომელსაც ამატებენ წვეთებით სიმღერის მიღებამდე, შემდეგ კი წყლის აბაზანაზე აორთქლებენ ამოშრობამდე. ხსნარის ამოშრობის შემდეგ კოლბში ამატებენ ცოტაოდენ გამომწვარპემზას ან ნიადაგს (თანაბარი დუდილისათვის) და ნახშირბადს საზღვრავენ ტიურინის მეთოდით.

ერთდროულად შეიძლება ჩატარდეს მოძრავი ჰუმინის მჟავების 8—10 განსაზღვრა, ანალიზი გრძელდება 4—5 დღე.

ანგარიში, ხსნარების მომზადება და ტიტრის დაყენება ნახშირბადის განსაზღვრისას მოცემულია ზემოთ, ტიურინის მეთოდით ნიადაგის ჰუმის განსაზღვრის აღწერისას.

ს ა კ ი რ ო რ ე ა ქ ტ ი ვ ე ბ ი: 1. NaOH-ის 0,1 *n* ხსნარი. 4 გ NaOH ხსნიან 1 ლ გამობდილ წყალში. წყალი წინასწარ უნდა იყოს განთავისუფლებული CO₂-საგან 2—3 საათით დუღილით. მომზადებული ხსნარის კონცენტრაციას ამოწმებენ გოგირდის მქაევას 0,1 *n* ხსნარით. ტუტის ხსნარი მომზადებული უნდა იქნას ზუსტად 0,1 *n*, რისთვისაც კარგია ფიქსონალის გამოყენება.

2. 0,1 *n* გოგირდის მქაევას ხსნარი. 2.7 მლ გოგირდის მქაევას კუთ. წ. 1,84) 1 ლ წყალზე.

3. 0,02 *n* NaOH-ის და H₂SO₄-ის ხსნარი; უკეთესია მომზადდეს ფიქსონალიდან (0,1 *n*), მათი ხუთჯერ განზავებით.

ნიდაგში აზოტის შენაერთების განსაზღვრის მეთოდები

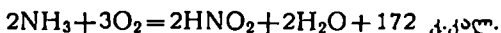
აზოტის საერთო რაოდენობა ნიდაგში მერყეობს ფართო ფარგლებში და დამოკიდებულია ნიდაგის ჰუმუსით სიმდიდრის ხარისხზე. ძლიერ შევმიწებში საერთო აზოტის შემცველობა 0,5%-მდე აღწევს, ხოლო ლარიბ ქვიშნარ ნიდაგებში ის ეცემა 0,03%-მდე.

ძირითადად, აზოტი ნიდაგში წარმოდგენილია ორგანული შენაერთების სახით, რომელიც შედის ჰუმუსის შედგენილობაში და მხოლოდ, მისი უმნიშვნელო ნაწილი (ცვალიდან — 5%-მდე) გვხვდება არაორგანული შენაერთების სახით — ნიტრატული და ამონიაკური მარილების სახით. ჰუმუსის ორგანული აზოტი უშუალოდ არ შეითვისება მცენარის მიერ, მაგრამ ნიდაგის მიკროორგანიზმების გავლენით ის თანდათან განიცდის მინერალიზაციას და გადადის მცენარისათვის მისაწვდომ ფორმაში.

ორგანული აზოტის მინერალიზაციის ინტენსივობა დამოკიდებულია, როგორც თვით ორგანული ნივთიერების ბუნებაზე, ბიოლოგიური ფაქტორების ზემოქმედების შიშვით მისი მდგრადობის ხარისხზე, ისე არეს პირობებზე. როგორცაა: ტენი, ტემპერატურა, აერაცია, ნიდაგის მკვავიანობა და ა. შ.

ნიდაგის ორგანული აზოტის მინერალიზაცია ხორციელდება ბაქტერიების, აქტინომიციტების, ობის სოკოების მიერ, რომელნიც ორგანულ ნივთიერებას იყენებენ როგორც ენერჯის წყაროს. ამ ორგანიზმების ზემოქმედების შედეგად, ორგანული აზოტი გარდაიქმნება ამიაკში. ნიტრატების წარმოქმნა ნიდაგში განპირობებულია ნიტრიფიკაციის ბაქტერიებით, რომელნიც ამიაკს უანგავენ აზოტოვან და აზოტის მკვავამდე, ხოლო ამ დროს გამოყოფილ ენერჯიას იყენებენ ორგანული ნივთიერების სინთეზისათვის ნახშირმკვავა მარილების ნახშირბადის ხარჯზე.

ამიაკის დაუანგვა აზოტოვან მკვავამდე შეიძლება წარმოდგენილი იქნას შემდეგი ტოლობით:



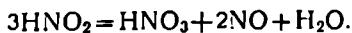
ეს დაუანგვა მიმდინარეობს ბაქტერია — Nitrosomonas ზემოქმედებით. აზოტოვანი მკვავას დაუანგვა აზოტის მკვავამდე კი მიმდინარეობს ბაქტერია Nitrobacter-ის მონაწილეობით შემდეგი სქემით:



ნიტროფიკაციის ბაქტერიების ნორმალური მოქმედება შესაძლებელია მხოლოდ კარგი აერაციის, ნიადაგის საკმარის ტენიანობისა და ნიადაგში წარმოქმნილი აზოტის მკაფიო განეიტრალებისათვის საკმარის ფუძეების არსებობის პირობებში.

ნიტრიტები, რომელნიც წარმოადგენენ ამიაკის დაჟანგვის პირველ სტადიას, ნიადაგში გვხვდება ძალზე იშვიათად და ისიც უმნიშვნელო რაოდენობით: 1 კგ ჰექტარზე, არ აღემატება მილიგრამი აზოტის მეთოდს 1 კგ ნიადაგზე (ნიტრალურ და კარბონატულ ნიადაგებში). მკაფიო ნიადაგებში ნიტრიტები არამდგრადია. რამდენიმე წუთის განმავლობაში ისინი იშლება სუფთა ქიმიური გზით:

$H - \text{ნიადაგის შთანქმის კომპლექსი} + KNO_2 = K - \text{შთანქმის კომპლექსი} + HNO_2$. ეს რეაქცია შეუქცევადია, რადგანაც წარმოქმნილი აზოტოვანი მკაფიო იშლება:



ფუძეებით არამაძლარ ნიადაგში ნიტრიტების სწრაფი დაშლის მიუხედავად, ნიტროფიკაციის პროცესი ამ ნიადაგებში არ მიმდინარეობს აზოტის შესამჩნევი დანაკარგით. ეს, როგორც ჩანს, განპირობებულია, ამიაკის აზოტოვანი მკაფიამდე დამკაფივებელ ბაქტერიებსა და აზოტოვანი მკაფიას აზოტის მკაფიამდე დამკაფივებელ ბაქტერიებს შორის მკვიდრო კავშირით.

აზოტის მინერალური შენაერთებიდან ნიადაგში ჩვეულებრივ გვხვდება მხოლოდ ამონიაკური და ნიტრატული მარილები. ნიტრატები ხასიათდება საკმარის მაღალი მობილობით ნიადაგში. ისინი ადვილად გადაინაცვლებენ ნიადაგის პროფილის მიხედვით, წვიმის წყლის გავლენით ჩადიან ნიადაგის ქვედა ფენებში და მშრალ, თბილ ამინდში კი ამოდიან ნიადაგის ზედაპირულ ფენაში. შედარებით ნაკლებად მოძრავია ნიადაგში ამონიაკური აზოტი, რადგან ამონიუმის იონები შედიან გაცვლითს რეაქციაში ნიადაგის შთანქმის კომპლექსის კათიონებთან. წყალხსნადი და გაცვლითი ამონიუმის აზოტი, ზუსტი ექსპერიმენტული მონაცემების თანახმად, რომელნიც ჩატარებულია იზოტოპ N 15-ის გამოყენებით, დაახლოებით ისევე მისაწვდომია მცენარისათვის, როგორც აგრეთვე ნიტრატული აზოტი. მცენარისათვის უშუალოდ შესათვისებელი აზოტის ამ ფორმების დაგროვება ნიადაგში, ბუნებრივ პირობებში დამოკიდებულია მრავალ ფაქტორზე — ნიადაგის ქიმიურ შედგენილობაზე, ნიადაგის ტემპერატურასა და ტენიანობაზე, ნიადაგის ფიზიკურ მდგომარეობაზე, დამუშავების პირობებზე და ა. შ. ბუნებრივად, რომ აზოტის მოძრავი ფორმების მიხედვით ნიადაგის შედგენილობის ასეთი ცვალებადობის პირობებში, ყველა ჩვენი მსჯელობა, შესათვისებელი აზოტით ნიადაგის უზრუნველყოფის ხარისხზე ატარებს

პირობით ხასიათს, რადგან წიადაგში არსებული აზოტი მეტად დინამიკურია და ერთხელ აღებულ წიადაგის ნიმუშში მეტად ძნელია სწორედ იმ აზოტის განსაზღვრა, რომელსაც ითვისებს მცენარე მთელ სავეგეტაციო პერიოდში.

იმისათვის, რომ წათელი წარმოდგენა გვქონდეს, თუ რამდენად შეუძლია უზრუნველყოს წიადაგმა მცენარის მოთხოვნილების დაკმაყოფილება აზოტით მთელ სავეგეტაციო პერიოდში, საჭიროა ვიცოდეთ წიადაგში როგორც წყალხსნადი NH_3 და NO_3 , ისე შთანქმეული და ადვილად ჰიდროლიზებული აზოტის რაოდენობაც, რომლის განსაზღვრის მეთოდებზე ჩვენ ქვემოთ შეეჩერდებით.

გარდა გაცვლითი ამონიუმისა, წიადაგში არსებობს გაუცვლელი ანუ ფიქსირებული ამონიუმი. ამონიუმის გაუცვლელი ფიქსაცია განპირობებულია იმით, რომ NH_4 იონები დაკავშირებულნი არიან წიადაგის თიხა მინერალების კრისტალური მესერის შიგნით.

ამონიუმის გაუცვლელი ფიქსაცია დამოკიდებულია წიადაგის მინერალურ შედგენილობაზე. მაღალი ფიქსაციის უნარით გამოირჩევიან ვერმიკულიტი და ილიტი, ნაკლებით — მონტმორილონიტი. პრაქტიკულად არ ახდენს ამონიუმის ფიქსაციას კაოლინიტი. ამონიუმის გაუცვლელი ფიქსაცია ყველაზე უფრო მკაფიოდ არის გამოხატული ჰუმუსით ღარიბ წიადაგებში.

სსრ კავშირის ცალკეული წიადაგების სახნავ ფენაში გაუცვლელი ამონიუმის ბუნებრივი შემცველობა მერყეობს 2—3-დან 7-10 მგ-მდე $N-100$ გ წიადაგზე, რაც შეადგენს წიადაგის საერთო აზოტის 2—4% -ს. მცენარისათვის შესათვისებელია აგრეთვე. წიადაგის ორგანული აზოტის შედარებით მოძრავი შენაერთები, რომელნიც ადვილად განიცდიან როგორც ბიოლოგიური, ისე ქიმიური აგენტების ზემოქმედებას. ორგანული აზოტის მოძრავი შენაერთების აგენტების ზემოქმედებას. ორგანული აზოტის მოძრავი შენაერთების შემცველობა, ამა თუ იმ ხარისხით, შეიძლება ახასიათებდეს წიადაგის პოტენციალურ უზრუნველყოფას მცენარისათვის შესათვისებელი აზოტით მიმდინარე ან უახლოეს სავეგეტაციო პერიოდში.

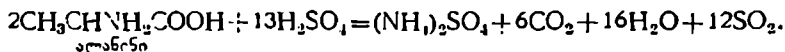
საერთო აზოტის განსაზღვრა კელდალის მეთოდით *

მეთოდის პრინციპი შემდეგში მდგომარეობს: კონცენტრირებულ გოგირდმჟავაში წიადაგის დუღილის დროს ადგილი აქვს ჰუმუსის ნახშირბადის დაჟანგვას ნახშირორჟანგამდე და ამინური ** აზოტის გა-

* საერთო აზოტის განსაზღვრა იოდლბაერის მეთოდით იხილეთ 65-ე გვერდზე.

** ამინური ეწოდება ამინოგუფის აზოტს NH_2 , რომელიც შედის ამინომჟავების და ამინების შედგენილობაში.

დასვლას ამონიაკურ ფორმაში. ამ უკანასკნელსა და გოგირდმჟავას შორის რეაქციის შედეგად წარმოიქმნება გოგირდმჟავა ამონიუმში:



ამონიუმის სულფატი გოგირდმჟავას დუღილის პირობებში (მეავე რეაქცია) მყარი ნერთია — არ ქროლავს; ამონიაკის გამოსაყოფად არეს 50% NaOH-ის ხსნარის მიმატებით ატუტიანებენ, რის შედეგადაც წარმოქმნილ NH_3 -ს გაატარებენ 0,1 n-ის გოგირდმჟავაში. ამ დროს NH_3 უერთდება გოგირდმჟავას და $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ -ს წარმოშობს, რის გამოც შემცირდება 0,1 n H_2SO_4 -ის კონცენტრაცია. დარჩენილი თავისუფალი 0,1 n H_2SO_4 -ის რაოდენობის გასაგებად ხსნარს ტიტრირებენ 0,1 n NaOH-ის ან KOH-ის ხსნარით ინდიკატორ კონგო წითელის მიმატებით. ამონიაკის შესაბოძად დახარჯული 0,1 n H_2SO_4 -ის რაოდენობით გებულობენ ნიადაგში აზოტის რაოდენობას %-ობით.

ანალიზის მსვლელობა: წინასწარ, სპეციალურად მომზადებულ ნიადაგის ნიმუშიდან ანალიზურ სასწორზე, მშრალ სუფთა სინჯარაში წონიან ნიადაგს 0,8—2,5 გ რაოდენობით. (რაც მეტია ნიადაგში ჰუმუსი, მით უფრო მცირე წონაყია საჭირო და პირიქით).

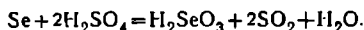
აიღებენ 250 მლ მოცულობის კელდალის სუფთა მშრალ კოლბს, დაიჭერენ დახრილ მდგომარეობაში და სინჯარას შეიტანენ შიგნით რაც შეიძლება ღრმად, შემდეგ ორივეს გადმობრუნებით ფრთხილად ჩაყრიან ნიადაგს სინჯარიდან კოლბში.

აწონიან ცარიელ სინჯარას. პირველი წონისა (ნიადაგითურთ) და მეორე წონის (ცარიელის) სხვაობა იძლევა კოლბში მოთავსებული საანალიზო ნიადაგის ნიმუშის წონას.

ნიადაგის წონაის დაწვა გოგირდის მჟავით

კელდალის კოლბში მოთავსებულ ნიადაგის წონას კატალიზატორის სახით ამატებენ მეტალური სელენის * 1—2 მარცვალს (~0,05 გ), ან

* სელენი, როგორც კატალიზატორი მნიშვნელოვნად აჩქარებს ნიადაგის ორგანული ნივთიერების დაშლას. ამ დროს ადგილი აქვს შემდეგ პროცესს: კონცენტრირებული გოგირდისმჟავა სელენს ჟანგავს სელენის მჟავაზღუ.



სელენის მჟავა მჟავე ხსნარში აღმდგენლების (ნიადაგის ორგანული ნივთიერებები) მოქმედებით განიცდის აღდგენას:



სელენის დაჟანგვის და აღდგენის ეს ციკლი მეორდება მანამ, სანამ ნიადაგის ყველა ორგანული ნივთიერება მთლიანად არ იქნება დაშლილი. ასეთივე კატალიზუ-

თუ ეს არ არის 1 გ შაბიამანს და 15 გ კრისტალურ კალიუმის სულფატს, რის შემდეგ საზომი ცილინდრით ამატებენ 10 მლ H_2SO_4 (კუთ. წ. 1,84) იმგვარად, რომ მკეავემ ჩარეცხოს კოლბის კედლებზე დარჩენილი ნიადაგის ნაწილაკები.

კოლბს მცირე ხნით გააჩერებენ უძრავად (რათა მკეავე გაუჭდეს ნიადაგს), რის შემდეგ კოლბის ფრთხილი და ხელი ბრუნვით შიგთავსს ერთი მეორეში კარგად აურევენ. ამის შემდეგ კოლბს ახურავენ მინის სპეციალურ საცობს (SO_2 -ის გამოყოფის ასაცილებლად) და ამწოვ კარადაში შოათავსებენ ცეცხლზე დასაწვავად.

კონცენტრირებული გოგირდის მკეავე დუღს 338° ტემპერატურაზე, ამიტომ კელდალის კოლბებს ამზადებენ ცეცხლგამძლე მინისაგან. გაცხელებას აწარმოებენ შიშველ ალზე, მაგრამ ყურადღება უნდა მივაქციოთ, რომ ალი არ მოხვდეს კოლბის იმ ნაწილს, რომელიც მკეავით არ არის დაფარული.

გაცხელებას იწყებენ სუსტ ალზე. როცა დაიწყება თეთრი ბოლის* უხვი გამოყოფა ალს აძლიერებენ და კოლბის შიგთავსი მიჰყავთ სუსტ დუღილამდე. კოლბის გრძელი ყელის ზედა ნაწილი ცივი უნდა იყოს, რათა უზრუნველყოს მკეავეს ორთქლის კონდენსირება.

გოგირდის მკეავეს დუღილი ყოველთვის უნდა იყოს სუსტი. ძლიერი დუღილი იწვევს აზოტის დანაკარგს, რადგან ადგილი აქვს სულფატამონიუმის ნაწილობრივ დაშლას.

დაწვის ხანგრძლივობა დამოკიდებულია ნიადაგის ორგანული ნივთიერების შედგენილობაზე. დაწვა დამთავრებულად ითვლება, როცა ხსნარი გაუფერულდება, ხოლო კოლბის ფსკერზე შინერალური ნარჩენები გათეთრდება. ამის შემდეგ ადუღებას აგრძელებენ კიდევ 20—30 წუთს. პარალელურად აყენებენ საკონტროლო ცდას, გამოყენებული რეაქტივების სისუფთავეზე.

წვის დასრულების შემდეგ კოლბს იღებენ ცეცხლიდან და აცივებენ ოთახის ტემპერატურამდე. გაცივების შემდეგ ააცილიან საცობს, რომელსაც ჩარეცხავენ უამიაკო გამოხდილი წყლით, კარგად ჩარეცხავენ აგრეთვე კოლბის ყელს. შიგთავსს აზაებენ წყლით კოლბის მო-

რი მოქმედებით ხასიათდება აგრეთვე სელენის ანიდრიდი SeO და სელენის მკეავე H_2SeO_3 .

სელენი საჭიროა მცირე რაოდენობით. ჰარბი რაოდენობის შემთხვევაში სელენის მოწითალო-ოისფერი ორთქლი (ქროლდება 220° ტემპერატურაზე) კელდალის კოლბის ზედა ნაწილში წარმოშობს მეწამული ფერის ნაფენს. სელენის ორთქლი მომწამვლელოა, ამიტომ მისი გამოყენებისას აუცილებელია ამწოვ კარადაში მუშაობა.

* 160° ტემპერატურაზე ზევით მიმდინარეობს გოგირდის მკეავეს ძლიერი აორთქლება. გოგირდის მკეავეს ორთქლი შემდეგში იშლება ასეთი სქემით: $H_2SO_4 \rightleftharpoons SO_3 + H_2O$. გაცივებისას, SO_3 და H_2O განიციდის კონდენსაციას და წარმოქმნიან თეთრ ბოლს“, რომელიც ავსებს კოლბს.

ულობის ნახევრამდე. თუ იმავე დღეს არ ხერხდება ამონიაკის გადადენა, მაშინ კოლბს თავს დაახურავენ კაუჩუკის საცობით და ინახავენ მეორე დღისათვის.

ამიაკის გადადენა. განზავებული ხსნარი კელდალის კოლბიდან გადააქვთ 750 მლ მოცულობის ბრტყელძირიან გადასადენ კოლბში, რომელიც დამზადებულია ცეცხლგამძლე მინისაგან. კელდალის კოლბს რამდენჯერმე გამოავლებენ გამონდილ წყალს, რომელიც თანდათან გადააქვთ გადასადენ კოლბში*. ასე აგრძელებენ მანამ, სანამ გადასადენ კოლბში არ დაგროვდება 300—400 მლ ხსნარი, ე. ი. კოლბის მოცულობის ნახევარი.

საზომი ცილინდრით იღებენ 40%-იანი ტუტის (NaOH ან KOH) ხსნარს 4-ჯერ მეტი რაოდენობით, ვიდრე დასაწვავად აღებული იყო გოგირდის მქავეა. დაზრიან გადასადენ კოლბს და ფრთხილად მის კედელზე ჩაყოლებით ჩაასხამენ ტუტის ხსნარს. ტუტე, როგორც მძიმე ხსნარი ჩაეშვება კოლბის ფსკერზე მქავეის შრის ქვეშ.

შემდეგ ამატებენ 2 — 3 წვეთ ფენოლფტალეინს და გრანულირებული თუთიის პატარა ნაჭერს გადადენის პროცესში ხსნარის წყნარი დუღილისათვის. კოლბს უყეფებენ რეზინის საცობს, შეუერთებენ მაცივარს და დგამენ გადასადენი აპარატის შტატივზე.

მიმღებს აზზადებენ შემდეგნაირად: იღებენ 250—500 მლ მოცულობის სუფთა ქიმიურ ქიქას ან კონუსურ კოლბას და ბიურეტიდან მასში ათავსებენ 20—25 მლ 0,1—0,05—0,02 n (დამოკიდებულია აზოტის შემცველობაზე) გოგირდის ან მარილის მქავეს.

მიმღებში ამატებენ 1 — 2 წვეთ გროაკის ნარკეს. (კონგო წითელს, მეთილროტს, ან მეთილორანჯს), რომელიც ხსნარს შეღებავს მოწითალო-იისფრად. კელდალის გადასადენ აპარატს მიმღებ კოლბს ისე უდგამენ, რომ მაცივრის ბოლომობრილი მილი მიმღები კოლბის ხსნარში ჩაიძიროს. მიმღებ კოლბს ათავსებენ პატარა სადგამზე; მას შემდეგ, რაც მიმღებში მოხდება გადასადენი ხსნარის რამდენიმე წვეთი, მიმღებ კოლბს ჩამოდგამენ სადგამიდან და მაცივრის მილს ათავისუფლებენ მქავესაგან.

მაცივარში უშვებენ წყალს, გადასადენი კოლბის შიგთავსს ენერგიულად ურევენ წრიული ბრუნვით, რათა მქავეა განეიტრალებს და შეიქმნას ტუტე არე, რომელიც აუცილებელია ამონიუმის სულფატი-

* ნიადაგის მცირე წონაკის შემთხვევაში მინერალური ნაშთი იმდენად ცოტაა, რომ შეიძლება მისი გადატანა გადასადენ კოლბში. დიდი წონაკის შემთხვევაში კი (ქვიშნარი ნიადაგები) მინერალური ნაშთი ხშირად ბუერია და საჭიროა ჩატოვით კელდალის კოლბში, რადგან გადასადენ კოლბში მისი თანააქვებობისას დუღილი მიმდინარეობს ძლიერი ბიძგებით.

საგან ამიაკის გამოსაყოფად. ფენოლფტალეინისაგან მიღებული ჟოლოსფერი მიუთითებს, რომ გადასადენ კოლბში ხსნარს აქვს ტუტე რეაქცია.

შერევის შემდეგ კოლბს მაშინვე დგამენ ცეცხლზე და ხსნარი მიკყავთ აღუღებამდე. გაცხელებას აწარმოებენ ისე, რომ დუღილი იყოს წყნარი.

უკვე, შერევის პროცესშივე ტუტით მჟავის განეიტრალებისას ხსნარი ცხელდება და ადგილი აქვს ამიაკის გამოყოფას აიროვან მდგომარეობაში. გადასადენი კოლბის გაცხელების შემდეგ ამიაკის გამოყოფა ძლიერდება. რადგან ამიაკი შთაინთქმება მჟავით, გადასადენი კოლბის შიგნით წნევა იკლებს და ადგილი აქვს მიმღებიდან ხსნარის შეწოვას მაცივრის მილში.

როგორი ძლიერიც არ უნდა იყოს შეწოვა, სატიტრო მჟავიდან მილის ამოღება მანამ არ შეიძლება, სანამ გადასადენ კოლბში ხსნარი არ აღუღდება. წინააღმდეგ შემთხვევაში ამიაკის ნაწილი დაიკარგება. ხსნარის დუღილისას ამიაკთან ერთად გამოიყოფა წყლის ორთქლი, რომელიც კონდენსირდება მაცივარში და შთანთქმავს აიროვან ამიაკს, ამის შედეგად ამიაკი მიმღებში ხვდება NaOH -ის წყალხსნარის სახით.

ხსნარის დუღილის დაწყებიდან 6—8 წუთის შემდეგ, მიმღების ქვეშ საღვამს იღებენ და მიმღებ კოლბს დასწევენ ქვევით. ამის შემდეგ მილი აღმოჩნდება ხსნარს ზემოთ და თავიდან არის აცილებული ხსნარის უკან დაბრუნება გადასადენ კოლბში, რომელსაც თან სდევს ხოლმე საშიში აფეთქება.

გადასადენ კოლბში ხსნარს აღუღებენ მანამ, სანამ არ გადაიდენება მისი ნახევარი (~150—200 მლ). გადადენის დამთავრებას ამოწმებენ ნესლერის რეაქტივით. ამისათვის, მიმღებში ჩაშვებულ მილს კარგად ჩარეცხავენ წყლით, რათა მოცილდეს სატიტრო მჟავას ხსნარი შთანთქმული ამიაკით. ჩარეცხვის შემდეგ, აგროვებენ გადადენილი ხსნარის რამოდენიმე წვეთს ფაიფურის ჭამზე და ამატებენ ნესლერის რეაქტივის 1 წვეთს. ხსნარი უნდა დარჩეს უფერო ან სუსტი — ყვითელი ფერის, როგორიც თვითონ ნესლერის რეაქტივს აქვს.

მიმღებ ხსნარში ამიაკის შემცველობის განსაზღვრა. გადადენის დამთავრების შემდეგ წყვეტენ ხსნარის გაცხელებას და გამორთავენ მაცივარს. გამოსდილი წყლით ჩარეცხავენ მიმღების კედლებს, რის შემდეგ კოლბის ხსნარს დატიტრავენ იგივე ნორმალობის ტუტით, როგორი ნორმალობისაც იყო ამიაკის შესაბამისად გამოყენებული გოგირდის მჟავა. ამის მიხედვით გაიანგარიშება ამონიაკის შეერთებაზე დახარჯულ გოგირდმჟავას რაოდენობა. ამ უკანასკნელის მიხედვით კი განისაზღვრება აზოტის რაოდენობა ნიადაგში.

აზოტის პროცენტულ შემცველობას ანგარიშობენ ფორმულით:

$$\frac{(a \cdot H_1 - b \cdot H_2) \cdot 0,014 \cdot 100}{r} = N\%,$$

სადაც a არის მიმღებში მოთავსებული H_2SO_4 -ის რაოდენობა მლ;

H_1 — მიმღებში მოთავსებული H_2SO_4 ნორმალობა;

b — $NaOH$ -ის ხსნარის რაოდენობა მლ, რომელიც დაიხარჯა მიმღებში კარბი მკეავას დატიტრებაზე;

H_2 — დატიტრისათვის გამოყენებული $NaOH$ -ის ნორმალობა;

0,014 — აზოტის მგ. ექვ. სიდიდე გ-ში.

r — 100—105° გამშრალი ნიადაგის წონაკი.

განგარიშების მაგალითი. პერ-მშრალი ნიადაგის წონა 100—105° ტემპერატურაზე გამომშრალზე გადაანგარიშებით ტოლია 2,4265 გ. მიმღებში შეტანილია 20,0 მლ 0,05048 n H_2SO_4 -ის ხსნარი. მიმღებში H_2SO_4 -ის კარბი რაოდენობის დატიტრებაზე დახარჯულია 14,2 მლ 0,05175 n $NaOH$ -ის ხსნარი:

$$\frac{[(0,05048 \cdot 20,0) - (0,05175 \cdot 14,2)] \cdot 0,014 \cdot 100}{2,4265} = N 6,1\%.$$

მიღებულ სიდიდეს აკლებენ აზოტის იმ რაოდენობას, რომელიც მიღებულია რეაქტივების სისუფთავეზე საკონტროლო ცდის შემთხვევაში.

საკვირო რეაქტივები—1. H_2SO_4 (უთ. წ. 1,84). მკეავა არ უნდა შეიცავდეს ამონიუმის მარილებს. შემოწმებას ახდენენ შემდეგნაირად: იღებენ 2 მლ H_2SO_4 და ახსამენ 30 მლ გამოხდილ წყალში, ამატებენ 10% $NaOH$ ან KOH ტუტე რეაქტივამდე, შემდეგ კი შეაქვთ 10—15 წვეთი ნესლერის რეაქტივი. დასაშვებია მხოლოდ სუსტი ყვითელი, არავითარ შემთხვევაში წითელი ფერის მიღება. არ უნდა გამოიყოს აგრეთვე ნალექი, რომელსაც ადგილი აქვს ხოლმე HN_4^+ -ის დიდი რაოდენობით შემცველობის შემთხვევაში.

2. მეტალური სელენი, დაფქვილი წვრილმარცვლოვან ფხვნილამდე. შეიძლება გამოყენებულ იქნას აგრეთვე სელენის ანჰიდრიდი ან სელენის მკეავა.

3. $NaOH$ ან KOH 40%-იანი ხსნარი.

წონიან 400 გ ტუტეს, ათავსებენ ფაიფურის ჭიქაში და ამატებენ 600 მლ გამოხდილ წყალს, მინის წკირით კარგად ურევენ. ტუტის გახსნა მიმდინარეობს ძლიერი გაცხელებით. მორევას აწარმოებენ ტუტის სრულ გახსნამდე წყალში. ხსნარს აფარებენ ქაღალდს და ტრეებენ გაცივებამდე. ცივი ხსნარი გადააქვთ ლიტრიან საზომ კოლბში და წყლით მიყავთ ნიშანხაზამდე.

4. H_2SO_4 ან HCl -ის სატიტრო ხსნარი. რადგან საანალიზოდ აღებული ნიადაგის წონაჲი მცირეა და მასში აზოტის შემცველობაც დიდი არ არის, იყენებენ აღნიშნული ნჯაეების 0,02 — 0,05 — 0,1 *n* ხსნარებს.

5. $NaOH$ ან KOH სატიტრო ხსნარები.

6. გროაკის შერეული ინდიკატორი.

ის წარმოადგენს ინდიკატორ მეთილროტის და მეთილენის ლურჯის საღებავის ნარევეს. ამ ინდიკატორის მომზადების ყველაზე მარტივი წესი შემდეგია: მეთილროტის მაქლარი სპირტული ხსნარის 100 მლ ურევენ 4 მლ 1%-იან მეთილენის ლურჯის წყალხსნარს.

სხვა წესის შემთხვევაში 1 მოცულობა 0,4% მეთილროტის სპირტულ ხსნარს ურევენ 1 მოცულობა 0,2% მეთილენის ლურჯის სპირტულ ხსნართან. ორთავე შემთხვევაში შერეული ინდიკატორის ხსნარს ინახავენ ფერად ბოთლში.

გროაკის ინდიკატორის შეფერვა იცვლება pH 5,2—5,6 ინტერვალში. მჯავე არეში ინდიკატორი ლებულობს მოწითალო-იისფერს, ტუტე არეში მწვანეს. დატიტვრის მახვენებელი pH -5,4. ფერის შეცვლა ძალიან მკვეთრია, ამიტომ ამ ინდიკატორით აზოტის განსაზღვრის სიზუსტე მაღალია.

სანართო აზოტის განსაზღვრა ტიურინის * მიკროჰრომის მეთოდით

ორგანული ნაშთისაგან გაწმენდილ, დანაყილ და 0,25 მმ ნასერტე-ბიან საცერში გაცრილი ნიადაგის ნიმუშიდან წონიან 0,2—0,3 გ, (10% ნეშომპალას შემცველობის შემთხვევაში), შესაძლებელია აიწონოს 1 გრამამდე. ათავსებენ 250 მლ მოცულობის მშრალ ბრტყელძირიან კოლბში. ამატებენ 2,5 მლ 25%-იან CrO_3 ან 10% $K_2Cr_2O_7$ ხსნარს და ფრთხილად შეურევენ.

კოლბში ჩაამატებენ 5 მლ კონცენტრირებულ გოგირდმჯაევას და ჯარგად შეანჯღრევენ. კოლბში ჩადგამენ პატარა ძაბრს, რომელიც მაცივრის როლს ასრულებს და ორგანული ნივთიერების დასაწვავად დგამენ წინასწარ გაცხელებულ ელექტროქურაზე. კოლბში მოთავსებულ ხსნარს აცხელებენ ადუღებამდე და თანაბრად ადუღებენ ხსნარის მწვანე ფერის მიღებამდე.

* Тюрин И. В. Микрохромовый метод определения общего азота в почве. — Почвоведение, 1933, № 2.

ძაბრს კოლბში დგამენ ოდნავ დახრილ მდგომარეობაში, რათა მისი ბოლო ეხებოდეს კოლბის კედელს.

ორჯანული ნივთიერების დაქანგვის პროცესში ქრომის ანჰიდრიდის თანდათანობით დაშლის გამო ხსნარი ლეზულობს მწვანე ფერს. თუკი გამწვანება მოსდება წონაკზე ქრომიან და გოგირდის მქავეს დამატებისთანავე, მაშინ საჭიროა ანალიზის განმეორება, ნიადაგის წონაკის შემცირება, ან კოლბში 1—2 ქრომის ანჰიდრიდის დამატება და შესაბამისად გოგირდის მქავეს ორმაგი რაოდენობის გამოყენება. ამ შემთხვევაში, ამიაკის გადადენისას აუცილებელია გავადიდოთ დასამატებელი ტუტის რაოდენობა. 50%-იანი ტუტის ხსნარის რაოდენობა 4-ჯერ მეტი უნდა იყოს დასაწვავად აღებულ გოგირდმქავეზე.

დაქანგვის დამთავრების შემდეგ (ხსნარი უნდა იყოს ინტენსიური მწვანე ფერის) კოლბს გადმოდგამენ ელექტროქურიდან და აყოვნებენ გასაცივებლად. (თუკი ხსნარი მოყავისფრო-მწვანეა, დუღილს აგრძელებენ ხსნარის სრულ გამწვანებამდე).

ამიაკის გადადენას აწარმოებენ იგივე კოლბიდან, რომელშიც ჩატარდა დაქანგვა. გაცივების შემდეგ ძაბრს კარგად ჩარეცხავენ გამოსდილი წყლით, კოლბის შიგთავსს განაზავებენ გამოხდილი წყლით 100 მლ-მდე და კარგად შეურევენ. თანაბარი დუღილისათვის ამატებენ მცირე რაოდენობით გამოშვარ მინქაფს (პემზას) და შემდეგ დახრიან კოლბს და კედელზე დასხმით ჩაამატებენ 20 მლ 50%-იან NaOH -ის ხსნარს. კოლბს შეაერთებენ ამიაკის გადასადენ აპარატთან, რის შემდეგ წელი ბრუნვით კარგად შეურევენ კოლბის შიგთავსს. გადადენას აწარმოებენ ერლენმეიერის კოლბაში; მასში წინასწარ ჩასხმულია 10 — 15 მლ 0.02 N H_2SO_4 ხსნარი, რომელსაც დამატებულ აქვს 2 წვეთი გროაკის ინდიკატორის ნარევი*.

მომღებ კოლბში გადადენილ ცხელ ხსნარს ტიტრავენ 0,02 N NaOH -ის ხსნარით, მისი მოწითალო-იისფერის მწვანე ფერში გადასვლამდე. დატიტრის შედეგებს გამოაკლებენ საკონტროლო ცდის მაჩვენებელს.

საკონტროლო ცდაში, საკვლევი ნიადაგის ნაცვლად კოლბში ათავსებენ 0,2 გ გამოშვარ ნიადაგს ან პემზას და ანალიზი შემდეგ გრძელდება ზუსტად იგივე თანმიმდევრობით, როგორც საანალიზო ნიადაგის შემთხვევაში.

აზოტის რაოდენობის გაანგარიშებას აწარმოებენ ფორმულით:

$$\frac{[(a \cdot H_1) - (b \cdot H_2)] \cdot 0,014 \cdot 100}{r} = \% N,$$

* მეთოდის ავტორი სარგებლობდა მეთილროტით, მაგრამ გროაკის ინდიკატორის გამოყენებით იზრდება აზოტის განსაზღვრის სიზუსტე.

სადაც N არის აზოტის პროცენტობით:

a — მიმღებში მოთავსებული მკვავას რაოდენობა მილილიტრობით;

H_1 — ამ მკვავას ნორმალობა;

b — დატიტერაზე დახარჯული ტუტის რაოდენობა მილილიტრობით;

H_2 — ტუტის ნორმალობა;

r — საანალიზო ნიადაგის წონაკი;

0,014 — აზოტის მილიექვივალენტი.

ს ა კ ი რ ო რ ე ა ქ ტ ი ვ ე ბ ი: 1. ქრომის ანჰიდრიდის 25%-იანი ხსნარი. იღებენ 25 გ CrO_3 , ხსნიან გამობხილ წყალში და 100 მლ მოცულობამდე მიჰყავთ უამიაკო გამობხილი წყლით.

ქრომის ანჰიდრიდის ნაცვლად შეიძლება გამოვიყენოთ კალიუმის ბიქრომატის $K_2Cr_2O_7$ 10%-იანი ხსნარი.

2. გოგირდის მკვავა (ხვ. წ. 1,84). საჭიროა მკვავა შემოწმებული იქნას ამონიუმის მარილის შემცველობაზე, (იხ. 257 გვ.).

3. $NaOH$ -ის 50%-იანი ხსნარი.

4. გამომწვარი პემზა, პემზას კარგად სრესენ ფაიფურის როდინში, გაცრიან 1 მმ ნაჩვრეტებიან საცერში, ათავსებენ ფაიფურის ჯამზე და 1,5 — 2 საათის განმავლობაში აწრთობენ ელექტროლუმელში მაღალ ტემპერატურაზე. პემზის ნაცვლად შეიძლება გამოვიყენოთ გამომწვარი თიხა ნიადაგი.

5. გროაკის ინდიკატორი. (დამზადება აღწერილია 258 გვერდზე).

6. 0,02 n H_2SO_4 -ის ხსნარი.

7. 0,02 n $NaOH$ -ის ხსნარი.

აზოტისანი ორგანული ნივთიერებების ამინომჟავური

შეღებენილოვის განსაზღვრის პრომატობრაფიული მეთოდი.

(ტურჩინის მიხედვით).

20—30 გრამ ნიადაგს ათავსებენ კონუსურ კოლბში, ამატებენ 100 მლ 6 n H_2SO_4 ; კოლბის შიგთავსს აცხელებენ ეტერნიტის ქურაზე სუსტი დუდილით 24 საათის განმავლობაში. მიღებულ ხსნარს ჭარბი გოგირდის მკვავისაგან ათავისუფლებენ $Ba(OH)_2$ ხსნარით დალექვით და ხსნარიდან, მიღებული $BaSO_4$ -ის ნალექის განცალკევების გზით. ბარიუმის, კალციუმისა და ერთნახევარი ჟანგეულების ჭარბი რაოდენობა გამოიყოფა ნალექში, ხსნარზე ნახშირმკვავა ამონიუმის დამატების გზით. შემდეგ ჰიდროლიზურ ხსნარს ატარებენ H კათიონიტით ავსებულ მილში. მკვავე არეში ამინომჟავები მთლიანად აღსორბირდება კათიონიტზე, ხოლო ჰიდროლიზურ ხსნარში არსებული სხვა ორგანული ნივთიერებანი და არაორგანული მკვავა ნარჩენები (ანი-

ონები) გადიან ფილტრში (კათიონიტის გარეცხვისას გამოხდილი წყლით). კათიონიტზე აღსორბირებული ამინომჟავები გამოიყოფა კათიონიტიდან CaO -სთან (1 გ CaO 10 გ კათიონიტზე) და ამიაკის 2%-იან წყალხსნართან მისი (კათიონიტის) მრავალჯერადი ნჯღრევის გზით. კათიონიტიდან, ამინომჟავების სრულად გამოყოფას აკონტროლებენ ნინჰიდრინის რეაქციის მიხედვით. ამ გზით მიღებულ ამინომჟავების გამონაწურს (ელუატს) აორთქლებენ წყლის აბაზანაზე თითქმის ამოშრობამდე. მშრალ ნაშთს ხსნიან გამოხდილი წყლის ზუსტად გამოზომილ მოცულობაში. ამ ხსნარიდან, მიკრობიპეტკით იღებენ ნიმუშს 0,01—0,04 მლ-ის რაოდენობით (დამოკიდებულია ამინომჟავების მოსალოდნელ შემცველობაზე) № 3 ქრომატოგრაფიულ ქაღალდზე დატანისათვის. ქრომატოგრაფიულ ქაღალდს წინასწარ ამუშავებენ ციტრატულ ფოსფატური ბუფერით, რომლის pH — 7,8-ია (ლიმონის მჟავას 0,2 M ხსნარი + Na_2HPO_4 -ის 0,1 n ხსნარი); ნიადაგის ჰიდროლიზური ხსნარიდან ამინომჟავების ქრომატოგრაფიული დაყოფისათვის ავტორმა გამოიყენა ორი გამხსნელი: 1) ფენოლის მძლარი წყალხსნარი და 2) ამილის სპირტი + იზოპროპილის სპირტი + ძმარმჟავა + წყალი (შეფარდება 4:4:1:1) ამ გამხსნელების გამოყენება საშუალებას იძლევა იზოლირებულად გამოვეყნოთ შემდეგი ამინომჟავები: ცისტინი, ასპარაგინის მჟავა, გლუტამინის მჟავა, სერინი, გლიკოკოლი, ასპარაგინი, ტრეონინი, ალანინი, პროლინი, თიროზინი, ტრიფტოფანი, ვალინი, ფენილალანინი, ლეიცილი + იზოლეიცილი. ქრომატოგრაფიულ ლოკალიზებულ ამინომჟავებს ამქდავენებენ ნინჰიდრინით. ქრომატოგრაფიული ანალიზის საერთო წესები საკმაოდ სრულად არის აღწერილი ქრომატოგრაფიის შესახებ შესაბამის სახელმძღვანელოებში.

ზემოთ აღწერილი წესის მიხედვით, კათიონიტზე ამინომჟავების წინასწარი გაწმენდით და გაბუფერებული ქაღალდი № 3 გამოყენებით მიღებულ ამინომჟავების საკმაოდ ზუსტ ლოკალიზებას, ვიდრე მიადწევნ მათ სრულ გაყოფას ერთმანეთისაგან. ნინჰიდრინით ქრომატოგრაფიის გამოქვეყნების შემდეგ ქაღალდის შეფერილ უბნებს, რომელზეც ლოკალიზებულია ესა თუ ის ამინომჟავები, ამოჭრიან ქრომატოგრაფიდან და ამუშავებენ ვერონალის ბუფერით (ვერონალი + HCl , pH-7,0); ამ შემთხვევაში შეფერვა მთლიანად გადადის ბუფერულ ხსნარში. მის ინტენსივობას ზომავენ სპექტროფოტომეტრზე ან ფოტოკოლორიმეტრზე. წინასწარ, ამინომჟავების სხვადასხვა კონცენტრაციის სანიმუშო ხსნარებით დამუშავებისას მიღებული ანათვალის მაჩვენებლების მიხედვით გამოხაზავენ დაყალიბებულ მრუდს, რომლის მიხედვით პოულობენ საკვლევ ხსნარში ამინომჟავების კონცენტრაციას. განსაზღვრის სიზუსტე შეადგენს საკვლევ ობიექტში ამინომჟავების საერთო შემცველობის 5%-ს.

ნიდაგში მოძრავი აზოტის განსაზღვრის მეთოდი

აღვილად ჰიდროლიზებული აზოტის განსაზღვრა ნიდაგში
ტიურინისა და კონოროპას მეთოდით

აღნიშნული მეთოდის გამოყენებით შეიძლება ამა თუ იმ ზომით დაეახასიათოთ ნიდაგის პოტენციალური უზრუნველყოფა მცენარე-სათვის მისაწვდომი აზოტით.

როგორც ზემოთ მივუთითებდით, ნიდაგში აზოტი უმეტესად წარ-მოდგენილია ორგანული ფორმით. ბუნებრივ პირობებში, ნიდაგში ორგანული ნივთიერების დაშლა პირველ სტადიებში მიმდინარეობს ჰიდროლიზის გზით. ამიტომ, ამ მეთოდის ავტორები აზოტის მოძრავი ფორმების განსაზღვრისათვის გეთავაზობენ ნიდაგის ორგანული ნივ-თიერების ჰიდროლიზს H_2SO_4 -ის 0,5 ნორმალობის ხსნარით. რეაქციას ატარებენ ცივ მდგომარეობაში. ამ შემთხვევაში, ხსნარში გადადის ამონიუმის, ნიტრატის და აზოტშემცველი ორგანული ნივთიერების (ამინომჟავები, ამიდები) აზოტი.

ანალიზის მსვლელობა. ტექნიკურ სასწორზე წონიან 1 მმ ნასვრე-ტუბიან საცერში გატარებულ 20 გრამ ჰაერმშრალ ნიდაგს, რომელიც წინასწარ, კარგად იყო გასუფთავებული მექანიკური მინარეებისაგან. ნიდაგის წონაჟს ათავსებენ 250 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში, რომელშიც ამატებენ 100 მლ H_2SO_4 -ის 0,5 ნორმალობის ხსნარს, ანჯღრევენ 3 წუთის განმავლობაში და აყოვნებენ 16—18 საათს, რის შემდეგ ხსნარს ფილტრავენ მშრალი ქაღალდის ფილტრში.

ფილტრატიდან იღებენ 25—50 მლ-ს და გადააქვთ 100 მლ მოცუ-ლობის კონუსურ კოლბში. ამატებენ 0,5 გრამ თუთიის მტკერის ნა-რევს აღდგენილ რკინასთან (9 წონითი ნაწილი თუთიის მტკერი და 1 წილი რკინა), ახურავენ ძაბრს და ადუღებენ მიმატებული ნარევის სრულ გაუფერულებამდე. შემდეგ კოლბს შიგთავსით აცივებენ, ამა-ტებენ 5 მლ H_2SO_4 (კუთ. წ. 1,84) და აორთქლებენ ხსნარს სუსტი გა-ცხელებით SO_2 -ის ორთქლის გამოყოფამდე და ნაშთის გამუქებამდე. ხსნარის აორთქლების შემდეგ, აუცილებელია, იმავე დღეს მოვახდი-ნოთ ნიდაგის ორგანული ნივთიერების დაწვა ქრომის ნარევით. ამი-სათვის, კოლბში ამატებენ 2 მლ ქრომის ანჰიდრიდის (CrO_3) 20%-იან ხსნარს ან 2,5 მლ კალიუმის ბიქრომატის 12%-იან ხსნარს (მაქლარი). ეს უკანასკნელი რეაქტივი ნაკლებად სასურველია, რადგან ხსნარის გაცხელებისას ადგილი აქვს ძლიერ ბიძგებს (გაშხეფვას). კოლბს ახუ-რავენ ძაბრს და თანაბრად ადუღებენ 10 წუთს, სითხის სრულ გამწვა-ნებამდე. გაცივების შემდეგ ხსნარი გადააქვთ გადასადენ კოლბში და გადადენიან ამიაჟს ტიურინის ან სხვა მეთოდით. ტიურინის მეთოდით

ამიაკის გადადენისას კოლბში მოთავსებული ხსნარი გადააქვთ 250 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში, წყლით მიჰყავთ 100 მლ მოცულობამდე და კარგად შეურევენ. თანაბარი დელილისათვის ამატებენ ცოტაოდენ გამომწვეარ პემზას (ან მინის კაპილარებს) და იჭერენ რა კოლბს დახრილ მდგომარეობაში, კედელზე ჩაყოლებით ამატებენ 20 მლ NaOH-ის 50%-იან ხსნარს. კოლბს მიუერთებენ გადასადენ აპარატთან და მხოლოდ ამის შემდეგ კარგად შეურევენ კოლბის შიგთავსს.

გადასადენი მოწყობილობა შედგება მცირე ზომის წვეთდამჰერისაგან ($d=5-6$ სმ) და მინის მილისაგან, რომელსაც აქვს წაგრძელებული ბოლო და ბურთისებრი დამცველი. მილს ჩაძირავენ სითხეში (0,02 ნორმალობის გოგირდმჟავას სატიტრო ხსნარით, რომელიც მოთავსებულია 100 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში). გოგირდის მჟავა აღებული უნდა იქნას ზუსტად 10—15 მლ; მჟავას ამატებენ 3 წვეთ მეთილროტს 0,2%-იან სპირტულ ხსნარს ან გროაკას ინდიკატორს. მიმღებ კონუსურ კოლბს ამიაკის გადადენის პროცესში ჩადგამენ ცივი წყლით ავსებულ ჰიქაში ან კრისტალიზატორში. მასიური ანალიზების დროს, ამ მიზნისათვის კარგია გამოყენებული იქნას მრავალბუდიანი წყლის აბაზანა. მიმღებში მიღებულ ცხელ ხსნარს ტიტრირებენ NaOH-ის 0,02 ნორმალობის ხსნარით. თუკი გამოყენებულია მეთილროტი, მაშინ დატიტრებას აწარმოებენ ხსნარის ვარდისფერის გადასვლამდე ღია ყვითელ ფერში. ზოლო, გროაკას ინდიკატორის გამოყენებისას მოწითალო-იისფერი გადადის მწვანეში. ამიაკის გადადენა გრძელდება დაახლოებით 30 წუთს.

მოძრავი აზოტის მცირე რაოდენობით შემცველობისას, ამიაკი გადადენილ ხსნარში შეიძლება განისაზღვროს არა მოცულობითი (დატიტრით), არამედ კოლორიმეტრული მეთოდით.

აზოტის განსაზღვრის პარალელურად აუცილებელია ჩატარდეს საკონტროლო ანალიზი რეაქტივების სისუფთავეზე. ადვილადპიღროლიზური აზოტის განსაზღვრის შედეგებს გამოსახავენ მილიგრამებში 1 კგ ჰაერმშრალ ნიადაგზე.

ანალიზის შედეგების გამოანგარიშების მავალითი. ადვილადპიღროლიზური აზოტის განსაზღვრისათვის აღებულია 25 მლ ხსნარი, რაც შეესაბამება 5 გრამ ნიადაგს. ამიაკის შთანთქმისათვის მიმღებში ჩაასხამენ 10 მლ 0,0210 ნორმალობის H_2SO_4 -ის ხსნარს ე. ი. $0,0210 \times 10 = 0,21$ მგ ექვ., თავისუფალი გოგირდის მჟავას (გოგირდის მჟავას ის რაოდენობა, რომელიც არ დახარჯულა ამიაკის შებოჭვაზე) დატიტრებაზე (საკონტროლო ცდის მაჩვენებლების გამოკლებით) წავიდა 7,2 მლ 0,0230 ნორმალობის NaOH-ის ხსნარი, რაც შეადგენს 0,17 მგ. ექვ.; ამიაკით შებოჭილი მჟავას რაოდენობა ტოლია $0,21 - 0,17 =$

= 0,04 მგ. ექვ.; რაც შეესაბამება $0,04 \times 14 = 0,56$ მგ აზოტს 5 გ ნიადაგზე. 1 კგ ნიადაგზე კი მოდის აზოტის ადვილადჰიდროლიზური შენაერთების

$$0,56 \times 200 = 112 \text{ მგ.}$$

საკუთრო რეაქტივები: 1. გოგირდის მჟავა (კუთ. წ. 1,84), რომელიც შემოწმებულია ნიტრატების შემცველობაზე (სინჯი დიფენილამინით).

2. 0,5 ნორმალობის გოგირდის მჟავას ხსნარი.

3. CrO_3 -ის 20%-იანი ხსნარი ან $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ -ის მაძლარი ხსნარი.

4. H_2SO_4 -ის 0,02 ნორმალობის ხსნარი.

5. NaOH -ის 0,02 ნორმალობის ხსნარი.

6. 50%-იანი NaOH .

7. მეთილროტი 0,2%-იანი სპირტული ხსნარი, ან ინდიკატორი გროაკა. (მეთილროტი + მეთილენის ლურჯი). 1 მოცულობა მეთილროტი 0,4%-იან ხსნარს შეურევენ 1 მოცულობა მეთილენის ლურჯის 0,2%-იან სპირტულ ხსნართან. ინახავენ ბნელ ადგილას.

8. გამომწვარი ჰემზა ან მონის კაპილარები.

ჰიდროლიზური აზოტის განსაზღვრა კარბონატულ ნიადაგებში

ნიადაგში CO_2 -ის 2%-ზე მეტი შემცველობისას საჭიროა ნიადაგის კარბონატების განეიტრალება.

კარბონატულ ნიადაგებში ადვილადჰიდროლიზური აზოტის განსაზღვრისათვის ზ. ი. შლავიციკიამ („აგროქიმია“, 1967, № 9) წამოაყენა დამზადებული იქნას ორნაირი კონცენტრაციის გოგირდის მჟავა — 2 და 0,5 n.; კარბონატებს შლიან 2 n H_2SO_4 -ით და 100 მლ-მდე მიჰყავთ 0,5 n H_2SO_4 -ით.

CO_2 -ის განეიტრალებისათვის, 20 გ ნიადაგს საჭიროა ყოველ 1% კარბონატობაზე დაემატოს 4,55 მლ 2 n H_2SO_4 (განისაზღვრება რეაქციის მიხედვით ანგარიშით). $\text{CO}_2 = a$ რაოდენობის შემცველობის შემთხვევაში 2 n H_2SO_4 -ის რაოდენობა ტოლი იქნება:

$$v = 4,55 \cdot a.$$

მაგრამ, ამავე მოცულობაში 0,5 n კონცენტრაციის შესაქმნელად, საჭიროა კიდევ დაემატოს x მლ 2 n H_2SO_4 .

x-ს ადვილად პოულობენ შეფარდებიდან:

$$\frac{X}{V+X} = \frac{0,5}{2}; X = \frac{V}{3}, V = 4,55 \cdot a; X = \frac{4,55 \cdot a}{3}.$$

აქედან, ნეიტრალიზაციისათვის და $0,5 n$ -ის შექმნისათვის საჭირო $2 n H_2SO_4$ -ის საერთო რაოდენობა ტოლი იქნება:

$$w = 4,55 \cdot a + \frac{4,55 \cdot a}{3}$$

თუკი $a=1$ მაშინ $w=6,06=6,1$ ფორმულა მიიღებს შემდეგ სახეს: $w=6,1 \cdot a$, სადაც w — არის $2 n H_2SO_4$ მოცულობა მლ-ში, რომელიც აუცილებელია კარბონატების განეიტრალებისათვის და ამავე მოცულობაში H_2SO_4 -ის $0,5 n$ -ის შექმნისათვის; a — ნიადაგის CO_2 %-ში. $6,1$ — მუდმივი კოეფიციენტი.

ანალიზის მსვლელობა. 20 გ ჰაერმშრალ ნიადაგს ათავსებენ სოქსლეტის ჭურჭელში (წინასწარ დაყალიბებული 200 მლ + 20 გ ნიადაგი მოცულობაზე), ამატებენ $2 n H_2SO_4$ -ს $w=6,1 \cdot a$ ანგარიშით, სადაც a — არის ნიადაგში CO_2 -ის შემცველობა %-ში. CO_2 -ის ძლიერი გამოყოფის შეწყვეტის შემდეგ ნიშანხაზამდე ამატებენ H_2SO_4 -ის $0,5 n$ ხსნარს და ანჯღრევენ 4—5 წუთს. განმეორებით ანჯღრევენ 2—3-ჯერ 1—2 წუთით 6 საათის განმავლობაში. (უკანასკნელი — 6 საათის შემდეგ).

შემდეგ ჭურჭელს ტოვებენ 18—20 საათით (წინასწარ მას ახურავენ საცობს); დაყოვნების შემდეგ იღებენ 30—40 მლ ფილტრატს, ათავსებენ 200—250 მლ მოცულობის კელდალის კოლბში ან ერლენმეიერის ცეცხლგამძლე კოლბში, ამატებენ აღდგენილი რკინის და თუთიის მტვერს (1:9) 0,5 გ ნარევს.

ნარევის სრული გახსნისათვის, ხსნარს აცხელებენ ადუღებამდე და აორთქლებენ 8—10 მლ-მდე. გაცივების შემდეგ ამატებენ 5 მლ ქიმიურად სუფთა H_2SO_4 (კუთ. წონა 1,84) და სამ წვეთ 42%-იან ქლორის მჟავას. კოლბს ახურავენ ძაბრს და შიგთავსს წვავენ ელექტროაბაზანაზე სინჯის სრულ გაუფერულებამდე. ქლორის მჟავას ნაცვლად, დაწვა შეიძლება ჩატარდეს სელენით ან მისი მარილებით.

ამიაკს გადადენიან იმავე კოლბიდან, რომელშიც ჩატარდა დაწვა. მიიღებ კოლბში ათავსებენ 10—15 მლ 4%-იან ბორის მჟავას, რის შემდეგ ამიაკს ტიტრავენ $0,02 n H_2SO_4$ -ით ნარევი ინდიკატორის თანაარსებობისას.

ს ა ჭ ი რ ო რ ე ა ქ ტ ი ვ ე ბ ი: 1. გოგირდის მჟავა; $0,02 n$, $0,5 n$ და $2 n$ ხსნარები.

2. ქიმიურად სუფთა გოგირდის მჟავა, კუთ. წ. 1,84.

3. აღდგენილი რკინის და თუთიის ნარევი 1:9 შეფარდებით.

4. 42%-იანი ქლორის მჟავა.

5. 4%-იანი ბორის მჟავა.

6. ნარევი ინდიკატორი.

მომრავი აზოტის განსაზღვრა კორნფილდის მეთოდით

მეთოდის არსი იმაში მდგომარეობს, რომ ტუტე ჰიდროლიზის შედეგად წიაღვიდან გამოიყოფა ამიაკი, რომელიც შეიბოჭება ბორის მჟავით და შემდეგ იტიტრება გოგირდის მჟავით. ანალიზი დაყვანილია მარტივ ოპერაციამდე. გაფილტვრა არ არის საჭირო. ღებულობენ ხსნარს და აწარმოებენ დატიტვრას ერთსა და იმავე ჯამზე.

ანალიზის მსვლელობა. 2 გრამ ჰაერმშრალ წიაღავს ათავსებენ ჯამის გარეთა განყოფილებაში. ჯამის შიგა ნაწილში ასხამენ 2 მლ ბორის მჟავას 2%-იან ხსნარს და 2 წვეთ გროაკის ინდიკატორს. შემდეგ, ჯამის გარეთა ნაწილში ამატებენ 5 მლ 1,0 ნორმალობის ტუტის ხსნარს, ისე, რომ წიაღავი არ დასველდეს, ეს ადვილად კეთდება გამყოფის — „C“-ის საშუალებით. ჯამი უნდა დავიჭიროთ გამყოფისაკენ ოდნავ დახრილ მდგომარეობაში. ჯამის მდგომარეობის შეუცვლელად, აფარებენ მას სახურავს (რომლის კიდეებზე წასმულია ვაზელინი) და 1 წუთის განმავლობაში ჯამის ფრთხილი შენჯღრევით აღწევენ წიაღავის შერევის ტუტესთან, რის შემდეგ ჯამს დგამენ თერმოსტატში 28° ტემპერატურის პირობებში 48 საათის განმავლობაში. 48 საათის შემდეგ ჯამს გამოიტანენ, ააცილიან სახურავს და ტიტრავენ ბორის მჟავას მიერ შთანთქმულ ამიაკს. დატიტვრას აწარმოებენ მიკრობიურეტიდან H₂SO₄-ის 0,02 ნორმალობის ხსნარით ინდიკატორის მწვანე ფერის ულოსფერში გადასვლამდე. ჩაიწერენ დატიტვრაზე დახარჯულ მჟავას რაოდენობას და ანგარიშობენ წიაღვიდან გამოყოფილი ამიაკური აზოტის რაოდენობას. ანალიზის შედეგებს გამოსახავენ N მილიგრამებში 1 კგ წიაღავზე და ანგარიშობენ შემდეგი ფორმულით:

$$X = \frac{a \cdot n \cdot 14 \cdot 1000}{r}$$

სადაც x არის N მგ 1 კგ წიაღავზე.

a — დატიტვრაზე დახარჯული H₂SO₄-ის ხსნარის რაოდენობა.

n — H₂SO₄-ის სატიტრო ხსნარის ნორმალობა შესწორების აღრიცხვით.

r — საანალიზოდ აღებული წიაღავის წონა.

14 — N მგ. ექვივალენტის მილიგრამებზე გადასაანგარიშებელი კოეფიციენტი 100—1 კგ წიაღავზე გადასაანგარიშებელი რიცხვი

საკირო კურქელი და რეაქტივები:

1. კონვეის ჯამი, მოდიფიცირებული ბრემნერის და შოუს მიერ. (სურ. 8).

2. ჯამის სახურავი მილესილი კიდევებით.

3. დაბალტემპერატურიანი თერმოსტატი.

4. 2,5 მლ-იანი პიპეტები.

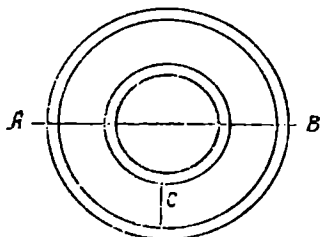
5. მიკრობიურეტი 5 მლ-იანი.

6. H_2SO_4 -ის 0.02 ნორმალობის სატიტრო ხსნარი.

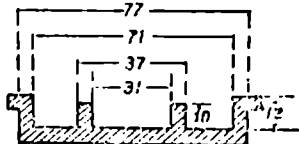
7. $NaOH$ -ის 1,0 ნორმალობის ხსნარი.

8. ბორის მყეავს 2%-იანი ხსნარი. (20 გ ბორის მყეავს ხსნიან 1 ლ წყალში).

9. გროაქის კომბინირებული ინდიკატორი (იხ. 258 გვ.).



განკვა

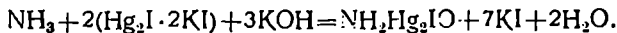


ბანივი ჯარივი A B ხაზვა

სურ. 8. კონვეის ჯამი.

ამონიაკური აზოტის განსაზღვრა ნესლეის რეაქტივით

ნესლეის რეაქტივის გამოყენებით ამონიაკის განსაზღვრის პრინციპი შემდეგში მდგომარეობს. თუკი $KHgI_3$ -ს ტუტე ხსნარს დავამატებთ ფილტრატს, რომელშიც ამონიუმის იონებია, მაშინ ხსნარი შეიფერება ყვითლად. ხსნარის შეფერვათა ინტენსივობა დამოკიდებულია მასში შემავალი ამონიუმის რაოდენობაზე. ამ დროს რეაქცია წარმართება შემდეგი სქემით.



ანალიზის მსვლელობა. წონიან 20 გრამ სველ ნიადაგს, ათავსებენ 500 მლ მოცულობის ბოთლში, ამატებენ 100 მლ კალიუმის ქლორიდის 0,1 ნორმალობის ხსნარს.

ამასთან ერთად, წონიან 5—7 გრამ ნიადაგს, ათავსებენ ალუმინის ბიუქსში და ტენის განსაზღვრისათვის აშრობენ 6—8 საათის განმავლობაში 100—105° ტემპერატურაზე.

ბოთლს უკეთებენ საცობს და ანჯღრევენ 30 წუთის განმავლობაში. შემდეგ კი სუსპენზიას ფილტრავენ მკვირვ დაკეცილ ფილტრში 200—250 მლ მოცულობის საზომ კოლბში. მღვრიე ფილტრატის მიღების შემთხვევაში, მას კვლავ დააბრუნებენ ფილტრზე.

სუსპენზიის მთელი რაოდენობის ჩაფილტვრის შემდეგ, ბოთლში ასხამენ 20 მლ კალიუმის ქლორიდის 1 ნორმალობის ხსნარს და გადაიტანენ ფილტრზე. უნდა ვეცადოთ, რომ რაც შეიძლება მთლიანად იქნას გადატანილი ნიადაგი ბოთლიდან ფილტრზე. ამ უკანასკნელ ოპერაციას იმეორებენ 4—5-ჯერ, ამასთან, მნიშვნელოვანია, მხედველობაში მივიღოთ, რომ ყოველ ახალ ულუფას ბოთლიდან ამატებენ ფილტრზე მხოლოდ მას შემდეგ, როცა წინა ულუფა მთლიანად იქნება ჩაფილტრული.

ბოლოს, კოლბის შიგთავსი, კალიუმის ქლორიდის იგივე ხსნარით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე, ახურავენ საცობს და კარგად შეურევენ.

გამპკვირვალე გამონაწურიდან იღებენ 25—50 მლ ფილტრატს (დამოკიდებულია მასში ამონიაკის რაოდენობაზე) და გადაიტანენ 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში. ამატებენ დაახლოებით 80 მლ გამოხდილ წყალს, რომელიც არ შეიცავს ამონიაკს. კოლბში მოთავსებულ ხსნარს კარგად შეურევენ, ამატებენ 4 მლ სეგნეტის მარილის ხსნარს, ზელმეორედ შეაჩღრევენ, ამატებენ 4 მლ ნესლეის რეაქტივს და წყლის მიმატებით კოლბს შეავსებენ ნიშანხაზამდე. კოლბს ახურავენ საცობს და მასში მოთავსებულ ხსნარს ანჭღრევენ, ხსნარი ყვითლად შეიფერება.

გამოსაკვლევი ხსნარის პარალელურად, აწარმოებენ სანიმუშო ხსნარის შეფერვას, რისთვისაც 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში იღებენ 5, 10, 15, 20, 25, 30, მლ სანიმუშო ხსნარს. კოლბს გამოხდილი წყლით ავსებენ დაახლოებით 80 მლ-მდე, ხსნარს კარგად შეაჩღრევენ, შემდეგ დაამატებენ 4 მლ სეგნეტის მარილს, 4 მლ ნესლეის რეაქტივს. ხსნარს გამოხდილი წყლით მიიყვანენ ნიშანხაზამდე და კარგად შეურევენ. ამრიგად, როგორც სანიმუშო, ისე გამოსაკვლევი ხსნარი შეფერილია და 10—15 წუთის შემდეგ ატარებენ კოლორიმეტრიკებას ფოტოელექტროკოლორიმეტრის საშუალებით ან ვიზუალური მეთოდით.

ფოტოელექტროკოლორიმეტრის საშუალებით ხსნარების ოპტიკური სიმკვრივის გაზომვის შემდეგ, სანიმუშო ხსნარების კონცენტრაციისა და ოპტიკური სიმკვრივის საფუძველზე აკებენ დაყალიბებულ მრუდს, რომლის საშუალებითაც ანგარიშობენ საკვლევ ხსნარში NH_3 -ის რაოდენობას მგ-ობით 100 გ ნიადაგზე.

ვიზუალური მეთოდით საკვლევ და სანიმუშო ხსნარების შეფერვათა ინტენსივობის შედარებისათვის იყენებენ დიუბოსკოს ან სხვა სისტემის კოლორიმეტრს, რომელსაც დგამენ ფანჯარასთან ახლოს, დღის გაფანტულ სინათლეზე და კოლორიმეტრის სარკით მას თანაბრად ანათებენ.

კბილანებიანი ზრახნის საშუალებით კოლორიმეტრის კიჭებს ჩამოსწევენ პრიზმის ქვემოთ. მარჯვენა მხარეს მოთავსებულ კიჭაში ასხამენ შეფერილ სანიმუშო ხსნარს, ზოლო მარცხენა კიჭაში — შეფერილ გამოსაკვლევ ხსნარს; ზრახნის საშუალებით კიჭებს ასწევენ ზვეით ისე, რომ პრიზმები მოთავსდეს კიჭებში არსებულ ხსნარში. სანიმუშო ხსნარიან კიჭას აყენებენ განსაზღვრულ სიმაღლეზე, ამ დროს ოკულარში გამოჩნდება ორი ნახევარსფერო, რომლებიც შეფერილი იქნება არათანაბარი ფერით, ზოლო გამოსაკვლევი ხსნარიანი კიჭის ზემოთ აწევით ან ქვემოთ ჩამოწევით ათანაბრებენ სანიმუშო ხსნარისა და გამოსაკვლევი ხსნარის შეფერვათა ინტენსივობას კოლორიმეტრში. მას შემდეგ, როცა ოკულარში მიიღებენ ფერთა ინტენსივობის ერთი და იმავე გამოსახულებას, აწარმოებენ როგორც გამოსაკვლევი, ისე სანიმუშო ხსნარის სვეტის სიმაღლის შკალის ათვლას და მის ჩაწერას. ფერთა ინტენსივობას კოლორიმეტრში რამდენიმეჯერ ათანაბრებენ, რათა მიიღონ უფრო ზუსტი მონაცემები. მიღებული მონაცემების საფუძველზე შესაძლოა ამონიაკის გაანგარიშება მგ-ობით 100 გ ნიადაგზე. ამონიაკის გაანგარიშება მგ-ობით 100 გ ნიადაგზე წარმოებს შემდეგი ფორმულით:

$$X = \frac{a \cdot b \cdot H \cdot 100}{h \cdot r}$$

სადაც x არის NH_3 -ის რაოდენობა მგ/100 გ ნიადაგზე;

a — ერთ მლ სანიმუშო ხსნარში არსებული NH_3 -ის რაოდენობა მგ-ობით;

b — ანალიზის დროს აღებული სანიმუშო კოლორიმეტრული ხსნარის რაოდენობა მლ-ობით;

H — სანიმუშო ხსნარის სვეტის სიმაღლე კოლორიმეტრში;

h — გამოსაკვლევი ხსნარის სვეტის სიმაღლე კოლორიმეტრში;

r — ამონიაკის განსაზღვრისათვის აღებულ ფილტრატში ნიადაგის რაოდენობა გრამობით. გამრავლებულია 100-ზე იმისათვის, რომ ამონიაკის რაოდენობა გამოვსახოთ მგ-ობით 100 გრამ ნიადაგზე *.

ს ა კ ი რ ო რ ე ა ქ ტ ი ვ ე ბ ი: 1. გამოხდილი წყალი, რომელიც არ შეიცავს ამონიაკს.

2. ნესლერის რეაქტივი. არსებობს მზა სახით. შეიძლება მომზადდეს აგრეთვე ლამორატორიაშიც, რისთვისაც იღებენ ქიმიურად სუფთა 17 გრამ ვერცხლის ქლორიდს — HgCl_2 (სულემა) და ზსნიან 300 მლ გამოხდილ წყალში. მეორე ჭურჭელში ათავსებენ 35 გრამ ქიმიურად

* NH_3 -ის განსაზღვრისათვის იღებენ ახლად აღებული ნიადაგის ნიმუშის სველ წონაკს, ამიტომ, პარალელურად, ნიმუშში საზღვრავენ ტენს, რის შემდეგ ანალიზის შედეგებს გადაიანგარიშებენ აბსოლუტურად შრალ ნიადაგზე.

სუფთა KJ და ხსნიან 100 მლ წყალში. ამის შემდეგ KJ-ის ხსნარს ასხამენ ერთლიტრიან ცილინდრში. მას თანდათანობით ამატებენ HgCl₂-ის ხსნარს და კარგად ურევენ მინის წკირით. KJ-ის ხსნარს HgCl₂-ის ხსნარს ამატებენ მანამ, სანამ წარმოშობილი I₂-ის წითელი ნალექის ხსნადობა არ შეწყდება. ამის შემდეგ ხსნარს 20%-იანი კალიუმის ან ნატრიუმის ტუტის მიმატებით მიიყვანენ 1 ლიტრამდე, ამატებენ დარჩენილ HgCl₂-ის ხსნარს მყარი ნალექის წარმოქმნამდე. ამრიგად, მომზადებულ ნესლერის რეაქტივს გადაიტანენ ფერადი მინის ქურჭელში და ინახავენ ბნელ ადგილას. ზემოაღნიშნული წესით მომზადებული ნესლერის რეაქტივი არ უნდა ეხმაროთ მანამ, სანამ ნალექი არ დაილეკება და არ მივიღებთ გამკვირვალე ფერს. ნესლერის რეაქტივი აუცილებელია იყოს გამკვირვალე და ოდნავ მოყვითალო ფერის. თუ ის უფერულია, მაშინ ამატებენ HgCl₂-ს.

3. სეგნეტის მარილის 50%-იანი ხსნარი. 50 გრამ მარილს ხსნიან 100 მლ წყალში.

4. სანიმუშო კოლორიმეტრული ხსნარის მომზადება. 0.7405 გრამ ქიმიურად სუფთა NH₄Cl-ს ხსნიან 1 ლ გამოსხილ წყალში. ხსნარს კარგად შეურევენ. აქედან იღებენ 10 მლ-ს, გადაიტანენ 500 მლ მოცულობის საზომ კოლბში და გამოსხილი წყლით მიიყვანენ ნიშანხაზამდე. ხსნარს კარგად შეურევენ. ამ წესით მომზადებული სანიმუშო ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,005 მილიგრამ NH₄-ს ან 0,0047 მილიგრამ NH₃ (ან 0,0039 მგ აზოტს).

ნიტრატული აზოტის განსაზღვრა დისულფოფენოლის მეთოდით

ნიტრატული აზოტის განსაზღვრისათვის ამზადებენ ნიადაგის წყლით გამონაწურს. ჩვეულებრივ, ნიადაგის შეფარდება წყალთან 1:5. ნიტრატები წყალში ადვილად იხსნებიან, ამიტომ მათი ხსნარში გადასაყვანად საკმარისია 3 წუთი ნჯღრევა. გაფილტვრას აწარმოებენ დაეცილ ფილტრის ქაღალდში. უნდა ვეცადოთ, რომ ფილტრზე გადატანილი იქნას ხსნარი, რაც შეიძლება მკეტ ნიადაგთან ერთად, რადგანაც, ნიადაგის ფენა ფილტრზე მნიშვნელოვნად აკავებს კოლოიდალურ მინერალურ ნაწილაკებს.

ნიტრატების შემცველ ხსნარზე დისულფოფენოლის მეთოდით მიმატებით, ტუტე არეში, ვლებულობთ ყვითლად შეფერილ ხსნარს. შეფერვის ინტენსივობაც ამ შემთხვევაშიც დამოკიდებულია ხსნარში ნიტრატების რაოდენობაზე.

ლობის საზომ კოლბში და წყლის მიმატებით მიყავთ ნიშანხაზამდე. კოლბს ახურავენ საცობს და კარგად შეურევენ. ამის შემდეგ კოლორიმეტრში ადარებენ გამოსაკვლევი და სანიმუშო ხსნარის შეფერვათა ინტენსივობას.

ფოტოელექტროკოლორიმეტრის საშუალებით ხსნარების ოპტიკური სიმკვრივის გაზომვოს შემდეგ, სანიმუშო ხსნარების კონცენტრაციისა და ოპტიკური სიმკვრივის გაზომვოს საფუძველზე ავებენ მრუდს, რომლის საშუალებით ანგარიშობენ საკვლევ ხსნარში NO_3 -ის რაოდენობას მგ-ობით 100 გ ნიადაგზე.

ვიზუალური მეთოდით საკვლევი და სანიმუშო ხსნარების შეფერვათა ინტენსივობის შედარებისათვის იყენებენ დიუბოსკოს ან სხვა სისტემის კოლორიმეტრს. ადარებენ რა გამოსაკვლევი და სანიმუშო ხსნარის შეფერვათა ინტენსივობას, იწერენ როგორც საკვლევი, ისე სანიმუშო ხსნარის სვეტის სიმაღლეს კოლორიმეტრში. ნიტრატების რაოდენობას ანგარიშობენ შემდეგი ფორმულით

$$\text{NO}_3 \text{ მგ/100 გ ნიადაგზე} = \frac{a \cdot b \cdot H \cdot 100}{h \cdot r}$$

სადაც a არის სანიმუშო ხსნარის 1 მლ არსებული NO_3 რაოდენობა მილიგრამობით;

b — ანალიზისათვის აღებული სანიმუშო ხსნარის რაოდენობა მლ-ობით;

H — სანიმუშო ხსნარის სვეტის სიმაღლე კოლორიმეტრში;

h — გამოსაკვლევი ხსნარის სვეტის სიმაღლე კოლორიმეტრში;

r — ნიტრატის განსაზღვრისათვის აღებულ ფილტრატში ნიადაგის რაოდენობა გრამობით. ამრავლებენ 100-ზე ინიტომ, რომ ნიტრატების რაოდენობა გამოსახონ 100 გ ნიადაგზე *.

ს ა ჯ ი რ ო რ ე ა ქ ტ ი ვ ე ბ ი: 1. დისულფოფენოლის მქაევა. იღებენ 3 გრამ სუფთა, კრისტალურ ფენოლს, რომელსაც გახსნიან 37 გრამ (20,1 მლ) გოგირდის მქაევაში (კუთ. წ. 1,84). ფენოლსა და გოგირდის მქაევას კარგად ურევენ ერთიმეორეში და გადააქეთ კოლბში. კოლბს ახურავენ საცობს, რომელშიც გატარებულია მოხრილი გრძელი მინის ფილი. კოლბს დგამენ აღუღებული წყლის აბაზანაში 6 საათის განმავლობაში. ჩვეულებრივად, ერთბაშად ამზადებენ ნახევარ ლიტრ დისულფოფენოლის მქაევას. ასეთნაირად მომზადებული რეაქტივი შე-

* NO_3 -ის განსაზღვრისათვის იყენებენ ახლად აღებული ნიადაგის ნიმუშის სველ წონას, ამიტომ, პარალელურად, ნიმუშში, ყოველთვის საზღვრავენ ტენს, რის შემდეგ ანალიზის შედეგებს გადაიანგარიშებენ აბსოლუტურად მშრალ ნიადაგზე.

იძლება გამოკრისტალდეს განსაკუთრებით ცივ პერიოდში. ხსნარში მის გადასაყვანად, მიმართავენ გაცხელებას. წყლის დამატება არ შეიძლება.

2. NaOH-ის ან KOH-ის 20%-იანი ხსნარი, ან 10%-იანი ამიაკა. (იღებენ კონცენტრირებულ ამონიაკს, რომლის კუთრი წონა 0,9-ია და ორჯერ განაზავებენ მას).

3. ნიტრატის საწინამუშო ხსნარი. ანალიზურ სასწორზე წონიან 0,1631 გრამ ქიმიურად სუფთა, გადაკრისტალბულ მშრალ KNO_3 -ს და ხსნიან მას ერთ ლიტრ გამოხდილ წყალში. მისგან იღებენ 100 მლ ხსნარს და გამოხდილი წყლით აზავებენ ერთ ლიტრამდე. ასეთი წესით მომზადებული საწინამუშო ხსნარის ერთი მილილიტრი შეიცავს 0,01 მილიგრამ NO_3 -ს.

გაუცვლელი ფიქსირებული ამონიუმის განსაზღვრა ნიადაგში ღარივალის და სტივენსონის მეთოდით *

მეთოდის არსი შემდეგში მდგომარეობს: წინასწარ აწარმოებენ ნიადაგიდან გაცვლითი ამონიუმისა და ჰიდროლიზური ორგანული აზოტის მოცილებას ნიადაგის ექსტრაგირების გზით მწვავე კალიუმის ხსნარის საშუალებით, შემდეგში კი აწარმოებენ ფიქსირებული ამონიუმის გამოყოფას ნიადაგიდან ფტორწყალბადის მქავეთ.

ანალიზის მსვლელობა. წონიან 0,25 მმ-იან საცერში გატარებულ ნიადაგს 10—20 გრამის რაოდენობით და ამუშავებენ 400 მლ 1*n* KOH-ის ხსნარით **, რომელსაც ტოვებენ 8 საათის განმავლობაში ავტოკლავში 1,4—1,5 ატმოსფერული წნევისა და 120—125° ტემპერატურის პირობებში. შემდეგ ნიადაგს გამოყოფენ ტუტე ექსტრაქტისაგან ცენტრიფუგირებით და ამის შემდეგ 3—4-ჯერ ჩარეცხავენ 150—200 მლ 1,0*n* KCl-ის ხსნარით ჩანარეცხ ხსნარში ამიაკის სრულ გაქრობამდე (სინჯი წესლერის რეაქტივით). ასეთი წესით გარეცხილ ნიადაგს ამატებენ 150 მლ ჩარეცხ $HF + HCl + H_2SO_4$. ნარევეში ამ მქავეების კონცენტრაცია ტოლია 5*n*—HF-თვის, 0,75*n*—HCl-თვის და 0,6*n* H_2SO_4 .

ამ ნარევის მოსამზადებლად იღებენ 250 მლ ფტორწყალბადის მქავეს, 61,5 მლ HCl (კუთ. წ. 1,19), 16,8 მლ H_2SO_4 (კუთ. წ. 1,84) და ამატებენ წყალს ნარევის მოცულობის მისაყვანად 1 ლიტრამდე.

მქავეების ნარევეს ნიადაგთან ერთად ტოვებენ 12—16 საათის განმავლობაში, პერიოდული ან მუდმივი ნჯღრევით, რის შემდეგ მქავე

* მეთოდი მოდიფიცირებულია НИУИФ-ის აზოტის ლაბორატორიაში.

** ნიადაგში კარბონატების დიდი რაოდენობით შემცველობისას, KOH-ით ნიადაგის დამუშავებამდე მათ შლიან HCl-ის წვეთების დამატებით.

ხსნარი ნიადაგთან ერთად ნეიტრალდება 5 H NaOH -ით მეთილროტის მიხედვით ყვითელი ფერის მიღებამდე, შემდეგ კი გადაიტანენ ამიაკის გადასადენ კოლბში. ამიაკს ბოჭავენ $0,02 \text{ H}_2\text{SO}_4$ -ის ხსნარით.

ნიტრიტების განსაზღვრა გრისის მეთოდით

მეთოდის პრინციპი. ნიტრიტების სუსტი ხსნარების დამუშავებისას ნარევი — ძმარმჟავა α -ნაფტილამინი + სულფანილის მჟავას ხსნარი ძმარმჟავაში, მიიღება წითელი შეფერვა, რომლის ინტენსივობას ზომავენ კოლორიმეტრში, მეთოდი ძალზე მგრძნობიარეა.

ანალიზის მსვლელობა. იღებენ საკვლევი ნიადაგის წყლით გამოწურის (ნიადაგის წყალთან შეფერადება = 1:5; 3 წუთი ნჯღრევა) 40 მლ-ს და გადაიტანენ 50 მლ მოცულობის საზომ კოლბში. ამატებენ 8 მლ ნიტრიტულ რეაქტივს და წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე.

ერთდროულად ამზადებენ სანიმუშო კოლორიმეტრულ ხსნარებს. 15 წუთით დაყოვნების შემდეგ კოლორიმეტრში ადარებენ საკვლევი და სანიმუშო ხსნარების შეფერვის ინტენსივობას.

ს ა კ ი რ ო რ ე ა ქ ტ ი ვ ე ბ ი: 1. ნიტრიტული რეაქტივის დასამზადებლად იღებენ თანაბარი მოცულობით სულფანილის მჟავას (ხსნარი A) ხსნარს და α -ნაფტილამინის ძმარმჟავა ხსნარს (ხსნარი B) და შეურევენ ერთმანეთში. ხსნარი A:0,5 გრამ ქიმიურად სუფთა სულფანილის მჟავას ხსნიან 100 მლ ძმარმჟავაში (ყუთ. წ. 1,04). ხსნარი B:0,1 გრამ α -ნაფტილამინს ადუღებენ 20 მლ წყალთან და ატარებენ კარგად გარეცხილ ბამბის ქსოვილში 180 მლ ძმარმჟავათი (ყუთ. წ. 1,04); თანაბარი მოცულობის A და B ხსნარების ნარევს ამზადებენ უშუალოდ განსაზღვრის წინ.

2. ნიტრიტის სანიმუშო ხსნარი. 0,0836 გრამ ქიმიურად სუფთა AgNO_2 ხსნიან წყალში, ხსნარს ამატებენ NaCl -ს AgCl -ის გამოლექვის შეწყვეტამდე. ხსნარი მიჰყავთ 250 მლ-მდე, ძლიერ ანჯღრევენ და ტოვებენ ბნელ ადგილას, ვიდრე ნალექი არ გამოიყოფა. 10 მლ ხსნარს განაზავებენ 100 მლ-მდე წყალში, რომელიც არ შეიცავს ნიტრიტებს. ხსნარს ინახავენ კარგად თავდახურულ მინის ჭურჭელში ბნელ ადგილას. ამ ხსნარს 1 მლ შეიცავს 0,01 მგ NO_2 .

ნიადაგის ნიტრიფიკაციის უნარის განსაზღვრა *

ნიადაგიდან აზოტის მობილიზაციის პოტენციალური შესაძლებლობა შეიძლება განისაზღვროს ნიადაგში ნიტრიტების დაგროვების

* მიღებულია ვ. ვ. დოკუჩაევის სახელობის ნიადაგმცოდნეობის ინსტიტუტში.

მიხედვით მისი დაკომპოსტების შემდეგ ლაბორატორიულ პირობებში ოპტიმალური ტენისა და ტემპერატურის დაცვით.

1 მმ ნასვრეტებიან საცერში გატარებულ 20 გრამ ჰაერშიწარმოადგინა ათავსებენ წინასწარ აწონილ ბრტყელძირიან 100 მლ მოცულობის კოლბში. ნიადაგს ატენიანებენ მისი კაპილარული ტენტევადობის 60%-მდე, ავარებენ ფილტრის ქალაღს და 7-12 დღის განმავლობაში აჩერებენ თერმოსტატში 26—28° ტემპერატურის პირობებში. კოლბის საერთო წონას (ნიადაგით) ამოწმებენ ტექნიკურ სასწორზე რამდენიმეჯერ. ტენის აორთქლების ხარჯზე, შემცირდება რა ნიადაგის წონა, ამატებენ გამოხდილ წყალს პიპეტით.

დაკომპოსტების ვადის გასვლის შემდეგ ნიადაგში საზღვრავენ ნიტრატებს დისულფოფენოლის მეავას მეთოდით. აუცილებელია ნიტრატები განისაზღვროს ავრეთვე საწყის ნიადაგში. (დაკომპოსტების გარეშე ნიადაგში).

თერმოსტატში ერთი კვირით დაყოვნების შემდეგ ნიადაგში ნიტრატული აზოტის შემცველობასა და საწყის ნიადაგში ნიტრატების შემცველობას შორის სხვაობა წარმოადგენს ნიტრიფიკაციის პროცესის ინტენსივობის მაჩვენებელს ნიადაგში.

ლაბორატორიულ პირობებში ნიტრატების დაგროვების შესახებ მიღებული მონაცემები შეიძლება გამოვიყენოთ როგორც აზოტიან საჭუქებზე ნიადაგის მოთხოვნილების ხარისხის მაჩვენებელი.

თუკი დაკომპოსტების წინ ნიადაგი მშრალი იყო, მაშინ ასეთი ნიადაგის ნიტრიფიკაციის უნარი თითქმის ყოველთვის მეტია, ვიდრე ნიადაგში, რომელიც დაკომპოსტების წინ არ იყო გამშრალი.

ნიადაგის ნიტრიფიკაციის უნარის განსაზღვრისათვის ზოგჯერ აკომპოსტებენ უფრო მეტი რაოდენობით ნიადაგს — 150—200 გრამს, ათავსებენ ჩაის ჰიქებში ან მაიონეზის ჰილებში და დგამენ თერმოსტატში 28—30° ტემპერატურაზე მისი ზღვრული ტენტევადობის 60%-ის შენარჩუნებით. ჰიქებში ნიადაგი უნდა იყოს ყოველთვის ფხვიერ მდგომარეობაში.

დაკომპოსტების დრო შეიძლება გადიდდეს 3 თვემდე. ამ პერიოდში დაგროვილი ნიტრატების რაოდენობა შეიძლება განვიხილოთ როგორც აზოტის რაოდენობა, რომელიც შესაძლოა დაგროვდეს მინდორში ზაფხულის პერიოდში ყველაზე ხელსაყრელ პირობებში.

ნიადაგში მოიპოვება ფოსფორშენცველი სხვადასხვა მინერალები, რომელთაგან განსაკუთრებით აღსანიშნავია ჰიდროქსიდ და ფტორაპატიტი. ფოსფორი ნიადაგში გვხვდება აგრეთვე სხვადასხვა შენაერთების სახით. ასეთებია: ერთნახევარი ჟანგეულებისა და კალციუმის ფოსფატები, ფოსფორის ორგანული შენაერთები და სხვადასხვა რთული შენაერთები, რომელნიც წარმოიქმნებიან ნიადაგის კოლოიდების მიერ ფოსფატების შთანქმის შედეგად. სხვადასხვა ტიპის ნიადაგებში ჰარბობს ფოსფორშემცველი სხვადასხვა მინერალები.

მცირე ჰუმუსოვან ნიადაგებში, რომელთაც მკვე რეაქცია ახასიათებთ, ფართოდ არის წარმოდგენილი ერთნახევარი ჟანგეულების ფოსფატები; აგრეთვე ფოსფორის შენაერთები ნიადაგის მინერალურ და ორგანომინერალურ კოლოიდებთან, რომელნიც შეიცავენ რკინისა და ალუმინის დიდ რაოდენობას. ფოსფორის ეს ფორმები გამოირჩევა მცირე ხსნადობით და მცენარისათვის უმნიშვნელო შესათვისებლობით.

ნეიტრალური, ფუძეებით მაძლარი ნიადაგები კი შეიცავენ მცირედ კალციუმთან ფოსფატებს, უფრო შესათვისებელს, ვიდრე რკინისა და ალუმინის ფოსფატები.

მცენარეთა მიერ ფოსფორის შენაერთების შეთვისება დამოკიდებულია მათი კვების პირობებზე, ნიადაგის ხსნარის რეაქციაზე, მასში სხვადასხვა კათიონების და ანიონების არსებობაზე, აგრეთვე გავრცელებული მცენარის სახეზე. მცენარის ფოსფორით კვების პირობების დასადგენად, უნდა ვიცოდეთ არა მარტო ფოსფორის ადვილად მოძრავი შენაერთების შემცველობა ნიადაგში, არამედ, აგრეთვე მისი ის რაოდენობაც, რომელიც სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში შეიძლება გადავიდეს მოძრავ შენაერთებში.

ნიადაგში ფოსფორის საერთო რაოდენობის განსაზღვრას აწარმოებენ წონითი, მოცულობითი, კოლორიმეტრული და ნეფელომეტრული ანალიზის მეთოდებით. საერთო ფოსფორის განსაზღვრა წარმოდგენას გვაძლევს ფოსფორის იმ რეზერვებზე, რომელიც შეიძლება თანდათან მობილიზებული იყოს ნიადაგში. მისი განსაზღვრა აუცილებელია ფოსფორის ბალანსის დასადგენად ნიადაგში სასუქებით სხვადასხვა ხანგრძლივი ცდების პირობებში, ნიადაგის გენეზისის შესწავლისას და საერთოდ ისეთი საკითხებზე შესწავლისას, რომელნიც დაკავშირებულია ნიადაგში საკვები ელემენტების რაოდენობრივ

ცვლილებებთან, რასაც შეიძლება ადგილი ექნეს რიგი წლების განმავლობაში.

ფოსფორის ვანსაზღვრის საუკეთესო მეთოდად, რომელიც იძლევა ზუსტ შედეგებს, ითვლება ვოის ორმაგი დალექვის მეთოდი, მაგრამ იგი მეტად ხანგრძლივია. ფართოდ არის გავრცელებული უფრო სწრაფი, მაგრამ ნაკლებად ზუსტი მეთოდები — ლორენცის წონითი, ლორენც-შეფფერის მოცულობითი და კოლორიმეტრული მეთოდები, რომელნიც სავსებით გამოსადეგია ფოსფორის განსაზღვრისათვის ნი-აღაგში.

ლორენცის წონითი მეთოდი

ლორენცის წონითი მეთოდით მუშაობისას არ არის საჭირო სილიციუმმეყავას მოცილება, რადგან ის დაკავებულია ხსნარში, მასში თავისუფალი გოგირდმეყავას არსებობის გამო. მარილის მეყავას მცირე რაოდენობაც არ უშლის დალექვას, მაგრამ მისი ჭარბი რაოდენობა მოცილებული უნდა იქნას საანალიზო ხსნარის აორთქლებით წყლის აბაზანაზე, შემდეგ მშრალ ნაშთს ხსნიან აზოტის მეყავაში.

საანალიზო ხსნარის მოცულობა უნდა იყოს 20 მლ-მდე; ამიტომ, თუკი ფოსფორის მცირე შემცველობაა ხსნარში, მაშინ მეტი რაოდენობით აღებულ ხსნარს აორთქლებენ მითითებულ მოცულობამდე. საანალიზო ხსნარში P_2O_5 -ის შემცველობა შეიძლება შეადგენდეს 1-დან 20 მგ-მდე. 20 მლ საანალიზო ხსნარს ამატებენ აზოტისა და გოგირდის მეყავას ნარევის (რეაქტივი 2) 30 მლ-ს, აცხადებენ (აზბესტის ბადის გამოყენებით) პირველი ბუშტულების გამოყოფამდე, შემდეგ გადმოდგამენ ცეცხლიდან, ანჯღრევენ, რათა კიქის კედლები არ იყოს გადახურებული (მინის წეირს არ იყენებენ), ამატებენ 25 მლ სულფატმოლიბდენის ხსნარს (რეაქტივი 1), რომელსაც ასხამენ ხსნარში შუა ადგილას, ახურავენ საათის მინას და აყოვნებენ; რამდენიმე წუთის შემდეგ (მაგრამ არა უგვიანეს 5 წუთისა), როცა გამოიყოფა ნალექის მთავარი მასა, სითხეს ანჯღრევენ 30 წამის განმავლობაში კიქის წრიული ბრუნვით და ტოვებენ 15—18 საათის განმავლობაში. თუკი ხსნარი ნალექის ზემოთ გახდება სავსებით გამჭვირვალე, მაშინ დაყოვნების დრო შეიძლება შემცირდეს 2—3 საათამდე. ხსნარს ფილტრავენ შეწოვით ნუჩის № 4 ტიგელის გამოყენებით.

ნალექს მთლიანად გადაიტანენ აწონილ ტიგელში, ჩარეცხავენ მას აზოტმეყავა ამონიუმის (რეაქტივი 3) 2%-ანი ხსნარით, და შემდეგ რეცხავენ ამავე ხსნარით 3—4-ჯერ. ამის შემდეგ ნალექს რეცხავენ სპირტით, რომლითაც ტიგელს ერთხელ მთლიანად ავსებენ, ხოლო

ორჯერ ნახევრამდე. შემდეგ, არ აცლიან ნალექს გაშრობას, ისე რეცხავენ ეთერით. სპირტით და ეთერით ჩარეცხვა შეიძლება შეიცვალოს აცეტონით ორჯერადი გარეცხვით.

ტიგელში არსებულ გარეცხილ ნალექს 1 საათით ათავსებენ თერმოსტატში 45—50°-ზე, აცივებენ ცარიელ ექსიკატორში (CaCl_2 და H_2SO_4 -ის გარეშე) და წონიან. ყვითელი მარილის საბოლოო ნალექის წონის P_2O_5 -ზე გადასაანგარიშებელი კოეფიციენტი უდრის 0,03295.

ახალი ანალიზისათვის ტიგელების მოსამზადებლად, მასში არსებულ ნალექს ხსნიან ამიაკის 5%-იანი ხსნარით, შემდეგ ცხელი წყლით გარეცხავენ და აშრობენ 110° ტემპერატურის პირობებში მუდმივ წონამდე.

საჭირო რეაქტივები:

1. სულფატმოლიბდენის ხსნარი. 100 გრამ გოგირდმჟავა ამონიუმს 1 ლიტრი მოცულობის საზომ კოლბში ხსნიან 900 მლ. აზოტის მჟავაში (კუთ. წონა 1,36) და იგივე მჟავით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე. ფაიფურის ჯამზე გაცხელებით ხსნიან 300 გრამ მოლიბდენმჟავა ამონიუმს 700 მლ. წყალში; გაცივების შემდეგ ხსნარი გადააქვთ 1 ლ მოცულობის საზომ კოლბში და წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე. მოლიბდენმჟავა ამონიუმის ხსნარს მუდმივი შერევით მცირე ულუფებით გადაიტანენ ამონიუმის სულფატის ხსნარში. 48 საათის შემდეგ ნარევეს ფილტრავენ მკვირვ ფილტრში. ინახავენ ფერადი მინის ბოთლში, ბნელ, ცივ ადგილას.

2. აზოტის მჟავა, გოგირდის მჟავას შემცველობით. 30 მლ. გოგირდის მჟავას (კუთ. წ. 1,84) ასხანენ 1 ლ აზოტის მჟავაში (კუთ. წ. 1,2), რომელიც მიღებულია 424 მლ ძლიერი აზოტის მჟავას განზავებით წყლით 1 ლიტრამდე.

3. აზოტმჟავა ამონიუმი. 20 გრამ აზოტმჟავა ამონიუმს ხსნიან წყალში, ხსნარის მოცულობა მიჰყავთ 1 ლიტრამდე და შეამჟავებენ რამდენიმე წვეთი აზოტის მჟავით.

4. ეთილის სპირტი 85—90%-იანი (აორთქლების შემდეგ სპირტმა არ უნდა დატოვოს ნაშთი და არ უნდა ქონდეს ტუტე რეაქცია).

5. ეთერი. აორთქლების შემდეგ არ უნდა დატოვოს ნაშთი, არ უნდა ქონდეს ტუტე რეაქცია და არ უნდა შეიცავდეს წყალს ან სპირტს. 150 მლ ეთერი უნდა გახსნან 15° ტემპერატურის პირობებში 1 მლ წყალში ყოველგვარი სიმღვრივის გარეშე.

6. აცეტონი. უნდა ქონდეს ნეიტრალური რეაქცია, არ შეიცავდეს ალდეჰიდს, უნდა გადაიდნოს 56° და თანაბარი მოცულობის წყალთან მოგვეცეს გამჟვირვალე ხსნარი.

ლორენც-შეფერის მოცულობითი მეთოდი

ფოსფორს ლექავენ ლორენცის მიხედვით, მაგრამ აწონვას ცვლიან ნალექის დატიტვრით ფორმალინის თანაარსებობისას. ეს მოდიფიკაცია ნაკლებად ზუსტია, ვიდრე ლორენცის მეთოდი; მის უპირატესობად ითვლება ის, რომ ამ შემთხვევაში საჭირო არ არის ნალექის გარეცხვა სპირტით და ეთერით ან აცეტონით, არამედ ნალექს ფილტრავენ ჩვეულებრივ მკვრივი, უნაცრო ქაღალდის ფილტრში. ფოსფორს ლექავენ ისე, როგორც ეს მითითებულია ლორენცის მეთოდის დროს. ნალექი გადააქვთ ფილტრზე (9 სმ დიამეტრის) ნატრიუმის სულფატის ხსნარით (რეაქტ. 3) და რეცხავენ ფილტრზე რამდენჯერმე, ვიდრე გამდინარე სითხე არ გახდება ნეიტრალური. ამის დასადგენად, ატარებენ სინჯს ლაკმუსით ან გაფილტრავენ 25 მლ სითხეს, დაამატებენ 1 წვეთ ფენოლფტალეინს და 1 წვეთ 0,1 *n* NaOH. ჩარეცხვის ბოლოს ხსნარს უნდა ჰქონდეს მკვეთრი წითელი შეფერვა. ჩარეცხვაზე მიღის დაახლოებით ნატრიუმის სულფატის ხსნარის 200 მლ. ჩასარეცხი ხსნარის მეტი რაოდენობა იწვევს ნალექის დაწკარავს.

ჩარეცხილ ნალექს ფილტრით ათავსებენ 200—250 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში. მასში ამატებენ 0,1 *n* NaOH-ის სატიტრო ხსნარის ზუსტად გაზომილ რაოდენობას (25—50 მლ). კოლბს ახურავენ საცობს და ნალექს ხსნიან კოლბის წვრცევით. ნალექი მთლიანად უნდა გაიხსნას ტუტეში; თუკი ეს არ მოხდება, ამატებენ ტუტის სატიტრო ხსნარის ახალ ულუფას. ნალექის გახსნის შემდეგ ხსნარს აყოვნებენ 3—5 წუთს. კოლბა ყოველთვის უნდა იყოს დახურული საცობით, რათა არ მოხდეს CO₂-ის შთანთქმა ჰაერიდან.

შემდეგ ამატებენ ფორმალინს (რეაქტივი 4) იმ ანგარიშით, რომ 50 მლ 0,1 *n* NaOH-ის ხსნარზე მოდიოდეს 2,5 მლ; ჭარბ ტუტეს ტიტრავენ HCl-ის 0,1 *n* ხსნარით, სხვაობით გებულობენ 0,1 *n* NaOH-ის ხსნარის რაოდენობას, რომელიც დაიხარჯა ნალექის გახსნაზე, 1 მლ. 0,1 *n* NaOH-ის ხსნარი შეესაბამება 0,2537 მგ P₂O₅. დამკმაყოფილებელ შედეგებს მეთოდი იძლევა მაშინ, როცა ხსნარში P₂O₅ შემცველობა 2 მგ-ზე ნაკლები არ არის. საანალიზო ხსნარში 2—4 მგ P₂O₅-ის შემცველობისას ნალექის გახსნისათვის იღებენ 25 მლ 0,1 *n* NaOH-ის ხსნარს და დატიტვრის დროს ამატებენ 1,3 მლ. ფორმალინს.

ს ა ჭ ი რ ო რ ე ა ქ ტ ი ვ ე ბ ი :

1. სულფატმოლიბდენის ხსნარი, ლორენცის მიხედვით.
2. აზოტის მქავე გოგირდის მქავეს შემცველობით, ლორენცის მიხედვით.

- ნატრიუმის სულფატის 1%-იანი ხსნარი ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$) მკაცრად ნეიტრალური რეაქციისა. მზადდება გამოხდილ წყალზე, რომელიც ანაღლებია CO_2 -ის მოცილებამდე.
- ფორმალინის 40%-იანი ხსნარი, რომელშიც დამატებულია ფენოლფტალეინი (1 წილი ფენოლფტალეინი ფორმალინის 1500 წონით ნაწილზე). 0,1 n NaOH-ით ხსნარი მიჰყავთ სუსტ ვარდისფერ შეფერვამდე.

საერთო ფოსფორის განსაზღვრა ლეგალიანცივის მეთოდით

წონიან 0,25 მმ დიამეტრის ნასვრეტებიან საცერში გატარებულ 0,2—0,4 გრამ ნიადაგს (დამოკიდებულია ნიადაგში ჰუმუსის შემცველობაზე), ათავსებენ 10 სმ დიამეტრის მქონე ფაიფურის ჯამში, ასველებენ 10 მლ წყლით და ამუშავენ 10 მლ 1,0 n KMnO_4 -ის ხსნარით და 20 მლ HNO_3 (კუთ. წ. 1,098) წყლის აბაზანაზე გაცხელებით 1 საათის განმავლობაში. ჯამს ახურავენ საათის მინას. აბაზანაში წყლის ტემპერატურა არ უნდა იყოს 95° -ზე დაბალი. გაცხელების დამთავრების შემდეგ პერმანგანატის ჰარბ ხსნარს ტიტრავენ მჟაუნ-მჟავას 1,0 n ხსნარით, გამოლექილი MnO_2 -ის სრულ გახსნამდე. ჰარბ მჟაუნმჟავას აქრობენ შებრუნებული (უკუ) დატიტრით პერმანგანატის ხსნარით სუსტი ვარდისფერის მიღებამდე, რომელსაც აქრობენ 1 წვეთი 0,1 n მჟაუნმჟავას ხსნარის დამატებით. (როგორც ამ, ისე ზხვა მსგავს შემთხვევაში საჭიროა არ დაუშვათ მჟაუნმჟავას სიჭარბე, რადგან ის გავლენას ახდენს მოლიბდენის ლურჯის შეფერვის ინტენსივობაზე).

ამის შემდეგ ჯამის შიგთავსს წყლის აბაზანაზე აორთქლებენ ამოშრობამდე და ოთხჯერ ამუშავენ 10 მლ HNO_3 -ის ხსნარით (კუთ. წონა 1,4), ყოველთვის ჯამის შიგთავსს აორთქლებენ ამოშრობამდე. მშრალი ნაშთის HNO_3 -ის მოსაცილებლად ორჯერად ამუშავენ 5 მლ კონცენტრირებული HCl-ით, ყოველთვის აორთქლებენ ამოშრობამდე, და 2-ჯერ 40 მლ გამოხდილი წყლით. აგრეთვე ყოველთვის აორთქლებით ამოშრობამდე. ნაშთს ხსნიან 10 მლ. 10%-იან HCl-ის ხსნარში, კარგად ჩარეცხავენ ჯამის კედლებს ცხელი წყლით, მის შიგთავსს ჩაფილტრავენ 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში და ჩარეცხავენ ცხელი წყლით. კოლბის შიგთავსი მიჰყავთ წყლით ნიშან-ზანამდე.

ფოსფორს საზღვრავენ კოლორიმეტრული წესით. ამისათვის ხსნარის განსაზღვრულ რაოდენობას (20—25 მლ) გადაიტანენ მეორე 100 მლ მოცულობის კოლბში, რომელშიც აწარმოებენ რკინის და-

ლექვას უორრენ და პიუს მიხედვით: საანალიზო ხსნარის აღნიშნულ რაოდენობას მუდმივი შერევით ამატებენ 6 მლ. 10%-იან $K_4Fe(CN)_6$ ხსნარს და შემდეგ 5 მლ $MnSO_4$ -ის 10%-იან ხსნარს ჰარბი $K_4Fe(CN)_6$ -ის შესაბოჭად. რამოდენიმე წუთით დაყოვნების შემდეგ ნარევეს ტიტრავენ ამიაკის 10%-იანი ხსნარით ლურჯი ფერის გადასვლამდე მოწითალო ლილისფერში, ამ დროს ხსნარის $pH=6,8-6,9$ და რკინის და მანგანუმის კომპლექსური შენაერთები დაკავებულია ნალექში. იმასთან დაკავშირებით, რომ ამ შემთხვევაში ილექება აგრეთვე ფოსფორი, მისი გახსნისათვის საჭიროა დაემატოს 3,5 მლ 2,0 n H_2SO_4 -ის ხსნარი. კოლბის შიგთავსი მიჰყავთ ნიშანხაზამდე და ფილტრავენ მკვირვ ფილტრში.

ხსნარის განსაზღვრულ რაოდენობას გადაიტანენ საზომ კოლბში ფოსფორის კოლორიმეტრული განსაზღვრისათვის, რომელიც შეიძლება ჩატარდეს დენიყეს მეთოდის რომელიმე ერთი ვარიანტით

ნიადაგის ფტორწყალბადის მჟავით დამუშავების მეთოდის ნიადაგის შემდგომი დაქანავით ლეგალინსტავის მიხედვით

წონიან 1—2 გრ (დამოკიდებულია ფოსფორის შემცველობაზე) ნიადაგს, ათავსებენ პლატინის ჯამში, ასველებენ წყლით, შემდეგ ამატებენ დაახლოებით 10 მლ ფტორწყალბადის მჟავას და 10—15 მლ HNO_3 -ის კონცენტრირებულ ხსნარს (ყუთ. წ. 1,4). ჯამის შიგთავსს ფრთხილად აორთქლებენ ამოშრობამდე ეტერნიტულ ქურაზე (აღულებამდე არ უნდა მიიყვანონ, რადგან ამ დროს შეიძლება მოხდეს გაშხეფვა და ფოსფორის დაკარგვა), არ უნდა დაეშუშათ ამოწვა. ამოშრობის შემდეგ ჯამში კვლავ ამატებენ 10 მლ ფტორწყალბადის მჟავას და 2—3 წვეთ HNO_3 -ის ხსნარს (ყუთ. წ. 1,4) და ისევ აორთქლებენ. ოპერაციას იმეორებენ 3—4-ჯერ. (ნიადაგის დამუშავებას ფტორწყალბადის მჟავით აწარმოებენ აუცილებლად ამწოვ კარადაში).

ფტორწყალბადის მჟავით ნიადაგის დამუშავების დამთავრების შემდეგ ჯამში ამატებენ 10 მლ HNO_3 (ყუთ. წ. 1,4) და 10 მლ $KMnO_4$ 1,0 n ხსნარს, ჯამს ახურავენ საათის მინას და აცხელებენ აღუღებული წყლის აბაზანაზე 1 საათის განმავლობაში. შემდეგ ჯამის შიგთავსს ტიტრავენ 1,0 n $H_2C_2O_4$ -ის ხსნარით, რომელსაც ამატებენ მცირე რაოდენობით. ამის შემდეგ კი აწარმოებენ უკუ დატიტრას 1,0 n $KMnO_4$ -ის ხსნარით სუსტი ვარდისფერის მიღებამდე.

ჯამის შიგთავსს აორთქლებენ ამოშრობამდე (ჯერ აბაზანაზე, ხოლო შემდეგ დაჩქარებისათვის ეტერნიტულ ქურაზე), არ უნდა დაეშუშათ ამოწვა, ამომშრალ ნაშთს ხსნიან 20 მლ HNO_3 -ში (ყუთ. წ. 1, 098), ფილტრავენ 200 მლ მოცულობის ჰიქაში უნაცრო ფილტრით და ჩა-

რეცხვენ HNO_3 -ით შემკვებელი ცხელი წყლით; ჩარეცხვის შემდეგ მიღებული უნდა იქნას 100—150 მლ. ფილტრატი. აორთქლების შემდეგ ფილტრებში საზღვრავენ ფოსფორს ლორენცის მიხედვით. მოცემულ შემთხვევაში შეიძლება მიღებულ ხსნარში ფოსფორი განისაზღვროს კოლორიმეტრული მეთოდით, მაგრამ ამისათვის აუცილებელია: ა) ფოსფორის აზოტმჟავა შენაერთები გადაყვანილი იქნას მარილმჟავა შენაერთებში და ბ) ხსნარიდან მოცილებული იქნას რკინა. ორთავე ოპერაციას ატარებენ ისე, როგორც ეს მითითებულია ა. ნ. ლებედიანცევის მეთოდით ნიადაგში საერთო ფოსფორის განსაზღვრის აღწერის დროს.

ქლორის მზავას მეთოდი

აღნიშნული მეთოდი აღწერილია შერმანის (1942), ბრეი და კურტის (1945) მიერ და იყენებდნენ აშშ ნიადაგების შესწავლის დროს. საბჭოთა კავშირის სხვადასხვა ნიადაგურ ტიპებზე ამ მეთოდის გამოცდისას (შკონდე, 1954) მიღებული შედეგები ახლოს იყო ფტორწყალბადის მჟავით ნიადაგის დამუშავების მეთოდით მიღებულ შედეგებთან.

წონიან 0,25 მმ ნასვრეტებიან საცერში გატარებულ 1,0 გრამ ნიადაგს, რომელსაც ათავსებენ 100 — 150 მლ მოცულობის კელდალის კოლბში (ეცხლგამძლე მინისაგან), ამატებენ 20 მლ ქლორის მჟავას 60%-იან ხსნარს და ადუღებენ ელექტროქურაზე ფრთხილად, ორგანული ნივთიერების მუქი შეფერვის გაქრობიდან 20 წუთის განმავლობაში. გაცივების შემდეგ კოლბის შიგთავსს ანზავებენ 3—4 მგ წყლით და ისევ ადუღებენ 20 წუთს. (ქლორის მჟავას მოსაცილებლად). შემდეგ გაცივებული ხსნარი გადააქვთ საზომ კოლბში, მიჰყავთ წყლით ნიშანხაზამდე და კარგად ანჯღრევენ. რამდენიმე ხნის შემდეგ დაყოვნებული ხსნარიდან საანალიზოდ იღებენ განსაზღვრულ მოცულობას და გამოყოფენ მასში რკინას, ისე როგორც ეს აღწერილია ლებედიანცევის მეთოდით საერთო ფოსფორის განსაზღვრის აღწერისას, ხოლო რკინის დალექვის შემდეგ ფილტრატში საზღვრავენ ფოსფორს დენიფეს მეთოდის რომელიმე ერთი ვარიანტით.

ნიადაგში აზოტისა და ფოსფორის საერთო შემცველობის განსაზღვრის დაჩქარებული მეთოდი გოგირდის მჟავაში დაწვით ქლორის მჟავას მცირე რაოდენობის დამატებით.

(კ. ე. გინზბურგის, ვ. მ. შჩეგლოვას და ე. ა. ვულფიუსის მეთოდი, 1963)

ხსნარის მომზადება. 1—4 გრამ ნიადაგს ათავსებენ ეცხლგამძლე მინისაგან დამზადებულ 100 მლ. მოცულობის ბრტყელძირიან

კოლბში (ან კელდალის კოლბში), ასველებენ 1—3 მლ გამოხდილი წყლით, ამატებენ 10—20 მლ კონცენტრირებულ H_2SO_4 და აყოვნებენ 30—60 წუთის განმავლობაში (ან ტოვებენ მთელი ღამის განმავლობაში) ისე, რომ ნიადაგის მთელი წონაკი დასველებული იყოს მკაფით და კარგად გაიჟღეროს. შემდეგ, ნარევს ამატებენ 1 წვეთ 50—72%-იან $HClO_4$ ან 0,025 გ/ამ კალიუმის ქლორატს. თუკი ნიადაგი მდიდარია ორგანული ნივთიერებით და გოგირდის მკაფიას დამატების შემდეგ ხსნარი შეიფერება მუქ-ყავისფრად, მაშინ ნარევს შეიძლება დაემატოს მაშინვე 2—3 წვეთი $HClO_4$ ან 0,05 გ $KClO_4$ კოლბს ახურავენ პატარა მინის ძაბრს და მიჰყავთ ადუღებამდე ეტერნიტის ან აზბესტით დახურულ ჩვეულებრივ ელექტროქურაზე. თუკი 5—7 წუთი დუღილის განმავლობაში ნარევი გაუფერულდება, მაშინ საჭიროა გაცხელება გაეაგრძელოთ კიდევ 15—20 წუთს, რის შემდეგ დაწვას შეწყვეტენ და კოლბს ჩამოიღებენ ქურიდან. თუკი ნარევის დუღილის შემდეგ 5—7 წუთის განმავლობაში ხსნარი არ გაუფერულდება, მაშინ საჭიროა დაემატოს კიდევ 1 წვეთი $HClO_4$ ან 0,025 გ $KClO_4$ და ხელახლა დგამენ კოლბს ქურაზე.

კოლბის გაცხელების ამ პროცედურას $HClO_4$ -ის (წვეთებით) ან $KClO_4$ (0,025 გ) დამატებით იმეორებენ ნარევის სრულ გაუფერულებამდე.

საანალიზო ნიადაგის ქიმიური შედგენილობისგან დამოკიდებულებით მისი სრული დაშლის შემდეგ ნარევის ფერი შეიძლება იყოს მონაცრისფრო ან მოყვითალო. ერთი ნიმუშის დაწვა გრძელდება 20—40 წუთი. დაწვის შემდეგ ნარევს ანზავენ 20—30 მლ გამოხდილი წყლით, გადაიტანენ 200—250 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, ამ დროს კარგად ჩარეცხავენ ძაბრს, კოლბის ყელს და კედლებს. ხსნარს აცივებენ წყლით ნიშანხაზამდე და კარგად შეურევენ. დაყოვნების შემდეგ ხსნარში შეიძლება განისაზღვროს აზოტი* და ფოსფორი.

თუკი ნიადაგში ისაზღვრება მარტო ფოსფორის საერთო შემცველობა, მაშინ ნიადაგის დაწვა შეიძლება ჩატარდეს ქლორისმკაფიასა და კალიუმის ქლორატის დამატებასთან დაკავშირებული ზემოაღნიშნულ-

* მიღებული ხსნარის 50—100 მლ-ში საზღვრავენ აზოტს კელდალის (მაკრო ან მიკრო) მიხედვით. აღნიშნულ ხსნარზე 15—25 მლ 40%-იანი $NaOH$ -ის დამატების შემდეგ გამოყოფილი ამიაკი შთაინთქმება 15 მლ 4%-იანი ბორის მკაფით. ბორის მკაფით შემოკილ ამიაკს ტიტრავენ 0,02 N H_2SO_4 -ით (ან HCl) 4 წვეთი ინდიკატორ გროაკან თანაარსებობით (მეთილროტის მძლარი სპირტული ხსნარის 100 მლ-ს ამატებენ 4 მლ მეთილენის ლურჯის 1%-იან წყალხსნარს — გინზბურგ და შიგელბერგ, 1960) ხსნარის მწვანე ფერის შეცვლით ჯერ ნაცრისფერ, ხოლო შემდეგ სუსტი ვარდისფერის მიღებამდე (pH—4,5).

ლი სიფრთხილის დაცვის გარეშე. ამ დროს ნიადაგის დაწვა წარმოებს შემდეგნაირად: 0,5 გრამ ნიადაგს ათავსებენ 100 მლ მოცულობის ცეცხლგამძლე მინის ბრტყელძირიან კოლბში (ან კელდალის კოლბში), ამატებენ რამდენიმე წვეთ წყალს, რათა დასველდეს ნიადაგის აღებული წონაკი, ამატებენ 8 მლ კონცენტრირებულ H_2SO_4 და 0,5 მლ $HClO_4$ (50—72%) ან 0,1—0,2 გრამ კალიუმ ქლორატს, ახურავენ კოლბს პატარა ძაბრს და ტოვებენ 30—60 წუთის განმავლობაში (ან მთელი ღამით), რათა კარგად გაიფლინოს ნიადაგის წონაკი. ამის შემდეგ ნარევეს აცხელებენ (აღულებენ) ხსნარის სრულ გაუფერულებამდე, გადააქვთ საზომ კოლბში (100—200—250 მლ), მიჰყავთ ნიშანსაზამდე, შეუტრევენ და ტოვებენ ნიადაგის ნაშთის სრულდალექვამდე ან ფილტრავენ.

პირველი ან მეორე ვარიანტით ნიადაგის დაწვის შემდეგ მიღებული გამჟვირვალე ხსნარის 10—20 მლ გადაიტანენ 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში და რკინას დალექავენ უორენისა და პიუს მეთოდით, როგორც ეს აღწერილია ლებედიანცევის მეთოდით საერთო ფოსფორის განსაზღვრის დროს. რკინის დალექვის შემდეგ იღებენ 5—20 მლ გამჟვირვალე ფილტრატს და გადაიტანენ 50—100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში ფოსფორის კოლორიმეტრული განსაზღვრისათვის დენიყეს მეთოდის რომელიმე ვარიანტით, ან ლაბორატორიაში მიღებული რომელიმე ნებისმიერი მეთოდით.

მინერალური და ორგანული ფოსფატების საერთო შემცველობის განსაზღვრა ნიადაგში მებას მეთოდის გინჯაურების მოდიფიკაციით. 1969 წ.

მეთოდის პრინციპი. ადგილი აქვს ნიადაგის წონაკის თანმიმდევრულ ექსტრაქციას კონცენტრირებული HCl და $0,5 n NaOH$ -ით ჯერ ოთახის ტემპერატურის პირობებში, ხოლო შემდეგ გაცხელებით, რაც ხელს უწყობს საერთო ფოსფორის გამოყოფას ნიადაგიდან 100%-ით.

ანალიზის მსვლელობა. წონიან 0,1 მმ დიამეტრის ნასვრეტებიან საცერში გატარებულ ნიადაგს 0,5 გრამის რაოდენობით და ათავსებენ 50 მლ მოცულობის ცენტრიფუგის სინჯარაში (მინის), ამატებენ 20 მლ კონცენტრირებულ HCl , შეუტრევენ კარგად და აყოვნებენ ოთახის ტემპერატურის პირობებში 20 წუთის განმავლობაში. შემდეგ კვლავ შეანჯღრევენ და ჩადგამენ წინასწარ $70^{\circ}C$ ტემპერატურამდე გაცხელებულ წყლის აბაზანაში 30 წუთის განმავლობაში. ამის შემდეგ სინჯარებს ამოიღებენ აბაზანიდან, აცივებენ, ამატებენ 25 მლ გამოხდილ წყალს, ჭუსპენზიას შეუტრევენ კარგად და უკეთებენ ცენ-

ტრიფუვირებს 5 — 10 წუთს 3 ათასი ბრ/წუთში სიჩქარით. გამჭვირვალე ხსნარს გადაიტანენ 200—250 მლ მოცულობის საზომ კოლბში.

ცენტრიფუგის სინჯარაში დარჩენილ ნიადაგს ამატებენ 30 მლ 0,5 n NaOH-ის ხსნარს, პერიოდულად ანჭლრევენ მთელი დღის განმავლობაში, ზოლო შემდეგ ტოვებენ ოთახის ტემპერატურაზე მთელი ღამის განმავლობაში (16—18 საათს). მეორე დღეს სუსპენზიას აცენტრიფუვირებენ 10—20 წუთს, გამჭვირვალე ხსნარს გადაიტანენ იმავე საზომ კოლბში, რომელშიც მოთავსებული იყო მარილმჟავა ხსნარი. ნიადაგის ნაშთს კვლავ ასხამენ 30 მლ 0,5 n NaOH და აცხელებენ ნარევს 4—5 საათის განმავლობაში წყლის აბაზანაზე 90° ტემპერატურაზე. აბაზანაზე მოთავსებისას სინჯარებს ახურავენ საათის მინას, ან მინის სახურავს ისე, რომ ორთქლის გამოსაყოფად დარჩენილი იყოს მცირე ნასვრეტი. წყლის აბაზანაზე გაცხელების შემდეგ ნარევს აცივებენ, სახურავს ჩარეცხავენ 0,5 n NaOH-ის ხსნარის მცირე ულუფებით და კვლავ აცენტრიფუვირებენ. გამჭვირვალე ხსნარს ამატებენ ისევ იმავე საზომ კოლბში, რომელშიც მოთავსებული იყო წინა გამონაწურები.

ტუტე გამონაწურის მომზადების პროცესში მექანიკურად შეკავებული ფოსფორის მოსაცილებლად ნიადაგის ნაშთს ცენტრიფუგის სინჯარაში რეცხავენ 25 მლ NaCl-ის მძლარი ხსნარით, ნარევს შეურევენ, ტოვებენ 10—15 წუთს და აცენტრიფუვირებენ. გამჭვირვალე ცენტრიფუგატს ამატებენ საერთო ხსნარს. ამის შემდეგ ნარევს მიიყვანენ გამოხდილი წყლით ნიშანხაზამდე და კარგად შეურევენ.

მიღებული ხსნარის ალიქვოტურ ნაწილს, შესაბამისი დამუშავების შემდეგ, იყენებენ ხსნარში ფოსფორის საერთო (ჯამური) შემცველობის განსაზღვრისათვის (P_{Σ}), ექსტრაქტის ცალკეულ ულუფაში საზღვრავენ მინერალურ ფოსფორს ($P_{\text{მ}}$), სხვაობით კი გებულობენ ნიადაგის ორგანულ ფოსფორს ($P_{\text{ო}}$).

ფოსფორის საერთო შავსველობის განსაზღვრა ხსნარში

$$(P_{\Sigma} = P_{\text{მ}} + P_{\text{ო}})$$

გარკვეულ მოცულობამდე (200—250 მლ) მიყვანილ საკვლევ ხსნარს, რომელიც შეიცავს კოაგულირებულ ორგანულ შენაერთებს, კარგად შეურევენ და პიპეტით მაშინვე იღებენ 10 მლ სუსპენზიას, რომელსაც გადაიტანენ 50 მლ მოცულობის ბრტყელძირიან კოლბში. კოლბს ათავსებენ ეტერნიტის ან აზბესტით დახურულ ელექტროქურაზე და ხსნარს აორთქლებენ ამოშრობამდე, მაგრამ არ უნდა დავუშვათ მისი ამოწვა. რის შემდეგ ფოსფორის ორგანული შენაერთების დაჯანგვისათვის იმავე კოლბში ამატებენ 3—4 მლ HClO_4 (30—

72%) და ნარევის აცხელებენ ელექტროქურაზე ხსნარის სრულ გაუფერულებამდე. ასეთნაირად დაეანგული ხსნარი გამოხდილი წყლის მცირე ულუფებით გადააქვთ 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში იმ ანგარიშით, რომ კოლბში ხსნარის საერთო მოცულობა 40 მლ-ზე მეტი არ იყოს. რკინის ქანგის იონის დალექვისათვის ამ ხსნარს მცირე ულუფებით მუდმივი შერევით ამატებენ საწყისში 3 მლ $K_4[Fe(CN)_6]$ -ის 10%-იან ხსნარს, ხოლო შემდეგ (დამლექავის ქარბი რაოდენობის შესაბამისად) 2,5 მლ $MnSO_4$ -ის 10%-იან ხსნარს.

გამოყოფილ ნალექს ანეიტრალევენ საწყისში NH_4OH -ის 25%-იანი ხსნარით, ხოლო შემდეგ 10%-იან NH_4OH -ით ნარევის ცისფერის გადასვლამდე იასამნისფერ-ლილისფერში. რკინის ქანგთან ერთად დალექილ ფოსფორს ხსნიან 3,5 მლ 2 n H_2SO_4 -ში, ნარევის შეურევენ და ხსნარი კვლავ ღებულობს ცისფერს. ამის შემდეგ ხსნარის საერთო მოცულობა გამოხდილი წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე. ნარევის კარგად შეანჯღრევენ და ფილტრავენ მკვრივ ორმაგ ფილტრში. რკინის ქანგის იონის დალექვის შემდეგ 10—25 მლ გამჟვრვალე ხსნარი გადააქვთ 50 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, ამატებენ 35 მლ-მდე წყალს და ანეიტრალევენ 10%-იანი NH_4OH -ით β დინოტროფენოლის გამოყენებით ყვითელი ფერის წარმოქმნამდე, რომელსაც შემდეგ აქრობენ ერთი-ორი წვეთი 10%-იანი HCl -ის დამატებით. განეიტრალეულ ხსნარში აწარმოებენ ფოსფორის კოლორიმეტრულ განსაზღვრას, ღენიეეს მეთოდის რომელიმე ერთი ვარიანტით.

მიღებული შედეგები წარმოადგენენ ნიადაგის საკვლევ ნიმუშებში ფოსფატების ჯამს, ე. ი. $P_{\Sigma} = P_a + P_{\dots}$

მიწარალური ფოსფორის განსაზღვრა ნიადაგში

250 მლ საზომ კოლბში დარჩენილ საკვლევ ხსნარს ზელახლა კარგად შეურევენ და მაშინვე იღებენ 40—60 მლ-ს, რომელსაც გადაიტანენ 100 მლ მოცულობის ბრტყელძირიან კოლბში. ხსნარის გაუფერულებასათვის იქვე ამატებენ გასუფთავებულ გააქტივებულ ნახშირს* (0,15—0,3 გ). ნარევის შეანჯღრევენ, დააყოფენ 15—20 წუთს, შემდეგ ფილტრავენ მკვრივ ფილტრში (თეთრ ან ლურჯ სახვევიან). 20—25 მლ გამჟვრვალე უფერულ ხსნარს გადაიტანენ 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, ამატებენ 30 მლ-მდე გამოხდილ წყალს და აწარმოებენ რკინის ქანგის დალექვას ზუსტად ისე, როგორც ეს ზემოთ არის აღწერილი P_{Σ} -ის (ფოსფორის ჯამის) განსაზღვრის დროს.

* ნახშირის გასუფთავება აღწერილია 350-ე გვერდზე.

რკინის უანგის იონის დალექვის შემდეგ 10—40 მლ გამჟღავნებულ ხსნარს ათავსებენ 50 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, ანეიტრალებენ ხსნარს β დინიტროფენოლით ისე, როგორც მითითებულია ზემოთ და აწარმოებენ ფოსფორის კოლორიმეტრულ განსაზღვრას.

ორგანული ფოსფორის შემცველობას ანგარიშობენ საერთო და მენერალური ფოსფორის შემცველობას შორის სხვაობით: $P_{\Sigma} = P_x - P_{\beta}$ (იხ. სქემა 1).

ფოსფორის მოძრავი შენაერთების განსაზღვრა ნიადაგში

„ფოსფორის მოძრავი შენაერთების“ სახელწოდების ქვეშ იგულისხმება არა მარტო ნიადაგის ის ფოსფატები, რომელნიც უშუალოდ შესათვისებელია მცენარის მიერ, არამედ აგრეთვე მათი ის ფორმებიც, რომელნიც შედარებით მოკლე დროში გადავლენ ნიადაგის მყარი ფაზიდან ხსნარში. ნიადაგის ხსნარში ფოსფატების შემცველობა დიდი არ არის. ის განსაზღვრულია ნიადაგის მყარ და თხევად ფაზას შორის ურთიერთმოქმედი პროცესებით, მცენარის ფესვებით და მიკროორგანიზმებით.

ქვემოთ მოყვანილია ნიადაგში ფოსფორის მოძრავი შენაერთების განსაზღვრის სხვადასხვა წესები. მრავალი მათგანი უკვე ფართოდ და წარმატებით გამოიყენება სოფლის მეურნეობის პრაქტიკული საკითხების გადასაჭრელად.

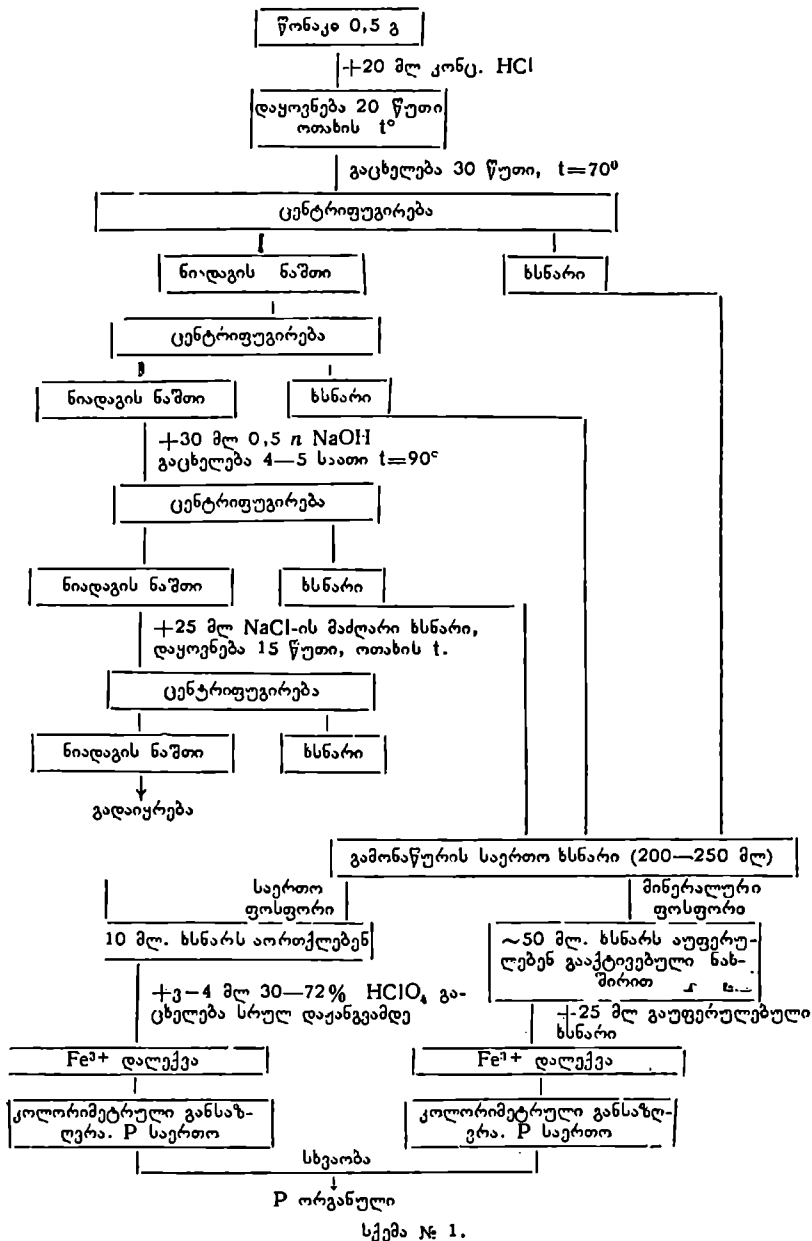
ნიადაგში მოძრავი ფოსფორის განსაზღვრა შედგება ორი ძირითადი ოპერაციისაგან:

- 1) მოძრავი ფოსფორის გამოდევნა — გამონაწურის მომზადება;
- 2) ამ ხსნარში ფოსფორის განსაზღვრა.

მოძრავი ფოსფორის განსაზღვრის ცნობილი მეთოდები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან ძირითადად გამონაწურის მომზადების წესით (საწყისი ხსნარის შედგენილობა, მისი კონცენტრაცია, ნიადაგის რაოდენობისა და ხსნარის მოცულობის შეფარდება, ურთიერთმოქმედების დრო).

ხსნარში გადმოსული მოძრავი P_2O_5 -ის რაოდენობა ყველა შემთხვევაში დიდად არის დამოკიდებული ტემპერატურაზე. გამონაწური მომზადებული უნდა იქნას $24^{\circ} \pm 2^{\circ}C$ ტემპერატურის პირობებში.

მიღებულ გამონაწურებში ფოსფორის განსაზღვრა წარმოებს კოლორიმეტრული წესით. ნიადაგის გამონაწურში ფოსფორის მკვეთრ განსაზღვრის კოლორიმეტრული მეთოდებიდან აღსანიშნავია დენიეის მეთოდის სხვადასხვა მოდიფიკაციები, რომელთა საფუძველია კომპლექსური შენაერთის — მოლიბდენის ლურჯის წარმოქმნა. აღნიშნუ-



ლი კომპლექსური შენაერთი ხსნარს აძლევს ლურჯ ფერს, რომლის ინტენსივობის მიხედვით მსჯელობენ ხსნარში ფოსფორის შემცველობაზე. მეთოდის საფუძველს წარმოადგენს მეფე არეში კომპლექსური შენაერთის — ფოსფორ-მოლიბდენის კეტეროპოლიმეფავას $H_3[P(Mo_3O_{10})_4]$ წარმოქმნა, რომელიც მიიღება ფოსფორის შემცველ ხსნარზე მოლიბდენმეფავა ამონიუმის დამატებით. შემდეგ, აღმდგენლის დამატებით ხსნარში, მოლიბდენი, რომელიც შედის ფოსფორ-მოლიბდენის მეფავას შედგენილობაში, ნაწილობრივ აღდგება ხუთვალენტოვანად ლურჯი ფერის კომპლექსური შენაერთის — მოლიბდენის ლურჯის წარმოქმნით.

შეფერვის ინტენსივობა დამოკიდებულია არა მარტო ფოსფორის რაოდენობაზე, არამედ აგრეთვე რიგ თანამგზავრ ფაქტორებზე, როგორცაა: ხსნარის მეფეიანობა, მოლიბდენმეფავა ამონიუმის კონცენტრაცია და სხვა. ამასთან დაკავშირებით აუცილებელია მკაცრად დავიცვათ ანალიზის ჩატარების პირობები.

არსებობს დენიეეს მეთოდის მრავალი ვარიანტი. ამა თუ იმ ვარიანტის არჩევა მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული იმაზე, თუ რამდენად გამოსადეგია ის მოცემული პირობებისათვის. მაგალითად, ფოსფორის განსაზღვრისას 0,2 ნორმალის HCl -ის გამონაწურში კირსანოვის მიხედვით, მცირე საწარმოო ლაბორატორიებში მოხერხებულია დენიეეს იმ მოდიფიკაციის გამოყენება, რომელიც მოცემულია კირსანოვის მიერ კალას წყირის გამოყენებით, მაგრამ ამ შემთხვევაში საჭიროა სანიმუშო შკალა შეიცვალოს ხელოვნურით — მუდმივი სტანდარტული შკალით. მასიური ანალიზის დროს ელექტროკოლორიმეტრის გამოყენებისას სარგებლობენ დენიეეს მეთოდის სხვა მოდიფიკაციით.

ჩვენში ძალზე გავრცელებულია დენიეეს მეთოდის ის ვარიანტები, რომელშიც აღმდგენლის სახით გამოიყენება ქლორიანი კალა. ასეთია — ტრუოგ-მეიერის, ლევიცის, შალიუგინა და ზრენოვას ვარიანტი. ნიადაგის გამონაწურში ფოსფორის კოლორიმეტრული განსაზღვრისათვის ამ მეთოდების გამოყენება შემოწმებულია მრავალწლიანი პრაქტიკით და ამჟამად რეკომენდებულია ფოსფორის განსაზღვრისათვის ნიადაგის მასიური ანალიზების შემთხვევაში ზონალურ აგროქიმიურ ლაბორატორიებში.

მთელ რიგ შემთხვევაში, მნიშვნელოვანი უპირატესობა აქვს ფოსფორის განსაზღვრის იმ მეთოდებს, რომელნიც უზრუნველყოფენ მოლიბდენის ლურჯის შეფერვის მდგრადობას საკმაოდ დიდი ხნის განმავლობაში. ასეთი მეთოდების გამოყენება განსაკუთრებით მოსახერხებელია მასიური ნაკადური ანალიზების ჩატარებისას. ჩვენ ქვემოთ აღწერილი გვაქვს სამი მათგანი.

კოლორიმეტრული მეთოდით ფოსფორის განსაზღვრისას, გაზომვის საფუძველს წარმოადგენს საკვლევი ხსნარების შეფერვის შედარება იმ ხსნარების შეფერვასთან, რომელშიც წინასწარ ცნობილია ფოსფორის რაოდენობა. ამ უკანასკნელს უწოდებენ სანიმუშო ან სტანდარტულ ხსნარებს.

ჩვეულებრივად, სტანდარტული ხსნარების დამზადებისას პირველად ამზადებენ ფოსფატების შედარებით კონცენტრირებულ ხსნარებს, მათგან განზავების გზით ლეზულობენ უფრო სუსტ სამუშაო ხსნარებს (ერთს ან რამდენიმეს) და ამ უკანასკნელის რამდენჯერმე განზავებით კი ამზადებენ სანიმუშო ხსნარების სერიას (სანიმუშო სკალას), რომელთაც იყენებენ საკვლევ ხსნარებთან შესადარებლად. სანიმუშო სკალა აუცილებელია დამზადდეს საკმაოდ დანაწილებულად იმ ანგარიშით, რომ მასში მთლიანად მოთავსდეს საკვლევ ხსნარებში არსებული ფოსფორის კონცენტრაციის ყველა დიაპაზონი.

ამ მიზნით, რამდენიმე საზომ კოლბში (50 ან 100 მლ მოცულობის), შეაქვთ KH_2PO_4 -ის სანიმუშო ხსნარის სხვადასხვა რაოდენობა, რომელაც შეიცავს P_2O_5 -ს 0,005-დან 0,06 მგ-მდე 50 მლ მოცულობაზე ანგარიშით. კოლბის შიგთავსს შეაფერადებენ ლაბორატორიაში გამოყენებული მეთოდის მიხედვით და გაატარებენ ფოტოელექტროკოლორიმეტრზე.

ნიდავგის გამონაწერში ფოსფორის კოლორიმეტრული განსაზღვრისას, ხსნარის შეფერვის ინტენსივობის გასაზომად ფართოდ არის გამოყენებული ფოტოკოლორიმეტრები, რომელნიც საშუალებას იძლევიან გაზომვა ჩატარდეს დიდი სიზუსტით და მაღალი წარმადობით.

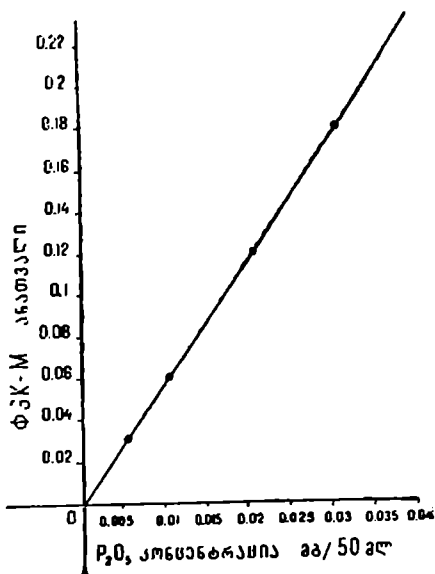
გასაკოლორიმეტრირებელი ხსნარების ლურჯი შეფერვის სინათლის შთანთქმის მაქსიმუმი სპექტრის ხილულ ნაწილში შეესაბამება 725 მმკ (მილიმიკრონი) ტალღის სიგრძეს. ამასთან დაკავშირებით, ხსნარების გატარებისას ფოტოელექტროკოლორიმეტრზე, რომელშიც სინათლის მონოქრომატიზაცია წარმოებს შუქფილტრების დახმარებით, ისინი აუცილებელია შერჩეული იქნას იმ ანგარიშით, რომ სპექტრის ამ არეში მათ ჰქონდეთ ყველაზე მეტი გატარება. ასე მაგალითად, $\Phi\text{EK-M}$ -ით მუშაობისას, რომელსაც მხოლოდ ოთხი ფართო ზოლიანი შუქფილტრი აქვს, ხსნარები საჭიროა გავაკოლორიმეტროთ წითელი შუქფილტრის გამოყენებით (სხივების მაქსიმალური გატარების არე 650—750 მმკ). იმ შემთხვევაში, როცა შეფერილ ხსნარებს ატარებენ $\Phi\text{EK-H-57}$ -ის დახმარებით, ვიწროზოლიანი შუქფილტრების კომპლექტიდან, რომელიც აპარატს თან ახლავს, უფრო მიზანშეწონილია ფილტრი № 8-ის გამოყენება (სხივების მაქსიმალური გატარების არე 656 ± 10 მმკ). ფოტოკოლორიმეტრი „სპეკოლით“ მუშაობისას, რომელშიც სინათლის ნაკადის მონოქრომატიზაციას აღ-

წევნ დიფრაქციული რეზოტკის დახმარებით, აპარატს აყენებენ უშუალოდ 725 მმკ სიგრძის ტალღაზე.

ფოტოკოლორიმეტრით მუშაობისას სანიმუშო ხსნარებს ჩვეულებრივ ამზადებენ და გახედავენ კოლორიმეტრში საკვლევი ხსნარების გატარებამდე (ხშირად, მის შემდეგაც ერთხელ).

ფოტოკოლორიმეტრით მუშაობისას სანიმუშო ხსნარების ინტენსივობის გაზომვისას მიღებული მონაცემების საფუძველზე აგებენ საყალიბო მრუდს (გრაფიკს)— აბსცისთა ღერძზე გადათვლიან ფოსფორის კონცენტრაციას, ორდინატთა ღერძზე — აპარატზე მიღებულ ანათვალს. მათი საშუალებით გადაკეთის წერტილებში, გრაფიკზე გაივლება მრუდი ან სწორი ხაზი (სურ. 9). (დამოკიდებულაა ფოტოკოლორიმეტრზე).

კოლორიმეტრში საკვლევი ხსნარების გატარებისას მიღებული ანათვალისა და მრუდის საშუალებით პოულობენ ხსნარის მოცემულ მოცულობაში ფოსფორის შესაბამის კონცენტრაციას. ამის შემდეგ კი ანგარიშობენ მოძრავი P_2O_5 -ის რაოდენობას მგ-ობით 100 გ ნიადაგზე შემდეგი ფორმულით:



სურ. 9. ფოსფორის დაყალიბებული მრუდი.

$$X = \frac{a \cdot p \cdot 100}{r}$$

სადაც: x არის P_2O_5 -ის რაოდენობა მგ-ობით 100 გ ნიადაგზე;

a — მრუდზე მიღებული ანათვალი. (ე. ი. ხსნარის მოცემულ მოცულობაში P_2O_5 -ის კონცენტრაცია — მგ/50 მლ-ზე, თუ 50 მლ მოცულობის საზომ კოლბებს ვიყენებთ, ან მგ 100 მლ-ზე, როცა 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბებს ვიყენებთ);

p — ხსნარის განზალების რიცხვი;

r — ალებული ნიადაგის წონაკი;

100 — 100 გრამ ნიადაგზე გადასაანგარიშებელი რიცხვი.

გამოანგარიშების მაგალითი. დაეუშვათ საანალიზოდ ალებული გვაქვს 0,8 გრამი ნიადაგი, რომელიც დაეამუშავეთ 40 მლ ხსნარით. ფილტრაციდან საანალიზოდ ამოვიღეთ 5 მლ. ამ შემთხვევაში განზალების რიცხვი $= \frac{40}{5} = 8$.

მრულზე ანათვალი $a = 0,0185$. მაშასადამე P_2O_5 მგ/100 გ ნიადაგზე $= \frac{0,0185 \cdot 8 \cdot 100}{0,8} = 18,5$.

ვიზუალური კოლორიმეტრის — დიუბოსკოს გამოყენებისას სანიმუშო და საკვლევი ხსნარების შეფერვის ინტენსივობის შედარებისას P_2O_5 -ის გაანგარიშება წარმოებს შემდეგი ფორმულის მიხედვით:

$$X \text{ მგ } P_2O_5 \text{ 100 გ ნიადაგში} = \frac{a \cdot b \cdot H \cdot 100}{c \cdot h}$$

სადაც a არის P_2O_5 -ის რაოდენობა 1 მლ სანიმუშო ხსნარში მგ-ობით;

b — სანიმუშო კოლორიმეტრული ხსნარის რაოდენობა მლ-ობით;

H — სანიმუშო კოლორიმეტრული ხსნარის სვეტის სიმაღლე კოლორიმეტრში — ვამრავლებთ 100-ზე იმისათვის, რომ P_2O_5 -ის რაოდენობა გადავიანგარიშოთ 100 გ ნიადაგზე;

h — გამოსაკვლევი ხსნარის სვეტის სიმაღლე კოლორიმეტრში;

c — საანალიზოდ ალებული ფილტრატის შესაბამისი ნიადაგის რაოდენობა გრამობით.

ფოსფორის განსაზღვრა ნიადაგის გამოანაწურში

ღმინთას მეთოდის ტრუო-ჰენიერის ვარიანტი

100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში ათავსებენ საკვლევი ხსნარის განსაზღვრულ რაოდენობას, ანეიტრალებენ* β -დინიტროფენოლის მიხედვით ამიაკის (ან სოდის) 10%-იანი ხსნარით ყვითელი ფერის მიღებამდე, რომელსაც აქრობენ H_2SO_4 ან HCl -ის 10% ხსნარის 1 წვეთის დამატებით. შემდეგ გამოხდილი წყლით ხსნარი მიჰყავთ 90 მლ-მდე, ამატებენ 4 მლ მოლიბდენმჟავა ამონიუმს (რეაქტივი 1), გამოხდილი წყლით მიიყვანენ ნიშანხაზამდე, შეურევენ, ამატებენ ქლორიანი კალას ხსნარის 6 წვეთს და კვლავ შეურევენ კარგად. 5—10 წუთის შემდეგ (არა უგვიანეს 15 წუთისა) შეფერილ ხსნარს

* ატორის მიერ მეთოდის აღწერისას განეიტრალება არ იყო გამოყენებული.

ატარებენ კოლორიმეტრში ისე, რომ ყველა კოლბა გატარებული იქნას კალას დამატებიდან ზუსტად ერთსა და იმავე დროში. მუშაობის პროცესში შეიძლება გამოყენებული იქნას სხვა საზომი კოლბები: მაგალითად, 50 მლ მოცულობის. ამ შემთხვევაში დასამატებელი რეაქტივების რაოდენობა ნახევრდება.

ს ა ჭ ი რ ო რ ე ა ჭ ტ ი ე ე ბ ი: 1. 25 გრამ მოლიბდენმჟეა ამონიუმს ხსნიან წინასწარ 60° -მდე გაცხელებულ 200 მლ წყალში და ფილტრავენ. 280 მლ კონცენტრირებულ H_2SO_4 (კუთ. წ. 1,84) გამოხდილი წყლით აზავენ 800 მლ-მდე. ორთავე ხსნარის გაცივების შემდეგ, გოგირდის მჟეაში, მუდმივი შერევით, ფრთხილად გადაიტანენ მოლიბდენმჟეა ამონიუმის ხსნარს. გაცივების შემდეგ ხსნარის საერთო მოცულობა მიჰყავთ 1 ლიტრამდე. ხსნარს ინახავენ ფერადი მინის ჭურჭელში. რეაქტივი შეიძლება შევინახოთ 1 წლის განმავლობაში.

2. 25 გრამ $SnCl_2 \cdot 2 H_2O$ წყლის აბაზანაზე ხსნიან 1 ლ 10%-იან HCl-ის ხსნარში. ინახავენ სიფონიან ან ტუბუსიან ჭურჭელში, რომელსაც გაკეთებული აქვს მინის ონკანი ხსნარის წვეთობით ჩამოშვებისათვის. ჰაერის ზემოქმედებისაგან დასაცავად ხსნარის ზედაპირზე ამატებენ 5 მილიმეტრი სისქის მანქანის თეთრ ზეთს.

შეიძლება 0,25 გ $SnCl_2 \cdot 2 H_2O$ გავხსნათ 10 მლ 10%-იან HCl-ში და ყოველი განსაზღვრის დროს დამზადდეს ახალი ხსნარი.

3. ფოსფორის სანიმუშო ხსნარი. ანალიზურ სასწორზე წონიან 0,1917 გრამ ქიმიურად სუფთა, გადაკრისტალებულ, ერთბანაეკლებულ კალიუმის ფოსფატს — KH_2PO_4 , გახსნიან ცოტაოდენ გამოხდილ წყალში და მიიყვანენ 1 ლიტრ მოცულობამდე. ღებულობენ ფოსფატის ძირითად სტანდარტულ ხსნარს, რომლის 1 მლ შეიცავს 0,1 მგ P_2O_5 -ს. ამ ძირითადი სანიმუშო ხსნარიდან ამზადებენ ფოსფატის სამუშაო ხსნარს, რისთვისაც 100 მლ ძირითად ხსნარს აზავენ 1 ლიტრ გამოხდილ წყალში. მიღებული სამუშაო სანიმუშო ხსნარი შეიცავს 0,01 მგ P_2O_5 1 მლ-ში. ფოსფატის სამუშაო სანიმუშო ხსნარი შეიძლება დამზადდეს აგრეთვე სხვა კონცენტრაციით. მაგალითად, ძირითადი ხსნარის 20 მლ გამოხდილი წყლით აზავენ 1 ლიტრ მოცულობამდე. მიღებული სამუშაო ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,002 მგ P_2O_5 .

ღენიჟან მეთოდის ცინცაჟის პარიანტი

50 მლ საზომ კოლბში ათავსებენ საკვლევი ხსნარის განსაზღვრულ რაოდენობას 0,003-დან 0,06 მგ-მდე P_2O_5 -ის შემცველობით და ანეიტრალებენ 2—3 წვეთი β დინიტროფენოლის თანაარსებობით, ისე

როგორც ეს მითითებულია 292 გვერდზე. ამატებენ 2 მლ რეაქტივ MoO_3 , მიჰყავთ წყლით 50 მლ-მდე და ანჯღრევენ. შემდეგ ამატებენ 0,5 მლ ქლორიან კალას და 5 წუთის შემდეგ აწარმოებენ კოლორი-მეტრირებას.

საკვირო რეაქტივები: 1. MoO_3 -ის რეაქტივი. ფაიფურის ჯამზე ან კელდალის კოლბში ათავსებენ 75 მლ გოგირდის მჟავას (კუთ. წ. 1,785), ამატებენ 3,762 გ MoO_3 (ან 4,232 გ H_2MoO_4), აღუ-ლებენ (სუსტად) მუდმივი მორევით, MoO_3 -ის სრულ გახსნამდე და ანჯღრევით გადააქვთ კოლბში, რომელშიც წინასწარ მოთავსებულია 300 მლ წყალი. აცივებენ და წყლით მიიყვანენ 500 მლ-მდე. რეაქ-ტივს ინახავენ ბნელ ადგილას.

2. ქლორიანი კალას ხსნარი. 0,051 გ $\text{SnCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ ამატებენ 10 მლ წყალს და ძლიერ ანჯღრევენ. ხსნარი რამდენადმე მღვრია. უნდა დამზადდეს უშუალოდ გამოყენების წინ.

3. სანიმუშო ხსნარი მზადდება ისე, როგორც ტრუოგის ვარიან-ტის შემთხვევაში.

4. β — დინიტროფენოლის ნაჯერი ხსნარი.

შენიშვნა: თუ არ აქვთ MoO_3 , ის შეიძლება მომზადდეს მოლიბდენმაჟია ამონიუმის გამოწვით მუფელში 2—3 საათის განმავლობაში 400° ტემპერატურის პირობებში. წყლისა და ამიაკის მოცილების შემდეგ MoO_3 აქვს ნაზი ყვითელი ფე-რის ფხენილის სახე.

ასკორბინის მჟავას ვარიანტი სტიბიუმის თანაარსებობისას

ამ მოდიფიკაციით ფოსფორ-მოლიბდენის კომპლექსის აღმდგენე-ლის სახით გამოყენებულია ასკორბინის მჟავა სტიბიუმის თანაარსე-ბობისას, რომელიც აჩქარებს შეფერვის განვითარებას. წარმოქმნილი ლურჯი ფერი მდგრადია 24 საათის განმავლობაში. მეთოდი გამოყე-ნებული იყო ვატანაბეს და ოლსენის მიერ (აშშ) ნიადაგში P_2O_5 -ის განსაზღვრისათვის წყლისა და NaHCO_3 -ის გამოწურვაში. ვ. ბ. ზამი-ატინა და ვ. ი. პორშნევა (ВИА) დიდი რაოდენობით ნიმუშების მა-გალითზე აღარებდნენ ამ მეთოდს ლევიცკის ცნობილ მეთოდთან ნი-ადაგის შემდეგი გამოწურების შემთხვევაში: 0,2 n HCl -ის, 0,03 ნორმალობის K_2SO_4 , 0,02 ნორმალობის CaCl_2 და 1%-იანი ნახშირ-მჟავა ამონიუმის გამოწურვის შემთხვევები. მიღებული მონაცემები ძალიან უახლოვდებოდა ერთმანეთს.

ანალიზის მსვლელობა. საკვლევი და სანიმუშო ხსნარების შეფე-რადება კოლორიმეტრიკისათვის შეიძლება ჩატარდეს საზომ კოლ-ბებში ან 50—200 მლ მოცულობის ჩვეულებრივ ბრტყელძირიან ცო-

ნუსურ) კოლბში. საზომი კოლბებით მუშაობისას იყენებენ 50—100 მლ მოცულობის კოლბებს. საზომი კოლბის მოცულობა დამოკიდებულია გასაქოლორიმეტრიკულ ხსნარში ფოსფორის შემცველობაზე. იმ შემთხვევაში, როცა აუცილებელია ხსნარის რამდენიმეჯერ განზავება (მაგალითად, 0,2 ნორმალობის მარილმჟავა ხსნარში P_2O_5 -ის განსაზღვრისას), უმჯობესია გამოყენებული იქნას 100 მლ მოცულობის საზომი კოლბები. P_2O_5 -ის განსაზღვრისას ისეთ ხსნარებში, როგორცაა 0,03 ნორმალობის K_2SO_4 , 0,02 ნორმალობის $CaCl_2$, რომელთა განზავება ხშირად საჭირო არ არის, უკეთესია 50 მლ მოცულობის საზომი კოლბების გამოყენება.

100 მლ მოცულობის საზომი კოლბებით მუშაობისას, მასში ათავსებენ საკვლევი ხსნარის განსაზღვრულ მოცულობას, გამოხდილი წყლით მიჰყავთ 80 მლ-მდე და კარგად შეურევენ. შემდეგ ამატებენ 16 მლ რეაქტივ „ნ“, ხსნარს შეურევენ, გამოხდილი წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე, კოლბებს ახურავენ საცობებს და ხსნარს კარგად შეურევენ კოლბის რამდენჯერმე გადაბრუნებით ფსკერით ზემოთ. ფოსფორის არსებობისას ხსნარი შეიფერება ცისფრად, იისფერი ანარეკლით. 10 წუთის შემდეგ შეიძლება დავიწყით ხსნარის გაცოლორიმეტრირება. ეს უმჯობესია ჩატარდეს ელექტროფოტოკოლორიმეტრის საშუალებით. ხსნარის ცისფერი შეფერვა მდგარდია 24 საათის განმავლობაში, ამიტომ შეფერილი ხსნარების გატარება კოლორიმეტრში შეიძლება შეფერვის განვითარებიდან რამდენიმე საათის შემდეგ (მაგრამ არა უგვიანეს 24 საათისა).

საკვლევ ხსნარებთან ერთად ამზადებენ ფოსფატების სანიმუშო ხსნარების სკალას; 50 მლ მოცულობის საზომი კოლბებით მუშაობისას მოლიბდენის ლურჯის განვითარებისათვის ხსნარს ამატებენ 8 მლ რეაქტივ ნ-ს.

იმ შემთხვევაში, როცა მუშაობის პროცესში იყენებენ ჩვეულებრივ (არა საზომ) კოლბებს, ხსნარს (თუკი საჭირო არ არის შეფერადების წინ მისი განზავება) 25 მლ რაოდენობით ათავსებენ ბრტყელძირიან კოლბში, სადაც ამატებენ 4 მლ რეაქტივ ნ-ს. ხსნარს შეანჯღრევენ, ამ დროს ის ღებულობს ლურჯ ფერს. თუკი საჭიროა ხსნარის განზავება, მის 5—10 მლ-ს ათავსებენ კოლბში, მასშივე ბიურეტიდან ამატებენ გამოხდილ წყალს ისეთი რაოდენობით, რომ ხსნარის საერთო მოცულობა კოლბში შეადგენდეს 25 მლ-ს. ხსნარს შეურევენ, ამატებენ 4 მლ რეაქტივ ნ-ს და კვლავ შეურევენ. თუკი საჭიროა ხსნარის უფრო მეტად განზავება, მაშინ იღებენ მის განსაზღვრულ მოცულობას, ათავსებენ კოლბში და ბიურეტიდან ამატებენ გამოხდილ წყალს ისეთი რაოდენობით, რომ ხსნარის საერთო მოცულობა კოლბ-

ში შეადგენდეს 100 მლ-ს. ხსნარს შეურევენ და ამატებენ 16 მლ რეაქტივ ნ-ს.

ამ წესით ანალიზის ჩატარებისას სანიმუშო ხსნარების სკალა შეიძლება დამზადდეს ისე, როგორც ეს აღწერილია მოძრავი ფოსფორის განსაზღვრის ყოველი მეთოდის შემთხვევისათვის (290 გვ.) (ე. ი. სამუშაო ხსნარიდან ამზადებენ სკალას 50 ან 100 მლ მოცულობის კოლბებში).

სანიმუშო ხსნარების სკალა შეიძლება დამზადდეს აგრეთვე ისე, როგორც ეს აღწერილია 333—334 გვერდზე, ნიადაგიდან 0,03 ნორმალობის K_2SO_4 -ის გამოწვევის მომზადებისას. ამ შემთხვევაში ფოსფატების სამუშაო ხსნარიდან ამზადებენ სანიმუშო ხსნარების სერიას დიდი რაოდენობით (500—1000 მლ). შემდეგ ყოველი სანიმუშო ხსნარიდან იღებენ 25 მლ-ს, ათავსებენ ბრტყელძირიან კოლბში და ამატებენ 4 მლ რეაქტივ ნ-ს.

შეფერადებული ხსნარების გატარება კოლორიმეტრში შეიძლება რეაქტივ ნ-ს დამატებიდან 10 წუთის შემდეგ. ამ დროის განმავლობაში ლურჯი ფერი აღწევს სრულ ინტენსივობას. ის მდგრადია 24 საათის განმავლობაში. შეფერადებულ ხსნარებს ატარებენ 725 მილიმიკრონი სიგრძის ტალღაზე.

ნიადაგის გამოწვევაში ფოსფორის განსაზღვრის ეს წესი განსაკუთრებით მოსახერხებელია მასიური ანალიზების ჩატარებისას, რადგან:

ა) ხსნარის ლურჯი შეფერადების განვითარებისათვის საჭიროა მასზე მხოლოდ ერთი რეაქტივის დამატება, რაც მნიშვნელოვნად ამცირებს ანალიზის ჩატარების დროს სხვა მეთოდთან შედარებით, რომლებშიც შეფერადების განვითარებისათვის აუცილებელია არა ნაკლები ორი რეაქტივის დამატება.

ბ) ლურჯად შეფერადებული ხსნარები კოლორიმეტრში შეიძლება გატარდეს სამუშაო დღის ნებისმიერ დროში (როცა ეს უფრო მოსახერხებელია ანალიტიკოსისათვის), რომ განსაზღვრის სიზუსტე არ ეცემა.

ს ა ჭ ი რ ო რ ე ა ჭ ტ ი ვ ე ბ ი :

1. რეაქტივი A. 12 გრამ გადაკრისტალბულ მოლიბდენმჟავა ამონიუმს ხსნიან 250 მლ გამოხდილ წყალში (მოლიბდენის გადაკრისტალბების წესი აღწერილია 504 გვ.). 100 მლ გამოხდილ წყალში ხსნიან 0,2908 გრამ ქიმიურად სუფთა სტიბიუმდვინისმჟავა კალიუმს. ორთავე ხსნარს გადაიტანენ 1 ლიტრ 5 ნორმალობის გოგირდის მჟავაში. ხსნარს კარგად შეურევენ. მისი მოცულობა გამოხდილი წყლით მიჰყავთ 2 ლიტრამდე. რეაქტივის ინახავენ ბნელ და ცივ ადგილას.

შენიშვნა: 1 ლ 5 ნორმალის H_2SO_4 -ის მოსამზადებლად იღებენ 149 მლ კონცენტრირებულ H_2SO_4 (ხვ. წ. 1,84) და გამოხდილი წყლით მიჰყავთ 1 ლიტრ მოცულობამდე. მიღებული ხსნარის კონცენტრაციას ამოწმებენ ტურით და საჭიროების შემთხვევაში მიჰყავთ 5 ნორმალამდე.

2. რეაქტივი B. 1,056 გრამ ასკორბინის მჟავას ხსნიან 200 მლ რეაქტივ A-ში. მიღებული ხსნარი ვარგისია არა უმეტეს 24 საათისა, ამიტომ მიზანშეწონილია მისი მომზადება ანალიზის ჩატარების დღეს. მას უშუალოდ იყენებენ ხსნარის ლურჯად შესაფერადებლად. ხმარების წინ საჭიროა რეაქტივი შემოწმდეს მასში ფოსფორის და სხვა ნივთიერებების შემცველობაზე, რომელნიც ხელს უშლიან P_2O_5 -ის კოლორიმეტრულ განსაზღვრას. ამისათვის კოლბში ასხამენ 25 მლ გამოხდილ წყალს, რომელსაც ამატებენ 4 მლ რეაქტივს B-ს, 10 წუთით დაყოვნების შემდეგ კოლბში უნდა დარჩეს უფერული ხსნარი.

ვარიანტი მეთოდის გამოყენებით

მოლიბდენის ლურჯის განვითარებისათვის იყენებენ აღმდგენლის კომპლექსს, რომელშიც შედის მეთოლი და ქლორიანი კალა. ეს განაპირობებს ხსნარების ფერის მდგრადობას, რაც ითვლება ამ მოდიფიკაციის უპირატესობად.

ამ მოდიფიკაციას ფართოდ იყენებენ ფოსფორის განსაზღვრისათვის ლაქტატის ხსნარებში ეგნერ-რიმის მეთოდის მიხედვით.

ანალიზის მსვლელობა:

იღებენ 25 მლ ხსნარს (ფილტრატს), ამატებენ 2 მლ ნარევის (ხსნარი 3), 1 მლ ქლორიან კალას (4) ხსნარს და შეურევენ. 30 წუთის შემდეგ (არა უგვიანეს 6 საათისა) აწარმოებენ გაზომვას ფოტოკოლორიმეტრზე. ზუსტად ასევე იქცევიან აგრეთვე სანიმუშო ხსნარების შემთხვევაში. 25 მლ სანიმუშო ხსნარს ამატებენ (3) და (4) ხსნარებს მითითებული რაოდენობით.

ესტონეთის აგროქიმიურ ლაბორატორიაში, ფოსფორის შემცველობას ლაქტატის ხსნარში საზღვრავენ ამ ვარიანტით, მაგრამ შეტანილი აქვთ რიგი ცვლილებები, როგორცაა: აღმდგენლის ნარევის მოსამზადებლად იღებენ მხოლოდ ორ რეაგენტს — მეთოლს და პიროგოგირდმჟავა ნატრიუმს ($Na_2S_2O_5$).

ს ა ჯ ი რ ო რ ე ა ქ ტ ი ვ ე ბ ი:

1. აღმდგენლების ნარევი. სამარაგო ხსნარს (1 ა) ამზადებენ შემდეგნაირად: 2 გრამ მეთოლს (მონომეთილ — P — ამინოფენოლსულ-

ფატი), 10 გრამ უწყლო სუფთა გოგირდმჟავა ნატრიუმს (Na_2SO_4) და 300 გრამ მშრალ ქიმიურად სუფთა პიროგოგირდმჟავა ნატრიუმს ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$) ხსნიან გაცივლებით გამოხდილ წყალში (800 მლ-მდე). გაცივების შემდეგ ხსნარი გამოხდილი წყლით მიჰყავთ 1 ლიტრამდე. მღვრიე ხსნარს არ ფილტრავენ, რადგან სიმღვრივე სწრაფად ილექება. რეაქტივი შეიძლება შენახული იქნას მუქი ფერის მინის ჭურჭელში, კარგად დაცულ მდგომარეობაში დიდი ხნის განმავლობაში. სამუშაო ხსნარს (1 ბ) ამზადებენ სამარაგო ხსნარის (1 ა) განზავებით — 3 მოცულობას იღებენ 5 მოცულობა წყალზე. ეს ხსნარი დიდხანს არ ინახება.

2. მოლიბდენის ხსნარი. სამარაგო ხსნარის (2 ა) მოსამზადებლად წონიან 50 გრამ გადაკრისტალბულ მოლიბდენმჟავა ამონიუმს (გადაკრისტალბა იხილეთ 504-ე გვ. დანართში) და ხსნიან 60° ტემპერატურის პირობებში (უფრო მაღალი ტემპერატურა არ შეიძლება) 800 მლ გამოხდილ წყალში, გაცივების შემდეგ გამოხდილი წყლით ხსნარი მიჰყავთ 1 ლიტრამდე. რეაქტივი შეიძლება შენახულ იქნას მუქი ფერის ბოთლში, კარგად თავდაცული, დიდი ხნის განმავლობაში.

მოლიბდენის სამუშაო ხსნარს (2 ბ) ამზადებენ სამარაგო ხსნარის (2 ა) განზავებით: 3 მოცულობა ხსნარს (2ა) იღებენ 1 მოცულობა გამოხდილ წყალზე.

3. მოლიბდენის ხსნარის და აღმდგენელის წარევი. თანაბარი მოცულობით 1 ბ და 2 ბ ხსნარებს შეურევენ. ხსნარს (3) ამზადებენ ანალიზის ჩატარების დროს.

4. ქლორიანი კალა. 3,5 გრამ კრისტალურ ქლორიან კალას ხსნიან 550 მლ 10 ნორმალობის მარილმჟავაში და ხსნარის მოცულობა გამოხდილი წყლით მიჰყავთ 1 ლიტრამდე. რეაქტივი საჭიროა შენახული იქნას ფერადი მინის ჭურჭელში ნახშირბადის ორჯანგის ქვეშ. ქლორიანი კალას ვარგისიანობას ამოწმებენ მისი დატიტვრით იოდის ხსნარით. ამისათვის იღებენ ხსნად სახამებელს და ტიტრავენ 0,02 H იოდის ხსნარით მდგრადი ლურჯი ფერის მიღებამდე. დატიტვრაზე უნდა დაიხარჯოს დაახლოებით 14 მლ 0,02 ნორმალობის იოდის ხსნარი.

5. ფოსფატის სანიმუშო ხსნარი. 0,1917 გრამ ერთხანაცლებულ კალიუმის ფოსფატს (KH_2PO_4) ხსნიან 100 მლ გამოხდილ წყალში. ამ ხსნარიდან ამზადებენ სამუშაო ხსნარების სერიას.

მეთოდის პრინციპი შემდეგში მდგომარეობს: ნიადაგზე HCl 0,2 n ხსნარის მოქმედებით ხსნარში გადმოსულ ფოსფორს ამატებენ მოლიბდენმჟავა ამონიუმის ხსნარს. მიღებულ ლურჯ შეფერვას ადარებენ კალციუმის ფოსფატის სტანდარტული ხსნარის ლურჯ შეფერვას.

ანალიზის მსვლელობა. წონიან 1 მმ საცერში გატარებულ* 5 გრამ პაერმშრალ ნიადაგს 0,01 გ სიზუსტით, ათავსებენ 100 მლ მოცულობის კოლბში. ამატებენ 25 მლ 0,2 ნორმალობის HCl-ის ხსნარს.

კოლბის შიგთავსს კარგად ანჯღრევენ 1 წუთის განმავლობაში, ტოვებენ მოსვენებულ მდგომარეობაში 15 წუთის განმავლობაში, რის შემდეგ კვლავ შეანჯღრევენ და ფილტრავენ უნაცრო მკვრივ ფილტრში.

ფილტრატიდან საანალიზოდ იღებენ 5 მლ ხსნარს და ათავსებენ წინასწარ შერჩეულ დანაყოფებიან სინჯარაში, ამატებენ მას 5 მლ რეაქტივ ბ-ს, სინჯარაში მთელ მის სიგრძეზე ჩაუშვებენ კალას წკირს და განუწყვეტლივ ურევინ ხსნარს 50—30 წამის განმავლობაში, მანამ სანამ არ მიიღებენ მყარ ლურჯ შეფერვას. რაც უფრო ინტენსიურია ხსნარის შეფერვა, მით უფრო დიდხანს ურევინ ხსნარს კალას წკირით. ფოსფორის მცირე რაოდენობით შემცველობის შემთხვევაში კი კალას წკირით ხსნარის ზედმეტად ხანგრძლივი დროით დამუშავებისას მიიღება მუქი მწვანე შეფერვა, რასაც უნდა ვერიდოთ. ხსნარის მუქი ყავისფერი შეფერვა შეიძლება გამოწვეული იყოს აგრეთვე ქიმიურად უსუფთაო კალასაგან დამზადებული წკირის გამოყენებით. კალას წკირის გადატანისას ერთი სინჯარიდან მეორეში აწარმოებენ მის გარეცხვას (ჩაუშვებენ გამოხდილ წყლიან პიქაში და ამშრალევენ ფილტრის ქაღალდით).

ერთდროულად აწარმოებენ სტანდარტული ფერადი სკალის მომზადებას ფოსფორის სანიმუშო ხსნარიდან. ამისათვის ყოველი სანიმუშო ხსნარის კოლბიდან პიპეტით იღებენ 5 მლ ხსნარს და გადააქვთ წინასწარ გამზადებულ, ერთი ფერისა და ერთი მოცულობის დანაყოფებიან სინჯარებში, რომლებზეც დასმულია შესაბამისი ნომრები. სინჯარებში ამატებენ 5 მლ „ბ“ რეაქტივს და ურევინ კალას წკირით, ისე, როგორც გამოსაკვლევ ხსნარიან სინჯარას. გამოსაკვლევი ხსნა-

* აწონვის წინ. როგორც ამ. ისე სხვა შემთხვევაში, ნიადაგის ნიმუშს კვადრატის ფორმით თხელ ფენად გაშლიან ქაღალდზე, რომლის სხედასხვა ადგილიდან აგროვებენ საშუალო ნიმუშს წონაყისათვის.

რის შეფერვის ინტენსივობას ადარებენ სანიმუშო ხსნარის შეფერვის ინტენსივობას და იწერენ იმ სინჯარის ნომერს, რომლის შეფერვის ინტენსივობა დაემთხვევა გამოსაკვლევი ხსნარის შეფერვის ინტენსივობას და 26-ე ცხრილის საშუალებით გებულობენ მცენარისათვის შესათვისებელი ფორმის P_2O_5 -ის რაოდენობას მგ-ობით 100 გ. ნიადაგზე:

ც ხ რ ი ლ ი 26

P_2O_5 -ის გადასანგარიშებელი ცხრილი (მგ 100 გ ნიადაგზე)

სანიმუშო ხსნარის №	100 მლ სანიმუშო ხსნარში P_2O_5 -ის რაოდენობა მგ-ობით	P_2O_5 5 მლ სანიმუშო ხსნარში მგ-ობით	P_2O_5 -ის რაოდენობა მგ. 100 გ ნიადაგზე
1	0,25	0,013	1,3
2	0,50	0,025	2,5
3	0,75	0,038	3,8
4	1,00	0,050	5,0
5	1,25	0,063	6,3
6	1,50	0,075	7,5
7	1,75	0,088	8,8
8	2,00	0,100	10,0
9	2,50	0,125	12,5
10	3,00	0,150	15,0
11	4,00	0,200	20,0
12	5,00	0,250	25,0

სანიმუშო ხსნარების სკალით შეიძლება ვისარგებლოთ მისი მომზადებიდან არა უმეტეს ერთი საათისა. უფრო ხანგრძლივი დაყოვნებისას ხსნარების შეფერვის ინტენსივობა მცირდება და ცისფერი ლებულობს მუქ მწვანე ფერს.

იმ შემთხვევაში თუ გამოსაკვლევი ხსნარის შეფერვა უფრო ინტენსიურია, ვიდრე სანიმუშო ფერადი სკალის უკანასკნელი სინჯარა, მაშინ გამოსაკვლევ ხსნარს ანზავებენ მარილის მკაფას 0,2 ი ხსნარით, და აწარმოებენ მასში ფოსფორის განსაზღვრას. ამისათვის სინჯარაში ათავსებენ 1 მლ ფილტრატს, ამატებენ პიპეტით 4 მლ 0,2 ნორმალობის მარილის მკაფას ხსნარს, ამატებენ 5 მლ რეაქტივ „ბ“ და ამუშავებენ ხსნარს კალას წყირით. როცა აუცილებელია უფრო ძლიერი განზავება, ხსნარს საწყისში ანზავებენ 0,2 ნორმალობის HCl-ის ხსნარით 50 მლ მოცულობის საზომ კოლბში (ან 100 მლ) და აქედან იღებენ 5 მლ ხსნარს სინჯარაში; შემდეგში იქცევიან ისე როგორც ეს აღწერილია განზავების გარეშე შემთხვევისათვის. ფოსფორის რაოდენობის გაანგარიშებისას მხედველობაში იღებენ განზავებას (ცხრილში მოყვანილ P_2O_5 -ის სიდიდეებს აღიღებენ იმდენჯერ, რამდენჯერაც განზავეს ხსნარი).

მუდმივი სტანდარტული სკალის გამოყენება. ფოსფატების სანიმუშო ხსნარების შეფერვა საკმაოდ სწრაფად იცვლება, ამიტომ მასიური ანალიზების ჩატარებისას მიზანშეწონილია გამოყენებული იქნას მინერალური მარილების ხსნარებისაგან დამზადებული სტანდარტული სკალა, რომელიც არ იცვლის ფერს.

სასუქებისა და აგრონიადაგმცოდნეობის საკავშირო ინსტიტუტში (მოსკოვში) კირსანოვის მეთოდით ფოსფორის მასიური განსაზღვრისათვის ფოსფატების სანიმუშო ხსნარების სკალის ნაცვლად იყენებენ ფერუცვლელ სტანდარტულ სკალას.

სტანდარტული სკალა წარმოადგენს სინჯარების კომპლექტს, რომელთა ორივე ბოლო შედუღებულია. მათში მოთავსებულია მინერალური მარილების ცისფრად შეფერადებული ხსნარები, რომელნიც წარმოადგენენ სანიმუშო ხსნარების სკალის ფერის იმიტაციას. სკალა შედგება 12 სინჯარისაგან, რომელნიც განლაგებულია ორ შტატივზე. ყოველი სინჯარის ხსნარის ფერი შეესაბამება ფოსფატებისაგან მომზადებული სანიმუშო სკალის შესაბამისი ხსნარის ფერს.

სტანდარტული სკალის მიხედვით განსაზღვრული ფოსფორის რაოდენობა
 P_2O_5 მგ 100 გ ნიადაგზე

სინჯარის №	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P_2O_5	1,3	2,5	3,8	5,0	6,3	7,5	8,8	10,0	12,5	15,0	20,0	25,0

სტანდარტული ფერუცვლელი სკალის მომზადება. ამ სკალის ძირითადი ხსნარების მოსამზადებლად გამოყენებულია მინერალური მარილები, რომელიც შემოთავაზებულია ი. ფ. გოლუბევის მიერ.

სკალის მოსამზადებლად იყენებენ შემდეგ ხსნარებს.

გოგირდის მჟავას 1%-იანი ხსნარი. 5,6 მლ კონც. H_2SO_4 (უთ. წ. 1,84) 1 ლიტრ გამოხდილ წყალზე.

ხსნარი I — გოგირდმჟავა კობალტის ხსნარი. 30 გრამ მარილს (ანალიზისათვის სუფთა) $CoSO_4 \cdot 7H_2O$ ხსნიან 100 მლ გოგირდის მჟავას 1%-იან ხსნარში გაცხელებით, თუკი ხსნარი მღვრიეა, მას ფილტრავენ.

ხსნარი II — გოგირდმჟავა ვინადილის ხსნარი. 30 გ. $VOSO_4 \cdot 2H_2O$ ხსნიან 100 მლ 1%-იან გოგირდის მჟავას ხსნარში გაცხელებით. ცხელ ხსნარს ფილტრავენ.

ხსნარი III — გოგირდმჟავა ნიკელის მაძლარი ხსნარი (90° ტემპერატურაზე) H_2SO_4 -ის 1%-იან ხსნარში.

სკალის მომზადებისათვის საწყისში ამზადებენ ძირითად ხსნარს, ყველაზე უფრო ინტენსიურად შეფერილს. ამისათვის 45,5 მლ ხსნარ I ამატებენ 61 მლ ხსნარ II და 59 მლ ხსნარ III.

ძირითადი ხსნარიდან ამზადებენ ხსნარებს სტანდარტული სკალი-სათვის; ამისათვის ძირითად ხსნარს ანზავებენ გოგირდის მჟავას 1%-იანი ხსნარით, როგორც ეს მითითებულია 27-ე ცხრილში.

ცხრილი 27

სტანდარტული სკალისათვის ხსნარების მომზადება

ხსნარის №	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ძირითადი ხსნარი (მლ)	1,25	2,50	5,00	6,75	9,50	10,0	12,50	13,50	16,25	20,00	25,00	30,00
H ₂ SO ₄ -ის 1% ხსნარი (მლ)	30,0	25,0	28,0	24,0	25,0	20,0	20,0	18,0	15,0	14,0	10,0	3,0

მიღებული ხსნარების 5—10 მლ ათავსებენ სინჯარებში და მის ბოლოს შეადუღებენ. სინჯარაში ხსნარი უნდა შეიტანონ პიპეტით, ისე, რომ სინჯარის კედელი არ დაისვაროს ჩასმული ხსნარის დონეზე მაღლა (პიპეტის ბოლოს უშვებენ სინჯარის ბოლოზე და სინჯარის ავსებასთან დაკავშირებით თანდათან სწევენ მაღლა). წინააღმდეგ შემთხვევაში შედუღებისას ხსნარით დასვრილი სინჯარის კედელი გაცხელებისაგან გაშავდება. ყოველ სინჯარაზე დასმულია იმ ხსნარის ნომერი, რომელიც ჩასმულია მასში, ან ხსნარის შესაბამისი ფოსფორის რაოდენობა, რომელიც გამოსახულია მგ-ობით 100 გ ნიადაგზე.

მომზადებულ ხსნარს ამოწმებენ, და თუკი აუცილებელია, უყენებენ ფოსფატების სანიმუშო ხსნარების სკალის მიხედვით შესაბამის ფერს, ამისათვის იყენებენ ძირითად ხსნარს და I, II და III ხსნარებს.

ფოსფატების სანიმუშო ხსნარების სკალის მომზადება, რომლის მიხედვით ამოწმებენ სტანდარტული ხელოვნური სკალის ხსნარებს, აღწერილია 290-ე გვერდზე.

აუცილებელია, რომ სინჯარები, რომლებშიც ჩასხმულია სტანდარტული სკალის ხსნარები, დიამეტრისა და მინის ფერის მიხედვით შეესაბამებოდეს იმ სინჯარებს, რომლებშიც იფერება საანალიზო საკვლევი ხსნარები.

საკვლევი და სტანდარტული ხსნარების ფერის შედარებისას ინიშნავენ სტანდარტული სკალის იმ სინჯარის ნომერს, რომელსაც ემთხვევა საკვლევი ხსნარის ფერი.

ს ა ჭ ი რ ო რ ე ა ჭ ტ ი ვ ე ბ ი: 1. 0,2 ნორმალობის HCl-ის ხსნარი, 16,4 მლ ქიმიურად სუფთა მარილის მჟავა (კუთ. წ. —1,19) გამოხდილი წყლით მიჰყავთ 1 ლიტრამდე. მჟავას კონცენტრაცია უნდა შემოწმდეს ტუტით. დასაშვებია გადახრა ±0,01.

2. 0,1 n HCl-ის ხსნარი, ამზადებენ 0,2 ნორმალობის მარილმჟავა ხსნარის განზავებით (ორჯერ) გამოხდილი წყლით.

3. მოლიბდენმჟავა ამონიუმის ხსნარი. ამზადებენ გადაკრისტალე-
ბული მარილისაგან. (გადაკრისტალეების წესი მითითებულია 504-ე
გვერდზე). საწყისში ამზადებენ რეაქტივ „A“-ს. ამისათვის ტექნიკურ
სასწორზე წონიან მოლიბდენმჟავა ამონიუმის 50 გ მარილს, ათავსე-
ბენ ქიმიურ ჭიქაში, ამატებენ 200—300 მლ გამოხდილ წყალს, ხსნარს
აცხელებენ 50—60°-მდე. მარილის სრული გახსნის შემდეგ ხსნარს
გადაიტანენ 500 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, აცივებენ და გა-
მოხდილი წყლით მიჰყავთ ინიშანხაზამდე. მოსამზადებელი ხსნარის
100 მლ-ს ამატებენ 200 მლ მარილმჟავას (კუთ. წ. 1,17—1,19) მჟავა
უნდა დაემატოს მცირე ულუფებით, შეერიოს კარგად და გაცივდეს
ხსნარი წყლის ნაკადის ქვეშ. მიღებულ ხსნარს ამატებენ 100 მლ გა-
მოხდილ წყალს. რეაქტივი უნდა იყოს უფერო ან სუსტი ყვითელი
ფერის. ხსნარის შენახვა შეიძლება დიდხანს ფერადი მინის ჭურჭელ-
ში, რომელიც თავდაცულია მინის მილესილი საცობით.

რეაქტივ A-დან ამზადებენ რეაქტივ B-ს. ამისათვის იღებენ 1 მო-
ცულობა რეაქტივ A და ამატებენ 4 მოცულობა გამოხდილ წყალს.
რეაქტივი უნდა იყოს უფერო და შენახული უნდა იქნას ფერადი (ნა-
რინჯისფერი) მინის ჭურჭელში.

თუკი დაყოვნების პერიოდში რეაქტივი A ან B მიიღებს ცის-
ფერს, ანალიზისათვის მისი გამოყენება არ შეიძლება.

4. კალას წვირი. მას ამზადებენ ქიმიურად სუფთა კალასაგან. წვი-
რის დიამეტრი 3—4 მმ; კარგია თუკი გვექნება 18—20 სმ სიგრძის
წვირი (იმ სინჯარებზე უფრო გრძელი, რომელშიც ხსნარი მუშავდე-
ბა კალას წვირით). კალას წვირი შეიძლება მოვამზადოთ შემდეგნაი-
რად. შეტალურ კალას აღნობენ ფაიფურის ჯამში. კალას დნობის
ტემპერატურა — +232°. რადგან კალა იყვანება მაღალ ტემპერატურა-
ზე, საჭიროა ვერიდოთ მის გადახურებას (ჯამის კიდები ძლიერ არ
უნდა გადავახუროთ). ეს შეიძლება მივალწვიოთ ჯამის გაცხელებით
ელექტროქურაზე ან გაზქურაზე ჯამის ქვეშ აზბესტის ბადის მოთავ-
სებით. გამდნარი კალას ზედაპირზე თუ წარმოიქმნა მნიშვნელოვანი
მოყვითალო ნაცრისფერი მქრქალი ფენა, საჭიროა მისი მოცილება.
ამისათვის გამდნარ კალას გადაიტანენ (უმჯობესია ფაიფურის) 700—
1000 მლ მოცულობის ჭიქაში, რომლის სამ-მეოთხედ ნაწილზე ჩასხ-
მულია გამოხდილი წყალი. კალას ჟანგის ფენა რჩება წყლის ზედა-
პირზე.

გამდნარ კალას წყლის ქავლის ტუმბოს დახმარებით შეიწოვენ
თხელკედლიან მინის მილში, რომლის შიგა დიამეტრი 3—4 მმ-ია და
რომელიც წინასწარ არის გაცხელებული (იმდენად, რომ შეიძლებო-
დეს მისი ზელში დაქერა აზბესტის ქაღალდით). როცა მილი მასში

მოთავსებული კალათი გაცივდება, მას გატეხავენ და ღებულობენ წყირს.

5. ფოსფატების სანიმუშო ხსნარები. ანალიზურ სასწორზე წონიან 0,2424 გ ქიმიურად სუფთა კალციუმის ორჩანაცვლებულ ფოსფატს ($\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). წონაკს ხსნიან 0,2 ნორმალობის HCl -ის ხსნარში და ამავე მეჯვით ხსნარი მიჰყავთ 1 ლიტრამდე (კალციუმის ფოსფატი შეიძლება შეიცვალოს ფოსფორმეაფა კალიუმით; ამ შემთხვევაში წონიან 0,1917 გ ქიმიურად სუფთა KH_2PO_4 და ხსნიან 0,2 ნორმალობის HCl -ის ხსნარში, როგორც ზემოთ არის მითითებული). მიღებული ხსნარი შეიცავს 100 მგ P_2O_5 1 ლიტრში. ამ ძირითადი ხსნარიდან ამზადებენ ფოსფატების სამუშაო ხსნარებს. 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბებში, რომელნიც დანომრილი არიან 1-დან 12-მდე, ათავსებენ 2,5; 5; 7,5; 10; 12,5; 15; 17,5; 20; 25; 30; 40 და 50 მლ ფოსფორის ძირითად ხსნარს კოლბის ნომერაციის მომატების მიხედვით. კოლბებს შეავსებენ ნიშანხაზამდე 0,1 ნორმალობის HCl -ის ხსნარით, ახურავენ საცობებს და შიგთავსს კარგად შეურევენ მიღებულ ხსნარებს იყენებენ სანიმუშო ხსნარების სკალის მოსამზადებლად სინჯარებში, რომელთანაც ადარებენ საკვლევ ხსნარებს. სანიმუშო ხსნარების სკალა გამოიყენება აგრეთვე მინერალური მარილებისაგან დამზადებული სტანდარტული ფერუცვლელი სკალის შესამოწმებლად. (იხ. 302 გვ.).

ფოსფორის განსაზღვრა კირსანოვის მეთოდით ფოტოელექტროკოლორიმეტრის გამოყენებით

გამონაწურის დასამზადებლად 10 გ ნიადაგს ამატებენ 50 მლ 0,2 ნორმალობის მარილმეაფას ხსნარს. ანჯღრევენ ერთი წუთის განმავლობაში, შემდეგ აყოენებენ 15 წუთით მოსვენებულ მდგომარეობაში, რის შემდეგ ხელახლა შეანჯღრევენ და ფილტრავენ უნაცრო ფილტრით.

მიღებულ ფილტრატში აწარმოებენ ფოსფორის კოლორიმეტრულ განსაზღვრას დენიეეს მეთოდის რომელიმე ერთი ვარიანტით. ამისათვის 5 მლ ფილტრატს გადაიტანენ 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, გამოხდილი წყლით მიიყვანენ ნიშანხაზამდე და კარგად შეურევენ. ამ კოლბიდან იღებენ 20—40 მლ (დამოკიდებულია ფოსფორის შემცველობაზე ხსნარში) და ათავსებენ 50 მლ მოცულობის საზომ კოლბში. ამის შემდეგ ფოსფორის საზღვრავენ დენიეეს მეთოდის რომელიმე ვარიანტით.

კირსანოვა მცენარისათვის შესათვისებელი ფოსფორის განსაზღვრის ეს მეთოდი შეამოწმა მინდვრისა და სავეგეტაციო ცდების

მონაცემებით ეწერი ნიადაგების პირობებში სხვადასხვა კულტურების მიმართ და მივიდა იმ დასკვნამდე, რომ აღნიშნული მეთოდის გამოყენება საესებით შესაძლებელია, ფოსფორიან სასუქებზე მცენარის მოთხოვნილების განსაზღვრის მიზნით.

ეწერ ნიადაგებში ქერისა და შვრიის კულტურის ქვეშ ფოსფორიანი სასუქების შეტანის შესახებ ავტორი იძლევა შემდეგ რეკომენდაციებს:

1. თუკი ნიადაგი შეიცავს 20 მგ-ზე მეტ P_2O_5 -ს 100 გ ნიადაგზე, ფოსფორიანი სასუქების შეტანა იქნება ნაკლებად ეფექტური.

2. ხოლო 8-დან 20 მგ-მდე P_2O_5 -ის შემცველობისას 100 გ ნიადაგზე, ფოსფორიანი სასუქების შეტანა იქნება ეფექტური.

3. თუკი ნიადაგი შეიცავს 8 მგ-ზე ნაკლები რაოდენობით P_2O_5 -ს 100 გ ნიადაგზე, მაშინ ფოსფორიანი სასუქების შეტანა იქნება ძალზე ეფექტური.

კირსანოვის მეთოდით მცენარისათვის შესათვისებელი ფოსფორის განსაზღვრა რეკომენდებულია ეწერი ნიადაგებისათვის. შევმიწა ნიადაგებისათვის იგი ნაკლებად გამოსადეგია.

შავმიწა და კარბონატულ ნიადაგებში კირსანოვის მეთოდით ადვილად ხსნადი P_2O_5 -ის განსაზღვრა შესაძლებელია, თუ წინასწარ გავანეიტრალებთ ნიადაგში არსებულ კარბონატს მათი ექვივალენტი HCl -ის მიმატებით. კირსანოვის მეთოდით ადვილად ხსნადი P_2O_5 -ის განსაზღვრა ნაკლებად გამოსადეგია წითელმიწა ნიადაგებშიც.

არენიუსის მეთოდი

არენიუსმა ადვილად ხსნადი ფოსფორის განსაზღვრისათვის გამოიყენა ლიმონის მჟავას 1%-იანი ხსნარი. აღნიშნული მეთოდის ფუძემდებლად ითვლება დაიერი. მან გამოიკვლია მრავალი მცენარის ფესვების გამონაყოფის მჟავიანობა და მივიდა იმ დასკვნამდე, რომ ეს მჟავიანობა ახლოა 1%-იან ლიმონის მჟავასთან. ყოველივე ამის საფუძველზე ნიადაგიდან შესათვისებელი ფოსფორის გამოსაყოფად არენიუსმა შემოგვთავაზა ლიმონის მჟავას გამოყენება. შემდგომში მეთოდმა განიცადა მთელი რიგი ცვლილებები. წამოყენებული იქნა ამ მეთოდის მრავალი მორდიფიკაცია (ლემერმანის 1926, 1927, 1930; არენიუსის 1929, 1933; ალექსეევის 1935; გინზბურგის 1952. ნადარეიშვილის 1960; ბერიძის 1963; გოლეთიანის 1964 და მრავალი სხვა).

ჩვენ ამ წიგნში არენიუსის მეთოდი მოცემული გვაქვს გინზბურგის (1952) ვარიანტით.

წონიან 1 მმ-იან საცერში გატარებულ 5 გრამ ნიადაგს, ამატებენ 50 მლ 1%-იან ლიმონის მჟავას ხსნარს და ანჯღრევენ 2 საათის განმავლობაში, აყოვნებენ 18—20 საათით, რის შემდეგ ხსნარს ხელახლა შეანჯღრევენ და ფილტრავენ მკვირვ, უნაცრო ფილტრში.

გამჭვირვალე ფილტრებიდან იღებენ 10 მლ-ს და გადაიტანენ 50—100 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში, ამატებენ 3 მლ კონცენტრირებულ HCl და 6 მლ $KMnO_4$ -ის 5%-იან ხსნარს, კოლბის შიგთავსს ფრთხილად შეანჯღრევენ და 30 წუთის შემდეგ დგამენ ცხელ ეტერნიტულ ქურაზე;

გაცხელებას აწარმოებენ კალიუმის პერმანგანატის მღვრიე ნალექის სრულ გაქრობამდე (პერიოდული შენჯღრევით), რის შემდეგ კვლავ განაგრძობენ კოლბის გაცხელებას 15—20 წუთის განმავლობაში, რათა აორთქლდეს ხსნარის მცირე რაოდენობა. გაცივების შემდეგ შემეჯეებული ხსნარი გადააქვთ 50 მლ მოცულობის საზომ კოლბში და გამოხდილი წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე.

ამ საზომი კოლბიდან პიპეტით იღებენ 5—25 მლ ხსნარს (დამოკიდებულია ფოსფორის მოსალოდნელ შემცველობაზე) და გადაიტანენ 50 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, ამატებენ ცოტაოდენ წყალს, 1—2 წვეთ ბეტა-დინიტროფენოლის ხსნარს და ტიტრავენ NH_4OH -ის 20%-იანი ხსნარით ყვითელი ფერის მიღებამდე. ხსნარის ყვითელ შეფერვას აქრობენ 1—2 წვეთი გოგირდმჟავას 20%-იანი ხსნარის მიმატებით. შემდეგ ხსნარს ამატებენ 2 მლ მოლიბდენმჟავა ამონიუმის 2,5%-იან ხსნარს გოგირდმჟავაში და გამოხდილი წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე. ამატებენ 3 წვეთ ქლორიანი კალას ხსნარს, შეურევენ კარგად და 7—10 წუთის შემდეგ გახედავენ კოლორიმეტრში.

მრავალი მინდვრის ცდის შედარების საფუძველზე არენიუსი (1933) მივიდა შემდეგ დასკვნამდე:

თუკი მცენარისათვის შესათვისებელი P_2O_5 რაოდენობა აღნიშნული მეთოდით 20 მგ-მდეა 100 გ ნიადაგზე, მაშინ ასეთი ნიადაგები დიდ მოთხოვნილებას აყენებენ ფოსფორიან სასუქებზე. 20-დან 26 მგ-მდე P_2O_5 -ის შემცველობისას — საშუალო მოთხოვნილებას, ხოლო 27 მგ P_2O_5 -ზე მეტი შემცველობის შემთხვევაში ნიადაგები არ საჭიროებენ ფოსფორიანი სასუქების შეტანას.

მეთოდი რეკომენდებულია ხსნადი ფოსფატების განსაზღვრისათვის წითელმიწა ნიადაგებში.

ს ა ჭ ი რ ო რ ე ა ქ ტ ი ვ ე ბ ი :

1. ლიმონის მჟავას 1%-ანი ხსნარი;
2. კონცენტრირებული HCl (კუთ. წ. 1.19);

3. კალიუმის პერმანგანატის 5%-იანი ხსნარი (50 გ KMnO_4 -ს ხსნიან 2 ლ წყალში);
4. ბეტა-დინიტროფენოლის ხსნარი. (ნაჭერი ხსნარია. 0,2 გ $\text{C}_6\text{H}_4\text{N}_2\text{O}_5$ 100 მლ წყალში);
5. ამიაკის 20%-იანი ხსნარი. [814,0 მლ NH_4OH (კუთ. წ. 0,91) 1 ლ გამოხდილ წყალში];
6. გოგირდის მჟავას 20%-იანი ხსნარი [129,9 მლ H_2SO_4 (კუთ. წ. 1,84) 1 ლ გამოხდილ წყალზე];
7. მოლიბდენმჟავა ამონიუმის 2,5%-იანი ხსნარი გოგირდის მჟავაში.

25 გრამ მოლიბდენმჟავა ამონიუმს ხსნიან 200 მლ გამოხდილ წყალში (60°-მდე გაცხელებამდე) და მექანიკური მინარევეებით დანაგვიანების შემთხვევაში ფილტრავენ უნაცრო ფილტრში.

ცალკე ამზადებენ გოგირდის მჟავას ხსნარს. ამისათვის 280 მლ კონცენტრირებულ გოგირდის მჟავას (კუთ. წ. 1,84) მცირე ულუფებით ასხამენ 250 მლ გამოხდილ წყალში. ოთახის ტემპერატურამდე გაცივების შემდეგ ამ ორ ხსნარს ურევენ ერთმანეთში და ცივი წყლით მოჰყავთ ნიშანხაზამდე. ხსნარს ინახავენ ფერადი მინის ჭურჭელში კარგად თავდაცულ მდგომარეობაში.

8. ქლორიანი კალას ხსნარი.

0,25 გ $\text{SnCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ ხსნიან 10 მლ 10% HCl -ის ხსნარში წყლის აბაზანაზე გაცხელებით. ფოსფორის ყოველი განსაზღვრისას საჭიროა ახალი ხსნარი.

კალას ხსნარის დასამზადებლად იყენებენ აგრეთვე მეტალურ კალას. ამ შემთხვევაში 0,1 გრამ მეტალურ კალას ათავსებენ სინჯარაში, რომელიც დატულია ბუნზენის საჩქველით. (საცობში გატარებულია მინის მილი, რომელიც ბოლოვდება რეზინის მილით). ამატებენ მას 2 მლ კონცენტრირებულ მარილმჟავას, 1—2 წვეთ 4%-იან $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ -ს და დგამენ ადუღებული წყლის აბაზანაზე, მანამ სანამ მეტალური კალა მთლიანად არ გაიხსნება ხსნარში. გადმოდგამენ და გაცივების შემდეგ გამოხდილი წყლით შეავსებენ 10 მლ-მდე.

მცენარისათვის შესათვისებელი ფოსფორის განსაზღვრა ნიადაგში ფ. ვ. ჩირიკოვის მეთოდით

აღნიშნული მეთოდით ფოსფორის განსაზღვრა მოცემული იყო ჯერ კიდევ ნახევარი საუკუნის წინ ს. მ. ბოგდანოვის მიერ, ხოლო შემდეგ ჩირიკოვმა კვლავ ხელმეორედ გამოიყენა ის. მეთოდის პრინციპი შემდეგში მდგომარეობს: ნიადაგზე 0,5 ი კმრის მჟავის მოქმედებით ზდება მასში არსებული მცენარისათვის შესათვისებელი ფოსფორის

გახსნა და მისი გადასვლა ხსნარში. ძმრის მეჯავში ხსნადი ფოსფორის რაოდენობის განსაზღვრით აეტორი მსკელობს, თუ რამდენადაა უზრუნველყოფილი მცენარე ფოსფორით.

ანალიზის მსვლელობა. წონიან 1 მმ საცერში გატარებულ 4 გრამ ნიადაგს, ათავსებენ 250 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში, ამატებენ 100 მლ ძმარმეჯავს 0,5 n ხსნარს, ანჯღრევენ როტატორზე 1 საათის განმავლობაში, აყოვნებენ 18—20 საათით. რის შემდეგ ხსნარს კვლავ შეანჯღრევენ და ფილტრავენ მკვირვ უნაქრო ფილტრში.

კოლორიმეტრიებისათვის იღებენ 5—30 მლ (დამოკიდებულია ფოსფორის მოსალოდნელ შემცველობაზე ნიადაგში) ფილტრატს. თუკი ნიადაგი ღარიბია ფოსფორით და განსაზღვრისათვის საჭიროა აღებული იქნას 20 მლ-ზე მეტი ხსნარი, ამ შემთხვევაში ძმარმეჯავს მოსაცილებლად ხსნარის აღებულ მოცულობას აორთქლებენ ფაიფურის ჯამზე, მშრალ ნაშთს ხსნიან 10 მლ განზავებულ გოგირდმეჯავაში და ხსნარი ცხელი წყლით გადააქვთ 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში კოლორიმეტრიებისათვის, რომელიც ტარდება დენიქეს მეთოდის რომელიმე ვარიანტით;

თუკი საანალიზო ნიადაგი მდიდარია ფოსფორით და განსაზღვრისათვის იღებენ 5-დან 20 მლ-მდე ხსნარს, მაშინ შეიძლება ხსნარი არ ააორთქლონ. (გინზბურგი, 1958).

აღნიშნულ მეთოდს ძირითადად იყენებენ კორდიან-ეწერ და ტყის რუხ ნიადაგებზე. ამ ნიადაგებზე შეიძლება გამოყენებული იქნას შემდეგი ინდექსები:

I. ნიადაგები, რომლებიც მაღალ მოთხოვნას აყენებენ ფოსფორიან სასუქებზე; ასეთ ნიადაგებში მცენარისათვის შესათვისებელი ფოსფორი ჩირიკოვის მთხედვით 5,0 მგ-ზე ნაკლებია 100 გ ნიადაგში.

II. ნიადაგები, რომლებიც საშუალო მოთხოვნას აყენებენ ფოსფორიან სასუქებზე. ასეთ ნიადაგში მცენარისათვის შესათვისებელი ფოსფორი მერყეობს 5 მგ-დან 10 მგ-მდე 100 გ ნიადაგში.

III. ნიადაგები, რომლებიც არ მოითხოვენ ფოსფორიანი სასუქების შეტანას; ასეთ ნიადაგებში მცენარისათვის შესათვისებელი ფოსფორი 10 მგ-ზე მეტია 100 გ ნიადაგში.

ნიადაგის კალციუმთან ძმარმეჯავს ურთიერთმოქმედებისას წარმოქმნილი ძმარმეჯავა კალციუმი განაპირობებს არეს ზუფერობას. აღნიშნულის გამო ძმარმეჯავა ხსნარი გამოიყენება არა მარტო მეჯავე, არამედ, აგრეთვე ნეიტრალურ ნიადაგებზეც.

საჭირო რეაქტივები: 1. 0,5 ნორმალობის ძმარმეჯავა (30 მლ კონცენტრირებულ $C_2H_4O_2$ აზავებენ გამოხდილი წყლით და მიჰყავთ 1 ლიტრამდე. შემდეგ NaOH-ით დატიტვრის გზით, ფენოლ-

ფტალეინის გამოყენებით, ამოწმებენ დამზადებული მკვავას ტიტრს და მიჰყავთ ის 0,5 ნორმალობამდე.

2. განზავებული H_2SO_4 (150 მლ H_2SO_4 ხე. წ. 1,84, განზავებენ გამობდილი წყლით და მიჰყავთ 1 ლიტრამდე).

მცენარისათვის ადვილად შესათვისებელი ფოსფორის განსაზღვრა ე. ტრუოგის მეთოდით (1930)

ტრუოგის მეთოდით მცენარისათვის ადვილად შესათვისებელი ფოსფორის განსაზღვრა წარმოებს ნიადაგზე 0.002 *n* გოგირდმკვავას ხსნარის მოქმედებით. ამ რეაქტივს ამზადებენ ამონიუმის სულფატის დამატებით, რაც განაპირობებს ბუფერული ხსნარის წარმოქმნას $pH=3$ -მდე.

ანალიზის მსვლელობა. წონიან 1 მმ ნასვრეტებიან საცერში გატარებულ ჰაერმშრალ ნიადაგს 2 გრამის რაოდენობით, ათავსებენ 750 მლ მოცულობის კოლბში და ამატებენ 400 მლ 0.002 *n* H_2SO_4 -ის ხსნარს, ახურავენ საცობს და ანჯღრევენ 30 წუთის განმავლობაში, რის შემდეგ ფილტრავენ მკვრივ უნაცრო ფილტრში. ფილტრატს პირველ ჩამონადენს გადაღვრიან.

25—50 მლ გამჭვირვალე ფილტრატს ათავსებენ 100 მლ-იან საზომ კოლბში და აწარმოებენ მასში ფოსფორის განსაზღვრას კოლორიმეტრული მეთოდით ე. ტრუოგ-მეიერის მორდიფიკაციით. ე. ი. საზომ კოლბში გადატანილ ფილტრატს ანეიტრალებენ β დინიტროფენოლის მიხედვით, გამობდილი წყლით მიიყვანენ დაახლოებით 90 მლ-მდე, შეანჯღრევენ და ამატებენ 4 მლ მოლიბდენმკვავა ამონიუმს, გახსნილს გოგირდმკვავაში. ხსნარს ხელმეორედ შეურევენ, გამობდილი წყლით მიიყვანენ ჩიშანსაზამდე, ამატებენ 6 წვეთ $SnCl_2$ -ის ხსნარს და კარგად შეურევენ. ამ დროს ხსნარი მიიღებს ლურჯ შეფერვას. შეფერვის ინტენსივობა დამოკიდებულია ხსნარში ფოსფორის რაოდენობაზე. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ტრუოგის მეთოდით ადვილად ხსნადი ფოსფორის განსაზღვრის დროს მიღებული ლურჯი შეფერვა არამდგრადია და დროს მიხედვით იცვლება. ამიტომ საჭიროა გამოსაკვლევი და სანიმუშო ხსნარების შეფერვათა ინტენსივობის შედარება ვაწარმოოთ ხსნარის შეფერვადებიდან 5—15 წუთის განმავლობაში, რადგან 15 წუთის შემდეგ შეფერვის ინტენსივობა იცვლება. თუ ხსნარების შეფერვათა ინტენსივობის შედარება გადასცდა 15 წუთს, მაშინ გამოსაკვლევ და სანიმუშო ხსნარებს მათი შედარების წინ ამატებენ თითო წვეთ $SnCl_2$ ხსნარს და კარგად ანჯღრევენ.

ტრუოგის მეთოდი თავისუფლად შეიძლება იქნას გამოყენებული ნიადაგის ფოსფორიან სასუქებზე მოთხოვნილების განსაზღვრისა-

თვის. თუ აღნიშნული მეთოდით განსაზღვრული ფოსფორი 2,5 მგ-მდეა 100 გ ნიადაგში, მაშინ ასეთი ნიადაგი ძალიან საჭიროებს ფოსფორიან სასუქებს, თუ აღნიშნული მეთოდით ნიადაგში ადვილად ხსნადი ფოსფორი 2,5—10 მგ-მდეა 100 გ ნიადაგში, მაშინ ასეთი ნიადაგი საშუალოდ საჭიროებს ფოსფორიან სასუქებს, ხოლო თუ ნიადაგში ადვილად ხსნადი ფოსფორი 10 მგ-ზე მეტია 100 გ ნიადაგში, მაშინ ასეთ ნიადაგებში ფოსფორიანი სასუქებს გამოყენება საჭირო არ არის.

ს ა ჭ ი რ ო რ ე ა ქ ტ ი ვ ე ბ ი :

1. H_2SO_4 -ის 0,002 n ხსნარი, იღებენ H_2SO_4 -ის 0,1 n 20 მლ ხსნარს 1 ლიტრიან საზომ კოლბში და გამოხდილი წყლით ავსებენ ნიშნახაზამდე. ბუფერული ხსნარის მიღების მიზნით 1 ლიტრ H_2SO_4 0,002 n ხსნარს ამატებენ 3 გრამ $(NH_4)_2SO_4$. ასეთი წესით მომზადებული H_2SO_4 -ის ხსნარის pH-3,0.

2. მოლიბდენმეაჯა ამონიუმის ხსნარი გოგირდის მეაჯაში. 25 გრამ კრისტალურ მოლიბდენმეაჯა ამონიუმის მარილს ხსნიან 200 მლ წყალში, აცხელებენ 60° -მდე და ფილტრავენ. 280 მლ კონცენტრირებულ გოგირდმეაჯას (კუთ. წ. 1,84) ანზავენენ წყლით 800 მლ-მდე (გოგირდის მეაჯა არ უნდა შეიცავდეს ფოსფორს და ღარიშხანს) და როცა პირველი და მეორე ხსნარი გაცივდება, მათ ერთმანეთში ურევენ. (მოლიბდენმეაჯა ამონიუმის ხსნარს ამატებენ გოგირდმეაჯას ხსნარში). გაცივებული ხსნარის მოცულობას გამოხდილი წყლით მიიყვანენ 1 ლიტრამდე.

3. კალას ქლორიდის ხსნარი მარილმეაჯაში: 0,25 გ $SnCl_2 \cdot 2 H_2O$ ხსნიან 10 მლ 10%-იან HCl-ის ხსნარში. თუ საჭიროა ხსნარს ფილტრავენ და შემდეგ გადააქეთ მინის საცობიან ჭურჭელში.

ხსნარის ზედპირის ჰაერისაგან დაცვის მიზნით, ამატებენ მანქანის თეთრ ზეთს იმ რაოდენობით, რომ ზედპირი დაიფაროს 5 მმ-ის სისქით. $SnCl_2 \cdot 2 H_2O$ -იან მინის ჭურჭელს უნდა ჰქონდეს მინის ონკანიანი სიფონი, რათა შევძლოთ ხსნარის წვეთწვეთობით ჩამოშვება. შეიძლება გამოიყენონ მეტალური კალასაგან დამზადებული ხსნარიც. რისთვისაც 0,1 გრამ წვრილად დაჭრილ ლითონურ კალას, ამატებენ 2 მლ ქიმიურად სუფთა კონცენტრირებულ მარილის მეაჯას (კუთ. წ. 1,19). გახსნის დაჩქარების მიზნით, ამატებენ 1—2 წვეთ 4%-იან $CuSO_4 \cdot 5 H_2O$ -ს ხსნარს და ბუნზენის სარკველით თავდაცულ სინჯარას ათავსებენ წყლის აბაზანაზე.

კალას გახსნის შემდეგ სინჯარაში მოთავსებულ ხსნარს ანზავენენ წყლით 10 მლ-მდე, ეს ხსნარი არამდგრადია და მისი მომზადება საჭიროა ყოველდღიურად ანალიზის ჩატარების წინ.

4. ფოსფორის სანიმუშო ხსნარი. გადაკრისტალბულ, ალკოჰოლით გარეცხილ და გამშრალ $0,1917$ გ KH_2PO_4 -ს ხსნიან 1 ლიტრ გამობდილ წყალში. ამრიგად მომზადებული სანიმუშო ხსნარის 1 მლ შეიცავს $0,1$ გ P_2O_5 -ს. ასეთი წესით მომზადებული ხსნარიდან იღებენ 100 მლ, გადააქვთ იგი 1 ლიტრიან საზომ კოლბში, მიჰყავთ ნიშანხაზამდე. ასეთი ხსნარის 1 მლ შეიცავს $0,01$ მგ P_2O_5 .

შესათვისებელი ფოსფორის განსაზღვრა ნიადაგში გენერ-რიმის მეთოდით

ბალტიისპირეთის რესპუბლიკის სამეცნიერო დაწესებულების მიერ, ნიადაგიდან მოძრავი ფოსფატებისა და კალიუმის გამოსაყოფად გამოყენებული იქნა რეაქტივი, რომელიც პირველად შემოთავაზებული იყო 1932 წ. შვეციაში და რომელმაც ფართო გავრცელება ჰპოვა შემდგომში დასავლეთ ევროპის მთელ რიგ ქვეყნებში. ნიადაგს ამუშავებენ რძემჟავა კალციუმით, რომლის $pH=3,6-3,7$. კალციუმის დიდი რაოდენობით შემცველობის გამო ხსნარში გადმოდის მცირე რაოდენობის ჰუმუსოვანი ნივთიერებანი.

ნიადაგის შეფარდება ხსნართან არის $1:50$. თუკი ნიადაგი შეიცავს 2% -ზე მეტ $CaCO_3$, მაშინ ნიადაგის შეფარდება ხსნართან უნდა იყოს $1:250$ და ამ დროს მიღებული ანალიზის შედეგები (P_2O_5 მგ 100 გ ნიადაგზე) საჭიროა გამრავლდეს $0,66$ *.

ანალიზის მსვლელობა. 1 მმ საცერში გატარებულ ჰაერმშრალ 5 გრამ ნიადაგს ათავსებენ 400 მლ მოცულობის ჭურჭელში, ამატებენ 250 მლ კალციუმის ლაქტატს (ხსნარი 1 ბ) და ოთახის ტემპერატურის პირობებში ანჭლრევენ $1,5$ საათის განმავლობაში. ფილტრავენ მკვრივ, უნაცრო ფილტრში. ფილტრატის პირველ ჩამონადენს გადაღვრიან.

ხსნარში ფოსფორი უნდა განისაზღვროს რაც შეიძლება სწრაფად, არა უგვიანეს $3-4$ საათისა მისი მიღებიდან. ფილტრატიდან პიპეტით იღებენ 25 მლ-ს და გადაიტანენ $50-100$ მლ მოცულობის მინის კოლბში (საზომი კოლბები საჭირო არ არის) ან ქიმიურ ჭურჭელში. ამატებენ მოლიბდენის ხსნარისა და აღმდგენელი ხსნარის (ხსნარი 4) ნარევს 2 მლ რაოდენობით და კარგად შერევის შემდეგ 1 მლ ქლორიანი კალას ხსნარს (ხსნარი 5). კვლავ შეურევენ და აწარმოებენ კოლორიმეტრიკებას 30 წუთის შემდეგ, მაგრამ არა უგვიანეს 3 საათისა.

თუკი ნიადაგში ბევრია ფოსფორი და განსაზღვრისათვის იღებენ

* რადგან ფოსფორის ხსნალობა იცლება ნიადაგის: ხსნართან შეფარდების გზარდის არაპირდაპირპროპორციულად.

25 მლ-ზე ნაკლები რაოდენობით ფილტრატს, მაშინ 25 მლ-დე მას მიიყვანენ ლაქტატის სამუშაო ხსნარის დამატებით.

გასაყოლორიმეტრიკებელი ხსნარის საერთო მოცულობა უნდა იყოს 28 მლ. ამ ხსნარის განზავება წყლით არაერთარ შემთხვევაში არ შეიძლება.

სანიმუშო ხსნარების სკალის მომზადებისას საჭიროა სანიმუშო სამუშაო ხსნარის (ხსნარი ნ ბ) ზუსტად გაზომილ რაოდენობას დაემატოს ლაქტატის გაფილტრული სამუშაო ხსნარის (ხსნარი 1 ბ) ისეთი რაოდენობა, რომ მისი საერთო მოცულობა ტოლი იყოს საკვლევი ხსნარის მოცულობისა, შეფერვა კი უნდა ჩატარდეს ისე, როგორც ეს აღწერილია ნიადაგის გამონაწურში ფოსფორის განსაზღვრის შემთხვევისათვის.

აღნიშნული მეთოდის ავტორთა მიერ ლაქტატის ხსნარში ფოსფორის კოლორიმეტრული განსაზღვრისათვის (ან სამუშაო ხსნარში) რამდენიმე აღმდგენელის (მეთოლი, Na_2SO_3 და $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ -თან ერთად შემდგომში ქლორიანი კალას დამატებით) გამოყენება უზრუნველყოფს საანალიზო ხსნარების ლურჯი ფერის უფრო მდგრადობას, ვიდრე აღმდგენელის სახით მხოლოდ ერთი ქლორიანი კალას გამოყენება. შეფერვის ასეთი მდგრადობა მნიშვნელოვნად ამსუბუქებს ანალიტიკოსის მუშაობას მასიური ანალიზების ჩატარების დროს. თუკი ლაბორატორიის პირობებში კოლორიმეტრიკების აღწერილი მეთოდი იწვევს რაიმე სიძნელეს, შეიძლება ლაქტატის ხსნარში ფოსფორის კოლორიმეტრული განსაზღვრისას აღდგენა ჩატარდეს მარტოოდენ ქლორიანი კალას გამოყენებით, ე. ი. დენიყეს რომელიმე ვარიანტით, ამ შემთხვევაში კოლორიმეტრზე ათვლა უნდა მოხდეს ზუსტად განსაზღვრულ დროში, როგორც ეს მეთოდით არის გათვალისწინებული. რადგანაც ქლორიანი კალას გამოყენებით მიღებული ლურჯი ფერი ნაკლებ მდგრადია;

ლაქტატის მეთოდის ავტორები — ეგნერი და რიმი — აღნიშნულ მეთოდს თვლიან როგორც უნივერსალურს და რეკომენდაციას იძლევიან გამოყენებული იქნას შვეციისა და გერმანიის მსუბუქ და მძიმე ნიადაგებზე, როგორც მკავე (pH—5,5-მდე) ისე ნეიტრალური რეაქციის პირობებში.

ქვემოთ მოტანილია ეგნერ-რიმის ცხრილი, რომლის გამოყენებით შეიძლება ნიადაგი მივაკუთვნოთ ფოსფორით უზრუნველყოფის ამა თუ იმ ჯგუფს.

მაგალითად, თუკი მძიმე თიხნარ ნიადაგში, რომლს pH 6-ია, ანალიზის შედეგებით P_2O_5 -ის შემცველობა 6,5 მგ-ია 100 გ. ნიადაგზე, მაშინ ის შეიძლება მიეკუთვნოს ფოსფორით საშუალოდ დაკმაყოფილებულ ნიადაგს. თუკი ფოსფორის ასეთი შემცველობაა მსუ-

ბუქ ნიადაგში, რომლის pH — ისეც 6-ია, საჭიროა ეს ნიადაგი მიეკუთვნოს ფოსფორით ცუდად დაკმაყოფილებულ ნიადაგს.

ცხრილი 28

მომრავი ფოსფატების შემცველობა ნიადაგში, რომელიც ახასიათებს ეგნერ-რიმის მეთოდის მიხედვით ფოსფორით მათ უზრუნველყოფას;
მგ P₂O₅ — 100 გ ნიადაგზე

ნიადაგის უზრუნველყოფა ფოსფორით	მსუბუქი ნიადაგები pH-ით			საშუალო ნიადაგები pH-ით			ძვირე ნიადაგები pH-ით		
	5,5-მდე	5,6—6,5	6,6 და უფრო მეტი	5,5-მდე	5,6—6,5	6,6 და უფრო მეტი	5,5	5,6—6,5	6,6 და უფრო მეტი
ცუდი	<7,0	<8,5	<10,0	<5,0	<6,0	<7,5	<4,0	<5,0	<6,0
საშუალო	<14,0	<17,0	<20,0	<10,0	<12,0	<15,0	<8,0	<10,0	<12,0
ამაქმად უზრუნველყოფილი	>14,0	>17,0	>20,0	>10,0	>12,0	>15,0	>18,0	>10,0	>12,0

საჭირო რეაქტივები: 1. ნიადაგის ერთი და იგივე წონიდან ფოსფორისა და კალიუმის გამოსაძევებლად რძემჟავა კალციუმს ანუ ლაქტატს ამზადებენ შემდეგნაირად:

სამარაგო ხსნარი (1 ა): 240 გრამ კალციუმის ლაქტატს ხსნიან 1,5 ლ ადულებულ წყალში, თბილ ხსნარში ამატებენ 80 მლ 10 n HCl-ის ხსნარს (კუთ. წ. 1,16) და გაცივების შემდეგ გამოხდილი წყლით მიჰყავთ 2 ლიტრამდე. ამ სამარაგო ხსნარის pH — 3,2-ია. მას ამატებენ რამდენიმე წვეთ „დასაქონსერვებელ“ სითხეს (ქსილოლი, ქლოროფორმი, ფორმალინი). ამ პირობებში ხსნარი ინახება მუქი ფერის ჭურჭელში ერთი კვირის განმავლობაში. სამუშაო ხსნარს (1 ბ) ამზადებენ 500 მლ სამარაგო ხსნარის განზავებით 10 ლიტრამდე (20-ჯერ), სამუშაო ხსნარის pH 3,6; ხსნარი ნაყლებად მდგრადია. ის უნდა მომზადდეს ხმარების წინ.

როგორც სამარაგო, ისე სამუშაო ხსნარი რამდენადმე მღვრიეა, რაც ხელს არ უშლის მის გამოყენებას.

2. აღდგენისათვის საჭირო რეაქტივი. სამარაგო ხსნარი (2 ა). 2 გრამ მეთოლს, 10 გრამ უწყლო, სუფთა ნატრიუმის სულფიტს (Na₂SO₃) და 300 გრამ სუფთა მშრალ მეტაბისულფატის (Na₂S₂O₅) ხსნიან სუსტი გაცხელებით ლიტრიან კოლბში, დაახლოებით 800 მლ წყალში. გაცივების შემდეგ ხსნარი წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე. მღვრიე ხსნარს იყენებენ გაფილტვრის გარეშე, რადგან სიმღვრივე ადვილად ილექება. მჭიდროდ თავდახურულ ფერადი მინის ჭურჭელში ეს ხსნარი (2 ა) ინახება დიდხანს.

აღდგენისათვის საჭირო სამუშაო ხსნარს ამზადებენ ერთი მოცულობა სამარაგო ხსნარიდან (2 ა) და სამი მოცულობა გამოხდილი წყლისაგან. ეს სამუშაო ხსნარი არ არის მდგრადი.

3. მოლიბდენიანი რეაქტივი. სამარაგო ხსნარი (3 ა). 50 გრამ მოლიბდენმეაგა ამონიუმს ლიტრიან საზომ კოლბში ხსნიან 400 მლ გამოხდილ წყალში 60°-მდე ტემპერატურის პირობებში. გაცივების შემდეგ მუდმივი შერევით უმატებენ 500 მლ დაახლოებით 10n H₂SO₄-ის ხსნარს* (კუთ. წ. 1,29) და წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე. კარგად თავდაცულ ფერადი მინის ჭურჭელში ხსნარი ინახება დიდი ხნის განმავლობაში.

სამუშაო ხსნარს (3 ბ) ამზადებენ ერთი მოცულობა სამარაგო ხსნარის (3 ა) განზავებით ერთ მოცულობა გამოხდილ წყალთან. სამუშაო ხსნარი არ არის მდგრადი.

4. მოლიბდენ-აღმდგენელის ნარევი (4); ერთ მოცულობა ხსნარს (2 ბ) ურევენ ერთ მოცულობა ხსნართან (3 ბ). ნარევი საჭიროა მოზადდეს მხოლოდ გამოყენების წინ.

5. ქლორიანი კალა. (ხსნარი 5); 0,1 გრამ ქლორიან კალას (კრისტალური) 50 მლ მოცულობის საზომ კოლბში ხსნიან 7,5 მლ 10n HCl-ში (კუთ. წ. 1,16) და 50 მლ-მდე აზავენენ წყლით. თუკი კალა ცუდად იხსნება, შეიძლება ოდნავ გაცხელდეს ხსნარი წყლის აბაზანაზე და გაცივების შემდეგ მიყვანილი იქნას განსაზღვრულ მოცულობამდე.

6. ფოსფორისა და კალიუმის განსაზღვრისათვის საჭიროა მომზადდეს საერთო სანიმუშო ხსნარი (იმ შემთხვევაში თუკი კალიუმის განსაზღვრა წარმოებს ალოვანი ფოტომეტრის საშუალებით)**.

სანიმუშო ხსნარი: 0,1917 გრამ KH₂PO₄ (გადაკრისტალებული) და 0,0534 გრამ KCl (ანალიზისათვის სუფთა) ხსნიან 1 ლიტრ გამოხდილ წყალში. შენახვისათვის ხსნარს ამატებენ ფორმალინს. ეს ხსნარი (6 ა) ითვლება სამარაგოდ; მისი 1 მლ შეიცავს 0,1 მკ P₂O₅ და 0,1 მკ K₂O; ხსნარი შეიძლება შენახული იქნას 4 კვირის განმავლობაში.

სამუშაო სანიმუშო ხსნარის მოსამზადებლად (6 ბ) 100 მლ სამარაგო სანიმუშო ხსნარს (6 ა) და 50 მლ გაფილტრულ კალციუმის ლაქტატის სამარაგო ხსნარს (1 ა) წყლით მიიყვანენ 1 ლიტრამდე. მიღებული სამუშაო ხსნარი შეიცავს 0,01 მკ P₂O₅ და 0,01 მკ K₂O 1 მლ-ში. ის არამდგრადია. საჭიროა მომზადდეს ზმარების წინ.

* 10n H₂SO₄-ის მისაღებად საჭიროა, 267,4 მლ H₂SO₄ (კუთ. წ. 1,84) განზავდეს 600 მლ გამოხდილ წყალში და გაცივების შემდეგ დაიყვანილი იქნას 1 ლიტრამდე.

** იმ შემთხვევაში, როცა კალიუმი არ იხაზღვრება ან მისი განსაზღვრისათვის იყენებენ კობალტნიტრატის მეთოდს, სანიმუშო ხსნარი შეიძლება დამზადდეს მხოლოდ ფოსფორისათვის, ე. ი. KCl-ის გარეშე.

A—L მეთოდი

სხვა მკვლევარებთან ერთად ეგნერი მუშაობდა ლაქტატის მეთოდის გაუმჯობესებაზე, განსაკუთრებით ძლიერ კარბონატულ ნიადაგებზე. 1958 წელს დამუშავდა ლაქტატის მეთოდის ვარიანტი, ლაქტატურ-აცეტატ-ამონიუმის, ანუ A—L მეთოდად წოდებულ.

ეგნერის მეთოდის ახალი ვარიანტი საშუალებას იძლევა ფოსფორთან ერთად ხსნარში განისაზღვროს არა მარტო კალიუმი, არამედ აგრეთვე სხვა კათიონებიც (კალციუმი, მაგნიუმი და ბორი).

კალციუმის ლაქტატის ნაცვლად ამონიუმის ლაქტატის შეტანა (ამ შემთხვევაში ხსნარში არ შეიტანება არასასურველი Ca-ის იონი, შესაძლებლობას იძლევა გამოყენებული იქნას ეს გამხსნელი ისეთი ნიადაგებისათვისაც, რომელნიც შეიცავენ 4%-ზე მეტ CaCO_3 ; ამ შემთხვევაში, კარბონატულ ნიადაგთან ხსნარის ურთიერთმოქმედების შემდეგ გაწონასწორებული ხსნარის pH მკვეთრად არ ეცემა. ისეთ ნიადაგებზე, სადაც CaCO_3 -ის შემცველობა 20%-ზე მეტია, რეკომენდებულია ნიადაგზე გამხსნელის განმეორებითი ზემოქმედება.

მოვიყვანთ ამ ვარიანტის აღწერას ისე, როგორც ის რეკომენდებულია ავტორების მიერ.

ანალიზის მსვლელობა. 5 გრამ ჰაერმშრალ ნიადაგს, რომელიც გატარებულია 1 მმ დიამეტრის ნასვრეტებიან საცერში, 4 საათის განმავლობაში ანჭლრევენ 100 მლ ამონიუმ-ლაქტატ-მმარმეავა ხსნართან (A—L ხსნართან) $20 \pm 1^\circ\text{C}$ -ის ტემპერატურის პირობებში. ფილტრატში განისაზღვრება ფოსფორი მობილდენის ლურჯის მეთოდით (იხილეთ ზემოთ ეგნერ-რიმის მეთოდის მიხედვით ფოსფორის განსაზღვრის აღწერა).

მეთოდის ავტორების მიერ მოცემულა საორიენტაციო რიცხვები (ლიმიტები), რომლებიც სასურველია შემდგომში დაზუსტდეს კონკრეტულ ნიადაგობრივ პირობებში:

10 მგ-მდე P_2O_5 100 გ ნიადაგზე — ნიადაგი ცუდად არის დაკმაყოფილებული ფოსფორით (III ჯგუფი). 11-დან 20 მგ-მდე — ნიადაგი ზომიერად არის დაკმაყოფილებული ფოსფორით (II ჯგუფი). 20 მგ-ზე ზევით — ნიადაგი დაკმაყოფილებულია ფოსფორით (I ჯგუფი).

ს ა ქ ი რ ო რ ე ა ქ ტ ი ვ ე ბ ი: ამონიუმ-ლაქტატ-მმარმეავა ხსნარის (A—L — ხსნარის) მომზადება ეგნერ-რიმის აღწერით შემდეგში მდგომარეობს.

საწყისში ამზადებენ რძის მჟავას ძლიერ ხსნარს, რისთვისაც 1 კგ ქიმიურად სუფთა რძის მჟავას* ამატებენ 2 ლიტრ გამოხდილ წყალს და ჰიდრატაციის მიზნით აყოვნებენ 48 საათს, 95°C ტემპერატურის პირობებში. გაცივების შემდეგ მის ნორმალობას ადგენენ NaOH-ით დატიტრის გზით ფენოლფტალეინის თანაარსებობით. რძის მჟავას მიღებული ხსნარი იქნება დაახლოებით 3 ნორმალობის.

10 ლიტრი სამარაგო ამონიუმ-ლაქტატ-ძმარმჟავა ხსნარის (A — L ხსნარის) მოსამზადებლად საჭიროა 10 ექვ. რძის მჟავა.

მაგალითი. თუკი ძლიერი რძის მჟავას ხსნარი აღმოჩნდება 3,2 II, მაშინ მისი 10 ექვივალენტი შევა $\frac{10000}{3,2} = 3125$ მლ-ში. შემდეგ

3125 მლ რძის მჟავას ამატებენ 1875 გრამ ან 1785 მლ სუფთა 96%-იან CH_3COOH , 770 გრამ ამონიუმის აცეტატს (ანალიზისათვის სუფთა) და გამოხდილი წყლით მიჰყავთ 10 ლიტრამდე (სამარაგო ხსნარი). 1 ლიტრ სამარაგო ხსნარს გამოხდილი წყლით აზაევებენ 10 ლიტრამდე და ღებულობენ სამუშაო გამსხნელ ხსნარს, ე. წ. ამონიუმ-ლაქტატ-ძმარმჟავა ხსნარს.

ნიადაგიდან ფტორიდული გამონაწურით ფოსფორის განსაზღვრის მეთოდი

ფტორიდული ხსნარების უპირატესობა იმაში მდგომარეობს, რომ ისინი ნიადაგიდან აძევენ რაგორც გაცვლით ფოსფატებს, ასე კალციუმის ორჩანაცვლებულ ფოსფატს, ალუმინის ფოსფატს, ზოლო pH-7 ზევით მცირედ ხსნიან რკინის ფოსფატებს; კალციუმის სამჩანაცვლებული ფოსფატები, კი პრაქტიკულად უხსნადია ფტორიდულ გამონაწურში.

სოკოლოვის მეთოდი

ფოსფატების გამოსაყოფად იყენებენ 0,1 II ამონიუმის ფტორიდის ხსნარს.

ანალიზის მსვლელობა: 2 გრამ ნიადაგს ამატებენ 200 მლ 0,1 II NH_4F -ის ხსნარს და ანჯღრევენ 30 წუთის განმავლობაში. ხსნარს ფილტრავენ მკვირვ უნაცრო ფილტრში. 20—40 მლ ფილტრატს (დამოკიდებულია ფოსფატების მოსალოდნელ შემცველობაზე ნიადაგში) გადაიტანენ 50 მლ მოცულობის საზომ კოლბში და განეიტრალებენ

* შეიძლება დავიწყოთ არა 1 კგ-დან, არამედ მაგ. 100 გრ. რძის მჟავადან. ეს რაოდენობა საკმარისია 100 განსაზღვრისათვის.

შემდეგ ამატებენ ბორის მჟავას მაძლარი ხსნარის 5 მლ-ს ფტორიდულ მარილებთან კომპლექსური შენაერთების წარმოსაქმნელად. ამის შემდეგ ხსნარს აკოლორიმეტრიკებენ დენიეს მეთოდის რომელიმე ერთი ვარიანტით (შშუკით ან ტრუოკით). როგორც ფოტოკოლორიმეტრზე, ისე ეიზუალურ კოლორიმეტრზე მუშაობისას სტანდარტული სანიმუშო ხსნარების სკალას ადგენენ მათზე (სტანდარტულ ხსნარებზე) 10 მლ 0,1 N NH₄F-ის ხსნარის და 5 მლ ბორის მჟავას დამატებით. (50 მლ მოცულობის საზომ კოლბში).

თუკი გამონაწური მღვრიეა ან შეფერილია ორგანული ნივთიერებებით, მაშინ მათზე, მუდმივი შერევით, ბიურეტიდან ამატებენ წვეთობით 2 მლ H₂SO₄ (1:1 განზავებულს), აყონებენ 20—30 წუთით, რის შემდეგ დანის წვერით ამატებენ მცირეოდენ გააქტივებულ ნახშირს (0,5 გრამი), შეანჯღრევენ და აყონებენ ნალექის გამოსაყოფად ან ფილტრავენ. ამის შემდეგ იღებენ 20—40 მლ გამჭვირვალე ხსნარს და ათავსებენ 50 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, ამატებენ 1—2 წვეთ β—დინიტროფენოლს (თუკი ეს არ გვაქვს, შეიძლება ფენოლფტალეინის გამოყენება) და ანეიტრალებენ ამიაკის 10%-იანი ხსნარით ყვითელი ფერის მიღებამდე, რომელსაც შემდეგ აქრობენ 1 წვეთი გოგირდის მჟავას (1:3 განზავებული) დამატებით. შემდეგ ამატებენ 5 მლ ბორის მჟავას და ამზადებენ ხსნარის კოლორიმეტრიკებისათვის.

თუკი ზემოთ მოყვანილი წესით ვერ აღწევენ ხსნარის გაუფერულებას, მაშინ მიმართავენ ორგანული ნივთიერების დაყენგვას კალიუმის პერმანგანატით, როგორც ამას აწარმოებენ მაჩიგინის მეთოდით ნახშირმჟავა გამონაწურისათვის: (325—326 გვ.) იღებენ 20—30 მლ ხსნარს 50 მლ საზომ კოლბში, ამატებენ 2 მლ H₂SO₄ (150 მლ H₂SO₄ კუთ. წ. 1,84 1 ლიტრ წყალზე) და 4 მლ 0,5 N KMnO₄-ის ხსნარს, ადუღებენ 2 წუთს, ცხელ ხსნარს ამატებენ 1 მლ 10%-იან გუკოზის ხსნარს ნალექში გამოყოფილი მანგანუმის ზეყანგის გასახსნელად. გაციელების შემდეგ აწარმოებენ ხსნარის განეიტრალებას, ისე როგორც ეს მითითებულია ზემოთ და მის კოლორიმეტრიკებას ბორის მჟავას დამატების შემდეგ.

ეს მეთოდი რეკომენდებულია კორდიან-ეწერი და რუხი ნიადაგების როგორც სახნავი, ისე ქვედა ჰორიზონტებისათვის. კორდიან-ეწერ ნიადაგებზე მისი გამოყენებისას შეიძლება ვისარგებლოთ იმ ინდექსებით, რომელიც დადგენილია კირსანოვის (იხ. 305 გვ.) მეთოდისათვის, ზოლო რუხი ნიადაგებისათვის ინდექსები საჭიროა დადგენილი იქნას ანალიზის შედეგების შედარებით ფოსფატების ეფექტურობასთან.

ს ა ჭ ი რ ო რ ე ა ქ ტ ი ვ ე ბ ი: 1. 0,1 N. NH₄F-ის ხსნარის.

37 გ მარილს ხსნიან გამოხდილ წყალში და მიჰყავთ 1 ლიტრამდე. ამ ხსნარს ინახავენ მოპარაფინებულ მინის კურკელში. მუშაობისათვის განაზავებენ მას 10-ჯერ, ე. ი. ღებულობენ 0,1 n NH₄F-ის ხსნარს, რომლის pH 6,3 — 6,4-ია.

2. ბორის მყავას მაძლარი ხსნარი. 50 გ ბორის მყავას ხსნიან ცხელ წყალში (900 მლ-მდე) და გაცივების შემდეგ მიჰყავთ 1 ლიტრამდე.

ბრეის და კურატის მეთოდი

1945 წელს ბრეიმ და კურატმა გამოაქვეყნეს მყავას სუსტი ხსნარისა და ამონიუმის ფტორიდის ნარევიტ მცენარისათვის შესათვისებელი ფოსფორის განსაზღვრის მეთოდიკა. ფტორიდებთან ურთიერთმოქმედებისას ნიადაგიდან გამოიყოფა არა მარტო ფოსფატების მყავა ხსნადი ფორმები, არამედ აგრეთვე, ეგრეთწოდებული, ნიადაგის გაცვლითი ფოსფატებიც.

გამონაწურის მომზადება: გამონაწური მზადდება ნიადაგის ხსნართან 1:7 შეფარდებით და 1 წუთის ნჯღრევის შემდეგ იფილტრება. ფილტრატის განსაზღვრულ მოცულობაში კოლორიმეტრული წესით განისაზღვრება ფოსფორი დენიეის მეთოდის რომელიმე ვარიანტით ან თვით ამ ავტორების მიერ რეკომენდებული მეთოდიკით.

ამისათვის მიღებული ფილტრატის 1 მლ-ს ამატებენ 6 მლ გამოხდილ წყალს და 2 მლ ამონიუმის მოლიბდატს (რეაქტივი 2), კარგად შეურევენ, ამატებენ ქლორიანი კალას სამუშაო ხსნარის 1 მლ-ს (რეაქტივი 3). კვლავ შეურევენ კარგად და დროის გარკვეული მონაკვეთის შემდეგ შეფერილ ხსნარს გახედავენ კოლორიმეტრში.

ს ა ქ ი რ ო რ ე ა ქ ტ ი ვ ე ბ ი: 1. NH₄F-ის 1,0 n ხსნარის 15 მლ-ს და 0,5 n HCl-ის 25 მლ-ს გამოხდილი წყლით მიიყვანენ 460 მლ-მდე. ეს იძლევა 0,03 n ხსნარს NH₄F-ის მიხედვით და 0,025 n ხსნარს HCl-ის მიხედვით. ხსნარი შეიძლება შენახული იქნას მინის კურკელში 1 წელზე მეტი დროის განმავლობაში.

2. მოლიბდენმყავა ამონიუმი მარილმყავაზე. 15 გ რეაქტივს ხსნიან 350 მლ გამოხდილ წყალში. ამატებენ 350 მლ 10 n HCl-ის ხსნარს, აცივებენ ოთახის ტემპერატურამდე და მიიყვანენ 1 ლიტრამდე. კარგად თავდაცულ ფერადი მინის კურკელში შეიძლება შენახულ იქნას 2 თვეზე მეტ ხანს.

3. ქლორიანი კალა. 10 გრამ SnCl₂ · 2H₂O ხსნიან 25 მლ კონცენტრირებულ HCl-ში. ეს ხსნარი კარგად თავდაცულ კურკელში ინახება 1 თვეზე მეტი ხნის განმავლობაში. მისგან ამზადებენ სამუშაო ხსნარს, რისთვისაც 1 მლ-ს შეიტანენ 0,5 ლიტრ გამოხდილ წყალში. ინახება მხოლოდ 4 საათის განმავლობაში.

აღნიშნული ავტორები კვლევის შედეგად მივიდნენ იმ დასკვნამდე, რომ გოგირდმყავასა და ამონიუმის ფტორიდის ნარევეს აქვს იგივე უპირატესობა, რაც მარილმყავას და ამონიუმის ფტორიდის ნარევეს, ამავე დროს იგი უფრო ეფექტურია ნიადაგიდან ფოსფორის გამოსაძეველად. ამ ავტორთა მიერ შემოთავაზებულია თავიანთი ვარიანტი: 2 გრამ ნიადაგს ამატებენ 14 მლ გამხსნელ ნარევეს და ანჯღრევენ 1 წუთის განმავლობაში, რის შემდეგ ფილტრავენ მკვრივ უნაცრო ფილტრში.

კოლორიმეტრიკება შეიძლება დენიქეს მეთოდის ნებისმიერი ვარიანტით.

გამხსნელი ხსნარი: H_2SO_4 -ის და NH_4F -ის 0,03 μ ნარევი ხსნარი მიიღება 300 მლ 1,0 μ H_2SO_4 -ის ხსნარის და 300 მლ 1,0 μ NH_4F -ის ხსნარის განზავებით 10 ლ გამოხდილ წყალში.

მოდრაჰი ფოსფორის განსაზღვრა პურიელის და პარანალოს მეთოდით

მეთოდი პირველად გამოიყენეს ესპანეთში ნიადაგიდან მცენარისათვის შესათვისებელი ფოსფორის გამოსაყოფად. ამ შემთხვევაში გამოყენებული იყო ხსნარი, რომელიც შეიცავს Ca , Mg , SO_4 და CO_3 ისეთი შეფარდებით, რომელიც ავტორთა აზრით შეესაბამება ამ იონების შეფარდებას ნიადაგი — მცენარის სისტემაში.

მეთოდის ავტორები თვლიან, რომ ეს ხსნარი გამოსაყენებელია (მისი ბუფერობის გამო) მოძრავი ფოსფორის განსაზღვრისათვის აგრეთვე კარბონატულ ნიადაგებზე.

მეთოდი ძალიან მარტივია. ზომხეთის სსრ, საქართველოს სსრ და დოკუჩაევის სახელობის ნიადაგმცოდნეობის ინსტიტუტში აღნიშნული მეთოდის გამოცდისას მიღებულია დამაკმაყოფილებელი შედეგები.

მიღებული მონაცემების საფუძველზე, მეთოდი მიზანშეწონილია გამოყენებული იქნას იმ შემთხვევაში, როცა მეურნეობას გააჩნია სხვადასხვა ტიპის ნიადაგები, აგრეთვე, როცა აუცილებელია ნიადაგის გამოკვლევა პროფილის მიხედვით მასში ფოსტატების შემცველობაზე.

ტყის რუხ და შავმიწა ნიადაგებზე ამ მეთოდის გამოყენებისას შეიძლება ვისარგებლოთ ეგნერ-რიმის მიერ მოცემული ლიმიტებით. (იხ. ცხრ. 313 გვ.) მეთოდის გამოცდა გრძელდება.

ანალიზის მსვლელობა. წონიან 1 გ ნიადაგს და ათავსებენ 250 მლ მოცულობის კოლბში, ამატებენ 100 მლ გამხსნელ ხსნარს (რეაქტივი 1) და ანჯღრევენ 5 წუთის განმავლობაში როტატორზე (60—70 ბრუნი წუთში სიჩქარით). შემდეგ სუსპენზიას ფილტრავენ და ფილტრატში P_2O_5 -ს საზღვრავენ კოლორიმეტრული წესით, დენიყეს მეთოდის რომელიმე ვარიანტით, რომელიც მიღებულია მოცემულ ლაბორატორიაში.

ს ა ქ ი რ ო რ ე ა ქ ტ ი ვ ე ბ ი :

1. წონიან 0,1 გ. $CaCO_3$ და 0,088 გრამ $MgCO_3$, გადაიტანენ 1 ლიტრი მოცულობის საზომ კოლბში, რომელშიც წინასწარ მოთავსებულია 700-მლ-მდე გამოხდილი წყალი, ანჯღრევენ კარგად კარბონატების სრულ გახსნამდე. ამის შემდეგ, ამატებენ კოლბში 0,5 მლ 20%-იან გოგირდის მჟავას და 2,45 მლ 98%-იან ძმარმჟავას, კოლბის შიგთავსი გამოხდილი წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე და შეურევენ. დამზადებული ხსნარის pH უნდა იყოს $\approx 3,25$.

მცენარისათვის შესათვისებალი ფოსფორის განსაზღვრა წითელმიწა ნიადაგებში

უქანასკნელ დრომდე წითელმიწა ნიადაგში მცენარისათვის შესათვისებალი ფოსფორის განსაზღვრისათვის მიღებული იყო 1%-ანი ლიმონის მჟავას ხსნარი. ეს მეთოდი საკმაოდ ხანგრძლივი და შრომატევადია, ამიტომ ამჟამად ლიმონის მჟავას ნაცვლად გამოყენებულია 0,1 ნორმალობის გოგირდის მჟავა, რომელიც აადვილებს ნიადაგში მცენარისათვის შესათვისებალი ფოსფორის განსაზღვრის ანალიზს. 1%-იან ლიმონის მჟავას ხსნარით შესათვისებალი ფოსფორის განსაზღვრის მეთოდი გინზბურგის ვარიანტით აღწერილია ზემოთ 305—306 გვერდზე. ქვემოთ მოკლედ აღწერთ ამ მეთოდის კიდევ ორ მოდიფიკაციას.

ა. მ. ბერიძის მოდიფიკაცია

წონიან 1 მმ-იან საცერში გატარებულ 5 გრამ ნიადაგს და ათავსებენ 100 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში. ამატებენ 50 მლ ლიმონის მჟავას 1%-იან ხსნარს. კოლბის შიგთავსს ანჯღრევენ 1 წუთის განმავლობაში და დგამენ ცხელ ეტერნიტულ ქურაზე, აცხელებენ ძლიერ ადუღებამდე, ზოლო შემდეგ ხსნარს ფილტრავენ მკვრივ უნაცრო ფილტრში. იღებენ 2—10 მლ ფილტრატს (დამოკიდებულია P_2O_5 -ის მოსალოდნელ შემცველობაზე) გადაიტანენ 100 მლ მოცუ-

ლობის კონუსურ კოლბში და ლიმონის მჟავას დაქანგვისათვის ამბ-
ტებენ 2 მლ 30-პროცენტის გოგირდის მჟავას და 20 მლ პერმანგა-
ნატის 0,5 ნორმალობის ხსნარს. კოლბს ანჯღრევენ და დგამენ ეტერ-
ნიტულ ქურაზე, ხსნარი მიჰყავთ ადუღებამდე და აგრძელებენ დუ-
ღილს 5 წუთის განმავლობაში; შემდეგ კოლბში ამბტებენ 5 მლ გლუ-
კოზის 10%-იან ხსნარს და აცხელებენ მანგანუმის ორქანგის მუჭი
ფერის ნალექის გაქრობამდე. გაცივების შემდეგ ხსნარს გადაიტანენ
საზომ კოლბში და ამზადებენ მას კოლორიმეტრიკებისათვის ლაბო-
რატორიაში მიღებული რომელიმე წესით.

გ. გოლეთიანის მოღიჟიკაცია

1 მმ საცერში გატარებულ 5 გრამ ნიადაგს გადაიტანენ 250 მლ
მოცულობის კოლბში, ამბტებენ 50 მლ ლიმონის მჟავას 1%-იან
ხსნარს და ანჯღრევენ 2 საათის განმავლობაში. აყოვნებენ 16—18 სა-
ათის განმავლობაში, შემდეგ ანჯღრევენ და სუსპენზიას ფილტრავენ
მკვრივ უნაცრო ფილტრში. იღებენ 1-დან 5 მლ ფილტრატს და გა-
დაიტანენ 50 მლ მოცულობის საზომ კოლბში. ამბტებენ 5 მლ გან-
ზავებულ გოგირდმჟავას (500 მლ წყალს ამბტებენ 125 მლ კონცენ-
ტრირებულ H_2SO_4 -ს კუთ. წ. 1,84 და გაცივების შემდეგ წყლით
მიჰყავთ 1 ლიტრამდე) და 5 მლ პერმანგანატს (30 გრამ მარილს
ხსნიან 1 ლიტრ წყალში). კოლბის შიგთავსს შეურევენ და აყოვნე-
ბენ 5—10 წუთს (მანგანუმის ორქანგის მუჭი ფერის ნალექის გამო-
ყოფამდე). შემდეგ კოლბს დგამენ ეტერნიტულ ქურაზე, ადუღებენ
10 წუთის განმავლობაში და ფრთხილად (წვეთობით) ტიტრავენ მას
ნატრიუმის სულფიტის ხსნარით (2 გრამი მარილი 100 მლ წყალში.
გამოსადეგია მხოლოდ ახლად დამზადებული) სრულ გაუფერულე-
ბამდე. ხსნარს ტიტრავენ ცხელ მდგომარეობაში.

გაცივების შემდეგ ხსნარს ამზადებენ კოლორიმეტრული წესით
ფოსფორის განსაზღვრისათვის ლაბორატორიაში მიღებული დენიყეს
მეთოდის რომელიმე ვარიანტით.

ფოსფორის მოძრავი შენაერთების განსაზღვრა შავი ნიადაგაგვი ო. ონიანის მეთოდით

ავტორი რეკომენდაციას იძლევა ფოსფორისა და კალიუმის მოძ-
რავი ფორმები განისაზღვროს ერთ გამონაწერში, რომელიც მიღებუ-
ლია ნიადაგზე 0,1 n გოგირდმჟავას დამატებით, მისი ხანმოკლე ურ-
თიერთმოქმედებით ნიადაგთან. ამასთან, ანალიზის ჩატარებისას არ
არის საჭირო ფილტრატის წინასწარი დამუშავება (დაქანგვა, ნეიტრა-

ლიზაცია). 0,1 *n* გოგირდმეყვას ხსნარში ნიადაგიდან გადასული რკინის იონების რაოდენობა არ უშლის ფოსფორის კოლორიმეტრულ განსაზღვრას. ანალიზის ხანგრძლივობა 3—4 საათია. ყველა ეს თავისებურებანი უპირატესობას ანიჭებს აღნიშნულ მეთოდს წინათ არსებულ მეთოდებთან შედარებით.

ანალიზის მსვლელობა. ჰაერმშრალ და დაქუცმაცებულ ნიადაგს იღებენ 4 გ-ის რაოდენობით. ათავსებენ 250 მლ მოცულობის კოლბში. ამატებენ 100 მლ 0,1 *n*-ის ხსნარს და ანჭლრევენ 3 წუთს. მიღებულ სუსპენზიას ფილტრავენ უნაცრო (დაკეცილ) ფილტრში.

გამქვირვალე ფილტრატიდან იღებენ 1—5 მლ ხსნარს. ათავსებენ 100 მლ საზომ კოლბში და ამზადებენ კოლორიმეტრიკებისათვის.

აეტორს მიზანშეწონილად მიაჩნია კოლორიმეტრიკებისათვის მომზადება ჩატარდეს ტრუოგ-მეიერის მოდიფიკაციით.

ამავე გამონაწურში შეიძლება განისაზღვროს მოძრავი კალიუმი (უკეთესია ალოვან ფოტომეტრზე).

ტრუოგ-მეიერის მოდიფიკაციით კოლორიმეტრიკებისათვის მომზადებას შემდეგნაირად აწარმოებენ. 100 მლ საზომ კოლბში გადატანილ 1—5 მლ ხსნარს ამატებენ (ინდიკატორად) რამდენიმე წვეთ ბეტადინიტროფენოლს და ანეიტრალეებენ 10% ამიაკით ან 10% სოდის ხსნარით ყვითელი ფერის მიღებამდე (ყვითელი ფერის გაქრობისათვის წვეთ-წვეთობით ფრთხილად ამატებენ გოგირდმეყვას ან მარილმეყვას სუსტ ხსნარს), კოლბში ხსნარს განაზავებენ გამოზდილი წყლით 90—95 მილილიტრამდე, ამატებენ 4 მლ 2,5% მოლიბდენ-მეყვა ამონიუმს დამზადებულს გოგირდმეყვაზე და კოლბის წრიული მოძრაობით ხსნარს ერთმანეთში კარგად აურევენ: შემდეგ დაამატებენ 6 წვეთ ორქლორიან კალას $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, გამოზდილი წყლით ზუსტად შეავსებენ ნიშანხაზამდე და კარგად ანჭლრევენ.

კოლორიმეტრიკებას ახდენენ ორქლორიანი კალას მიმატებიდან 3 წუთის გასვლის შემდეგ.

პარალელურად ამზადებენ სანიმუშო ხსნარს*. სანიმუშო ხსნარის 1, 2, 3... 5 მლ ცალ-ცალკე ათავსებენ 100 მლ საზომ კოლბებში. ანზავებენ გამოზდილი წყლით 90—95 მლ-მდე, ამატებენ 4 მლ მოლიბდენმეყვა ამონიუმის ხსნარს, 6 წვეთ ორქლორიან კალას. ავსებენ წყლით ნიშანხაზამდე და კარგად ანჭლრევენ.

* სანიმუშო ხსნარს ამზადებენ შემდეგნაირად: 0.1917 გ. ჰიმიურად სუფთა (გადარისტლებულს) $\text{K}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$ გამოზდილი წყლით ხსნიან 1 ლიტრი მოცულობის საზომ კოლბში. კოლბს შეავსებენ ნიშანხაზამდე და ანჭლრევენ. მიღებული ხსნარიდან იღებენ 50 მილილიტრს და გამოზდილი წყლით ანზავებენ 500 მლ-მდე. ასეთა ხსნარის ყოველი 1 მლ შეიცავს 0,01 მგ P_2O_5 -ს.

კოლორიმეტრიკება უნდა ჩატარდეს 10—12 წუთის განმავლობაში, რადგან აღნიშნული დროის გასვლის შემდეგ ხსნარი იცვლის შეფერილობის ინტენსივობას. შეფერვის განახლებისათვის საჭიროა ყოველ კოლბს ჩაუმატოთ კალას ორქლორიდის თითო წვეთი, რაც ხსნარის შეფერვის მდგრადობას გაახანგრძლივებს კიდევ 10—12 წუთით.

რეაქტივები:

1. 0,1 N H_2SO_4 ხსნარი;
2. 10% სოდის ან 10% ამონიაკის წყალხსნარი;
3. ბეტადინიტროფენოლი;
4. მოლიბდენმეავე ამონიუმის 2,5% ხსნარი; (25 გ. ჭიმირად სუფთა მოლიბდენმეავე ამონიუმს ხსნიან 200 მლ გამობდილ წყალში. აცხელებენ 60° -მდე და ფილტრავენ *).

280 მლ კონცენტრირებულ გოგირდმეავეს (ყუთ. წ. 1,84) ნელ-ნელა ასხამენ 520 მლ გამობდილ წყალში და ფრთხილად ურევენ.

გაცივების შემდეგ ორივე ხსნარს ურევენ ერთმანეთში (მოლიბდენმეავე ამონიუმს ფრთხილად ასხამენ გოგირდმეავეში); ოთახის ტემპერატურამდე გაცივების შემდეგ ხსნარს ზუსტად ავსებენ ერთ ლიტრამდე.

5. ორქლორიანი კალას ხსნარი — $SnCl_2 \cdot 2H_2O$; 0,25 გ. ორქლორიანი კალას ხსნიან 10 მლ 10%-იან HCl -ში.

რეაქტივი შეიძლება მომზადდეს აგრეთვე მეტალური კალადან — იღებენ 0,1 გ კალას (ფხვნილს ან წვრილად დაჭრილს), ყრიან სინჯარაში და ასხამენ 2 მლ ჭიმირად სუფთა HCl (ყუთ. წ. 1,19). გახსნის დაჩქარების მიზნით ამატებენ 1—4 წვეთ 4%-იან $CuSO_4 \cdot 5H_2O$. სინჯარას უკეთებენ საცობს ბუნუნისის სარკველით და აცხელებენ წყლის აბაზანაზე. კალას მთლიანად გახსნის შემდეგ ხსნარს ავსებენ 10 მლ-მდე.

მიღებული ხსნარი კალას ორქლორიდის 1%-იანი ხსნარია. აღნიშნულ რეაქტივს ამზადებენ უშუალოდ ხმარების წინ.

ანალიზის შედეგების გამოყენება. წითელმიწა და სუბტროპიკულ ეწერ ნიადაგებზე ჩაის კულტურის ქვეშ სასუქების ეფექტურობის შესასწავლად დაყენებული 50 მინდვრის ცდის შედეგების დაპირისპირებით აღნიშნული მეთოდით ფოსფორის და კალიუმის განსაზღვრის

* ფოსფორმეავეს მინარევების მოცილების მიზნით ფილტრის ქალაღს წინასწარ ამუშავებენ 1%-ნი HCl -ის ხსნარით (Ca -ზე რეაქტივის შეწვეტამდე), ხოლო შემდეგ რეცხავენ ქლორის მოშორებამდე.

შედგებთან, ავტორი მივიდა იმ დასკვნამდე, რომ ამ მაჩვენებლებს შორის არსებობს შემდეგი დამოკიდებულება:

P ₂ O ₅ -ის შემცველობა გ/100 გ ნიადაგში	მცენარის უზრუნველყოფა ფოსფორით	P ₂ O ₅ -ის რეკომენდებული კგ. 1 ჰა-ზე		K ₂ O-ს შემცველობა გ/100 გ ნიადაგში	მცენარის უზრუნველყოფა კალიუმით	K ₂ O-ს რეკომენდებული კგ. 1 ჰა-ზე
		წითელმიწაზე	ეწერზე			
8-ზე ნაკლები	ძლიერ სუსტი	150	100	5-ზე ნაკლები	ძლიერ სუსტი	100
8—15	სუსტი	120	80	5—10	სუსტი	80
15—30	საშუალო	90	60	10—15	საშუალო	60
30—45	ამაღლებული (კარგი)	60	40	15—20	ამაღლებული (კარგი)	40
45—60	მაღალი	30	20	20—25	მაღალი	20
60-ზე ზევით	ძლიერ მაღალი	არ არის საჭირო შეტანა	არ არის საჭირო შეტანა	25-ზე მაღლა	ძლიერ მაღალი	არ შეიტანება

ფოსფორის მოძრავი შენაერთების განსაზღვრა კარბონატულ ნიადაგებში

კარბონატულ ნიადაგებში ფოსფორის მოძრავი შენაერთების გამოყოფას და განსაზღვრას ახასიათებს მთელი რიგი თავისებურებანი, რაც გამომდინარეობს ამ ნიადაგებისათვის დამახასიათებელი თვისებებიდან: კარბონატების მაღალი შემცველობა (20—30% და უფრო მეტი), შთანქმის კომპლექსის მაძრობა კალციუმის იონებით, მაღალი ბუფერობა, სუსტი ტუტე ან ტუტე რეაქცია, საერთო ფოსფორის საკმაოდ მაღალი შემცველობა. ყველა ეს თვისებები განაპირობებს ამ ნიადაგების ფოსფატების რამდენადმე განსხვავებულ ხასიათს და შედგენილობას.

ფოსფორი კარბონატულ ნიადაგებში გვხვდება ძირითადად ჰიდროქსილ და ფტორაპატიტის ფორმით, რომელიც ძნელად ხსნადია კალციუმის იონის თანაარსებობისას. ამიტომ მიუხედავად საერთო ფოსფორის დიდი რაოდენობით შემცველობისა ამ ნიადაგებში ფოსფატების მოძრავი შენაერთები მცირეა და მათი განსაზღვრის მეთოდებს უნდა მოვეყიდოთ დიდი მომთხოვნელობით.

კარბონატულ ნიადაგებში ფოსფორის მოძრავი შენაერთების განსაზღვრისათვის არ შეიძლება ვისარგებლოთ ჩვეულებრივი სუსტი მჟავე ხსნარებით, რადგანაც დამატებული მჟავები დახარჯული იქნება კარბონატებთან რეაქციაზე და არა ფოსფატების განსაზღვრაში. ამი-

ტომ კარბონატულ ნიადაგებში ფოსფორის მოძრავი შენაერთების ვანსაზღვრისათვის იყენებენ ისეთ გამხსნელებს, როგორიცაა:

ა) ნახშირმჟავით გაჭერებული წყალი (მაჩიგინი);

ბ) ნახშირმჟავა კალიუმის ხსნარი (დასი, შაფიბეკოვი, გუსეინოვი);

გ) ნახშირმჟავა ამონიუმის ხსნარი (მაჩიგინი), ნატრიუმის ბიკარბონატის ხსნარი (ოლსენი).

კარბონატულ ნიადაგებში ფოსფორის მოძრავი შენაერთების განსაზღვრისათვის ამჟამად ძირითადად გამოყენებულია მაჩიგინის (ნახშირმჟავა ამონიუმის გამონაწურით) და ოლსენის მეთოდი. ქვემოთ მოცემულია ორივე მეთოდის აღწერა.

ნახშირმჟავა ამონიუმის გამონაწურით მაჩიგინის მეთოდი

(1052)

მეთოდის პრინციპი. როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, კარბონატულ ნიადაგებში მცენარისათვის შესათვისებელი ფოსფატების გახსნისათვის სუსტი მჟავების გამოყენება არ შეიძლება, რადგან ადგილი აქვს მიმატებული მჟავას კონცენტრაციის შემცირებას კარბონატების მოქმედებით.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, ჩატარებული ცდების საფუძველზე, დასმა მცენარისათვის ადვილად შესათვისებელი ფოსფორის განსაზღვრისათვის გამოიყენა 1%-იანი K_2CO_3 -ის ხსნარი, რადგანაც ეს უკანასკნელი არ ხსნის ნიადაგის კარბონატებს. მეთოდის საფუძველს წარმოადგენს კარბონატული ნიადაგებიდან რკინის ფოსფატების და ფოსფორის ორგანული შენაერთების გამოყოფა, რომელნიც იხსნება 1%-იან K_2CO_3 -ის ხსნარში. ეს მეთოდი ყოველმხრივ შემოწმებული იყო მაჩიგინის მიერ, რომელმაც მიზანშეწონილად სცნო 1%-იანი K_2CO_3 შეეცვალა 1%-იანი ნახშირმჟავა ამონიუმის ხსნარით, რომელიც მართალია ნიადაგიდან გამოდევნის დაახლოებით იგივე რაოდენობით ფოსფორს, (ე. ი. რამდენსაც 1% K_2CO_3), მაგრამ მნიშვნელოვნად ნაკლები რაოდენობით ხსნის ორგანულ ნივთიერებას, რაც აადვილებს ფოსფორის გასაზღვრისას ყველა შემდეგ ოპერაციებს.

ანალიზის მსვლელობა. იღებენ 1 მილიმეტრიან საცერში გატარებულ ჰაერამშრალ ნიადაგს 5 გრამის რაოდენობით, ათავსებენ მას 250 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში, ამატებენ 100 მლ ნახშირმჟავა ამონიუმის 1%-იან ხსნარს.

კოლბში მოთავსებულ ნიადაგსა და ხსნარს ანჭლრევენ 5 წუთის განმავლობაში და 18—20 საათის განმავლობაში ტოვებენ მოსვენებულ მდგომარეობაში. დაყოვნების შემდეგ კვლავ ანჭლრევენ 5 წუ-

თის განმავლობაში და ფილტრავენ მკვრივ უნაცრო ფილტრში. თუ ფილტრატი შეფერილია, საჭიროა მისი გაუფერულება, რასაც შემდეგნაირად აწარმოებენ. 5—20 მლ შეფერადებულ ხსნარს ამატებენ 2 მლ განზავებულ გოგირდის მჟავას (150 მლ კონცენტრირებულ მჟავას კუთ. წ. 1,84, ანზავებენ წყლით 1 ლიტრამდე). 4 მლ 0,5*N*-ის $KMnO_4$ -ის ხსნარს და ადულებენ 2—3 წუთის განმავლობაში, შემდეგ ადულებულ ხსნარს ამატებენ 1 მლ 10%-იან გლუკოზის ხსნარს ქარბი პერმანგანატის გაუფერულებისათვის. ხსნარს აცივებენ; გაცივებულ ხსნარს ამატებენ 2 წვეთ β დინიტროფენოლის მაძღარ ხსნარს და ტიტრავენ 10%-იანი სოდის Na_2CO_3 ან ამიაკის ხსნარით სუსტი ყვითელი ფერის მიღებამდე, რომელსაც აქრობენ რამდენიმე წვეთი H_2SO_4 -ის 20%-ანი ხსნარის დამატებით. იმ შემთხვევაში, თუ ფილტრატი შეფერილი არ არის და გამჟვრივალეა, მაშინ ხსნარის გაუფერულებას არ აწარმოებენ. ამ დროს საჭიროა მხოლოდ $(NH_4)_2CO_3$ განეიტრალება მასზე H_2SO_4 -ის ხსნარის მიმატებით, რისთვისაც გამოსაკვლევ ხსნარს ამატებენ 2—3 წვეთ β დინიტროფენოლს და ტიტრავენ H_2SO_4 -ის ხსნარით სუსტ ყვითელ შეფერვამდე.

ამრიგად გამჟვრივალე და განეიტრალებული ფილტრატი გადაიქვთ 50 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, ამატებენ 2 მლ მოლიბდენ-მჟავა ამონიუმის ხსნარს, გამოხდილი წყლის დამატებით კოლბის შიგთავსი მიჰყავთ ნიშანხაზამდე და კარგად შეურევენ. შემდეგ ამატებენ 3 წვეთ ქლორიანი კალას ხსნარს და კვლავ შეურევენ. ამ დროს ხსნარი მიიღებს ლურჯ შეფერვას.

გამოსაკვლევი ხსნარის შეფერადების პარალელურად აწარმოებენ სანიმუშო კოლორიმეტრული ხსნარის შეფერვას, რისთვისაც სპეციალურად მომზადებული სანიმუშო ხსნარის სხვადასხვა რაოდენობას (0,5; 1; 2; 3; 4; 5 მლ) ათავსებენ 50 მლ მოცულობის საზომ კოლბებში, ამატებენ 2 წვეთ β დინიტროფენოლს და ტიტრავენ 1%-იანი გოგირდის მჟავას ხსნარით სუსტი ყვითელი ფერის მიღებამდე. ამის შემდეგ ამატებენ გამოხდილ წყალს ~40 მლ-მდე, ხსნარს კარგად შეურევენ და ამატებენ 2 მლ მოლიბდენ-მჟავა ამონიუმს; გამოხდილი წყლით მიიყვანენ ნიშანხაზამდე, დაამატებენ 3 წვეთ ქლორიანი კალას ხსნარს, შეურევენ და 5 წუთის შემდეგ გამოსაკვლევი და სანიმუშო ხსნარის შეფერვათა ინტენსივობას ადარებენ კოლორიმეტრის საშუალებით.

მაჩივიანის მეთოდისათვის რეკომენდებულია შემდეგი ციფრობრივი ლიმიტები:

1. 0—3,0 მგ P_2O_5 100 გ ნიადაგზე — ფოსფორით ღარიბი ნიადაგი.
2. 3,0—დან 6,0 მგ-მდე P_2O_5 100 გ ნიადაგზე — საშუალოდ უზრუნველყოფილი ნიადაგი.

3. 6,0 მგ-ზე მეტი P_2O_5 100 გ ნიადაგზე — ფოსფორით კარგად უზრუნველყოფილი ნიადაგი.

ს ა კ ი რ ო რ ე ა ქ ტ ი ვ ე ბ ი:

1. $(NH_4)_2CO_3 \cdot H_2O$ 1%-იანი ხსნარი *, pH მიყვანილია 7,5—8-მდე 10 გრ. მარილს ხსნიან 1 ლიტრ წყალში.
2. გოგირდის მჟავა, განზავებული (150 მლ კონცენტრირებულ H_2SO_4 კუთ. წ. 1,84 გამოხდილი წყლით მიჰყავთ 1 ლიტრამდე).
3. 0,5 ნორმალობის $KMnO_4$ (15,81 გ. $KMnO_4$ -ს ხსნიან გამოხდილ წყალში და ხსნარი მიჰყავთ 1 ლიტრამდე).
4. 10%-იანი გლუკოზის ხსნარი. 10 გრამს ხსნიან 100 მლ გამოხდილ წყალში.
5. $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ 10%-ანი ხსნარი. 100 გრამ სოდას ხსნიან 1 ლიტრ წყალში.
6. β დინიტროფენოლის მადლარი ხსნარი. იღებენ 0,2 გრამ β დინიტროფენოლს ($C_6H_4N_2O_5$) და ხსნიან 100 მლ წყალში.
7. მოლიბდენის ხსნარი. ფაიფურის ჯამზე ასხამენ 75 მლ გოგირდის მჟავას (კუთ. წ. 1,785) და ამატებენ 3,762 გრამ MoO_3 ან 4,232 გ H_2MoO_4 , ატყელებენ, თან ურევენ მანამ, სანამ მთლიანად არ გაიხსნება და შემდეგ თანდათანობით შეანჯღრევენ, გადაიტანენ კოლბში, რომელშიც მოთავსებულია 300 მლ წყალი. გაცივების შემდეგ გამოხდილი წყლით მიიყვანენ 500 მლ-მდე. ასეთი წესით მომზადებულ რეაქტივს ინახავენ ფერად ბოთლში ბნელ ადგილას.
8. ფოსფორის სანიმუშო კოლორიმეტრული ხსნარი მზადდება ისევე, როგორც ეს არის აღწერილი ტრუოგის მეთოდით ფოსფორის გამსაზღვრისას.
9. ქლორიანი კალა. 0,25 გრამ $SnCl_2 \cdot 2H_2O$ ხსნიან 10 მლ 10%-იან მარილის მჟავაში.
10. გოგირდის მჟავას 10%-იანი ხსნარი.

მ ა რ ი ზ ი ნ ის მ ე თ ო ლ ის ა ვ ა რ ი ა ნ ის ვ ა რ ი ა ნ ტ ი

წონიან 2 მმ ნასვრეტებიან საცერში გატარებულ 3 გრამ ჰაერ-მშრალ ნიადაგს, ათავსებენ 150—200 მლ მოცულობის კოლბში და ამატებენ 1 გრამ გააქტივებულ გასუფთავებულ ნახშირს. შემდეგ

* ჩვეულებრივად ნახშირმჟავა ამონიუმში ჰაერზე გამოყოფს ამიაკს და ამიტომ ქიმიური შედეგნილობის მიხედვით არ შეესაბამება ფორმულას $(NH_4)_2CO_3$, არამედ ითვლება $(NH_4)_2CO_3$ -ის და NH_4HCO_3 -ის ნარევედ. ამონიუმის კარბონატის მიწარევისაგან შეიძლება განთავისუფლება ხსნარის გატყელებით 6—70 ტემპერატურაზე.

კოლბში ამატებენ 60 მლ 1%-იან ნახშირბეზა ამონიუმის ხსნარს. ახურავენ საცობებს და ანჯღრევენ 5 წუთის განმავლობაში. ნჯღრევის შემდეგ კოლბებს ინახავენ თერმოსტატში $24 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურის პირობებში 18—20 საათის განმავლობაში. მეორე დღეს სუფენზიას ფილტრავენ უნაცრო ფილტრში (ფილტრატის პირველ ჩამონადენს გადაღვრიან). ფილტრატის იღებენ 15 მლ ხსნარს, ათავსებენ 100 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში. ხსნარს ამატებენ 7 მლ 1%-იან HCl-ის ხსნარს pH—4,0-მდე მისაყვანად β დინიტროფენოლის თანაარსებობისას მიიღება სუსტი ყვითელი ფერი. HCl-ის უკმარისობის შემთხვევაში ხსნარს დამატებით დატიტრავენ 1%-იანი HCl-ის ხსნარით სუსტი ყვითელი ფერის მიღებამდე. შემდეგ ამატებენ 25 მლ გამოხდილ წყალს, კარგად შეურევენ, დაამატებენ 2 მლ სულფატ მოლიბდენის და 1 მლ ქლორიან კალას ხსნარს, 5 წუთის შემდეგ კი ატარებენ კოლორიმეტრში.

დარჩენილ ფილტრატში აწარმოებენ კალიუმის განსაზღვრას ალოვან ფოტომეტრზე.

ოლსენის მეთოდი (1954)

კარბონატულ ნიადაგებზე მოძრავი ფოსფატების განსაზღვრისათვის ოლსენმა გამოიყენა, 0,5 ნორმალის NaHCO_3 -ის ხსნარი (ხსნარის pH—8,3). შეფარდება ნიადაგი ხსნარი 1 : 20, ურთიერთ-მოქმედების დროს 30 წუთი.

უფერული ხსნარის მიღებისათვის ავტორი რეკომენდაციას იძლევა ნჯღრევის წინ ნიადაგის წონაკს დაემატოს 2—3 გრამი გააქტივებული ნახშირი.

ანალიზის მსვლელობა. 5 გრამ ნიადაგს ამატებენ 100 მლ 0,5 N NaHCO_3 -ის ხსნარს და ანჯღრევენ როტატორზე 30 წუთის განმავლობაში. ფილტრატის იღებენ 5—10 მლ და გადაიტანენ 50 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, ამატებენ 2 მლ H_2SO_4 (150 მლ განზავებულია 1 ლიტრ წყალში), 4 მლ 0,5 N KMnO_4 და აღულებენ 2 წუთის განმავლობაში; ელექტროქურიდან ჩამოღებისთანავე სწრაფად ამატებენ 1 მლ 10%-იან გლუკოზის ხსნარს, გაცივების შემდეგ უფერულ გამჭვირვალე ხსნარს ამატებენ ცოტაოდენ წყალს, 2 წვეთ β დინიტროფენოლს, ტიტრავენ 10%-იანი სოდის ან ამიაკის ხსნარით სუსტ ყვითელ შეფერვამდე, რომელსაც აქრობენ 1 წვეთი 10%-იანი H_2SO_4 -ის დამატებით.

განეიტრალებულ ხსნარს ამატებენ 2 მლ მოლიბდენმეზა ამონიუმის ხსნარს (ტრუოგით დამზადებულს), გამოხდილი წყლთ მიჰყავთ ნიშანხაზამდე და კარგად შეურევენ. შემდეგ ამატებენ 3 წვეთ ქლო-

რიან კალას და შეურევენ, ხსნარი ღებულობს ლურჯ ფერს. 5—7 წუთის შემდეგ მიმართავენ კოლორიმეტრიკებას.

ს ა ჭ ი რ ო რ ე ა ქ ტ ი ვ ე ბ ი :

1. 0,5 n NaHCO_3 -ის ხსნარი, წონიან 21 გრამ NaHCO_3 (ზუსტად კი 20,99) და ხსნიან 1 ლიტრ წყალში;
2. 0,05 n KMnO_4 ;
3. H_2SO_4 — 27%-იანი (150 მლ კონც. N_2SO_4 — კუთ. წ. 1,84 — 1 ლიტრ წყალში);
4. 10% გლუკოზა;
5. 10%-იანი სოდა ან ამიაკი, 10%-ანი H_2SO_4 .
6. β დინიტროფენოლი;
7. პოლიბდენმჟავა ამონიუმის ხსნარი. (ტრუოგით);
8. ქლორიანი კალას ხსნარი;
9. ფოსფორის სანიმუშო ხსნარი, მომზადებული ტრუოგის მიხედვით.

იონგამცვლელი ნივთიერების გამოყენების მეთოდი

ამ უკანასკნელ დროს ლიტერატურაში ხშირად არის აღწერილი ნიადაგიდან მოძრავი ფოსფატების გამოყოფის ისეთი მეთოდები, რომელნიც დაფუძნებულია მცირე მოცულობის მარილის ხსნარების თანმიმდევრულ გაფილტვრაზე ნიადაგის და იონგამცვლელი ნივთიერების გავლით, რომელიც გაჯერებულია ქლორის იონით. ნიადაგში ატარებენ მარილის ხსნარს, რის შედეგად ადგილი აქვს ნიადაგიდან ფოსფორის გამოყოფას; ფილტრატს შემდეგ ატარებენ ანიონით ავსებულ მინის მილში, სადაც წარმოებს ფილტრატში არსებული ფოსფორის ადსორბირება ანიონის მიერ. ანიონის რეცხავენ ნატრიუმის ქლორიდის ხსნარით, ჩანარეცხ ხსნარს აგროვებენ ჭურჭელში და მასში აწარმოებენ ფოსფორის კოლორიმეტრულ განსაზღვრას.

ლეტვეელი სხვა ავტორებთან ერთად წინადადებას იძლევა ნიადაგიდან ფოსფორის გამოყოფა ჩატარდეს 0,005 n CaCl_2 -ის ხსნარით, რომელსაც თანმიმდევრულად ატარებენ ორ მინის მილში; 1) ნიადაგიანი და 2) ანიონითიანი. იგივე ავტორები გვთავაზობენ მეთოდის გამარტივებულ ვარიანტს, რომელიც შემდეგში მდგომარეობს; ნიადაგის ნიმუშს ფქვავენ და ატარებენ 0,25 მმ დიამეტრის მქონე ნასვრეტებიან საცერში, ანიონიტს* (ქლორიდულ ფორმაში) ცრიან 0,5 მმ დიამეტრის ნასვრეტებიან საცერში. 5 გრამ ნიადაგს +5 გრამი ანიონიტი +100 მლ წყალი ათავსებენ კონუსურ კოლბში და ან-

* ავტორების მითითებით, ანიონიტი უნდა იყოს ძლიერ ტუტე.

ჯღრევენ 6 საათის განმავლობაში. შემდეგ ანიონიტს დააშორებენ ნი-
ადაგისგან 0,25 მმ დიამეტრის მქონე ნასვრეტებიან საცერზე, ძალიან
ფორხილად რეცხავენ გამოხდილი წყლით ნიადაგის ნაწილაკების მო-
ცილებამდე, ხოლო ანიონიტის მიერ შთანთქმულ ფოსფორს გამოყო-
ფენ მისი ჩარეცხვით 125 მლ 10%-ანი NaCl-ით და საზღვრავენ კო-
ლორიმეტრული წესით.

ავტორთა მონაცემებით, აღწერილი მეთოდით ნიადაგიდან გამო-
ყოფილი ფოსფორის რაოდენობა, კარგ კორელაციაშია მოსაველიანო-
ბის მონაცემებთან და მცენარეების მიერ ფოსფორის გამოტანასთან.

წყალხსნადი ფოსფატების განსაზღვრა

აგროქიმიურ გამოკვლევებში ნიადაგში წყალხსნადი ფოსფატების
რაოდენობის განსაზღვრისათვის იყენებენ წყლით გამონაწურს, თუმ-
ცა წყლით გამოძევებული ფოსფატების ძალიან მცირე რაოდენობა,
უმეტეს შემთხვევაში ექვის ქვეშ აყენებს მიღებული მონაცემების სი-
ზუსტეს. წყალხსნადი ფოსფატების რაოდენობა დიდად არის დამო-
კიდებული ნიადაგსა და წყალს შორის შეფარდების სიდიდეზე. რაც
უფრო მეტი წყალია აღებული 1 გ ნიადაგზე, მით მეტი ფოსფატები
გადავა ნიადაგიდან ხსნარში, მაგრამ იმავე დროს, მით ნაკლები იქნება
მათი კონცენტრაცია ხსნარში.

მაშასადამე, ნიადაგსა და წყალს შორის განსაზღვრული შეფარ-
დების დადგენას არსებითი მნიშვნელობა აქვს წყლით გამონაწურის
მუშაობისას. ჩვეულებრივად იყენებენ ისეთ გამონაწურს, რომელიც
მიღებულია ნიადაგის წყალთან 1:5 შეფარდების პირობებში, მაგრამ
ნიადაგში ფოსფორის მოძრავი შენაერთების რაოდენობის შესაფასებ-
ლად რეკომენდაციას იძლევიან მიღებული იქნას წყლით გამონაწურ-
ი ნიადაგის წყალთან უფრო მაღალი შეფარდების პირობებში. გა-
მონაწურები, რომელნიც მიღებულია ნიადაგის წყალთან 1:1 ან
1:5 შეფარდებით წარმოდგენას იძლევიან ნიადაგის ხსნარში ფოსფა-
ტების რაოდენობაზე, ხოლო გამონაწურები უფრო მაღალი შეფარ-
დებით — 1:100, წარმოდგენას იძლევიან ნიადაგში წყალხსნადი ფოს-
ფატების საერთო შემცველობაზე. ყველა შემთხვევაში სუსპენზიას
ანჯღრევენ 3—5 წუთის განმავლობაში.

სავსებით გამკვირვალე და უფერული წყლით გამონაწურის მი-
ღება ნიადაგიდან უმეტეს შემთხვევაში საკმაოდ ძნელია. საჭიროა
ფილტრზე გადატანილი იქნეს რაც შეიძლება დიდი რაოდენობით ნია-
დაგის სუსპენზია. ფილტრატის პირველ ჩამონადენს გადაღვრიან.
თუკი ფილტრატი მღვრიეა, საჭიროა მისი ცენტრიფუგირება მაღალი
ბრუნვითი რიცხვის პირობებში ან ულტრაფილტრაციის ჩატარება.

ორგანული ნივთიერებებით შეფერადებული ხსნარების გასაუფერ-
რულებლად, საჭიროა ორგანული ნივთიერებების დაქანგვა პერმანგა-
ნატით ან ხსნარის გაუფერულება გააქტივებული ნახშირით. გააქტი-
ვებული ნახშირის გასუფთავება აღწერილია 350 გვერდზე. $KMnO_4$ -
ით დაქანგვა წარმოებს გაცხელებით მჟავე არეში (H_2SO_4 ან HCl -ის
დამატებით).

ცხელ ხსნარს ტიტრირებენ მჟაუნის მჟავით სრულ გაუფერულდამდე
და MnO_2 -ის ნალექის გახსნამდე. კარბ მჟაუნის მჟავას შლიან
 $KMnO_4$ -ის ხსნარით და ამ დროს $KMnO_4$ -ის მცირე სიჭარბით გა-
მოწვეულ სუსტ. ვარდისფერს აქრობენ 0,05 N მჟაუნმჟავას ხსნარის
წვეთით. ხსნარს უნაცრო ფილტრის საშუალებით გადაიტანენ 100 მლ
მოცულობის საზომ კოლბში და აწარმოებენ განსაზღვრას. (საჭიროა
ვერდილო მჟაუნის მჟავას სიჭარბეს, რადგანაც ის გავლენას ახდენს
მოლიბდენის ლურჯის შეფერვის ინტენსივობაზე).

გააქტივებული ნახშირით გამონაწურის გაუფერულებისას, ნახ-
შირის დამატებამდე საჭიროა ხსნარის შემჟავება მარილის, გოგირდის
ან აზოტის მჟავით დაახლოებით 0,1% კონცენტრაციამდე, ამისათვის
ხსნარის განსაზღვრულ რაოდენობას (50 — 90 მლ) ათავსებენ კოლბში,
შეამჟავებენ და ამატებენ 0,1 გ გააქტივებულ, წინასწარ გასუფთავე-
ბულ ნახშირს, შეანჯღრევენ და ფილტრირებენ უნაცრო ფილტრით
100 მლ მოცულობის კოლბში, ფილტრზე დარჩენილ ნახშირს ჩარე-
ცხავენ რამდენიმე ულუფა 0,1%-იანი მჟავას ცხელი ხსნარით (იგივე
ხსნარია, რომელიც გამოყენებული იყო ხსნარის შესამჟავებლად).

გამჭვირვალე გაუფერულებული ფილტრატის ალიქვოტურ ნაწილ-
ში წყალხსნად ფოსფატებს საზღვრავენ დენიეეს მეთოდის რომელი-
მე ერთი ვარიანტით, რომელიც გამოყენებულია ლაბორატორიაში
(მაგ. ტრუოგ-მეიერის ვარიანტი).

ფოსფორის გამოდევნება ნიადაგიდან მარილის ხსნარით

ამ უქანასკნელ დროს 0,03 ნორმალობის K_2SO_4 და 0,02 ნორმა-
ლობის $CaCl_2$ -ის ხსნარები ფართოდ გავრცელდა ნიადაგის ფოსფატე-
ბის მოძრაობის ხარისხის შესაფასებლად.

0,2 ნორმალობის მარილმჟავას და 0,5 ნორმალობის ძმარმჟავას
ხსნარებით გამოდევნებული ფოსფორის რაოდენობა წარმოდგენას
გვაძლევს ნიადაგში მოძრავი ფოსფატების მარაგზე.

მცენარისათვის შესათვისებელი ფოსფატების მიხედვით ნიადაგის
დასახსნიათებლად, მოძრავი ფოსფატების მარაგის (მოცულობის ფაქ-
ტორი) განსაზღვრასთან ერთად, არსებითი მნიშვნელობა აქვს ფოსფა-
ტების მოძრაობის ხარისხს, ე. ი. ფოსფატ-იონის უნარს გაღავიდეს
ხსნარში (ინტენსივობის ფაქტორი).

მეავე რეაქციის კორდიან-ეწერი ნიადაგების, არაკარბონატული შავმიწების და ტყის რუხი ნიადაგების შედარებითი დახასიათებისას, ფოსფატების მოძრაობის მაჩვენებლად შეიძლება გამოყენებული იქნას P_2O_5 -ის კონცენტრაციის სიდიდე წყლის და სუსტი მარილის ხსნარებში (0,03 ნორმალობის K_2SO_4 , 0,02 ნორმალობის $CaCl_2$).

ერთი და იგივე ტიპის და ერთნაირი მექანიკური შედგენილობის ჯგუფის ნიადაგების ფარგლებში შეიმჩნევა კარგი კორელაცია 0,03-ნორმალობის K_2SO_4 და 0,02 ნორმალობის $CaCl_2$ -ის გამონაწერებში P_2O_5 -ის კონცენტრაციის სიდიდეებს შორის. მაგრამ აბსოლუტური სიდიდით 0,03 ნორმალობის K_2SO_4 -ის ხსნარით გამოძევებული ფოსფორის რაოდენობა კორდიან-ეწერ ნიადაგებზე 2—2,5-ჯერ უფრო მაღალია, ვიდრე 0,02 ნორმალობის $CaCl_2$ -ის ხსნარში გადმოსული. შავმიწა ნიადაგებზე კი P_2O_5 -ის კონცენტრაციის სიდიდე 0,03-ნორმალობის K_2SO_4 და 0,02 ნორმალობის $CaCl_2$ -ის ხსნარებში ძალიან ახლოა, ტყის რუხ ნიადაგებს, ამ მხრივ შუალედი ადგილი უჭირავთ.

კორდიან ეწერი ნიადაგებისათვის 0,03 ნორმალობის K_2SO_4 -ის ხსნარში P_2O_5 -ის კონცენტრაციის მაჩვენებელი რამდენჯერმე მაღალია, წყლით გამონაწერში P_2O_5 -ის კონცენტრაციის მაჩვენებელზე. შავმიწა ნიადაგების შემთხვევაში კი პირიქით, უფრო მაღალი მაჩვენებელი მიიღება წყლით გამონაწერის შემთხვევაში. წყლის გამონაწერთან შედარებით მარილის ხსნარების არსებით უპირატესობად ითვლება გატიტვისას გამჭვირვალე ხსნარის მიღება, რაც ძნელად მისაღწევია წყლით გამონაწერის მუშაობისას.

0,03 ნორმალობის K_2SO_4 -ის ხსნარით ნიადაგიდან გამოქვევებული ფოსფორის განსაჯღვრა

აღნიშნულ ხსნარს იყენებენ P_2O_5 -ის გამოსაძეველად მეავე რეაქციის მქონე კორდიან-ეწერი ნიადაგებიდან, არაკარბონატული შავმიწა, გამოტუტული შავმიწა, ტყის რუხი ნიადაგებიდან. ფოსფორის გამოძევებას აწარმოებენ 5 წუთით ნჯღრევის პირობებში, როდესაც ნიადაგის შეფარდება 0,03 ნორმალობის K_2SO_4 -ის ხსნართან ტოლია 1:5; მიღებულ ფილტრატში ფოსფორს საზღვრავენ კოლორიმეტრული მეთოდით, ამისათვის შეიძლება გამოყენებული იქნას დენიჟეს მეთოდის ნებისმიერი მოდიფიკაცია, მათ შორის ტრუოგ-მეიერის ვარიანტი.

ხსნარში ფოსფორის შემცველობა გამოისახება ფოსფატების საერთო კონცენტრაციის სახით, ე. ი. P_2O_5 მილიგრამებში 1 ლ ხსნარზე.

ანაღიზის მსვლელობა. 250 მლ მოცულობის კოლბში ათავსებენ 20 გრამ ჰაერმწრალ ნიადაგს (წონიან 0,01 გ სიზუსტით). საზომი ცილინდრით ამატებენ 100 მლ 0,03 ნორმალობის გოგირდმჟავა კალიუმის ხსნარს. კოლბის შიგთავსს ანჯღრევენ 5 წუთის განმავლობაში, რის შემდეგ ფილტრავენ უნაცრო ფილტრში.

ფილტრატის პირველ ულუფას (10—15 მლ) გადაღვრიან. ხსნარს ჩაფილტრავენ მთლიანად.

მიღებულ ფილტრატში საზღვრავენ P_2O_5 შემცველობას დენიყეს მეთოდის რომელიმე ერთი ვარიანტით.

შეფერადებული ხსნარების მისაღებად შეიძლება გამოყენებული იქნას საზომი კოლბები, როგორც ეს ჩვეულებრივად ხდება, ან მცირე ზომის (50—100 მლ მოცულობის) კონუსური ბრტყელძირიანი კოლბები.

საზომი კოლბებით მუშაობისას ფილტრატიდან პიპეტით იღებენ გარკვეული მოცულობის ხსნარს (20—40 მლ. დამოკიდებულია ფოსფორის მოსალოდნელ შემცველობაზე), ათავსებენ მას 50 მლ მოცულობის საზომ კოლბში. გამოხდილი წყლით ხსნარის მოცულობა მიჰყავთ 40 მლ-მდე (თუ კი ამაზე ნაკლები იყო ხსნარი) და P_2O_5 -ის კოლორიმეტრული განსაზღვრისათვის შეაფერადებენ დენიყეს მეთოდის რომელიმე ვარიანტის მიხედვით. ამ შემთხვევაში ხსნარის საერთო მოცულობა მიჰყავთ 50 მლ-მდე.

კოლორიმეტრირებას აწარმოებენ ელექტროფოტოკოლორიმეტრის გამოყენებით. P_2O_5 -ის მცირე კონცენტრაციის ხსნარებისათვის უმჯობესია გამოყენებული იქნას კოლორიმეტრი „Линге“ ან „Спекон“ გამაძლიერებლის გამოყენებით.

გრაფიკის ასაგებად სანიმუშო ხსნარებს ამზადებენ შემდეგნაირად. წონიან 0,1917 გრამ ქიმიურად სუფთა, გადაკრისტალებულ კალიუმის ერთხანაცვლებული ფოსფატის KH_2PO_4 მარილს, ხსნიან გამოხდილ წყალში, ხსნარის მოცულობა წყლით მიჰყავთ 1 ლიტრამდე. მიიღება ფოსფატის ძირითადი (სათადარიგო) ხსნარი, რომლის 1 მლ შეიცავს 0,1 მგ P_2O_5 .

ფოსფატის ძირითადი ხსნარიდან იღებენ 8 მლ-ს და საზომ კოლბში გამოხდილი წყლით მიჰყავთ 1 ლიტრამდე. მიიღება ფოსფატის სამუშაო ხსნარი, რომლის 1 მლ შეიცავს 0,0008 მგ P_2O_5 -ს. ამ ხსნარიდან ამზადებენ სანიმუშო ხსნარების სერიას. ამისათვის იღებენ 10 ცალ 50 მლ მოცულობის საზომ კოლბს, რომელშიც დანომრილია 1-დან 10-მდე. თითოეულში ათავსებენ 2,5 მლ 0,6 ნორმალობის K_2SO_4 -ის ხსნარს და ფოსფატის სანიმუშო ხსნარს, 29-ე ცხრილში მითითებული რაოდენობის მიხედვით.

სანიმუშო ხსნარების სკალის მომზადება

კ.ილების №	ფოსფატის სამუშაო ხსნარის მოცულობა (მლ)	ფოსფატის სანიმუშო ხსნარში P_2O_5 -ის შემცველობა (მგ/50მლ)	P_2O_5 -ის კონცენტრაციას ხსნარში (მგ 1 ლიტრზე)
1	0,5	0,0004	0,01
2	1,0	0,0008	0,02
3	3,0	0,0024	0,06
4	5,0	0,0040	0,10
5	7,5	0,0060	0,15
6	10,0	0,0080	0,20
7	12,5	0,0100	0,25
8	15,0	0,0120	0,30
9	17,5	0,0140	0,35
10	20,0	0,0160	0,40

ცხრილის ბოლო სვეტში მოცემულია P_2O_5 -ის კონცენტრაცია, გამოსახული მილიგრამებში 1 ლ ხსნარზე, რომელიც შეესაბამება სანიმუშო ხსნარების სკალის დასამზადებლად აღებული ფოსფატის სამუშაო ხსნარის მოცულობას, როცა კოლორიმეტრიებისათვის აღებულია 40 მლ ფილტრატი და გამოყენებულია 50 მლ მოცულობის საზომი კოლბები.

გრაფიკის აგებისას აბსცისთა ღერძზე გადათვლიან P_2O_5 -ის რაოდენობას, გამოსახულს მგ/1 ლ ხსნარზე (29-ე ცხრილის ბოლო სვეტი).

თუკი კოლორიმეტრიებისათვის აღებულია ფილტრატის სხვა მოცულობა, მაშინ გრაფიკის მიხედვით ნაპოვნი P_2O_5 -ის კონცენტრაციის სიდიდე შესაბამისად შეცვლილი უნდა იქნას იმ სიდიდეზე გამრავლებით, რომელიც მიღებულია 40-ის გაყოფით ხსნარის აღებულ მოცულობაზე. მაგალითად, აღებულია 20 მლ ხსნარი, მაშინ გრაფიკის მაჩვენებლის მიხედვით P_2O_5 -ის კონცენტრაციას ამრავლებენ 2-ზე ($40:20=2$).

თუკი ხსნარი შეიცავს ძალიან უმნიშვნელო რაოდენობით P_2O_5 -ს და სასურველი არ არის კოლორიმეტრიების დროს მისი წყლით განზავება, მაშინ ფილტრატს ათავსებენ საზომ კოლბში (50 მლ მოცულობის) ნიშანხაზამდე, ხოლო რეაქტივებს ამატებენ ნიშანხაზის ზემოთ.

სანიმუშო ხსნარებს ამ შემთხვევაში ამზადებენ შემდეგნაირად. 50 მლ მოცულობის საზომ კოლბებში ათავსებენ კალიუმის ფოსფატის სანიმუშო ხსნარების განსაზღვრულ რაოდენობას, ამატებენ 2,5 მლ K_2SO_4 -ის 0,6 ნორმალობის ხსნარს და მათი მოცულობა გამოხდილი წყლით მიჰყავთ 50 მლ-მდე (კოლბის ნიშანხაზამდე), შემდეგ ნიშანხაზის ზემოთ ამატებენ საჭირო რეაქტივებს.

იმ შემთხვევაში, როცა კოლორიმეტრიკებისათვის ხსნარებს შევუარავენ არა საზომ, არამედ ჩვეულებრივ ბრტყელძირიან ან კონუ-აურ კოლებში, მათში პიპეტით ათავსებენ 20 მლ ფილტრატს და ამატებენ არჩეული მეთოდის მიხედვით P_2O_5 -ის კოლორიმეტრული განსაზღვრისათვის საჭირო რეაქტივებს.

თუკი ხსნარში P_2O_5 -ის შემცველობა მაღალია და კოლორიმეტ-რიკების წინ საჭიროა ხსნარის განზავება, კოლებში ათავსებენ ხსნარს მცირე მოცულობას (5—10 მლ-მდე) და გამობდილი წყლის და-მატებით (პიპეტით ან ბიურეტით) მიჰყავთ 20 მლ-მდე; ხსნარის კარ-გად შერევის შემდეგ მას ამატებენ შესაფერადებლად საჭირო რეაქ-ტივებს.

ჩვეულებრივ კოლებში საკვლევი ხსნარების შეფერადებისას, მრუდის ასაგებად ფოსფატების სანიმუშო ხსნარებს ამზადებენ სხვა წესით, ვიდრე ეს იყო აღწერილი საზომი კოლებით მუშაობის შემ-თხვევაში. სამუშაო ხსნარიდან, რომელიც შეიცავს 0,002 — მგ P_2O_5 1 მლ-ში (დამზადება აღწერილია 311-ე გვერდზე), ამზადებენ ფოს-ფატების სანიმუშო ხსნარების სერიას, ერთბაშად დიდი რაოდენობით (500—1000-მლ). ამისათვის იღებენ 1 ლიტრი მოცულობის 10 ცალ საზომ კოლბს, რომელსაც დანომრავენ 1-დან 10-მდე. მათში ბიურე-ტიდან ასწამენ ფოსფატის სანიმუშო ხსნარს ისეთი რაოდენობით რო-გორც ეს მითითებულია 30-ე ცხრილში. შემდეგ კოლებში ამატებენ 50—50 მლ 0,6 ნორმალობის K_2SO_4 -ის ხსნარს და გამობდილი წყლით

ცხრილი 30

სანიმუშო ხსნარების მომზადება

კოლბის ნომერი	ფოსფატის სამუშაო ხსნარის აღებული რაოდენობა (მლ)	ფოსფატის სანიმუშო ხსნარ- ში P_2O_5 -ის კონცენტრაცია (მგ/ლ)
1	5	0,01
2	10	0,02
3	30	0,06
4	50	0,10
5	75	0,15
6	100	0,20
7	125	0,25
8	150	0,30
9	175	0,35
10	200	0,40

ხსნარის მოცულობა მიჰყავთ 1 ლიტრამდე. კოლებს ახურავენ სა-ცობებს და კარგად შეურევენ. მრუდის ასაგებად მათგან იღებენ 20—20 მლ-ს, ათავსებენ კოლებში და აწარმოებენ ხსნარების შე-ფერადებას იგივე რეაქტივებით, როგორც საკვლევი ხსნარების შემ-თხვევაში.

30-ე ცხრილში მოყვანილია P_2O_5 -ის კონცენტრაცია სანიმუშო ხსნარებში, რომელიც გამოსახულია მილიგრამებში 1 ლიტრზე. ის შესაბამება P_2O_5 -ის კონცენტრაციას ხსნარში, თუკი კოლორიმეტრიკების წინ არ მომხდარა მისი განზავება. წინააღმდეგ შემთხვევაში ხსნარში P_2O_5 -ის კონცენტრაციის გამომანგარიშებისათვის, ცხრილის ბოლო გრაფაში მოთავსებულ რიცხვებს ამრავლებენ განზავების რიცხვზე. მაგ., აღებული იყო 5 მლ ხსნარი, კოლორიმეტრიკების წინ მისი მოცულობა გამოხდილი წყლით მიყვანილი იყო 20 მლ-მდე, ე. ი. ხსნარი განზავებული იქნა ოთხჯერ ($20:5=4$).

ს ა ჯ ი რ ო რ ე ა ქ ტ ი ვ ე ბ ი:

1. K_2SO_4 0,03 ნორმალობის ხსნარი. პირველად ამზადებენ გოგირდმჟავა კალიუმის უფრო მაღალი კონცენტრაციის ხსნარს — 0,1 ნორმალობის, მისგან წყლით განზავებით ამზადებენ K_2SO_4 -ის 0,03 ნორმალობის ხსნარს.

გამოხდილ წყალში გაცხელებით ხსნიან 52,3 გ მშრალ ქიმიურად სუფთა გოგირდმჟავა კალიუმის მარილს. ხსნარს აცივებენ, გადაიტანენ 1 ლ მოცულობის საზომ კოლბში და გამოხდილი წყლით მისი მოცულობა მიჰყავთ ნიშანხაზამდე. ხსნარს შეუტრევენ და თუკი ის მღვრიეა, ფილტრავენ — ლებულობენ 0,6 ნორმალობის ხსნარს. მისგან 20-ჯერ განზავებით ამზადებენ 0,03 ნორმალურს, ამისათვის პიპეტით იღებენ 50 მლ გოგირდმჟავა კალიუმის 0,6 ნორმალობის ხსნარს, ათავსებენ 1 ლიტრი მოცულობის საზომ კოლბში და ხსნარის მოცულობა მიჰყავთ ნიშანხაზამდე. მიღებულ 0,03 ნორმალობის ხსნარს იყენებენ გამონაწურის მოსამზადებლად.

2. ფილტრი. შეიძლება გამოყენებული იქნას უნაცრო ფილტრი, 12,5—15 სმ დიამეტრის (ლურჯი ან თეთრი ზონარით), ან ფილტრი მომზადებული ფურცლოვანი ფილტრის ქაღალდისაგან, რომელსაც წინასწარ აცლიან ფოსფორს.

რადგანაც ნიადაგიდან 0,03 ნორმალობის K_2SO_4 -ის გამონაწურში გადმოსული ფოსფორის რაოდენობა ძალზე მცირეა, აუცილებელია ძალზე კარგად შემოწმდეს რეაქტივების და ფილტრის ქაღალდი მასში ფოსფორის შემცველობაზე, აგრეთვე სხვა ელემენტების შემცველობაზეც, რომელნიც კი ხელს უშლიან P_2O_5 -ის განსაზღვრას.

CaCl₂-ის 0,02 ნორმალობის ხსნარით ნიადაგიდან გამომკვებული ფოსფორის განსაზღვრა

გამონაწურის დამზადებისას ნიადაგის შეფარდება 0,02 ნორმალობის $CaCl_2$ -ის ხსნართან უდრის 1:5, იყენებენ 5 წუთიან ნჯღრევას. მიღებულ ფილტრატში ფოსფორის საზღვრავენ კოლორიმეტრული წე-

სით. განსაზღვრის შედეგებს გამოსახავენ P_2O_5 მილიგრამებში 1 ლ ხსნარზე.

გამონაწურს იყენებენ ნიადაგის ფოსფატების მოძრაობის ხარისხის განსაზღვრისათვის:

ანალიზის მსვლელობა: 0,2 ნორმალობის $CaCl_2$ -ის გამონაწურის მიღების და შემდეგში P_2O_5 -ის განსაზღვრისათვის მისი მომზადების პირობები, 0,03 ნორმალობის K_2SO_4 -ის გამონაწურის მიღების პირობების ანალოგიურია. ფოსფატების სანიმუშო ხსნარებს ამზადებენ $CaCl_2$ -ის 0,02 ნორმალობის ხსნარზე.

ს ა ჯ ი რ ო რ ე ა ქ ტ ი ვ ე ბ ი:

1. $CaCl_2$ -ის 0,02 ნორმალობის ხსნარი. საწყისში ამზადებენ უფრო კონცენტრირებულ 2 ნორმალობის კალციუმის ქლორიდის ხსნარს (სამარაგო ხსნარი), მისგან გამოხდილი წყლით განზავებით ამზადებენ 0,02 ნორმალურს. რეაქტივის მოსამზადებლად იყენებენ კრისტალურ, ქიმიურად სუფთა კალციუმის ქლორიდს ($CaCl_2 \cdot 6H_2O$).

1 ლიტრი სამარაგო ხსნარის მოსამზადებლად, იღებენ 219,09 გ მარილს, ხსნიან მას 500—600 მლ გამოხდილ წყალში და 1 ლიტრი მოცულობის საზომ კოლბში მიჰყავთ ნიშანხაზამდე. მიღებულ ხსნარში საზღვრავენ კალციუმის კონცენტრაციას ტრილონ ნ-თი დატიტვრით. თუკი აუცილებელია, მიღებული ხსნარის კონცენტრაციას მიიყვანენ ზუსტად 2-ნორმალობამდე გამოხდილი წყლის ან კალციუმის ქლორიდის მიმატებით.

რეაქტივის მომზადებისას მხედველობაში უნდა მივიღოთ, რომ კალციუმის ქლორიდის ($CaCl_2 \cdot 6H_2O$) მარილი ძალზე ჰიგროსკოპიულია, კრისტალები ადვილად ღვება ჰაერზე. თუკი ანალიტიკოსი იყენებს კალციუმის ქლორიდის მარილს სველ ან გამღვალ კრისტალებს, მაშინ მარილიდან ამზადებენ $CaCl_2$ -ის წყალ-ხსნარს, რომლის კუთ. წ. 1,12—1,13-ია 2 ნორმალობის $CaCl_2$ -ის (კუთ. წონა ტოლია 1,094), შემდეგ მიღებულ ხსნარში საზღვრავენ კალციუმის კონცენტრაციას (ტრილონ ნ დატიტვრით) და ხსნარი მიჰყავთ ზუსტად 2 ნორმალობამდე.

$CaCl_2 \cdot 6H_2O$ -ს 0,02 ნორმალობის ხსნარის დამზადებისათვის მიღებულ სამარაგო ხსნარს აზავებენ 100-ჯერ. ამისათვის პიპეტათ იღებენ 10 მლ კალციუმის ქლორიდის 2 ნორმალობის ხსნარს, ათავსებენ მას საზომ კოლბში და ხსნარის მოცულობა გამოხდილი წყლით მიჰყავთ 1 ლიტრამდე. მიღებული ხსნარის კონცენტრაციას ამოწმებენ ტრილონ ნ-ს გამოყენებით კალციუმის დატიტვრით. ამ შემთხვევაში დასაშვებია კონცენტრაციის გადახრა $\pm 5\%$. კალციუმის ქლორიდის მიღებულ 0,02 ნორმალობის ხსნარს იყენებენ ნიადაგის გამონა-

წურის მისაღებად. გამოყენების წინ საჭიროა მისი შემოწმება ფოსფორის ან სხვა შენაერთების შემცველობაზე, რომელნიც ხელს უშლიან P_2O_5 -ის განსაზღვრას.

2. ფილტრი 12,5—15 სმ დიამეტრით, რომელიც შემოწმებულია ფოსფორის შემცველობაზე.

ფოსფატების ჯგუფობრივი შემაღენლობის განსაზღვრა ნიადაგში ჩირიკოვის მეთოდით (1947)

მეთოდის არსი იმაში მდგომარეობს, რომ სხვადასხვა გამხსნელებით ნიადაგის თანმიმდევრულად დამუშავებისას გამოიყოფა და რაოდენობრივად აღირიცხება მასში ფოსფატების შემცველობა, რომელნიც სხვადასხვა ხარისხით არიან მცენარისათვის შესათვისებელი.

ჩირიკოვის მეთოდით ნიადაგის ანალიზის დროს ფოსფატების ჯგუფობრივი შედგენილობის სქემა.

ცხრილი 31

ფოსფატების ჯგუფი	ნიადაგიდან ფოსფატების გამოსაყოფად გამოყენებული ქაშისნელი	ჯგუფში შემავალი მოსალოდნელი ფოსფატები
1.	$H_2O + CO_2(0,05—0,06n)$	NH_4 და ტუტე მეტალების ყველა ფოსფატები. მჟავე ფოსფატები Ca , Mg ; $MgHPO_4$, $Mg_3(PO_4)_2$, $CaHPO_4$ და ნაწილობრივ $Ca_3(PO_4)_2$.
2.	0,5 n $C_2H_4O_2$ -ის ხსნარი	$Ca_3(PO_4)_2$; ნაწილი $CaX_2 \cdot 3Ca_3(PO_4)_2$; ნაწილი $AlPO_4$ და ფიტინი.
3.	0,5n HCl ან H_2SO_4 -ის ხსნარი	$CaX_2 \cdot 3Ca_3(PO_4)_2$; $AlPO_4$; $FePO_4$; Fe
4.	3,0n NH_4OH ხსნარი	და Al ფუძე ფოსფატები, ფიტინი. ნუკლეინები, ნუკლეოპროტეიდები და ფოსფატების და ჰუპინოვანი მჟავეების კომპლექსური შენაერთები.
5.	მითითებულ გამხსნელებში საღი ფოსფატები	უხ-დედაქანის დაუშლელი მინერალების ფოსფატები

31-ე ცხრილში მოყვანილია ნიადაგის ფოსფატების ჯგუფობრივი შემადგენლობა. მეთოდის მოგვეყავს იმ სახით, როგორც ის იყო მოცემული ავტორის მიერ, ნიადაგის ფოსფატების ჯგუფობრივი ანალიზის სქემის შესაბამისად.

* $CaX \cdot 3Ca_3(PO_4)_2$ — ფოსფორიტების და აპატიტების საერთო აღნიშვნა, სადა X არის OH , CO_3 , F , Cl .

ბოთლებში ან კოლებში იღებენ 2 მმ-იან საცერში გატარებული 10 გრამი ჰაერმშრალი ნიადაგის 6 წონაკს. მათგან ჯგუფობრივი შედგენილობის სქემის შესაბამისად ამზადებენ შემდეგ ხსნარებს.

1. ნახშირმჟავა ხსნარი. ნიადაგის ორ წონაკს ასხამენ 250 მლ წყალს, რომელიც გაჭერებულია 0,05 — 0,06 *n*-მდე CO₂-ით. ანჭლრევენ 1 საათის განმავლობაში და აყოვნებენ დღე-ღამის განმავლობაში. მეორე დღეს კვლავ ანჭლრევენ და სუსპენზიას ნიადაგით გადაიტანენ ფილტრზე. შემდეგ რეცხავენ იმავე ხსნარით, ვიდრე არ გაქრება ჩანარეცხ წყალში მაგნიუმი (Mg-ზე ოქსიზინოლინით რეაქცია), რაც მოწმობს ფოსფატების I ჯგუფის მოშორებას; ფილტრატის მოცულობას ზომავენ და იწერენ.

ფილტრატიდან იღებენ 100—200 მლ-ს და აორთქლებენ ფაიფურის ჯამში ამოშრობამდე, ჯამზე დარჩენილ ნალექს ხსნიან 10 მლ 27%-იან H₂SO₄-ით. ხსნარის ორგანულ ნივთიერებას ენაგავენ 0,1 *n* KMnO₄-ის ხსნარით, რომლის კარბ რაოდენობას აღადგენენ 0,05 *n* მჟაუნმჟავას ხსნარით*. ხსნარი გადააქვთ საზომ კოლბში და ფოსფორის საზღვრავენ კოლორიმეტრული წესით დენიეუს მეთოდის რომელიმე ერთი ვარიანტით. (ჩირიკოვი რეკომენდაციას იძლევა კოლორიმეტრიებისათვის გამოყენებულ იქნას მალიუგინას და ხრენოვას ვარიანტი).

2. ძმარმჟავა ხსნარი. ნიადაგის ორ წონაკს ასხამენ 250 მლ ძმარმჟავას 0,5*n*-ის ხსნარს, ანჭლრევენ 1 საათის განმავლობაში და აყოვნებენ დღე-ღამის განმავლობაში. მეორე დღეს ანჭლრევენ და სუსპენზიას ნიადაგით გადაიტანენ ფილტრზე, შემდეგ კი რეცხავენ იგივე ხსნარით, ვიდრე არ გაქრება ჩანარეცხ სითხეში კალციუმი, რაც მიუთითებს ფოსფატების მეორე ჯგუფის ჩარეცხვაზე. მიღებული ფილტრატის მოცულობას საზღვრავენ და იწერენ.

კოლორიმეტრული განსაზღვრის შემთხვევაში ფილტრატიდან იღებენ 10—50 მლ, აორთქლებენ ფაიფურის ჯამში ამოშრობამდე (წყლის აბაზანაზე) და შემდეგ კი იქცევიან ზუსტად ისე, როგორც აღწერილია ზემოთ ნახშირმჟავა ხსნარისათვის.

ლორენც-შეფერის მეთოდით ძმარმჟავა ხსნარში ფოსფორის მოცულობითი განსაზღვრისას იღებენ ფაიფურის ჯამში 200—300 მლ ფილტრატს და აორთქლებენ HNO₃-თან ერთად წყლის აბაზანაზე ამოშრობამდე. ჯამში დარჩენილ ნაშთს ხსნიან აზოტისა და გოგირდის მჟავას ნარევის [30 მლ გოგირდის მჟავას (კუთ. წ. 1,84) ასხამენ 1 ლ აზოტის მჟავაში (კუთ. წ. 1,2); რომელიც მიღებულია 424 მლ ძლიერი აზოტის მჟავას განზავებით წყლით 1 ლიტრამდე] 25 მლ-ში, შემდეგ გადაიტანენ ჰიქაში, ჯამს რამდენჯერმე ჩარეცხავენ წყლით

* საჭიროა ვერიდოთ მჟაუნმჟავას კარბ რაოდენობას.

ქიქაში, ისე რომ ხსნარის საბოლოო მოცულობა არ აღემატებოდეს 50 მლ-ს. საჭიროების შემთხვევაში სითხის მოცულობას ამცირებენ აორთქლებით. მოლიბდენმჟავა ამონიუმით დალექვას აწარმოებენ ისე, როგორც მითითებულია ზემოთ, ლორენც-შეფერის მეთოდის აღწერის დროს. (279 გე.).

3. მარილმჟავა (ან გოგირდმჟავა) ხსნარი. ნიადაგის ორ წონაკს ასხამენ 250 მლ 0,5N HCl-ის ხსნარს (ან H₂SO₄), ანჯღრევენ 1 საათის განმავლობაში და ტოვებენ დღე-ღამის განმავლობაში. მეორე დღეს ხსნარს ნიადაგით გადაიტანენ ფილტრზე და ჩარეცხავენ 0,5N HCl-ის ხსნარით (ან H₂SO₄) მანამ, სანამ დროგამოშვებით აღებული ფილტრატის ორ სინჯში ფოსფორის კონცენტრაცია არ იქნება თანაბარი და 1 ლ ფილტრატში 1—1,5 მგ P₂O₅-ის ტოლი, შემდეგ საზღვრავენ მიღებული ხსნარის მოცულობას და ჩაიწერენ. ფილტრატიდან იღებენ 5—10 მლ ხსნარს ფაიფურის ჯამში, ამატებენ 5 მლ ძლიერ HNO₃, აორთქლებენ ამოშრობამდე წყლის აბაზანაზე, გააშრობენ სილის აბაზანაზე 120° ტემპერატურაზე და შემდეგში იქცევიან ისე, როგორც აღწერილია ნახშირმჟავა და ძმარმჟავა ხსნარებში ფოსფორის შემცველობის განსაზღვრისას.

4. ამიაკური ხსნარი. 0,5 ნორმალობის HCl-ის ან H₂SO₄ ხსნარით ჩარეცხვის შემდეგ ფილტრზე დარჩენილ ნიადაგს ფილტრთან ერთად გადაიტანენ 0,5-ლიტრიან ბოთლებში ან კოლებში, ასხამენ მას 250 მლ 3,0N NH₄OH-ის ხსნარს, ენერგიულად ანჯღრევენ, რათა ფილტრი დაიგლიჯოს ნაწილებად, შემდეგ მჭიდროდ ახურავენ საცობს, რომელსაც აქვს ბუნუნის საჩქველი* და დგამენ 70—80°-მდე გაცხელებულ წყლის აბაზანაზე 5 საათის განმავლობაში. ამის შემდეგ ნიადაგს ხსნარით გადაიტანენ ფილტრზე და რეცხავენ ამიაკის ოვივე ხსნარით, ვიდრე ჩარეცხილი სითხე არ გახდება უფერული, ხსნარის მოცულობას ჩაიწერენ.

მიღებული ამიაკური ხსნარიდან იღებენ 20—30 მლ-ს ფაიფურის ჯამში და აორთქლებენ წყლის აბაზანაზე ამიაკის სუნის გაქრობამდე. შემდეგ ასხამენ 5 მლ ძლიერ HNO₃ და აორთქლებენ ამოშრობამდე. მიღებულ მშრალ ნაშთს ხსნიან გამოხდილ წყალში, ამატებენ 5 მლ ძლიერ HNO₃ და კვლავ აორთქლებენ. აღნიშნულ პროცესს იმეორებენ მანამ, სანამ ორგანული ნივთიერება მთლიანად არ დაიწვება. თუკი ორგანული ნივთიერების დაწვა არ მოხერხდება, მაშინ ხსნარს ამატებენ 1 მლ KNO₃-ის მაძლარ ხსნარს და აორთქლებენ ამოშრობამდე

* ერთი — ანალიზის პროცესში წარმოქმნილი გაზების შესვლისათვის, მეორე კი — გამოსვლისათვის.

წყლის აბაზანაზე, შემდეგ კი აწრობენ მუფელის ლუმელში (ლუმელი გავარვარებულია მუქ წითლად). გამოწვის შემდეგ ჯამში ამატებენ 10 — 15 მლ ცხელ წყალს და 3 მლ ძლიერ HNO_3 , აორთქლებენ ამოშრობამდე და გამოაშრობენ 120° ტემპერატურაზე SiO_2 -ის გადასაყვანად უხსნად მდგომარეობაში. შემდეგ ხსნიან 5—10%-იან H_2SO_4 -ის ხსნარში და ფილტრავენ 100 მლ მოცულობის კოლბში. მკაფიოდ ნალექის ჩარეცხვის შემდეგ (სინჯი მეთილორანჯით) კოლბს ავსებენ წყლით ნიშანხაზამდე. მიღებული ხსნარიდან საზომ კოლბში იღებენ 10 — 20 მლ-ს და ფოსფორს საზღვრავენ კოლორიმეტრული წესით.

ამიაკურ ხსნარში ლორენც-შეფერის მეთოდით ფოსფორის მოცულობითი განსაზღვრისათვის იღებენ 100—200 მლ ხსნარს ფაიფურის ჯამში და აორთქლებენ წყლის აბაზანაზე, ამიაკის ზუნის გაქრობამდე. შემდეგ ასხამენ 10 მლ ძლიერ HNO_3 და აორთქლებენ წყლის აბაზანაზე ამოშრობამდე, ერთხელ კიდევ ხსნიან წყალში, ამატებენ 10 მლ ძლიერ HNO_3 და კვლავ აორთქლებენ წყლის აბაზანაზე ამოშრობამდე. შემდეგ ამატებენ 10 მლ KNO_3 -ის ნაჯერ ხსნარს, აორთქლებენ ამოშრობამდე და გამოწვავენ მუფელს (რომელიც გავარვარებულია წითლად). გაციების შემდეგ ჯამში ასხამენ 25—30 მლ წყალს და 5 მლ კონცენტრირებულ HNO_3 , აორთქლებენ წყლის აბაზანაზე ამოშრობამდე, აშრობენ 120° ტემპერატურაზე, ხსნიან HNO_3 -ის 5%-იან ხსნარში, ფილტრავენ და ჩარეცხავენ ჰიქაში, რომელშიც ამატებენ HNO_3 და H_2SO_4 -ის ნარევის 25 მლ, მასში აწარმოებენ ფოსფორის განსაზღვრას ლორენც-შეფერის მიხედვით, ისე როგორც ეს ზემოთ არის აღწერილი.

5. მეზუთე ჯგუფის ფოსფატების განსაზღვრას აწარმოებენ სხვაობით: ფოსფორის საერთო შემცველობიდან გამოაკლებენ ფოსფორის შემცველობას მარილმკაფა (ან გოგირდმკაფა) და ამიაკურ ხსნარებში. ეს სხვაობა შეესაბამება იმ ფოსფატებს, რომელნიც არ იხსნებიან მითითებულ გამხსნელებში.

1-ლი ჯგუფის ფოსფატების შემცველობას საზღვრავენ ნახშირმკაფა ხსნარში ნაპოვნი ფოსფორის რაოდენობის მიხედვით. მეორე ჯგუფის ფოსფორის შემცველობას საზღვრავენ სხვაობით მძარმკაფა და ნახშირმკაფა ხსნარებში ფოსფორის შემცველობას შორის.

მესამე ჯგუფის ფოსფატების შემცველობას საზღვრავენ მარილმკაფა (ან გოგირდმკაფა) ხსნარებში ნაპოვნი ფოსფორის რაოდენობებს შორის სხვაობით. მეოთხე ჯგუფის ფოსფატების შემცველობას საზღვრავენ ამიაკურ ხსნარში ფოსფორის რაოდენობის მიხედვით.

ფ. ვ. ჩირიკოვის მეთოდი, გაამარტივებული ვარიანტი

ზემოთ მითითებული ვარიანტით მუშაობა საჭიროებს დიდ დროს, ამიტომ ნიადაგში ფოსფორის ფორმების დინამიკის აღრიცხვისა და შეტანილი სასუქების ფოსფორის გარდაქმნის საკითხის შესწავლისათვის ჩირიკოვმა ზემოაღწერილი მეთოდი შემდეგნაირად გაამარტივა: ყოველი ჯგუფის ფოსფატების ჩარეცხვის ნაცელად აწარმოებენ ნიადაგიდან მათ ერთჯერად გამოყოფას ამა თუ იმ მჟავით.

ნიადაგს მჟავასთან ერთად ანჯღრევენ როტატორზე 1 საათს და აყოვნებენ დღე-ღამის განმავლობაში. ყოველთვის ნიადაგის ხსნართან შეფარდება ტოლია 1:25; (10 გრამი ნიადაგის წონაკის შემთხვევაში).

გამარტივებული მეთოდი შეიძლება გამოვიყენოთ მხოლოდ ფოსფატების პირველი სამი ჯგუფის განსაზღვრისათვის: 1 ჯგუფს აღრიცხავენ უშუალოდ; მეორე ჯგუფს სხვაობით — ძმარმჟავა ხსნარით გამოდევნებულ ფოსფორსა და ნახშირმჟავათი გაჯერებული წყლით გამოდევნებულ ფოსფორს შორის; მესამე ჯგუფს — სხვაობით HCl -ის ხსნარით გამოძევებულ ფოსფორსა და ძმარმჟავა ხსნარით გამოძევებულ ფოსფორს შორის. ამრიგად, ამ წესის შემთხვევაში უნდა შემოვიფარგლოთ სამი წონაკით, რომელთაგან პირველს აწუშავენ $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$, მეორეს — ძმარმჟავა ხსნარით და მესამეს — მარილმჟავა ხსნარით.

1. ნახშირმჟავა ხსნარში ფოსფორის განსაზღვრას აწარმოებენ კოლორიმეტრულად. 10 გრამ ნიადაგს. ათავსებენ 0,5 ლიტრი მოცულობის ბოთლში, ამატებენ 250 მლ წყალს, რომელიც გაჯერებულია ნახშირმჟავით, ანჯღრევენ როტატორზე 1 საათს და აყოვნებენ დღე-ღამის განმავლობაში; შემდეგ ფილტრავენ; 50 ან 100 მლ ფილტრატს (დამოკიდებულია ფოსფორის მოსალოდნელ შემცველობაზე) ათავსებენ ჰიქაში ან ფაიფურის ჯამში, სადაც ამატებენ 10 მლ 27%-იან H_2SO_4 -ის ხსნარს, აცხელებენ და ეანგავენ 0,1n KMnO_4 -ის ხსნარით. ამ უკანასკნელის ქარბ რაოდენობას შლიან 0,05n მჟაუნმჟავას ხსნარით. ამის შემდეგ აორთქლებენ ხსნარის მოცულობის განახევრებამდე, გადაიტანენ 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში და ფოსფორს საზღვრავენ კოლორიმეტრულად.

2. ძმარმჟავა ხსნარში ფოსფორის განსაზღვრას აწარმოებენ კოლორიმეტრულად, ჯამში დარჩენილ ნალექს ხსნიან, ისე როგორც მითითებულია ნახშირმჟავა გამოწურვის შემთხვევაში, გადაიტანენ 100 მილიმეტრი მოცულობის საზომ კოლბში და აწარმოებენ ფოსფორის განსაზღვრას.

3. მარილმკვავა ხსნარში ფოსფორის საზღვრავენ მოცულობითი მე-
თოდით ან კოლორიმეტრულად. 10 გრამ ნიადაგს ამუშავებენ 250 მლ
0,5 n HCl-ის ხსნარით, ანჭღრევენ როტატორზე ერთი საათის განმავ-
ლობაში, შემდეგ კი აყოვნებენ დღე-ღამის განმავლობაში და ფილტ-
რავენ. ფილტრადან მოცულობითი განსაზღვრისათვის იღებენ
100—200 მლ-ს, აორთქლებენ HNO₃-თან ერთად წყლის აბაზანაზე
ამოშრობამდე და აშრობენ სილის აბაზანაზე 120° ტემპერატურის პი-
რობებში, SiO₂-ის გადსაყვანად უხსნად მდგომარეობაში. ნალექს
ხსნიან HNO₃ და H₂SO₄ ნარევის 25 მლ-ში (ლორენცის მიხედვით),
ფილტრავენ, რეცხავენ ცხელი წყლით და მიჰყავთ 50 მლ-მდე. დალექ-
ვას აწარმოებენ ისე, როგორც მითითებულია ლორენც-შეფერის
მეთოდის აღწერის დროს.

კოლორიმეტრული განსაზღვრისათვის იღებენ 5—10 მლ მარილ-
მკვავა გამონაწურს, აორთქლებენ ამოშრობამდე წყლის აბაზანაზე,
შემდეგ აშრობენ სილის აბაზანაზე, შშრალ ნაშთს გახსნიან და აწარ-
მოებენ ფოსფორის განსაზღვრას ისე, როგორც ეს იყო მითითებული
ნახშირმკვავა და ძმარმკვავა ხსნარების შემთხვევისათვის.

მინერალური ფოსფატების სხვადასხვა ფორმების განსაზღვრა ნიადაგში ჩანგის და ჭეკსონის მეთოდით, (ასკინაზის, გინზურგის და ლეგაღეპას პარინანტი 1963).

ამ უკანასკნელ დროს დიდი ყურადღება ეთმობა ნიადაგის ფოსფა-
ტების ფრაქციონირების მეთოდს, რომელიც შეიმუშავეს ჩანგმა
და ჭეკსონმა. საერთო სქემა რომელიც მოცემულია ავტორების
მიერ, მდგომარეობს სხვადასხვა გამხსნელებით ნიადაგის ერთი წო-
ნაკის თანმიმდევრულად დამუშაებაში, რომელთაგან თითოეული გა-
მოდევნის ნიადაგის მინერალური ფოსფატების განსაზღვრულ ფრაქ-
ციას.

დოკუჩაიევის ჰახელობის ნიადაგმცოდნეობის ინსტიტუტის აგრო-
ქიმიის ლაბორატორიაში გამოცდილი იყო როგორც თვითონ ჩანგის
და ჭეკსონის მეთოდი, ისე მასთან დაკავშირებული ზოგიერთი კრი-
ტიკული შენიშვნები. გამოკვლევების საფუძველზე მეთოდში შეტა-
ნილია მთელი რიგი ცვლილებანი. გარდა ამისა, ნიადაგში ფოსფორის
ძირითადი ფორმების (Al, Fe და Ca — ფოსფატები) განსაზღვრისა-
თვის რეკომენდებულია შემოვიფარგლოთ მეთოდის შემოკლებული
ვარიანტით, ე. ი. პირველი ოთხი თანმიმდევრული ხსნარებით: 1 n
NH₄Cl; 0,5 n NH₄F; 0,1 n NaOH და 0,5 n H₂SO₄.

32-ე ცხრილში მოტანილია ნიადაგიდან ფოსფორის სხვადასხვა
ფორმების გამოყოფის სქემა ჩანგის და ჭეკსონის მეთოდის სახე-
შეცვლილი ვარიანტით.

ნიადაგიდან ფოსფორის მინერალური ფორმების გამოყოფა
ჩანგისა და ჭეკისონის სახეშეცვლილი სქემით

ფოსფორის ფრაქცია	გამომყოფი ხსნარი	მოცემულ გამხსნელში ხსნადი ნიადაგის ფოსფატები
წყალხსნადი, დაშალად შეკავშირებული ფოსფატები	1 n NH ₄ Cl	ყველა წყალხსნადი ფოსფატები
Al — ფოსფატები	0,5n NH ₄ F pH—8,5	AlPO ₄ (ვარისციტის, ვაფელიტის და სხვა ტიპის) — თითქმის მთლიანად, CaHPO ₄ — მნიშვნელოვნად, ორგანული ფოსფორი — ნაწილობრივ.
Fe — ფოსფატები	0,1n NaOH	FePO ₄ (სტრენგიტის, დიფრენიტის და სხვა ტიპის) — თითქმის მთლიანად, ორგანული ფოსფორი მნიშვნელოვნად.
Ca — ფოსფატები	0,5n H ₂ SO ₄	კალციუმის ძირითადი ფოსფატები (დიკალციუმ ფოსფატის, ოქტაკალციუმ ფოსფატის, აპატიტის და სხვა ტიპის), რკინის ოკლუდირებული ფოსფატები — უმნიშვნელო.
აღდგენილ-ხსნადი Fe-ფოსფატები (ოკლუდირებული რკინის უანგეულუბით)	0,3n Na ₂ C ₂ H ₂ O ₇ + + Na ₂ S ₂ O ₄	ძნელად ხსნადი ფოსფატები — Fe, Al და სხვა. დამაგრებული ნიადაგის აგრეგატებში ან კონკრეციებში, დაფარულნი რკინის უანგეულუბის ფენით, რომელნიც იშლებიან ციტრატის ხსნარის ტუტე არეში, ნატრიუმის დიტრონიტით მათი აღდგენის პირობებში. ფოსფორის ეს ფრაქცია არ იხსნება პირველ სამ გამონაწურში (0,5n NH ₄ F; 0,1n NaOH და 0,5n H ₂ SO ₄).
ოკლუდირებული Fe — ფოსფატები	0,5n NH ₄ F pH—8,5	AlPO ₄ .
Al — ფოსფატები	0,1n NaOH	Al(Fe)PO ₄ (ბარანდიტი ტიპის), ორგანული ფოსფორი.
ოკლუდირებული Al—Fe ფოსფატები		

ანალიზის მსვლელობა. 1 n NH₄Cl-ის გამონაწურის მომზადება. 0,25 მმ-იან საცერში გატარებულ 1 გრამ* ნიადაგს ათავსებენ 80—100 მლ მოცულობის ცენტრიფუგის სინჯარაში, ამატებენ 50 მლ 1 n NH₄Cl, ახურავენ საცობებს და ანჭლრევენ როტატორზე 30 წუთის განმავლობაში. ამის შემდეგ ზუსტპენზიას უკეთებენ ცენტრიფუგირე-

* მცირე ზომის ცენტრიფუგის სინჯარებით მუშაობისას ნიადაგის წონაკი შეიძლება შევამციროთ 0,5 გრამამდე და დამუშავდეს შესაბამისად 25 მლ ხსნარით.

ბას 10 წუთის განმავლობაში 2—3 ათასი ბრ/წუთში სიჩქარით. გამჭვირვალე ხსნარს გადაიტანენ 50—100 მლ მოცულობის ბრტყელძირიან კოლბში. ცენტრიფუგის სინჯარაში დარჩენილ ნიადაგის ნაშთს ინახავენ ნიადაგის ფოსფატების შემდეგი ფრაქციის გამოყოფისათვის. 20—40 მლ ცენტრიფუგატს (გამჭვირვალე ხსნარს) გადაიტანენ 50 მლ მოცულობის საზომ კოლბებში და საზღვრავენ NH_4Cl -ის ხსნარში გადასულ ფოსფორს კალორიმეტრული წესით დენიუეს მეთოდის ტრუოგ-მეიერის მოდიფიკაციით. ამ ხსნარში ჩვეულებრივად გადადის ფოსფორის უმნიშვნელო რაოდენობა.

0,5 n NH_4F -ის ხსნარის მომზადება. NH_4F -ით გაჭერებულ ნიადაგის წონაკს ამატებენ (მისი 1 n NH_4Cl -ით დამუშავების შემდეგ) 50 მლ 0,5 n NH_4F -ის ხსნარს, რომლის pH = 8,5, ანჯღრევენ როტატორზე 1 საათის განმავლობაში და შემდეგ აცენტრიფუგირებენ 10 წუთის განმავლობაში, ისეთსავე პირობებში, როგორც 1 n NH_4Cl -ის გამონაწურის შემთხვევაში. თუკი 10 წუთის ცენტრიფუგირების შემდეგ ხსნარი არ გახდება გამჭვირვალე, მაშინ აწარმოებენ განმეორებით ცენტრიფუგირებას. გამჭვირვალე ცენტრიფუგატს გადაიტანენ ბრტყელძირიან კოლბში, რომლის შიგა ზედაპირი დაფარულია პარაფინით, ან პოლიეთილენის ჭურჭელში, რადგანაც NH_4F -ის 0,5 n ხსნარს უნარი აქვს გამოიტანოს მინიდან სილიციუმის მყავას მნიშვნელოვანი რაოდენობა, რომელსაც შეუძლია გაადიდოს ფოსფორის კალორიმეტრული განსაზღვრის შედეგები.

ეტორამონიუმის ხსნარში ნიადაგის ფოსფორის მინერალურ შენაერთებთან ერთად გადადის ორგანული ნივთიერების მნიშვნელოვანი რაოდენობა (მათ რიცხვში ორგანული ფოსფატებიც), რომელნიც ხსნარს აძლევენ მოყვითალო-მუქ წითელ ფერს, რაც ხელს უშლის ფოსფორის კალორიმეტრულ განსაზღვრას.

ამ ხსნარში ფოსფორის კალორიმეტრული განსაზღვრისათვის საჭიროა ორგანული შენაერთების დაჯანგვა, რის შემდეგ საზღვრავენ მასში ფოსფორის საერთო შემცველობას (ა); დაუქანგავ ხსნარში (მასში ორგანული ნივთიერების მოცილების შემდეგ) საზღვრავენ ნიადაგის მინერალურ ნაწილთან დაკავშირებული ფოსფორის რაოდენობას (ბ).

ა) 5—10 მლ ხსნარს აორთქლებენ 50 მლ მოცულობის ბრტყელძირიან კოლბებში ეტერნიტულ ქურაზე თითქმის ამოშრობამდე (ძალიან არ უნდა ამოშრეს!), შემდეგ კოლბებში ამატებენ 3 მლ HClO_4 (30—72%) და აცხელებენ ელექტრო ან ეტერნიტულ ქურაზე ხსნარის სრულ გაუფერულებამდე. გაცივების შემდეგ ასეთნაირად დაჯანგულ ხსნარს გადაიტანენ წყლის მცირე ულუფებით 50 მლ მოცულობის საზომ კოლბებში, მიიყვანენ წყლით ნიშანხაზამდე, შეურევენ და

ხსნარის ნაწილს (5—20 მლ) გადაიტანენ 50 მლ-იან სხვა საზომ კოლბებში ფოსფორის კოლორიმეტრული განსაზღვრისათვის, რომელიც წარმოებს β — დინიტროფენოლის მიხედვით NH_4OH -ის 15%-იანი ხსნარით განეიტრალების შემდეგ; ხსნარის ყვითელ შეფერვას აქრობენ 10%-იანი HCl -ის 1—2 წვეთით. ამრიგად, ისაზღვრება ფტორამონიუმის ხსნარში ფოსფორის საერთო შემცველობა (დაკავშირებული ნიადაგის მინერალურ და ორგანულ ნივთიერებებთან).

ბ) ფტორამონიუმის ხსნარის დაჩენილ ნაწილში საზღვრავენ ფოსფორს, რომელიც დაკავშირებულია მხოლოდ ნიადაგის მინერალურ ნაწილთან, ამისათვის გამკვირვალე ხსნარს ორგანული ნივთიერების კოაგულაციისათვის ამატებენ 10—15 წვეთ კონცენტრირებულ HCl -ს, აყოვნებენ 15 წუთს, ხოლო შემდეგ ხსნარის სრული გაუფერულები-სათვის ამატებენ 0,15—0,2 გრამ გააქტივებულ ნახშირს, ნარევეს აყოვნებენ კიდევ 15 წუთის განმავლობაში და ფილტრავენ შვედური ფილტრში (ლურჯი ზოლით). შემდეგ იღებენ გამკვირვალე ხსნარის 5—20 მლ და გადაიტანენ 50 მლ მოცულობის საზომ კოლბში ფოსფორის კოლორიმეტრული განსაზღვრისათვის. ამ შემთხვევაში საკვლევი ხსნარის ალიკვოტურ ნაწილს ასხამენ საზომ კოლბში, რომელშიც წინასწარ მოთავსებულია 10 მლ-მდე გამოხდილი წყალი და 10 მლ 0,8 მოლარობის H_3BO_3 — ფტორის იონის შესაბოჰად ბორატულ კომპლექსში — $\text{NH}_4(\text{BF}_4)$, (რადგან F' უშლის ფოსფორის კოლორიმეტრულ განსაზღვრას). ამის შემდეგ იგივე კოლბებში ამატებენ ამონიუმის მოლიბდატის ხსნარის 2 მლ-ს, რომელიც მომზადებულია ტრუოგ-მეიერის მიხედვით, გამოხდილი წყლით მიჰყავთ ნიშან-ხაზამდე, ამატებენ კალას, შეურევენ და აკოლორიმეტრირებენ.

ფოსფატების სანიმუშო ხსნარის სკალას ამზადებენ გაზოსავალ ხსნარზე 0,5 n NH_4F -ის და 0,8 მოლარობის H_3BO_3 -ის დამატებით ისეთივე რაოდენობით, როგორც ისინი ემატება საკვლევი ხსნარის შემთხვევაში.

ამონიუმის ფტორიდით გამოძევებული ფოსფორის ორგანული შენაერთები შეიძლება განისაზღვროს სხვაობით ხსნარში ფოსფორის საერთო შემცველობასა (ა) და მინერალური შენაერთების ფოსფორს (ბ) შორის, ე. ი. ა—ბ-ს მიხედვით.

0,1 n NaOH -ის გამოწურვის მომზადება. NH_4F -ით დამუშავების შემდეგ ცენტრიფუგის სინჯარებში ნიადაგის ნაშთს ორჯერ ასხამენ 25—25 მლ NaCl -ის მძლარ ხსნარს (ნიადაგში მექანიკურად შეკავებული ფტორიდული ხსნარის მოსაცილებლად), ანჯღრევენ 10—20 წუთით და აცენტრიფუგირებენ. ცენტრიფუგატს გადაღვრიან.

ცენტრიფუგის სინჯარაში დაჩენილ ნიადაგს ამუშავებენ 50 მლ 0,1 n NaOH -ით, ანჯღრევენ როტატორზე 17 საათის განმავლობაში

(ეს შეიძლება შეიცვალოს 1-საათიანი ნჯღრევით და მეორე დღემდე დაყოვნებით) ოთახის ტემპერატურის პირობებში, რის შემდეგ სუსპენზიას აცენტრიფუგირებენ 10 წუთს გამჟვირვალე ხსნარის მიღებამდე.

გამჟვირვალე ხსნარში საზღვრავენ:

1. ფოსფორის საერთო შემცველობას ხსნარში. ამისათვის 10 მლ ტუტე ფილტრატს აორთქლებენ და შემდეგ ამუშავენ ჭლორის მკავით, როგორც ზემოთ იყო აღწერილი NH_4F -ის ხსნარში ფოსფორის საერთო შემცველობის განსაზღვრისას.

2. „მინერალური“ ფოსფორი. ფილტრატის დარჩენილ ნაწილს ამატებენ 10—15 წვეთ კონცენტრირებულ H_2SO_4 , 10—15 წუთის შემდეგ ამატებენ გააქტივებულ ნახშირს (0,15—0,20 გრამი) და აყოვნებენ კიდევ 15 წუთის განმავლობაში. ამის შემდეგ ნარევს ფილტრავენ მკვრივ ფილტრში. 5—20 მლ გამჟვირვალე ფილტრატს ათავსებენ 50 მლ მოცულობის საზომ კოლბებში, ანზავენ გამზდილი წყლით 30—35 მლ-მდე, შემდეგ ანეიტრალებენ ხსნარს β -დინიტროფენოლის მიხედვით, როგორც ეს არის აღწერილი ზემოთ და აკოლორიმეტრირებენ.

NaOH -ის ხსნარით გამოძევებული ორგანული შენაერთებო ფოსფორი ისაზღვრება სხვაობით ფოსფორის საერთო შემცველობისა და მინერალური შენაერთების ფოსფორს შორის (NaOH -ის ხსნარში) (1—2).

ჩოცა სასურველია ნიადაგში მხოლოდ ფოსფატების მინერალური ფორმის შემცველობის დადგენა, მაშინ საერთო და ორგანული ფოსფორის განსაზღვრა 0,5 n NH_4F და 0,1 n NaOH -ის ხსნარებში გამოითიშება.

0,5 n H_2SO_4 -ის გამონაწურის მომზადება. ტუტე გამონაწურის მიღების შემდეგ ცენტრიფუგის სინჯარაში დარჩენილ ნიადაგს კვლავ რეცხავენ ორჯერ NaCl -ის მადლარი ხსნარით (20—25 მლ ულუფებით) ისე, როგორც ეს ზემოთ არის აღწერილი. შემდეგ ამატებენ 50 მლ 0,5 n H_2SO_4 -ის ხსნარს და ანჯღრევენ როტატორზე 1 საათის განმავლობაში სუსპენზიას აცენტრიფუგირებენ 10 წუთს. 5—20 მლ გამჟვირვალე ცენტრიფუგატს გადაიტანენ 50 მლ მოცულობის საზომ კოლბებში, ანეიტრალებენ β -დინიტროფენოლის მიხედვით და აკოლორიმეტრირებენ.

რკინის მოძრავი ფორმებით მდიდარ ნიადაგებზე, 0,5 n H_2SO_4 -ის ხსნარში შეიძლება გადავიდეს მათი მნიშვნელოვანი რაოდენობა და ხსნარს მისცეს ყვითელი შეფერადება. ამ შემთხვევაში საჭიროა ყურადღება მიექცეს იმას, რომ კოლორიმეტრირებისათვის აღებულ საკვლევ ხსნარში. Fe^{3+} არ იყო ისეთი რაოდენობით, რომ მან ზელობა

შეუშალოს ფოსფორის განსაზღვრას (ე. ი. არა უმეტეს 1,8 მგ Fe^{3+} . 50 მლ ხსნარში) რკინის უფრო დიდი რაოდენობით შემცველობისას შეიმჩნევა ფოსფორმოლიბდენის ლურჯის კომპლექსის ცისფერის სწრაფი გაუფერულება და შეფერილ ხსნარებს ეძლევათ მომწვანო ფერი. ასეთ შემთხვევებში კოლორიმეტრიების წინ საკვლევ ხსნარებში ლექავენ რკინის უორენ და პიუს მიხედვით, როგორც ეს აღწერილია ზემოთ 280 — 281-ე გვერდზე.

დიტიონიტ-ციტრატული ხსნარის მომზადება. გოგირდმეავა გამოწურის შემდეგ კვლავ ორჯერ რეცხავენ ცენტრიფუგის სინჯარაში დარჩენილ ნიადაგს 25—25 მლ $NaCl$ -ის მაძლარი ხსნარით. გარეცხილ ნიადაგს ცენტრიფუგის სინჯარაში ამატებენ 40 მლ 0,3M ნატრიუმის ციტრატის ($Na_3C_6H_5O_7$) ხსნარს და 5 მლ 1M $NaHCO_3$, ათავსებენ მათ წყლის აბაზანაში და აცხელებენ 10 წუთის განმავლობაში 80° ტემპერატურაზე; ამის შემდეგ სუსპენზიას ამატებენ 1 გრამ ნატრიუმის ჰიდროსულფატს ($Na_2S_2O_4$), სწრაფად შეურევენ შინის წკირით, აჩერებენ წყლის აბაზანაზე კიდევ 15 წუთს და აცენტრიფუგირებენ ისე როგორც ეს ზემოთ არის აღწერილი. გამკვირვალე ხსნარი ფრთხილად გადააქვთ 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში. ცენტრიფუგის სინჯარაში დარჩენილ ნიადაგს ორჯერ რეცხავენ 25—25 მლ $NaCl$ -ის მაძლარი ხსნარით და განარეცხი წყლის ორთავე ულუფას გადაიტანენ იგივე 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, ამრიგად შეუერთებენ მას ხსნარის ძირითად ნაწილს. შემდეგ ხსნარი გამოხდილი წყლით. მიჰყავთ ნიშანხაზამდე და კარგად შეურევენ. ციტრატის დასაშლელად და რკინის დალექვისათვის ყოველი კოლბიდან იღებენ 20 მლ ხსნარს და გადაიტანენ 100 მლ მოცულობის ბრტყელძირიან კოლბებში; აქვე ამატებენ 12 მლ კონცენტრირებულ HCl და 24 მლ $KMnO_4$ 5%-იან ხსნარს. კოლბებს აყოვნებენ 30 წუთს, შემდეგ მათ აცხელებენ ეტერნიტულ ქურაზე MnO_2 -ის ნალექის გაქრობამდე. ამის შემდეგ ხსნარს აორთქლებენ 20—25 მლ მოცულობამდე, გააცივებენ და გადაიტანენ 100 მლ მოცულობის სხვა საზომ კოლბში; კოლბის კედლებს და ყელს კარგად ჩარეცხავენ გამოხდილი წყლით, ისე რომ ხსნარის საერთო მოცულობა არ აღემატებოდეს 50—60 მლ და რკინას ლექავენ უორენ-პიუს მიხედვით, როგორც ეს აღწერილია ზემოთ (280—281-ე გვ.). ციტრატების დაშლის, და რკინის დალექვის შემდეგ 20—40 მლ ფილტრატს გადაიტანენ 50 მლ მოცულობის საზომ კოლბებში, ანეიტრალებენ მას β — დინიტროფენოლის მიხედვით და შემდეგ აკოლორიმეტრირებენ. აუცილებლობის შემთხვევაში დიტიონიტ-ციტრატული ხსნარის დარჩენილ ნაწილში საზღვრავენ რკინას.

დიტიონიტ-ციტრატულ ხსნარში სოკოებისა და მიკროორგანიზმ-

ბის განვითარებას ხელს უშლიან 1—2 წვეთი ტოლუოლის ან ტიმოლის კრისტალების დამატებით.

0,5 n NH_4F და 0,1 n NaOH -ის გამონაწურები (განმეორებით). ზემოთ აღწერილი გამონაწურის მიღების შემდეგ დარჩენილ ნიადაგს, რომელიც ორჯერ არის გარეცხილი NaCl -ის ხსნარით, განმეორებით ამუშავენ 50 მლ 0,5n NH_4F -ის ხსნარით ზუსტად ისე როგორც ეს ზემოთ არის აღწერილი (ამ შემთხვევაში ნიადაგიდან წარმოებს ოკლუდირებული Al — ფოსფატების გამოძევება); ამის შემდეგ კვლავ ორჯერ რეცხავენ ნიადაგს NaCl -ის მაძლარი ხსნარით და ამუშავენ 50 მლ 0,1 n NaOH -ის ხსნარით, რითაც აძევენ ნიადაგიდან ოკლუდირებულ $\text{Al}(\text{Fe})\text{PO}_4$ -ს. ორთავე ეს განმეორებული ხსნარები (0,5 n NH_4F და 0,1 n NaOH) ჩვეულებრივ გამოდენიან დარჩენილი ნიადაგიდან უმნიშვნელო რაოდენობით Al და Fe ფოსფატებს. უკანასკნელი 0,1 n NaOH -ის გამონაწურის შემდეგ დარჩენილ ნიადაგს კვლავ ორჯერ რეცხავენ 25 მლ NaCl -ის მაძლარი ხსნარით და მასში საზღვრავენ დარჩენილი ფოსფორის საერთო რაოდენობას. ამისათვის ცენტრიფუგის სინჯარიდან დარჩენილ ნიადაგს გამოხდილი წყლით მთლიანად გადაიტანენ 100 მლ მოცულობის ბრტყელძირიან ცეცხლგამძლე მინის კოლბში, აორთქლებენ თითქმის ამოშრობამდე, (უნდა ვერიდოთ გამოშრობას), შემდეგ ამატებენ 8 მლ კონცენტრირებულ H_2SO_4 და 0,5 მლ HClO_4 (50—72%). ნიადაგის ნაშთს წვავენ ელექტროქურაზე, ისე როგორც ეს აღწერილია ლებელიანცევის მეთოდით ნიადაგში საერთო ფოსფორის განსაზღვრისას (იხ. 280 გვ.). იმ შემთხვევაში, როცა ნიადაგს ამუშავენ მხოლოდ პირველი ოთხი თანმიმდევრული ხსნარებით (1 n NH_4Cl ; 0,5 n NH_4F ; 0,1 n NaOH ; 0,5 n H_2SO_4), ფოსფორის საერთო შემცველობას საზღვრავენ ნიადაგის ნაშთში, უკანასკნელი — 0,5 n H_2SO_4 -ის გამონაწურის შემდეგ. წინასწარ ნიადაგის ორჯერადი გარეცხვით NaCl -ის მაძლარი ხსნარით. ცალკე, ნიადაგის გამოსავალ ნიმუშში საზღვრავენ საერთო ფოსფორის ისეთივე მეთოდით, ე. ი. კონცენტრირებული H_2SO_4 და HClO_4 (50—72%) წარევში. ყოველი ხსნარით ნიადაგის დამუშავებისას მიღებულ ცალკეულ შედეგებს გადაიანგარიშებენ მილიგრამებში P_2O_5 100 გ ნიადაგზე და ნიადაგში ფოსფორის საერთო შემცველობიდან პროცენტებში. გარდა ამისა, სასურველია ნაანგარიშევი იქნას ფოსფორის ის რაოდენობა, რომელიც არსებობს ნიადაგში მინერალური ფორმით, ორგანული ფოსფორის ნაწილი, რომელიც გადავიდა 0,5n NH_4F და 0,1 n NaOH -ის ხსნარებში და ფოსფორის საერთო რაოდენობა, რომელიც გამოძევებულია თანმიმდევრული ხსნარების მიერ.

საპირო რეაქტივები:

1. NH_4Cl -ის 1 n ხსნარი — 53,5 გრამი 1 ლიტრ წყალზე;
2. 0,5 n NH_4F -ის ხსნარი — 18,5 გრამი 1 ლიტრ წყალზე;
3. H_2SO_4 -ის 0,5 n ხსნარი;
4. 0,3 n Na — ციტრატი — 88 გრამი $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 1 ლიტრ წყალზე;
5. NaHCO_3 -ის 1 n ხსნარი — 84 გრამი 1 ლ წყალზე;
6. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ — დიტონიტი ანუ ჰიდროსულფიტი (1 გრამი მარილი ერთ განსაზღვრაზე);
7. KMnO_4 -ის 5%-იანი ხსნარი — 50 გრამს ხსნიან 1 ლ წყალში;
8. $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ — 10%-იანი ხსნარი — 100 გ. 1 ლ წყალზე;
9. MnSO_4 — ის 10%-იანი ხსნარი. 100 გრამი 1 ლ წყალზე;
10. 2 n H_2SO_4 და კონცენტრირებული H_2SO_4 ;
11. 30—72%-იანი HClO_4 -ის ხსნარი;
12. NaCl -ის მძლარი ხსნარი — 400 გრ. 1 ლ. წყალში;
13. 0,8M H_3BO_3 -ის ხსნარი — 50 გრამი 1 ლ. ცხელ წყალში;
14. NaOH -ის 0,1 n ხსნარი;
15. გასუფთავებული გააქტივებული ნახშირი. ნახშირის გასუფთავებას აწარმოებენ შემდეგნაირად: იღებენ ქიმიურად სუფთა ნახშირს (თუ მარცვლისებურია, წინასწარ ფქვავენ ფაიფურის როდინში ფხვნილის მდგომარეობამდე) ათავსებენ 2—3 ლიტრი მოცულობის მინის ან ფაიფურის ჭიქაში. ამატებენ კონცენტრირებულ მარილმჟავას (1 მოცულობა ნახშირზე 10 მოცულობა მჟავა) და ტოვებენ 1,5—2 დღე-ღამის განმავლობაში. პერიოდულად ურევენ მინის წყირით. შემდეგ მჟავას გადაღვრიან, ნახშირს გადაიტანენ ბიუხნერის ძაბრზე, დაუფენენ უნაცრო ფილტრს და რეცხავენ ცხელი გამოსდილი წყლით მანამ, სანამ ჩარეცხილ წყალში არ გაქრება Cl-ის იონი. (აზოტმჟავა ვერცხლით უარყოფითი რეაქცია). გარეცხილ ნახშირს ტოვებენ ძაბრზე 18—20 საათის განმავლობაში, ჰაერმშრალ მდგომარეობამდე მისაყვანად.

ნიდაგვის ფოსფატების მინერალური ფორმების განსაზღვრის ახალი მეთოდი

(კ. ე. გინზბურგის და ლ. ს. ლებედევას მიხედვით, 1971 წ.)

ამ უკანასკნელ წლებში ქიმიური და რადიოიზოტოპური მეთოდების გამოყენებით დადგენილი იქნა, რომ ჩანგის და ჭეკსონის მეთოდი არ იძლევა საშუალებას მკაცრად განცალკევებულად გამოიყოს ნიდაგის მინერალური ფოსფატების მხოლოდ ერთი განსაზღვრული

ფრაქცია. დოკუმენტის სახელობის ნიადაგმცოდნეობის ინსტიტუტის აგროქიმიის ლაბორატორიაში, როგორც ზემოთ აღვნიშნავდით, 1963 წ. შემუშავებული იქნა ჩანგის და ჭეცსონის მეთოდის ასკინაზის, გინზბურგის და ლებედევას მოდიფიკაცია. მას შემდეგ იმავე ლაბორატორიის მიერ ნიშანდებული ფოსფორის p^{32} -ის გამოყენებით მუდმივად წარმოებდა ჩანგის და ჭეცსონის მეთოდის უფრო ღრმა და დეტალური შეფასება, გამოკვლევებით დადგენილი იქნა, რომ ფტორამონიუმის გამოწვევაში ალუმინის ფოსფატებთან ერთად ხსნარში შეიძლება გადავიდეს კალციუმის და მაგნიუმის სხვადასხვა ფოსფატები და რკინის ფოსფატების ზოგიერთი შენაერთები (ვივიანტიის ტიპის და სხვა). ამასთანავე ჩანგის და ჭეცსონის მეთოდით თანმიმდევრული ხსნარების გამოყენებისას ადგილი აქვს ფოსფორის მეორად დალექვას, ნიადაგის მაგარი ფაზის და ხსნარის კომპონენტების მიერ. ამის შედეგად სუსტ მჟავე და კარბონატულ ნიადაგებში (შავმიწები, რუხი ნიადაგები) კალციუმის ფოსფატების ფრაქციის რაოდენობა გადიდებულია, ხოლო ალუმინის და რკინის ფოსფატების ფრაქციის შემცირებული; მჟავე ნიადაგებში (კორდიან-ეწერი, წითელმიწა) მიიღება რკინის ფოსფატების შემცველობის გადიდებული მონაცემები.

ნიადაგში ჩანგის და ჭეცსონის მეთოდის ფოსფორის მინერალური ფორმების ფრაქციონირების მითითებულმა ნაკლოვანებებმა აუცილებელი გახადეს ახალი მეთოდის შემუშავება, რომელიც საშუალებას მოგვცემდა უფრო სრულად და სუფთად გამოყოფილყო ნიადაგიდან ფოსფორის მინერალური ფორმები.

ნიადაგიდან ფოსფატების მინერალური ფორმების გამოყოფის ახალი წესი გამოირჩევა იმით, რომ საწყისი ნიადაგიდან პირველად გამოყოფენ კალციუმისა და მაგნიუმის ერთ და ორ ჩანაცვლებული ფოსფატებისა და რკინის ქვეყანგის ფორმების (p_I და p_{II}) ფოსფატების (უმეტესად მეორადი წარმოშობის) ფრაქციას, შემდეგ გამოყოფენ ალუმინის და რკინის ქანგის ფოსფატების ფრაქციას, ხოლო შემდეგ კი კალციუმის მაღალ ფუძოვანი ფოსფატების ფრაქციას (ფოსფორიტის, აპატიტის ტიპის) — p_{III} . ამრიგად კალციუმის, მაგნიუმის და რკინის ქვეყანგის ფოსფატების უფრო ხსნადი შენაერთების ფრაქცია ნიადაგიდან გამოიყოფა $0,5\% \text{ NH}_4\text{F}$ -ის ხსნარით დამუშავებამდე, ე. ი. არ ხვდება ალუმინის ფოსფატების ფრაქციაში.

პირველ ორ გამოწვევაში ამონიუმის მოლიბდატის გამოყენება ხელს უწყობს მჟავე და სუსტ მჟავე ნიადაგებში თითქმის მთლიანად ავიწროვით თავიდან გამოყოფილი ფოსფატების მეორადი დალექვა ნიადაგის მაგარი ფაზის და ხსნარის კომპონენტებით, რადგანაც ამ პირობებში მოლიბდატი ბოჭავს ხსნარში გადასულ ფოსფორს კომ-

პლექსურ არადისოცირებულ შენაერთში — ფოსფორმოლიბდენის პეტროპოლიმეჯავში, რის შედეგად გამოთიშულია მისი ხელშეორედ დალექვა გამონაწურის მომზადების პროცესში.

ანალიზის მსკლელობა

1. 1%-იან $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 0,25\%$ -იანი $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ -ის ხსნარი*.
($\text{pH} \sim 4,8$).

0,5 გრამ ნიადაგს ათავსებენ 40—50 მლ მოცულობის ცენტრიფუგის სინჯარაში და ამატებენ 25 მლ ხსნარს — 1% $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 0,25\%$ $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$. სინჯარებს ახურავენ საცობებს და ანჯღრევენ 15 წუთის განმავლობაში. რის შემდეგ სუსპენზიას აცენტრიფუგირებენ 10 წუთს 2—3 ათასი ბრ/წუთში სიჩქარით. გამჭვირვალე ხსნარს გადაიტანენ 50—100 მლ მოცულობის ბრტყელძირიან კოლებში.

ცენტრიფუგის სინჯარაში დარჩენილ ნიადაგს, მექანიკურად შეკავებული ამონიუმ-მოლიბდენის ხსნარის მოსაცილებლად, ასხამენ 25 მლ NaCl -ის მაძლარ ხსნარს, ანჯღრევენ 15 წუთის განმავლობაში და აცენტრიფუგირებენ. ცენტრიფუგატს გადაღვრიან, ხოლო დარჩენილ ნიადაგს იყენებენ შემდეგი ძმარმეჯავ-მოლიბდატის გამონაწურის მისაღებად.

5—20 მლ გამჭვირვალე ამონიუმ-მოლიბდატის ხსნარი გადააქვთ 50 მლ მოცულობის საზომ კოლებში ფოსფორის კოლორიმეტრული განსაზღვრისათვის. ამონიუმის მოლიბდატის შემცველ ხსნარებში ფოსფორის კოლორიმეტრული განსაზღვრის თავისებურებაზე მითათებულია ქვემოთ, „რეაქტივის მომზადების“ ნაწილში.

2. 0,5 n $\text{CH}_3\text{COOH} + 0,25\%$ $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ -ის გამონაწურის მომზადება. ($\text{pH} \sim 4,2$).

გარეცხილ ნიადაგის ნაშთს ცენტრიფუგის სინჯარებში ამატებენ 25 მლ ხსნარს — 0,5 n $\text{CH}_3\text{COO} + 0,25\%$ $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$. სინჯარებს ახურავენ საცობებს და ნარეგს ანჯღრევენ როტატორზე 15 წუთის განმავლობაში. ამის შემდეგ სუსპენზიას უკეთებენ ცენტრიფუგირებას, ისე როგორც ეს ზემოთ არის აღწერილი. გამჭვირვალე ფილტრატი გადააქვთ 50—100 მლ მოცულობის ბრტყელძირიან კოლებში, საიდანაც მისი 5—10 მლ გადააქვთ 50 მლ მოცულობის საზომ კოლებში ფოსფორის კოლორიმეტრული განსაზღვრისათვის (იხ. ნაწილი „რეაქტივების მომზადება“).

* აქ მოყვანილია ამონიუმის მოლიბდატის მარტივი ფორმულა. ამ მარალის გასაყიდი პრეპარატი ჩვეულებრივ წარმოადგენს ამონიუმის პოლიმოლიბდატს. უფრო ხშირად ეს არის ჰექსამონიუმ გეპტამოლიბდატის ტეტრაჰიდრატი — $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.

ცენტრიფუგის სინჯარებში დარჩენილ ნიადაგს რეცხავენ NaCl -ის მამლარი ხსნარით, როგორც ეს ზემოთ არის აღწერილი. გამჟვირვალე ცენტრიფუგატს ღვრიან, ხოლო ნიადაგის ნაშთს იყენებენ შემდეგი, ფტორამონიუმის გამონაწურის მოსამზადებლად.

3. 0,5 n NH_4F -ის გამონაწურის მომზადება. (pH — 8,5).

ცენტრიფუგის სინჯარაში დარჩენილ ნიადაგს ამატებენ 25 მლ 0,5 n NH_4F -ის ხსნარს. სინჯარებს ახურავენ საცობებს, ანჯღრევენ ერთ საათს როტატორზე და აცენტრიფუგირებენ. გამჟვირვალე ცენტრიფუგატს გადაიტანენ 50 მლ მოცულობის ბრტყელოძირიან კოლებში, აქვე ამატებენ ხსნარის გაუფერულებისათვის გასუფთავებულ გააქტივებულ ნახშირს (0,15—0,25 გრამი), შეურევენ და აყოვნებენ 15—20 წუთს. თუკი ხსნარი ნალექის ზემოთ მთლიანად არ გაუფერულდა, მაშინ კიდევ ამატებენ მცირე რაოდენობით გააქტივებულ ნახშირს (~0,1 გრამი), ნარევს ტოვებენ კიდევ 10 წუთს, შემდეგ კი ფილტრავენ ორმაგ მკვრივ ფილტრში (თეთრი, ლურჯი ზონარით) პოლიეთილენის ან მოპარაფინირებულ ქურჭელში. მინის ქურჭელში ფტორამონიუმის ხსნარის შენახვა რეკომენდებული არ არის, რადგანაც ამონიუმის ფტორიდს უნარი აქვს გამოიტანოს მინიდან სილიციუმის მკვავა, რომელსაც შეუძლია გაზარდოს ხსნარში ფოსფორის შემდეგები.

5—20 მლ უფერულ გამჟვირვალე ფტორამონიუმის ხსნარს გადაიტანენ 50 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, განაზავებენ გამოხდილი წყლით დაახლოებით 30 მლ-მდე და აქვე ამატებენ 10 მლ 0,8M H_3BO_3 -ის ხსნარს ფტორის იონის შესაბამისად ბორატულ კომპლექსში $\text{H}(\text{BF}_4)^*$. რის შემდეგ ამავე კოლებში ამატებენ 2 მლ ამონიუმის მოლიბდატის გოგირდმკვავა. ხსნარს, რომელიც მომზადებულია ტრუოგ-მეიერის მიხედვით, გამოხდილი წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე, შეურევენ, ამატებენ 3 წვეთ ქლორიანი კალას ხსნარს, მაშინვე ხელახლა შეურევენ და 5—7 წუთის გავლის შემდეგ შეფერადებულ ხსნარებს ატარებენ ფოტოელექტროკოლორიმეტრზე (შუქფილტრი $\lambda = 650$ მმკ).

ფოსფატების სანიმუშო ხსნარების სკალას ამზადებენ მასზე 0,5 n NH_4F ხსნარის დამატებით, ისეთი რაოდენობით, რასაც იღებენ საკვლევი ხსნარის შემთხვევაში, შემდეგ ამატებენ 10 მლ 0,8M H_3BO_3 ,

* ეს აუცილებელია, რადგან F^- -ის შეუძლია წარმოქმნას მოლიბდენთან სხვადასხვა შედგენილობის შენაერთი (ოქსიფტორიდება — MoOF ; MoO_2F_2 , ტრიოქსოტრიფტორმოლიბდატი — $(\text{NH}_4)_3\text{MoO}_3\text{F}_3$ და სხვა) და ხელი შეუშალოს ფოსფორმოლიბდენისმკვავას წარმოქმნას, და მაშასადამე, აგრეთვე ფოსფორის კოლორიმეტრულ განსაზღვრასაც.

2 მლ მოლიბდენის ტრუოგით დამზადებულს და გამოხდილი წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე, შეურევენ, შემდეგ ამატებენ 3 წვეთ აღმდგენელს SnCl_2 , მაშინვე კარგად შეურევენ და 7—10 წუთის შემდეგ აკლორომეტრირებენ. (შეფერვა მდგრადია 30 წუთს).

ცენტრიფუგის სინჯარაში დარჩენილ ნიადაგს რეცხავენ ერთხელ NaCl -ის მაძლარი ხსნარით (ნიადაგში მექანიკურად შეკავებული ფტორიდული ხსნარის ნარჩენის მოსაცილებლად). ცენტრიფუგატს გადაღვრიან, ხოლო ნიადაგს იყენებენ შემდეგი, ტუტე გამონაწურის მოსამზადებლად.

4. 0,1 n NaOH -ის გამონაწურის მომზადება.

ცენტრიფუგის სინჯარაში დარჩენილ ნიადაგს ამუშავენ 25 მლ 0,1 n NaOH -ის ხსნარით. სინჯარებს ახურავენ საცობებს და ნარევს ანჯღრევენ როტატორზე 2 საათის განმავლობაში, რის შემდეგ სუსპენზიას აყოვნებენ 15—20 საათს ოთახის ტემპერატურის პირობებში, შემდეგ კი აცენტრიფუგირებენ. გამჟვრვალე ხსნარს გადაიტანენ ბრტყელძირიან კოლებში.

რადგანაც ტუტე გამონაწური ინტენსიურადაა შეფერილი, მის გასუფერულებლად კოლებში მუდმივი შერევით ამატებენ ათ წვეთ (0,5 მლ) კონცენტრირებულ H_2SO_4 ჰუმინის მკვას კოავულაციისათვის. 10—15 წუთის გასვლის შემდეგ დანის წვერით ამატებენ გააქტივებულ ნახშირს (0,15—0,25 გრამი) ფულვომკვავების შთანქმისათვის, ნარევს შეურევენ და აყოვნებენ 10—15 წუთს, რის შემდეგ ფილტრავენ ორ მკვრივ უნაცრო ფილტრში. 5—10 მლ გამჟვრვალე ფილტრატს ათავსებენ 50 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, ანზავენ წყლით 30—35 მლ-მდე, ამატებენ ორ წვეთ ინდიკატორ β დინიტროფენოლს და ტიტრავენ NH_4OH -ის 10%-იანი ხსნარით ყვითელი ფერის წარმოქმნამდე, რომელსაც აქრობენ ერთი-ორი წვეთი 10%-იანი HCl (H_2SO_4)-ით. ამის შემდეგ ამავე საზომ კოლებში ამატებენ 2 მლ მოლიბდენმკვავა ამონიუმის ხსნარს გოგირდის მკვავაში — მომზადებულს ტრუოგ-მეიერის მიხედვით, გამოხდილი წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე, შეურევენ, ამატებენ 3 წვეთ SnCl_2 , მაშინვე კვლავ შეურევენ და 5—7 წუთის შემდეგ აკლორომეტრირებენ. ნიადაგის ნარჩენს კვლავ რეცხავენ ერთხელ NaCl -ის მაძლარი ხსნარით.

5. 0,5 n H_2SO_4 -ის გამონაწურის მომზადება.

ცენტრიფუგის სინჯარებში დარჩენილ ნიადაგს ამატებენ 25 მლ 0,5 n H_2SO_4 , სინჯარებს ახურავენ საცობებს და ანჯღრევენ როტატორზე 1 საათის განმავლობაში. ამის შემდეგ სუსპენზიას უკეთებენ ცენტრიფუგირებას.

გამჟვრვალე ცენტრიფუგატს გადაიტანენ ბრტყელძირიან კოლა-

ბებში, ხოლო მისგან 5—10 მილილიტრს გადაიტანენ 50 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, ანეიტრალეზენ β — დინიტროფენოლს მიხედვით და აკოლორიმეტრირებენ, ისე როგორც აღწერილია ტუტე გამონაწერის ანალიზის დროს.

ცალკეულ წონაქმი საზღვრავენ ნიადაგის საერთო და ორგანულ ფოსფორს.

საერთო ფოსფორის განსაზღვრა ნიადაგში

0,5 გრამ ნიადაგს ათავსებენ 100 მლ მოცულობის ცეცხლგამძლე მინის ბრტყელძირიან კოლბებში (ან კელდალის კოლბებში), ამატებენ რამდენიმე წვეთ წყალს, ნიადაგის წონაქმის დასველების მიზნით ამატებენ 8 მლ კონცენტრირებულ H_2SO_4 და აყოვნებენ 30—60 წუთს (ან მთელი ღამით). ამის შემდეგ კოლბში ამატებენ 0,5 მლ $HClO_4$ (30—72%), ახურავენ პატარა ძაბრებს, დგამენ აზბესტით დაფარულ ელექტროქურაზე და ადუღებენ ხსნარის სრულ გაუფერულებამდე. საანალიზო ნიადაგის ქიმიური შედგენილობის მიხედვით წვის დასრულების შემდეგ ნარევის ფერი შეიძლება იყოს მოთეთრო, მონაცრისფრო, მოყვითალო და სხვა.

დაწვის შემდეგ ნარევის აცივებენ, ამატებენ 20—30 მლ გამოხდილ წყალს, გადაიტანენ 200—250 მლ მოცულობის საზომ კოლბებში, კარგად ჩარეცხავენ ძაბრს, კოლბის ყელს და კედლებს. ხსნარს აცივებენ, წყლით მიიყვანენ ნიშანხაზამდე, შეურევენ და ტოვებენ ნიადაგის ნაშთის სრულ დალექვამდე. (ხსნარის ნაწილი შეიძლება გაიფილტროს). გამჟვირვალე ხსნარის 10—20 მლ-ს გადაიტანენ 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბებში, წყლით მიიყვანენ 30 მლ-მდე და ლექავენ რკინის უნჯს, რისთვისაც წვეთობით ამატებენ 3 მლ 10% $K_4[Fe(CN)_6]$ -ს მუდმივი შერევით, შემდეგ კი 2,5 მლ 10% $MnSO_4$ -ის ჰარბი $K_4[Fe(CN)_6]$ -ის შესაბოჭად. 5—10 წუთის გასვლის შემდეგ ნარევის ტიტრავენ 10%-იანი NH_4OH -ით ლურჯი ფერის იასამნისფერ-ლილისფერში გადასვლამდე. ამ დროს ხსნარის $pH=6,8—6,9$, რაც საშუალებას იძლევა შეკავებულ იქნას ნალექში რკინისა და მანგანუმის კომპლექსური შენაერთები. ამ პირობებში მიმდინარეობს აგრეთვე ფოსფორის დალექვა, რომლის გახსნისათვის ამატებენ 3,5 მლ 2,0 n H_2SO_4 . ნარევი გამოხდილი წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე და ფილტრავენ ორმაგ მკვრივ ფილტრში, ფილტრატის პირველ პორციას გადაღვრიან. 10—25 მლ გამჟვირვალე ხსნარს რკინის უნჯის დალექვის შემდეგ გადაიტანენ 50 მლ მოცულობის საზომ კოლ-

ბებში და ფოსფორის საზღვრავენ კოლორიმეტრულად, ისე როგორც ეს ზემოთ არის აღწერილი.

ნიადაგის ორგანული ფოსფორის საერთო შემცველობის განსაზღვრა რეკომენდებულია ჩატარდეს მეტას მეთოდის გინზბურგის მოდიფიკაციით. (იხ. 284 გვ.).

ნარჩენ ნიადაგში მინერალური ფოსფორის შემცველობას ანგარაზობენ ფორმულით:

$$P_{\text{მინ. ნარჩენის}} = P_{\text{საერთო}} - (P_{\text{მინ. ჯაჭური}} + P_{\text{ორკან.}}).$$

აღნიშნული მეთოდით ნიადაგიდან ფოსფატების მინერალური ფორმის გამოყოფის სქემა წარმოდგენილია ძე-0 სურათზე.

ს ა ჭ ი რ ო რ ე ა ქ ტ ი ე ბ ი :

1. 1% $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 0,25\%$ $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ (pH ~ 4,8). 2,5 გრამ ამონიუმის მოლიბდატს (სასურველია ქიმიურად სუფთა, ანალიზისათვის სუფთა ან გადაკრისტალებული) ხსნიან 150—200 მლ გამოხდილ წყალში. $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ -ის წონაკი უკეთესია ჩაიყაროს წინასწარ 60—70°-მდე გაცხელებულ წყალში. ნარევეს აჩერებენ ელექტროქურაზე მის სრულ გახსნამდე, რის შემდეგ ხსნარს იღებენ ქურდიდან და აცივებენ.

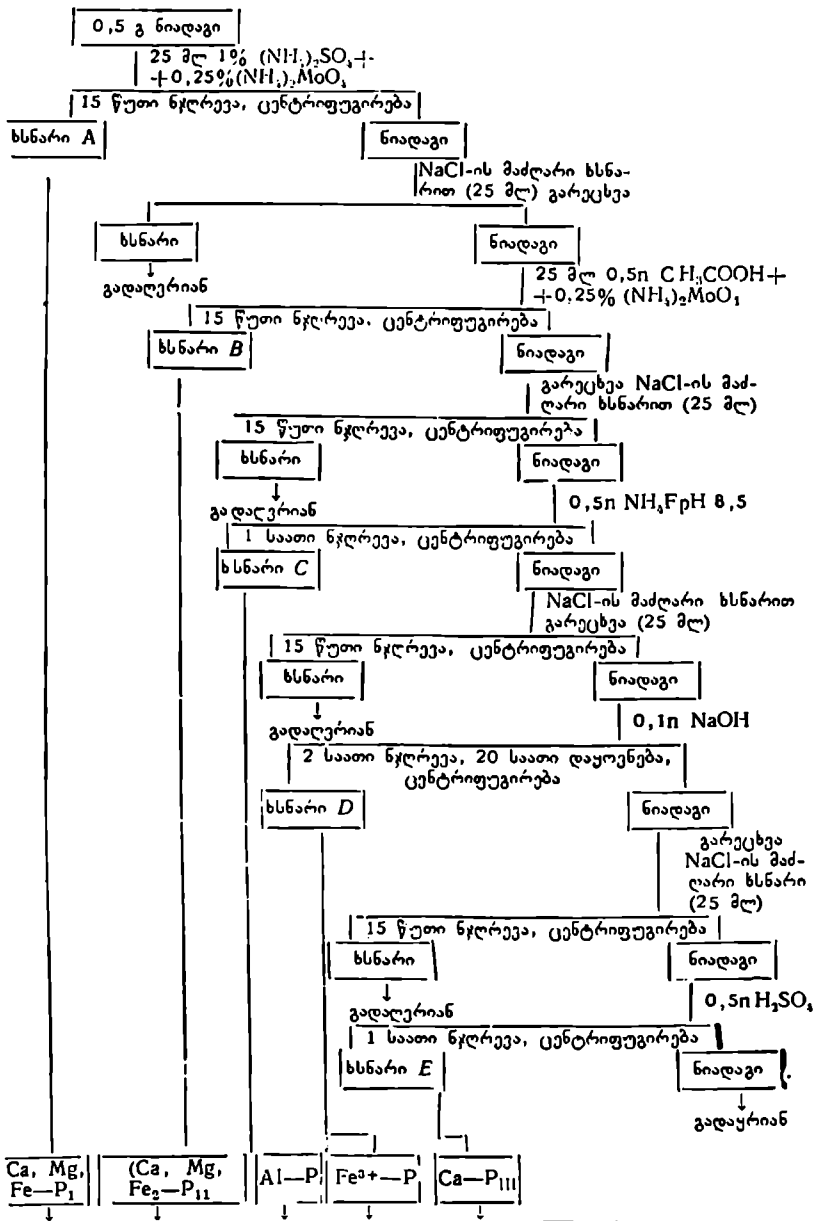
ერთდროულად 1 ლ მოცულობის საზომ კოლბში ათავსებენ 400—500 მლ გამოხდილ წყალს, რომელშიც ხსნიან 10 გრამ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. ამის შემდეგ, იმავე საზომ კოლბში გადაიტანენ წინასწარ მომზადებულ გაცივებულ ამონიუმის მოლიბდატის ხსნარს, ნარევეს გამოხდილი წყლით მიიყვანენ ნიშანხაზამდე და შეურევენ. რეაქტივს ინახავენ 5—7 დღის განმავლობაში.

2. 0,5 n $\text{CH}_3\text{COOH} + 0,25\%$ $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ -ის ნარევი (pH ~ 4,2).

0,5 n CH_3COOH (pH ~ 4,2) ხსნარის მომზადება. 30 მლ ყინულოვან ძმარმეავას ასხამენ 1 ლ მოცულობის საზომ კოლბში, რომელშიც წინასწარ მოთავსებულია 800 მლ-მდე გამოხდილი წყალი, შეურევენ, ამატებენ ამიაკის ძლიერი ხსნარის 10 მლ-ს, კვლავ შეურევენ და პატარა კიჭაში ზომავენ pH-ს მინის ელექტროდით. pH-ის გაზომვის შემდეგ ხსნარს კიჭიდან გადაიტანენ იგივე საზომ კოლბში. პროცედურას იმეორებენ მანამ, ვიდრე pH არ მიაღწევს საჭირო სიდიდემდე:

(NH₄)₂MoO₄-ის 0,25%-იანი ხსნარის შემცველი გამოწაფის შესაფერადებლად სპირო რეაქტივები

განსაზღვრისათვის აღებული გამოწაფის რაოდენობა მლ.	საკვლევი ხსნარის მოცულობა შეიცავს (NH ₄) ₂ MoO ₄ , მგ	კოლორიმეტრიებისათვის აუცილებელი დამატოს რეაქტივები		რეაქტივები	ნარევი		სპირო დამატოს შესაფერადებლად SiCl ₂ , წვეთი		
		(NH ₄) ₂ MoO ₄ , მგ	H ₂ SO ₄ , მ		(NH ₄) ₂ MoO ₄ , მ/ლ	H ₂ SO ₄ (კუთ. წ. 1,84) მლ/ლ		რეაქტივი	მლ
5	12,5	37,5	0,945	50 მლ მოცულობის საზომი კოლბები	0,833	12,5	45	3	
10	25,0	25,0		ბ ₁	0,625	14,0	40		
20	50,0	0,0		ბ ₁	0,0	18,7	30		
5	12,0	87,5	1,89	100 მლ მოცულობის საზომ კოლბებში	0,921	11,8	95	6	
10	25,0	75,0		ბ	0,833	12,5	90		
20	50,0	50,0		ბ	0,625	14,0	80		
25	62,5	37,5		დ	0,500	14,9	75		
40	100	0,0		ე	0,0	18,7	60		



P_2O_5 -ის კოლორიმეტრული განსაზღვრა ტრუფგმეირის მიხედვით სქემა 2. ნიადაგის ფოსფორის მინერალური ფორმების გამოყოფა

4,3—4,2. ამის შემდეგ ხსნარი გამოხდილი წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე და კარგად შეურევენ. 0,5 n CH_3COOH -ის ეს გამოსავალი ხსნარი $\text{pH} \sim 4,2$ -ით ინახება დიდი ხნის განმავლობაში და მისი მომზადება უკეთესია 9—10 ლიტრის რაოდენობით (დამოკიდებულია საანალიზო ნიმუშების რიცხვზე).

0,5 n $\text{CH}_3\text{COOH} + 0,25\%$ ($\text{NH}_4\text{I}_2\text{MoO}_4$ -ის ნარევი ($\text{pH} \sim 4,2$). მითითებული ნარევის დასამზადებლად 1 ლ მოცულობის სხვა საზომ კოლბში ასხამენ დაახლოებით 700 მლ 0,5 n CH_3COOH , აქვე ყრიან 2,5 გრამ (NH_4) $_2\text{MoO}_4$ და ანჭლრევენ ნარევის მოლიბდენმეყავა ამონიუმის აღებული წონაკის სრულ განსნამდე (შეიძლება ნარევის დატოვება მთელი ღამის განმავლობაში), რის შემდეგ კოლბის შიგთავსს მიიყვანენ ნიშანხაზამდე 0,5 n CH_3COOH ($\text{pH} \sim 4,2$)-ის ხსნარით და კარგად შეურევენ. რეაქტივი ინახება 7—10 დღის განმავლობაში.

3. ამონიუმის მოლიბდატის 0,25%-იანი ხსნარის შემცველ გამონაწურებში ფოსფორის კოლორიმეტრული განსაზღვრისათვის საჭირო რეაქტივის მომზადება.

ძირითადი პირობა, რომელიც აუცილებელია დაცული იქნას ამონიუმის მოლიბდატის შემცველ გამონაწურებში ფოსფორის კოლორიმეტრული განსაზღვრისათვის, — ეს არის აუცილებელი შეფარდების დაცვა მოლიბდენმეყავა ამონიუმსა, მეყავასა და აღმდგენელს შორის, რომელნიც აუცილებელნი არიან ჯერ ფოსფორმოლიბდენის მეყავას, ხოლო შემდეგ მისი აღმდგენელი ფორმის — ფოსფორმოლიბდენის ლურჯის წარმოქმნისათვის.

ყოველი გამონაწურის შემთხვევაში ფოსფორის კოლორიმეტრული განსაზღვრისათვის გამოყენებულია ტრუოგ-მეიერის მეთოდი. ამ მეთოდით ფოსფორის ერთი ანალიზისათვის 50 მლ ხსნარზე აღებულია 50 მგ (NH_4) $_2\text{MoO}_4$ 0,4 n H_2SO_4 -ში, სამი წვეთი SnCl_2 -ის 2,5%-იანი ხსნარი, მომზადებული 10%-იან HCl -ზე. 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბებში კოლორიმეტრიკების დროს მითითებული რეაქტივების ხარჯვა ორჯერ დიდდება. ამიტომ, ფოსფორის კოლორიმეტრული განსაზღვრისათვის აღებულ ამონიუმ მოლიბდატის გამონაწურის გარკვეულ მოცულობას ემატება ამონიუმის მოლიბდატის ისეთი რაოდენობა, რომ ფოსფორის ერთ ანალიზზე 50 მლ ხსნარში საბოლოო ჯამში მოდიოდეს 50 მგ, ხოლო 100 მლ ხსნარში — შესაბამისად 100 მგ ამონიუმის მოლიბდატი, როგორც ამას ითვალისწინებს ტრუოგ-მეიერის მეთოდი. გოგირდის მეყავას და აღმდგენელის რაოდენობა საზომი კოლბების ორთავე მოცულობის შემთხვევაში უცვლელია, არ არის დამოკიდებული კოლორიმეტრიკებისათვის აღებული ხსნარის რაოდენობაზე. ამრიგად 5—20 მლ გამკვირვალე ამონიუმ-მოლიბდატის ხსნარით გამონაწურს ათავსებენ რა 50 მლ მოცულობის საზომ

კოლბში, ნიშანხაზამდე მიჰყავთ შესაბამისი ამონიუმ მოლიბდატის გოგირდმჟავა ხსნარით; ეს უკანასკნელი შეიცავს მოლიბდატის მარილის იმ რაოდენობას, რომელიც აკლდა გასაკოლორიმეტრიებად აღებულ ხსნარს. (ცხრ. 33) შეუტრევენ და შეაფერადებენ ორქლორიანი კალას მარილმჟავა ხსნარის 3 წვეთით. 5—10 წუთის ვასკლის შემდეგ შეფერილ ხსნარებს გახედავენ ფოტოელექტროკოლორიმეტრზე წითელი შექვილტრით. ($\lambda = 650$ მმკ).

ფოსფორის კოლორიმეტრული განსაზღვრისათვის აღებული ყოველი ალიქვოტური ნაწილისათვის, საჭიროა მომზადდეს შესაბამისი რეაქტივი, რომელიც აუცილებელია ხსნარის შეფერადებისათვის. (იხ. ცხ. 33). მოვიყვანთ „ა“ რეაქტივის დამზადების მაგალითს, რომელსაც იყენებენ საკვლევი ხსნარის 5 მლ-ის შესაფერადებლად 50 მლ მოცულობაში;

რეაქტივი 1. 1 ლ. მოცულობის საზომ კოლბში ათავსებენ 500 მლ გამოხდილ წყალს და მასში ფრთხილად ამატებენ 13,4 მლ კონცენტრირებულ H_2SO_4 (კუთ. წ. 1,83—1,84).

რეაქტივი 2. 200 მლ მოცულობის კიქაში მოთავსებულ 150 მლ გამოხდილ წყალს აცხელებენ $60-70^\circ$ ტემპერატურაზე, შიგ ჩაყრიან 0,833 გრამ მოლიბდენმჟავა ამონიუმის მარილს და მინის წკირით კარგად შეუტრევენ მარილის სრულ გახსნამდე. ამის შემდეგ ნარევს აციეებენ.

რეაქტივი ა. რეაქტივი 2-ს გადაიტანენ რეაქტივ 1-ში, კარგად შეუტრევენ, ხსნარი გამოხდილი წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე და კვლავ შეუტრევენ.

რეაქტივები ა ე დიდხანს ინახება ბნელ ადგილას.

ხსნარში ფოსფორის შემცველობის გამოანგარიშებას აწარმოებენ ჩვეულებრივად, ფოსფატების სტანდარტული ხსნარების სკალას მიხედვით.

4. 0,5 n NH_4F -ის ხსნარი ($pH=8,5$) — 18,5 გ/ლ წყალზე. pH -ს არეგულირებენ 25%-იანი NH_4OH -ის დამატებით.

5. 0,1 n $NaOH$;

6. 0,5 n H_2SO_4 ;

7. $NaCl$ -ის მადლარი ხსნარი. 400 გ/ლ წყალზე);

8. 2 n H_2SO_4 . კონცენტ. H_2SO_4 ;

9. 30 — 72% $HClO_4$;

10. 10% $K_4[Fe(CN)_6]$ (სისხლის ყვითელი მარილი);

11. 10% $MnSO_4$;

12. 0,8M H_3BO_3 (50 გ/ლ წყალზე);

13. გააქტივებული ნახშირი გასუფთავებული (იხ. 350 გვ.);

ნიადაგში კალიუმის განსაზღვრის მეთოდები

კალიუმის შემცველობა ნიადაგში ძირითადად დამოკიდებულია ნიადაგის მინერალურ შედგენილობაზე; სახელდობრ, კალიუმის შემცველი მინერალების, მინდვრის შპატის და სხვათა შემცველობაზე. კალიუმის შემცველი მინერალების განაწილება ნიადაგის სხვადასხვა გრანულომეტრულ ფრაქციაში სხვადასხვაა. ისინი მცირე რაოდენობითაა სილის და მსხვილი მტვერის შედგენილობაში. ყველაზე დიდი რაოდენობითაა წვრილი მტვერის და ლექის შედგენილობაში. ამიტომ, როგორც წესი, ქვიშნარ ნიადაგებში საერთო კალიუმის შემცველობა რამდენჯერმე ნაკლებია, ვიდრე თიხნარ ნიადაგებში. ნიადაგის ქიმიურ შედგენილობაში ასეთი მერყეობა განპირობებულია აგრეთვე სხვა მიზეზებით: ნიადაგწარმოქმნელი ქანის შედგენილობით, ნიადაგის ასაკით, ნიადაგწარმოქმნის ხასიათით და ა. შ.

წყალხსნადი კალიუმის შემცველობა ნიადაგში ძალიან მცირეა და ჩვეულებრივად შეადგენს 1—5 მგ 1 კგ ნიადაგზე. რუხ და წაბლა ნიადაგებში (არადამლაშებული ნიადაგები) წყალხსნადი კალიუმის შემცველობა აღწევს 10—20 მგ K_2O 100 გ ნიადაგზე. გაცვლითი კალიუმში შეადგენს საერთო კალიუმის 1—2%-ს, ამასთან გაცვლითი კალიუმით უფრო მდიდარია შავმიწები და რუხი ნიადაგები და შედარებით ღარიბია — ეწერი ნიადაგები. კალიუმის ყველა ფორმები ურთიერთდაკავშირებულნი არიან ერთმანეთთან და იმყოფებიან მოძრავი წონასწორობის მდგომარეობაში. მცენარე, კვების პროცესში პირველ რიგში ითვისებს შედარებით უფრო მოძრავ ფორმებს, ხოლო შემდეგ (განვითარების მიხედვით) საშუალოდ მოძრავ (გაცვლითი) და მცირედ მოძრავ (გაუცვლელი) ფორმებს. ამიტომ, კალიუმის მიხედვით ნიადაგის დახასიათებისას, საჭიროა აღირიცხოს არა მარტო ნიადაგის ხსნარში არსებული და გაცვლითი კალიუმი, არამედ, უნდა ვეცადოთ, დაეხასიათოთ ნიადაგი გაუცვლელი კალიუმის მხრივაც.

ქვემოთ მოყვანილია ნიადაგში კალიუმის განსაზღვრის სხვადასხვა მეთოდები. ეს მეთოდები ახასიათებენ კალიუმის შემდეგ ფორმებს:

საერთო კალიუმი — რომელიც ასახავს ნიადაგის მინერალურ და ქიმიურ შედგენილობას.

გაუცვლელი კალიუმი (მეყვეებში ხსნადი) — რომელიც ახასიათებს მობილიზებული და მცენარისათვის შესათვისებელი კალიუმის საერთო მარაგს.

გაცვლითი კალიუმი — ნიადაგიდან გამოიძევება ნეიტრალური მარილით და ახასიათებს ადვილად შესათვისებელი კალიუმის მარაგს ნიადაგში.

სუსტ მინერალურ მქავეებში ხსნადი კალიუმი — წარმოადგენს წყალხსნადი, გაცვლითი და გაუცვლელი კალიუმის ნაწილთა ნარევეს.

კალიუმი, რომელიც გამოიღვენება ნიადაგიდან ბუფერული ხსნარებით — ასახავს ადვილად მოძრავი და ადვილად შესათვისებელი კალიუმის მარაგს ნიადაგში.

დიფერენცირებული კალიუმი (რამდენიმე მოძრავი ფორმა) — ნიადაგიდან გამოიძევება სხვადასხვა კონცენტრაციის მქავეებით, ან ერთიდაიგივე კონცენტრაციის მქავეით, მაგრამ ნიადაგის: ხსნართან სხვადასხვა შეფარდების პირობებში.

გარდა ზემოთ აღნიშნული მეთოდებისა, ქვემოთ აღწერილია აგრეთვე კალიუმის მოძრაობის ხარისხის განსაზღვრის მეთოდი, რადგან კალიუმის შესვლა მცენარეში დამოკიდებულია არა მარტო გაცვლითი კალიუმის რაოდენობაზე ნიადაგში, არამედ, აგრეთვე, მისი მოძრაობის ხარისხზე.

კალიუმის საერთო შემცველობის განსაზღვრა ნიადაგში

ნიადაგის ალუმოსილიკატების კალიუმის გადასაყვანად ხსნად მდგომარეობაში ნიადაგის წონაკს გამოწვევენ ნახშირმქავე კალციუმისა და ამონიუმის ქლორიდის ნარევეთან ერთად. ან კიდევ დაშლიან ფტორწყალბადის მქავეით ან ფტორწყალბადის მქავეისა და გოგირდის მქავეას ნარევეით.

სიჩინ მეთოდით გამოწვა

0.25 მმ ნასვერებთან საცერში გატარებულ ნიადაგის წონაკს (1—2 გ) ათავსებენ ფაიფურის ჭამში, ამატებენ 1 გ ქიმიურად სუფთა ამონიუმის ქლორიდს, 4—8 გ ქიმიურად სუფთა ნახშირმქავე კალციუმს და კარგად შეურევენ. ნარევეს გადაიტანენ პლატინის ტიგელში, რომელსაც ათავსებენ აზბესტის ფირფიტის მრგვალ ბუდეში, ისე, რომ ფირფიტის ზემოთ არსებული ტიგელის ზედა ნაწილში არ იყოს ნარევი.

ტიგელს მკიდროდ ახურავენ თავს და აცხელებენ შიშველ ცეცხლზე, საწყისში ძლიერ სუსტად, ამიაკის გამოყოფის შეწყვეტამდე (ამოწმებენ სუნის მიხედვით), რაზეც იხარჩება დაახლოებით ნახევარი საათი ამ დროს ადგილი არ უნდა ჰქონდეს ამონიუმის ქლორიდის

თეთრი ორთქლის გამოყოფას. თეთრი ორთქლის გამოყოფის შემთხვევაში გაცხელებას ასუსტებენ. ამიაკის გამოყოფის შეწყვეტის შემდეგ, გამოწვას აწარმოებენ ძლიერ ალზე ერთი საათის განმავლობაში. რის შემდეგ ტუტეების ხსნად მდგომარეობაში გადაყვანის ოპერაცია დამთავრებულად შეიძლება ჩაითვალოს.

მუფელის ღუმელში ნიადაგის გამოწვისას საჭიროა ტემპერატურის რეგულირება $820-840^{\circ}\text{C}$ -ის ფარგლებში. მუფელში გამოწვაზე საჭიროა დაახლოებით 1,5 საათი.

გამომწვარ, გაუმღვალ მასას, ჰაერზე გაცივების შემდეგ, გადაიტანენ ფაიფურის ჭაშში. ტიგელის კედელზე და სახურავზე არსებულ ნარჩენს ცხელი წყლით ჩარეცხავენ ჭაშში. შემდეგ მას დაახურავენ შინას და აცხელებენ 2 საათის განმავლობაში აღუღებული წყლის აბაზანაზე. გამომწვარ მასას გასრესენ წკირით. შემდეგ ცხელ ხსნარს ჩაფილტრავენ 200—250 მლ მოცულობის საზომ კოლბში სწრაფად მფილტრავი ფილტრის გამოყენებით (9 სმ დიამეტრით). ჭაშს და ფილტრს ცხელი წყლის მცირე ულუფებით 10—15-ჯერ ჩარეცხავენ კოლბში. გაცივების შემდეგ კოლბის შიგთავსს გამოხდილი წყლით მიიყვანენ ნიშანხაზამდე. ფილტრატში არსებობს: ქლორიანი კალიუმი, ნატრიუმი და კალციუმი (უკანასკნელი აგრეთვე ჰიდროქსიდის ფორმით) აგრეთვე გოგირდის მკაეა, რომელიც ნიადაგში არსებობს მარილების ფორმით და გამოწვის დროს გოგირდის დაჟანგვის შედეგად წარმოქმნის ორგანულ ნივთიერებებს.

კოლბში არსებული ხსნარი კარგად შერევის შემდეგ გამოიყენება მასში კალიუმის განსაზღვრისათვის ალოვან ფოტომეტრზე ან ზემოთ მითითებული რომელიმე ქიმიური მეთოდით.

ნიადაგის დაზღა ფორმალადადისა და გოგირდის მკაეას გამოყენებით

ფტორწყალბადისა და გოგირდის მკაეას ნარევი ყველა სილიკატის შლის სილიციუმის მოცილებით SiF_4 -ის სახით; დაუშლელად ითვლება შემდეგი მინერალები: სილიმანიტი, თურმალინი, ტოპაზი და სხვა.

აგატის როდინში, პუდრისებრ მდგომარეობამდე დაფქვილ 0,5 გ ნიადაგს ათავსებენ პლატინის ჭაშში, ასველებენ 1 მლ გამოხდილი წყლით და ფრთხილად აორთქლებენ წყალს ელექტროქურაზე; ორგანული ნივთიერების დასაწვავად ჭაშს 1,5—2 საათით ათავსებენ მუფელის ღუმელში. ორგანული ნივთიერების წინასწარი მოცილება აჩქარებს ნიადაგის შემდგომ დაშლას.

გაცივებულ ჭაშში ფრთხილად ასხამენ 1 მლ კონცენტრირებულ გოგირდის მკაეას და შიგთავსს კარგად შეურევენ პლატინის შპატელით. ნარევის ამატებენ (ამწოვი კარადის ქვეშ) 15 მლ ფტორწყალ-

ბადის მჟავას HF, კვლავ შეუტრევენ და ჯამს დგამენ ადუღებული წყლის აბაზანაზე (ამწოვ კარადაში). გაცხელებას აგრძელებენ ნიადაგის სილიკატების სრულ დაშლამდე, რასაც გებულობენ გოგირდის მჟავას სქელი ორთქლის წარმოქმნით. ჩვეულებრივ, ფტორწყალბადის მჟავას დამატებას (5 მლ ხსნარი) იმეორებენ. გოგირდის მჟავას ორთქლის წარმოქმნის შემდეგ ჯამს აცხელებენ კიდევ 15—20 წუთს.

ნიადაგის სილიკატების დაშლის შემდეგ, აწარმოებენ ფტორწყალბადის მჟავას მოცილებას. ჯამს აცივებენ, კედლებს ჩარეცხავენ ცივი წყლით, ამატებენ გოგირდის მჟავას (თუკი აორთქლების შემდეგ მასა ძლიერ გასქელებულია) და კვლავ აორთქლებენ გოგირდის მჟავას ზედმეტი რაოდენობის მოცილებამდე. (არა ამოშრობამდე, წინააღმდეგ შემთხვევაში შეიძლება წარმოიქმნას ძნელადხსნადი მარილები).

გაცივების შემდეგ ნაშოს ამატებენ 25 მლ გამოხდილ წყალს, გასრესენ და ნარევს კარგად შეუტრევენ შპატელით; ხსნარს აცხელებენ 10—15 წუთს, რის შემდეგ, დარჩენილი მჟავას განეიტრალების და ერთნახევარი ჟანგეულების დალექვისათვის ხსნარს ამატებენ 0,5 გ მაგნიუმის ჟანგს.

ხსნარს ჩაფილტრავენ 10 მლ მოცულობის საზომ კოლბში. ჯამს და ფილტრს ჩარეცხავენ ცხელი წყლით. გაცივების შემდეგ ხსნარის მოცულობა მიჰყავთ ნიშანხაზამდე (100 მლ) და შიგთავსს შეუტრევენ. ფილტრზე რჩება დაუშლელი ორგანული ნივთიერება, ტუტე მეტალთა ფუძეები, ცოტაოდენი ერთნახევარი ჟანგეულები და ფოსფორის მჟავა.

მიღებულ ფილტრატში კალიუმს საზღვრავენ ალოვან ფოტომეტრზე ან რომელიმე ქიმიური მეთოდით. კალიუმის უფრო ზუსტი განსაზღვრისათვის საჭიროა ფილტრატიდან წინასწარ გამოიყოს ტუტეები სუფთა სახით, ქლორიდების ფორმით. ამისათვის იქცევიან შემდეგნაირად.

გაცივებულ ჯამში ამატებენ 30—40 მლ ცხელ წყალს, 2—3 წვეთ ფენოლფტალეინს და მცირე ულუფებით მუდმივი შერევით, ახლად გამოწვარ კალციუმის ჟანგს მდგრადი ვარდისფერის მიღებამდე. ამის შემდეგ ამატებენ კიდევ 0,4—0,5 გ CaO, ჯამს ახურავენ საათის მინას და 2 საათით დგამენ ადუღებულ წყლის აბაზანაზე. ჯამში ამატებენ ქაღალდის მასას (ფილტრის ქაღალდისაგან დამზადებული ფაფისებრი მასა) და ხსნარს ფილტრავენ თეთრ ზონარიან ფილტრში. ფილტრზე დარჩენილ ნალექს შეიდრავაჭერ ჩარეცხავენ კალციუმის ჰიდროქსიდის განზავებული ცხელი ხსნარით. კალციუმის დალექვის მიზნით გაცხელებულ ფილტრატს ამატებენ ამონიუმის კარბონატის ნაჭერ ხსნარს. ჯამის შიგთავსს აორთქლებენ ამოშრობამდე და აწრთო-

ბენ 15—20 წუთს CaCO_3 -ის გადასაყვანად კრისტალურ ფორმაში. შემდეგ ცხელი წყლის მცირე ულუფებით ხსნარს ჩაფილტრავენ მცირე ზომის ფილტრით. ჯამს და ფილტრზე დარჩენილ ნალექს ჩარეცხავენ 2—6-ჯერ ცივი წყლით 50—100 მლ მოცულობამდე. ფილტრატში არსებობს მხოლოდ კალიუმის და ნატრიუმის ქლორიდები.

გაუცვლელი კალიუმის განსაზღვრა

გაუცვლელი, მაგრამ მცენარისათვის მისაწვდომი კალიუმის მარაგის დასახასიათებლად ხშირად სარგებლობენ სხვადასხვა სახის მკვავე ხსნარებით.

მარილმჟავას ხსნარი (HCl)

მიმდინარე საუკუნის დასაწყისში, ნიადაგის ნაყოფიერების მთელი რიგი საკითხების გადაწყვეტისას იყენებდნენ 10%-იან მარილმკვავა ხსნარებს. ნიადაგს ამუშავებდნენ მკვავით აღუღებულ წყლის აბაზანაზე 10 საათის განმავლობაში.

ა. ა. გეგროვიტის გამარტივებული ვარიანტი

50 გრამ ნიადაგს ამატებენ 500 მლ 20%-იან HCl-ს; კოლბს დგამენ ბადეზე და ხსნარი გაცხელებით შიშვავთ აღუღებამდე, დროთა განმავლობაში მინის წკირით შერევი (ბიძგების თავიდან ასაცილებლად). დუდილს აგრძელებენ 30 წუთს. დუდილის პროცესში ჭიქა უმჭობესია მინით დახურული იყოს, რათა თავიდან ავიცილოთ ძლიერი აორთქლება. აორთქლებული წყლის დანაკლისს ავსებენ აღუღებული გამოხდილი წყლის დამატებით.

ხსნარის გაფილტვრას აწარმოებენ ცხელ მდგომარეობაში, წინააღმდეგ შემთხვევაში გაფილტვრა ძლიერ გაძნელებდა და გახანგრძლივდება. ფილტრაციის დაჩქარებისათვის ნიადაგს შესაძლებლობის მიხედვით ნაკლებად გადაიტანენ ფილტრზე და კოლბში ხსნარს ინარჩუნებენ ცხელ მდგომარეობაში. სითხის ჩაფილტვრის შემდეგ, ნიადაგს ჩარეცხავენ მარილმკვავით სუსტად შემკვავებული ცხელი წყლით, ამ შემთხვევაში ნიადაგი გადააქვთ ფილტრზე.

ფილტრატს ჩანარეცხი წყლით აორთქლებენ ფაიფურის ჯამზე. 200—150 მლ-მდე აორთქლების შემდეგ, ორგანული ნივთიერების დასაყენავად ამატებენ 25 მლ კონცენტრირებულ აზოტის მკვავას (კუთ. წ. 1,4) და აორთქლებენ ამოშრობამდე; შემდეგ, ამატებენ რამდენიმე წვეთ სამეფო წყალს და ჯამს დგამენ აღუღებული წყლის აბაზანაზე. ძლიერი რეაქციის შეწყვეტის შემდეგ მინას აცილებენ და

სითხეს აორთქლებენ. ეს ოპერაცია მეორდება კიდევ ერთ-ორჯერ, დამოკიდებულია ნეშომპალით ნიადაგის სიმდიდრეზე. აზოტის მკვას მოსაშორებლად მიღებულ მშრალ ნაშთს ერთ-ორჯერ ასველებენ კონცენტრირებული მარილის მკვით და ყოველთვის აორთქლებენ ამოშრობამდე. გაცივების შემდეგ ნაშთს ამატებენ ცივ წყალს, გასრესენ, შეურევენ ნარევს და აცხელებენ ძირითადი მარილების სრულ გახსნამდე.

მკვას განეიტრალებისა და ერთნახევარი ჟანგეულების დალექვის მიზნით ხსნარს ჰარბი რაოდენობით (1—2 გ) ამატებენ მკვნიუმის ჟანგს. ხსნარს ჩაღეჰკვენ 100 (200) მლ მოცულობის საზომ კოლბში, რომელშიც ჩარეცხვენ ჰამს და ფილტრს, ფილტრატში კალიუმს საზღვრკვენ ალოვან ფოტომეტრზე, ან რომელიმე ჰიმიური მეთოდით.

2.0H მარილმკვას გამოწაწური

დოკუჩაევის სახელობის ნიადაგმცოდნეობის ინსტიტუტში გაცუცვლელი კალიუმის განსაზღვრისათვის იყენებენ 2,0 n HCl-ის ცხელ ხსნარს.

ეს მეთოდი შემდეგში მდგომარეობს: 5 გ ჰაერმშრალ ნიადაგს ათავსებენ 200 მლ მოცულობის ერლენმეიერის კოლბში. ამატებენ 50 მლ 2,0 n HCl, ახურკვენ მინის ჰატარა ძაბრს, რომელიც შებრუნებული მაცივრის როლს ასრულებს და დგამენ ეტერნიტულ ჰურახზე. ზომიერ დუდილს აგრძელებენ 30 წუთის განმკვლობაში. სითხის დანკლისს აესებენ ცხელი გამობდილი წყლის დამატებით ნიშანხაზამდე (რომელიც აღნიშნულია კოლბზე).

სითხეს ცხელ მდგომარეობაში ფილტრკვენ მშრალ კოლბში. გაცივების შემდეგ ფილტრატის განსაზღვრულ ნაწილს (5 მლ შავმიწა და წაბლა ნიადაგებთან მუშაობისას, 10 მლ ტყის რუხი, კორდიანეწერი, წითელმიწა ნიადაგების ანალიზისას, 20 მლ სხვადასხვა ტიპის ჰვიშნარი ნიადაგების ანალიზისას) გადაიტანენ 50 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, მიჰყავთ წყლით ნიშანხაზამდე, ანკლრევენ და კალიუმს საზღვრკვენ ალოვან ფოტომეტრზე. კალიუმის სანიმუშო ხსნარის სკალას ამზადებენ მკვავაზე, გამონაწურის განზკვების შეკაბამისი კონცენტრაციით.

გაცუცვლელი, შესათვისებელი კალიუმის მცირე მარკვის მკონე ნიადაგები შეიცავს 50 მგ-ზე ნაკლებ K_2O 100 გ ნიადაგზე. მდიდარი — 100 მგ-ზე მეტ K_2O , ხოლო ძლიერ მდიდარი (რომელნიც არ საჰიროებენ კალიუმიანი სასუჰების შეტანას ძირხვენების, კარტოფილის სისტემატური მოყვანის ჰირობებშიც კი) შეიცავს 200 მგ-ზე მეტ K_2O -ს 100 გ ნიადაგზე.

საზღვარგარეთის ქვეყნებში, მცენარისათვის შესათვისებელი კალიუმის მარაგის განსაზღვრისათვის ფართოდ გამოიყენება აზოტმზავა ხსნარები. ორმოციან წლებში გაუცვლელ, მაგრამ მცენარისათვის შესათვისებელ კალიუმს ნიადაგიდან გამოყოფდნენ 1,0 n აზოტის მქავეას ხსნარით დამუშავებით, ნიადაგის ხსნართან 1:10 შეფარდებით და ხანმოკლე ნჯღრევით.

ორმოცდაათიან წლებში ჩატარებული იყო მთელი რიგი გამოკვლევები, რომლებშიც კალიუმი ნიადაგიდან გამოიღვენებოდა ადუღებული 1,0 n აზოტის მქავეით. მრავალჯერადი თანმიმდევრული ექსტრაქციით.

ადუღებული აზოტის მქავეით გამოიყოფა კალიუმის ორი ფორმა: პირველი (ძნელად ხსნადი), ყოველი ექსტრაქციის დროს გამოიღვენება მუღმვი რაოდენობით („მუღმვი შეფარდების“ კალიუმი), ხოლო მეორე (ადვილად ხსნადი) გამოიყოფა ძირითადად პირველი ექსტრაქტაციის დროს და შემცირებული რაოდენობით შემდეგ ექსტრაქციებში („საფეხურებრივი“ კალიუმი). „საფეხურებრივი“ კალიუმი მცენარის მიერ შეითვისება ადვილად, ხოლო „მუღმვი შეფარდების“ კალიუმი — ძნელად.

მეტსონის მეთოდი

ნიადაგის წონაკს 5—6-ჯერ თანმიმდევრულად ამუშავენ 10-ჯერადი რაოდენობის ადუღებული აზოტის მქავეით 10 წუთის განმავლობაში. ნიადაგის ყოველი დამუშავების შემდეგ ფილტრატებს აგროვენ განცალკევებულად; აორთქლებენ მათ. ორგანული ნივთიერების მოსაცილებლად მშრალ ნაშთს გამოწვავენ ღუმელში. აზოტმზავა მარილების ქლორიდებში გადასაყვანად, გამოწრობილ ნაშთს ამატებენ 1—2 მლ კონცენტრირებულ HCl. ხსნარს აორთქლებენ. ნაშთს მსუბუქად გამოწვავენ. მარილს ხსნიან შემქავებულ წყალში. კალიუმს საზღვრავენ ალოვან ფოტომეტრზე ან ლაბორატორიაში მიღებული რომელიმე ქიმიური მეთოდით.

იგივე ნიადაგის ცალკეულ წონაკში საზღვრავენ გაცვლით კალიუმს 1,0 n ძმარმქავა ამონიუმის ხსნარის გამოწწურში.

მეტი წილი ნიადაგებისათვის უკვე 5—6-ჯერადი მქავე ექსტრაქციის შემდეგ გამოღვენილი კალიუმის სიდიდე ხდება მუღმვი („მუღმვი შეფარდების“ კალიუმი). ამ რაოდენობას აღნიშნავენ როგორც Kc (მეექვსე ექსტრაქციის დროს — 6Kc). 6 ექსტრაქციის შემდეგად გამოღვენილ კალიუმის მთლიან რაოდენობას გაცვლითი კალიუმის

გამოკლებით, აღნიშნავენ ΣK . მისაწვდომი, გაცვლითი კალიუმის სი-
დიდეს აღნიშნავენ — ΔK .

$$\Delta K = \Sigma K - 6Kc.$$

ახალი ზელანდიის პირობებში კალიუმით უზრუნველყოფის მი-
ხედვით, დადგენილია ნიადაგის შემდეგი ჯგუფები:

1) ΔK — 0,3 მგ — ექვივალენტზე ნაკლებია 100 გრამზე — შე-
სათვისებელი კალიუმით ძალიან ღარიბია ნიადაგი.

2) ΔK — 0,3 — 0,5 მგ. ექვივალენტის პირობებში — კალიუმით სა-
შუალოდ უზრუნველყოფილი ნიადაგები. ნიადაგის ინტენსიურად გა-
მოყენების პირობებში აუცილებელია სასუქების შეტანა.

3) ΔK — 0,5 მგ ექვივალენტზე მეტი 100 გრამზე — შესათვისე-
ბელი კალიუმით მდიდარი ნიადაგები და არ საჭიროებენ კალიუმთან
სასუქების შეტანას.

დოკუჩაევის სახელობის ნიადაგმცოდნეობის ინსტიტუტის გამოკვ-
ლევების მიხედვით, მეტსონის მეთოდი შეიძლება რეკომენდებული
იქნას ნიადაგებში შესათვისებელი კალიუმის მარაგის დასახასიათებ-
ლად. მაგრამ, სსრკ-ს ნიადაგებისათვის კალიუმით უზრუნველყოფის
მაჩვენებლები, როგორც ჩანს, სხვანაირი იქნება და ისინი დიფერენ-
ცირებული უნდა იყოს ნიადაგის ტიპების მიხედვით. მაგალითად,
კორდიან-ეწერ მძიმე თიხნარ ნიადაგებში დოლოგობრუდის საცდელ
სადგურში და სასუქების და აგრონიადაგმცოდნეობის საკავშირო ინ-
სტიტუტის (ВИУА) ცენტრალურ საცდელ სადგურში ΔK სიდიდე
აღმოჩნდა 0,5 მგ ექვივალენტზე მეტი 100 გრამ ნიადაგზე, მაგრამ
კალიუმთან სასუქის ეფექტი ამ ნიადაგებზე მალალი იყო.

გაცვლითი კალიუმის განსაზღვრა ნიადაგში

ვალორის მეთოდი

გაცვლითი უნარის მქონე ყველა შთანქმეული კათიონების სრულ
გამოსაყოფად ნიადაგის წონაკს თანმიმდევრულად რამდენჯერმე ამუ-
შავენ (დამუშავების რიცხვი დამოკიდებულია ნიადაგის თვისებებ-
სა და წონაკის სიდიდეზე) ამონიუმის ქლორიდის 1,0 n ხსნარით, გა-
ცვლითი უნარის მქონე ყველა შთანქმეული კათიონების სრულ გა-
მოსაყოფად.

საკვლევი ნიადაგის 10—25 გრამს (დამოკიდებულია ნიადაგში გა-
ცვლითი კალიუმის შემცველობაზე) ათავსებენ ბრტყელძირიან
კოლბში; ამატებენ 100 — 250 მლ ამონიუმის ქლორიდის 1,0 n ხსნარს
(53,5 გ NH_4Cl 1 ლ ხსნარზე), ანჭლრევენ რამდენიმე წუთის განმავ-
ლობაში და ფილტრავენ 14 სმ დიამეტრის მქონე ფილტრში. როცა

ხსნარი სავსებით გაიფილტრება, კოლბში დარჩენილ ნიადაგს გადაიტანენ ფილტრზე ამონიუმის ქლორიდის იგივე ხსნარით და აგრძელებენ ჩაჩეცხვას; ამონიუმის ქლორიდს ამატებენ ისეთი რაოდენობით, რომ მან 1 სმ სისქის ფენით დაფაროს ნიადაგი, ყოველთვის სითხეს აცლიან ბოლომდე ჩაფილტვრას. ამონიუმის ქლორიდით დაპუშავენბას ამთავრებენ, როცა ჩაფილტრული სითხის სინჯი უპრყოფით რეაქციას მოგვცემს კალციუმთან (ე. ი. სრულებით არ იქნება მასში კალციუმი). სინჯი შეიძლება დავიწყოთ, მხოლოდ ფილტრატის ორმაგი რაოდენობით (250—500 მლ) შეგროვების შემდეგ. საწყისში სინჯს ატარებენ ფილტრატის მცირე მოცულობაში (1—2 მლ), ხოლო შემდეგ კი 12—25 ან ზოგჯერ 50 მლ-შიც კი.

შეგროვილი ფილტრატის რაოდენობის შემცირებისა და კალიუმის გამოქვეყნების დროის შემოკლების მიზნით კ. კ. გედროცი რეკომენდაციას იძლევა მოვიქცეთ შემდეგნაირად: ნიადაგის წონაკი ფაიფურის ჯამში გამხსნელის მცირე ულუფებით დამუშავდეს დეკანტაციის წესით. ჯამის შიგთავსი კარგად შეერიოს და ნიადაგის დალექვის შემდეგ გაშვირვალე სითხე რაც შეიძლება სრულად იქნას გადატანილი ფილტრზე.

ფილტრატის მოცულობა (K-ის გამოყოფი) მიჰყავთ 1 ლიტრამდე, ანჭლრევენ და მასში კალიუმს საზღვრავენ ალოვან ფოტომეტრზე.

ალოვანი ფოტომეტრის უქონლობის შემთხვევაში, ვიდრე დავიწყებდეთ კალიუმის განსაზღვრას, შლიან და თავიდან იზორებენ ამონიუმის ქლორიდს. ამისათვის შეგროვილ ფილტრატს ფაიფურის ჯამში (12 სმ დიამეტრით) აორთქლებენ ამოშრობამდე; ამატებენ 25 მლ კონცენტრირებულ აზოტის მკაეას (ხვ. წ. 1,4) და აორთქლებენ. მშრალ ნაშთს კვლავ ამატებენ ცოტადენ კონცენტრირებულ აზოტის მკაეას (თხელი ფაფისებრი მდგომარეობის მიღებამდე), ჯამს ახურავენ საფარ მინას და დგამენ აღუღებულ წყლის აბაზანაზე; როცა დამთავრდება ძლიერი რეაქცია, მინას იღებენ და შიგთავსს აორთქლებენ ამოშრობამდე; შემდეგ კვლავ ასველებენ მშრალ ნაშთს აზოტის მკავით, ჯამს ახურავენ მინას და ა. შ. ამონიუმის ქლორიდის დაშლის დამთავრებას გებულობენ დარჩენილი ნაშთის უმნიშვნელო რაოდენობით და მისი ღია ნაცრისფერით.

ამონიუმის ქლორიდის მოცილების შემდეგ, დარჩენილ მარილებს გადაიყვანენ ქლორიდულში, რისთვისაც ნაშთს ამუშავენ (2—3-ჯერ) კონცენტრირებული მარილის მკაეით; ყოველი დამუშაების დროს მისი მოცილება წარმოებს ხსნარის აორთქლებით აღუღებულ წყლის აბაზანაზე. ქლორიდების მიღებულ ნაშთს ხსნიან წყალში და ფილტრავენ. ფილტრატში კალიუმს საზღვრავენ ალოვან ფოტომეტრზე ან რომელიმე ქიმიური მეთოდით.

გაცვლით კალიუმს ნიადაგიდან აძევენ 1,0H ძმარმჟავა ამონიუმის ხსნარით, ნიადაგის ხსნართან 1:10 შეფარდების პირობებში და 1-საათიანი ნჯღრევით, როგორც სპეციალურმა გამოკვლევებმა უჩვენეს (ჯაენინი და კარასევა, 1959). კალიუმის ეს გამოძყოფი ხსნარი ითვლება უნივერსალურად და ამიტომ რეკომენდებულია კალიუმის განსაზღვრისათვის ყველა არაკარბონატულ ნიადაგებზე (კორდიან-ეწერი, ტყის რუხი, შავმიწა, წითელმიწა და ყვითელმიწა ნიადაგებში).

ანალიზის მსვლელობა. 1 მმ — დიამეტრის მქონე ნასვრეტებიან საცერში გატარებულ 5 გრამ ნიადაგს, ამატებენ 50 მლ 1,0H ძმარმჟავა ამონიუმის ხსნარს (pH — 7,0) და დგამენ როტატორზე. 1-საათიანი ნჯღრევის შემდეგ ხსნარს ფილტრავენ და გამჟვირვალე ფილტრატში კალიუმს საზღვრავენ ალოვან ფოტომეტრზე.

ალოვანი ფოტომეტრის უქონლობის შემთხვევაში, ანალიზს ატარებენ ავტორის ორიგინალური მეთოდის მიხედვით. ჰაერმშრალ 20 გრამ ნიადაგს ათავსებენ 400—500 მლ მოცულობის მინას ჭურჭელში, ამატებენ 200 მლ $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ -ის 1H ხსნარს, რომლის pH 7,0-ია. ჭურჭელს ახურავენ რეზინის საცობს და ანჯღრევენ როტატორზე 1 საათის განმავლობაში. მიღებულ სუსპენზიას ფილტრავენ. 50—100 მლ გამჟვირვალე ფილტრატს აორთქლებენ ფაიფურის ჯამში წყლის აბაზანაზე ჯამში დარჩენილ ნალექს ასველებენ 2 მლ წყლის ზეეანგიით ორგანული ნივთიერების ნაშთის დასაშლელად და ფრთხილად აშრობენ აზბესტის ბადეზე ან ცხელ მუფელის ლუმელში; ამის შემდეგ ჯამს აწრთობენ მუფელის ლუმელში 400—500° ტემპერატურის პირობებში (ამონიუმის მარილების სრულ გაქრობამდე). ამ შემთხვევაში ნალექი ღებულობს ნაცრისფერს.

ქანგეულების გადასაყვანად ქლორიდებში ჯამში ამატებენ HCl-ის 25%-იანი ხსნარის 2—3 წვეთს; ჯამის შიგთავსს რეცხავენ ცხელი წყლით, გადაიტანენ პატარა ძაბრზე და სითხეს ფილტრავენ 50 მლ მოცულობის საზომ კოლბში. კალიუმის განსაზღვრას აწარმოებენ კობალტნიტრიტის მოცულობითი მეთოდის მიხედვით.

გაცვლითი კალიუმის განსაზღვრა წყარ ნიადაგებში კვივის მეთოდით

გაცვლით კალიუმს ნიადაგიდან გამოდევნიან NaCl-ის 1,0H ხსნარით. ნიადაგის ხსნართან შეფარდება უდრის 1:2, ნჯღრევის დრო 5 წუთია. პეივის მეთოდით კალიუმის ანალიზური განსაზღვრის საფუძველია კალიუმის უმცირესი კონცენტრაციის პრინციპი, რომლის

დროსაც მოცემულ პირობებში წარმოებს ნატრიუმის კობალტნიტრით ნალექის გამოყოფა. რადგანაც, ხსნარში კალიუმის უმცირესი კონცენტრაცია, განსაზღვრული ტემპერატურის პირობებში პრაქტიკულად მუდმივია, ამიტომ საანალიზო ხსნარის რამდენჯერმე განზავების გზით, შეიძლება ვიპოვოთ ეს უმცირესი კონცენტრაცია, ხოლო განზავების რიცხვის აღრიცხვით გამოვიანგარიშოთ კალიუმის შემცველობა ხსნარში. ავტორების მიერ დადგენილია, რომ K_2O -ს უმცირესი კონცენტრაცია მილიგრამებში 1 ლ ნაჯერ ხსნარზე 12-დან 24-მდე ტემპერატურის ინტერვალში რიცხობრივად ტოლია ხსნარის იმ ტემპერატურის, რომელიც მას აქვს ანალიზის პერიოდში და რომელიც გამოსახულია გრადუსებში ცელსიუსის მიხედვით.

ანალიზის მსვლელობა. 25 გ ნიადაგს ამატებენ 50 მლ 1,0N NaCl-ის ხსნარს და ანჯღრევენ როტატორზე ან ხელით 5 წუთის განმავლობაში. ხსნარს ფილტრავენ მკვრივი ფილტრის გამოყენებით. ამზადებენ შტატივს სინჯარებით, ნიადაგის ყოველი ხსნარისათვის 10 სინჯარის ანგარიშით, სინჯარებს აყალიბებენ 5 მლ-ზე.

ფილტრატიდან ამზადებენ სკალას სხვადასხვა კონცენტრაციით. ამისათვის ზუსტი პიპეტის გამოყენებით სინჯარებში ათავსებენ ხსნარს შემდეგი რაოდენობით:

სინჯარის №	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ხსნარი, მლ	5,0	4,0	3,0	2,5	2,0	1,8	1,5	1,2	1,0	0

ყველა სინჯარაში ნიშანხაზამდე (5 მლ) ამატებენ ნატრიუმის ქლორიდის 1,0N ხსნარს, შემდეგ შეიგთავსს შეურევენ და ყოველ სინჯარაში საზომი კოვზით ამატებენ 0,1 გ მშრალ ნატრიუმის კობალტნიტრიტს. ერთ რომელიმე სინჯარაში ათავსებენ თერმომეტრს. ნახევარი საათის შემდეგ აკვირდებიან ნალექის გამოყოფას და აღნიშნავენ იმ სინჯარას, რომელშიც არ გამოიყოფა ნალექი (ე. ი. წარმოიქმნა სიმღვრივე). ამ სინჯარაში ხსნარს აქვს კალიუმ-ნატრიუმ კობალტნიტრის ზღვრული კონცენტრაცია, რომლის დროსაც არ შეიძლება კიდევ მოხდეს დალექვა მოცემულ პირობებში. დაადგენენ რა სინჯარების რიცხვი, რომელშიც არ წარმოიქმნა სიმღვრივე და იციან რა მოცემულ სინჯარაში ხსნარის განზავების ხარისხი, ანგარიშობენ კალიუმის კონცენტრაციას საანალიზო ხსნარში და კალიუმის რაოდენობას 100 გ ნიადაგზე.

გამოანგარიშების მაგალითი. დაეუშვათ, რომ 20°C ტემპერატურის პირობებში ანალიზის ჩატარებისას № 4 სინჯარაში, რომელშიც აღებული იყო 2,5 მლ ფილტრატი, არ წარმოიქმნა სიმღვრივე. 20°C ტემპერატურის პირობებში უმცირესი კონცენტრაცია შეეაბამება 20 მგ K_2O -ს შემცველობას 1 ლ ხსნარში. მაშასადამე, 100 გ ნიადაგ-

ზე გადაანგარიშებით კალოუმის რაოდენობა ტოლია (25 გ ნიადაგის წონაის და 50 მლ NaCl-ის მოცულობის შემთხვევაში):

$$X = \frac{20 \cdot 5 \cdot 50 \cdot 100}{1000 \cdot 2,5 \cdot 25} = 8,0 \text{ მგ } K_2O,$$

სადაც 20 არის უმცირესი კონცენტრაცია 1 ლ ხსნარში (იგუე ანალიზის ჩატარების პროცესში ხსნარის ტემპერატურა C-ის გრადუსებით).

5 — ხსნარის საერთო რაოდენობა სინჯარაში.

50 — დამატებული NaCl-ის რაოდენობა.

100 — 100 გ ნიადაგზე გადასაანგარიშებელი რიცხვი.

2,5 — № 4 სინჯარაში მოთავსებული ფილტრატის რაოდენობა.

25 — აღებული ნიადაგის წონაი.

იყოფა 1000-ზე, რათა გავიგოთ 5 მლ-ში უმცირესი კონცენტრაცია, ე. ი. K_2O მგ 5 მლ ხსნარზე.

100 გ ნიადაგზე კალოუმის რაოდენობის გადაანგარიშების სისწრაფისათვის შეიძლება გამოვიყენოთ 34-ე ცხრილი.

ცხრილი 34

K_2O -ს შემცველობის გამოანგარიშება (მგ/100 გ ნიადაგზე)

პიევის მეთოდის მიხედვით

ტემპერატურა C°	K_2O -ს შემცველობა, მგ/ლ	სინჯარის № და ფილტრის რაოდენობა (მლ) სინჯარებში, რომლებშიც არ აღინიშნა ნალექის გამოყოფა (სიმღვრივე).								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
		5,0	4,0	3,0	2,5	2,0	1,8	1,5	1,2	1,0
24	24	4,8	6,0	8,0	9,6	12,0	13,5	15,8	20,0	24,0
23	23	4,6	5,7	7,7	9,2	11,5	12,8	15,2	19,1	23,0
22	22	4,4	5,5	7,3	8,8	11,0	12,2	14,6	18,3	22,0
21	21	4,2	5,2	7,0	8,4	10,5	11,6	14,0	17,5	21,0
20	20	4,0	5,0	6,7	8,0	10,0	11,1	13,3	16,7	20,0
19	19	3,8	4,7	6,3	7,6	9,5	10,5	12,6	15,8	19,0
13	18	3,6	4,5	6,0	7,2	9,0	10,0	12,0	15,0	18,8
17	17	3,4	4,2	5,7	6,7	8,5	9,4	11,3	14,4	17,0
16	16	3,2	4,0	5,3	6,4	8,0	8,9	10,7	13,3	16,0
15	15	3,0	3,7	5,0	6,0	7,5	8,3	10,0	12,5	15,0
14	14	2,8	3,5	4,7	5,6	7,0	7,8	9,9	11,7	14,0
13	13	2,6	3,2	4,3	5,2	6,5	7,2	8,6	10,8	13,0
12	12	2,4	3,0	4,0	4,8	6,0	6,7	8,0	10,0	12,0

დაეუშვათ, მაგალითად, რომ ნალექი არ გამოიყო (სიმღვრივე არ წარმოიქმნა) მეშვიდე სინჯარაში, რომელშიც მოთავსებული იყო 1,5 მლ ფილტრატი; ხსნარის ტემპერატურა 18°C. ცხრილში ვიპოვით 1-ელ სვეტში 18°-სს, 18°-ის ხაზის გაყოლებით მეშვიდე სინჯარის სვეტთან გადაკვეთის წერტილში ვპოულობთ რიცხვ 12,0-ს. მაშასადა-

მე. საანალიზო ნიმუშში K_2O -ს რაოდენობა ტოლია 12,0 მკ K_2O 100 გ ნიადაგზე.

თუ ნიადაგში კალიუმში დიდი რაოდენობით არის და თვით ბოლო სინჯარაშიც კი, რომელშიც მოთავსებულია 1 მლ ხსნარი, წარმოიქმნება სიმღვრავე, მაშინ ასეთ ხსნარს განაზავებენ 2-ჯერ და ხელახლა ატარებენ ანალიზს. საბოლოო შედეგებს გადაამრავლებენ 2-ზე.

სელის კულტურის საკავშირო სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის კლასიფიკაციით, პეივეს მეთოდით განსაზღვრის შემთხვევაში, კალიუმით უზრუნველყოფის ხარისხის მიხედვით, ეწერი ნიადაგები იყოფა შემდეგ ჯგუფებად: (ცხრილი 35):

ცხრილი 35

კალიუმით უზრუნველყოფის ხარისხის მიხედვით ეწერი ნიადაგების კლასიფიკაცია

კალიუმით ნიადაგის უზრუნველყოფის ხარისხი	K_2O -ს შემცველობა მკ/100 გ ნიადაგზე
ძლიერ ღარიბი	< 5
ღარიბი	5—7
საშუალო	7—10
მდიდარი	10—15
ძლიერ მდიდარი	> 15

თავისი სიმარტივით და მისაწვდომობით პეივეს მეთოდმა ფართო გავრცელება ჰპოვა მთელ კავშირში. ამ მეთოდით განსაზღვრა დაიწყეს არა მარტო კორდიან-ეწერ ნიადაგებზე, არამედ აგრეთვე შავმიწა, წაბლა და სხვა ნიადაგებზე. მაშინ როცა, ამ ნიადაგებისათვის პეივეს მეთოდი უეარგისია. პეივეს მეთოდის ძირითად ნაკლად ითვლება ძალიან მცირე მწარმოებლობა (10—12 ანალიზი დღეში).

საკუთრო რეაქტივები: 1. ნატრიუმის კობალტნიტრიტი. 150 გ $NaNO_2$ ხსნიან 150 მლ ცხელ წყალში. ხსნარს აყოენებენ გასაცივებლად $40^{\circ}C$ ტემპერატურამდე. ამ დროს გამოიყოფა ნატრიუმის ნიტრიტის კრისტალები. ხსნარს ამატებენ 50 გ $CO(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$, მუდმივი შერევით მცირე ულუფებით ამატებენ აგრეთვე 50 მლ 40%-იან მმარმეავას და ხსნარს ძლიერ ანჯღრევენ. შემდეგ ხსნარში გაატარებენ ჰაერის სწრაფ ნაყადს ნახევარი საათის განმავლობაში და რამდენიმე საათით ტოვებენ მოსვენებულ მდგომარეობაში. გამჟვრვალე ხსნარს გადაიტანენ სხვა ჰურჰელში (თუჯი მღვრივა, ფილტრავენ): გადატანილ გამჟვრვალე ხსნარს (250 მლ) თანდათანობით ამატებენ 208 მლ 96%-იან სპირტს; ამ შემთხვევაში ნალექის სახით გამოიყოფა ნატრიუმის კობალტნიტრიტის დიდი ნაწილი. რამდენიმე სა-

ათის შემდეგ ნალექს გაფილტრავენ, ჩარეცხავენ 4-ჯერ, ყოველთვის 25 მლ სპირტით, ხოლო შემდეგ 2-ჯერ 25—25 მლ ეთერით და რეაქტივს აშრობენ ჰაერზე.

გაყიდვაში არსებობს მზა ნატრიუმის კობალტნიტრატის მარილი, რომელიც მშრალ მდგომარეობაში გასრესის შემდეგ გამოიყენება უშუალოდ.

2. ნატრიუმის ქლორიდის 1,0*n* ხსნარი. 58,5 გ NaCl ხსნიან 1 ლ გამოხდილ წყალში. ამოწმებენ NaCl-ის და ნატრიუმის კობალტნიტრატის რეაქტივების სისუფთავეს: 5 მლ 1,0*n* NaCl-ის ხსნარზე 0,1 გ $\text{Na}_2\text{CO}(\text{NO}_2)_2$ დამატების შედეგად სიმღვრივე არ უნდა წარმოიქმნას.

პეივის მეთოდის BiVA -ს მოდიფიკაცია

მეთოდის არსი შემდეგში მდგომარეობს: ნიადაგს ამუშავებენ ნატრიუმის ქლორიდის 1,0*n* ხსნარით, რომელიც შეიცავს მაგნიუმის უანგს. ნიადაგის შეფარდება ხსნართან უდრის 1:2. ხსნარში კალიუმს საზღვრავენ ნეფელომეტრული მეთოდით კალიუმის ქლორიდის სანიმუშო ხსნარების შკალის გამოყენებით.

ნიადაგიდან გაცვლითი კალიუმის გამოყოფას აწარმოებენ ისევე, როგორც პეივის ორიგინალური მეთოდის შემთხვევაში. კალიუმს ხსნარში საზღვრავენ ნატრიუმის კობალტნიტრატის გამოყენებით, მაგრამ არა უმცირესი კონცენტრაციის პრინციპის მიხედვით, როგორც ეს პეივის მეთოდშია, არამედ ნეფელომეტრული გზით, კრაუსის მიერ წამოყენებული მეთოდის გამოყენებით.

ანალიზის მსვლელობა. 1 მმ-იან ნასვრეტებიან საცერში ვატარებულ 25 გრამ ჰაერმშრალ ნიადაგს ათავსებენ 200 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში, საზომი ცილინდრით ამატებენ 50 მლ ნატრიუმის ქლორიდის 1,0*n* ხსნარს (რეაქტივი ა) და ანჯღრევენ 5 წუთის განმავლობაში (როტატორზე ან ხელით) ხსნარს ფილტრავენ, ფილტრატის პირველ ულუფას გადაღვრიან. ხსნარს ჩაფილტრავენ მთლიანად.

სინჯარებს წინასწარ აყალიბებენ 5 მლ-ზე და უკეთებენ ნიშანხაზს. ასეთ სინჯარაში შეაქვთ 0,2 გრამი ნატრიუმის კობალტნიტრატის მშრალი რეაქტივი და ამატებენ ნიშანხაზამდე (5 მლ) გამჭვირვალე ფილტრატს. სინჯარებს აბურავენ რეზინის საცობს და ხსნარს ანჯღრევენ რეაქტივის სრულ გახსნამდე, რის შემდეგ ტოვებენ მოსვენებულ მდგომარეობაში 30 წუთის განმავლობაში. შემდეგ საკვლევე ხსნარიან სინჯარებს ადარებენ სტანდარტული სკალის სინჯარებთან. შედარების წინ როგორც ერთ ისე მეორე სინჯარებს კარგად შეანჯღრევენ, რათა ნალექი (სიმღვრივე) მთლიანად გადავიდეს წონითს

მდგომარეობაში. საკვლევხსნარიან სინჯარებს შორიგეობით ათავსებენ სტანდარტული სკალის სინჯარებს შორის არსებულ შუალედებში და აღარებენ მათი სიმღვრივის ხარისხს და შეფერვას. უკეთესია, თუ კი სინათლის წყარო მოთავსებული იქნება ანალიტიკოსის უკანა მხარეზე, დაადგენენ სტანდარტული სკალის იმ სინჯარის ნომერს, რომლის სიმღვრივის ხარისხი და შეფერვა ედრება საკვლევი ხსნარის სიმღვრივეს. იციან რა სტანდარტული სკალის სინჯარის ნომერი და ტემპერატურა (ცალკე სინჯარაში ათავსებენ წყალს და მასში ჩაუშვებენ თერმომეტრს), რომლის პირობებშიც მიმდინარეობს ანალიზი, 36-ე ცხრილის მიხედვით პოულობენ კალიუმის შემცველობას ნიადაგში.

ცხრილი 36

K_2O -ს შემცველობის გამოანგარიშება (მგ 100 გ ნიადაგზე)
პეივის მეთოდის $BHVA$ -ს მოდიფიკაციით

სტანდარტული სკალის სინ- ჯარის №	ტემპერატურა °C				
	7	16	22	25	30
1	0	0	0	0	0
2	2,0	2,5	3,5	4,0	5,0
3	2,5	5,0	5,5	6,0	7,5
4	6,0	7,0	8,0	10,0	12,0
5	9,0	10,0	14,0	16,0	18,0
6	13,0	17,0	22,0	25,0	26,0
7	22,0	25,0	30,0	35,0	40,0
8	36,0	40,0	—	—	—

თუკი საკვლევხსნარიან სინჯარაში სიმღვრივის ფერი და კონცენტრაცია სანიმუშო სკალის ორ სინჯარას შორის მდებარეობს, მაშინ ცხრილის მიხედვით იღებენ (ანგარიშობენ) რომელიმე საშუალო მნიშვნელობას. მაგალითად, 22°C ტემპერატურის პირობებში ანალიზის ჩატარებისას საკვლევ ხსნარიან სინჯარაში სიმღვრივის კონცენტრაცია იკავებს შუალედ ადგილს სანიმუშო სკალის მე-5 და მე-6 ნომერ სინჯარებს შორის. ასეთ შემთხვევაში საკვლევი ნიმუშისათვის კალიუმის შემცველობა ჩაიწერება 18 ან 19 მგ K_2O 100 გ ნიადაგზე.

თუკი ხსნარი შეიცავს 40 მგ-ზე მეტ K_2O 100 გ ნიადაგზე, მაშინ მას ანზავებენ. ამისათვის სინჯარაში, რომელშიც წინასწარ შეტანილია 0,2 გრამი ნატრიუმის კობალტნიტრიტი, პიპეტით ამატებენ 1—2 მლ ფილტრატს. ხსნარის საერთო მოცულობა სინჯარაში მიჰყავთ 5 მლ-მდე რეაქტივ A-ს (გაფილტრული) გამოყენებით. შემდეგ კი ჩქევიან ისე როგორც ეს ზემოთ არის აღწერილი. ამ შემთხვევაში კალიუმის შემცველობის ანგარიშისას მხედველობაში ღებულობენ განზავების რიცხვს.

სანიმუშო ხსნარების შკალას ამზადებენ შემდეგნაირად. იღებენ 8 სინჯარას, რომელსაც დანომრავენ 1-დან 8-მდე. ყოველ სინჯარაში ათავსებენ 5 მლ სამუშაო სანიმუშო ხსნარს: № 1 სინჯარაში — 5 მლ სამუშაო სანიმუშო ხსნარს № 1-ს, № 2 სინჯარაში — 5 მლ სამუშაო სანიმუშო ხსნარს № 2-ს, და ა. შ. ყოველ სინჯარაში წინასწარ შეტანილი უნდა იყოს 0,2 გრამი ნატრიუმის კობალტნიტრიტის მშრალი რეაქტივი. შემდეგ კი იქცევიან ისე როგორც ეს აღწერილია საკვლევი ხსნარების მომზადების შემთხვევაში. სანიმუშო შკალა აუცილებელია მომზადდეს ანალიზის ჩატარების დღეს. შკალა მდგრადია 2—4 საათის განმავლობაში.

ხსნარში მნიშვნელოვანი რაოდენობით ამონიუმის მარილების არსებობისას (40—45 მგ-ზე მეტი NH_3 1 ლიტრზე) კალიუმის რაოდენობა შეიძლება გადიდებული იქნას ამონიუმის იონების ანგარიშზე, რომელნიც იძლევიან კალიუმის ანალოგიურ ნალექს ნატრიუმის კობალტნიტრიტთან.

კალიუმის განსაზღვრის წინ ხსნარში ატარებენ თვისობრივ რეაქციას ამონიუმის იონზე. ხსნარის მცირე რაოდენობას ათავსებენ სინჯარაში, მასშივე ამატებენ სეგნეტის მარილის 40%-იან ხსნარს (დაახლოებით აღებული ხსნარის მოცულობის ერთ მეოთხედ ნაწილს) და ამატებენ 5—8 წვეთ ნესლერის რეაქტივს. მოყვითალო-მურა ფერის ნალექის გამოყოფა მიუთითებს ხსნარში დიდი რაოდენობით ამონიუმის მარილების შემცველობაზე. შედარებისათვის, მეორე სინჯარაში ათავსებენ იგივე რაოდენობით გაფილტრულ რეაქტივ „ა“-ს, რომელშიც წინასწარ შეტანილია ამონიუმის ქლორიდი 40 მგ NH_3 1 ლიტრზე ანგარიშით. შემდეგ სინჯარაში ამატებენ სეგნეტის მარილს და ნესლერის რეაქტივს. სინჯარებში გამოყოფილი ნალექის შედარებით, მსჯელობენ ხსნარში ამონიუმის შემცველობაზე.

თუკი ამონიუმის მარილები ხელს უშლიან კალიუმის განსაზღვრას საჭიროა მათი მოცილება. ამისათვის 10 მლ ხსნარს ათავსებენ ფაიფურის ჯამზე და აორთქლებენ წყლის აბაზანაზე ამოშრობამდე. ჯამზე დარჩენილ ნალექს ამონიუმის მარილების მოსაცილებლად გამოაწრობენ 500—600° ტემპერატურის პირობებში (ამონიუმის ქლორიდი იშლება და ქროლდება 350°-ზე, კალიუმის ქლორიდი კი ქროლდება 760°-ზე). გამოწრობა უმჯობესია ჩატარდეს სილის აბაზანაზე. როგორც კი შეწყდება ნალექიდან თეთრი ორთქლის გამოყოფა, გამოწრობას ამთავრებენ, ჯამს აცივებენ, მასში ამატებენ 10 მლ გაფილტრულ რეაქტივ „ა“-ს, აყოვნებენ 5—10 წუთს, ნალექს ჯამის კედლებიდან ჩარეცხავენ მინის წყირით, რომელსაც აქვს რეზინის დაბოლოება. ხსნარს ფილტრავენ პატარა ფილტრით სინჯარაში ან პატარა კოლბში. აქედან იღებენ 5 მლ ფილტრატს, რომელსაც

ათავსებენ სინჯარაში 0,2 გ ნატრიუმის კობალტნიტრიტის შემცველობით და საზღვრავენ კალიუმის შემცველობას, ისე როგორც ეს ზემოთ არის აღწერილი.

ს ა ჯ ი რ ო რ ე ა ქ ტ ი ვ ე ბ ი: 1. ნატრიუმის კობალტნიტრიტი გამოიყენება მშრალი მარილის სახით. რეაქტივში არსებულ ჰატარა გოროხებს გასრესენ ფაიფურის ჯამში. მარილი (0,2 გ) წყალში (5 მლ) გახსნისას არ უნდა იძლეოდეს სიმღვრივეს, წინააღმდეგ შემთხვევაში ის უვარგისია ანალიზისათვის.

2. რეაქტივი „ა“. NaCl-ის 1,0H ხსნარი, რომელიც შეიცავს MgO*. ტექნიკურ სასწორზე წონიან 58 გ ქიმიურად სუფთა ნატრიუმის ქლორიდის მარილს, ხსნიან 800 — 900 მლ მოცულობის წყალში და გადააქვთ 1 ლიტრი მოცულობის საზომ კოლბში (თუკი ხსნარი მღვრიეა, მას ფილტრავენ). აქვე ამატებენ 10 გრამ მაგნიუმის უნაგს, რომელიც წინასწარ კარგად არის გასრესილი ავატის ან ფაიფურის როდინში წყლის მცირე რაოდენობის გამოყენებით. (მაგნიუმის უნაგს საზომ კოლბში ჩარეცხავენ წყლით). კოლბის შიგთავსი წყლით მიჰყავთ 1 ლიტრამდე. რეაქტივით სარგებლობენ დამზადებიდან ერთი დღის შემდეგ. გამოყენების წინ ხსნარს კარგად შეანჯღრევენ კოლბის ფსკერზე არსებული ნალექის სრულად გადასაყვანად წონით მდგომარეობაში. რეაქტივი აუცილებლად უნდა შემოწმდეს მასში კალიუმის შემცველობაზე. ამისათვის სინჯარაში, რომელშიც წინასწარ მოთავსებული იყო 0,2 გ ნატრიუმის კობალტნიტრიტი, ათავსებენ 5 მლ გაფილტრულ ხსნარს, სინჯარას ახურავენ რეზინის საცობს და ხსნარს ანჯღრევენ ნატრიუმის კობალტნიტრიტის სრულ გახსნამდე, აყოვნებენ 10 წუთს და შავ ფონზე გახედავენ ხსნარს. თუკი ხსნარი გამჭვირვალეა, რეაქტივი შეიძლება გამოყენებული იქნას ანალიზისათვის.

3. სანიმუშო სკალის მომზადება კალიუმის ქლორიდის ხსნარით. სანიმუშო სკალის ყველა ხსნარებს ამზადებენ რეაქტივ „ა“-ზე, რომელსაც გამოყენების წინ ანჯღრევენ ნალექის სრულ გადაყვანამდე წონით მდგომარეობაში და ფილტრავენ. მიღებულ გამჭვირვალე ხსნარს იყენებენ სანიმუშო ხსნარების მოსამზადებლად.

ა) KCl-ის ძირითადი (სათადარიგო) სანიმუშო ხსნარის მომზადება. წონიან 0,792 გ ქიმიურად სუფთა, ორჯერ გადაკრისტალბულ კალიუმის ქლორიდის მარილს (გადაკრისტალბების წესი მოცემულია 579-ე გვერდზე), ხსნიან გაფილტრულ რეაქტივ „ა“ და ამავე რეაქტი-

* მაგნიუმის უნაგი ემატება იმისათვის, რომ გამოთანაბრდეს ხსნარის რეაქტია და მიყვანილი იქნას ის ნეიტრალურამდე. ეს უზრუნველყოფს მკვეთრი განსხვავების მიღებას კალიუმის ნეფელომეტრული განსაზღვრისას.

ვით ხსნარის მოცულობა მიჰყავთ 1 ლიტრამდე. ხსნარი შეიცავს 0,5 მგ K_2O 1 მლ-ში. ამ ხსნარიდან ამზადებენ სამუშაო სანიმუშო ხსნარებს.

ბ) სამუშაო სანიმუშო ხსნარების მომზადება. იღებენ 8 ცალ 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბს და ნომრადენ 1-დან 8-მდე. კოლბებში ბიურეტიდან ჩამოასხამენ კალიუმის ქლორიდის ძირითად სანიმუშო ხსნარს ისეთი რაოდენობით, როგორც ეს მითითებულია 37-ე ცხრილში.

ცხრილი 37

სამუშაო ხსნარების მომზადება

სამუშაო სანიმუშო ხსნარების კოლბების ნომერი	KCl-ის ძირითადი სანიმუშო ხსნარის რაოდენობა (მლ)
1	0
2	2,5
3	5,0
4	7,0
5	10,0
6	17,0
7	25,0
8	40,0

კოლბის შიგთავსს გაფილტრული რეაქტივ „ა“-თი მიიყვანენ 100 მლ მოცულობამდე. მიღებულ სამუშაო სანიმუშო ხსნარებს იყენებენ სანიმუშო სკალის მოსამზადებლად.

4. ნესლერის რეაქტივი.

5. 40%-იანი სეგნეტის მარილი. 40 გრამი მარილი 100 მლ გამოზდილ წყალზე.

6. ფილტრის ქაღალდი. შეიძლება გამოყენებული იქნას ფურცლოვანი ფილტრის ქაღალდისაგან მომზადებული ფილტრი, რომელიც არ შეიცავს კალიუმს. წინასწარ საჭიროა ფილტრის ქაღალდის შემოწმება კალიუმის შემცველობაზე. ამისათვის იღებენ რამდენიმე ფილტრს (3—4), წვრილად აქუცმაცებენ და ათავსებენ კოლბში, რომელშიც ამატებენ 50 მლ რეაქტივ „ა“-ს. კოლბის შიგთავსს კარგად შეანჯღრევენ და აყოვნებენ 30 წუთს. შემდეგ ხსნარს ფილტრავენ საკვლევ ფილტრის ქაღალდში. ფილტრატს (5 მლ) ათავსებენ სინჯარაში, რომელშიც წინასწარ შეტანილია 0,2 გ ნატრიუმ კობალტნიტრის შშრალი მარილი. რეაქტივის გახსნის შემდეგ ხსნარი უნდა იყოს გამჭვირვალე. სიმღვრივის წარმოქმნა მიუთითებს ფილტრში კალიუმის შემცველობაზე. ფილტრის ქაღალდისაგან კალიუმის მოსაცილებლად მას რეცხავენ ცხელი წყლით.

გაცვლითი კალიუმის განსაზღვრა კარბონატულ ნიადაგებში 1%-იანი ნახშირმჟავა ამონიუმის გამოყენებით

მეთოდის საფუძველს წარმოადგენს კალიუმის გამოძევა ნიადაგიდან 1%-იანი ნახშირმჟავა ამონიუმის ხსნარით. ნიადაგის შეფარდება ხსნართან ტოლია 1:20. 1%-იანი ნახშირმჟავაამონიუმის ხსნარის და ნიადაგის გამოწვევის მომზადება მოცემულია მაჩიგინის მეთოდით ფოსფორის განსაზღვრის მეთოდის აღწერის დროს (იხ. 377-ე გვ.) გამოწვევაში კალიუმს საზღვრავენ ალიანი ფოტომეტრის დახმარებით. ამ შემთხვევაში საშუალო ხსნარების სკალას ამზადებენ 1%-იანი ნახშირმჟავა ამონიუმის ხარჯზე.

გაცვლითი კალიუმის განსაზღვრა კარბონატულ ნიადაგებში პროტანოვის მეთოდით

კარბონატული ნიადაგებიდან გაცვლითი კალიუმი გამოიდევენ ნახშირმჟავა ამონიუმის 0,2*n* ხსნარის ორი თანმიმდევრული გამოწვევით.

ანალიზის მსვლელობა. 20 გრამ ნიადაგს ათავსებენ 500 მლ მოცულობის კოლბში, ამატებენ 200 მლ $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ -ის 0,2*n* ხსნარს. კოლბის შიგთავსს ანჯღრევენ 5 წუთის განმავლობაში და აყოვნებენ 1 საათით მოსვენებულ მდგომარეობაში. შემდეგ სუსპენზიას ანჯღრევენ და ფილტრავენ მკვირვ ფილტრში. 50—150 მლ ფილტრატს (დამოკიდებულია კალიუმის მოსალოდნელ შემცველობაზე) ერთ-სამჯერ (ყოველთვის 50 მლ) გადაიტანენ 50 მლ მოცულობის ფაიფურის ჭაშში და წყლის აბაზანაზე აორთქლებენ ამოშრობამდე.

როცა ჩაფილტვრა დამთავრდება, ფილტრთან ერთად ნიადაგს კვლავ გადაიტანენ იგივე კალბში (რომელშიც პირველად იყო სუსპენზია მოთავსებული), ამატებენ 200 მლ ნახშირმჟავა ამონიუმს, შიგთავსს ანჯღრევენ 5 წუთის განმავლობაში და 1 საათის შემდეგ ფილტრავენ. ისე როგორც პირველ შემთხვევაში, იღებენ 50 — 150 მლ ფილტრატს, კვლავ გადაიტანენ იგივე ჭაშში და აორთქლებენ, შემდეგ კი აწარმოებენ ამონიუმის მარილების დაშლას გავქურაზე ან ლა ელექტროქურაზე. გამოწვითობას ამთავრებენ, როცა შეწყდება ამონიუმის თეთრი ორთქლის გამოყოფა.

ჭაშში დარჩენილ მშრალ ნაშთს ასველებენ 5 წვეთი კონცენტრირებული აზოტის მჟავით, კედლებზე დარჩენილ ნალექს გასრევენ და ჩარეცხავენ მინის წყირით; ამის შემდეგ ჭაშს ათავსებენ აღუღებულ წყლის აბაზანაზე, აორთქლებენ მჟავას ამოშრობამდე და ნაშთს

კვლავ გამოაწრობენ. ის უნდა იყოს თეთრი ფერის. თუკი ნაშთი გამოწრობის შემდეგ არ გათეთრდება, მაშინ ამ ოპერაციას იმეორებენ. მშრალ ნაშთს ამატებენ 1 მლ კონცენტრირებულ მარილმკვას. ჯამის შიგთავსს აორთქლებენ ადუღებულ წყლის აბაზანაზე ამოშრობამდე და კვლავ გამოაწრობენ. ნაშთში კალიუმს საზღვრავენ კობალტნიტრიტის მეთოდით.

ალოვანი ფოტომეტრის არსებობის შემთხვევაში ნიადაგის ორ თანმიმდევრულ გამოწურვებს არ აორთქლებენ, არამედ, მათ გააერთიანებენ და კალიუმს საზღვრავენ ფოტომეტრზე.

მეთოდის ავტორის მიხედვით, ნიადაგის ერთჯერად გამოწურვაში გაცვლითი კალიუმის სრულ გამოძევებას ადგილი აქვს ნიადაგის ხსნართან მაღალი შეფარდების პირობებში (არა ნაკლები 1:50). შუა აზიის ნიადაგებისათვის, რომელნიც ხასიათდებიან გაცვლითი კალიუმის მაღალი შემცველობით — ნიადაგი: ხსნარი = 1:50 შეფარდების პირობებში კალიუმის კონცენტრაცია ხსნარში იქნება საკმაოდ მაღალი და ის სავსებით შესაძლოა განისაზღვროს ალოვან ფოტომეტრზე.

მოდრაპი კალიუმის განსაზღვრა ნიადაგში

კირსანოვის მეთოდი

15 გრამ ნიადაგს ანჯღრევენ 1 საათის განმავლობაში 75 მლ HCl-ის 0,2 n ხსნართან ერთად და 1 საათით ტოვებენ მოსვენებულ მდგომარეობაში. ხსნარს გაფილტრავენ და ატარებენ ალოვან ფოტომეტრზე. ლაბორატორიაში ალოვანი ფოტომეტრის უქონლობის შემთხვევაში ხსნარის ანალიზს აწარმოებენ ავტორის ორიგინალური აღწერის მიხედვით.

50 მლ ფილტრატს აორთქლებენ წყლის აბაზანაზე 5 მლ კონცენტრირებული HNO₃-ის თანაარსებობით. მშრალ ნაშთს ასველებენ კონცენტრირებული HNO₃ და HCl (თითოეულს ამატებენ 10—10 წვეთს ჯამის კედლების ჩაყოლებით, ისე რომ ჩარეცხოს მასზე დარჩენილი ნალექი) და გამოაწრობენ მას 3 წუთის განმავლობაში გაზქურაზე ან მუფელის ღუმელში (არ უნდა დავეშვათ ჯამის ფსკერის გაწითლება).

გაცივების შემდეგ ნალექს გახსნიან 25 მლ წყალში, გასრესენ და კარგად შეურევენ მინის წკირის საშუალებით; ხსნარს ჩაფილტრავენ მშრალ ქიქაში. 20 მლ ფილტრატს აორთქლებენ ფაიფურის ჯამში წყლის აბაზანაზე 1—2 მლ მოცულობამდე; ჯამის აუღებლად, მასშივე ამატებენ 1 მლ ნატრიუმის კობალტნიტრიტს და ჯამს ტოვებენ აბაზანაზე მანამ, სანამ აორთქლების შემდეგ შიგთავსი (0,5—1,0 მლ-მდე) არ გადავა სიროფის მაგვარ მდგომარეობაში. გაცივების შემდეგ ამატებენ 5 მლ ძმარმკვას 10%-იან ხსნარს და ნალექს გაფილტ-

რევენ ფილტრი ნუჩა № 4 — ტიგელის გამოყენებით. ფილტრზე ხსნარი გადააქვთ მინის წიკრის დახმარებით სამი-ოთხი მცირე ულუფა წყლით საწყისში სუსტი ვაკუუმის, ხოლო შემდეგ ძლიერი ვაკუუმის პირობებში, რომელიც უზრუნველყოფს 80—100 წვეთი 1 წუთში ფილტრაციის სიჩქარეს. გაფილტვრის დამთავრებისას ფილტრატი უნდა იყოს სავსებით უფერული.

გარეცხილ ნალექს ტიგელთან ერთად გადაიტანენ ჰიქაში; აქვე ამატებენ 20—25 მლ NaHCO_3 -ის ნაჭერ ხსნარს. ჰიქას ათავსებენ ადუღებულ წყლის აბაზანაზე და პერიოდული ნჯღრევით აჩერებენ მასზე მანამ, სანამ ნალექი სავსებით არ გაიხსნება და ხსნარი შეიფერება მწვანედ. ამ მიზნისათვის, ჩვეულებრივ, საკმარისია 10-წუთიანი გაცხელება. ძალზე დიდხანს გაცხელებით ხსნარი შეიფერება ყაყისფრად და მიიღება შემცირებული მაჩვენებლები. გაცივებულ კოლბში ამატებენ 20—25 მლ H_2SO_4 -ის 20%-იან ხსნარს და შემდეგ, CO_2 -ის გამოყოფის დამთავრების შემდეგ 0,05H KMnO_4 -ის ხსნარს ოდნავ ზედმეტი რაოდენობით. კოლბის შიგთავსს აცხელებენ 50—60°-მდე, ბიურეტიდან ამატებენ 0,05 μ მეთუნშეყავს ხსნარს, რომლის ჰარბ რაოდენობას ტიტრირებენ პირიქით კალიუმის პერმანგანატით; 1 მლ 0,5 μ KMnO_4 -ის ხსნარს შეესაბამება 0,428 მგ K_2O .

მომრავი კალიუმის შემცველობის მიხედვით კორდიან-ეწერი ნიადაგები იყოფა შემდეგ ჯგუფებად: (მარცვლულ პურეულებთან დაკავშირებით):

K_2O , მგ 100 გ ნიადაგზე	კალიუმით უზრუნველყოფა
10-ზე ნაკლები	სუსტი
10—15	საშუალო
15-ზე ზევით	საკმაო

შავმიწა ნიადაგებისათვის ბროჟკინას მეთოდი

ბროჟკინას მეთოდი, რომელიც რეკომენდებულია მოძრავი კალიუმის განსაზღვრისათვის შავმიწა ნიადაგებში, წარმოადგენს კირსანოვის მეთოდის (ნიადაგიდან კალიუმის გამოძევება 0,2 μ HCl -ის დახმარებით) და პეივეს მეთოდის (კალიუმის განსაზღვრა ხსნარებში სწარმოებს უმცირესი კონცენტრაციის პრინციპის მიხედვით) გაერთიანებას.

თუკი ლაბორატორიას გააჩნია ალოვანი ფოტომეტრი, მაშინ მარტივად შეიძლება გამოიწეროს ანალიზი სწარმოებს ამ აპარატზე, ე. ი ზუსტად ისე, როგორც ეს სრულდება კირსანოვის მეთოდის მიხედვით.

ალოვანი ფოტომეტრის უქონლობის შემთხვევაში კი ანალიზი ტარდება ე. ა. ბროვიკინას მიერ მოცემული აღწერის მიხედვით.

15 გრამ ნიადაგს ათავსებენ 200—250 მლ მოცულობის კოლბში, ამატებენ 75 მლ HCl-ის 0,2 n ხსნარს; სუსპენზიას ანჯღრევენ 1 საათის განმავლობაში და ფილტრავენ. იღებენ 50 მლ ფილტრატს, ათავსებენ ფაიფურის ჯამში და აორთქლებენ წყლის აბაზანაზე ამოშრობამდე. ამონიუმის მარილებისა და ორგანული ნივთიერების მოსაცილებლად გამოშრობა ნაშთს აწრთობენ ღუმელში. გაცივების შემდეგ ამატებენ 25 მლ 1,0N HCl-ის ხსნარს და შიგთავსს კარგად ხსნიან ნალექის გასრესით მინის წკირის საშუალებით. ხსნარს გაფილტრავენ პატარა ფილტრით მშრალ მცირე ზომის კოლბში. იღებენ 10 სინჯარას 5 მლ-ზე ნიშანხაზით; დანაყოფებიანი პიპეტის საშუალებით მათში ათავსებენ ფილტრატის შემცირებულ რაოდენობას: 5; 4; 3; 2,5; 2; 1,8; 1,5; 1,2; 1,0; 0,8; 0 მლ და მიჰყავთ ნიშანხაზამდე NaCl-ის 1,0 n ხსნარით *. შემდეგში იქცევიან ისე, როგორც ეს არის მოცემული პეივეს მეთოდში (იხ. 430—431-ე გვ.).

კალიუმის რაოდენობას მგ-ით 100 გ ნიადაგზე ანგარიშობენ ცხრილი 38 მონაცემებით.

ცხრილი 38

K₂O-ს შემცველობის გამოანგარიშება (მგ 100 გ ნიადაგზე) ბროვიკინას მეთოდის მიხედვით

ტემპერატურა °C	K ₂ O-ს შემცველობა მგ/ლ	სინჯარის №, რომელშიც არ შეიძინევა ნალექის (სიმღვრივის) გამოყოფა										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
24	24	6,0	7,5	10,0	12,0	15,0	16,7	20,0	25,0	30,0	37,5	სინჯარაში, რომელშიც მოთავსებულია 5 მლ NaCl ჩაღებულა თერმომეტრი
23	23	5,7	7,2	9,6	11,4	14,3	15,9	19,2	23,9	28,7	35,9	
22	22	5,5	6,9	9,2	11,0	13,8	15,3	18,3	22,9	27,5	34,4	
21	21	5,2	6,6	8,7	10,5	13,1	14,6	17,5	21,9	26,2	32,8	
20	20	5,0	6,2	8,3	10,0	12,5	13,9	16,7	20,8	25,0	31,2	
19	19	4,7	5,9	7,9	9,5	11,8	13,2	15,8	19,8	23,7	29,7	
18	18	4,5	5,6	7,5	9,0	11,2	12,5	15,0	18,7	22,5	28,1	
17	17	4,2	5,3	7,1	8,5	10,6	11,8	14,2	17,7	21,2	26,2	
16	16	4,0	5,0	6,7	8,0	10,0	11,1	13,3	16,7	20,0	25,0	
15	15	3,7	4,7	6,2	7,5	9,4	10,4	12,5	15,6	18,7	23,4	
14	14	3,5	4,4	5,8	7,0	8,8	9,7	11,7	14,6	17,5	21,9	
13	13	3,2	4,1	5,4	6,5	8,1	9,0	10,8	13,5	16,2	20,3	
12	12	3,0	3,7	5,0	6,0	7,5	8,3	10,0	12,5	15,0	18,7	

სინჯარაში აღებული ფილტრატი, მლ	5,0	4,0	3,0	2,5	2,0	1,8	1,5	1,2	1,0	0,8	0
ნიადაგის წონა, რომელიც შეესაბამება ხსნარის აღებულ მოცულობას, გ	2,0	1,6	1,2	1,0	0,8	0,72	0,6	0,48	0,4	0,32	

* მეთოდებზე სინჯარაში უსაგნო ცდაა, შეიცავს მხოლოდ NaCl-ს.

ვორონეის ოლქში ჩატარებული გამოკვლევების საფუძველზე ე. ა. ბროკვინა იძლევა ნიადაგის კალიუმით უზრუნველყოფის შემდეგ მაჩვენებლებს:

K ₂ O მგ-ობით 100 გ ნიადაგზე	კალიუმის სისუქების ეფექტურობა შაქრის კარხლის ქვეშ
12,5-მდე	მაღალი
14—20	საშუალო
20-ზე ზევით	სუსტი

ო. ზ. ონიანის მეთოდი მზავი ნიადაგებისათვის

მეთოდის საფუძველია კალიუმის განსაზღვრა გოგირდმქაფა გამოწურვაში, რომელშიც ერთდროულად წარმოებს მოძრავი ფოსფორის განსაზღვრა.

4 გ ნიადაგს, გატარებულს 1 მმ დიამეტრის მქონე ნასვრეტებიან საცერში, ათავსებენ 250 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში, ამატებენ 100 მლ 0,1 n.

H₂SO₄-ის ხსნარს, ანჭღრევენ ხელით ან როტატორზე 3 წუთის განმავლობაში და ფილტრავენ უნაცრო ფილტრში. ფილტრატში კალიუმს საზღვრავენ ალოვან ფოტომეტრზე.

კალიუმის გამოძიება გუფერული ხსნარებით:

ეგნერ-რიმის მეთოდი

ნიადაგიდან კალიუმს გამოაძევენ კალციუმის ლაქტატის ბუფერული ხსნარით. ნიადაგის შეფარდება ხსნართან=1:50. კალიუმის განსაზღვრას აწარმოებენ ალოვან ფოტომეტრზე.

გამონაწურს ამზადებენ ზუსტად, ისე როგორც ფოსფორის შემთხვევაში (იხ. 360-ე გვ.). კალიუმს და ფოსფორს საზღვრავენ ერთ გამონაწურში.

კალიუმს საზღვრავენ ალოვან ფოტომეტრზე. თუკი ნუშაობენ აცეტილენის ალით, მაშინ წინასწარ დალექავენ კალციუმს. ამისათვის იღებენ ჰიქებში 25 მლ გამონაწურს, რომელსაც ამატებენ 2 მლ მქაუნმქაფას 10%-იან ხსნარს. ხსნარის გაუფერულების შემდეგ (0,5 — 1 საათის შემდეგ) კალიუმს საზღვრავენ ალოვან ფოტომეტრზე.

ასევე ამზადებენ სანიმუშო ხსნარებს. მათ ამზადებენ ლაქტატის ხსნარის მიმატებით:

გერმანიაში, ეგნერ-რიმის მეთოდით ჩატარებული ანალიზის საფუძველზე ნიადაგები დაჯგუფებული იქნა კალიუმით მათი უზრუნველყოფისა და მქაფიანობისაგან დამოკიდებულების მიხედვით. შედეგები წარმოდგენილია 39-ე ცხრილში.

ეგნერ-რიმის მეთოდით ჩატარებული ანალიზის შედეგების მიხედვით
ნიადაგის უზრუნველყოფა კალუმით

კლასი	უზრუნველყოფა	ნიადაგის მჟავიანობა (pH) KCl-ის 0,1N ხსნარში			
		<5,0	5,1—6,0	6,1—7,0	>7,0
		K ₂ O, მგ 100 გ ნიადაგზე			
III	კული	10,0-მდე	9,0-მდე	8,0-მდე	7,0-მდე
II	საშუალო	10,1—20,0	9,1—18,0	8,1—16,0	7,1—14,0
I	საკმარისი	20,1—40,0	18,1—36,0	16,1—32,0	14,1—28,0

უკანასკნელ წლებში გერმანიაში, შვეიცარიაში, პოლანდიაში გავრცელება ჰპოვა ეგნერ-რიმის და დომინგოს მიერ დამუშავებულმა მეთოდმა — ძმარმჟავა ამონიუმის ლაქტატის მეთოდმა, რომელსაც შემოკლებით „AL მეთოდს“ უწოდებენ. ლაქტატის მეთოდთან შედარებით მისი უპირატესობა იმაში მდგომარეობს, რომ არ არის საჭირო კალციუმის წინასწარი დალექვა ნიადაგის გამონაწურადან.

AL — ხსნარის დამზადებისათვის გამოსავალ რეაქტივებს წარმოადგენს რძის მჟავა, ამიაკი, ამონიუმის აცეტატი და ძმარმჟავა. გაყიდვაში არსებული ამონიუმის ლაქტატის გამოყენება რეკომენდებული არ არის, რადგან ის ხშირ შემთხვევაში დაქუჩყიანებულია.

მაექსტრაგირებელ ხსნარს ამზადებენ ორი წესით:

1) AL — ხსნარი 10% — კონცენტრაციით. (ამონიუმის აცეტატის მიხედვით): 10 ექვ. ჰიდროლიზებულ რძის მჟავას* ურევენ 30 ექვ. ძმარმჟავასთან (1785 მლ 96%-იანი ძმარმჟავა) და 10 ექვ. ამონიუმის აცეტატს (770 გ მარილი), შემდეგ ხსნარს საერთო მოცულობას გამობდილი წყლით მიიყვანენ 10 ლიტრამდე. 1 ლ გამოსავალი ხსნარიდან ამზადებენ 10 ლ მაექსტრაგირებელ AL ხსნარს.

2) AL ხსნარი 10% კონცენტრაციით (რძის მჟავასა და ამიაკის მიხედვით) 10 ექვ. ჰიდროლიზებულ რძის მჟავას ფრთხილად შეურევენ 10 ექვ. ამიაკთან (1 1 ან 1 : 2), გაცივების შემდეგ ამატებენ 40 ექვ. ძმარმჟავას და წყლით მიჰყავთ 10 ლიტრამდე.

ანალიზის მსვლელობა. 2 მმ ნასვრეტებიან საცერში გატარებულ 5 გ ჰერმეტიკულ ნიადაგს ანჯღრევენ 100 მლ AL ხსნართან ერთად 4 საათის განმავლობაში 20° ± 1°C პირობებში. ანჯღრევისათვის რე-

* გასაყიდი რძის მჟავა ყოველთვის შეიცავს ლაქტიდებს, ამიტომ საჭიროა მისი ჰიდროლიზის ჩატარება. ამისათვის რძის მჟავას შეურევენ ცხელი წყლის ორმაგ მოცულობასთან და დგამენ საშრობ კარადაში 95—98°C ტემპერატურის პირობებში 48 საათის განმავლობაში. გაცივების შემდეგ მჟავას შემცველობას საზღვრავენ მწვავე ნატრიუმით დატიტრირით ფენოლფტალეინის გამოყენებით.

კომენდებულია როტატორი, რომელიც მუშაობს 35 ბრ/წუთში სიჩქარით.

ექსტრაქციის დამთავრების შემდეგ ხსნარს ფილტრავენ მკვირვ ფილტრში. თუკი ხსნარი შეფერადებულია ორგანული ნივთიერებებით, მას აუფერულებენ გააქტივებული, სუფთა ნახშირის დამატებით და კვლავ ფილტრავენ. გამკვირვალე ფილტრატში აწარმოებენ ფოსფორის (კოლორიმეტრული მეთოდით) და კალიუმის (ალოვან თოტომეტრზე) განსაზღვრას.

კალიუმის განსაზღვრა შავიფა არაპარგონატულ ნიადაგებში 0,5 ნორმალობის ძმარმავას გამონაწურით (ჩირიკოვის მეთოდით)

მეთოდის საფუძველია კალიუმის გამოქვეება ნიადაგიდან ძმარმავას 0,5 ნორმალობის ხსნარით; ნიადაგის შეფარდება ხსნართან = 1:25. გამონაწურის მომზადება აღწერილია 356-ე გვერდზე. სანიმუშო ხსნარების სკალას ამზადებენ 0,5 ნორმალობის ძმარმავას ხსნარზე.

გაცვლითი კალიუმის მოძრაობის ხარისხის განსაზღვრა

ნიადაგის ხსნარში კალიუმის გადასვლა და მისი გამოყენება მცენარის მიერ დამოკიდებულია არა მარტო გაცვლითი კალიუმის რაოდენობაზე (მარაგზე), არამედ აგრეთვე მისი მოძრაობის ხარისხზე.

ნიადაგში გაცვლითი კალიუმის რაოდენობა — მოცულობის ფაქტორია, ხოლო მისი მოძრაობის ხარისხი — ინტენსივობის ფაქტორია.

კალიუმის „მოძრაობის ხარისხის“ მაჩვენებლად გამოყენებულია კალიუმის კონცენტრაცია კალციუმის ქლორიდის ხსნარში, ნიადაგთან მისი ურთიერთმოქმედების შემდეგ. ამ შემთხვევაში დატული უნდა იქნას შემდეგი პირობები:

კალციუმის კონცენტრაცია ხსნარში ერთნაირი უნდა იყოს ყველა შესადარებელი ნიადაგებისათვის.

ნიადაგთან კალციუმის ქლორიდის ხსნარის ურთიერთმოქმედების პროცესში შთანთქმული კალიუმის რაოდენობა შესამჩნევად არ უნდა შეიცვალოს (წინააღმდეგ შემთხვევაში, განსაზღვრული იქნება კალიუმის მოძრაობის ხარისხი არა მოცემულ ნიადაგში, არამედ შეცვლილ ნიადაგში, რომელიც გამოწვეულია CaCl_2 -ის ხსნარით მისი დამუშავების შედეგად).

ეს პირობები ადვილად მისაღწევია, თუკი ნიადაგი დამუშავდება კალციუმის ქლორიდის 0,005 ნორმალობის ხსნარით, ნიადაგის ხსნართან ვიწრო შეფარდების პირობებში — 1:2 და ხსნარში განისაზღვრება კალიუმის კონცენტრაცია. ასეთი მეთოდიკა შემუშავებულია სასუქების და აგრონიადაგმცოდნეობის საკავშირო ინსტიტუტის აგრონიადაგმცოდნეობის ლაბორატორიაში. ის უზრუნველყოფს დამაჭერებელი შედეგების მიღებას კორდიან-ეწერ, ტყის რუხი ნიადაგებისათვის და გამოტუტული შეგმიწებისათვის. ნიადაგებისათვის, რომელნიც ხასიათდებიან ფუძეებით მაძრობის მაღალი ხარისხით, განსაკუთრებით კარბონატული ნიადაგებისათვის, მიიღება რამდენადმე გადილებული მონაცემები (გამოტუტულ ნიადაგებთან შედარებით).

შენიშვნა. ВИУА-ს აგროქიმიურ ლაბორატორიაში ადრე მიღებული იყო ნიადაგის დამუშავება კალციუმის ქლორიდის 0,003 ნორმალობის ხსნარით. CaCl_2 -ის ასეთი კონცენტრაციის პირობებში, მიიღება უფრო დამაჭერებელი შედეგები კორდიან-ეწერი ნიადაგებისათვის, გამოტუტული შეგმიწებისათვის და მით უმეტეს ფუძეებით მაძლარი ნიადაგებისათვის მიიღება კალიუმის კონცენტრაციის მნიშვნელოვნად გადილებული მაჩვენებლები. ეს დაკავშირებულია იმასთან, რომ კალციუმის საწყისი კონცენტრაცია ხსნარში შეიძლება მნიშვნელოვნად ამაღლდეს მისი გადასვლის შედეგად თვითონ ნიადაგიდან. ეს კი იწვევს აგრეთვე კალიუმის კონცენტრაციის გადილებას ხსნარში. ამრიგად, 0,005 ნორმალობაზე უფრო მაღალი კონცენტრაციის CaCl_2 -ის გამოყენება არამიზანშეწონილია, რადგან ამას მიყვავართ ზემოთ მითითებული მეორე პირობის დარღვევამდე.

თუკი ვაღარებთ ერთი ტიპის ან ქვეტიპის ნიადაგებს, რომელნიც ახლო არიან მექანიკური შედგენილობით, მაშინ მიიღება კარგა შესაბამისობა ნიადაგში გაცვლითი კალიუმის რაოდენობასა და მისი მოძრაობის ხარისხს შორის. ზოლო სხვადასხვა ტიპის ნიადაგების ან ერთიდაიგივე ტიპის, მაგრამ განსხვავებული მექანიკური შედგენილობის ნიადაგების შედარებისას, ასეთ შესაბამისობას არ ექნება ადგილი.

ანალიზის მსვლელობა. 40 გრამ ნიადაგს ამატებენ 80 მლ კალციუმის ქლორიდის 0,005 ნორმალობის ხსნარს (ხსნარი 1 ბ) და ანჯღრევენ როტატორზე 1 საათის განმავლობაში. ფილტრავენ პატარა ჭიქებში. კალიუმის განსაზღვრას ფილტრატში აწარმოებენ ალოვან ფოტომეტრზე.

სანიმუშო ხსნარებს ამზადებენ CaCl_2 -ის 0,005 ნორმალობის ხსნარზე.

K_2O -ს რაოდენობა მგ-ში 100 გ ნიადაგზე შეიძლება გაანგარიშებული იქნას შემდეგი ფორმულით:

$$X = \frac{a \cdot 200}{1000} = \frac{a}{5},$$

სადაც a არის კალიუმის კონცენტრაცია (მგ 1 ლ) საკვლევე ხსნარში, რომელიც ათვლილია მრუდზე.

200 — ხსნარის მოცულობა, რომელიც შეესაბამება 100 გ ნი-
ადაგს.

1 000 — კოეფიციენტი K_2O -ს შემცველობის გადასაყვანად 1 მლ-
ში.

შენიშვნა. 100 გ ნიადაგზე ანგარიშს ის უპირატესობა აქვს, რომ ეს სიდიდეები უფრო მოსახერხებელია შევადაროთ გაცვლითი კალიუმის სიდიდეებს, ვიდრე კონცენტრაციის მაჩვენებელი. ამიტომ აქ მოყვანილია 100 გრამ ნიადაგზე ანგარიშის მაგალითი, თუმცა მას თვლიან როგორც პირობითს.

ს ა ჭ ი რ ო რ ე ა ქ ტ ი ვ ე ბ ი: 1 ა კალციუმის ქლორიდის სათა-
დარიგო ხსნარი, 2 ნორმალობის. (მისი მომზადება აღწერილია 392-ე
გვერდზე).

1 ბ კალციუმის ქლორიდის სამუშაო ხსნარი, 0,005 ნორმალობის.

სამარაგო ხსნარიდან (1 ა) პიპეტით იღებენ 2,5 მლ, გადაიტანენ
1 ლიტრი მოცულობის საზომ კოლბში და გამოხდილი წყლით მი-
იყვანენ ნიშანხაზამდე.

2. ფილტრი, რომელიც არ შეიცავს კალიუმს.

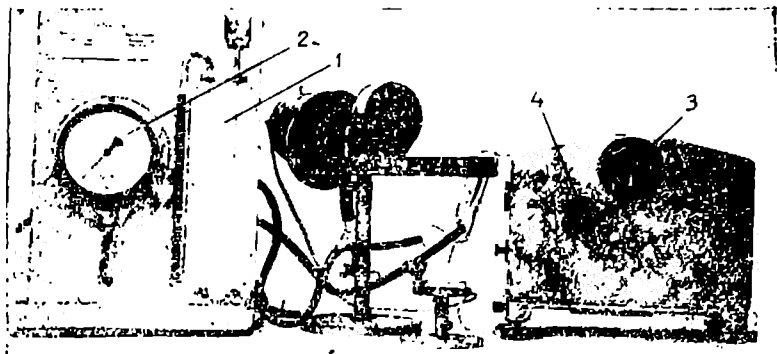
კალიუმის განსაზღვრა ალოვან ფოტომეტრზე

ფოტომეტრული გაზომვები ტარდება ალოვანი ფოტომეტრის
დახმარებით, რომელიც შედგება სინათლის წყაროსაგან (ალი) და გა-
მოსხივების გასაზომი სისტემისაგან. ყველაზე ფართოდ გავრცელე-
ბულია აცეტილენჰაერის ალი, რომელიც იძლევა 2300° და პროპან-
ბუტან-ჰაერის ალი, რომლის ტემპერატურაა 1800° .

ჩვენ შევეხებით ცეისის სისტემის (III მოდელი) ალოვან ფოტო-
მეტრზე (სურ. 10) მუშაობის მსვლელობას.

ცეისის სისტემის ალოვანი ფოტომეტრი შედგება სამი ძირითადი
ნაწილისაგან: საკუთრივ ფოტომეტრი (ცენტრში), გალვანომეტრი
(მარცხნივ), მანომეტრი (მარჯვნივ).

აღნიშნულ ფოტომეტრზე შესაძლებელია განისაზღვროს სამი ელემენტი: კალიუმი, ნატრიუმი და კალციუმი. დასახელებული ელემენტებისათვის დამახასიათებელი გამოსხივების გამოსაყოფად გამოიყენება სპეციალური სინათლის ფილტრები, რომლითაც აღჭურვილია აპარატი. სპექტრის ინტენსივობა ისაზღვრება სელენის ფოტოელემენტით, რომელიც სინათლის ენერგიას გარდაქმნის — ელექტროენერგიად. უკანასკნელის სიმძლავერეს საზღვრავს სარკიანი გალვანომეტრი.



სურ 10.

აქამად ვიძლევათ ალოვანი ფოტომეტრით კალიუმის განსაზღვრისას მუშაობის მაკლელობას.

სამუშაოდ ალოვანი ფოტომეტრის გამართვისათვის უპირველესად საჭიროა კომპრესორი, რომელიც იძლევა შეკუმშულ ჰაერს. ჰაერის წნევა 0.4—0.6 ტმოსფეროს ფარგლებში უნდა მერყეობდეს. იგი საშუალოდ უერთდება მანომეტრის დაფას და შემდეგ ფოტომეტრს. იმავე დაფას უერთდება საწვავი გაზის- აცეტილენის ან პროპან-ბუტანის ბალონი. ხოლო რედუქტორის საშუალებით აქედან ფოტომეტრს. საწვავი გაზის წნევა მუშაობის მთელ პერიოდში უნდა მერყეობდეს წყლის სვეტის 40—60 მმ-ის ფარგლებში, რადგან მასზეა დამოკიდებული მიღებული მონაცემების სიზუსტე.

ალოვანი ფოტომეტრით კალიუმის განსაზღვრისათვის წარმატებით შეიძლება პროპან-ბუტანის გამოყენება საწვავად, რადგან პროპან-ბუტან-ჰაერის ალი. რომელიც 1800°C ტემპერატურას იძლევა, საანალიზო ხსნარში არსებულ კალციუმს ადაგზნებს უმნიშვნელოდ, ხოლო კალიუმს მთლიანად. ამდენად ენერჯის აღნიშნული წყაროთი მუშაობის დროს კალიუმის განსაზღვრისათვის საჭირო აღარაა, კალციუმის გამოლექვა საანალიზო ხსნარიდან ან კიდევ მისი კომპენსაცია, რასაც მამართავენ აცეტილენჰაერის ალით სარგებლობისას.

ნარევის დაწვისას მიღებული ალი აუცილებლად უნდა იყოს თანაბარი და მშვიდი (უბოლო) — ალის ბოლო უნდა იყოს ოდნავ მოძრავი. ხოლო სანათურზე შენიშნული მოცისფრო მწვანე „ენის“ სიგრძე 2—3 სმ, რაც აცეტილენის ან პროპან-ბუტანის ბალონზე არსებული რედუქტორის რეგულირებით მიიღწევა.

ამის შემდეგ ვალებთ დიაფრაგმას 2/3—3/4-მდე და ჩავრთავთ ფოტოელემენტს სათანადო დილაქის საშუალებით: ფოტოელემენტის სარკველში წითელი ფარდის მაგიერად გამოჩნდება თეთრი.

ელექტროქსელში (220 V) ჩავრთავთ გალვანომეტრს და შემდეგ ავანთებთ ნათურას, რომელიც გალვანომეტრში სინათლის წყაროს წარმოადგენს.

ხელსაწყო საბოლოოდ მზადაა მაშინ, როდესაც მოვახდენთ ფოტოელემენტის „გაჭერებას“. ამისათვის შემწოვი მოწყობილობის ქვეშ ვდგამთ პეტრის ჭამს, რომელშიაც მოთავსებულია კალიუმის მაღალი შემცველობის ხსნარი — 100—150 მკ/ლ და 10 წუთის განმავლობაში მიეწოდება ალს. ხსნარის ეკონომიურად ხარჯვისათვის, რეზინის მილს, რომლის დანიშნულებაა გამაფხვიერებელ მოწყობილობას მოაცილოს ზედმეტი წყალი, თავს ჩავადებინებთ პეტრის ჭამში, საიდანაც ხდება აითხის მიწოდება.

ფოტოელემენტის „გაჭერების“ შემდეგ გალვანომეტრის ისარი (მანათობელი მორბენალი) საჭიროა დაუყენოთ საწყის მდგომარეობაში „0“ გამოსდილი წყლის მეშვეობით. რეგულირება ხდება მაკრო- და მიკრო ხრახნის საშუალებით. ამის შემდეგ ხელსაწყო მზადაა გამოყენებისათვის. მის შემწოვ მოწყობილობას შევედგამთ 50 მლ-იან ქიქებში ჩასხმულ საკვლევ ხსნარებს რიგრიგობით. საყურადღებოა, რომ შემწოვი მოწყობილობა სითხეში ყოველთვის უნდა ჩაიშვას ერთსა და იმავე სიღრმეზე (1,5—2 სმ).

შემწოვ მოწყობილობას ჩაუშვებთ რა სითხეში, ვიცდით, ვიდრე გალვანომეტრის ისარი არ მიიღებს შედარებით სტაბილურ მდგომარეობას, რის შემდეგ მისი მაჩვენებელი შეგვაქვს სამუშაო ეტრნალში. რაც გამონაწურში კალიუმის შედარებითი შემცველობის რაოდენობაზე მიუთითებს. აბსოლუტური მაჩვენებლები გამოითვლება საყალიბო მრუდის მიხედვით. მის ასაგებად აუცილებელია შეაბამისი მონაცემები, რომელიც მიიღება წინასწარ ცნობილი კალიუმის შემცველობის სანიმუშო ხსნარებისაგან, რომლებიც საკვლევი ხსნარების მსგავსად შექყავთ ალში და თითოეული ხსნარისათვის გალვანომეტრის სკალიდანღებულობენ მაჩვენებელს.

სანიმუშო ხსნარების გასინჯვა უმჯობესია საკვლევი ხსნარების გასინჯვის დაწყებამდე. ყოველი 10 ცალი საკვლევი ხსნარის გასინჯვის შემდეგ, საჭიროა სანიმუშო ხსნარების ნაწილის, კერძოდ, უმკირსი, საშუალო და უმაღლესი შემცველობის მქონე ხსნარების გასინჯვა და თუ აღმოჩნდა სერიოზული გადახრა, ძირითადი გასინჯვისას მიღებულ მაჩვენებლებიდან, მაშინ აუცილებელია საყალიბო მრუდის შესადგენად შესაბამისი საკვლევი ხსნარების პარტიისათვის მონაცემების კვლავ აღება.

სანიმუშო ხსნარების მოსამზადებლად პირველ რიგში საჭიროა ძირითადი (კონცენტრირებული) ხსნარის მომზადება, რისთვისაც 0,7915 გ ორჯერ გადაკრისტალებული KCl გადაგვაქვს მშრალ 1 000 მლ-იან საზომ კოლბში და ვუმატებთ იმ ხსნარს, რომელსაც ვხმარობთ ნიადაგიდან კალიუმის გამოსაძეველად (ამ შემთხვევაში ვისარგებლებთ მასლოვას მეთოდით, რომლის მიხედვით ნიადაგიდან კალიუმს აძევენ 1H მმარმყავა ამონიუმით). აღებულ KCl-ის წონაკს ვხსნით აღნიშნულ ხსნარში და კოლბს იმავე ხსნარით შევავსებთ, ნიშანხაზამდე. მიღებული ძირითადი ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,5 მგ K_2O -ს.

მასლოვას მეთოდის მიხედვით ნიადაგსა და ხსნარს შორის შემდეგი ფარდობაა — 1:10, ე. ი. 5 გ ნიადაგს დაეუმატებთ 50 მგ 1H CH_3COONH_4 -ს. საჭიროა დავადგინოთ 100 გ. ნიადაგს რამდენი მლ სანიმუშო ხსნარი შეესაბამება:

$$\begin{aligned} 5 \text{ გ} &— 50 \text{ მლ.} \\ 100 \text{ გ} &— x \end{aligned}$$

$$X = \frac{100 \cdot 50}{5} = 1000 \text{ მლ.}$$

თუ ძირითადი ხსნარიდან 250 მლ-იან კოლბში ჩავასხამთ 0,5 მლ-ს, მაშინ 1 ლ ხსნარში იქნება კალიუმის შემდეგი რაოდენობა:

$$\begin{aligned} 0,25 \text{ მგ} &— 250 \text{ მლ} \\ x &— 1 000 \text{ მლ} \end{aligned}$$

$$X = \frac{0,25 \cdot 1000}{250} = 1 \text{ მგ.}$$

ამის შესაბამისად 250 მლ-იან საზომ კოლბში ძირითადი ხსნარის 0,5; 1; 2; 4; 5; 10; 20; 40; 50 მლ-ის ჩამოსხმით, რომელიც შეივსება ნიშანხაზამდე, გვექნება:

1; 2; 4; 8; 10; 20; 40; 80; და 100 მგ, რაც შეესაბამება K_2O -ს მგ-ობით 100 გ ნიადაგში.

თუ ალოვანი ფოტომეტრის აღში სანიმუშო ხსნარების (მგ, ლ) 1; 2; 4; 8; 10; 20; 40; შეყვანისას გალვანომეტრმა გვიჩვენა: 4; 8; 17; 34; 45; 92; 184 და ორდინატის ღერძზე გადავზომავთ სტანდარტული ხსნარების კონცენტრაციის მნიშვნელობებს, ხოლო აბსცისის ღერძზე გალვანომეტრის ჩვენებას, საყალიბო გრაფიკი შემდეგ სახეს მიიღებს (სურ. 11).

აღნიშნულ გრაფიკს თუ შევუფარდებთ საკვლევი ხსნარის აღში შეყვანის შემდეგ გალვანომეტრის ჩვენებებს, მივიღებთ კალიუმის შემცველობას (მგ) 100 გ ნიადაგში.

დავუშვათ, რომ საკვლევი ნიადაგის გამონაწურმა (საკვლევმა ზსნარებმა), გალვანომეტრზე მოგვცა შემდეგი ჩვენებები:

№ 1 — 40;

№ 2 — 60;

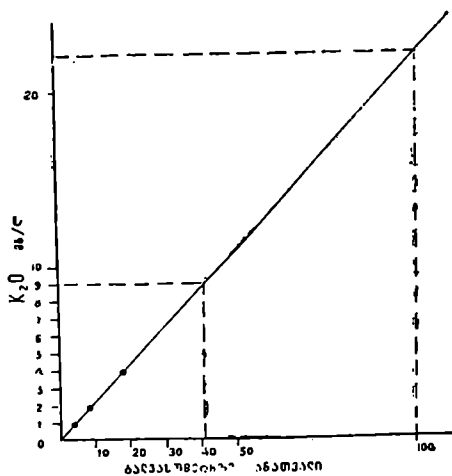
№ 3 — 100 და სხვა.

მოცემული გრაფიკის მიხედვით 100 გ ნიადაგში K_2O შემცველობა (მგ) ტოლია შემდეგი მაჩვენებლებისა:

№ 1 — 9,0;

№ 2 — 13,0;

№ 3 — 22,0.



სურ. 11.

ნიდაგში მიკროელემენტების განსაზღვრის მეთოდი

მცენარისა და მიკროორგანიზმების კვებაში აზოტის, ფოსფორის და კალიუმის გარდა დიდი მნიშვნელობა აქვს მიკროელემენტებს — ბორი, მარგანეცი, სპილენძი, თუთია, კობალტი, მოლიბდენი და სხვა. ამ ელემენტების მცირე დოზები აუცილებელია მცენარისა და ცხოველის ორგანიზმში მიმდინარე მრავალი ბიოქიმიური პროცესებისათვის.

მიკროელემენტების დადებითი ფიზიოლოგიური მოქმედება შელავნდება მათი განსაზღვრული კონცენტრაციის პირობებში. მიკროელემენტების სიჭარბე ან უკმარობა უარყოფითად მოქმედებს ფიზიოლოგიურ პროცესებზე.

ნიდაგში მიკროელემენტების ძირითად წყაროდ ითვლება ნიადაგწარმოქმნელი ქანი. ნიადაგწარმოქმნის და, აგრეთვე, მცენარისა და ცხოველების ცხოველმყოფელობის პროცესებში მიმდინარეობს მიკროელემენტების განაწილება ნიადაგის პროფილის მიხედვით.

მიკროელემენტების შემცველობა ნიადაგში არ აღემატება პროცენტის მეათასედ ნაწილს, ამ მხრივ გამონაკლისია მანგანუმი, რომლის შემცველობა ზოგიერთ შემთხვევაში, მაგალითად, მანგანუმ-რკინის ახლად წარმონაქმნებში როგორც ორშტიინის მარცვლები აღირიცხება ხშირად მთელი პროცენტობით.

ასეა თუ ისე, მანგანუმს აკუთვნებენ მიკროელემენტებს, აღრიცხავენ რა მის მცირე რაოდენობას ორგანიზმებში და დიდ ბიოქიმიურ როლს მცენარეთა და ცხოველთა სიცოცხლეში.

ნიდაგში მიკროელემენტების რაოდენობის შესწავლისას, საზღვრავენ მათ საერთო ანუ მთლიან შემცველობას და მცენარის კვებისათვის მისაწვდომ ანუ მიკროელემენტების შენაერთების მოძრავი ფორმების შემცველობას.

სპილენძის, თუთიისა და კობალტის განსაზღვრის მეთოდი

პრთ წონაჟი, სპილენძის, თუთიისა და კობალტის საერთო უმცველოზის
განსაზღვრა ვერიზინას მეთოდით

მეთოდის საფუძველია ნიადაგის დაშლა, მისგან ორგანული ნივთიერებების მოცილების შემდეგ, ორგანულ ნივთიერებებს კი აკლიან ფტორწყალბადის მჟავით დაწვით გოგირდის მჟავას თანაარსე-

ბობისას. დაშლის შემდეგ დარჩენილ ნაშთს გადაიყვანენ მარილმკა-
ვა ხსნარში და მისგან გამოდევნიან სპილენძს, თუთიას და კობალტს
მათი დიტიზონატების სახით: სპილენძს $\text{pH} = 2,0$ -ის პირობებში, თუ-
თიას და კობალტს $\text{pH} = 8,2$ -ზე; სპილენძის დიტიზონატის დაშლის
შემდეგ სპილენძს საზღვრავენ კოლორიმეტრულად კომპლექსის ფორ-
მაში დიეთილდიტიოკარბომატით. თუთიას გამოყოფენ კობალტისაგან
სუსტი მარილის მქავეით თუთიის დიტიზონატის დაშლით და საზღვრა-
ვენ კოლორიმეტრულად თუთიის დიტიზონატის ფორმაში ერთფე-
რიანი შეფერვის მეთოდით. კობალტს — კობალტის დიტიზონატის
დაშლის შემდეგ საზღვრავენ ნიტროზო — R — მარილთან კობალტის
კომპლექსის ფორმაში.

ანალიზის მსვლელობა. მიკროელემენტების განსაზღვრისათვის ნი-
ადაგს აწრობენ ჰაერმშრალ მდგომარეობამდე და გასრესენ აგატის
როდინში. თიხა და თიხნარი ნიადაგებისათვის იღებენ 1,5 გ წონაქს,
ქვიშა და ქვიშნარი ნიადაგებისათვის 2—3 გრამს. ნიადაგს წონაქს
ათავსებენ პლატინის ჯამში და გამოწვავენ 1 საათის განმავლობაში
მუფელში $500\text{—}550^\circ$ ტემპერატურის პირობებში. უფრო მაღალ ტემ-
პერატურას უნდა ვერიდოთ, რადგან ამ შემთხვევაში შესაძლოა ად-
გილი ექნეს მიკროელემენტებს დანაკარგს. გამოწვის შემდეგ ნიადაგს
აყოვნებენ გასაცივებლად, შემდეგ კი ასველებენ ორმაგი გამოხდილი
წყლით, ამატებენ 1 მლ H_2SO_4 (კუთ. წ. 1,84) და 20 მლ სამჯერ გა-
დადენილ HF^* . ჯამს დგამენ დახურულ ეტერნიტულ ქურაზე და აჩე-
რებენ მასზე SO_3 -ის თეთრი ორთქლის გამოყოფამდე. ქურაზე გაცხე-
ლება არ უნდა იყოს ძლიერი, წინააღმდეგ შემთხვევაში ადგილი ექნე-
ბა ჯამის შიგთავსის გაშხეფას.

თეთრი ორთქლის გამოყოფის შემდეგ ჯამს გადმოდგამენ ქური-
დან და ნიადაგს ამუშავებენ HF -ის ახალი ულუფით (10—15 მლ).
ჯამს კვლავ ათავსებენ ქურაზე და აცხელებენ მანამ ვიდრე ჯამში
დარჩენილი ნაშთი არ გახდება სავესებით მშრალი. ამის შემდეგ ჯამი
გადააქვთ უფრო ძლიერ ქურაზე და აგრძელებენ გაცხელებას თეთრი
ორთქლის გამოყოფის სრულ შეწყვეტამდე. შემდეგ ჯამს გადმოდგა-
მენ ქურიდან, აცივებენ და ჯაშზე არსებული ნაშთის გახსნისათვის
ამატებენ 10 მლ ორჯერ გადადენილ HCl და 10 მლ ორმაგ გამოხ-
დილ წყალს. ჯამს კვლავ ათავსებენ ძლიერ ქურაზე და აჩერებენ მას-
ზე 30—40 წუთის განმავლობაში.

* ნიადაგის ანალიზთან ერთად აუცილებელია ჩატარდეს საკონტროლო ცდა სა-
ანალიზოდ გამოყენებულ ყველა რეაქტივებზე, რადგან რეაქტივების ძალიან კარგად
გაწმენდის შემთხვევაშიც კი საჭირო ხდება შესწორების შეტანა თუთიით დაქუქვი-
ანებაზე და იშვიათად კობალტით და სპილენძით დაქუქვიანებაზე.

ნაშთის გახსნის შემდეგ ხსნარს ფილტრავენ თეთრი ზონარიანი ფილტრით * და HCl-ით შეშვავებული ორშაგი გამოხდილი ცხელი წყლით ჩარეცხავენ ფილტრს, რკინის კვალის სრულ გაქრობამდე. ფილტრატის და ჩანარეცხი წყლის მოცულობა ჩვეულებრივ შეადგენს 40 — 50 მლ-ს. თუკი ფილტრატის და ჩანარეცხი წყლის მოცულობა 50 მლ-ზე მეტი იქნება, საჭიროა მისი აორთქლება ამ მოცულობამდე. ასეთნაირად მომზადებული ხსნარიდან გამოყოფენ საწყისში სპილენძს, ხოლო შემდეგ თუთიას და კობალტს.

სპილენძის განსაზღვრა

მიღებული მარილმჟავა ხსნარი მთლიანად გადააქვთ 100 მლ მოცულობის საწვეთურ ძაბრში და ამატებენ 10 მლ ლიმონმჟავა ნატრიუმის 25%-იან ხსნარს. ამიაკით ხსნარის pH მიჰყავთ 2,0-მდე (უნივერსალური ინდიკატორის ქალაღდით). ბიურეტიდან ამატებენ 10 მლ 0,05%-იან დიტიზონის ხსნარს CCl_4 -ში და ათავსებენ ძაბრის სპეციალურ ვერტიკალურ სანჯღრევზე. ანჯღრევენ 15 წუთის განმავლობაში, შემდეგ იღებენ სანჯღრევიდან და ძაბრებს დგამენ შტატივზე. აყოვნებენ ორგანული ფაზის გამოსაყოფად წყლისაგან და ფაზის გამოყოფის შემდეგ, ორგანულ ფაზას, რომელიც შეიცავს დიტიზონს და სპილენძის დიტიზონატს გადაიტანენ 50 მლ მოცულობის ჭიქაში. ძაბრში ჩაასხამენ დიტიზონის ახალ ულუფას (5 მლ) და კვლავ ანჯღრევენ სანჯღრევზე 15 წუთს. შემდეგ ძაბრს დგამენ შტატივზე, აყოვნებენ შრეების დასაცილებლად და დიტიზონიან შრეს გადაიტანენ იგივე ჭიქაში. ჩვეულებრივად სპილენძის გამოსაყოფად საკმარისია ორი დამუშავება CCl_4 -ში დიტიზონის ხსნარით, რადგანაც უკვე მეორე დამუშავების დროს დიტიზონის შეფერვა არ იცვლება, რაც მიუთითებს სპილენძის სრულ გამოძეგებაზე. იმ შემთხვევაში, თუკი დიტიზონის ფერი იცვლება მეორე დამუშავების დროსაც, საჭიროა გაგრძელდეს სპილენძის გამოძეგება CCl_4 -ში დიტიზონის ხსნარის ახალი ულუფით. საწვეთურ ძაბრში დარჩენილ წყალხსნარს იყენებენ თუთიის და კობალტის გამოსაყოფად, ხოლო ჭიქაში შეგროვილ დიტიზონურ ექსტრაქტებს CCl_4 -ში სპილენძის განსასაზღვრავად.

ჭიქაში შეგროვილ სპილენძის დიტიზონატის ხსნარს CCl_4 -ში დიტიზონის დასაშლელად ამატებენ 1 მლ HNO_3 , 1 მლ H_2SO_4 და 2 მლ H_2O_2 (ან $HClO_4$ სპილენძის კვალისაგან თავისუფალს) და ჭიქას ათავსებენ დახურულ ეტერნიტულ ქურაზე. აცხელებენ ძალიან ფრთხილად და თანდათანობით, რადგანაც რეაქცია მიმდინარეობს ძლიერად.

* ფილტრს წინასწარ რეცხავენ HCl-ით მიკროელემენტების კვალის გასაქრობად.

გაცხელებას აგრძელებენ მანამ ვიდრე მთლიანად არ აორთქლდება ხსნარი. კიჩაში დარჩენილ ნაშთს მეორეჯერ ამუშავებენ 1 მლ HNO_3 და 2 მლ H_2O_2 (ან HClO_4). დამუშავების დამთავრების შემდეგ, კიჩის ფსკერზე არსებული მცირე ნაშთი, უნდა იყოს საესებით თეთრი. კიჩაში არსებულ ნაშთს ასველებენ რამდენიმე წვეთი (5—10) ორჯერ გადადენილი HCl , ამატებენ 10 მლ ორმაგ გამოხდილ წყალს და აცხელებენ ქურაზე მის სრულ გახსნამდე. ხსნარს აყოვნებენ გასაცივებლად, შემდეგ გადააქეთ 100 მლ მოცულობის საწვეთურ ძაბრში, კიჩას გამორეცხვენ ორმაგი გამოხდილი წყლით. ამატებენ 1 მლ ლიმონმჟავა-პონიუმის 5%-იან ხსნარს, 3 მლ ტრილონ B-ს 10%-იან ხსნარს და ანეიტრალებენ ფენოლფტალეინის მიხედვით (მკრთალი ვარდისფერის მიღებამდე). ამატებენ 5 მლ ახლადმოშადებულ ნატრიუმის დიეთილდიტიოკარბომატის 0,2%-იან ხსნარს, 10 მლ CCl_4 და ანჯღრევენ სანჯღრევეზე 10 წუთის განმავლობაში. ფაზების გაყოფის შემდეგ CCl_4 -ის შრეს, რომელიც შეიცავს სპილენძის დიეთილდიტიოკარბომატს და აქვს ყვითელი ფერი, გადაიტანენ სპეციალურ პატარა ცილინდრში ან მილესილსაცობიან სინჯარაში. საწვეთურ ძაბრში დარჩენილ ნაშთს ამატებენ 5 მლ CCl_4 და კვლავ ანჯღრევენ სანჯღრევეზე 10 წუთის განმავლობაში, CCl_4 -ის შრეს გადაიტანენ იგივე ცილინდრში. თუკი სპილენძის დიეთილდიტიოკარბომატის ხსნარი CCl_4 -ში იქნება მუქი ფერის, რაც გამოწვეულია რკინის არსებობით ან ვარდისფერი მანგანუმისაგან, მას გადაიტანენ საწვეთურ ძაბრზე და ჩარეცხვენ ძმარმჟავა ტყვიის 1%-იანი წყალხსნარით.

რადგან სპილენძის დიეთილდიტიოკარბომატის ხსნარი ხშირად მღვრიეა, ფოტოკოლორიმეტრიების წინ მას ფილტრავენ პატარა მშრალი ფილტრით (თეთრი ზონარიანი) უშუალოდ ფოტოკოლორიმეტრის კიუვეტში და აკოლორიმეტრიებენ მწვანე შუქფილტრით, შესადაარებელი ხსნარის სახით იყენებენ CCl_4 . ნიადაგის მითითებული წონაკის შემთხვევაში, 15 მლ CCl_4 -ის გამოყენებისას, ფოტოკოლორიმეტრიება მოსახებრებელია ჩატარდეს 2 სმ სისქის ფენის კიუვეტში (ფოტოკოლორიმეტრი $\Phi\text{DK-H}-57$).

სპილენძის სტანდარტული ხსნარების სკალას ამზადებენ ისეთი ხსნარისაგან, რომელიც შეიცავს 10 მკგ/მლ Cu . ამ მიზნით სპილენძის სტანდარტული ხსნარის 0; 0,5; 1; 2; 3 და 4 მლ (რაც შეესაბამება 0,5; 10; 20; 30 და 40 მკგ Cu) ათავსებენ საწვეთურ ძაბრებში. ამატებენ ათ-ათ მილილიტრ ორმაგ გამოხდილ წყალს, 1 მლ ლიმონმჟავამონიუმის 5%-იან ხსნარს, 3 მლ ტრილონ B-ს 10%-იან ხსნარს, ანეიტრალებენ ამიაკით ფენოლფტალეინის მიხედვით. ამატებენ 5 მლ ნატრიუმის დიეთილდიტიოკარბომატის 0,2%-იან ხსნარს და შემდეგ

გამოაძევებენ სპილენძს ისეთივე გზით, როგორც საკვლევი ხსნარების შემთხვევაში.

სტანდარტული ხსნარების შეფერვის ინტენსივობის მიხედვით აგებენ მრუდს, რომლის მიხედვით საზღვრავენ სპილენძის შემცველობას საკვლევ ხსნარებში; ამ მიზნით კორდინატთა სისტემაში აბსცისთა ღერძზე გადათვლიან სპილენძის აღებულ რაოდენობას მკგ-ში, ხოლო ორდინატთა ღერძზე — ფოტოკოლორიმეტრზე ანათვალს და მიღებულ წერტილებს აერთებენ სწორი ხაზით. საკვლევ ხსნარებში სპილენძის შემცველობის განსაზღვრისათვის მრუდზე პოულობენ სპილენძის რა რაოდენობას შეესაბამება მოცემულ საკვლევი ხსნარისათვის ფოტოკოლორიმეტრზე მიღებული ანათვალი. სპილენძის ნაპოვნ რაოდენობას (მკგ-ში) ყოფენ ნიადაგის აღებულ წონაკზე და ღებულობენ სპილენძის რაოდენობას მგ/1 კგ ნიადაგზე.

თუთიისა და კობალტის განსაზღვრა

თუთიისა და კობალტის ექსტრაქციისათვის წყალხსნარს, რომელიც დარჩენილია საწვეთურ ძაბრში მისგან სპილენძის გამოყოფის შემდეგ, ამატებენ 3—5 მლ ლიმონმჟავა ნატრიუმის 25%-იან ხსნარს და ანეიტრალებენ ამიაკით ფენოლფტალეინის მიხედვით ვარდისფერის მიღებამდე. განეიტრალეობს შემდეგ ხსნარს ამატებენ 10 მლ დიტიზონის 0,05%-იან ხსნარს CCl_4 -ში და ანჯღრევენ სანჯღრევეზე 3 წუთის განმავლობაში. აყოვნებენ ფაზების დასაცილებლად, CCl_4 -ის შრეს მასში გახსნილი თუთიის და კობალტის დიტიზონატებით (რომელთაც აქვთ წითელი ფერი) გადაიტანენ სუფთა საწვეთურ ძაბრში და იმეორებენ დამუშავებას დიტიზონის ხსნარით CCl_4 -ში, საწყისში 10 მლ ულუფებით, შემდეგ კი, როცა დიტიზონის ფერი ნაკლებად ცვალებადი გახდება 5 მლ-ობით. დამუშავებას აწარმოებენ მანამ, ვიდრე დიტიზონი არ შეწყვეტს თავისი საწყისი ფერის შეცვლას. თუთიის და კობალტის დიტიზონატის სრული გამოყოფისათვის საკმარისია 30—40 მლ დიტიზონის ხსნარი CCl_4 -ში. ზოგიერთ შემთხვევაში დიტიზონის ფერი, თუთიის და კობალტის დიტიზონატების გამოყოფისას ძალზე დიდხანს იცვლება (5—6 ჰერადი დამუშავებისას დიტიზონით) რუხ ფერში გადასვლით, რაც შეიძლება აიხსნას რკინის არასრული შებოჭვით ლიმონმჟავა კომპლექსში. ამ შემთხვევაში საჭიროა დაემატოს კიდევ 3—5 მლ ლიმონმჟავა ნატრიუმის 25%-იანი ხსნარი და ჩატარდეს ექსტრაქცია დიტიზონის ხსნარით CCl_4 -ში: თუკი დიტიზონის ფერი ამ შემთხვევაში დარჩება მწვანე, ექსტრაქცია შეიძლება დამთავრდეს.

თუთიისა და კობალტის დიტიზონატების დასაცილებლად, საწვე-
თურ ძაბრში შეგროვილ დიტიზონატებს ამატებენ 50 მლ HCl-ის 0,2n
ხსნარს და ანჯღრევენ 3 წუთის განმავლობაში. ამ დამუშავებისას თუ-
თიის დიტიზონატი იშლება და თუთია, ქლორიდული თუთიის ფორ-
მით გადადის წყლის ფაზაში. კობალტის დიტიზონატი 0,02 n HCl-ში
არ იშლება და მთლიანად რჩება ორგანულ ფაზაში. კობალტის დი-
ტიზონატის ხსნარს CCl_4 -ში გადაიტანენ სუფთა საწვეთურ ძაბრში
და იმეორებენ დამუშავებას 0,02 n HCl-ით. წყლის ფაზას, თუ თუთიის
პირველი და მეორე გამოძევების შემდეგ გადაიტანენ ერთ საწვეთურ
ძაბრში და კობალტის დიტიზონატის კვალის გამოსაძევებლად ორჯერ
რეცხავენ სუფთა CCl_4 -ის მცირე ულუფებით (3—5 მლ).

ჭიქაში შეგროვილ კობალტის დიტიზონატის ხსნარებს CCl_4 -ში
ამატებენ 1 მლ HNO_3 (კუთ. წ. 1,4), 1 მლ H_2SO_4 (კუთ. წ. 1,84),
2 მლ H_2O_2 -ის 30%-იან ხსნარს (ან 2 მლ HClO_4 -ის 60%-იანი ხსნა-
რი) და დახურულ ეტერნიტულ ქურაზე აორთქლებენ ამოშრობამდე.
თუკი აორთქლების შემდეგ ჭიქაში მიღებულ ნაშთს ექნება მუქი ფე-
რი, აუცილებელია, განმეორდეს H_2O_2 -ით ან HClO_4 -ით დამუშავება.

მას შემდეგ, რაც დამუშავება დამთავრებული იქნება, ჭიქაში ასხა-
ვენ 1 მლ 0,01n HCl, 1 მლ ლიმონმჟავა ამონიუმის 40%-იან ხსნარს
და 1 მლ ნიტროზო — R — მარილის 0,2%-იან ხსნარს და აცხელებენ
წყლის აბაზანაზე 5 წუთის განმავლობაში, ჭიქა დახურულია საათის
მინით. ხსნარის ტემპერატურა უნდა იყოს 60°. შემდეგ იღებენ ჭიქას
აბაზანიდან და ამატებენ 1 მლ HNO_3 (კუთ. წ. 1,40), 2 მლ HCl
(კუთ. წ. 1,19), ჭიქას ახურავენ საათის მინას და აცხელებენ წყლის
აბაზანაზე 60° ტემპერატურაზე, 40 წუთის განმავლობაში ნიტროზო —
R — მარილის ჭარბი რაოდენობის დაშლისათვის. 40 წუთის შემდეგ
ჭიქას იღებენ აბაზანიდან და გაცივების შემდეგ ხსნარი გადააქვთ
25 მლ მოცულობის სახომ კოლბში, ჭიქის კედლებს გამორეცხავენ
ორმაგი გამოხდილი წყლით.

ნიტროზო — R — მარილთან კობალტის კომპლექსის ხსნარის
ფერს უკეთებენ ფოტოკოლორიმეტრიკებას, შესადაარებელი ხსნარის
სახით აღებულია ორმაგი გამოხდილი წყალი და იყენებენ მწვანე
შუქფილტრს.

სანიმუშო ხსნარების სკალის მოსამზადებლად, კობალტის სტან-
დარტულ ხსნარს, რომელიც შეიცავს 100 მკგ/მლ Co , განაზავებენ
100-ჯერ, რათა მიიღონ ხსნარი, რომელიც შეიცავს 1 მკგ/მლ Co . ჭი-
ქებში ათავსებენ ამ ხსნარს 2; 5; 7,5; 10; 15; 20 და 25 მლ-ს და
აორთქლებენ ამოშრობამდე სუსტი გაცხელების პირობებში. ამატე-
ბენ დიდი მილილიტრ 0,01n HCl. ლიმონმჟავამონიუმის 40%-იან
ხსნარს და ნიტროზო — R — მარილის 0,2%-იან ხსნარს. აცხელებენ

ისე, როგორც საკვლევი ხსნარების შემთხვევაში, წყლის აბაზანაზე 5 წუთის განმავლობაში 60° ტემპერატურის პირობებში, შემდეგ ამატებენ 1 მლ HNO_3 , 2 მლ HCl და კვლავ აცხელებენ იმავე ტემპერატურაზე 40 წუთის განმავლობაში. ჭიქებს იღებენ აბაზანიდან, აციევენ, მათ შიგთავსს გადაიტანენ 25 მლ მოცულობის საზომ კოლბებში, ორმაგი გამოხდილი წყლით მიიყვანენ ნიშანხაზამდე და აკოლორიმეტრირებენ.

საკვლევ ხსნარში კობალტის შემცველობას პოულობენ მრუდის მიხედვით იმავე წესით, როგორც სპილენძის განსაზღვრის დროს.

თუთიას, ქლორიდული თუთიის მიღებულ ხსნარში საზღვრავენ დიტიზონის დანმარებით; იყენებენ ერთფერიანი შეფერვის მეთოდს. ამისათვის იღებენ 5 ან 10 მლ ხსნარს, რომელიც მიღებულია კობალტისაგან თუთიის დაცილების შემდეგ (თიხა და თიხნარი ნიადაგებისათვის საკმარისია 5 მლ, მსუბუქი მექანიკური შედგენილობის ნიადაგებისათვის — 10 მლ) და ათავსებენ 100 მლ მოცულობის საწვეთურ ძაბრში. ამატებენ 2 წვეთ მეთილორანჯს, შეურევენ და წვეთობით ამატებენ ძმარმჟავა ნატრიუმის 5%-იან ხსნარს ინდიკატორის კარდისფერის გადასვლამდე ყვითელში. ამატებენ ძმარმჟავა ნატრიუმის ხსნარს 0,2 მლ (5 წვეთი), შეურევენ, მიკროელემენტების კვალის შესაბოჭად ამატებენ 5 მლ ჰიპოსულფიტის 50%-იან ხსნარს; ამის შემდეგ დაამატებენ 2 მლ დიტიზონის 0,05%-იან ხსნარს CCl_4 -ში და ანჯღრევენ ვერტიკალურ სანჯღრევზე 5 წუთის განმავლობაში. დიტიზონის შრეს გადაიტანენ სუფთა საწვეთურ ძაბრში. ამატებენ ახალ ულუფა დიტიზონს CCl_4 -ში (1 მლ) და კვლავ ანჯღრევენ 3 წუთს. CCl_4 -ში დიტიზონის ხსნარით დამუშავებას აგრძელებენ მანამ, სანამ დიტიზონის საწყისი მწვანე ფერი არ შეწყვეტს ცვალებადობას. შეგროვილ ექსტრაქტებს (თუთიის დიტიზონატის ხსნარები CCl_4 -ში), მათგან ჭარბი დიტიზონის მოსაშორებლად, ამუშავებენ NH_4OH -ის 0,01 n ხსნარით. ამისათვის საწვეთურ ძაბრში, რომელშიც თუთიის დიტიზონატია, ამატებენ 50 მლ NH_4OH -ის 0,01 n ხსნარს და ანჯღრევენ 3 წუთის განმავლობაში. აყოვნებენ ორგანული შრის გამოსაყოფად და წითლად შეფერადებულ თუთიის დიტიზონატის ხსნარს CCl_4 -ში გადაიტანენ 50 მლ მოცულობის მშრალ საზომ კოლბში. ნიშანხაზამდე მიჰყავთ CCl_4 -ით და აკოლორიმეტრირებენ მწვანე შუქფილტრით, შესადარებელი ხსნარის სახით გამოყენებულია CCl_4 .

სტანდარტული ხსნარების სკალის მოსამზადებლად თუთიის სულფატის ხსნარს, რომელიც შეიცავს 200 მკგ/მლ თუთიას, განაზავებენ 100-ჯერ, რათა განზავებული ხსნარი შეიცავდეს 2 მკგ/მლ თუთიას. საწვეთურ ძაბრებში პიპეტით ათავსებენ 0; 1; 2; 3 და 4 მლ თუთიის ხსნარს, ორმაგი გამოხდილი წყლით მიიყვანენ 5 მლ მოცულობამდე,

ამატებენ 2 წვეთ მეთილორანჯს, შეუტრევენ წვეთობით, ამატებენ ძმარმჟავა ნატრიუმის 5%-იან ხსნარს, ინდიკატორის ვარდისფერის გადასვლამდე ყვითელში, შემდეგ ამატებენ 0,2 მლ ძმარმჟავა ნატრიუმის ხსნარს და 5 მლ ჰიპოსულფიტის 50%-იან ხსნარს, ექსტრაქციას უკეთებენ დიტოზონით ისე როგორც საკვლევი ხსნარების შემთხვევაში, შეგროვილი თუთიის დიტოზონატის ხსნარებს CCl_4 -ში ამუშავებენ 0,01 *n* NH_4OH , შემდეგ თუთიის დიტოზონატი გადააქვთ 50 მლ მოცულობის საზომ კოლბებში, ნიშანხაზამდე მიჰყავთ CCl_4 და უკეთებენ ფოტოკოლორიმეტრირებას. სტანდარტული ხსნარების სკალა აუცილებელია მომზადდეს თუთიის ყოველი განსაზღვრის დროს. სკალის მომზადებისას უნდა ვისარგებლოთ დიტოზონის იგივე ხსნარით, რომელიც გამოყენებული იყო საკვლევი ხსნარებში თუთიის განსაზღვრის დროს.

თუთიის რაოდენობის გამოანგარიშებისათვის მრუდს აგებენ ისე, როგორც სპილენძის და კობალტის განსაზღვრის დროს. მრუდზე ნაპოვნ რაოდენობას (მკგ-ში) ამრავლებენ განზავების რიცხვზე (იმ შემთხვევაში, თუ განსაზღვრისათვის 100 მლ ხსნარიდან აღებული იყო 10 მლ, ამრავლებენ 10-ზე, თუ 5 მლ — 20-ზე), ყოფენ აღებულ წონაჯზე და ლებულობენ თუთიას მგ/1 კგ. ნიადაგზე.

ს ა ჭ ი რ ო რ ე ა ქ ტ ი ვ ე ბ ი.

მუშაობაში იყენებენ ქიმიურად სუფთა რეაქტივებს, მაგრამ ეს რეაქტივები, ისე როგორც გამოხდილი წყალი, საჭიროა გაიწმინდოს მიკროელემენტების კვალისაგან.

მიკროელემენტების განსაზღვრისას სასურველია მუშაობა წარმოებდეს კვარცის ჭურჭელში; მუშაობა შეიძლება აგრეთვე ისეთი მინისაგან დამზადებული ჭურჭლით, რომელიც არ შეიცავს თუთიას.

1. ორმაგი გამოხდილი წყალი. ყველა რეაქტივების მოსამზადებლად და ყველა საანალიზო ოპერაციისათვის იყენებენ ორმაგ გამოხდილ წყალს, რომელსაც ლებულობენ ჩვეულებრივი გამოხდილი წყლის გადადენით.

2. ფტორწყალბადის მჟავა. ფტორწყალბადის მჟავა ჩვეულებრივად ძლიერ დაბინძურებულია მიკროელემენტებით; განსაკუთრებით თუთიით, სპილენძით და ტყვიით. ფტორწყალბადის მჟავას გადასუფთავებისათვის აუცილებელია მისი სამჯერ გადადენა სპეციალურ გადასადენ აპარატში, რომელიც დამზადებულია პლატინისაგან ან პალადიუმისაგან.

3. მარილმჟავა. მარილმჟავას ასუფთავებენ ორმაგი გადადენით მინის აპარატში მილესილთავიანი მაცივრით. მჟავას გადასადენ კოლბში ათავსებენ 550 მლ მჟავას (კუთ. წ. 1,19) და 450 მლ ორმაგ გა-

მოხდის წყალს. გადადენილი მჟავას კონცენტრაცია დაახლოებით 22-ია; (რაც შეესაბამება კუთ. წ. 1,1 და დუღილის ტემპერატურა 110°).

4. ამიაკი. ამიაკის გასასუფთავებლად 25%-იანი ამიაკის ხსნარს ათავსებენ დიდი ექსიკატორის ფსკერზე, ექსიკატორის ზედა ნაწილში მოთავსებულ მინაზე ღვამენ მინის ჯამებს (200 მლ მოცულობის), რომელნიც ნახევრამდე ავსებულია ორმაგი გამოხდილი წყლით, ექსიკატორის მკიდროდ ახურავენ სახურავს და ტოვებენ ასე 48 საათის განმავლობაში. ამ დროის გავლის შემდეგ, ჯამში არსებულ ამიაკის ხსნარს გადაიტანენ მოპარაფინირებულ მინის ჭურჭელში, რომელსაც აქვს მიღესილი საცობი. ამიაკის მიღებული ხსნარის კონცენტრაციას საზღვრავენ კუთრი წონის მიხედვით.

5. ოთხქლორიანი ნახშირბადი. გასაყიდი ქიმიურად სუფთა CCl_4 , უმეტეს შემთხვევაში შეიძლება გამოვიყენოთ ანალიზისათვის გასუფთავების გარეშე. CCl_4 , რომელიც წინათ იყო გამოყენებული, შეიძლება გასუფთავდეს შესაბამისი რეაქტივებით დამუშავებით და გადადენით. ამისათვის იქცევიან შემდეგნაირად: 500 მლ CCl_4 ამატებენ 12,5 მლ განზავებულ HCl (1:1) და ანჯღრევენ გამყოფ ძაბრში. შრეების დაყოფის შემდეგ წყლის შრეს გადაღვრიან. ორგანულ შრეს ამატებენ 12,5 მლ განზავებულ ამიაკს (1:10) და ანჯღრევენ გამყოფ ძაბრში. შრეების დაყოფის შემდეგ წყლის შრეს გადაღვრიან. დამუშავებას იმეორებენ მჟავით და ამიაკით. ასეთნაირად გასუფთავებულ CCl_4 -ს ამატებენ უწყლო კალციუმის ქლორიდის რამდენიმე პატარა ნაჭერს, ანჯღრევენ და ფილტრავენ. გაფილტრულ CCl_4 -ს გადადენიან მიღესილსაცობიან აპარატში სუსტ ცეცხლზე. მიმღები კოლბა, რომელშიც აგროვებენ გადადენილ CCl_4 , საჭიროა გაცივდეს ყინულით. გადადენას იმეორებენ ორჯერ.

6. დიტიზონის ხსნარი CCl_4 -ში. 0,2 გ დიტიზონს ათავსებენ 250 მლ მოცულობის საწვეთურ ძაბრში, ამატებენ 200 მლ CCl_4 და ანჯღრევენ 15 წუთს ვერტიკალურ სანჯღრევზე. დიტიზონის ხსნარი CCl_4 -ში გადააქვთ 1—1,5 ლიტრი მოცულობის გამყოფ ძაბრში, ამატებენ 500 მლ NH_4OH (2,5 მლ 25%-იანი ამიაკის ხსნარი 500 მლ წყალზე) და ანჯღრევენ 3—5 წუთს. დიტიზონი გადადის ამიაკურ შრეში და აძლევს მას ორანჯის ფერს. CCl_4 -ის შრეს გადაღვრიან და დიტიზონის ამიაკურ ხსნარს რეცხავენ CCl_4 -ის მცირე ულუფებით (5—10 მლ) ვიდრე CCl_4 არ დაიწყებს შეფერვას მწვანედ. შემდეგ ამატებენ 12,5 მლ განზავებულ H_2SO_4 (1:5), ანჯღრევენ, ამატებენ 400 მლ CCl_4 და დიტიზონის ხსნარს გადაიტანენ სუფთა გამყოფ ძაბრში. მიღებულ დიტიზონის ხსნარს CCl_4 -ში ორ-სამჯერ რეცხავენ 250—300 მლ ორმაგი გამოხდილი წყლით ნარჩენი მჟავას მოსაცი-

ლებლად. შემდეგ დიტიზონის ხსნარს CCl_4 -ში ფილტრავენ პარილ-მეავეთი გარეცხილ და გამშრალი ფილტრით მუქი ფერის მინას ქურ-ქელში. დიტიზონის ხსნარი დიდხანს არ უნდა შეინახოს. განსაკუთრე-ბით მნიშვნელოვანია დიტიზონი იყოს კარგი ხარისხისა და გამოყენე-ბული იქნას ახლადმომზადებული ხსნარი. დიდხანს შენახულ ან ცუ-დად მომზადებულ დიტიზონის ხსნარებში თუთიის დიტიზონატი ნორ-მალური ვარდისფერის ნაცვლად ლებულობს მურა ფერს, რის გამოც შეუძლებელია თუთიის განსაზღვრა.

7. ლიმონმეავე ნატრიუმის 25%-იანი ხსნარი. 125 გრამ ორჩა-ნაცვლებულ ლიმონმეავენატრიუმს ხსნიან წყალში, ხსნარის მოცულო-ბა მიჰყავთ 500 მლ-მდე. ხსნარს ათავსებენ გამყოფ დაბრში, ატუტი-ანებენ ამიაკით ფენოლფტალეინის მიხედვით სუსტ ტუტე რეაქციამ-დე და ასუფთავებენ მიკროელემენტების კვალისაგან, რისთვისაც ან-ჯღრევენ მცირე ულუფა დიტიზონის ხსნართან CCl_4 -ში (5—7 მლ); ამის შემდეგ გადაღვრიან დიტიზონის ფაზას. დიტიზონის ხსნარი შე-წყვეტს რა ფერის შეცვლას, შეწყვეტენ დიტიზონით გარეცხვას და ლიმონმეავე ნატრიუმის ხსნარს რამდენჯერმე გარეცხავენ CCl_4 -ით [მანამ, სანამ ეს უკანასკნელი (CCl_4) არ დარჩება უფერული]. გა-რეცხვის შემდეგ ხსნარს ფილტრავენ თეთრ ზონარიანი ფილტრით; ფილტრი წინასწარ არის გარეცხილი ორჯერ გადადენილი მარილის მეავეთ და ორმაგი გამოხდილი წყლით (მისგან მიკროელემენტების კვალის მოსაცილებლად).

8. ნატრიუმის დიეთილდიტიოკარბომატის 0,2%-იანი ხსნარი 0,2 გრამ ნატრიუმის დიეთილდიტიოკარბომატს ათავსებენ საწვეთურ დაბრში და ხსნიან 100 მლ ორმაგი გამოხდილი წყლით; ამიტებენ 5 მლ CCl_4 ; ანჯღრევენ და გადაღვრიან ორგანულ ფაზას. CCl_4 -ის გა-რეცხვას იმეორებენ მანამ, სანამ CCl_4 არ იქნება სავსებით უფერუ-ლი. ნატრიუმის დიეთილდიტიოკარბომატის ხსნარი ძალზე არა მდგრადია და სწრაფად იშლება, ამიტომ საჭიროა მისი მომზადება სპილენძის ყოველი განსაზღვრის წინ.

9. HCl -ის 0,1 n ხსნარი. 163,6 მლ ორჯერ გადადენილ HCl (კუთ. წ. 1,1) განაზავებენ 1 ლიტრამდე ორმაგი გამოხდილი წყლით.

10. 0,02 n HCl -ის ხსნარი. 3,2 მლ ორჯერ გადადენილ HCl (კუთ. წ. 1,1) ორმაგი გამოხდილი წყლით განაზავებენ 1 ლიტრამდე.

11. 0,01 n HCl -ის ხსნარი. 1,6 მლ ორჯერ გადადენილ HCl (კუთ. წ. 1,1) ორმაგი გამოხდილი წყლით განაზავებენ 1 ლიტრამდე.

12. ლიმონმეავე ამონიუმის 40%-იანი ხსნარი. 40 გ ორჩანაცვლე-ბულ ლიმონმეავე ამონიუმს ხსნიან ორმაგ გამოხდილ წყალში და ხსნარის მოცულობა მიჰყავთ 100 მლ-მდე. ხსნარს ატუტიანებენ ამი-აკით ლაკმუსის მიხედვით (ლაკმუსის ქაღალდის გალურჯებამდე).

ლიმონმჟევა ამონიუმში ჩვეულებრივად არ შეიცავს კობალტს (ანალიზით არ განისაზღვრება მასში არსებული კობალტი), ამიტომ ლიტიზონით მას არ ასუფთავებენ.

13. ნატრიუმ — R — მარილის 0,2%-იანი ხსნარი. 0,2 გ. ნიტროზო — R — მარილს ხსნიან 100 მლ ორმაგ გამოხდილ წყალში. ხსნარს ფილტრავენ. ხსნარი დამზადებული უნდა იქნას უშუალოდ კობალტის განსაზღვრის წინ.

14. ამიაკის 0,01 n ხსნარი. 0,7 მლ ამიაკის 25%-იან ხსნარს განაზავებენ (რადგან გასუფთავებულ ამიაკს ჩვეულებრივად მცირე კონცენტრაცია აქვს, მას შესაბამისად მეტს იღებენ) 1 ლიტრამდე ორმაგ გამოხდილ წყალში.

15. ლიმონმჟევა ამონიუმის 5%-იანი ხსნარი. 5 გ ორჩანაცვლებულ ლიმონმჟევა ამონიუმს ხსნიან ცოტაოდენ ორმაგ გამოხდილ წყალში, ხსნარის მოცულობა მიჰყავთ 100 მლ-მდე; უმეტეს შემთხვევაში ლიმონმჟევა ამონიუმში თავისუფალია სპილენძის კვალისაგან და არ საჭიროებს გასუფთავებას; იმ შემთხვევაში, როცა ლიმონმჟევა ამონიუმში შეიცავს სპილენძს, მას ატუტიანებენ ამიაკით ფენოლფტალეინის მიხედვით და ანჭლრევენ გამყოფ ძაბრში რამდენიმე მილილიტრი დიტიზონის ხსნარით CCl_4 -ში, ორგანულ შრეს გაყოფის შემდეგ გადაღვიან. CCl_4 -ში დიტიზონის ხსნარით გარეცხვას აგრძელებენ მანამ, სანამ დიტიზონის მწვანე ფერი არ შეწყვეტს ცვალებადობას. დიტიზონით გარეცხვის დამთავრების შემდეგ, ხსნარს რეცხავენ CCl_4 -ით, დიტიზონის კვალის სრულ გაქრობამდე.

16. ტრილონ B-ს 10%-იანი ხსნარი. 10 გრამ ტრილონ B-ს ხსნიან წყალში და ხსნარის მოცულობა მიჰყავთ 100 მლ-მდე. მიღებული ხსნარი გადააქვთ გამყოფ ძაბრში და ამატებენ 3 მლ ნატრიუმის დიეთილდიტიოკარბომატის 0,2%-იან ხსნარს და 5 მლ CCl_4 ; ანჭლრევენ და ორგანულ ფაზას გადაღვიან. CCl_4 -ით გარეცხვას აგრძელებენ მანამ, სანამ CCl_4 -ის ხსნარი არ დარჩება უფერული.

17. ძმარმჟევა ნატრიუმის 5%-იანი ხსნარი. 5 გრამ ძმარმჟევა ნატრიუმს ხსნიან ორმაგ გამოხდილ წყალში, ხსნარის მოცულობა მიჰყავთ 100 მლ-მდე. ამატებენ 3—5 მლ დიტიზონის ხსნარს CCl_4 -ში, ანჭლრევენ გამყოფ ძაბრში და ორგანულ ფაზას გადაღვიან. CCl_4 -ში დიტიზონის ხსნარით გარეცხვას იმეორებენ მანამ, სანამ დიტიზონის ხსნარი არ შეწყვეტს თავისი პირველსაწყისი ფერის შეცვლას. შემდეგ რეცხავენ ხსნარს CCl_4 -ის მცირე ულუფებით, დიტიზონის კვალის გაქრობამდე.

18. ჰიპოსულფიტის 50%-იანი ხსნარი. 250 გ. ჰიპოსულფიტს ხსნიან ორმაგ გამოხდილ წყალში, ხსნარის მოცულობა მიჰყავთ 500 მლ-მდე. ხსნარი გადააქვთ 1—1,5 ლიტრი მოცულობის გამყოფ ძაბრში,

ამატებენ 10 მლ დიტოზონის ხსნარს CCl_4 -ში და კარგად ანჯღრევენ. ორგანულ ფაზას გადაღვრიან. დიტოზონით დამუშავებას აგრძელებენ მანამ, სანამ დიტოზონის ხსნარი არ შეწყვეტს თავისი ფერის შეცვლას. ჰიპოსულფიტი ჩვეულებრივად შეიცავს მიკროელემენტების მნიშვნელოვან რაოდენობას და მათ მოსაცილებლად აუცილებელია რამდენჯერმე განმეორდეს დამუშავება დიტოზონის ხსნარით CCl_4 -ში. დიტოზონის ნაშთს ჰიპოსულფიტის ხსნარისაგან აცილებენ. მისი გარეცხვით CCl_4 -ით, ჰიპოსულფიტის ხსნარი იფილტრება მიკროელემენტების კვალისაგან თავისუფალი ფილტრით მოპარაფინებულ მინის ჭურჭელში.

19. მეთილორანეი. 0,1 გ მეთილორანეს ხსნიან 100 მლ ორმაგ გამოხდილ წყალში.

20. ფენოლფტალეინი. 0,1 ფენოლფტალეინს ხსნიან 100 მლ 90%-იან სპირტში.

სტანდარტული ხსნარები

1. თუთიის სტანდარტული ხსნარი. 0,2 გრამ სუფთა მეთალურ თუთიას ათავსებენ 1 ლიტრი მოცულობის საზომ კოლბში და ხსნიან მცირე რაოდენობით ორმაგ გამოხდილ წყალში, რომელიც შეიცავს 1 მლ H_2SO_4 (კუთ. წ. 1,84). მას შემდეგ რაც თუთია მთლიანად გაიხსნება, ხსნარის მოცულობა ორმაგი გამოხდილი წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე. ეს ხსნარი შეიცავს 200 მკგ/მლ თუთიას; სტანდარტული ხსნარების სკალის მომზადების წინ მას განაზავებენ 100-ჯერ ორმაგი გამოხდილი წყლით, რათა მიიღონ ხსნარი, რომელიც შეიცავს 2 მკგ/მლ თუთიას;

2. სპილენძის სტანდარტული ხსნარი. 3,93 გ სპილენძის სულფატს ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), რომელიც შეიცავს 1 გ სპილენძს, ხსნიან ორმაგ გამოხდილ წყალში, ამატებენ რამდენიმე წვეთ გოგირდმჟავას, გადაიტანენ 1 ლ მოცულობის საზომ კოლბში და ნიშანხაზამდე მიჰყავთ ორმაგი გამოხდილი წყლით. მომზადებული ხსნარი შეიცავს 1 მგ/მლ სპილენძს. სტანდარტული ხსნარების სკალის მოსამზადებლად ამ ხსნარს ანზავებენ 100-ჯერ (2,5 მლ 250 მლ-მდე), რათა მიღებული სამუშაო ხსნარი შეიცავდეს 10 მკგ/მლ სპილენძს.

სპილენძის სტანდარტული ხსნარის მომზადების წინ, აუცილებელია, განისაზღვროს სპილენძის შემცველობა გამოსავალ მარილში ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$). ამისათვის 0,5 გ მარილს ხსნიან 50 მლ ორმაგ გამოხდილ წყალში, ამატებენ 3 მლ ძმარმჟავას, 3 მლ განზავებულ გოგირდის მჟავას (1 : 5), შემდეგ 3 გ KI , შეურევენ, ანზავებენ წყლით და ტიტრირებენ გამოყოფილ იოდს ჰიპოსულფიტის 0,1 N ხსნარით. დატიტ-

ერის დამთავრებისას ამატებენ კრახმალის ხსნარს. 1 მლ 0,1 *n* პიპოსულფიტის ხსნარი ექვივალენტურია 0,006354 გ სპილენძისა. თუკი სპილენძის შემცველობა სულფიტში პასუხობს ფორმულას, მაშინ 1 გ მარილში უნდა იყოს 0,2545 გ სპილენძი და 0,5 გ წონაკის დატიტვრაზე დაიხარჯება ზუსტად 20 მლ 0,1 *n* პიპოსულფიტის ხსნარი. თუკი $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ -ს მარილში სპილენძის შემცველობა არ შეესაბამება თეორიულს, აუცილებელია შეტანილი იქნას შესწორება სპილენძის სულფატის წონაკის აღების დროს საწყისი სტანდარტული ხსნარის მოსამზადებლად.

3. კობალტის სტანდარტული ხსნარი. 0,4770 გ კობალტის სულფატს ხსნიან ორმაგ გამოხდილ წყალში. ხსნარი გადააქვთ 1 ლ მოცულობის საზომ კოლბში, ამეავენ 1 მლ გოგირდის მჟავით (კუთ. წ. 1,84) და ხსნარის მოცულობა ორმაგი გამოხდილი წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე. მიღებული ხსნარი შეიცავს 0,1 მკ/მლ კობალტს. სამუშაო ხსნარის მოსამზადებლად მას აზავენ ორმაგი გამოხდილი წყლით 100-ჯერ. სამუშაო ხსნარი შეიცავს 1 მკ/მლ კობალტს.

ნიადაგში მიკროელემენტების საერთო შემსველობის კოლორიმეტრული განსაზღვრის რინდისის დაჩქარებული მეთოდი

მეთოდის საფუძველია, ნიადაგის ორგანული ნივთიერებების მოცილება გამოწვივით, ან აზოტის მჟავას ორთქლით დაჟანგვით, ნიადაგის დაშლა HNO_3 , HCl და H_2SO_4 -ით და HCl -ში წარმოქმნილი მარილების გახსნა. მიღებულ ხსნარში სპილენძს და თუთიას საზღვრავენ სინჯარული მეთოდით მათი დიტიზონატების ფორმებში შერეული შეფერადების მეთოდით. კობალტს საზღვრავენ ნიტროზო — R — მარილთან კომპლექსის ფორმაში, მარილმჟავა ხსნარით ნიადაგის დაშლის შედეგად დიტიზონით კობალტის გამოძევების შემდეგ.

ნიადაგის დაშლა

HNO_3 -ის ორთქლით ნიადაგის ორგანული ნივთიერებების დაჟანგვისას, პუდრის მდგომარეობამდე დამუშავებულ ნიადაგის წონაკს (2—3 გ თიხა და თიხნარი და 3—5 გ სილნარი ნიადაგებისათვის) ათავსებენ ფართოყელიან ცეცხლგამძლე კოლბში (100 მლ მოცულობის) და გამოაშრობენ სუსტი გაცხელებით ეტერნიტულ ქურაზე ან თერმოსტატში მანამ, სანამ კოლბის კედლებზე არ წარმოიქმნება წყალი. შემდეგ კოლბს ათავსებენ უფრო ძლიერ ქურაზე. სპეციალურ კოლბში (მილესილი ყელით და გამოყვანი მილით) ათავსებენ 20 მლ

H_2SO_4 და 15—20 მლ HNO_3 , ანჯღრევენ, აგდებენ მასში მინის ფილტრის 2—3 წვრილ ნაჭერს, გაუკეთებენ მილესილ საცობს გამოძყვანი მილით და კოლბს ამაგრებენ შტატივზე ისე, რომ გამოძყვანი მილის ბოლო, რომლითაც იწარმოებს HNO_3 -ის ორთქლის შემოსვლა, იმყოფებოდეს ნიადაგის შრის ზემოთ 1—1,5 სმ-ზე. HNO_3 -ის ორთქლის მისაღებად კოლბს შეავას ნარევით აცხელებენ პატარა ქურის დახმარებით. ნიადაგის ორგანული ნივთიერებები ინაცრება ძალიან სწრაფად და ამ დროს ნიადაგი ხდება ღია ფერის. დიდი რაოდენობით ორგანული ნივთიერებების შემცველ ნიადაგებზე მუშაობისას მის დანაცვრას აწარმოებენ ნიადაგის მოთავსებით ფაიფურის ჯამში ან ტიგელში. ჯამს ან ტიგელს ნიადაგის წონაყით, ათავსებენ ქურაზე, ახურავენ ნასვრეტებიან ფაიფურის ჯამს.

კოლბების გაცივების შემდეგ ნიადაგის ყოველ 1 გ წონაჯზე ანგარიშით შეაქეთ 1,0—1,5 მლ კონცენტრირებული HNO_3 და 0,5 მლ 30%-იანი H_2O_2 . თუკი ნიმუშში იყო დიდი რაოდენობით ორგანული ნივთიერება და მისი დანაცვრა მოხდა ფაიფურის ჯამში, დანაცვრის შემდეგ, ჯამიდან ნიადაგს გადაიტანენ ცეცხლგამძლე კოლბაში. ჯამს გამოავლებენ 1,5—2,0 მლ HNO_3 1 გ წონაჯზე ანგარიშით და ამატებენ 0,5 მლ H_2O_2 . შემდეგ, კოლბის კედელზე ჩაყოლებით ამატებენ ნიადაგის ყოველ გრამ წონაჯზე კონცენტრირებულ H_2SO_4 : თიხა ნიადაგებისათვის 0,8 მლ, თიხნარი ნიადაგებისათვის 0,6, ქვიშნარისათვის — 0,5, ქვიშა ნიადაგებისათვის 0,4 მლ; კოლბის შიგთავსის შენჯღრევა საჭირო არ არის. კოლბს ფრთხილად აცხელებენ SO_3 -ის თეთრი ორთქლის გამოყოფამდე და შემდეგ თანდათან, ვაცხელების მომატებით, ააორთქლებენ ამოშრობამდე. თუკი ნშრალი გაცივებული ნაშთი სავსებით თეთრი ან ოდნავ მოყვითალოა, აწარმოებენ წარმოქმნილი მარილების გახსნას. თუკი ნაშთი ყავისფერია ან აქეთ ცალკეული ყავისფერი ლაქები, (რაც მიუთითებს თიხა მინერალების არასრულ დაშლაზე) მაშინ, იმეორებენ მეავეით დამუშავებას. ამისათვის ამატებენ 0,5—1 მლ კონცენტრირებულ HCl -ს, 0,5 მლ H_2O_2 და კონცენტრირებულ H_2SO_4 (თიხა ნიადაგებისათვის — 0,4 მლ, თიხნარი ნიადაგებისათვის 0,3 ქვიშნარისათვის — 0,2, ქვიშა ნიადაგებისათვის 0,2 მლ). კოლბის შიგთავსს აორთქლებენ ამოშრობამდე, ისე როგორც პირველი დამუშავების შემთხვევაში. შემდეგ წარმოქმნილი მარილების გახსნელად ნიადაგის 1 გ წონაჯზე ანგარიშით ამატებენ 1 მლ კონცენტრირებულ HCl , აცხელებენ, აორთქლებენ მეავას ნაწილს, ამატებენ 5 მლ (1 გ ნიადაგზე) ორმაგ გამოხდილ წყალს და აცხელებენ ადუღებამდე. კოლბის შიგთავსს აყოვნებენ 1—2 წუთს და ხსნარს ზემოდან, ნალექის ამღვრევის გარეშე, გადაიტანენ წინასწარ დასველებულ უნაცრო ფილტრზე (თუთიის განსაზღვრისას ფილტრს

წინასწარ რეცხავენ 2 — 3-ჯერ 1,0 π HCl და 3—4-ჯერ ორმაგი გამოხდილი წყლით). კოლბში დარჩენილ ნაშთს კვლავ აცხელებენ 5—10 მლ წყალთან ერთად, რომელიც შემთავებულია HCl (1:100), ფილტრავენ დეკანტაციის წესით. დამუშავებას აგრძელებენ წყლის სრულ გაუფერულებამდე.

მარილების სრული გახსნისათვის მარილმჟავათი ერთჯერადი დამუშავება ხშირად არ არის საკმარისი. ამიტომ კოლბში დარჩენილ ნაშთს კვლავ ამატებენ 0,2—0,3 მლ კონცენტრირებულ HCl-ს, აცხელებენ, ამატებენ 3—5 მლ ორმაგ გამოხდილ წყალს, მიჰყავთ ადულებამდე, აყოვნებენ დასალექად და ნალექის ზემოთ ხსნარს გადაიტანენ ფილტრზე. ასეთ პროცედურას იმეორებენ. მანამ სანამ ხსნარი მარილმჟავას მორიგი დამატების და გაცხელების შემდეგ სავსებით უფერული არ გახდება. შემდეგ კოლბს და ფილტრს ორ-სამჯერ ჩარეცხავენ ცხელი შემთავებული წყლით და ხსნარის მოცულობა მიჰყავთ 100 მლ-მდე.

სპილენძის განსაზღვრა

სპილენძის განსაზღვრავად, მილესილსაცობიან დაყალიბებულ სინჯარაში იღებენ 2 მლ მიღებულ ხსნარს და ამატებენ 1—2 მლ (2 მლ-ს რკინის დიდი რაოდენობით შემცველ ხსნარებისათვის) ლიმონმჟავა ნატრიუმის 25%-იან ხსნარს. ინდიკატორის ქალაღის მიხედვით pH-ს აყენებენ 2,0 და შემდეგში ახდენენ სპილენძის ექსტრაგირებას მისი ლიტონატის სახით როგორც ეს ქვემოთ არის აღწერილი, ნიადაგში რინციოს მეთოდით მოძრავი სპილენძის განსაზღვრისა.

თუთიის განსაზღვრა

თუთიის განსაზღვრისათვის, მილესილსაცობიან დაყალიბებულ სინჯარაში ათავსებენ მიღებული ხსნარის 0,5 მლ-ს და ამატებენ 2—3 მლ (3 მლ უფრო მეტე ხსნარებისათვის) კომპლექსურ ბუფერულ ხსნარს, რომელიც შედგება ნატრიუმის აცეტატისა და ჰიპოსულფიტისაგან. კომპლექსური ბუფერული ხსნარის მიმატების შემდეგ, მაშინვე ანჯღრევენ, რათა მეტე არეში ჰიპოსულფიტი არ დაიშალოს და არ გამოიყოს გოგირდი, რომელიც ხელს შეუშლის თუთიის ექსტრაქციას. შემდეგ ინდიკატორის ქალაღის მიხედვით ამოწმებენ pH-ს, რომელიც უნდა იყოს 5,5—6,0-ის ტოლი და აწარმოებენ

თუთიის ექსტრაგირებას მისი დიტოზინატის სახით, ისე როგორც ეს ქვემოთ არის აღწერილი რინკისის მეთოდით გაცვლითი თუთიის განსაზღვრისას.

კობალტის განსაზღვრა

ნიადაგის დაშლის შემდეგ მიღებული ხსნარიდან იღებენ 30 მლ და ათავსებენ 100 მლ მოცულობის საწვეთურ ძაბრში, ამატებენ 1 წვეთ ფენოლფტალეინს, 5—10 მლ ლიმონმჟავა ნატრიუმის 25%-იან ხსნარს და ანეიტრალებენ NH_4OH (1 1) სუსტი ვარდისფერის მიღებამდე.

ამატებენ 10 მლ 0,05%-იან დიტოზონის ხსნარს CCl_4 -ში, ანჯღრევენ 3 წუთის განმავლობაში. შრეებს ადროვებენ დაყოფას და ქვედა შრეს, რომელიც შეიცავს კობალტის დიტოზონატს გადაიტანენ ცეცხლგამძლე მინის კოლბში. ახალი ულუფა დიტოზონით ექსტრაქციას იმეორებენ მანამ, სანამ დიტოზონი არ დარჩება მწვანე ფერის. კოლბში, რომელშიც ექსტრაქტებია შეგროვილი, ამატებენ 1 მლ კონცენტრირებულ HNO_3 , 0,5 მლ კონცენტრირებულ H_2SO_4 , 1 მლ 30%-იან H_2O_2 და აორთქლებენ ამოშრობამდე, საწყისში სუსტი, ხოლო შემდეგ ძლიერი გაცხელებით. თუკი SO_3 -ის ორთქლის გამოყოფის შემდეგ ნაშთს კიდევ არა აქვს თეთრი ფერი, მაშინ ერთ-ორჯერ ამატებენ თითო მლ 30%-იან H_2O_2 -ს, ისე რომ არ ელოდებიან სრულ აორთქლებას. თეთრ მშრალ ნაშთს ხსნიან 1 წვეთი კონცენტრირებული HNO_3 -ის და 7 მლ ორმაგი გამოხდილი წყლის დამატებით. შემდეგ ხსნარში ჩაყრიან დაახლოებით 0,3—0,5 გ. ძმარმჟავა ნატრიუმს და მიჰყავთ აღულებამდე.

გაცივების შემდეგ, ხსნარის pH ამოწმებენ ინდიკატორის ქალაღის მიხედვით. ხსნარის pH უნდა იყოს 5,5-ზე ზევით. თუკი pH დაბალია, მაშინ საჭირო სიდიდემდე მიჰყავთ ძმარმჟავა ნატრიუმის დამატებით. შემდეგ საანალიზო ხსნარს ამატებენ 1 მლ ნიტროზო — R — მარილის 0,05%-იან ხსნარს და მიჰყავთ აღულებამდე. საანალიზო ხსნარს, 30—40°-მდე გაცივების შემდეგ ამატებენ $\text{HNO}_3 + \text{H}_3\text{PO}_4$ -ის თითო მილილიტრის ნარევეს. ხსნარი გადააქვთ დაყალიბებულ სინჯარაში, ორმაგი გამოხდილი წყლით მიჰყავთ 10 მლ-მდე და ადარებენ სტანდარტული ხსნარების სკალას, ისე, როგორც ეს არის აღწერილი ქვემოთ რინკისის მეთოდით მოძრავი კობალტის განსაზღვრისას.

**საერთო საილენძის განსაზღვრა ნიადაგში
ვერიგინას მეთოდით, ნატრიუმის
ღიეთილღიტიოკარგომათის გამოყენებით**

ნიადაგის დაშლა ფტორწყალბადის შავით

ფტორწყალბადის მქავეთ ნიადაგის დაშლას აწარმოებენ ისე, როგორც ეს აღწერილია 153-ე გვერდზე, იმ თავისებურებებით რომ ნიადაგის დასაფქველად პუდრის მაგვარ მდგომარეობამდე, უნდა გამოვიყენოთ მხოლოდ აგატის როდინი. წინასწარ, ორგანული ნივთიერების დასაშლელად ნიადაგის გამოწვას აწარმოებენ არა უმეტეს 500° ტემპერატურისა, რადგან, წინააღმდეგ შემთხვევაში, შეიძლება ადგილი ექნეს თუთიის დანაკარგს მისი აქროლების გამო. რეაქტივები, განსაკუთრებით ფტორწყალბადის მქავეა შესაძლებლობის მიხედვით უნდა იყოს „განსაკუთრებით სუფთა“ კვალიფიკაციის, რათა რეაქტივების სისუფთავეზე საკონტროლო ცდამ არ მოგვეცეს მაღალი მაჩვენებლები.

განსაზღვრისათვის ნიადაგის წონაკი აღებული უნდა იქნას 1 — 2 გ ან რამდენადმე მეტი, დამოკიდებულია ნიადაგის თვისებებზე. პუდრის მაგვარ მდგომარეობამდე გასრესას აწარმოებენ აგატის როდინში. წინასწარ გამოწვავენ ნიადაგს მუფელის ლუმელში 2 საათის განმავლობაში 400—450° ტემპერატურაზე. ნიადაგის დაშლის შედეგად დარჩენილ მინერალურ ნაშთს ხსნიან აზოტის ან გოგირდის მქავეაში. გახსნილ მინერალურ ნაშთს ჩაფილტრავენ 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში და ფილტრის ჩარეცხვის შემდეგ, ხსნარს მიიყვანენ რა ნიშანსამდე ორმაგი გამობდილი წყლით, კარგად შეურევენ და განსაზღვრისათვის იღებენ შემდეგ ალიქვოტურ ნაწილებს:

მანგანუმი — 20 მლ
სპილენძი — 10 მლ
თუთია — 5—10 მლ
კობალტი — 20 მლ
მოლიბდენი — 25 მლ

- საჭირო რეაქტივები: 1. ფტორწყალბადის მქავეა H_2F_2 , განსაკუთრებული სისუფთავის.
2. H_2SO_4 (კუთ. წ. 1,84), განსაკუთრებული სისუფთავის.
3. HNO_3 (კუთ. წ. 1,4), განსაკუთრებული სისუფთავის.

მეთოდის საფუძველია ის, რომ ნატრიუმის დიეთილდიტიოკარბომატი სპილენძის იონთან წარმოქმნის ყვითლად შეფერადებულ ხსნარს. ან იძლევა მურა კოლოიდურ სუსპენზიას, რომელიც კარგად იხსნება ორგანულ გამხსნელებში.

სპილენძის იონები დიეთილდიტიოკარბომატთან ურთიერთმოქმედებენ pH-ის ფართო ინტერვალში, მაგრამ შეფერვა უფრო მდგრადია ტუტე არეში (pH 8—9), ვიდრე ნეიტრალურ ან მკავე არეში. ხელს უშლიან რკინის, მანგანუმის, ნიკელის, ბისმუტის და კობალტის იონები, რადგან ისინიც იძლევიან, აგრეთვე შეფერილ კომპლექსს დიეთილდიტიოკარბომატთან. ამ იონების შესაბამისად, ხსნარში შეყავთ ამონიუმის ციტრატი ან კომპლექსონ III (ტრილონ B).

ანალიზის მსვლელობა. საზომი კოლბიდან იღებენ 10 მლ აზოტ-მკავე ხსნარს, რომელიც მიღებულია ფტორწყალბადის მკავეთ ნი-ადაგის დაშლისას და გადაიტანენ 100 მლ მოცულობის გამყოფ ძაბრში. ძაბრში ხსნარის მოცულობა გამოხდილი წყლით მიჰყავთ 50 მლ-მდე.

ამატებენ 5 მლ ამონიუმის ციტრატის 5%-იან ხსნარს, შეაქვთ 10 მლ კომპლექსონ III-ის 10%-იანი ხსნარი, ამატებენ წვეთ ფენოლ-ფტალეინს და ანეიტრალებენ ამიაკით სუსტი ვარდისფერის მიღებამდე.

ამატებენ 5 მლ ახლადმოშადებულ ნატრიუმის დიეთილდიტიოკარბომატის 0,2%-იან ხსნარს და ზუსტად 5 მლ CCl_4 რის შემდეგ ძაბრს ენერგიულად ანჯღრევენ 5 წუთს.

ძაბრს დგამენ შტატივზე და ფაზების გაყოფის შემდეგ შეფერადებულ ხსნარს გადაიტანენ მიღესილ საცობიან სინჯარაში.

ძაბრში ამატებენ CCl_4 -ის ახალ ულუფას და იმეორებენ ექსტრაქციას. თუკი სპილენძი ბევრია, ექსტრაქციას იმეორებენ კიდევ ერთხელ; შეფერადებულ ხსნარს გადაიტანენ იგივე სინჯარაში, სადაც გადატანილი იყო პირველი შეფერადებული ხსნარი.

თუკი ორგანული ფაზა მღვრიეა, რაც გამოწვეული იქნება მასში წვეთი წყლის არსებობით, მასში ხსნარს ფილტრავენ პატარა მშრალი უნაცრო ფილტრით ფოტოკოლორამეტრის კიუვეტში ან სხვა სინჯარაში.

CCl_4 -ში სპილენძის კარბომატის ხსნარის ოპტიკურ სიმკვრივეს ზომავენ კიუვეტში, რომლის — შრის სისქე 10 მმ-ია, ლურჯა შუქ-ფილტრით, რომლის ტალღის სიგრძეა — 436 მმკ. ნულოვანი ხსნარის სახით იყენებენ სუფთა CCl_4 .

საკვირო რეაქტივები: 1. ამონიუმის ციტრატის: 10 გ ორჩანაცვლებულ ლიმონმჟავა ამონიუმს $(\text{NH}_4)_2\text{H}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{O}_7$ ხსნიან 200 მლ ორმაგ გამოხდილ წყალში. ხსნარებს ათავსებენ გამყოფ დაბრში, ამატებენ 1—2 წვეთ ფენოლფტალეინს და ატუტიანებენ ამიაკით სუსტი ვარდისფერის მიღებამდე. ხსნარს ამოწმებენ მასში სპილენძის შემცველობაზე: მომზადებული ხსნარის მცირე რაოდენობას ათავსებენ გამყოფ დაბრში, ამატებენ 10 — 15 წვეთ ნატრიუმის დიეთილდითიოკარბომატის ხსნარს და ანჯღრევენ 2—3 მლ CCl_4 -თან ერთად. თუკი ორგანული შრე შეიფერება ყვითლად, აუცილებელია მთელი ხსნარის გასუფთავება სპილენძისაგან. ამისათვის, ციტრატის მთელი ხსნარი გადააქვთ 500 მლ მოცულობის გამყოფ დაბრში და წინასწარ შემოწმებულ მიხედვით ამატებენ 2—5 მლ ნატრიუმის დიეთილდითიოკარბომატის 0,2%-იან ხსნარს და 5 მლ CCl_4 . ენერგიულად ანჯღრევენ 5 წუთს, აყოვნებენ 5—10 წუთს, რის შემდეგ წყალხსნარი გადააქვთ რეაქტივისთვის განკუთვნილ მინის ჭურჭელში და ხსნარის დამუშავებას იმეორებენ CCl_4 -ის ახალი ულუფით მანამ, სანამ ორგანული შრე არ გახდება უფერული.

2. კომპლექსონ III (ტრილონ B) 10%-იანი ხსნარი. მომზადებულ ხსნარს სპილენძის შემცველობაზე ამოწმებენ, ისე როგორც ეს ზემოთ არის აღწერილი და დაჭუჭყიანების შემთხვევაში ასუფთავებენ იმავე წესით, როგორც ციტრატის შემთხვევაში.

3. ნატრიუმის დიეთილდითიოკარბომატის $\text{C}_{15}\text{H}_{10}\text{NS}_2\text{Na} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 3,2%-იანი ხსნარი. იღებენ 0,2 გ ნატრიუმის დიეთილდითიოკარბომატს, ხსნიან 100 მლ ორმაგ გამოხდილ წყალში, ფილტრავენ გამყოფ დაბრში, ამატებენ 5 მლ CCl_4 , ენერგიულად ანჯღრევენ 5 წუთს და დაყოვნების შემდეგ გადაღვრიან ორგანულ ინაწილს. გარეცხვას იმეორებენ მანამ, სანამ CCl_4 არ გახდება საცხები უფერული.

მომზადებულ ხსნარს ინახავენ მილესილსაცობიან ფერად ბოთლში. ჭურჭელი დაცული უნდა იყოს მზის პირდაპირი სინათლისაგან.

4. ოთხქლორიანი ნახშირბადი CCl_4 —უფერული მძიმე სითხეა, არ იხსნება წყალში. რეაქტივით შეიძლება ვისარგებლოთ გაწმენდის გარეშე, რადგან ის ინერტულია მეტალების მიმართ და ამიტომ, ჩვეულებრივ, დაჭუჭყიანებული არ არის მინარევებით. CCl_4 აუცილებლად შენახული უნდა იქნას მილესილ საცობიან მინის ჭურჭელში, უკიდურეს შემთხვევაში კორპის საცობით თავდაცულ ჭურჭელში.

კაუჩუკის საცობი უვარგისია იმ მოტივით, რომ CCl_4 ხსნის კაუჩუკს.

5. ძირითადი სანიმუშო ხსნარი. ანალიზურ სასწორზე 0,3928 გ ქიმიურად სუფთა $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (უკეთესია ამ მარილს გადაკრისტალება). ათავსებენ 1 ლ მოცულობის საზომ კოლბში, ამატებენ 1—2 მლ

H_2SO_4 (კუთ. წ. 1,83), ანზავებენ ორმაგი გამოხდილი წყლით ნიშანხაზამდე და შეურევენ. ლებულობენ ხსნარს, რომელიც შეიცავს 0,1 მკ ე. ი. 100 მკგ Cu^{2+} 1 მლ-ში.

6. სამუშაო სანიმუშო ხსნარი. სამარაგო ხსნარის შერევის შემდეგ პიპეტით იღებენ 10 მლ-ს, გადააქეთ 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, ამატებენ რამდენიმე წვეთ კონცენტრირებულ H_2SO_4 , ხსნარი ორმაგი გამოხდილი წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე და კარვად შეურევენ. მომზადებული ხსნარი შეიცავს 0,01 მკ Cu^{2+} 1 მლ-ში. ამ ხსნარს ამზადებენ ანალიზის ჩატარების დღეს.

7. სანიმუშო ხსნარების სერია. სპილენძის ფოტომეტრული განსაზღვრისას დაგრაღულირებულ გრაფიკს აკებენ სანიმუშო ხსნარების ოპტიკური მაჩვენებლის მიხედვით, რომელიც შეიცავს Cu^{2+} იონს 0,005—0,01—0,03 0,04—0,06 მკ ან უფრო მეტი რაოდენობით.

საერთო თუთიის განსაზღვრა ლიტონის მეთოდით

ლიტიზონთან თუთიის იონის ურთიერთმოქმედებისას წარმოიქმნება თუთიის ლიტონნატი, რომელიც CCl_4 -ს აძლევს წითელ ფერს.

თუთიის ლიტონნატი ხსნარიდან გამოიძევება ოთხქლორიანი ნახშირბადით (CCl_4) ან ქლოროფორმით ($CHCl_3$) ტუტე არეში (pH—8,3—9,3), მაგრამ შეიძლება შისი ექსტრაგირება აგრეთვე სუსტი მჟავე ხსნარიდან (pH 4,75—5,5), როგორც ეს აღწერილია ქვემოთ. რკინის, სპილენძის, ტყვიის, კობალტის და სხვა იონების შესაბამისად ამატებენ ნატრიუმის ციტრატს და თიოსულფატს.

ანალიზის მსვლელობა. პიპეტით იღებენ 5—10 მლ აზოტმჟავა ხსნარს, რომელიც მიღებულია ფტორწყალბადის მჟავით ნიადაგის დაშლისას და ათავსებენ გამყოფ ძაბრში.

ამატებენ 10 მლ ნატრიუმის ან ამონიუმის ციტრატის 25%-იან ხსნარს და მჟავე ხსნარს ანეიტრალებენ ამიაკით ფენოლფტალეინის მიხედვით სუსტი ვარდისფერის მიღებამდე. ამატებენ 5 მლ 0,025%-იან ლიტონის ხსნარს CCl_4 -ში, ანჯღრევენ 5 წუთს და აყოვნებენ ფაზების დასაყოფად.

CCl_4 -ის შეფერადებულ ორგანულ ფენას თუთიის ლიტონნატთან ერთად გადაიტანენ მეორე სუფთა გამყოფ ძაბრში. პირველ ძაბრში დარჩენილ წყალხსნარს ამატებენ 3 მლ 0,025%-იან ლიტონის ხსნარს CCl_4 -ში, ანჯღრევენ 5 წუთს, აყოვნებენ და ორგანულ ფაზას გადაიტანენ იმავე ძაბრში, რომელშიც მოთავსებულია პირველი ექსტრაქტი. ექსტრაქციას იმეორებენ მანამ ვიდრე ლიტონის ხსნარის ფერის შეცვლა არ შეწყდება, ე. ი. სანამ არ დარჩება მწვანე ფერის.

გამყოფ ძაბრში შეგროვილი თუთიის ექსტრაქტებს ამატებენ 15 მლ

0.02 n HCl-ის ხსნარს და ანჭლრევენ, რათა დაიშალოს შეგროვილი თუთიის დიტიზონატი და თუთია გადავიდეს იონურ ფორმაში. ასეთი დაშლისას, თუთია $ZnCl_2$ -ის სახით გადადის წყლის ფაზაში და გამოიყოფა მინარევებისაგან, რომელიც რჩება ორგანულ ფაზაში.

ორგანულ ფაზას ერთხელ კიდევ ამუშავებენ 10 მლ 0.02 n HCl-ის ხსნარით, ანჭლრევენ; გაყოფის შემდეგ ორგანულ ფაზას გადაღვრიან, ხოლო წყალხსნარს, რომელიც შეიცავს $ZnCl_2$ აერთებენ პირველ ექსტრაქტთან. $ZnCl_2$ -იან წყლის ფაზას გარეცხავენ მცირე რაოდენობით CCl_4 -ით. $ZnCl_2$ -ის შეგროვილ ხსნარს ამატებენ 2—3 წვეთ ინდიკატორ მეთილ ორანჯს, შემდეგ კი აცეტატურ ბუფერულ ხსნარს (pH — 4,75-ით) ინდიკატორის ყვითელი ფერის მიღებამდე. მინარევების შებოჭვის მიზნით ამატებენ 2 მლ ნატრიუმის თიოსულფატის 50%-იან ხსნარს, შეაქვთ 5 მლ დიტიზონის 0,025%-იანი ხსნარი და ანჭლრევენ 5 წუთს, რათა Zn^{2+} შეიბოჭოს დიტიზონატში.

თუთიის დიტიზონატის ხსნარს, რომელიც იმყოფება ქვედა შრეში გადაიტანენ სუფთა გამყოფ ძაბრში. დარჩენილ წყალხსნარს ამატებენ 3 მლ დიტიზონის ხსნარს, ანჭლრევენ, აყოვნებენ და ორგანულ ფაზას აერთებენ პირველ ექსტრაქტთან.

გამყოფ ძაბრში, რომელშიც მოთავსებულია თუთიის დიტიზონატი ამატებენ 10 მლ NH_4OH -ის განზავებულ (1:200) ხსნარს და ანჭლრევენ 3 წუთს, რათა გაიხსნას ქარბი დიტიზონი; იგი იხსნება ტუტეებში და აძლევს მათ ყვითელ ფერს. ზუსტ ვარდისფერ ან წითლად შეფერადებულ ორგანულ შრეს თუთიის დიტიზონატით გადაიტანენ სუფთა გამყოფ ძაბრში. კვლავ ამატებენ 10 მლ NH_4OH -ის ხსნარს და ანჭლრევენ და ფაზების დაცილების შემდეგ წყლიან ტუტე ფაზას გადაღვრიან; ის შეიცავს ქარბ დიტიზონს.

თუთიის დიტიზონატის შეფერადებულ ხსნარს ფილტრავენ მშრალი უნაცრო ფილტრით (რათა განთავსებულდეს წყლისაგან) 25 მლ მოცულობის მშრალ მილესილსაცობიან საზომ კოლბში. ხსნარი მიჰყავთ ნიშანხაზამდე ოთხქლორიანი ნახშირბადით.

ხსნარს შეურევენ და ოპტიკურ სიმკვრივეს ზომავენ კიუვეტში (10 მმ) მწვანე შექვილტრით, სინათლის შთანთქმის მაქსიმუმის — 534 მმკ-ის პირობებში. ნულოვანი ხსნარის სახით გამოყენებულია CCl_4 .

ს ა კ ი რ ო რ ე ა ქ ტ ი ვ ე ბ ი: 1. აცეტატურ ბუფერული ხსნარი pH-ით 4,75. ამზადებენ თანაბარი რაოდენობით ნატრიუმის აცეტატის 2M ხსნარის და ძმარმჟავას 2M ხსნარის შერევათ. მიღებულ ბუფერულ ხსნარს ასუფთავებენ დიტიზონის 0,0025%-იანი ხსნარით, ვიდრე მიღებული ხსნარის ფერი არ იქნება უცვლელი. ქარბ დიტიზონს აშორებენ ბუფერული ხსნარის ნჭლრევეთ ოთხქლორიან ნახშირბადთან.

2. ორჩანაცვლებული ამონიუმის ციტრატის $(\text{NH}_4)_2\text{HC}_6\text{H}_5\text{O}_7$ 25%-იანი ხსნარი ან ნატრიუმის ციტრატის სამჩანაცვლებული ხსნარი $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_4 \cdot 5,5 \text{H}_2\text{O}$.

3. ნატრიუმის თიოსულფატის 25%-იანი ხსნარი. წონიან 25 გრამ ნატრიუმის თიოსულფატს $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, ხსნიან 100 მლ ორმაგ გამოხდილ წყალში და ასუფთავენ გაყოფილ დაბრში ნჯღრევით 0,0025%-იან დიტიზონის ხსნართან CCl_4 -ში.

დიტიზონის ახალი ულუფით (5—10 მლ) ნჯღრევას იმეორებენ მანამ, სანამ დიტიზონის ფერის შეცვლა არ შეწყდება. დიტიზონის ქარბ რაოდენობას აცლიან ხსნარის ნჯღრევით 10 მლ სუფთა ოთხქლორიან ნახშირბადთან ერთად მანამ, სანამ CCl_4 არ დარჩება უფერული.

4. ამიაკის განზავებული ხსნარი 1:200. ხსნარს ინახავენ პოლიეთილენის ტურქელში.

5. დიტიზონის (დიფენილტიოკარბაზონ $\text{C}_{13}\text{H}_{12}\text{N}_4\text{S}$) სამარაგო ხსნარი ოთხქლორიან ნახშირბადში. 0,2 გრამ დიტიზონს ათავსებენ 1000 მლ მოცულობის გამოყოფილ დაბრში, ამატებენ 200 მლ CCl_4 და ანჯღრევენ 15 წუთს, რათა მთლიანად გაიხსნას დიტიზონი. დიტიზონის ხსნარს ოთხქლორიან ნახშირბადში უნდა ქონდეს ინტენსიური მწვანე ფერი.

დიტიზონის ხსნარის გასუფთავებას მინარევებისაგან აწარმოებენ შემდეგნაირად. გამოყოფილ დაბრში დიტიზონის ხსნარს CCl_4 -ში ამატებენ 500 მლ NH_4OH -ის ხსნარს (1:200) (2,5 მლ NH_4OH -ის 25%-იანი ხსნარი, 500 მლ წყალზე) და ანჯღრევენ 5 წუთს. დიტიზონი გადადის ამიაკურ ხსნარში. აყოვნებენ ხსნარს და CCl_4 -ის სუსტ-ყვითელ ან სუსტ ვარდისფერ ხსნარს გადაღვრიან. დაბრში ტოვებენ მკაფიო ორანჟისფერ დიტიზონის ამიაკურ ხსნარს.

დიტიზონის ამიაკურ ხსნარს რეცხავენ მცირე ულუფა (10 მლ) ოთხქლორიანი ნახშირბადით, მანამ, სანამ ის არ დაიწყებს მწვანედ შეფერვას.

ამატებენ 12 მლ განზავებულ H_2SO_4 (1:5), ანჯღრევენ 5 წუთს, რის შემდეგ ამატებენ 400 მლ CCl_4 და კვლავ ანჯღრევენ, რათა დიტიზონი გადაიყვანონ CCl_4 -ში. დიტიზონის მუქი მწვანე ფერის ხსნარს CCl_4 -ში გადაიტანენ სუფთა გამოყოფილ დაბრში და 2—3-ჯერ ჩარეცხავენ ორმაგი გამოხდილი წყლით (200—300 მლ ულუფებით), რათა მოაშორონ მკაფა. გადასადგერელ წყალს ამოწმებენ მკაფას შემცველობაზე ინდიკატორის ქაღალდის მიხედვით.

მკაფას მოცილების შემდეგ დიტიზონის ხსნარს CCl_4 -ში ფილტრავენ უნაცრო მშრალი ფილტრით მილესილსაკობიან მუქი ფერის მინის ტურქელში და ღებულობენ 0,05%-იან ხსნარს. ხსნარი საჭიროა

შენახული იქნას მაცივარში 4—5°-ზე. დაჟანგვისაგან დასაცავად ხსნარს დაფარავენ ასკობინის მეყვას 5%-იანი შრით.

თუთიის საერთო შემცველობის განსაზღვრისათვის მიღებულ ხსნარს აზავებენ ორჯერ ოთხქლორიანი ნახშირბადით და ლებულობენ დიტიზონის სამარაგო 0,025%-იან ხსნარს.

6. დიტიზონის 0,0025%-იანი სამუშაო ხსნარი. ამ ხსნარს ამზადებენ ზემოთ მითითებული სამარაგო ხსნარის განზავებით 10-ჯერ. განზავებას აწარმოებენ ანალიზის ჩატარების დღეს და მიღებულ ხსნარს ფარავენ მზის პირდაპირი გავლენისაგან.

7. სამარაგო სანიმუშო ხსნარები. ანალიზურ სასწორზე წონიან 0,100 გ მეტალურ თუთიას და ათავსებენ 1 ლ მოცულობის კოლბში, ამატებენ 50—100 მლ ორმაგ გამოხდილ წყალს, შემეყავებულს 1 მლ კონცენტრირებული H_2SO_4 -ით. აყოენებენ თუთიის სრულ გახსნამდე (ამწოვის ქვეშ), რის შემდეგ ხსნარი ორმაგი გამოხდილი წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე, შეურევენ და ლებულობენ სამარაგო ეტალონ ხსნარს 0,1 მგ Zn^{2+} 1 მლ შემცველობით.

8. სამუშაო სანიმუშო ხსნარი. ასეთი ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,002 მგ Zn^{2+} . ამ ხსნარს ამზადებენ უშუალოდ, გამოყენების წინ, სამარაგო ხსნარის განზავების გზით.

9. სანიმუშო ხსნარების სერია. სანიმუშო ხსნარების სერიის მოსამზადებლად იყენებენ სამუშაო სანიმუშო ხსნარებს და მათგან ამზადებენ ხსნარებს, რომელნიც შეიცავენ 0,002 — 0,004 — 0,006 — — 0,008—0,01 მგ Zn^{2+} .

შენიშვნა: 1. თუკი ოთხქლორიან ნახშირბადში დიტიზონის გახსნისას მწვანე ფერის ნაცვლად მიიღება ყვითელი ან მურა ფერი, დიტიზონი დაჟუჟყიანებულია დაჟანგვის პროდუქტებით და საჭიროა მისი შეცვლა სხვა რეაქტივით.

2. თუთიის საერთო შემცველობის განსაზღვრისას უკეთესია ვისარგებლოთ დიტიზონის 0,005%-იანი ხსნარით, რადგან ის ამცირებს ექსტრაქციის რიცხვს.

3. რეაქტივები და წყალი ჩვეულებრივ დაჟუჟყიანებულია თუთიით. ამიტომ აუცილებელია არა მარტო ჩატარდეს მათი კარგი გასუფთავება დიტიზონით, არამედ აგრეთვე აუცილებელია საკონტროლო ცდის დაყენება მათ სისუფთავეზე.

განსაკუთრებით დიდი დაჟუჟყიანება შეაქვს რეაქტივებში და წყალში კაუჩუკის საცობებს. თუთიის განსაზღვრისას ამ საცობებით სარგებლობა არ შეიძლება.

საერთო კობალტის განსაზღვრა კრუგლოვას და მასუილოვის მეთოდით

მეთოდის საფუძველია კობალტის იონის მოქმედება β — ნიტროზო — α — ნაფტოლთან (2 — ნიტროზო — 1 ნაფტოლი) კომპლექსური შენაერთის წარმოქმნით, რომელსაც გამოყოფენ ტოლუოლით.

ანალიზის მსვლელობა. საზომი კოლბიდან იღებენ 20 მლ საანალიზო ხსნარს, ათავსებენ გამყოფ ძაბრში, წყლით მიკვავთ 50 მლ-მდე, ამატებენ 1—2 წვეთ ფენოლფტალეინს და მკვავ ხსნარს ანეიტრალებენ KOH-ის ან NaOH-ის 10%-იანი ხსნარით სუსტი ვარდისფერის მიღებამდე. ნეიტრალიზაციის დროს ხსნარი იმღვრევა ერთნახევარი ჟანგულების ნალექისაგან, ამიტომ ამატებენ 1 — 2 წვეთ 1 n HCl-ის ხსნარს, რათა გაიხსნას ნალექი.

ამატებენ 10 მლ ნატრიუმის ციტრატის 20%-იან ხსნარს და უნივერსალური ქაღალდის საშუალებით ამოწმებენ ხსნარის pH-ს ძაბრში. ხსნარის pH-ის სიდიდე 5-ზე ნაკლები არ უნდა იყოს. ამის შემდეგ ამატებენ 1 მლ ნატრიუმის თიოხლფატის 25%-იან ხსნარს, რათა შეიბოჭოს რკინა და სხვა მინარევები. ხსნარს შეუტრევენ შენჯღრევით, ხოლო შემდეგ ანეიტრალებენ მას ტუტის 10%-იანი ხსნარით ფენოლფტალეინის მიხედვით სუსტი ვარდისფერის მიღებამდე.

ამატებენ 2 მლ β — ნიტროზო — α — ნაფტოლის 0,04%-იან ხსნარს და შეუტრევენ. კობალტის შეფერადებული კომპლექსის ექსტრაქციას აწარმოებენ ტოლუოლით, რომელსაც ბიურეტიდან ამატებენ პირველად 5 მლ და ენერგიულად ანჯღრევენ 5 წუთს. ორგანულ ფაზას გადაიტანენ სუფთა გამყოფ ძაბრში.

ფაზების გაყოფის შემდეგ ორგანულ ფაზას შეუერთებენ გამყოფ ძაბრში პირველად გადატანილ ორგანულ ფაზას, ხოლო წყლის ფაზას გადაღვრიან *. ორგანული ფაზა შეიცავს კობალტის, სპილენძის, რკინის, ნიკელის და სხვა მეტალების კომპლექსს β — ნიტროზო — α — ნაფტოლთან. მკვავით და ტუტით ორგანული ფაზის შემდგომი გარეცხვით, ის თავისუფლდება სხვა კომპლექსური შენაერთების მინარევებისაგან. ამ მიზნით, პირველად ამატებენ ხსნარში 10 მლ HCl-ის 1 n ხსნარს, ანჯღრევენ 2 — 3 წუთს და აყოვნებენ ფაზების გაყოფამდე. ორგანულ ფაზას ტრევენ ძაბრში, ხოლო წყლისას გადაღვრიან. მკვავით გარეცხვის ამ ოპერაციას იმეორებენ ორჯერ, რის შემდეგ ორგანულ ფაზას გარეცხავენ ტუტით; ამატებენ 10 მლ KOH ან NaOH-ის 5%-იან ხსნარს, ანჯღრევენ 1 წუთს და აყოვნებენ ფაზების გასაყოფად.

* კობალტის დიდი რაოდენობის შემთხვევაში ექსტრაქციას იმეორებენ კიდევ ერთხელ.

წყლის ფაზას გადაღვრიან, ხოლო ორგანულს რეცხავენ კადევ ერთხელ, მასზე 5 მლ ტუტის იგივე ხსნარის დამატებით და ანჭლრევენ 1 წუთის განმავლობაში. შემდეგ წყლის ფაზას გადაღვრიან და კვლავ ამატებენ ორგანულ ფაზაში 10 მლ 1*n* HCl-ის ხსნარს, ანჭლრევენ და წყლის ფაზას გადაღვრიან.

კობალტის შემცველობის მიხედვით ორგანული ფაზა ღებულობს სუსტი — ეარდისფერიდან მკაფიო ეარდისფერამდე შეფერვას. გარეცხვა კობალტის კომპლექსს აძლევს სტაბილობას და სავესებით გამოყოფს მას სხვა მეტალებისაგან.

ორგანულ ფაზას ფილტრავენ პატარა მკვრივი უნაცრო ფილტრით კიუვეტში*, რომლის გასახედი შრის სისქე მმ-ია. ოპტიკურ სიმკვრივეს ზომავენ მწვანე შუქფილტრით 530 მმკ ტალღის სიგრძის პირობებში. $\Phi\Xi K$ -ის ნულოვან წერტილს აყენებენ სუფთა ტოლუოლის მიხედვით.

საკვირო რეაქტივები: 1. ნატრიუმის ციტრატის 20%-იანი ხსნარი. მძიმე მეტალებისაგან ხსნარს ასუფთავებენ დიტიზონის ხსნარით ოთხქლორიან ნახშირბადში, შემდეგ კი რეცხავენ სუფთა CCl_4 -ით დიტიზონის კვალის გასაქრობად.

2. თიოსულფატის $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ 25%-იანი ხსნარი.

3. KOH ან NaOH-ის 10%-იანი ხსნარი.

4. KOH ან NaOH-ის 5%-იანი ხსნარი.

5. β — ნიტროზო — α — ნაფტოლის 0,04%-იანი ხსნარი. 0,04 გ რეაქტივს ხსნიან 8 წვეთ KOH ან NaOH-ის 5%-იან ხსნარში და ორმაგი გამოხდილი წყლით მიჰყავთ 100 მლ-მდე.

ხსნარს იყენებენ 2 კვირის განმავლობაში და ინახავენ მილესილ-საცობიან ფერადი მინის ჭურჭელში.

6. ტოლუოლი C_7H_8 , ადვილად აღდება. მომწამლაია.

7. HCl-ის 1*n* ხსნარი.

8. სამარაგო სანიმუშო ხსნარი. 0,0404 გ $CoCl_2 \cdot 6H_2O$ ხსნიან 80 მლ ორმაგ გამოხდილ წყალში. ამატებენ 1 მლ HCl (1:1) და მოცულობა მიჰყავთ 100 მლ-მდე. 1 მლ ხსნარი შეიცავს 0,1 მკ Co^{2+} .

9. სამუშაო სანიმუშო ხსნარს ამზადებენ 1 მლ სამარაგო ხსნარის განზავებით (გაიზომება ბიურეტი 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში) გამოხდილი წყლით 100 მლ-მდე და ღებულობენ ხსნარს, რომელიც შეიცავს 0,001 მკ, ე. ი. 1 მკგ Co^{2+} 1 მლ-ში.

* მასიური განსაზღვრების შემთხვევაში ორგანულ ფაზას ფილტრავენ მილესილ-საცობიან სუფთა სინჯარებში.

10. სანიმუშო ხსნარების სერია. ამზადებენ ხსნარების სერიას 0,002—0,004—0,006—0,008—0,010—0,015—0,020—0,025 მგ კობალტის შემცველობით.

მოდრაპი სპილენძის განსაზღვრა ნიადაგში რინკისის მეთოდით

5 გ ნიადაგს ან 2,5 გ ტორფს ათავსებენ 100 მლ მოცულობის კოლბში, ამატებენ 50 მლ 1,0 N HCl და ანჭლრევენ 1 საათის განმავლობაში. ხსნარს ფილტრავენ მშრალი დაკეცილი ფილტრით. ანალიზის პროცესისათვის ხელშემშლელი ორგანული ნივთიერების და რკინის მოხსაცილებლად 10 მლ ფილტრატს ათავსებენ სინჯარაში ან ცილინდრში, რომელსაც 20 მლ-ზე გაკეთებული აქვს ზინჯანაზი, ამატებენ 1 წვეთ ფენოლფტალეინს და ანეიტრალებენ 12,5%-იანი ამიაკით სუსტი ვარდისფერის მიღებამდე. ორმაგი გამოხდილი წყლით ხსნარის მოცულობა მიჰყავთ 20 მლ მოცულობამდე, შეურევენ და ფილტრავენ მშრალი პატარა ფილტრით კოლბში. შემდეგ, პიპეტით იღებენ, მიღესილსაცობიან სინჯარაში მიღებული ფილტრატის 5 მლ-ს და ამატებენ 2 მლ კომპლექსურ ბუფერულ ხსნარს. საცობს ახურავენ სინჯარას და ხსნარს შეურევენ. ინდიკატორის ქაღალდის მიხედვით ამოწმებენ pH-ს, რომელიც ახლოს უნდა იყოს 2,0-თან. სინჯს ატარებენ ინდიკატორის ქაღალდის ვიწრო ზოლის შენებით სინჯარის საცობთან. საჭიროების შემთხვევაში წვეთობით დამატებენ ორმაგი გამოხდილი წყლით განზავებულ HCl-ს.

ხსნარის pH-ის 2,0-ზე დაყენების შემდეგ, იწყებენ სპილენძის ექსტრაქციას დიტიზონით. ამისათვის ბიურეტიდან ამატებენ 1 მლ დიტიზონს და ძლიერ ანჭლრევენ სინჯარას ნახევარი წუთის განმავლობაში, ვიდრე დიტიზონის ფერის შეცვლა არ შეწყდება. აყოვნებენ შრეების დასაყოფად. დიტიზონის შრის ფერს ადარებენ სინჯარულ შკალასთან. თუკი ხსნარში არსებობს აზოტის ქანგეულები, მაშინ დიტიზონი იყანგება და ხსნარი ყვითლდება. ასეთ შემთხვევაში ანალიზი უნდა განმეორდეს და დიტიზონის დამატების წინ დაემატოს 1—2 წვეთი 1%-იანი H_2O_2 .

თუკი დიტიზონიანი ექსტრაქტი უფრო წითელი ფერისაა, ვიდრე შკალის უკანასკნელი სინჯარა, მაშინ საჭიროა დაემატოს კიდევ 1 მლ დიტიზონი, კვლავ შევანჭლრიოთ სინჯარა და შრეების დაყოფის შემდეგ მოხდება შკალასთან შედარება. 6—8 მლ დიტიზონის დამატების შემდეგ თუ ექსტრაქტი უფრო წითელი ფერისაა, ვიდრე შკალის ბოლო სინჯარა, მაშინ ანალიზისათვის იღებენ ფილტრატის ნაკლებ რაოდენობას. წინააღმდეგ შემთხვევაში, როცა 1 მლ დიტიზონის დამა-

ტებისას მისი შეფერვა აღმოჩნდება უფრო მწვანე, ვიდრე სკალის მეორე სინჯარაში არსებული დიტიზონის ფერი, მაშინ ანალიზისათვის აღებული ფილტრატის მოცულობა საჭიროა გადიდდეს.

სანიმუშო ხსნარების სკალის მომზადებისათვის წონიან 3,933 გ ჭიმიურად სუფთა გადაკრისტალებულ $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, ხსნიან ორმაგ გამოხდილ წყალში და ხსნარის მოცულობა მიჰყავთ 1 ლიტრამდე. ასეთი ხსნარი შეიცავს 1 მგ Cu 1 მლ-ში. ამ ხსნარის 10 მლ-ს ორმაგი გამოხდილი წყლით აზავებენ 1 ლიტრამდე და ლებულობენ სანიმუშო ხსნარს, რომლის 1 მლ შეიცავს 0,01 მგ Cu . უკანასკნელ ხსნარს აზავებენ კიდევ 10 ჯერ და ლებულობენ სამუშაო სანიმუშო ხსნარს, რომელიც შეიცავს 1 მკგ Cu 1 მლ-ში. ამ ხსნარს იყენებენ სკალის მომზადებლად.

მილესილ საცობიან 7 სინჯარაში ათავსებენ 0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 მლ სანიმუშო ხსნარს, რომლებსაც შეესაბამება 0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 მკგ Cu . ამის შემდეგ სინჯარებში ამატებენ ორმაგ გამოხდილ წყალს იმ რაოდენობით, რომ თითოეულ სინჯარაში ხსნარის საერთო მოცულობა იყოს 5 მლ; ამატებენ 2 მლ კომპლექსურ ბუფერულ ხსნარს. ამოწმებენ pH და მიჰყავთ იგი 2,0-მდე. ბიურეტიდან ამატებენ 5 მლ დიტიზონის ხსნარს CCl_4 -ში. შემდეგ სინჯარებს დააზურავენ საცობებს და ძლიერ ანჯღრევენ 2 წუთის განმავლობაში, ვიდრე დიტიზონის ფერის შეცვლა არ შეწყდება.

ანალიზის შედეგების გამოანგარიშება წარმოებს შემდეგი ფორმულით:

$$X = \frac{a6b}{Hr} \cdot 2,$$

სადაც X — არის სპილენძის შემცველობა გრამობით 1 კგ ნიადაგზე.

a — სკალის დამოხვეულ სინჯარაში სპილენძის შემცველობა, მგ/მლ;

6 — ექსტრაქციისათვის დახარჯული დიტიზონის ხსნარის მოცულობა, მლ;

b — ფილტრატის მოცულობა, მლ;

H — საანალიზოდ აღებული ნიადაგის წონა გრამობით;

r — სპილენძის ექსტრაქციისათვის აღებული მეორე ფილტრატის მოცულობა, მლ;

2 — კოეფიციენტი, რომელიც კავშირშია საწყისი ხსნარის განზავებასთან.

ნიადაგი, რომელიც შეიცავს 0,3 მგ/კგ Cu 1,0 n HCl -ში — ძალზე ღარიბია; 0,3—1,5 შემცველობით — ღარიბი, 2—3 — შემცველობით — საშუალო, 4—7 შემცველობით — მდიდარი და 7-ზე ზევით — ძლიერ მდიდარია სპილენძით.

საჭირო რეაქტივები: 1. დიტიზონის ხსნარი. 0,01 გ დიტიზონს ათავსებენ გამყოფ ძაბრში და ხსნიან 50 მლ CCl_4 -ში, რისთვის-

საც ენერგიულად ანჯღრევენ 20 წუთის განმავლობაში. ამატებენ 50 მლ NH_4OH (1 : 20) და ანჯღრევენ, აყოვნებენ შრეების დასაცილებლად და ქვედა შრეს გადაღვრიან. წყალხსნარს ორ-სამჯერ რეცხავენ 5 — 10 მლ CCl_4 , ყოველთვის ენერგიულად შენჯღრევით და ფენების დასაცილებლად დაყოვნებით. CCl_4 -ით გარეცხვას აწარმოებენ მანამ. სანამ CCl_4 -ის ფენას არ ექნება მწვანე ფერი. შემდეგ ამატებენ 25 მლ 1,0 N HCl და დაახლოებით 50 მლ CCl_4 . ანჯღრევენ, ამ დროს დიტიზონი გადადის CCl_4 -ის შრეში, და აძლევს მას მწვანე ფერს. დიტიზონის ხსნარს CCl_4 -ში ფილტრავენ მშრალი ფილტრით მუქი ფერის მშრალ ქურქელში, CCl_4 -ით მიიყვანენ 1 ლიტრამდე. დიტიზონის დაახლოებითი კონცენტრაცია CCl_4 -ში უნდა იყოს 0,001%.

2. HCl -ის 1,0 N ხსნარი. 82 მლ კონცენტრირებულ HCl (კუთ. წ. 1,19) ორმაგი გამოხდილი წყლით განაზავებენ 1 ლიტრამდე. რადგან HCl ხშირად შეიცავს ჰპილენძის კვალს, სასურველია ხსნარის მოსამზადებლად გამოყენებული იქნას ორჯერ გადაღვნილი HCl . HCl -ის გადაღვნას აწარმოებენ მინის აპარატში მილესილთავიანი მაცივარით. შეეყვას გადასადენ კოლბში ათავსებენ 550 მლ HCl (კუთ. წ. 1,19) და 450 მლ გამოხდილ წყალს. გადაღვნილი შეეყვას კონცენტრაცია დაახლოებით 22%-ია. 1,0 N HCl -ის მოსამზადებლად 163,6 მლ ორჯერ გადაღვნილ HCl -ს ორმაგი გამოხდილი წყლით მიიყვანენ 1 ლიტრამდე.

3. კომპლექსური ბუფერული ხსნარი. 40 მლ ორმაგ გამოხდილ წყალში ხსნიან 15 გ მმარმეაგა ნატრიუმს, 7,5 გ ორჩანაცვლებულ ნატრიუმის ფოსფატს და 2,58 კალიუმის როდანიდს, შემდეგ ხსნარს შეამეავებენ კონცენტრირებული HCl -ით pH — 2,0-მდე. pH-ს ადგენენ ინდიკატორის ქაღალდის დახმარებით. ორმაგი გამოხდილი წყლით მიჰყავთ 100 მლ-მდე.

4. ფენოლფტალეინი. 1 გ ფენოლფტალეინს ხსნიან 100 მლ ეთილის სპირტში.

5. ამიაკი; ასუფთავებენ ისე, როგორც ეს მითითებულია 400 გვერდზე.

გაცვლითი თუთიის განსაზღვრა რინკისის მეთოდით

5 გ ნიადაგს ან 2,5 გ ტორფს ათავსებენ 100 მლ მოცულობის კოლბაში, პიპეტით ამატებენ დიტიზონით გასუფთავებულ 50 მლ 1 N კალიუმის ქლორიდს და ანჯღრევენ 1 საათის განმავლობაში. ხსნარს ფილტრავენ მშრალი ფილტრით, რომელიც წინასწარ გასუფთავე-

ბულია თუთიის კვალისაგან $1 n$ HCl-ით და ორმაგი გამოხდილი წყლით ჩარეცხვით.

მილესილსაცობიან სინჯარაში პიპეტით ათავსებენ 5 მლ ხსნარს (ფილტრატს), ამატებენ 2 მლ კომპლექსურ ბუფერულ ხსნარს და ანჯღრევენ. ხსნარის pH უნდა იყოს 5—5,5-ის ფარგლებში. pH-ს ამოწმებენ სინჯარის საცობთან ინდიკატორული ქაღალდის ვიწრო ზოლის შეხებით. უმეტეს შემთხვევაში აუცილებელი რეაქცია მყარდება ბუფერის დამატებით; თუკი შემოწმებისას აღმოჩნდება, რომ pH განსხვავებულია სასურველი სიდიდისაგან, აუცილებელია HCl-ის ან NH_4OH -ის დამატება.

თუთიას საზღვრავენ დიტიზონთან მისი კომპლექსის სახით. ბიურეტიდან სინჯარაში ამატებენ 1,0 მლ დიტიზონს, ახურავენ სინჯარას საცობს და ენერგიულად ანჯღრევენ 20—30 წამის განმავლობაში. აყოვნებენ შრეების დასაცილებლად და დიტიზონიანი ექსტრაქტის ფერს ადარებენ სტანდარტულ სინჯარულ სკალასთან. თუკი ექსტრაქტი უფრო წითელი ფერისაა, ვიდრე სტანდარტული სკალის ბოლო სინჯარა, ამატებენ კიდევ 1,0 მლ დიტიზონს და კვლავ ანჯღრევენ, რის შემდეგ ადარებენ სკალასთან. თუკი 6 — 8 მლ დიტიზონის დამატების შემთხვევაშიც ექსტრაქტი აღმოჩნდება უფრო წითელი, ვიდრე სკალის ბოლო სინჯარა, ანალიზი საჭიროა განმეორდეს ფილტრატის ნაკლები რაოდენობით. წინააღმდეგ შემთხვევაში, თუკი 1,0 მლ დიტიზონის შემთხვევაში შეფერვა იქნება უფრო მწვანე, ვიდრე სკალის მეორე სინჯარაში არსებული დიტიზონის ხსნარი, მაშინ საჭიროა ანალიზის განმეორება, აღებული უნდა იქნას ფილტრატის მეტი რაოდენობა.

სანიმუშო ხსნარების სკალის მოსამზადებლად 0,1 გ ქიმიურად სუფთა მეტალურ თუთიას ხსნიან 50 მლ ორმაგ გამოხდილ წყალში, რომელიც შემთავებულია 1 მლ კონცენტრირებული გოგირდის მჟავით, ხსნარის მოცულობა ორმაგი გამოხდილი წყლით მიჰყავთ 1 ლიტრამდე. ეს ხსნარი შეიცავს 0,1 მკ Zn 1 მლ-ში. ამ ხსნარიდან იღებენ 5 მლ-ს და ორმაგი გამოხდილი წყლით მიჰყავთ 1 ლიტრამდე.

მილესილსაცობიან 7 სინჯარაში ათავსებენ სანიმუშო ხსნარის 0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,07 მლ-ს (რაც შეესაბამება 0; 0,25; 0,5; 0,75; 1,0; 1,25; 1,5 მკგ — Zn). ამის შემდეგ სინჯარაში ამატებენ ორმაგ გამოხდილ წყალს ისე, რომ ხსნარის საერთო მოცულობა შეადგენდეს 5 მლ-ს, ამატებენ 2 მლ კომპლექსურ ბუფერულ ხსნარს,

5 მლ დიტიზონს და ანჯღრევენ 30 წამის განმავლობაში. საკვლევი ხსნარების შეფერვას ადარებენ სტანდარტულ სკალას.

ანალიზის შედეგების გამოანგარიშებას აწარმოებენ შემდეგი ფორმულით:

$$X = \frac{a \cdot b \cdot b}{H \cdot r}$$

სადაც X არის თუთიის, რაოდენობა 1 კგ ნიადაგზე, მგ-ში;

a — თუთიის შემცველობა სკალის იმ სინჯარაში, რომელსაც დაემთხვა საანალიზო ხსნარის შეფერვა, მკგ/მლ;

b — ექსტრაქციისათვის დახარჯული დიტიზონის ხსნარის მოცულობა, მლ-ში;

b — საწყისი ხსნარის ანუ ფილტრატის მოცულობა, მლ-ში;

H — ნიადაგის წონაკი, გ-ში;

r — თუთიის ექსტრაქციისათვის აღებული ხსნარის მოცულობა, მლ-ში.

ნიადაგი, რომელიც შეიცავს $< 0,2$ მგ/კგ Zn 1,0 n KCl -ში — ითვლება ძლიერ ღარიბ ნიადაგად; 0,2—1,0 მგ/კგ Zn -ის შემცველობისას — ღარიბად, 2—3 — შემცველობისას — საშუალოდ, 4—5 შემცველობისას — მდიდარ, ხოლო 5-ზე მაღლა შემცველობისას თუთით ძლიერ მდიდარ ნიადაგად.

ს ა ჭ ი რ ო რ ე ა ქ ტ ი ვ ე ბ ი: 1. დიტიზონის ხსნარი მზადდება ისევე როგორც სპალიენდის განსაზღვრის შემთხვევაში.

2. KCl -ის 1,0 n ხსნარი. 75 გ KCl ხსნიან ორმაგ გამოხდილ წყალში და მიჰყავთ 1 ლიტრაზე. ხსნარის pH მიჰყავთ 5-მდე და ასუფთავებენ მას მიკროელემენტების კვალისაგან დიტიზონის ხსნარით, რისთვისაც KCl -ის ხსნარი გადააქვთ დიდ გამყოფ ძაბრში, ამატებენ დიტიზონის მცირე რაოდენობას და ძლიერ ანჯღრევენ, აყოვნებენ შრეების დასაცილებლად და ქვედა შრეს გადაღვრიან. დიტიზონით გარეცხვას აგრძელებენ მანამ, სანამ დიტიზონი არ შეწყვეტს თავისი ფერის შეცვლას. შემდეგ ამატებენ ოთხჯლორიან ნახშირბადს და KCl -ის ხსნარს რეცხავენ მანამ, სანამ ოთხჯლორიანი ნახშირბადი არ დარჩება უფერული.

3. კომპლექსური ბუფერული ხსნარი. 50 გ ნატრიუმის აცეტატს ხსნიან ორმაგ გამოხდილ წყალში, ხსნარის pH მიჰყავთ 5,5—6,0-მდე 1,0 n HCl -ის დამატებით, ამავე ხსნარში ხსნიან 40 გ ჰიპოსულფიტს, ხსნარის მოცულობა ორმაგი განოხდილი წყლით მიჰყავთ 200 მლ-მდე და ასუფთავებენ დიტიზონის ხსნარით ისევე, როგორც ეს აღწერილია KCl -ის გასუფთავებისას.

**გაცვლითი თუთიის განსაზღვრა ხსნარში ძმარმჟავა
ამონიუმის გამოყენებით, საბოლოო მისი განსაზღვრით
რინკისის მიხედვით**

კალიუმის ქლორიდის ხსნარი უეარგისია გაცვლითი თუთიის განსაზღვრისათვის კარბონატულ ნიადაგებში, რომელთათვისაც შეიძლება გამოყენებული იქნას გაცვლითი თუთიის გამოძეება ძმარმჟავა ამონიუმის ბუფერული ხსნარით. (pH—4,8).

5 გ ნიადაგს ათავსებენ 100 მლ მოცულობის კვარცის კოლბში, ამატებენ 50 მლ ძმარმჟავა ამონიუმს (pH—4,8) და ანჯღრევენ 1 საათის განმავლობაში, ფილტრავენ მშრალი ფილტრით. ფილტრს წინასწარ ასუფთავებენ თუთიის კვალისაგან განზავებული მარილმჟავით და ორმაგი გამოხდილი წყლით გარეცხვით, რის შემდეგ აშრობენ. მიღებულ ხსნარში თუთიას საზღვრავენ მისი დიტიზონატის ფორმით, ისე როგორც ეს აღწერილია რინკისის მეთოდში.

საკვირო რეაქტივები: 1. ძმარმჟავა ამონიუმი (pH—4,8). 108 მლ ძმარმჟავას (99%-იანი) ორმაგი გამოხდილი წყლით აზავებენ დაახლოებით 700—800 მლ-მდე, ამატებენ 75 მლ 25%-იან ამიაკს, შეუარევენ და ორმაგი გამოხდილი წყლით მიჰყავთ 1 ლიტრამდე, ამოწმებენ მიღებული ხსნარის pH-ს და ამიაკით ან ძმარმჟავით მიჰყავთ ის 4,8-მდე. pH-ის დაყენება სასურველია მინის ელექტროდის გამოყენებით.

ძმარმჟავა და ამონიაკი, რომელნიც გამოყენებული არიან ძმარმჟავა ამონიუმის დამზადებისათვის, წინასწარ გასუფთავებული უნდა იყვნენ მიკროელემენტების კვალისაგან. ძმარმჟავას გადადენიან მინის აპარატში მილესილთავიანი მაცივრით. გადადენისას ძმარმჟავას ამატებენ მცირე რაოდენობით უწყლო ძმარმჟავა ნატრიუმს. გადადენილი ძმარმჟავას კონცენტრაციას ამოწმებენ მისი ხვედრითი წონის მიხედვით.

ამიაკს ასუფთავებენ ისე, როგორც ეს აღწერილია 400 გვერდზე.

მომრავი კოხალტის განსაზღვრა რინკისის მეთოდით

10 გ ნიადაგს ან 5 გ ტორფს ათავსებენ მილესილსაცობიან კონუსურ კოლბში, პიპეტით ამატებენ 100 მლ 1,0 n HNO₃ და ანჯღრევენ 1 საათის განმავლობაში. ხსნარს ფილტრავენ მშრალი დაკეცილი ფილტრით. პიპეტით იღებენ 25 მლ ფილტრატს და ათავსებენ ცეცხლგამძლე ფართოყელიან კოლბში, ამატებენ 1 მლ კონცენტრირებულ HNO₃, 1 მლ 30%-იან H₂O₂ და აორთქლებენ ამოშრობამდე. HNO₃ და H₂O₂-ით დამუშავებას იმეორებდნენ კიდევ ერთხელ.

მშრალი ნაშთის გასახსნელად ამატებენ 10 წვეთ კონცენტრირებულ HNO_3 და 10 წვეთ H_2O_2 , შემდეგ აცხელებენ საჯახეს, აორთქლებენ 4—5 წვეთ მოცულობამდე და მაშინვე ამატებენ 6 მლ ორმაგ გამოხდილ წყალს. ცხელ ხსნარს ამატებენ 1—2 წვეთ KMnO_4 -ის 2%-იან ხსნარს. შემდეგ ამატებენ 0,2 გ ლიმონმჟავა ნატრიუმს და 0,3—0,5 გ ძმარმჟავა ნატრიუმს და აცხელებენ აღუღებაძდე. ინდიკატორული ქაღალდის გამოყენებით ამოწმებენ ხსნარის pH-ს და ძმარმჟავა ნატრიუმის დამატებით მიჰყავთ ის 5,5-მდე. შემდეგ პიპეტით ამატებენ 1 მლ ნიტროზო — R — მარილის 0,05%-იან ხსნარს და მიჰყავთ აღუღებაძდე. თუკი საანალიზო ხსნარი ამ დროს ძლიერ გაწითლდება, საჭიროა დაემატოს კიდევ 1 მლ ნიტროზო — R — მარილი, 5 მლ ორმაგი გამოხდილი წყალი და კვლავ გაცხელდეს აღუღებაძდე. თუკი ხსნარს მაინც ექნება წითელი ფერი, საჭიროა ანალიზის განმეორება, საწყისი ხსნარის მცირე რაოდენობით აღებით. 30—40°-მდე ხსნარის გაცივების შემდეგ ამატებენ 2 მლ ნარევის $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{HNO}_3$. შემდეგ ხსნარი გადააქვთ დაყალიბებულ სინჯარაში და ორმაგი გამოხდილი წყლით აზავებენ იმ ანგარიშით, რომ 1 მლ ნიტროზო — R მარილის 0,05%-იანი ხსნარი მოდიოდეს 10 მლ ხსნარზე. მიღებულ ფერს ადარებენ სინჯარულ სკალასთან.

სანიმუშო ხსნარების სკალას მოსამზადებლად ქიმიურად სუფთა, გადაკრისტალბულ $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ გამოწვევენ მუფელში 500—600° ტემპერატურაზე. შემდეგ 0,263 გ გამომწვარ CoSO_4 -ს ხსნიან ორმაგ გამოხდილ წყალში, რომელიც შეიცავს 2 მლ კონცენტრირებულ H_2SO_4 და გამოხდილი წყლით მიჰყავთ 1 ლიტრამდე. მომზადებული ხსნარი შეიცავს 100 მკგ Co 1 მლ-ში; სამუშაო ხსნარს ამზადებენ ამ გამოსავალი ხსნარის განზავევით 10 ჯერ. სკალის მოსამზადებლად 10 ცალ 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში ათავსებენ 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 7,0; 8,0; 9,0; მლ განზავებულ ხსნარს, რომლის 1 მლ შეიცავს 10 მკგ Co. ამატებენ დაახლოებით 50 მლ-მდე ორმაგ გამოხდილ წყალს, 2 გ ლიმონმჟავა ნატრიუმს, 2 გ ძმარმჟავა ნატრიუმს, პიპეტით ამატებენ 10 მლ ნიტროზო — R — მარილის 0,05%-იან ხსნარს და აცხელებენ აღუღებაძდე. აცივებენ 30—40°-მდე, ამატებენ 5 მლ ნარევის $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{HNO}_3$ და ორმაგი გამოხდილი წყლით მიჰყავთ 100 მლ-მდე. მიღებული სკალა, თუკი ის ინახება ბნელ ადგილას, ვარგისია რამდენიმე დღის განმავლობაში. კოლორიმეტრიკების დროს, სკალის მოსამზადებლად, ხსნარის ნაწილი გადააქვთ დაყალიბებულ სინჯარებში.

ანალიზის შედეგების გამოანგარიშებას აწარმოებენ შემდეგი ფორმულით:

$$X = \frac{a \cdot n}{b},$$

სადაც X არის კობალტის შემცველობა 1 კგ ნიადაგზე, მგ-ში;
 a — კობალტის შემცველობა სკალის იმ სინჯარაში, რომელსაც დაემთხვა საანალიზო ხსნარის ფერი, მკგ/მლ;
 n — გასაკოლორიმეტრირებელი ხსნარის მოცულობა, მლ;
 b — კობალტის განსაზღვრისათვის აღებული ფილტრატის მოცულობის შესაბამის ნიადაგის წონა.

ნიადაგი, რომელიც შეიცავს $< 0,2$ მკგ/კგ Co $1,0 n$ HNO_3 -ის ხსნარში — ძლიერ ღარიბია, $0,2—1,0$ — შემცველობისას — ღარიბი; $1,5—3,0$ შემცველობისას — საშუალო; $4—5$ შემცველობისას მდიდარი; 5 -ზე მაღლა შემცველობისას — ძალიან მდიდარია კობალტით.

ს ა ქ ი რ ო რ ე ა ქ ტ ი ე ვ ე ბ ი: 1. HNO_3 -ის $1,0 n$ ხსნარი. $66,2$ მლ კონცენტრირებული HNO_3 (კუთ. წ. $1,40$) ორმაგი გამოხდილი წყლით მიჰყავთ 1 ლიტრამდე.

2. $KMnO_4$ -ის 2% იანი ხსნარი; $2,0$ გ $KMnO_4$ -ს ხსნიან და მიჰყავთ 100 მლ-მდე ორმაგი გამოხდილი წყლით.

3. ნიტროზო — R — მარილის $0,05\%$ იანი ხსნარი. $0,1$ გრამ ნიტროზო — R — მარილს ხსნიან და მიჰყავთ 200 მლ-მდე ორმაგი გამოხდილი წყლით.

4. $H_3PO_4 + HNO_3$ -ის ნარევი. 5 ნაწილ 85% იან H_3PO_4 ურევენ 1 ნაწილ კონცენტრირებულ HNO_3 -თან.

5. ლიმონმჟავა ნატრიუმი — მარილი.

6. მმარმჟავა ნატრიუმი — მარილი.

მოლიბდენის და მანგანუმის განსაზღვრის მეთოდები

საერთო მოლიბდენის კოლორიმეტრული განსაზღვრა ღოზრიცაიას მეთოდით

1 მმ დიამეტრის მქონე ნასვრეტებიან საცერში გატარებულ ნიადაგს ნიმუშს გასრესენ აგატის როდინში ჰუდრის მდგომარეობამდე. წონიან 1 გრამ ნიადაგს (ქვიშნარ ნიადაგს — 2 გრამს), გადაიტანენ პლატინის ჯამში, რომელსაც ათავსებენ ელექტრო მუფელის ლუმელში და გამოწვავენ $450—500^{\circ}C$ ტემპერატურის პირობებში $2—3$ საათის განმავლობაში. ჯამს გამოწვარი ნიადაგით აცივებენ, ამატებენ

1 მლ ორმაგ გამოხდილ წყალს, 0,5 მლ კონცენტრირებულ გოგირდის მჟავას და 20 მლ ფტორწყალბადის მჟავას (HF), ნიადაგის მინერალური ნაწილის დასაშლელად დგამენ დახურულ ეტერნიტულ ელექტროქურაზე და აორთქლებენ SO_2 -ის თეთრი ორთქლის გამოყოფამდე. ნიადაგის ასეთ დამუშავებას იმეორებენ კიდევ ერთხელ, 0,5 მლ H_2SO_4 -ის და 10 მლ HF-ის დამატებით. როდესაც ჯამის შიგთავსი აორთქლდება ამოშრობამდე, ნაშთს ფრთხილად გამოწვავენ გახქურის სუსტ ალზე (1—2 წუთი). HF-ის და SO_2 -ის სრულ მოშორებამდე. ნაშთს ამატებენ 10 მლ გადაღენილ 22%-იან HCl (ხვ. წ. 1,1) და აცხელებენ იგივე ქურაზე 5—10 წუთს ნაშთის სრულ გახსნამდე. ამატებენ 10—15 მლ ცხელ წყალს და ფილტრავენ თეთრი ზოლიანი ფილტრით. ფილტრს ნაშთით ჩარეცხავენ ცხელი წყლით, რომელიც შემქავებულია HCl-ით (2 მლ HCl 100 მლ წყალზე); ჩარეცხვას აგრძელებენ KSCN-თან Fe^{3+} -ის უარყოფით რეაქციამდე და ფილტრატს აორთქლებენ ამოშრობამდე იგივე კოლბში, რომელშიც მოხდა ჩაფილტვრა. მშრალ ნაშთს ხსნიან 11 მლ 22%-იან HCl-ში და გაფილტვრის გარეშე გადაიტანენ მცირე რაოდენობის წყლის დახმარებით 50 მლ მოცულობის საზომ კოლბში. ამატებენ 10 მლ ნატრიუმის ფტორიდის 4%-იან ხსნარს (ტიტანის, ქრომის და ნაწილობრივ რკინის შესაბოქად კომპლექსში). შეურევენ, ამატებენ 4 მლ NaNO_3 -ის 20%-იან ხსნარს (მოლიბდენ — როდანიის კომპლექსის ფერის სტაბილურობისათვის და მისი ინტენსივობის გადიდებისათვის), კვალვ შეურევენ და ორმაგი გამოხდილი წყლით მიიყვანენ 50 მლ-მდე. კოლბის შიგთავსი გადააქეთ 100—120 მლ მოცულობის გამყოფ ძაბრში, ამატებენ 3 მლ KSCN-ის 20%-იან ხსნარს, კარგად შეურევენ, შემდეგ ამატებენ 2 მლ SnCl_2 -ის 10%-იან ხსნარს (თუკი ნიადაგში რკინის შემცველობა დიდია, მაშინ ამატებენ 4 მლ-მდე SnCl_2 -ის ხსნარს) მოლიბდენის აღსადგენად ექვს ვალენტიანიდან ხუთ ვალენტოვანში და რკინის აღსადგენად ორვალენტოვან მდგომარეობამდე, კვალვ შეურევენ კარგად, ძაბრის შენჯღრევით. Fe^{3+} -ის აღდგენის შედეგად (შებოქილია $\text{Fe}(\text{SCN})_3$ -ში) წითელი ფერის გაქრობის შენდეგ, ამატებენ 15 მლ იზოამილის სპირტს, დამუშავებულს KSCN და SnCl_2 -ით და 1 წუთის განმავლობაში გამყოფი ძაბრის ენერგიული ნჯღრევით გამოყოფენ მოლიბდენ-როდანიდის კომპლექსს.

შენიშვნა: ზოგჯერ, ქლორიანი კალით აღდგენის შემდეგ ხსნარი შეფერადებულია ქარვისფრად. ასეთ შემთხვევაში ექსტრაქციის წინ უნდა დაემატოს 2 მლ 10%-იანი ორთოფოსფორის მჟავა, კარგად შენჯღრავს, შემდეგ დაემატოს 0,5—1 მლ კალა და შემდეგ უკვე იზოამილის სპირტი.

ფაზების დაყოფის შემდეგ წყლის შრეს გადმოასხამენ და გადაღვრიან, ხოლო ძაბრში დარჩენილ ექსტრაქტს ამატებენ 25 მლ ახლად მომზადებულ SnCl_2 -ის ხსნარს (1—2 მლ კალას 10%-იან ხსნარს გამოყენების წინ აზავებენ ორმაგი გამოხდილი წყლით 25-მდე) რკინით გამოწვეული ვარდისფერის გასაქრობად, რკინა შეიძლება ნაწილობრივ დაიყვანოს იზოამილის სპირტში ჰაერის ჟანგბადის თანააქსებობისას. ექსტრაქტს კარგად ანჯღრევენ კალას ხსნართან ერთად. ვარდისფერის გაქრობისა და ფაზების დაყოფის შემდეგ წყლის ფაზას მოაშორებენ, ძაბრში ექსტრაქტთან ერთად ტოვებენ წყლას ფაზის მხოლოდ 1—2 მლ-ს. იზოამილის ექსტრაქტს წყლის ფაზის ნარჩენთან ერთად გადაიტანენ ცენტრიფუგის სინჯარაში და აცენტრიფუგირებენ სამედიცინო ცენტრიფუგზე 3—5 წუთს. ცენტრიფუგის უქონლობის შემთხვევაში სიმღვრივის გაქრობისათვის ექსტრაქტს წვეთობით ამატებენ 1 მლ ეთილის სპირტს. გამკვირვალე ექსტრაქტი, რომელსაც სუსტი ნარინჯისფერ-ყვითელი შეფერვა აქვს, გადააქვთ ფოტოელექტროკოლორიმეტრის კიუვეტში (3 სმ) და ექსტრაქტის დაწყებიდან 10—15 წუთის შემდეგ აკოლორიმეტრირებენ მოლურჯო-მომწვანო ან ლურჯი შუქფილტრით $\Phi\Xi K - H - 57$ -ზე (ტალის სიგრძე 475—495 მმ).

შესადარებელი ხსნარის სახით იყენებენ იზოამილის სპირტს, რომელიც გაჯერებულია კალით და როდანიდით.

ათვლას აწარმოებენ მარჯვენა ბარაბანით შავი სკალის მიხედვით. ანათვალს ამოწმებენ ორ-სამჯერ და ჩაიწერენ საშუალო მაჩვენებელს. საკვლევ ნიმუშში, მოლიბდენის შემცველობას ანგარიშობენ მრუდის მიხედვით, რომელიც აგებულია მოლიბდენის სტანდარტული ხსნარების ფოტოელექტროკოლორიმეტრირების შედეგების მიხედვით. სტანდარტულ ხსნარებს ამზადებენ ისევე, როგორც საკვლევ ხსნარებს. ნიადაგის ნიმუშებში მოლიბდენის განსაზღვრასთან ერთად აწარმოებენ საკონტროლო ცდას ყველა გამოყენებულ რეაქტივებზე.

საკვლევ ნიმუშებში ჩატარებული განსაზღვრის შედეგებიდან აკლებენ საკონტროლო ცდის შედეგებს.

სტანდარტული ხსნარების სკალას ამზადებენ შემდეგნაირად: მოლიბდენის სტანდარტული ხსნარიდან (იხ. რეაქტივების მომზადება) ორმაგი გამოხდილი წყლით მისი განზავების გზით ღებულობენ ხსნარს, რომელიც შეიცავს 1 მკგ მოლიბდენს 1 მლ-ში ($1 \cdot 10^{-6}$ გ Mo). 50 მლ მოცულობის საზომ კოლებებში გადააქვთ 1, 2, 3, 4, 5, 6, მლ მომზადებული სტანდარტული სამუშაო ხსნარი. ყოველ კოლბში ამატებენ 11 მლ 22%-იან HCl , 5 მლ FeCl_3 -ის ხსნარს, რომელიც შეიცავს 1 მგ/მლ Fe , 10 მლ NaF -ის 4%-იან ხსნარს და 4 მლ NaNO_3 -ის 20%-იან ხსნარს (ყოველი რეაქტივის დამატების შემდეგ საჭიროა

კოლბის შიგთავსის კარგი შენჯღრევად). შემდეგ, ხსნარები, ორმაგი გამოხდილი წყლით მიჰყავთ 50 მლ-მდე. ყველა შემდგომ ოპერაციებს ატარებენ ისე, როგორც ეს აღწერილია ზემოთ. მიღებული ანათვლებით აგებენ მრუდს, აბსცისთა ღერძზე გადათვლიან მოლიბდენის რაოდენობას (მკგ-ში), ხოლო ორდინატთა ღერძზე—ფოტოკოლორიმეტრზე მიღებულ შესაბამის ანათვლებს. გადაკვეთის წერტილებს აერთებენ სწორი ხაზით და მიღებული გრაფიკის მიხედვით საზღვრავენ მოლიბდენის რაოდენობას საკვლევი ნიმუშებში.

საკვირო რეაქტივები: 1. FeCl_3 . წონიან 4,84 გ ქლორიან რკინას და ხსნიან ორმაგ გამოხდილ წყალში. შეამყავებენ 10 მლ 22%-იანი HCl -ით, რათა თავიდან აიცილონ რკინის მარილების ჰიდროლიზი და წყლით მიჰყავთ 1 ლიტრამდე. ასეთი ხსნარი უნდა შეიცავდეს 1 მგ/მლ რკინას. რკინის ნამდვილი შემცველობის დასადგენად მას ლექავენ ჩვეულებრივი ამიანური წესით, ნალექს გამოწევენ და წონიან. ნალექის წონის მიხედვით ანგარიშობენ რკინის შემცველობას ხსნარში.

2. HCl -ის 22%-იანი ხსნარი. 550 მლ კონცენტრირებული HCl -ის და 450 მლ ორმაგი გამოხდილი წყლის ნარევეს გადადენიან მინის გადასადენ აპარატში. აგროვებენ 500 მლ გადადენილ HCl : მიღებულ მჟავას ჩვეულებრივად აქვს კუთ. წ. 1,1, რაც შეესაბამება მოცულობის მიხედვით 22%-იან კონცენტრაციას.

3. NaNO_3 -ის 20%-იანი ხსნარი. 20 გრამ მარილს ხსნიან წყალში, ფილტრავენ და მიჰყავთ 100 მლ-მდე.

4. KSCN -ის 20%-იანი ხსნარი. 20 გრამ მარილს ხსნიან წყალში, ფილტრავენ, მიჰყავთ 100 მლ-მდე.

5. SnCl_2 -ის 10%-იანი ხსნარი. 5,3 გ მეტალურ კალას გაცხელებით ხსნიან 20 მლ 22%-იან HCl -ში და გაცივების შემდეგ მოცულობა მიჰყავთ 100 მლ-მდე. უკეთ გახსნისათვის, მეტალურ კალას ჯერ ალღობენ ფაიფურის ჯამში ქურაზე და სწრაფად გასრესენ ფაიფურის სანაყით წვრილი, რუხი ფერის ფხენილის მიღებამდე, რისგანაც შემდეგ იღებენ ზუსტ წონაქს. SnCl_2 -ის ხსნარს ამზადებენ ყოველდღიურად, გამოყენების წინ.

100 მლ იზომილის სპირტის გაჯერებისათვის ცალკე ხსნიან 1 გრამ მეტალურ კალას HCl -ში, აორთქლებენ დაკრისტალებამდე, ხსნიან 5 მლ 22%-იან HCl -ში და იყენებენ 5 მლ KSCN -ის 20%-იან ხსნართან ერთად გაჯერებისათვის.

SnCl_2 -ის ქიმიურად სუფთა მარილის არსებობის შემთხვევაში, შეიძლება კალას ხსნარის მისგან (SnCl_2 -ის მარილი) მომზადება. ამისათვის 10 გ მარილს ხსნიან გაცხელებით 20 მლ 22%-იან HCl -ში,

შემდეგ დანის წვერით ამატებენ მეტალურ კალას, ახურავენ პატარა ძაბრს და ადუღებენ 5—10 წუთს. მიჰყავთ წყლით 100 მლ-მდე.

6. ორმაგი გამოხდილი წყალი. ამზადებენ ჩვეულებრივი გამოხდილი წყლის გადადენით მინის გადასადენ აპარატში.

7. NaF-ის 4%-იანი ხსნარი. 4 გ ნატრიუმის ფტორიდს ხსნიან გაცხელების პირობებში წყალში, ფილტრავენ, მიჰყავთ წყლით 100 მლ-მდე.

8. $Pb(CH_3COO)_2 \cdot 3H_2O$ -ს 4%-იანი ხსნარი. წონიან 4 გ ტყვიის აცეტატს და ხსნიან წყალში, ფილტრავენ, მიჰყავთ 100 მლ-მდე. (ხსნარი მომწამვლელია!).

9. NH_4NO_3 -ის 5%-იანი ხსნარი. 5 გ ამონიუმის ნიტრატს ხსნიან წყალში, ფილტრავენ, ხსნარის მოცულობა მიჰყავთ 100 მლ-მდე.

10. HF, ქიმიურად სუფთა. ფტორწყალბადის მჟავით მუშაობა საპიროა კარგი ამწოვის ქვეშ, რეზინის ხელთათმანებით; დასხმა რეკომენდებულია მოპარაფინებული ქიქით.

11. H_3PO_4 -ის 10%-იანი ხსნარი. 10 მლ ორთოფოსფორის მჟავას ხსნიან წყალში, ამატებენ 5 მლ $SnCl_2$ -ის 10%-იან ხსნარს და მიჰყავთ წყლით 100 მლ-მდე.

12. იზოამილის სპირტი. 100 მლ სპირტს ანჭლრევენ გამყოფ ძაბრში 5 მლ $KSCN$ 20%-იან ხსნართან და 1 გ მეტალურ კალასთან ერთად, რომელიც გახსნილია 5 მლ HCl -ში (როგორც ზემოთაა აღწერილი), და წყლის ფაზის სრული მოცილებისათვის აცენტრიფუგირებენ 5 წუთს. იზოამილის სპირტის გამკვირვალე შრეს გადაიტანენ მილენსილსაცობიან მინის ჭურჭელში და იყენებენ იმავე დღეს მოლიბდენის ექსტრაქციისათვის.

13. მოლიბდენის სტანდარტული ხსნარი. სუფთა მოლიბდენმჟავა ამონიუმის მილებისათვის შას გადააკრისტალებენ კონცენტრირებულ ამიაკში გახსნით ხანგრძლივი გაცხელებით (ხსნარს ყოველთვის უნდა ქონდეს ტუტე რეაქცია). გაციების შემდეგ კი ამონიუმის მოლიბდატს დალექავენ ეთილის სპირტით. ნალექს აშრობენ ფილტრის ქაღალდებს შორის. მოლიბდენის სტანდარტული სამარაგო ხსნარის მომზადებისათვის ამ მოლიბდატის 5—6 გრამს გამოწვავენ მუფელის ლუმელში $450—480^{\circ}$ -ზე 40 წუთის განმავლობაში; წონიან მიღებული MoO_3 -ის 1,5 გრამს, ხსნიან 10 მლ $1n NaOH$ -ის ხსნარში, ამატებენ 5 მლ კონცენტრირებულ HCl , ორმაგი გამოხდილი წყლით მიჰყავთ 1 ლიტრამდე. ამ ხსნარის 1 მლ უნდა შეიცავდეს 1 მგ მოლიბდენს. სამუშაო ხსნარს ღებულობენ შესაბამისი განზავებით წყლით. მოლიბდენის სამარაგო სტანდარტული ხსნარის ზუსტი ნორმალობის დადგენისათვის მისგან იღებენ ორ სინჯს, თითოეულს 20 მლ რაოდენობით, შეამჯავებენ 5 მლ ძმარმჟავას 10%-იანი ხსნარით, ანზავებენ

წყლით 100 მლ-მდე, აცხელებენ 90°-მდე, ამატებენ 3 მლ NH_4NO_3 -ის 5%-იანი ხსნარით და ფრთხილად ამატებენ ძმარქვევა ტყვიის 4%-იან ხსნარს PbMoO_4 -ის სრულ დალექვამდე, შემდეგ ამატებენ მის ოდნავ ჰარბ რაოდენობას და ფილტრავენ ლურჯხოხარიან ფილტრში. ფილტრს, მასზე დარჩენილი ნალექით აშრობენ, გამოწევენ 450—480° ტემპერატურაზე 30 წუთის განმავლობაში და ნალექს წონიან. ნალექის წონას ამრავლებენ 0,2614 და ანგარიშობენ მოლიბდენის ზუსტ შემცველობას სამარაგო სტანდარტული ხსნარის 1 მლ-ში.

საერთო მოლიბდენის განსაზღვრა რინკისის მეთოდით

1—2 გ ნიადაგს ათავსებენ 100 მლ მოცულობის ფართოყელიან ცეცხლგამძლე კოლბში და აშრობენ ელქურის სუსტი გაცხელებით მანამ, სანამ კოლბის კედლებზე არ გაქრება წყლის წვეთები. შემდეგ აძლიერებენ გაცხელებას და ამწოვის ქვეშ ეანგავენ ორგანულ ნივთიერებას აზოტის მქაფას ორთქლით, რომელიც კოლბში შედის გამომყვანი მილით. ამ შემთხვევაში მილის ბოლო ნიადაგის ზედაპირიდან დაცილებული უნდა იყოს 1—1,5 სმ-ით. როცა ნიადაგი გახდება ღია ფერის, გაცხეების შემდეგ კოლბში ნიადაგის ყოველ ერთ გრამ წონაზე ანგარიშით ამატებენ კედლის ჩაყოლებით: 1,5 მლ კონცენტრირებულ აზოტის მქაფას; 0,5 მლ 30%-იან H_2O_2 და თითო მილიტრ კონცენტრირებულ გოგირდის მქაფას. კოლბს ფრთხილად აცხელებენ SO_3 -ის ორთქლის გამოყოფამდე და შემდეგ, გაცხელების მომატებით, აორთქლებენ ამოშრობამდე. თუკი მშრალი გაცივებული ნაშთი სავსებით თეთრი ან ოდნავ მოყვითალოა (ნიმუშში ბევრია რკინა), მაშინ მიმართავენ მიღებული მარილების გახსნას. თუკი ნაშთი მუქი ფერისაა, მაშინ დაშლის პროცესს იმეორებენ. ამისათვის, ამატებენ 1 მლ კონცენტრირებულ HCl -ს, 1 მლ H_2O_2 და 0,5 მლ კონცენტრირებულ H_2SO_4 . კოლბის შიგთავსს აორთქლებენ ამოშრობამდე. მარილების გახსნისათვის ყოველ 1 გრამ ნიადაგზე ამატებენ 1 მლ HCl , ფრთხილად აცხელებენ, ამატებენ 5 მლ წყალს და მიკვავთ ადუღებამდე. ხსნარს ფილტრავენ დეკანტაციის წესით, კოლბში ნაშთს ამატებენ HCl -ით შემკვებულ (1:100) 5—10 მლ წყალს და აცხელებენ, ფილტრავენ და ასე აგრძელებენ წყლის მორიგი უღუფის გაუფერულებამდე. კოლბში ნაშთს კვლავ ამატებენ 0,5 მლ კონცენტრირებულ HCl -ს, აცხელებენ, ამატებენ წყალს, ფილტრავენ და დასასრულს კოლბს და ფილტრს ორ-სამჯერ ჩაარეცხავენ ცხელი შემკვებელი წყლით. ფილტრატს აორთქლებენ 30—40 მლ-მდე, გადაიტანენ გამყოფ ძაბრში, ამატებენ ხსნარის ყოველ 10 მლ-ზე 0,5 მლ კონცენტრირებულ HCl -ს, 1 მლ KSCN -ის 10%-იან ხსნარს და ანჯ-

ლრევენ. თუკი ხსნარი შეფერადებულია მკრთალად, ნაშინ ყოველ 10 მლ მოცულობაზე ამატებენ 2 წვეთ FeCl_3 -ის 5%-იან ხსნარს. შემდეგ ხსნარის ყოველ 10 მლ-ზე ამატებენ 1 მლ SnCl_2 -ის 10%-იან ხსნარს და ანჭლრევენ. გაუფერულების შემდეგ, ყოველ 10 მლ ხსნარზე ამატებენ 0,5 მლ ორთოფოსფორის მჟავას. მოლიბდენროდანილის კომპლექსის ექსტრაგირებისათვის ამატებენ 3 მლ იზოამილის სპირტს, ძაბრს ანჭლრევენ 1—2 წუთს და თუკი ფაზების გაყოფის შემდეგ ექსტრაქტს აქვს მოვარდისფერო შეფერვა, ამატებენ SnCl_2 -ის ხსნარს ან ანჭლრევენ. მოვარდისფერო შეფერვის გაქრობის შემდეგ წყლის ფაზის ნაწილს გადმოასხამენ და გადაღვრიან, ხოლო ექსტრაქტს 4—5 მლ წყლის ფაზასთან ერთად გადაიტანენ მილესილსაცობიან დაყალიბებულ სინჯარაში და ვიზუალურად ადარებენ სინჯარულ სკალასთან, რომელიც მომზადებულია მოლიბდენის სტანდარტული ხსნარისაგან (1 დან 6 მკგ-მდე მოლიბდენი და შესაბამისი რეაქტივები ისეთივე რაოდენობით, როგორც საკვლევი ნიმუშების შემთხვევაში).

საკვირო რეაქტივები: 1. KSCN -ის 10%-იანი ხსნარი. 10 გრამ კალიუმის როდანილს ხსნიან წყალში და მიიყვანენ 100 მლ-მდე.

2. SnCl_2 -ის 10%-იანი ხსნარი. 10 გრამ ორქლორიან კალას გაცხელებით ხსნიან 20 მლ კონცენტრირებულ HCl -ში, წყლით მიიყვანენ 100 მლ-მდე.

3. FeCl_3 5 გრამ ქლორიან რკინას ხსნიან წყალში, რომელიც შეიცავს 5 მლ კონცენტრირებულ HCl -ს და წყლით მიიყვანენ 100 მლ-მდე.

4. H_3PO_4 10 გრამ ორთოფოსფორის მჟავას ხსნიან წყალში, ამატებენ 5 მლ SnCl_2 -ის ხსნარს და მიიყვანენ წყლით 100 მლ-მდე.

5. იზოამილის სპირტი. ინახება მუქი ფერის კარგად თავდახურულ კურკელში, ბნელ ადგილას.

მოდრაპი ანუ შესათვისებალი მოლიბდენის განსაზღვრა ნიადგავში გრიგის მეთოდის დოზირიკაციას მოღიფიკაციით

წონიან 1 მმ დიამეტრის მქონე ნასჭრეტებიან საცერში გატარებულ 10 გრამ ნიადავს და ათავსებენ 250 მლ მოცულობის მილესილსაცობიან კოლბში, ამატებენ 100 მლ ოქსალატურ ხსნარს და ანჭლრევენ როტატორზე 1 საათის განმავლობაში. ფილტრავენ თეთრზოლიან დაკეცილ ფილტრში. იღებენ 75 მლ ფილტრატს და აორთქლებენ კვარცხს ან ფაიფურის ჯამში. ჯამს ნაშთით 2—3 საათის განმავლობაში აწრობენ მუფელში 450° ტემპერატურაზე ოქსალატურ ხსნარ-

ში გადასული ოქსალატების და ორგანული ნივთიერებების დასამლე-
ლად. გამომწვარ ნაშთს ხსნიან 10 მლ 22%-იან HCl-ში, აორთქლე-
ბენ ამოშრობამდე დახურულ ეტერნიტულ ქურაზე, ამატებენ კიდევ
10 მლ იგივე მკეავს და 10 მლ ცხელ წყალს, ფილტრავენ, რეცხავენ
ცხელი წყლით, რომელიც შემყავებულია HCl-ით. ფილტრატს აორ-
თქლებენ ამოშრობამდე. შემდეგ ხსნიან გაცხელებით 11 მლ 22%-იან
HCl-ში და გაუფილტრავად გადააქვთ 50 მლ მოცულობის საზომ
კოლბში. ამატებენ 10 მლ NaF-ის 4%-იან ხსნარს, 4 მლ NaNO_3 -ის
20%-იან ხსნარს და მიიყვანენ წყლით 50 მლ-მდე. შემდეგი ოპერა-
ციები და რეაქტივების დამზადება ისეთივეა, როგორც დობრიცკაიას
მეთოდით საერთო მოლიბდენის განსაზღვრისას. (იხ. 424—425 გვ.).

მიღებულ ოქსალატურ ხსნარში ოქსალატებისა და ორგანული
ნივთიერებების დაშლა შეიძლება ჩატარდეს რინკისის მიხედვით იმ
მცირეოდენი ცვლილებების შეტანით, რომელიც მოცემული აქვს დობ-
რიცკაიას, ხოლო საბოლოო განსაზღვრა ჩატარდეს კოლორიმეტრული
გზით ისე, როგორც ეს მოცემულია დობრიცკაიას მიხედვით.
(იხ. 424 გვ.) ოქსალატების დაშლისათვის 75 მლ ოქსალატურ ხსნარს
ათავსებენ ფართოყელიან ცეცხლგამძლე 100 მლ მოცულობის კოლბ-
ში, აორთქლებენ მთელი მოცულობის ნახევრამდე. ამატებენ 2 მლ
30%-იან H_2O_2 , 2 მლ კონცენტრირებულ HNO_3 და ავრძელებენ
აორთქლებას ამოშრობამდე. ასეთ დამუშავებას იმეორებენ ორ-სამ-
ჯერ, ხსნარის აორთქლებით ამოშრობამდე. შემდეგ მარილების ქლო-
რიდებში გადასაყვანად ამატებენ 3 მლ გადადენილ 22%-იან HCl და
კვლავ აორთქლებენ ამოშრობამდე. ამატებენ 11 მლ იგივე მკეავს,
აცხელებენ ნაშთის გახსნამდე და გაუფილტრავად გადააქვთ წყლის
მცირე ულუფებით 50 მლ მოცულობის საზომ კოლბში. საბოლოო
განსაზღვრას აწარმოებენ კოლორიმეტრული წესით დობრიცკაიას
მიხედვით.

ოქსალატური ბუფერული ხსნარის მომზადება: 25 გ მკეანმკეავა ამონიუმს და
12,6 გ მკეანმკეავს ხსნიან ცხელ წყალში და გაციების შემდეგ წყლით მიიყვანენ
1 ლიტრამდე. ამ ხსნარის pH უნდა იყოს 3,3.

მოლიბდენ-როდანიდის კომპლექსის გამოდევნება შეიძლება ჩა-
ტარდეს იზოამილის სპირტის ნაცვლად ნარკოზული ეთერით, რომე-
ლიც არ შეიცავს ზეჟანგურ შენაერთებს. მასთან მუშაობისას აუცი-
ლებელია ამწოვ კარადამი ძალიან კარგი ვენტილაცია; მოლიბდენის
კონცენტრირებისათვის, გამყოფ ძაბრში, რომელიც შეიცავს მოლიბ-
დენის მარილმკეავა ხსნარს (ოქსალატების დაშლის შემდეგ) და შესა-
ბამის რეაქტივებს, ამატებენ 20 მლ ეთერს და ანჯღრევენ 2 წუთს.
ფაზების გაყოფის შემდეგ წყლის ფაზას მოაშორებენ და გადაღვრიან,

ხოლო ეთერულ ექსტრაქტს ამატებენ — 2 მლ 10%-იანი ორქლო-
რბიანი კალას და 23 მლ 2%-იანი HCl-ის ნარევეს. ძაბრის შიგთავსს
კარგად ანჯღრევენ და ფაზების დაყოფის შემდეგ წყლის ფაზას მო-
აშორებენ, ექსტრაქტი გადააქვთ ფოტოელექტროკოლორიმეტრის კი-
უვეტში და აკოლორიმეტრირებენ 3 სანტიმეტრიან კიუვეტში ლურ-
ჯი ან მონოქრომატიზაციის შუქფილტრით.

კარბონატულ ნიადაგებში შესათვისებელი მოლიბდენის განსაზღ-
ვრისას, მათში კარბონატების აღრიცხვის გარეშე, ოქსალატურ ზსნა-
დი მოლიბდენის მონაცემები შეიძლება მიღებული იქნას ძლიერ შემ-
ცილებული, რადგან ნიადაგის კალციუმთან ოქსალატური ზსნარის
ურთიერთმოქმედებისას გამოიყოფა მკაუნმკაევა კალციუმის ნალექი,
რის გამოც C_2O_4 -ის ანიონების კონცენტრაცია ზსნარში იმდენად
იკვდება, რომ შესათვისებელი მოლიბდენი სრულად არ გამოიყოფა.
ამიტომ კარბონატულ ნიადაგებში წინასწარ აუცილებელია განისა-
ზღვროს ცალკეულ წონაკში CO_2 -ის პროცენტული შემცველობა. ამის
შემდეგ გამოანგარიშებული უნდა იქნას, რა რაოდენობით მკაუნმკაევა
უნდა დაემატოს ნიადაგის წონაკს (10 გ) მშრალ მდგომარეობაში, რა-
თა შეიბოკოს კარბონატების კალციუმი და შემდეგ უკვე დაემატება
100 მლ ოქსალატური ზსნარი, რომლის pH — 3,3-ია. ნიადაგის 10
გრამი წონაკის შემთხვევაში CO_2 -ის ყოველ პროცენტზე საჭიროა და-
ემატოს 0,29 გ $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$. შესათვისებელი მოლიბდენის გამოძე-
ვების და საბოლოო განსაზღვრის ყველა შემდგომი ოპერაციები ისე-
თივეა, როგორც არაკარბონატული ნიადაგების შემთხვევაში.

შესათვისებელი მოლიბდენის განსაზღვრა ნიადაგში ბრივის მეთოდის რინკისის მოდიფიკაციით

1 მმ დიამეტრის მქონე ნასვრეტებიან საცერში გატარებულ 10
გრამ ნიადაგს, ათავსებენ 200 მლ მოცულობის კოლბში, ამატებენ
100 მლ ოქსალატურ ზსნარს, ანჯღრევენ 1 საათს და ფილტრავენ.
75 მლ ფილტრატს ათავსებენ ფართოყელიან, ცეცხლგამძლე კოლბში,
ამატებენ 1 მლ 30%-იან წყალბადის ზეჟანგს, 1 მლ კონცენტრირე-
ბულ აზოტის მკაევას და აორთქლებენ ამოშრობამდე. მშრალ ნაშთს
ამატებენ კიდევ 1 მლ აზოტის მკაევას, 1 მლ წყალბადის ზეჟანგს და
აცხელებენ, ზსნარის აორთქლებით დაახლოებით 4—5 წვეთამდე.
შემდეგში, გახსნისათვის ამატებენ 1,5 მლ კონცენტრირებულ HCl-ს
5 წვეთ წყალბადის ზეჟანგს, ზსნარს აორთქლებენ დაახლოებით 1 მლ-
მდე და სასწრაფოდ ამატებენ 5 მლ წყალს. ზსნარი გადააქვთ მილე-
სილსაცობიან დაგრაღიერებულ სინჯარაში, კოლბს რამდენჯერმე გა-
მოავლებენ წყალს და მასაც გადაიტანენ სინჯარაში (10 მლ მოცულო-

ბამდე). სინჯარაში ამატებენ 1 მლ KSCN-ის 10%-იან ხსნარს და ანჯღრევენ. თუკი ხსნარში მცირეა რკინა და განვითარდება მხოლოდ სუსტი შეფერადება, აუცილებელია დაემატოს 2 წვეთი FeCl₃-ის 5%-იანი ხსნარი. შემდეგ ამატებენ 1 მლ SnCl₂-ის 10%-იან ხსნარს და კვლავ ანჯღრევენ. თუკი წითელი შეფერვა, რომელიც გამოწვეულია 3 ვალენტოვანი რკინის როდანიდით, მოლიანად არ გაქრება, ამატებენ კალას ხსნარს. ამის შემდეგ ამატებენ 1 მლ ფოთფორის მჟავას და ანჯღრევენ. ამატებენ 3 მლ იზოამილის სპირტს და ვრთხილად ანჯღრევენ 15 — 20 წამს. თუკი ფაზების დაცალკეების შემდეგ ექსტრაქტს აქვს მოვარდისფრო შეფერადება, ამატებენ კიდევ კალას, ანჯღრევენ და ვარდისფერის გაქრობისა და ფაზების გამოყოფის შემდეგ ექსტრაქტის ფერს ადარებენ მოლიბდენის სტანდარტული ხსნარის სკალასთან, რომელიც მომზადებულია იგივე წესით და იგივე რეაქტივებით იმავე დღეს.

სინჯარულა სკალის მომზადებისათვის მიღესილ საცობიან დაყალიბებულ სინჯარებში ათავსებენ 0,5; 1; 2; 3; 4; 5; 6 და 7 მლ მოლიბდენის სტანდარტულ ხსნარს, რომელიც შეიცავს 1 მკგ მოლიბდენს 1 მლ-ში, ამატებენ 1,5 მლ კონცენტრირებულ HCl-ს და 0,5 მლ FeCl₃-ის 5%-იან ხსნარს, მიიყვანენ წყლით 10 მლ-მდე, ამატებენ 1 მლ KSCN-ის 10%-იან ხსნარს, ანჯღრევენ, ამატებენ 1 მლ SnCl₂-ის 10%-იან ხსნარს, კვლავ ანჯღრევენ. ვარდისფერის სრული გაქრობის შემდეგ ამატებენ 3 მლ იზოამილის სპირტს და ფრთხილად შენჯღრევიტ აწარმოებენ ორანჟისფერ-მოყვითალო მოლიბდენ-როდანის კომპლექსის ექსტრაგირებას. რეაქტივების მომზადება აღწერილია 430-ე გვერდზე.

წყალხსნადი მოლიბდენის განსახლვრა ლოზრიცკინას მეთოდით

წყალხსნადი მოლიბდენის ჩაოდენობა ნიადაგში ძალიან მცირეა: მკვლე ნიადაგებში თითქმის არ გვხვდება, ხოლო ნეიტრალურ ან ტუტე რეაქციის მქონე ნიადაგებში მისი შემცველობა შეიძლება იყოს შედარებით მაღალი.

ანალიზის მსვლელობა. 1 მმ ნასვრეტებიან საცერში გატარებულ 20 გ ნიადაგს ათავსებენ მიღესილ საცობიან კოლბში, ამატებენ 200 მლ ორმაგ გამოხდილ წყალს და ანჯღრევენ როტატორზე 2 საათის განმავლობაში. ხსნარს ფილტრავენ. 150 მლ ფილტრატს კვარცის ან ფაიფურის ჯამში აორთქლებენ ამოშრობამდე, ნაშთს 1 — 2 საათის განმავლობაში აწრთობენ მუფელში 450 — 500° ტემპურატურაზე ან ამუშავებენ წყალბადის ზეჟანგით და აზოტის მჟავით, ისე როგორც ეს ზემოთ არის აღწერილი. მშრალ ნაშთს ხსნაან გა-

ცხელებით 11 მლ 22%-იან HCl-ში და გაფილტვრის გარეშე, გადა-
აქვთ 50 მლ მოცულობის საზომ კოლბში. ჯამს კარგად რეცხავენ
წყლით და მიჰყავთ კოლბის 2/3 მოცულობამდე. ამატებენ 5 მლ
FeCl₂-ის 5%-იან ხსნარს, 10 მლ NaF-ის 4%-იან ხსნარს და 4 მლ
NaNO₃-ის 20%-იან ხსნარს, მიჰყავთ წყლით 50 მლ-მდე. დანარჩენი
ოპერაციები ისეთივეა, როგორც ეს ზემოთ არის აღწერილი 425—426
გვერდზე.

საერთო მანგანუმის განსაზღვრა ნიადაგში ლოგრიცკიანას პარიანტით

1 მმ საცერში გატარებულ ნიადაგს ძალიან კარგად გასრეხენ პულ-
რის მდგომარეობამდე. ნიადაგი შეიძლება დაიშალოს ორი წესით:
ნატრიუმის კარბონატით და ფტორწყალბადის შეყვით დამუშავებით.

ნიადაგის შეღღობა ნატრიუმის კარბონატით. 0,5 გ ნიადაგის ნი-
მუშს წონიან პლატინის ტიგელში და პლატინის შპატელით კარგად
შეურევენ 2,5 გ უწყლო, ქიმიურად სუფთა ნახშირბედა ნატრიუმთან
ერთად. ნარეუს ზემოდან გაკეთებული აქვს სოდის შერეოდენი ნარ-
ჩენისაგან საფარი; ტიგელს გაუყეთებენ სახურავს და შედგამენ ცივ
ელექტრომუფელის ლუმელში. თანდათანობით (რეოსტატის დახ-
მარებით) აუწევენ ტემპერატურას მუფელში 900—1000°-მდე და
როცა შენადნობი გახდება თხევადი, ტიგელს გამოიტანენ მუფელი-
დან პლატინით დაბოლოებული გრძელი მანით.

შენადნობს ცხელ მდგომარეობაში ანაწილებენ ტიგელის კედლებ-
ზე და გაცივებისათვის ათავსებენ ცივ ფირფიტაზე ან ფრთხილად
რამდენჯერმე ჩაუშვებენ ცივ გამოხდილ წყლიან ჯამში. (წყალი არ
უნდა მოხვდეს ტიგელში!) ასეთი წესით გაცივების შემდეგ შენადნო-
ბი ადვილად ამოიღება ტიგელიდან. შენადნობი გადააქვთ ფაიფურის
ჯამში (100 მლ მოცულობის). ტიგელის კედლებზე დარჩენილ შენად-
ნობის პატარა ნამცეცებს ჩარეცხავენ HCl-ით შემთავებული ცხელი
წყლით, ფრთხილად გადაიტანენ იგივე ჯამში და სასწრაფოდ ახურა-
ვენ საათის მინას, რათა გაშხეფვის შედეგად დანაკარგი არ გექონდეს.
შემდეგ, ამატებენ 10 მლ კონცენტრირებულ HCl-ს და შენადნობის
სრული გახსნისათვის დგამენ აღუღებულ წყლის აბაზანაზე. როგორც
კი გაიხსნება შენადნობი, ააცილიან საათის მინას, წყლით ჩარეცხავენ
მას ჯამში და ჯამის შიგთავსს აორთქლებენ ამოშრობამდე. კიდევ ორ-
ჯერ აზუშავენ HCl-ით, ამოშრობამდე აორთქლებით. შემდეგ ამატე-
ბენ 10 მლ კონცენტრირებულ HCl-ს, 25 მლ ცხელ გამოხდილ წყალს
და გამოყოფილ სილიციუმს შეყავს ფილტრავენ თეთრ ზოლიან ფილ-
ტრში, ფილტრატს და ჩანარეცხ წყალს აგროვებენ 250 მლ მოცუ-

ლობის საზომ კოლბში. ფილტრზე დაჩენილ ნაშთს კარგად ჩარეცხავენ HCl-ით შემეჯავებული ცხელი წყლით. ხსნარის ნოცულობა მიჰყავთ წყლით ნიშანხაზამდე.

იღებენ 100—150 მლ ხსნარს, გაააქვთ ფაიფურის ჯამში, ამატებენ 10 მლ კონცენტრირებულ აზოტის მჟავას და აორთქლებენ წყლის აბაზანაზე ამოშრობამდე. აზოტის მჟავით ასეთ დამუშავებას იმეორებენ ორ-სამჯერ ქლორის სრული მოცილებისათვის. შემდეგ ამატებენ 25 მლ გოგირდის მჟავას 20%-იან ხსნარს, აცხელებენ წყლის აბაზანაზე 20 წუთის, მანგანუმის შენაერთების სტაბილიზაციისათვის და რკინის შებოჰვისათვის ამატებენ 1 მლ H_3PO_4 (კუთ. წ. 1,7) და 3 მლ $AgNO_3$ -ის 10%-იან ხსნარს, როგორც კატალიზატორს, აგრეთვე ქლორის მოსალოდნელი კვალის დალექვისათვის. აცხელებენ კიდევ 10 წუთს, ფილტრავენ 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში და გოგირდის მჟავით შემეჯავებული წყლით რეცხავენ 90 მლ მოცულობამდე. კოლბში ამატებენ 2 გ ამონიუმის პერსულფატს, დგამენ ცხელ ეტერნიტულ ელექტროქურაზე, აცხელებენ ადუღებამდე და ადუღებენ 2—3 წუთს მანგანუმის სწრაფი და მთლიანი დაჟანგვისათვის მანგანუმის მჟავამდე. ამ დროს მიმდინარეობს ამონიუმის პერსულფატის ენერგიული, დაშლა და ოზონის ბუშტულების უხვად გამოყოფა. ხსნარს გადმოდგამენ ქურიდან, აცივებენ, მიიყვანენ წყლით ნიშანხაზამდე და აკოლორიმეტრირებენ $PhK - H - 57$ -ზე მწკანე შექვილტრით (№ 5) 2 სანტიმეტრიან კიუვეტში. მანგანუმის შემცველობას ნიმუშში ანგარიშობენ მრუდის მიხედვით, რომელიც აგებულია სტანდარტული ხსნარების ოპტიკური სიმკვრივის გაზომვის მიხედვით.

ნიადაგის დაშლა ფტორწყალბადის მჟავით. ძალიან წვრილად დაფქვილ 0,25—0,50 გ ნიადაგის წონაყს ათავსებენ პლატინის ჯამში, დგამენ მუფელის ლუმელში და გამოწვავენ 1—2 საათის განმავლობაში $500^{\circ}C$ ტემპერატურაზე. გაცივების შემდეგ ჯამში ამატებენ 1 მლ გამოხდილ წყალს, 1 მლ H_2SO_4 (1:1) და 15 მლ ფტორწყალბადის მჟავას (HF), ნიადაგის მინერალური ნაწილის დაშლისა და SiO_2 მოცილებისათვის დგამენ დახურულ ეტერნიტულ ქურაზე და აორთქლებენ SO_3 -ის თეთრი აორთქლის წარმოქმნამდე; შემდეგ ამატებენ კიდევ 5—10 მლ HF და აორთქლებენ ამოშრობამდე. ჯამს გადმოიღებენ ქურიდან და ფრთხილად გამოწვავენ გაზქურის სუსტ ალზე HF-ის კვალის სრულ გაქრობამდე. ნაშთს ამატებენ 25 მლ გოგირდის მჟავას 20%-იან ხსნარს, აცხელებენ მის გახსნამდე, ამატებენ 1 მლ H_3PO_4 და 1 მლ $AgNO_3$ -ის 1%-იან ხსნარს, აჩერებენ ქურაზე კიდევ 10 წუთს და ფილტრავენ ლურჯ ზოლიანი მკვრივი ფილტრით 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში. ფილტრზე ნაშთს რეცხავენ H_2SO_4 -ით შემეჯავებული ცხელი გამოხდილი წყლით 90 მლ მოცულობამდე. და-

ნარჩენი ოპერაციები ისეთივეა როგორც ეს ზემოთ არის აღწერილი.

კარბონატული ნიადაგების ანალიზის შემთხვევაში უკეთესი შედეგები მიიღება, თუკი გოგირდის და ფტორწყალბადის მქაეას ნარევით ნიადაგის დაშლის შემდეგ ნაშთს გავხსნით არა გოგირდის მქაეაში, არამედ 5 მლ კონცენტრირებულ მარილის მქაეაში, დაემატება 25 მლ ცხელი წყალი, გაიფილტრება და ჩაირეცხება ფილტრი HCl-ით შემკვებელი ცხელი წყლით. მთელ ფილტრატს გადაიტანენ ფაიფურის ჯამში და ააორთქლებენ ამოშრობამდე წყლის აბაზანაზე, ქლორის მოცილებისათვის მას ამატებენ 10 მლ კონცენტრირებულ HNO₃. ასეთი დამუშავება განმეორდება ორ-სამჯერ. მშრალი ნაშთი გაიხსნება 25 მლ 20%-იან H₂SO₄-ში, გაცხელდება წყლის აბაზანაზე 20 წუთში, დაემატება 1 მლ H₃PO₄ და 3 მლ AgNO₃. გაცხელდება 10 წუთის განმავლობაში, გაიფილტრება 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში. ანალიზის შემდეგი მსვლელობა ისეთივეა, როგორც ეს ზემოთ არის აღწერილი. (იხ. 435 გვ.).

მანგანუმის სტანდარტულ ხსნარებს ამზადებენ 0,05 n KMnO₄-ის ხსნარისაგან, რომლის ნორმალობას ადგენენ ნატრიუმის ოქსალატის მიხედვით. შეიძლება ვისარგებლოთ უშუალოდ ამ ხსნარით წყლით შესაბამისი განზაეების შემდეგ. მაგრამ ზოგჯერ ასეთი ხსნარის შეფერადება განსხვავებულია საკვლევი ხსნარებისაგან. ასეთ შემთხვევაში KMnO₄-ის ხსნარს წინასწარ ალადგენენ, ხოლო შემდეგ ეანგავენ ამონიუმის პერსულფატი. ამისათვის, 500 მლ მოცულობის ქიმიურ ჭიქაში ათაესებენ 91 მლ კალიუმის პერმანგანატის ზუზტად 0,05 n ხსნარს, ამატებენ 250 მლ გამოხდილ წყალს, 20 მლ კონცენტრირებულ H₂SO₄, ხსნარს შეურევენ და აუფერულებენ რამდენიმე წვეთი ნატრიუმის სულფიტის (Na₂SO₃) 10%-იანი ხსნარით. ხსნარს ალულებენ SO₂-ის სუნის გაქრობამდე, აციეებენ, 1 ლ საზომ კოლბში წყლით მიიყვანენ ნიშანზაამდე. ამ ხსნარის 1 მლ-ში შედის 0,05 მგ Mn. მისგან ამზადებენ სტანდარტული ხსნარების სკალას, რისთვისაც 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბებში ათაესებენ 1-დან 10 მლ-მდე სტანდარტულ ხსნარს, მიჰყავთ წყლით 50 მლ-მდე, ამატებენ 1 მლ H₃PO₄ და 1 მლ AgNO₃, აცხელებენ ჭურაზე, შეაქვთ 3 გ ამონიუმის პერსულფატი, მიჰყავთ ალულებამდე და ალულებენ 2—3 წუთს. აციეებენ, მიჰყავთ წყლით ნიშანზაამდე და ატარებენ ფოტოკოლორიმეტრზე 525 მმკ სიგრძის ტალღის პირობებში. ანათვლების მიხედვით აეებენ მრუდს.

ს ა ჭ ი რ ო რ ე ა ქ ტ ი ვ ე ბ ი :

1. Na₂CO₃, უწყლო, ქიმიურად სუფთა.
2. H₂SO₄, ქიმიურად სუფთა, კუთ. წ. 1,84 და 20%-იანი — 129,9 მლ კონცენტრირებული H₂SO₄ გამოხდილი წყლით მიჰყავთ 1 ლიტრამდე.
3. H₃PO₄, ქიმიურად სუფთა, კუთ. წ. 1,70.
4. HNO₃, ქიმიურად სუფთა, კუთ. წ. 1,40.
5. AgNO₃-ის 1%-იანი ხსნარი, 1 გ AgNO₃ ხსნიან წყალში და მიჰყავთ 100 მლ-მდე.

6. ამონიუმის პერსულფატი $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$, ქიმიურად სუფთა.
7. NaNO_3 10%-იანი ხსნარი. 10 გ მარილს ხსნიან წყალში, ხსნარს ფილტრავენ და მიჰყავთ 100 მლ-მდე.
8. HF , ქიმიურად სუფთა, კონცენტრირებული.

მომზადების მანგანუმის განსაზღვრა 0,1 n გომორღმშავას ხსნარში *

1 მმ ნასვრეტებიან საცერში გატარებულ 5 გ ნიადაგს ათავსებენ მილესილსაცობიან კოლბში, ამატებენ 50 მლ 0,1 n H_2SO_4 და ანჯღრევენ როტატორზე 1 საათის განმავლობაში. ფილტრავენ თეთრ ზოლიან დაკეცილ ფილტრში. იღებენ 10—15 მლ ფილტრატს და ათავსებენ 100 მლ მოცულობის ქიქაში. ამ ხსნარში შეიძლება გადავიდეს ნიადაგიდან ქლორი და ორგანული ნივთიერება, ამიტომ ხსნარიან ქიქაში ამატებენ 5 მლ კონცენტრირებულ HNO_3 , 1 მლ H_2O_2 და აორთქლებენ ამოშრობამდე. ასეთ დამუშავებას იმეორებენ ორ-სამჯერ ქლორის სრული მოცილებისათვის და ორგანული ნივთიერების დაწვისათვის. შემდეგ მშრალ ნაშთს ამატებენ 25 მლ 10%-იან H_2SO_4 , აცხელებენ 15—20 წუთს, ამატებენ 1 მლ H_3PO_4 (კუთ. წ. 1,7) 2 მლ AgNO_3 -ის 1%-იან ხსნარს და 10 მლ ორმაგ გამოხდილ წყალს. აცხელებენ 10 წუთს და თუკი აუცილებელია, ფილტრავენ ლურჯზოლიან ფილტრში, რეცხავენ H_2SO_4 -ით შემყავებული ცხელი წყლით 45 მლ მოცულობამდე. ქიქაში ან 50 მლ საზომ კოლბში მოთავსებულ ხსნარს აცხელებენ და მანგანუმის დასაყენგავად მცირე ულუფებით ამატებენ დაახლოებით 2 გ ამონიუმის პერსულფატს, აკრძელებენ გაცხელებას ადუღებამდე და ბუშტულების გამოყოფის შეწყვეტის შემდეგ შეფერადებულ ხსნარს აცივებენ, ორმაგი გამოხდილი წყლით მიჰყავთ ნიშანხზამდე და აკლორიმეტრირებენ მწვანე შუქფილტრით (№ 5) 2 სანტიმეტრიან კიუვეტში. (თუკი ხსნარის შეფერადება აღმოჩნდება ძლიერ ინტენსიური, მაშინ საჭიროა მისი განხვევა გოგირდის მჟავას 5%-იანი ხსნარით და მათვე მიჰყავთ 100 მლ მოცულობამდე).

მანგანუმის შემცველობას ანგარიშობენ მრუდის მიხედვით, ისევე როგორც ეს აღწერილია 436-ე გვერდზე.

ს ა ქ ი რ ო რ ე ა ქ ტ ი ე ვ ე ბ ი: 0,1 n H_2SO_4 -ის ხსნარი. 2,8 მლ კონცენტრირებული გოგირდის მჟავა მიჰყავთ 1 ლიტრ მოცულობამდე ორმაგი გამოხდილი წყლით.

დანარჩენი რეაქტივების მომზადება აღწერილია 436 გვერდზე.

* მანგანუმის კლორიმეტრული განსაზღვრა პერსულფატის და პერიოდატის მეთოდით იხილეთ 109, 114 გვ.

**მოდრავი მარგანეცის განსაზღვრა პ. მადანოვას
მეთოდით**

ტექნიკურ სასწორზე წონიან 10 გ ნიადაგს, ათავსებენ 200—250 მლ მოცულობის კოლბში, ამატებენ 50 მლ 0,1 N H₂SO₄-ის ხსნარს და ანჯღრევენ როტატორზე 30 წუთს. შემდეგ ხსნარს ფილტრავენ. იღებენ 25 მლ ფილტრატს, ასხავენ ფაიფურის ჭამზე და აორთქლებენ წყლის აბაზანაზე მთლიანად. ორგანული ნივთიერების დასაშლელად მშრალ ნაშთს დაასხამენ 10 მლ კონცენტრირებულ HNO₃-ს (კუთ. წ. 1,4) და მთლიანად აორთქლებენ, შემდეგ კიდევ დაასხამენ 10 მლ HNO₃-ს და ისევ აორთქლებენ მთლიანად. მშრალ ნაშთს გაცივების შემდეგ გახსნიან 10—15 მლ ცხელი გამოხდილი წყლით, დაუმატებენ 0,5 მლ კონცენტრირებულ H₃PO₄-ს (კუთ. წ. 1,7) და 1 მლ 1%-იან AgNO₃-ს. ჭამს დაახურავენ საათის მინას და დგამენ ცხელი წყლის აბაზანაზე 1 საათით. 1 საათის შემდეგ ფილტრავენ 100 მლ მოცულობის ქიმიურ ჭიქაში. ფილტრს რამდენჯერმე ჩარეცხავენ ცხელი გამოხდილი წყლით, რომელიც ოდნავ შემკავებულია აზოტის მქავეით. ჭიქაში მოთავსებულ ხსნარს უმატებენ 5 მლ განზავებულ აზოტის მქავეას ხსნარს (1:1 ე. ი. ერთი წილი კონცენტრირებულ აზოტის მქავეას ჩაასხამენ 1 წილ გამოხდილ წყალში), დაუმატებენ 1,5 გ. პერსულფატს, ადულებენ 2 წუთს, შემდეგ აცივებენ, კიდევ დაუმატებენ 1,5 გ პერსულფატს, ადულებენ 2 წუთს, ე. ი. მუდმივი ფერის მიღებამდე, გააცივებენ და გადაიტანენ 50 მლ მოცულობის საზომ კოლბში და გამოხდილი წყლით შეავსებენ ნიშანხაზამდე. პარალელურად ამზადებენ სტანდარტულ ფერად კოლორიმეტრულ ხსნარებს შემდეგნაირად: წინასწარ მომზადებულ სანიმუშო ხსნარიდან იღებენ 1—2—3—4—5—8... 20 მლ-მდე, ასხამენ 100 მლ მოცულობის ქიმიურ ჭიქაში, ამატებენ 15 მლ გამოხდილ წყალს, 0,5 მლ კონცენტრირებულ H₃PO₄-ს, 0,5 მლ 1%-იან AgNO₃-ს, 1,5 გ პერსულფატს და ადულებენ 2 წუთს. შემდეგ აცივებენ, კიდევ ამატებენ 1,5 გ. პერსულფატს და ადულებენ 2 წუთს. გააცივებენ. გადაიტანენ 50 მლ საზომ კოლბში და გამოხდილი წყლით შეავსებენ ნიშანხაზამდე; შემდეგ, გამოსაკვლევი ხსნარის მეფერვის ინტენსივობას ადარებენ სანიმუშო ხსნარის შეფერვის ინტენსიურობას ფოტოელექტროკოლორიმეტრში ან ვიზუალურად — დიუბოსკოს კოლორიმეტრით. ამ უკანასკნელის გამოყენებისას მანვანუმს ანგარიშობენ შემდეგი ფორმულით:

$$Mn—მგ-ით 100 \text{ გ ნიადაგში} = \frac{a \cdot b \cdot H \cdot 100}{c \cdot h}$$

- სადაც a — არის Mn -ის რაოდენობა (1 მლ) სანიმუშო ხსნარში (მგ);
 b — სანიმუშო კოლორიმეტრული ხსნარის რაოდენობა მლ;
 H — სანიმუშო კოლორიმეტრული ხსნარის სვეტის სიმაღლე კოლორიმეტრში;
 h — გამოსაკვლევი ხსნარის სვეტის სიმაღლე კოლორიმეტრში;
 c — საანალიზოდ აღებული ფილტრატის შესაბამისი ნიადაგის რაობა (გ);

100-ზე ვამრავლებთ იმისათვის, რომ Mn -ის რაოდენობა გადავიანგარიშოთ 100 გ ნიადაგზე.

რეაქტივები: 1. 0,1 n H_2SO_4 — ერთ ლიტრიან საზომ კოლბში ჩაასხამენ 300 მლ გამოხდილ წყალს, დაუმატებენ 2,8 მლ კონცენტრირებულ H_2SO_4 -ს, შეაჩქარევენ და გამოხდილი წყლით შეავსებენ ნიშანსაზამდე;

2. კონცენტრირებული HNO_3 — კუთ. წ. 1,4

3. კონცენტრირებულ H_3PO_4 — კუთ. წ. 1,7

4. 1%-იანი $AgNO_3$ — (წონიან 1 გ — $AgNO_3$ და ხსნიან 100 მლ გამოხდილ წყალში).

5. განზავებული HNO_3 (1:1,1 წილ გამოხდილ წყალში 1 წილი კონცენტრირებული HNO_3)

6. პერსულფატი.

7. სანიმუშო ხსნარის მომზადება

0,1 n $KMnO_4$ -ის ხსნარიდან იღებენ 91 მლ, ათავსებენ 500 მლ მოცულობის ქიმიურ ქიქაში, ამატებენ 300 მლ ორმაგ გამოხდილ წყალს 20 მლ კონცენტრირებულ H_2SO_4 (კუთ. წ. — 1,84) ურევენ ნელ-ნელა და წვეთობით ამატებენ 10%-იან ნატრიუმის სულფიტს (Na_2SO_3) ხსნარის გაუფერულებამდე. გამქვირვალე ხსნარს ადუღებენ SO_2 -ის სუნის გაქრობამდე. აცივებენ, გადაიტანენ 1 ლიტრი მოცულობის საზომ კოლბში და ორმაგი გამოხდილი წყლით მიიყვანენ ნიშანსაზამდე. ამრიგად მომზადებული სანიმუშო ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,01 მგ Mn -ს.

მოდრაპი Mn -ის განსაზღვრა გიულახმედოვის მეთოდით

ტექნიკურ სასწორზე წონიან 20 გ ნიადაგს, ათავსებენ 150—250 მლ მოცულობის კოლბში, ამატებენ 100 მლ 1 n -ის KNO_3 ხსნარს ($pH = 3$) და ფანსაზღვრული რაოდენობის კონცენტრირებულ HNO_3 -ს (კუთ. წ. 1,4) კარბონატების გასანეიტრალებლად.

HNO_3 -ის რაოდენობას ანგარიშობენ შემდეგნაირად: 100 გ $CaCO_3$ გრამმოლეკულა შეესაბამება 126 გრამმოლეკულა აზოტის შეყვას. 1 გ

CaCO_3 -ს კი 1,26 გ HNO_3 . ვთქვათ ნიადაგი შეიცავს 15% CaCO_3 -ს. მაშინ აღებულ 20 გ ნიადაგში CaCO_3 -ის რაოდენობა ტოლი იქნება $\frac{15 \cdot 20}{100} = 3$ გ სრული ნეიტრალიზაციისათვის 1,26 გ HNO_3 უნდა გავამ-

რულოთ 3 გ CaCO_3 -ზე ე. ი. $1,26 \times 3 = 3,78$ გ HNO_3 ; რადგან HNO_3 -ის აღება გრამობით ძნელია, უნდა გადავიყვანოთ მლ-ებში, ამიტომ 3,78 გ უნდა გავყოთ HNO_3 -ის კუთრ წონაზე $d = 1,4$ ე. ი. $\frac{3,78}{1,4} = 2,7$ მლ ამრიგად, 2,7 მლ HNO_3 -ს დავუმატებთ 100 მლ 1 n-

ის KNO_3 -ის ხსნარს და შემდეგ დავასხამთ 20 გ ნიადაგს.

ნიადაგს ხსნარიანად ანჯღრევენ ერთ საათს, შემდეგ ფილტრავენ, ნიადაგს ფილტრზე ასხამენ ცოტ-ცოტა KNO_3 -ის ხსნარს, ისე რომ ფილტრატი მივიღოთ დაახლოებით 150 მლ-მდე. შემდეგ ფილტრატს ააორთქლებენ დაახლოებით 100 მლ-მდე. (ჭიქაზე რომელშიც ფილტრავენ, მინაზე საწერი ფანქრით აღნიშნავენ დონეს 150 მლ და 100 მლ). თუ ფილტრატი შეფერილია, მაშინ ამატებენ 5-10 წვეთ პერეჰიდროლს და აღუღებენ მთლიან გაუფერულებად. შემდეგ აციეებენ, გადააქვთ 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში და გამოხდილი წყლით მიიყვანენ ნიშანხაზამდე. მომზადებული გამონაწერიდან იღებენ 10 მლ-ს, ათავსებენ 50 მლ მოცულობის ქიმიურ ჭიქაში, უმატებენ 0,3 მლ კონცენტრირებულ H_2SO_4 -ს (კუთ. წ. 1,84), 0,5 მლ 85%-იან H_3PO_4 -ს და 2 მლ 1%-იან AgNO_3 -ის ხსნარს. (ამღვრევის შემთხვევაში ფილტრავენ). ჭიქას ხსნარიანად დგამენ ელექტროქურაზე, უმატებენ 2-3-ჯერ თითო გრამ ამონიუმის პერსულფატს და აღუღებენ 2 წუთს. ხსნარი შეიფერება ვარდისფრად, შემდეგ აციეებენ, გადაიტანენ 50 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, შეავსებენ გამოხდილი წყლით ნიშანხაზამდე და შეადარებენ სანიმუშო კოლორიმეტრულ ხსნარს.

რ ე ა ქ ტ ი ვ ე ბ ი : 1. კონცენტრირებული H_2SO_4 — კუთ. წ. 1,84;
2. კონცენტრირებული HNO_3 — კუთ. წ. 1,4;
3. კონცენტრირებული H_3PO_4 — კუთ. წ. 1,7 და 85%-იანი H_3PO_4 ;
4. 1%-იანი AgNO_3 — (1 გ AgNO_3 -ს ხსნიან 100 მლ გამოხდილ წყალში);

5. 1 n-ის KNO_3 — pH=3 n წონიან 101 გ სუფთა KNO_3 -ის მარილს, ხსნიან 500 მლ გამოხდილ წყალში, უმატებენ 3,5 მლ კონცენტრირებულ HNO_3 -ს კუთ. წ. 1,4, შეანჯღრევენ, გადაიტანენ 1 ლ-იან საზომ კოლბში და გამოხდილი წყლით შეავსებენ ნიშანხაზამდე.

ზორის განსაზღვრის მეთოდები

ზორის საერთო შემცველობის განსაზღვრა ნიადაგში

ნიადაგის ვალლოზა უწყო სოფით, ზორის განსაზღვრისათვის
გალაღის პარეზი

აგატის როდინში, პუდრისებრ მდგომარეობამდე გასრესილ 1 გ ნიადაგს ათავსებენ პლატინის ტიგელში და გამოწვევენ 5—6 ჭერადი რაოდენობის უწყლო სოდასთან (Na_2CO_3) ერთად.

გაცივების შემდეგ შენაღობს ატუტიანებენ მცირე რაოდენობით ცხელი გამოხდილი წყლით 150 მლ მოცულობის კვარცის ჭიქაში. ჭიქას ახურავენ მინას და კარბონატების დასაშლელად, მისი აწევით, ამატებენ 5—10 წვეთ H_2SO_4 (კუთ. წ. 1,84). ხსნარს შეურევენ ჭიქის (მინის სახურავით) წრიული მოძრაობით და CO_2 -ის ბუშტულების გამოყოფის შეწყვეტის მიხედვით აკონტროლებენ კარბონატების დაშლის სისრულეს.

მეყავს სიქარბე უნდა იყოს რაც შეიძლება მცირე რაოდენობით, მაგრამ არე უნდა იყოს მეყვე, რათა უზრუნველყოთ კარბონატების დაშლის სისრულე და $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ნალექის გამოყოფა, რასაც შეიძლება ადგილი ექნეს მხოლოდ მეყვე არეში.

შენაღობის გახსნისა და კარბონატების დაშლის შემდეგ ხსნარს აყოენებენ ოთახის ტემპერატურამდე გაცივებისათვის, ჩარეცხავენ მინას ორმაგი გამოხდილი წყლით და ჭიქის შიგთავსი გადააქვთ 200 მლ მოცულობის მილესილსაკობიან საზომ კოლბში (უბორო მინ-საგან) ვიწროყელიანი ძაბრის საშუალებით.

ორმაგი გამოხდილი წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე *, შეურევენ და ტოვებენ მეორე დღემდე, რათა სილიციუმმეყავს ნალექი მთლიანად გამოიყოს კოლბის ფსკერზე.

$\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ -ს ნალექის ზემოთ არსებული ხსნარიდან პიპეტით იღებენ ალიკვოტურ ნაწილს — 1 მლ და მასში საზღვრევენ ბორს კარმინის ან ზინალიზარინის მეთოდით.

* თუკი შენაღობი იხსნება ცუდად, მის ხსნარს შენაღობის ნაწილაკებთან ერთად გადაიტანენ საზომ კოლბში და ხსნიან მასში 0,5 n H_2SO_4 -ის დამატებით ხსნარი მიჰყავთ ნიშანხაზამდე ამ მეყავით.

მეთოდის საფუძველია კარმინის (ერთ-ერთი ოქსიანტრახინონები-დან) უნარი, ძლიერ მჟავე არეში (კონც. H_2SO_4) წარმოქმნას ბორთან შიდა კომპლექსური შენაერთი, რომელიც შეფერადებულია ლურჯად. რეაქციის მგრძობიარობა დამოკიდებულია გოგირდის მჟავას კონცენტრაციისაგან*.

რეაქციას ხელს უშლიან ფტორიდები, რამდენადაც ფტორი წარმოქმნის კომპლექსურ შენაერთს ბორთან, აგრეთვე დამჟანგველები, რომელნიც შლიან კარმინს; ასეთებია ნიტრატები, პერსულფატი, წყალბადის ზეჟანგი და სხვა.

სინჯში ბორის შემცველობის ოპტიმალური ფარგლებია 1—10 მკგ კონცენტრაცია.

ანალიზის მსვლელობა. საზომი კოლბიდან პიპეტით იღებენ $SiO_2 \cdot nH_2O$ -ის ნალექის ზემოთ გოგირდმჟავა ჭსნარს, რომელიც მიღებულია შენალლობის დაშლით და ათავსებენ კვარცის (ან უბორო მინისაგან) სინჯარაში ან ცილინდრში მილესილი საცობით.

თუკი სილიციუმმჟავას ნალექი ხელს უშლის გამკვირვალე ჭსნარის აღებას, მაშინ მას ფილტრავენ. გაფილტვრა შეიძლება ჩატარდეს ბუხნერის ძაბრის საშუალებით, ჭსნარის რამდენადმე მეტი მოცულობის აღებით და ფილტრატის შეგროვებით კვარცის სინჯარაში. ამ სინჯარიდან იღებენ 1 მლ ფილტრატს ბორის განსაზღვრისათვის.

სილიციუმმჟავას ნალექისაგან განთავისუფლება შეიძლება აგრეთვე ცენტრიფუგირებით ლაბორატორიული ცენტრიფუგის დახმარებით (6000 ბრ/წთ), პოლიეთილენის სინჯარებით სარგებლობით. ცენტრიფუგირებას აწარმოებენ გამკვირვალე ჭსნარის მიღებამდე.

სინჯარაში მოთავსებულ საანალიზო ჭსნარს ამატებენ ზუსტად 9 მლ 0,005%-იან კარმინის ჭსნარს H_2SO_4 -ში (კუთ. წ. 1,84), სინჯარას ახურავენ მილესილ საცობს, კარგად შეურევენ და აყოვნებენ 12—18 საათის განმავლობაში, რის შემდეგ ზომავენ შეფერადებული ჭსნარის ოპტიკურ სიმკვრივეს 30 მმ სისქის შრის კიუვეტში, რომელსაც ახურავენ მინას.

ФЭК — М-ით სარგებლობისას შუქფილტრის სახით იღებენ კარმინის ჭსნარს კონცენტრირებულ გოგირდის მჟავაში, რომელსაც ათავსებენ 10 მმ სისქის შრის კიუვეტში და ამ კიუვეტს ათავსებენ ნათურასა და გასაზომ ჭსნარს შორის. ФЭК — Н — 52, ФЭК — Н — 54 და

* ა. ა. ნეშოლკარუკი, ზ. კ. კარალოვა. ბორის ანალიზური ქიმია. მ., „მეცნიერება“, 1964. დ. ი. ერისთავი, ფ. ი. ბროუჩეკ. ბორის განსაზღვრის ანალიზური მეთოდები. თბილისი, 1965.

ფჰკ — H — 57-ით მუშაობისას, სარგებლობენ № 7 შექვილტრით როცა ტალღის სიგრძე 610 მმ-ია. ნულოვანი ხსნარის სახით იყენებენ საკონტროლო ცდას რეაქტივების სისუფთავეზე. ანალიზის შედეგებს ანგარიშობენ მრუდის საშუალებით.

საჭიროა მზედველობაში იქნას მიღებული, რომ საანალიზო და სა-ნიმუშო ხსნარები აუცილებელია აღებული იქნას ერთიდაიგივე პიპე-ტით. თუკი ნიადაგში ბორის შემცველობა ისე მცირეა, რომ 1 მლ მო-ცულობაში შეფერვა არ შეიმჩნევა, მაშინ აღებული უნდა იქნას მეტი მოცულობის ალიქვოტურა ნაწილი (10—20 მლ), მოთავსდეს კვარცის ჯაშში, განეიტრალდეს მჟავა 3—4 მლ 0,1 N NaOH-ის ხსნარით და აორთქლდეს წყლის აბაზანაზე ამოშრობამდე. მშრალი ნაშთი გაიხსნას 10 მლ 0,5 N H₂SO₄-ის ხსნარში, გადატანილი იქნას კვარცის სინჯარაში. პიპეტით აღებული იქნას 1 მლ ხსნარი, მოთავსდეს მეორე სინჯარაში და განისაზღვროს ბორი, ისე, როგორც ეს ზემოთაა აღწერილი.

ს ა ჯ ი რ ო რ ე ა ქ ტ ი ვ ე ბ ი: 1. კონცენტრირებული H₂SO₄, განსაკუთრებით სუფთა ან ქიმიურად სუფთა. მჟავას შემცველობას ამოწმებენ არეომეტრით მისი სიმკვრივის გაზომვის გზით.

მჟავას, მასში ნიტრატების შემცველობაზე, ამოწმებენ შემდეგნა-ირად: კარგად გარეცხილ და გამშრალ სინჯარაში ათავსებენ 9 მლ გა-შოხდილ წყალს. რის შემდეგ ამატებენ 1 მლ კონცენტრირებულ H₂SO₄ და კარგად შეურევინ. გაცივების შემდეგ სინჯარაში ფრთხილად (კედ-ლის ჩაყოლებით) ამატებენ 5 მლ დიფენილამინის ხსნარს კონცენტრი-რებულ H₂SO₄-ში. ნიტრატების არსებობისას ორივე სითხის შეხების საზღვარზე წარმოიქმნება ლურჯი ზონა ან რკოლი.

ნიტრატებით დატუქვიანებული მჟავა არ შეიძლება გამოყენებული იქნას ბორის განსაზღვრისათვის. არ შეიძლება აგრეთვე გამოყენებული იქნას ოღნავ შეფერადებული მჟავაც კი. მჟავა უნდა იყოს უფერო და არ უნდა შეიცავდეს ბორს. (წვეთური რეაქცია კარმინთან — თუკი ხსნარი წითელია, ე. ი. ბორი არ არის).

ბორის განსაზღვრისათვის უკეთესია ვისარგებლოთ კონცენტრირე-ბული გოგირდის მჟავით კვალიფიკაციით „განსაკუთრებული სუფთა“. შეიძლება გამოყენებული იქნას H₂SO₄ — ქიმიურად სუფთა, თუკი წინასწარ შემოწმებული იქნება ისე, როგორც ეს ზემოთაა აღწერილი.

2. კარმინის 0,005%-იანი ხსნარი კონცენტრირებულ გოგირდის მჟავაში. აუცილებელია შემოწმებული იქნას კარმინის ზარისხი: ამი-სათვის სინჯარაში იღებენ ბორის მჟავას წყალხსნარს და ამატებენ მას კარმინის მცირე რაოდენობას კონცენტრირებულ გოგირდის მჟავაში. კარმინის ხსნარის დამატება საჭიროა შინიმალური რაოდენობით.

თუკი ბორის მჟავას ხსნარი შეიფერება ლურჯად, კარმინი ვარგისია ანალიზის ჩატარებისათვის.

შემოწმების შემდეგ ანალიზურ სასწორზე წონიან 50 მგ კარმინს, წონაქს ათავსებენ 1 ლ მოცულობის საზომ კოლბში, ამატებენ 500—600 მლ H_2SO_4 (კუთ. წ. 1,84), ხსნარს შეუურევენ კარმინის სრულ გახსნამდე (უკეთესია დატოვებული იქნას ღამით), რის შემდეგ, კონცენტრირებული გოგირდის მქავით ხსნარი მიჰყავთ ნიშანხაზამდე. კოლბს კარგად ახურავენ მინის მილესილ საცობს, რამდენჯერმე გადააბრუნებენ, რათა კარგად შეერიოს ხსნარი და იყენებენ საანალიზოდ.

კარმინის ხსნარს ინახავენ კარგად თავდახურულ ჭურჭელში, ბნელ ადგილას. ხსნარი შეფერადებულია წითლად. სხვა შეფერვის შემთხვევაში ხსნარი უვარჯისია მუშაობისათვის.

3. გადაკრისტალებული ბორის მქავა H_3BO_3 . იმისათვის, რომ დაწმენილი ვიყოთ პრეპარატის სისუფთავეში და სტანდარტული ხსნარების მიხედვით აგებული მრუდის ან ფერადი სკალის სისწორეში, სტანდარტული ხსნარი საჭიროა მომზადებული იქნას ორჯერ გადაკრისტალებული ბორის მქავასაგან.

ბორის მქავას ხსნადობა $0^{\circ}C$ ტემპერატურაზე — 2 გრამია 100 მლ გამოხდილ წყალში, $20^{\circ}C$ -ზე — 5 გ და 100° -ზე — 40 გ. სტანდარტული ხსნარის დასამზადებლად საჭირო რაოდენობის გადაკრისტალებული ბორის მქავას მისაღებად ტექნიკურ სასწორზე წონიან 10—12 გ ბორის მქავას, ხსნიან გაცხელებით და მუდმივი მორევით 100 მლ გამოხდილ წყალში. მიჰყავთ ხსნარი აღუღებამდე და ცხელ მდგომარეობაში ფილტრავენ უნაცრო ფილტრით (თეთრ ზოლიანი) დაბალ, ფართო კიქაში (უბორო ან ჩვეულებრივი მინის). კიქის შიგთავსს სწრაფად აცივებენ ონკანის ქვეშ ან ყინულიან წყალში კიქის მოთავსებით.

გაცივებისას გამოყოფილ ნალექს გადაიტანენ ბუხნერის ძაბრზე. რომელზეც წინასწარ მოთავსებულია თეთრი ზოლიანი უნაცრო ფილტრი. ნალექს 3—4-ჯერ ჩარეცხავენ გაცივებული გამოხდილი წყლის მცირე ულუფებით და დააყოვნებენ, რომ კარგად ჩაიფილტროს ჩანარეცხი წყალი.

ფილტრს ნალექიანად ამოიღებენ ძაბრიდან და ფილტრის ქაღალდებს შორის აშრობენ ჰაერზე.

ასე გამშრალ ნალექს გადაიტანენ დაბალ ფართო ბიუქსში და თავლია ბიუქსს ჩადგამენ ექსიკატორში (გოგირდის მქავაა ექსიკატორში), რათა მიყვანილი იქნას ნალექი მუდმივ წონაზე. გადაკრისტალებული ბორის მქავას ინახავენ ექსიკატორში თავდახურულ ბიუქსში.

4. ბორის მქავას ძირითადი სტანდარტული ხსნარი. ანალიზურ სასწორზე წონიან ზუსტად 0,2858 გ გადაკრისტალებულ ბორის მქავას და გადააქვთ 500 მლ მოცულობის საზომ კოლბში (მილესილი საცობით). კოლბში მოთავსებულ წონაქს ხსნიან 0,5N H_2SO_4 -ის ხსნარში, რის შემდეგ ხსნარის მოცულობა ამავე მქავით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე. ახურა-

ვენ საცობს და ხსნარს კარგად შეურევენ კოლბის რანდენჯერზე გადაბრუნებით. ლებულობენ სამარავო ძირითად სტანდარტულ ხსნარს 0,1 მგ/მლ ბორის შემცველობით.

5. სამუშაო სტანდარტულ ხსნარს ლებულობენ ძირითადის განზავებით. პიპეტით იღებენ 25 მლ ძირითად ხსნარს, გადააქეთ 250 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, 0,5 n H₂SO₄-ის ხსნარით მიიყვანენ ხიშანხაზამდე, ახურავენ მიღესილ საცობს და კარგად შეურევენ ხსნარს კოლბის რანდენჯერზე გადაბრუნებით. ასეთი 10-ჯერადი განზავებით ლებულობენ სამუშაო ხსნარს 0,01 მგ/მლ ბორის შემცველობით. ამ სამუშაო სტანდარტულ ხსნარს იყენებენ მრუდის ასაგებად ან ფერადი სკალის დასამზადებლად ვიზუალური მეთოდისათვის.

6. სტანდარტული ხსნარების სერია. იღებენ 1 ან 2 მლ მოცულობის ორ მიკრობიურეტს და კარგად გარეცხვის შემდეგ ერთს აავსებენ — სამუშაო სტანდარტული ხსნარით 0,01 მგ/მლ ბორის შემცველობით, მეორეს — 0,5 n H₂SO₄-ის ხსნარით.

უბორო მიწისაგან დამზადებულ სუფთა მშრალ სინჯარებში (მიღებული საცობით) ათავსებენ ამ ხსნარების შემდეგ რაოდენობებს:

ცხრილი 40

სინჯარის №	სტანდარტული ხსნარის რაოდენობა, მლ	დამატებული 0,5 n H ₂ SO ₄		ბორის შემცველობა, მკგ
		მლ	მგ	
1	0,00	1,00	0,0000	0,0
2	0,05	0,95	0,0005	0,5
3	0,10	0,90	0,0010	1,0
4	0,20	0,80	0,0020	2,0
5	0,40	0,60	0,0040	4,0
6	0,60	0,40	0,0060	6,0
7	0,80	0,20	0,0080	8,0
8	1,00	0,00	0,0100	10,0

სინჯარებს ახურავენ საცობებს, შეურევენ, ამატებენ ზუსტად 9 მლ 0,005%-იან კარმინის ხსნარს. კვლავ შეურევენ ხსნარს და შეფერვის სრული განვითარებისათვის ტოვებენ 24 საათის განმავლობაში.

ზომიდან შეფერადებული სტანდარტული ხსნარების ოპტიკურ სიმკვრივეს და ავებენ მრუდს ან ამზადებენ სინჯარულ ფერად სკალას ბორის ვიზუალური ფანსაზღვრისათვის.

ბორის განსაზღვრა ხინალიზარინის მეთოდით

მეთოდის საფუძველს წარმოადგენს ხინალიზარინის (1, 2, 5, 8 — ტეტრაოქსიანტრახინონი) იისფერის გადასვლა ლურჯში მაშინ, როცა კონცენტრირებული გოგირდის შეჯვა შეიცავს ბორს, რომელთანაც ხი-

ნალიზარინი წარმოქმნის შიდაკომპლექსურ შენაერთს. ხინალიზარინი უფრო მგრძობიარეა, ვიდრე კარმინი.

რამდენადაც ბორხინალიზარინის კომპლექსური შენაერთის შეფერვა ექვემდებარება ბერის კანონს, ნიმუშში არა უმეტეს 1 მკგ ბორის შემცველობისას, მრუდის აგებისათვის სტანდარტული ხსნარების სერია საჭიროა მომზადდეს ბორის 0—1 მკგ კონცენტრაციის ფარგლებში. ამ მიკროელემენტის უფრო მაღალ კონცენტრაციას საზღვრავენ ხსნარის უფრო განზავებით ან ნაკლები რაოდენობით ალიქვოტური ნაწილის ალებით. ხინალიზარინის მეთოდით ბორის განსაზღვრისათვის მ. ვ. ჩურბანოვის და ნ. ი. პალილოვის გამოკვლევებით დიდი მნიშვნელობა აქვს ხინალიზარინის გახსნისათვის გამოყენებული გოგირდის მჟავას კონცენტრაციას: რის გამოც საჭიროა ამ კონცენტრაციის წინასწარი განსაზღვრა.

ანალიზის მსვლელობა. საზომი კოლბიდან, რომელშიც მოთავსებულია შენაღობის ხსნარი, პიპეტით იღებენ 1 მლ გოგირდმჟავა ხსნარს $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ნალექის ზევით და გადააქვთ 20—25 მლ მოცულობის მილესილსაცობიან სინჯარაში ან ცილინდრში (უბოროო მინისაგან ან კვარცისაგან) *.

გამოყენებული მჟავის კონცენტრაციის მიხედვით ამატებენ 19,0—22,0 მლ ხინალიზარინის ხსნარს გოგირდის მჟავაში. სინჯარას ახურავენ მილესილ საცობს, შეურევენ და ტოვებენ 12—18 საათის განმავლობაში შეფერვის სრული განვითარებისათვის, რის შემდეგ ოპტიკურ სიმკვრივეს ზომავენ ფოტოელექტროკოლორიმეტრზე.

ოპტიკურ სიმკვრივეს ზომავენ კიუვეტში, რომელშიც შეფერადებული ხსნარის გასახედი შრის სისქე 30 მმ-ია, კიუვეტი თავდახურულია მინით. გაზომვას აწარმოებენ ნარინჯისფერი შუქფილტრით, რომლის სინათლის გატარების მაქსიმუმი შეესაბამება 610 მმკ ტალღის სიგრძეს.

ფოტოელექტროკოლორიმეტრებს $\Phi\text{ЭК} - \text{H} - 52$, $\Phi\text{ЭК} - \text{H} - 54$ და $\Phi\text{ЭК} - \text{H} - 57$ აქვთ ნარინჯისფერი შუქფილტრი (№ 7). ფოტოკოლორიმეტრს $\Phi\text{ЭК} - \text{H} - 56$ აქვს მასთან ახლო შუქფილტრი № 8, რომლის შუქგატარების მაქსიმუმიცაა 597 მმკ.

$\Phi\text{ЭК} - \text{M}$ -ზე ოპტიკური სიმკვრივის გაზომვისას იყენებენ თხევად შუქფილტრს, რომლის სახით შეიძლება გამოყენებული იქნას $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ -ის 10%-იანი ხსნარი 3,5%-იან გოგირდის მჟავაში. ამ ხსნარს ასხამენ 10 მმ სისქის შრის მქონე კიუვეტში და ათავსებენ მას სინათლის წყაროსა და საანალიზო ან სტანდარტულ ხსნარიან კიუვეტს შორის

* თუკი სილიციუმმჟავას ნალექი ხელს უშლის გამკვირვალე ხსნარის ალებას, მას ფილტრავენ ან აცენტრიფუგირებენ.

სამაგროში, ამ შემთხვევაში ჩართულია ნეიტრალური შექვილტრო № 1.

ნულოვან ხსნარს ამზადებენ მილესილსაცობიან უბორო მინისაგან ან კვარცისაგან დამზადებულ სინჯარაში. მასში ათავსებენ 1 მლ ორმაგი გამოხდილი წყლის და 19—22 მლ ხინალიზარინის ხსნარს გოგირდის მჟავაში. სინჯარას ახურავენ მილესილ საცობს, შეურევენ და აყოვნებენ ისევე, როგორც საკვლევ ან სტანდარტულ ხსნარებს.

ს ა კ ი რ ო რ ე ა ქ ტ ი ვ ე ბ ი: 1) კონცენტრირებული H_2SO_4 , განსაკუთრებით სუფთა ან ქიმიურად სუფთა. გაყიდვაში არსებული გოგირდმჟავას შემცველობა 93, 56—95, 60%-ის ფარგლებშია.

2) ხინალიზარინის ხსნარი გოგირდის მჟავაში. 10—20 მგ ხინალიზარინს ხსნიან 1 ლ კონცენტრირებულ გოგირდის მჟავაში (განსაკ. სუფთა ან ქიმიურად სუფთა).

რადგანაც საკვლევ ნიმუშზე დასამატებელი ხინალიზარინის ხსნარის რაოდენობა (მლ) დამოკიდებულია მუშაობაში გამოყენებული გოგირდის მჟავას პროცენტულ შემცველობაზე, ამიტომ აუცილებელია მისი შემცველობის განსაზღვრა.

საანალიზო სასწორზე წონიან მინის ბიუქსს ან 100 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბს და მასში წონიან ზუსტად 2 გრამ კონცენტრირებულ გოგირდის მჟავას. (მჟავას ათავსებენ ჭურჭელში პიპეტით).

ახურავენ ბიუქსს ან კოლბს მილესილ სახურავს ან საცობს. შემდეგ აწონილი მჟავა ძაბრის საშუალებით გადააქვთ 500 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, რომელშიც წინასწარ მოთავსებულია 100—200 მლ ორმაგი გამოხდილი წყალი. ბიუქსს (კოლბს) რამდენჯერმე კარგად გამოავლებენ ორმაგ გამოხდილ წყალს, რათა მჟავა მთლიანად იქნას გადატანილი საზომ კოლბში. ხსნარი მიჰყავთ ნიშანხაზამდე წყლით და კარგად შეურევენ.

პიპეტით იღებენ ამ ხსნარის სამ სინჯს 25 მლ-ის რაოდენობით, ათავსებენ 250 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში, ამატებენ 2 წვეთ ინდიკატორ მეთილის ნარინჯის 0,1%-იან წყალხსნარს და ტიტრირებენ $NaOH$ -ის 0,1 *n* ხსნარით.

გოგირდის მჟავას შემცველობას პროცენტებში ანგარიშობენ ფორმულით:

$$\frac{V \cdot 0,004904 \cdot 100}{r} = \frac{V \cdot 0,4904}{r} = \% H_2SO_4,$$

სადაც V — დატიტრებაზე დახარჯული 0,1 *n* $NaOH$ -ის ხსნარის მოცულობაა მლ-ში;

0,004904 — H_2SO_4 -ის რაოდენობა გრამებში, რომელიც შეესაბამება 0,1 *n* $NaOH$ -ის ხსნარის ზუსტად 1 მლ-ს; r — გოგირდის მჟავას აღებული წონაჯი გრამობით.

გამოყენებული მჟავას პროცენტული შემცველობის მიხედვით ყოველი 1 მლ 'საკვლევი' ან სტანდარტულ 'ხსნარზე' იღებენ ზინალიზარინის ხსნარის შემდეგ რაოდენობებს:

H ₂ SO ₄ (%-ში) შემცველობა	ზინალიზარინის ხსნარი (მლ)
93—94	22,0
~94,5	20,0
95 და ზევით.	19,0

94,5%-ზე უფრო მაღალი კონცენტრაციის მჟავას გამოყენებისას სასურველია მისი განზავება გამოხდილი წყლით 93—94 %-მდე. გოგირდის მჟავას განზავებისას საჭიროა გვახსოვდეს მისი განზავების წესი, ე. ი. აუცილებელია მჟავა ჩაეასხათ წყალში.

ჩვეულებრივ, მუშაობისათვის ამზადებენ 1—2 ლ ან მეტ ზინალიზარინის ხსნარს გოგირდის მჟავაში. ზინალიზარინის ხსნარის შენახვა საჭიროა მილესილსაცობიან მინის კურკელში ბნელ ადგილას.

3. ძირითადი სტანდარტული ხსნარი 0,1 მგ/1-მლ-ში ბორის შემცველობით. იღებენ 0,2858 გ გადაკრისტალბულ ბორის მჟავას, გადააქვთ 500 მლ მოცულობის მილესილსაცობიან 'საზომ კოლბში', ჩსნიან წყალში, მიჰყავთ წყლით ნიშანხაზამდე და კარგად შეურევენ.

4. 'სამუშაო სტანდარტულ ხსნარს 0,001 მგ/მლ ბორის შემცველობით' იღებულობენ ძირითადი სტანდარტული ხსნარის განზავებით 100-ჯერ. იღებენ 10 მლ ძირითად ხსნარს, ათავსებენ 1 ლ მოცულობის 'საზომ კოლბში', ორმაგი გამოხდილი წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე და კარგად შეურევენ.

5. სტანდარტული ხსნარების სერია. უბორო მინის ან კვარცის მშრალ სუფთა სინჯარებში (მილესილი საცობით) ათავსებენ სამუშაო სტანდარტული ხსნარის და წყლის შემდეგ რაოდენობებს:

ცხრილი 41

№ რიგზე	სტანდარტული ხსნარი, მლ	გამოხდილი წყალი მლ	ბორის შემცველობა	
			მგ	მკგ
1.	0,00	1,00	0,0000	0,0
2.	0,20	0,80	0,0002	0,2
3.	0,40	0,60	0,0004	0,4
4.	0,60	0,40	0,0006	0,6
5.	0,80	0,20	0,0008	0,8
6.	1,00	0,00	0,001	1,0

მიკრობიურეტიდან ამატებენ 9 მლ ხინალიზარინის ხსნარს გოგირდის შევავაში, ახურავენ საცობს, შეურევენ და ტოვებენ 12—18 საათის განმავლობაში, რის შემდეგ გაზომავენ ოპტიკურ სიმკვრივეს და აგებენ გრაფიკს.

ბორის მოძრავი ფორმების განსაზღვრა

მოძრავი ბორის გამოძევება ნიადაგიდან. 1 მმ ნასვრეტებიან საცურში გატარებულ 20—50 გ (დამოკიდებულია ბორის შემცველობაზე) ჰაერმშრალ ნიადაგს ათავსებენ უბორო მინის ან კვარცის კოლბში. ამატებენ გამოხდილ წყალს ორმაგი რაოდენობით ე. ი. ნიადაგის შეფერადება წყალთან 1:2 (ტორფიანი ნიადაგებისათვის 1:10). კოლბის შიგთავსს აცხელებენ ადუღებამდე და ადუღებენ შებრუნებული მაცივრით 10 წუთის განმავლობაში.

ცხელ ხსნარს გაფილტრავენ უნაცრო დაკეცილ ფილტრში. იღებენ 20 — 40 მლ (დამოკიდებულია ბორის შემცველობაზე) გამჟღავნებელ ფილტრატს, ათავსებენ პლატინის ან კვარცის ჯაშში, ამატებენ 1 მლ 1*n* NaOH-ის ან KOH-ის ხსნარს და აორთქლებენ წყლის აბაზანაზე ამოშრობამდე. შშრალ ნაშთს გამოწვავენ მუფელის ლუმელში 450 — 500° ტემპერატურაზე ორგანული ნივთიერებებისა და ნიტრატების სრულ დაშლამდე (1—2 საათი). ბორის შემდგომ განსაზღვრას აწარმოებენ კარმინის ან ხინალიზარინის მეთოდით.

მოძრავი ბორის განსაზღვრა კარმინის მეთოდით

გამომწვარ ნაშთს ხსნიან 5 — 10 მლ 0,5 *n* H₂SO₄-ში შშრალ ნაშთს, აღნიშნულ გამხსნელთან ერთად, კარგად გასრესენ მინის წკირით ან სანაყით. ხსნარს ფილტრავენ 7 სმ დიამეტრის უნაცრო ფილტრში, ფილტრატს აგროვებენ უბორო მინის ან კვარცის სინჯარაში.

პიპეტით იღებენ 1 მლ მიღებულ ფილტრატს და ათავსებენ მილესილ საცობიან მეორე ასეთივე სინჯარაში, ამატებენ ზუსტად 9 მლ 0,005%-იან კარმინის ხსნარს H₂SO₄-ში, (ყუთ. წ. 1,84) და შემდეგ იქცევიან ისე, როგორც ეს აღწერილია 442 — 443-ე გვერდზე.

ს ა ჰ ი რ ო რ ე ა ქ ტ ი ვ ე ბ ი: 1. 0,5 *n* H₂SO₄. იღებენ 14 მლ H₂SO₄ (ყუთ. წ. 1,84), ხსნიან წყალში და მიჰყავთ წყლით 1 ლიტრამდე.

2. კარმინის 0,005%-იანი ხსნარი H₂SO₄-ში (ყუთ. წ. 1,84).

მომკრავი ბორის განსაზღვრა ხინალიზარინის მეთოდით *

გამომწვარ ნაშთს ხსნიან 5 — 10 მლ H_2SO_4 -ის 0,36 n ხსნარში და ფილტრავენ 7 სმ დიამეტრის მქონე უნაცრო ფილტრში. მკვებაში ნაშთის გახსნისას, ზოგჯერ შეიძინევა ვარდისფერი შეფერადების მიღება, რომელიც გამოწვეულია მანგანუმის მკვებას ანიონით, აღნიშნული ხელს უშლის ბორის განსაზღვრას. მანგანუმის მკვებას დაშლისათვის შეფერადებულ ხსნარს ამატებენ 1 მლ ჰიდრაზინ-სულფატის მადლარ ხსნარს 0,36 n H_2SO_4 -ში, ხსნარს კარგად შეურევენ მინის წკირით და ფილტრავენ უნაცრო ფილტრში. ფილტრატს იყენებენ ბორის განსაზღვრისათვის; მხედველობაში ღებულობენ ჰიდრაზინსულფატის ხსნარის შეტანით მიღებულ განზავებას.

ბორის ფოტოკოლორიმეტრული განსაზღვრისათვის, მიკროპიპეტით იღებენ ზუსტად 0,5 მლ საანალიზო ხსნარს და ათავსებენ 25—30 მლ მოცულობის უბორო მინის ან კვარცის მილესილსაცობიან ცილინდრში ან სინჯარაში. საანალიზო ხსნარს აღებულ მოცულობას (0,5 მლ) ამატებენ 9,5—11 მლ ხინალიზარინის ხსნარს (დამოკიდებულია მკვებას კონცენტრაციაზე), ახურავენ საცობს და შეანჯღრევენ.

აყოვნებენ 2 საათს, რათა ხსნარი გაცივდეს ოთახის ტემპერატურამდე და შეფერვის ინტენსივობა გახედეს სტაბილური. (უკეთესია დაყოვნება 12—18 საათის განმავლობაში). შემდეგ იქცევიან ისე, როგორც ეს აღწერილია 446-ე გვერდზე.

საკვლევი ხსნარების კოლორიმეტრიკების წინ, ფოტოკოლორიმეტრის ნულოვან წერტილს აყენებენ ხინალიზარინის ნულოვანი ხსნარის მიხედვით, რისთვისაც მარჯვენა და მარცხენა კიუვეტში (გასახედი შრის სისქე 30 მმ) თანაბარი რაოდენობით ათავსებენ ხინალიზარინას ნულოვან ხსნარს და კიუვეტებს უკეთებენ სახურავს. ნულოვანი წერტილის დაყენების შემდეგ მარჯვენა მხარეს ათავსებენ კიუვეტს საკვლევი ხსნარით. ათვლას აწარმოებენ ფოტოელექტროკოლორიმეტრის მარჯვენა დოლით.

რამდენადაც ხინალიზარინის მეთოდი გამოირჩევა დიდი მგრძობელობით და სშირად გამოიყენება ბორის ვიზუალური განსაზღვრისათვის, სტანდარტული ხსნარების სკალას ამზადებენ ფართო ინტერვალში — 0,2-დან 7 მკგ-მდე ბორის შემცველობით, რამდენიმე სამუშაო სტანდარტული ხსნარის გამოყენებით.

საკვირო რეაქტივები: 1. 0,36 n H_2SO_4 . საზომი ცილინდრით იღებენ 10 მლ H_2SO_4 (კუთ. წ. 1,84), ასხამენ მცირე მოცულობის გამოხდილ წყალში, შემდეგ კი ანზავებენ წყლით 1 ლიტრამდე.

* ვ. მ. ჩურბანოვი, ნ. ი. პალილოვა. ბორის განსაზღვრის ფოტოკოლორიმეტრული მეთოდი ხინალიზარინის გამოყენებით. „Агрохимия“, 1966, № 2.

2. ჰიდრაზინსულფატის მაქლარი ხსნარი. წონიან 1,5 გ ჰიდრაზინსულფატს $N_2H_4 \cdot H_2SO_4$ (ГОСТ 5841—65), ამატებენ 100 მლ 0,36 N H_2SO_4 და აყოენებენ გარკვეული დროის განმავლობაში. დროგამოშვებით შეუტრევენ. კოლბის ფსკერზე დარჩენილი გაუხსნელი ნალექი ზელს არ უშლის ამ რეაქტივის გამოყენებას.

3. ხინალიზარინის ხსნარი გოგირდის მქაეაში. ამზადებენ ისე, როგორც აღწერილია 447-ე გვერდზე. რამდენადაც წყალხსნადი ბორის განსაზღვრას აწარმოებენ საკვლევი ხსნარის 0,5 მლ-ში, ასეთ მოცულობაზე, გოგირდის მქაეას პროცენტული შემცველობის მიხედვით, იღებენ ხინალიზარინის შემდეგ რაოდენობებს:

H_2SO_4 -ის შემცველობა %-ობით.	იღებენ ხინალიზარინის ხსნარს, მლ-ობით.
93—97	11,0
~94,5	10,0
95 და ზევით	9,5.

გოგირდის მქაეაში H_2SO_4 -ის პროცენტული შემცველობის განსაზღვრა აღწერილია 447-ე გვერდზე. ხინალიზარინის ხსნარს ჩვეულებრივ ამზადებენ 1—2 ლ და მეტი რაოდენობით, რათა უზრუნველყონ ერთნაირი ხარისხის გოგირდის მქაეას გამოყენება. ხსნარს ინახავენ მილესილსაცობიან მინის ქურკველში ბნელ ადგილას.

4. ძირითადი სტანდარტული ხსნარი 0,1 მგ/მლ ბორის შემცველობით (448-ე გვერდი).

5. პირველი სამუშაო სტანდარტული ხსნარი 0,02 მგ/მლ ბორის შემცველობით. ამზადებენ ძირითადი სტანდარტული ხსნარის განზაეებით 5-ჯერ. ბიურეტით ან ზუსტი პიპეტით იღებენ 20 მლ ძირითად სტანდარტულ ხსნარს და ათავსებენ 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, მიჰყავთ წყლით ნიშანხაზამდე და კარგად შეუტრევენ.

6. მეორე სამუშაო სტანდარტული ხსნარი 0,01 მგ/მლ ბორის შემცველობით. ლებულობენ ძირითადი სტანდარტული ხსნარის განზაეებით 10-ჯერ. ბიურეტით ან პიპეტით იღებენ 10 მლ ძირითად სტანდარტულ ხსნარს და ათავსებენ 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში. მიჰყავთ წყლით ნიშანხაზამდე და კარგად შეუტრევენ.

7. მესამე სამუშაო სტანდარტული ხსნარი 0,005 მგ/მლ ბორის შემცველობით. ამზადებენ ძირითადი სტანდარტული ხსნარის განზაეებით 20-ჯერ. ბიურეტით ან ზუსტი პიპეტით იღებენ 5 მლ ძირითად სტანდარტულ ხსნარს და ათავსებენ 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე და კარგად შეუტრევენ.

8. მეოთხე სამუშაო სტანდარტული ხსნარი 0,001 მგ/მლ ბორის შემცველობით; ლებულობენ ძირითადი სტანდარტული ხსნარის გან-

ზავებით 100-ჯერ. მიკროპიპეტით იღებენ 1 მლ ძირითად სტანდარტულ ხსნარს, ათავსებენ 100 მლ შოკულაობის საზომ კოლბში, ანზავებენ წყლით ნიშანხაზამდე და შეუტრევენ.

9. სტანდარტული სკალა ზინალიზარინის მეთოდით ბორის განსაზღვრისათვის. მშრალ, სუფთა, მილესილსააცობიან უბორო მინის ან კვარცის ზინჯარებში ან ცილინდრებში 1 მლ შოკულაობის შიკრობიურეტით ან ზუსტი პიპეტით ათავსებენ სამუშაო სანიმუშო ხსნარების შემდეგ რაოდენობებს:

ცხრილი 42

სტანდარტის №№	ბორის შემცველობა, მკგ	წყალი, მლ	სამუშაო სტანდარტული ხსნარები ბორის შემცველობით. მგ/მლ			
			0,02	0,01	0,005	0,001
1	—	0,5	—	—	—	—
2	0,2	0,30	—	—	—	0,20
3	0,4	0,10	—	—	—	0,40
4	0,6	0,38	—	—	0,12	—
5	0,8	0,34	—	—	0,16	—
6	1,0	0,30	—	—	0,20	—
7	1,5	0,20	—	—	0,30	—
8	2,0	0,10	—	—	0,40	—
9	2,5	—	—	—	0,50	—
10	3,0	0,20	—	0,30	—	—
11	3,5	0,15	—	0,35	—	—
12	4,0	0,10	—	0,40	—	—
13	4,5	0,05	—	0,45	—	—
14	5,0	—	—	0,50	—	—
15	6,0	0,20	0,30	—	—	—
16	7,0	0,15	0,35	—	—	—

Mn, Cu, Zn და Co მოძრაპი ფორმების ერთობლივი განსაზღვრა ნიადაგში

ჯგუფურ გამხსნელად ვარგისია ისეთი ექსტრაქტენტი, რომელშიც შეიძლება ჩატარდეს მიკროელემენტების განსაზღვრა განსაკუთრებული მომზადების გარეშე; მკავე გამხსნელის კონცენტრაცია არ უნდა იყოს 0,5 N-ზე მეტი, რათა უზრუნველყოთ ნიადაგიდან მიკროელემენტების ისეთი რაოდენობით გამოქვეება, რომელთაც შეუძლიათ დაახასიათონ მათზე მცენარეების მოთხოვნილება და ამკვე დროს შეიძლებოდეს ამ რაოდენობის ანალიზური განსაზღვრა.

განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია, რომ ხსნარის pH არ იცვლებოდეს ნიადაგთან მისი ურთიერთმოქმედების პროცესში და ამიტომ ამ

მიზნისათვის განსაკუთრებით გამოსადეგია აცეტატური ბუფერული ხსნარები;

ჯგუფური გამხსნელის სახით შეიძლება გამოყენებული იქნას მჟავე გამონაწერები — HNO_3 და H_2SO_4 -ის ხსნარები ზემოთ მითითებული კონცენტრაციით, აცეტატურ-ამონიუმთან ბუფერული ხსნარი $\text{pH} = 4,8$ -ით მჟავე ნიადაგებისათვის და აცეტატურ-ნატრიუმთან ბუფერული ნარევი, რომლის $\text{pH} = 4,7$ და $3,6$ — შუა აზიის ნიადაგებისათვის.

ექსტრაგენტისა და მისი კონცენტრაციის არჩევა დამოკიდებულია ნიადაგის თვისებებზე და მცენარეზე და საჭიროებს დიდ შემოწმებას მინდვრის ცდებით. ხსნარის შეფარდება ნიადაგთან და ურთიერთმოქმედების დრო უნდა იყოს საერთოდ მიღებული, რათა შესაძლებელი გახდეს მიღებული შედეგების დაპირისპირება. თანამედროვე პირობებში საარგებლოდ შეფარდებით ნიადაგი: ხსნარი $1 : 10$ და 1 საათიანი ნჯღრევით როტატორზე.

ქვემოთ მოყვანილია მიკროელემენტ — კათიონების მოძრავი ფორმების განსაზღვრის აღწერა აცეტატურ-ამონიუმთან ბუფერულ ხსნარში — $\text{pH} = 4,8$, როგორც ტიპური, რომელიც შეიძლება გამოყენებული იქნას ნებისმიერი ნიადაგებისათვის (გარდა შუა აზიისა).

მასტრაგენტისა და გამონაწერის მომზადება *

ტექნიკურ სასწორზე წონიან 1 მმ დიამეტრის ნასვრეტებიან საცერში ჯატარებულ 40 გ ჰაერმზრალ ნიადაგს. წონაქს ათაქსებენ კონუსურ კოლბში ან 500 მლ მოცულობის მინის ჰურჭულში და საზომი ცილინდრით ამატებენ 400 მლ აცეტატურ ბუფერულ ხსნარს. ანჯღრევენ როტატორზე 1 საათის გამზავლობაში და ფილტრავენ თეთრზოლიან ფილტრში.

ბუფერული ხსნარის მომზადება. აცეტატურ-ამონიუმთან ბუფერულ ხსნარს pH -ით $4,8$ შემდეგნაირად ამზადებენ: იღებენ 108 მლ 98% -იან ძმარმჟავას. ანზავებენ ორმაგი გამოხდილი წყლით $600 - 700$ მლ-მდე, ამატებენ 75 მლ NH_4OH -ის 25% -იან ხსნარს, შეურევენ და ორმაგი გამოხდილი წყლით მიჰყავთ 1 ლიტრამდე. ამოწმებენ მიღებული ხსნარის pH -ს.

ძმარმჟავას, თუკი ეს საჭიროა, გადადენიან მინის აპარატში მილესილთავიანი მაცივრით. გადადენისას, ძმარმჟავას ამატებენ

* მიკროელემენტების მოძრავი ფორმების განსაზღვრა ზონალურ აგროქიმიურ ლაბორატორიაში. ვ. ვ. დოკუჩაევის სახ. ნიადაგმცოდნეობის ინსტიტუტი. გამომც. სოფ. მეურ. სამინ. სსრკ. მ., 1968 წ. გვ. 2.

მკირე რაოდენობით უწყლო ძმარმეავა ნატრიუმს. გადადენილი მკე-
ეას კონცენტრაციას ამოწმებენ სიმკვრივის მიხედვით.

ამიაკს ასუფთავებენ მიკროელემენტების კვალისაგან: ამიაკის
25%-იან ხსნარს ათავსებენ დიდი ექსიკატორის ფსკერზე; ამიაკის შე-
საბოჭად ექსიკატორში, ფაიფურის სადგამზე, ათავსებენ შინის ჭა-
მებს, რომელნიც ნახევრამდე ავსებულია ორმაგი გამოხდილი წყლით.
მკიდროდ ახურავენ ექსიკატორს სახურავს და აყოვნებენ ასე მინიმუ-
ში 48 საათის განმავლობაში. ძლიერი კონცენტრაციის ხსნარის მისა-
ღებად, ამიაკიანი წყლით გაჯერებას იმეორებენ; შემდეგ ამოწმებენ
ამიაკის სიმკვრივეს და გამოიანგარიშებენ მის აუცილებელ რაოდენო-
ბას ბუფერული ხსნარის დასამზადებლად.

შენიშვნა: 1. ტორფში და ცხოველთა საფენებში წონაკს ამცირებენ დაახ-
ლოებით ორჯერ.

2. მიღებული გამონაწურის მოცულობა მეტისმეტად ბევრია ლაბორატორიული
კვლევისათვის, ამიტომ უკეთესია გამოვიყენოთ 20 გ წონაკი და ავილოთ 200 მლ
ექსტრაგენტი.

3. ქვემოთ აღწერილია ფილტრატის ალიკვოტურ ნაწილებში, მიკროელემენტე-
ბის განსაზღვრის მეთოდიცა, მაგრამ შეიძლება ფილტრატი მთლიანად, თანდათანო-
ბით აორთქლდეს ფაიფურის ჭაში წყლის აბაზანაზე 5-10 მლ-მდე; ორგანული ნივ-
თიერებების დაქანვისათვის, დამატოს 2 მლ HNO_3 კუთ. წ. 1,4 და 2 მლ წყალბა-
დის ზეენანგის 30%-იანი ხსნარი; აორთქლდეს ტენიანი მარილების მდგომარეობამდე,
კვლავ დამატოს HNO_3 და H_2O_2 იგივე რაოდენობით და აორთქლდეს აბაზანაზე
ამოშრობამდე.

მიღებული მშრალი ნაშთი გაცხელებით გაიხსნას HNO_3 -ის ან H_2SO_4 -ის 5%-
იან ხსნარში, ჩაიფილტროს 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, ჩაირეცხოს ფილ-
ტრი რომელიმე ერთ-ერთი ზემოთ მითითებული მკეებით შემკეებული ორმაგი გა-
მოხდილი წყლით, მიყვანილი იქნას ნიშანხაზამდე, შეერიოს და მიკროელემენტების
განსაზღვრისათვის აღებული იქნას ხსნარის ალიკვოტური ნაწილები დაახლოებით
შემდეგი რაოდენობით: Mn -ზე — 10 მლ; Cu — 20 მლ, Zn — 5 მლ, Co — 50 მლ.

მოძრაპი მანვანუშის განსაზღვრა

პიბეტიტ იღებენ 10—20 მლ ფილტრატს, ათავსებენ ცეცხლგამ-
ძლე მინისაგან დამზადებულ 100 მლ მოცულობის ქიმიურ ჰიქაში,
ამატებენ 2 მლ HNO_3 კუთ. წ. 1,4 და 2 მლ წყალბადის ზეენანგის
30%-იან ხსნარს, შეურევენ წრიული მოძრაობით და აცხელებენ
ელექტროქურაზე აღულებამდე. ხსნარს აღულებენ ნელი დუღილით,
რათა აღვილი არ ექნეს გაშუფეას; დუღილს აგრძელებენ მანამ, სა-
ნამ ჰიქაში არ დარჩება დაახლოებით 2—3 მლ სითხე. ჰიქა გადააქვთ
სილის აბაზანაზე, აორთქლებენ ხსნარს ამოშრობამდე და ფრთხილად
გამოწევენ ნაშთს, რათა დაიშალოს დარჩენილი ორგანული ნივთი-
ერება.

ამატებენ დაახლოებით 20—30 მლ HNO_3 -ის ან H_2SO_4 -ის 5%-იან ხსნარს, აცხელებენ ნაშთის სრულ გახსნამდე და შემდეგ აწარმოებენ მანგანუმის განსაზღვრას, მოძრავი მანგანუმის განსაზღვრის ზემოთ აღწერილი რომელიმე ერთი მეთოდით.

მოძრავი სპილენძის განსაზღვრა

პიპეტით იღებენ 20 მლ უფერულ ხსნარს, ათავსებენ გამყოფ ძაბრში, ამატებენ წყალს 50 მლ-მდე და შემდეგ იქცევიან ისე როგორც ეს აღწერილია 409-ე გვერდზე.

შეფერადებული ხსნარის შემთხვევაში ალიქვოტურ ნაწილს ათავსებენ 100—200 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში, ამატებენ 2 მლ HNO_3 კუთ. წ. 1,4 და 2 მლ H_2O_2 -ის 30%-იან ხსნარს; შეუტრევენ წრიული მოძრაობით, დგამენ ელექტროქურაზე და ფრთხილად აორთქლებენ 2—3 მლ მოცულობამდე, მდგარამ არა ამოშრობამდე. ამ შემთხვევისათვის მოხერხებულია კონუსური კოლბა, რადგანაც აორთქლება შასში მიმდინარეობს წყნარად და დამყანგველების მოქმედება ორგანულ ნივთიერებებზე უფრო ხანგრძლივია.

კოლბის კედლებს ჩარეცხავენ გამოხდილი წყლით 50 მლ-ზე ნაკლები მოცულობით, აცხელებენ, რათა გაიხსნას გამოლექილი მარილები და ოთანის ტემპერატურამდე გაცივების შემდეგ კოლბის შიგთავსი გადააქვთ ფამყოფ ძაბრში, რომელსაც 50 მლ მოცულობაზე აქვს ნიშანხაზი. ორმაგი გამოხდილი წყლით ხსნარის მოცულობა მიჰყავთ 50 მლ-მდე და შემდეგ აწარმოებენ განსაზღვრას ისე, როგორც ეს ზემოთ არის აღწერილი.

მოძრავი თუთიის განსაზღვრა

იღებენ 5—10 მლ უფერულ ან სუსტად შეფერადებულ ხსნარს, ათავსებენ გამყოფ ძაბრში და შემდეგ იქცევიან ისე, როგორც ეს აღწერილია 411 — 412 გვერდზე.

ხსნარის ძლიერი შეფერადების შემთხვევაში ალიქვოტურ ნაწილს ათავსებენ 100 — 200 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში, ამატებენ 2 მლ HNO_3 კუთ. წ. 1,4 და 2 მლ H_2O_2 -ის 30%-იან ხსნარს, შეუტრევენ და ელექტროქურაზე აორთქლებენ 2—3 მლ მოცულობამდე. მარილების გახსნისათვის ამატებენ 25 მლ ორმაგ გამოხდილ წყალს, გადააქვთ გამყოფ ძაბრში და განსაზღვრას აწარმოებენ ისე, როგორც ეს ზემოთაა მითითებული.

პიპეტით იღებენ 50—100 მლ ზსნარს, ათავსებენ ცეცხლგამძლე, მინისაგან დამზადებულ ქიმიურ ჭიქაში, ამატებენ 2 მლ HNO_3 კუთ. წ. 1,4 და 2 მლ H_2O_2 -ის 30%-იან ზსნარს, კარგად შეურევენ წრიული მოძრაობით და აორთქლებენ ელექტროქურაზე 2—3 მლ მოცულობამდე, რის შემდეგ აორთქლებენ სილის აბაზანაზე. მშრალ ნაშთს კვლავ ამუშავებენ წყალბადის ზეჟანგით და კვლავ აორთქლებენ სილის აბაზანაზე. ნაშთის ასეთ დამუშავებას იმეორებენ მანამ, სანამ ის არ გახდება უფერული.

ამატებენ 50 მლ ორმაგ გამოხდილ წყალს, აცხელებენ ნაშთის გახსნისათვის და გაცივების შემდეგ ზსნარს გადაიტანენ გამყოფ ძაბრში. ამატებენ 10 მლ ნატრიუმის ციტრატის 20%-იან ზსნარს, ამოწმებენ pH-ს და შემდეგ იქცევიან ისე, როგორც ეს აღწერილია 415—416-ე გვერდებზე.

სილიციუმმჟავასა და ერთნახევარი ჟანგეულების მოძრავი შენაერთების განსაზღვრა

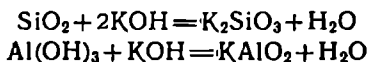
სილიციუმმჟავასა და ერთნახევარი ჟანგეულების მოძრავი ფორმების შემცველობა და განაწილება ნიადაგის პროფილის მიხედვით ახასიათებს ნიადაგწარმოქმნის პროცესს. ამიტომ საერთო ანალიზებთან ერთად აღნიშნული ნაერთების განსაზღვრას თვლიან ზოგიერთი ნიადაგების გენეზისური კვლევის ძირითად მეთოდად.

არჩევენ ნიადაგის ზემოთდასახელებული კომპონენტების სილიკატურ და არასილიკატურ ფორმის შენაერთებს. სილიკატურს უწოდებენ ჟანგეულებს, რომელნიც შედიან სილიკატების — მინერალების და მთის ქანების შედგენილობაში. არასილიკატურს — იმ ჟანგეულებს, რომელნიც მოიპოვებიან თავისუფალ მდგომარეობაში. ეს ჟანგეულები შეიძლება იყვნენ კრისტალურნი და ამორფულნი.

კრისტალურ ფორმებად ითვლება კვარცი, რკინა — ჰეტიტი $Fe_2O_3 \cdot H_2O$, ალუმინი — გიბსიტი $Al_2O_3 \cdot 3H_2O$; წითელმიწებში და ლატერიტებში ერთნახევარი ჟანგეულები იმყოფებიან უმეტესად კრისტალურ ფორმაში, ეწერ ნიადაგებში — ამორფულში. კორდიან-ეწერი ნიადაგების კონკრეციები უმეტესად შედგებიან ერთნახევარი ჟანგეულების ამორფული ფორმის შენაერთებისაგან. ამორფულ ფორმებს, როგორც უფრო აქტიურს წმირად მოძრავს უწოდებენ. ნიადაგში მოძრავი სილიციუმმჟავას შემცველობას საზღვრავენ კ. კ. გედროიცის მეთოდით, მოძრავ ერთნახევარ ჟანგეულებს — ო. ტამის მეთოდით.

მოძრავი სილიციუმმჟავას განსაზღვრა გედროიცის მეთოდით

მეთოდის საფუძველს წარმოადგენს KOH-ის 5%-იან ხსნართან ნიადაგის ურთიერთმოქმედებისას ხსნადი კალიუმის მეტასილიკატი-სა და ალუმინატის წარმოქმნა:



ტუტე გამონაწერში რკინა გადადის მინიმალური რაოდენობით, მისი ჰუმატების გახსნის ხარჯზე.

მიღებულ ხსნარში საზღვრავენ SiO_2 და Al_2O_3 -ის შემცველობას და მონაცემებს გადაიანგარიშებენ კ. კ. გედროიცის მიხედვით. სილიკატების დაგროვება იმაზე მეტი რაოდენობით, რომელიც პასუხობს კაოლინის ფორმულას $2\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$, ითვლება ნიადაგში მოძრავი სილიციუმშეყავას არსებობის მაჩვენებლად*.

გედროიცმა მოძრავი SiO_2 -ის წარმოქმნა ახსნა როგორც კოლოიდური კომპლექსის დაშლის შედეგი გაცვლითი ნატრიუმის არსებობისა და ნიადაგში ამ მუყაების არსებობა განიხილა, როგორც ნიადაგის დამლაშების პროცესის ძირითადი ნიშანი. ი. ვ. ტიურინმა და მთელმა რიგმა სხვა მკვლევარებმა უჩვენეს, რომ ნიადაგებში მოძრავი სილიციუმშეყაების წარმოქმნა მიმდინარეობს ბიოლოგიური გზით და მისი დაგროვება შეიმჩნევა არა მარტო დამარილებულ (დამლაშებულ), არამედ აგრეთვე სხვა ნიადაგებშიც. ამიტომ, ამჟამად, სილიციუმშეყავას საზღვრავენ არაკარბონატული ბიცი და ბიცობი ნიადაგების პირველ ორ ჰორიზონტში. სხვა განსაზღვრებთან ერთად ისინი იძლევიან დამლაშების პროცესის უფრო დამახასიათებელ მაჩვენებლებს.

ანალიზის მსვლელობა. 1 მმ დიამეტრის ნასვრეტებიან საცერში გატარებულ 5 გ ნიადაგს ათავსებენ 200—250 მლ მოცულობის ჰიქაში და ამატებენ 100 მლ KOH -ის 5%-იან ხსნარს, რომელიც არ შეიცავს K_2CO_3 . ჰიქას ახურავენ საფარ მინას და დგამენ ძლიერ ადუღებული წყლის აბაზანაზე. გაცხელებას აწარმოებენ 30 წუთის განმავლობაში. დროს ანგარიშობენ იმ მომენტიდან, როცა ხსნარის ტემპერატურა მიაღწევს 92—96°-ს. ხსნარის ტემპერატურის შემოწმების მიზნით, აბაზანაზე დგამენ ჰიქას, რომელშიც მოთავსებულია 100 მლ KOH -ის 5%-იანი ხსნარი, ჰიქაში კი ჩაშვებულია თერმომეტრი. გაცხელების პროცესში, ყოველ 10 წუთში, ჰიქას შიგთავსს კარგად შეურევენ. KOH -ის ხსნარს იყენებენ საკონტროლოდ რეაქტივების სისუფთავეზე.

30 წუთის შემდეგ ჰიქის შიგთავსს ანზავებენ გამოხდილი წყლით (ტუტის კონცენტრაციის შემცირებისათვის) და ტუტე ხსნარს ფილტრავენ 9—11 სმ დიამეტრის მქონე მკვრივ ფილტრში. გაფილტვრის წინ ჰიქის შიგთავსს შეანჯღრევენ, რათა ნიადაგი მთლიანად იქნას გადატანილი ფილტრზე. გამჭვირვალე ფილტრატის მიღებისათვის ხსნარს რამდენჯერმე გადაფილტრავენ, რადგანაც სიმღვრივის უმცირესი კვალიც კი ადიდება სილიციუმშეყავას განსაზღვრის შედეგებს.

* ტერმინი „მოძრავი“ სილიციუმშეყავა სხვა სახელწოდებასთან ერთად (ამორფული, თავისუფალი ან ხსნადი) საპიროა განვიხილოთ, როგორც პირობითი, რადგანაც KOH -ის 5%-იან ხსნარში იხსნება არა მარტო სილიციუმშეყავას გელი, არამედ, აგრეთვე კვარცი, თუკი არსებობს წვრილდისპერსიულ მდგომარეობაში.

მას შემდეგ რაც ხსნარი სავსებით გაფ-ლტრდება, მას აორთქლებენ წყლის აბაზანაზე 12 სმ დიამეტრის ჰქონე ფაიფურის ჯამში. ფილტრზე დარჩენილ ნივთს კი 10—12 ჯერ ჩაბუქებენ ადუღებული KOH-ის 0.5%-იანი ხსნარით იგივე კაქაში, რომელშიც თავიდან ნივთს წონაკი იყო მოთავსებული. ჩაბუქება აკრძალვნი მანამ, სანამ არ მიიღება უფერული ფილტრბატი. ჩანარებს ხსნარს შეუერთებენ ფაიფურის ჯამში არსებულ ხსნარს წყლის აბაზანაზე.

ჯამში არსებულ ხსნარს შეამეავებენ 20 მლ კონცენტრირებულ HCl-ით და აორთქლებენ ადუღებული წყლის აბაზანაზე აპოშობაძდე. რამდენადაც ხსნარი ჩვეულებრივად შეიცავს მნიშვნელოვანი რაოდენობით ორგანულ ნივთიერებას (ზედა ჰუმუსიანი ჰორიზონტბდან ხსნარი ზოგჯერ სავსებით შავია) მათ შლიან აორთქლებას დამთავბბბბბას 10 მლ კონცენტრირებული აზოტის მყავას დამატებით. მშრალ ნაშთს 2—3-ჯერ ამუშაებენ წყალბადის ზეენავის 30%-იანი ხსნარით. ამ დროს ჯამი აუცილებლად დაფარული უნდა იყოს მინით. ძლიერი რეაქციის დამთავრების შემდეგ მინას ჩარეცხავენ წყლით ჯამში, რათა დანაკარგს არ ექნეს ადგილი გამხეფვისაგან.

ორგანული ნივთიერების დაშლის შემდეგ ჯამში არსებულ ნაშთს ასველებენ 2—3-ჯერ კონცენტრირებული მარილის მყავით, ყოველთვის ჯამის შიგთავსის ამოშრობით წყლის აბაზანაზე. ხოლო შემდეგ HCl-ის სუნის გაქრობამდე, რათა $SiO_2 \cdot H_2O$ გადაყვანილი იქნას უხსნად მდგომარეობაში. ხსნარიდან SiO_2 -ს გამოყოფენ მარილმყავას მეთოდით. ნალექს რეცხავენ 1%-იანი HCl-ის ცხელი ხსნარით, შემდეგ კი ცხელი წყლით Cl-ის მოცილებამდე. გარეცხილ ნალექს გამოწვავენ მუდმივ წონამდე მიყვანამდე. ნალექის წონას გამოაკლებენ საკონტროლო ცდაში მიღებული SiO_2 -ის წონას და ანგარიშობენ სილიციუმმყავას პროცენტულ შემცველობას. ამისათვის ნალექის წონას ამრავლებენ 20-ზე (რადგანაც ნივთის წონა 5 გრამია).

სილიციუმმყავა მოცილებულ ფილტრბატიში საზღვრავენ ერთნახევარი ჟანგეულების ჯამს, ამიაკით მათი ნალექის გზით. უმეტეს შემთხვევაში ნალექი შეიცავს ალუმინის სუფთა ჟანგს, ლიმონისფრად ოდნავ შეფერადებულ რკინის ჟანგს*. საკონტროლო ცდის მაჩვენებლების გამოყლების შემდეგ ანგარიშობენ Al_2O_3 -ის პროცენტულ შემცველობას, რისთვისაც Al_2O_3 -ის რაოდენობას გრამებში გამრავლებენ 20-ზე. გედროიციის მიხედვით სილიციუმმყავას შემცველობას შემდეგნაირად ანგარიშობენ:

* Al_2O_3 შეიძლება განისაზღვროს მოცულობითი კომპლექსონომეტრული მეთოდით.

გამოანგარიშების მაგალითი. ხსნარში ნაპოვნია 1,33% SiO₂ და 0,79% Al₂O₃ (რომელიც ნაანგარიშებია ნიადაგის წონაიდან). ამათუ იმ ქანგეულის პროცენტული შემცველობა გადაჰყავთ ექვივალენტურ რაოდენობაში ე. ი. SiO₂-ის პროცენტულ შემცველობას ყოფენ 120-ზე (SiO₂-ის გავრმაგებული მოლეკულური წონა), ხოლო Al₂O₃-ის პროცენტულ შემცველობას 102-ზე ე. ი. ალუმინის ქანგის მოლეკულურ წონაზე. მოცემულ შემთხვევაში სილიციუმმჟავას ექვივალენტური რაოდენობა ტოლია $1,33:120=0,011$. Al₂O₃-ის ექვივალენტური რაოდენობა შეესაბამება $0,79:102=0,0078$.

თუკი SiO₂-ის და Al₂O₃-ის ექვივალენტური რაოდენობები ტოლია, ეს ნიშნავს, რომ ნიადაგიდან სილიციუმმჟავას და ალუმინის ქანგის ყველა გამოდევნილი რაოდენობა მთლიანად შეკავშირებულია 2SiO₂·Al₂O₃-ში, ე. ი. ნიადაგში არ არის არც თავისუფალი სილიციუმმჟავა და არც თავისუფალი ალუმინის ქანგი. ჩვენს შემთხვევაში სილიციუმმჟავას ექვივალენტური რაოდენობა მეტია ნიადაგში Al₂O₃-ის რაოდენობაზე. მაშასადამე, ნიადაგში არსებობს თავისუფალი სილიციუმმჟავა $0,011-0,008=0,003$ ექვ. რაოდენობით. პროცენტებში კი ის უდრის $0,003 \times 120 = 0,36\%$ SiO₂.

როცა სილიციუმმჟავას ექვივალენტური რაოდენობა ნაკლებია Al₂O₃-ის რაოდენობაზე, მაშინ ნიადაგში არსებობს მოძრავი, ანუ თავისუფალი ალუმინის ქანგი. მის პროცენტულ შემცველობას ანგარიშობენ ალუმინის ქანგის შემცველობასა და სილიციუმმჟავას შემცველობას შორის არსებული სხვაობის გამრავლებით 102-ზე.

საკვირო რეაქტივები: 1. KOH-ის 5%-იანი ხსნარი. წონიან 50 გ KOH, სწრაფად ჩარეცხავენ წონაჯს CO₂-საგან თავისუფალი გამოხდილი წყლით, რათა KOH განთავისუფლდეს K₂CO₃-საგან და ხსნიან 1 ლ წყალში. KOH-ის ხსნარი შენახული უნდა იქნას მოპარაფინებულ მინის ჭურჭელში ან პოლიეთილენის ჭურჭელში.

KOH-ის ხსნარი ხშირად დაბინძურებულია სილიციუმმჟავით და ამიტომ აუცილებელია საკონტროლო ცდა რეაქტივის სისუფთავეზე.

ერთნახევარი ქანგეულების მოძრავი ფორმების განსაზღვრა ტამის მეთოდით

მეუფმჟავა ამონიუმის მჟავე ხსნარით pH 3,2 — ნიადაგის დამუშავებისას, რკინისა და ალუმინის ჰიდროქანგების გელი გადადის ხსნარში.

ეს ხსნარი საშუალებას იძლევა განისაზღვროს ნიადაგში არსებული ერთნახევარი ქანგეულების არაორგანული გელები. მას ფართოდ

იყენებენ ნიადაგის და ნიადაგის კოლოიდების კვლევისას. კარბონატულ ნიადაგებში ამ მეთოდს იყენებენ ძმარმეკავას 2%-იანი ხსნარით კარბონატების დაშლის შემდეგ.

ანალიზის მსვლელობა. ანალიზურ სასწორზე წონიან 1 მმ დიამეტრის მქონე ნასვრეტებიან საცერში გატარებულ 2 გრამ ნიადაგს, რომელსაც ათავსებენ მინის ქურქელში, ამატებენ 100 მლ ტამის რეაქტივს და ქურქელის შიგთავსს ანჯღრევენ როტატორზე 1 საათის განმავლობაში.

სუსპენზიას ფილტრავენ მშრალ მკვრივ ფილტრში. რადგანაც ფილტრის საწყისში მღვრიეა, მას რამდენჯერმე გადაფილტრავენ მანამ, სანამ ის არ გახდება საესებით გამჟღავნებადი.

ფილტრატს აორთქლებენ ფაიფურის ჯამში წყლის აბაზანაზე, ხოლო ფილტრს ნიადაგით (არ უნდა დაუშვათ წონაკის დანაკარგი) გადაიტანენ იმავე ქურქელში, რომელშიც ჩატარდა პირველი ექსტრაქცია, ამატებენ ტამის რეაქტივის ახალ ულუფას იგივე რაოდენობით და კვლავ ანჯღრევენ 1 საათს.

მეორე გამონაწერს ფილტრავენ მშრალ მკვრივ ფილტრში და რეცხავენ ფილტრზე არსებულ ნიადაგს მკაუნმეკავით შემკავებული წყლით. თუკი საანალიზო ნიმუში მდიდარია არაორგანული გელით, რეკომენდებულია ჩატარდეს მესამე ექსტრაქცია.

მეორე და მესამე ექსტრაქციით მიღებულ ფილტრატს აგროვებენ ერთად და აორთქლებენ წყლის აბაზანაზე ამოშრობამდე*. ასაორთქლებელ ხსნარს ჯამში ათავსებენ ისეთი რაოდენობით, რომ მან დაიჭიროს ჯამის მოცულობის ნახევარი, ჯამის კიდეებს წაუსვამენ ცოტაოდენ ვაზელინს.

აორთქლების დამთავრების შემდეგ შლიან მკაუნმეკავს. ამისათვის ჯამში არსებულ ნაშთს 3 ჯერ ამუშავებენ სამეფო წყლით,** ან აზოტის მკაევასა და წყალბადის ზეჟანგის ნარევით. შეიძლება ვისარგებლოთ მხოლოდ აზოტის მკაევითაც, მაგრამ ამ შემთხვევაში ჯამის შიგთავსს აცხელებენ სილის აბაზანაზე. უფრო მოსახერხებელია. მკაუნმეკავს დაშლა მშრალი ნაშთის გამოწვივით მუფელის ღუმელში 450—500° ტემპერატურის პირობებში.

მარილების ნაშთს ამატებენ 2—3 მლ HCl (კუთ. წ. 1,19), ხოლო შემდეგ 20—30 მლ ცხელ გამოხდილ წყალს და ხსნარს ფილტრავენ 100—200 მლ მოცულობის საზომ კოლბში. სილიციუმმკაევას ნალექს

* თუკი ვათვალისწინებელია ხსნარში მხოლოდ რკინის განსაზღვრა, ოქსალატებს შლიან ფილტრატის აორთქლების გარეშე, ქვემოთ მითითებული წესით.

** რეკომენდებულია, ჯამში მშრალ ნაშთს დამატოს სამეფო წყალი და დაყოვნდეს მეორე ღუმელზე, ამის შემდეგ სითხეს აორთქლებენ ამოშრობამდე და ნაშთს დაამუშავებენ აზოტის მკაევასა და წყალბადის ზეჟანგის ნარევით.

ფილტრავენ, რეცხავენ HCl-ის 1%-იანი ცხელი ხსნარით და თუკი საჭიროა SiO₂-ის შემცველობას განსაზღვრა, ნალექს გამოწვევენ დ. წონიან. საზომ კოლბში ფილტრატი გამოხდილი წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე, შეურევენ და იღებენ ალიქვოტურ ნაწილს რკინისა და ალუმინის ქანგის განსაზღვრისათვის.

მოდრავი ქანგეულების შემცველობას ანგარიშობენ პროცენტებში მშრალ ნიადაგზე ანგარიშით. ოქსალატურ ხსნარში რკინა შეიძლება განისაზღვროს ფილტრატის აორთქლების გარეშე შემდეგნაირად: ტამის რეაქტივით ნიადაგის ორი ექსტრაქციის შემდეგ მიღებულ ფილტრატს აგროვებენ 200 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, იღებენ ამ ხსნარს 20 მლ-ს და ათავსებენ 100—150 მლ მოცულობის ჭიქაში. ამატებენ 10 მლ H₂SO₄-ის 10%-იან ხსნარს და აცხელებენ 80°-მდე.

ცხელ ხსნარში ამატებენ 1,0 n KMnO₄-ის ხსნარს MnO(OH)₂-ის მუქი ფერის ნამცეცების წარმოქმნამდე, შემდეგ ამავე ხსნარში ამატებენ H₂C₂O₄-ის 0,05 n ხსნარს მანგანუმის მუქი ფერის ნამცეცების სრულ გახსნამდე. კვლავ აცხელებენ ხსნარს 80°-მდე და ამატებენ 0,05 n KMnO₄-ის ხსნარს სუსტი ვარდისფერის მიღებამდე (შეფერვა მდგრადია 30—50 წამი).

პერმანგანატით ჰარბი მეთუნმეთავს დაშლის შემდეგ, ჭიქის შიგთავსი გადააქვთ 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში. ამატებენ 10 მლ NH₄Cl-ის 1,0 n ხსნარს და 1—2 მლ α—დინიტროფენოლს. ყვითელი შეფერვის წარმოქმნის შემთხვევაში მას აქრობენ H₂SO₄ ან HCl-ის 10%-იანი ხსნარის რამდენიმე წვეთით, შემდეგ კი ამატებენ 2,5%-იან ამიაკს სუსტი ყვითელი ფერის მიღებამდე, რაც შეესაბამება pH = 2.

კოლბში ამატებენ 5 მლ სულფოსალიცილის მეთავს (pH-2), ხსნარი გამოხდილი წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე და შეურევენ. აყოვნებენ 20 წუთს, რის შემდეგ საანალიზო ხსნარის ეოლოსფერ-ვარდისფერ შეფერადებას აღარებენ სტანდარტული ხსნარის შეფერადებასთან.

ს ა კ ი რ ო რ ე ა ქ ტ ი ვ ე ბ ი: 1. ტამის ხსნარი. 31,5 გ მეთუნ-მეთავს და 62,1 გ მეთუნმეთავა ამონიუმს ხსნიან 2,5 ლ წყალში. ამ ხსნარის pH ტოლია 3,2—3,3.

2. HCl (კუთ წ. 1,19), შემოწმებული Fe³⁺-ის შემცველობაზე.

დანარჩენი რეაქტივები მითითებულია იმ მეთოდების აღწერისას, რომლითაც სარგებლობენ Fe₂O₃ და Al₂O₃-ის განსაზღვრავად.

თუკი Fe₂O₃-ის განსაზღვრას აწარმოებენ ხსნარის წინასწარი აორთქლების გარეშე, მაშინ ტამის რეაქტივთან ერთად საჭიროა:

1. სულფოსალიცილის მეთავს 25%-იანი ხსნარი pH-ით: 2; 100 მლ სულფოსალიცილის მეთავს 25%-იან ხსნარს ამატებენ ამიაკის 2,5%-

იან ხსნარს ტროპეოლინის ქალაღის წითელი ფერის შეცვლაზე ვარდისფერში. ფერის შეცვლას აკვირდებიან ქალაღზე მჟავას წყუ-თის დამატებით (მჟავა აღებულია წყირით). ქალაღის ჩაშვება ხსნარში არ შეიძლება, რადგან ის შეფერავს ხსნარს.

2. ტროპეოლინის ქალაღი. 0,1 გ ტროპეოლინ 00-ს ხსნიან 100 მლ წყალში. ხსნარს ათავსებენ პატარა კრისტალიზატორში და ჩაუშვებენ მასში მკვირვ უნაცრო ფილტრს, რომელსაც შემდეგ ჩა-რეცხავენ გამოხდილი წყლით, ამრობენ სუფთა მინაზე და შემდეგ დაკრიან ზოლებად.

3. α — დინიტროფენოლი. ამზადებენ მაღარ წყალხსნარს.

4. 1,0 n NH_4Cl -ის ხსნარი. 54 გ NH_4Cl ხსნიან 1 ლ წყალში.

რკინის სხვადასხვა ფორმების განსაზღვრა

0 — ფენანტროლინის მეთოდით

ნიადაგში რკინის ქვეყანგის (ორვალენტოვანი Fe^{2+}) არსებობა მიუთითებს მასში დაჭობების პროცესის მიმდინარეობაზე.

რკინის ქვეყანგზე ერთ-ერთ სელექტიურ რეაქტივად ითვლება 0 — ფენანტროლინი (1,10 — ფენანტროლინი) $\text{C}_{12}\text{H}_8\text{N}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, რომელიც Fe^{2+} იონთან წარმოქმნის მღვრად ნარინჯისფერ-წითელ კომპლექსს $[\text{Fe}(\text{C}_{12}\text{H}_8\text{N}_2)_3]^{2+}$.

იგივე მეთოდს იყენებენ რკინის ყანგის (სამვალენტოვანი Fe^{3+}) განსაზღვრისათვის, ამ შემთხვევაში სამვალენტოვანი რკინას აღადგენენ Fe^{2+} -მდე ჰიდროქსილამინით ან სხვა აღმდგენლით. რკინის აღნიშნულ ფორმების შეფარდების მიხედვით მსჯელობენ ნიადაგში აერობული ან ანაერობული პირობების არსებობაზე ე. ი. ყანგვა-აღდგენითი პროცესების ხასიათზე ნიადაგში.

რკინის სხვადასხვა ფორმების გამსაზღვრას ნიადაგში დიდი მნიშ-ვნელობა აქვს ნიადაგწარმოქმნის პროცესების სეზონური დინამიკის შესწავლისას. ამ შემთხვევაში ნიადაგიდან რკინის ფამოსაყოფად სარ-გებლობენ 0,1 n H_2SO_4 (ნიადაგის შეფარდება ხსნართან (1:10) ხსნა-რით 5 წუთი ნჯღრევის პირობებში. გენეტიკურ კვლევებში იყენებენ 1,0 n H_2SO_4 ხსნარს იგივე შეფარდებით, ოლონდ 2 საათი ნჯღრევით.

0,1 n H_2SO_4 -ის ხსნარში რკინის ქვეყანგის განსაზღვრა

რკინის ქვეყანგს საზღვრავენ ნიადაგის ახლად აღებულ სველ ნი-მუშში, გაშრობისა და დაფქვის გარეშე. ერთდროულად საზღვრავენ ნიადაგის ტენს.

იღებენ 5 გ ნიადაგს, ათავსებენ კოლბში და ამატებენ 50 მლ 0,1 N H₂SO₄-ის ხსნარს*. კოლბის შიგთავსს ანჭლრევენ 5 წუთის განმავლობაში და ფილტრავენ ხსნარს მშრალ დაკეცილ ფილტრში.

ხსნარის თვისობრივი შემოწმება მასში რკინის ქვეყანგის შემცველობაზე. წინასწარ, ვიდრე აიღებდნენ ნიმუშს Fe²⁺-ის განსაზღვრისათვის, ატარებენ თვისობრივ ცდას ხსნარში რკინის ქვეყანგის შემცველობაზე: იღებენ სინჯარაში 1—2 მლ ხსნარს. ამატებენ 1 მლ აცეტატურ-ნატრიუმის ხსნარს და 1 წვეთ 0—ფენანტროლინის ხსნარს. სინჯარის შიგთავსს შეანჭლრევენ და ხსნარის ნარინჯისფერი წითელი შეფერვის ინტენსივობის მიხედვით მსჯელობენ რკინის ქვეყანგის დაახლოებით შემცველობაზე ხსნარში.

იღებენ ფილტრატის ალიკვოტურ ნაწილს (0,01—0,1 მგ ფარგლებში Fe²⁺-ის შემცველობით) და ათავსებენ 25—50—100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში (დამოკიდებულია რკინის ქვეყანგის შემცველობაზე).

ამატებენ 1 მლ NaF-ის 1%-იან ხსნარს, შეანჭლრევენ, ამატებენ 1 მლ H₃BO₃-ის 1%-იან ხსნარს და 1—2 წვეთ ტიმოლლურჯს. ანეიტრალებენ აცეტატური ხსნარით ყვითელი ფერის მიღებამდე, რის შემდეგ შეაქვთ 1 მლ 0,5%-იანი 0—ფენანტროლინის ხსნარი, შეანჭლრევენ, გამოხდილი წყლით მიიყვანონ ნიშანხაზამდე და კარგად შეურევენ.

ტოვებენ, 10 წუთს ხსნარის შეფერადების სრული იგანვითარებისათვის, რის შემდეგ ოპტიკურ სიმკვრივეს იაზომავენ ფოტოკოლორიმეტრზე 508 მმკ ტალღის სიგრძის პირობებში.

ს ა კ ი რ ო რ ე ა ქ ტ ი ვ ე ბ ი: 1. NaF-ის 1%-იანი ხსნარი.

2. H₃BO₃-ის 1%-იანი წყალხსნარი.

3. 0-ფენანტროლინის 0,5%-იანი წყალხსნარი. 0,5 გ 0-ფენანტროლინის ნელი გაცხელებით ხსნიან 100 მლ გამოხდილ წყალში (ოდნავ შემეყვებული H₂SO₄-ით), ან 0,1 N H₂SO₄-ის ხსნარში.

4. კრისტალური ნატრიუმის აცეტატის CH₃COONa·3H₂O 10%-იანი ხსნარი.

5. ინდიკატორი ტიმოლლურჯი — 0,04%-იანი სპირტული ხსნარი.

6. FeO-ს ძირითადი სანიმუშო ხსნარი. ანალიზურ სასწორზე წონიან 0,5462 გ მორის მარილის მწვანე კრისტალებს, ხსნიან 500 მლ 0,1 N H₂SO₄-ში 1 ლ მოცულობის საზომ კოლბში და გამოხდილი წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე. ხსნარი შეიცავს 0,1 მგ/მლ FeO.

* ტორფში ან ტყის საფენში რკინის ქვეყანგის განსაზღვრისას ნიადაგის ხსნართან შეფარდებას აღიღებენ.

7. სამუშაო სანიმუშო ხსნარი 0,01 მგ/მლ FeO შემცველობით. მას ამზადებენ ძირითადი სანიმუშო ხსნარის განზავებით 10-ჯერ. პიპეტით იღებენ 10 მლ ძირითად სანიმუშო ხსნარს, ათავსებენ 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში და გამოხდილი წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე.

8. სანიმუშო ხსნარების სერია; საზომი კოლბის მოცულობაში 0,01—0,1 მგ ფარგლებში FeO-ს შემცველობით. (0,02 მგ ინტერვალით).

შენიშვნა: იმისათვის, რომ მიღებული შედეგები გამოსახონ ელემენტის ფორმაში, ძირითად სანიმუშო ხსნარს 0,1 მგ/მლ Fe^{2+} -ის შემცველობით ამზადებენ 0,7022 გ მორის მარილის გახსნით 1 ლ 0,1 n H_2S_4 -ში.

რკინის საერთო რაოდენობის განსაზღვრა

რკინის საერთო რაოდენობას საზღვრავენ რკინის უანგის ქვეუანგში აღდგენის შემდეგ. Fe^{3+} -ის Fe^{2+} -ში აღდგენას აწარმოებენ ჰიდროქსილამინით ან სხვა აღმდგენელით (ჰიდრაზინი, ჰიდროზინონი, ასკორბინის მჟავა).

განსაზღვრას აწარმოებენ შემდეგნაირად. იღებენ საანალიზო ხსნარის ისეთივე ალიქვოტურ ნაწილს, როგორსაც რკინის ქვეუანგის განსაზღვრისას და ათავსებენ მას 50—100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში. ამატებენ 5 მლ ჰიდროქსილამინის 10%-იან ხსნარს და კარგად შეურევენ.

შემდეგ კოლბში შეაქვთ 1—2 წვეთი ინდიკატორი ტიმოლლურჯი და ანეიტრალეზენ აცეტატური ხსნარით ყვითელი ფერის მიღებამდე, რის შემდეგ შეაქვთ 1 მლ 0 — ფენანტროლინის 0,5%-იანი ხსნარი. მიჰყავთ გამოხდილი წყლით ნიშანხაზამდე და კარგად შეურევენ.

1 საათის დაყოვნების შემდეგ ოპტიკურ სიმკვრივეს საზღვრავენ ფოტოკოლორიმეტრზე 508 მმკ ტალღის სიგრძის პირობებში.

ს ა ჭ ი რ ო რ ე ა ქ ტ ი ე ვ ბ ი: 1. მარილმჟავა ჰიდროქსილამინის $NH_2OH \cdot HCl$ 10%-იანი ხსნარი. სხვა რეაქტივები ზემოთ არის მითითებული.

რკინის უანგის განსაზღვრა

რკინის უანგს (სამვალენტთან) საზღვრავენ სხვაობით რკინის საერთო რაოდენობასა და ხსნარში რკინის ქვეუანგის შემცველობას შორის. იმ შემთხვევაში, თუკი ძირითადი სანიმუშო ხსნარი მომზადებულია FeO-ს შემცველობის ანგარიშით, მიღებულ სხვაობას ამრავლებენ კოეფიციენტზე — 1,11, FeO-ს გადასაყვანად Fe_2O_3 .

გამოანგარიშების მაგალითი. რკინის ფორმების განსაზღვრა ჩატარებულია 0,11 H₂SO₄-ის გამოწვევაში 5 გ ნიადაგიდან. მშრალ-ნიადაგზე გადასანგარიშებელი კოეფიციენტი K=1,15.

1 : 10 შეფარდების პირობებში ხსნარის მოცულობა ტოლია 50 მლ. საერთო რკინისა და ქვეყანგის განსაზღვრისათვის აღებულია ერთნაირი ალიკვოტური ნაწილები—10 მლ თითოეული. რკინის ქვეყანგის კონცენტრაცია ხსნარში მრუდის მიხედვით შეესაბამება 0,018 მგ, რაც შეადგენს

$$\frac{0,018 \cdot 50 \cdot 100 \cdot 1,15}{10,5} = 2,07 \text{ მგ/100 გ FeO.}$$

საერთო რკინის კონცენტრაცია ტოლია 0,098 მგ, რაც შეესაბამება

$$\frac{0,098 \cdot 50 \cdot 100 \cdot 1,15}{10,5} = 11,27 \text{ მგ Fe } 100 \text{ გ ნიადაგზე.}$$

რკინის უანგის რაოდენობა ტოლია $11,27 - 2,07 = 9,20 \cdot 1,11 = 10,21$ მგ Fe₂O₃ 100 გ ნიადაგზე.

ნიადაგიდან რკინას გამოყოფენ მჟავე ხსნარებით, რომელნიც გარდა ქვეყანგისა ხსნარში გადაიყვანენ აგრეთვე რკინის უანგის დიდ რაოდენობას. რკინის ქვეყანგის განსაზღვრისას მისი უანგის არსებობის პირობებში, ხსნარში შეჰყავთ NaF, Fe³⁺-ის შესაბამისად უფერული კომპლექსში, ხოლო ჭარბ ფტორიდ-იონებს ბოჭავენ ბორის მჟავით. ხსნარის მჟავიანობას ამცირებენ pH — 2,8—3,0-მდე აცეტატურ ნატრიუმთან ხსნარით განეიტრალებით ინდიკატორ ტიმოლლურჯის მიხედვით. აცეტატ-იონები ამაგრებენ რკინის ქვეყანგს. თუკი განეიტრალების დროს ადგილი აქვს ხსნარის ამღვრევას, კომპლექსური შენაერთების წარმოქმნელი რეაქტივების რაოდენობას აღიდებენ.

0 — ფენანტროლინის დამატებისას შეფერადებული შენაერთის წარმოქმნა მიმდინარეობს სწრაფად. რკინის ქვეყანგის განსაზღვრის შემთხვევაში კოლორიმეტრიკებას აწარმოებენ შეფერადებიდან, 10 წუთის შემდეგ (უფრო ხანგრძლივი დაყოვნებით ხსნარის ოპტიკური სიმკვრივე იმატებს). საერთო (ჯამური) რკინის განსაზღვრისას დაყოვნების დრო იზრდება 1 საათამდე, რათა უზრუნველყოფილი იქნას Fe³⁺-ის სრული აღდგენა.

რადიოაქტიური იზოტოპი ფოსფორი — 32-ის გამოყენება აბრძოლიერ გამოკვლევებში

მცენარის კვება თავისთავად რთული მოვლენაა, რომლის დროსაც ერთდროულად მიმდინარეობს ნივთიერებათა შელწვევადობისა და გამოყოფის პროცესი, მათი სინთეზი, დაშლა, ურთიერთმოქმედება. მკვლევარი ხშირად ჩიხში ვარდება მცენარეში მიმდინარე, ერთი შეხედვით, ერთმანეთზე გადაჯაჭვული რეაქციის ამოუხსნელობის გამო.

როგორც ცნობილია, მცენარის კვება მიმდინარეობს ნიადაგისა და ატმოსფეროს ხარჯზე; თვით ნიადაგი კი წარმოადგენს რთულ ბუნებრივ სხეულს. მრავალი მეცნიერი ოცნებობდა, რომ როგორმე დაენიშნათ ცალკეული ატომები და ამ ნიშნის დახმარებით თვალყურის ედევნებინათ ბიოლოგიურ პროცესში მიმდინარე ქიმიურა შენაერთების გადაადგილებასა და მონაწილეობაზე, რომელსაც საკმაოდ დიდი მნიშვნელობა აქვს მცენარეული ორგანიზმისათვის. ბირთვული ფიზიკის მიღწევებმა საშუალება მისცა მეცნიერებს ეს ოცნება განეხორციელებინათ.

ამჟამად, ნიშანდებული მინერალური და ორგანული ნივთიერების მიღება არ წარმოადგენს რთულ საქმეს. ნიშანდებული ატომების გამოყენება, რომელიც შედის საკვები ნივთიერების შემადგენლობაში; საშუალებას იძლევა სხვაგვარად იქნას გაშუქებული მცენარეში მიმდინარე რიგი მოვლენები.

ნიშანდებული ატომების მეთოდს ფართოდ იყენებენ ყველა დისციპლინაში; მას საფუძვლად უდევს იზოტოპიის მოვლენა, რომელიც ფართოდ არის გავრცელებული ბუნებაში.

თანახმად ატომური ფიზიკის თანამედროვე შეხედულებისა ელექტრონეიტრალური ატომი შედგება დადებითად დადუხტული ბირთვისაგან, რომლის გარშემო მისგან მნიშვნელოვან მანძილზე დაშორებით მოძრაობენ უარყოფითად დადუხტულ ნაწილაკები — ელექტრონები. თვით ბირთვი შედგება პროტონისა და ნეიტრონისაგან (ნუკლონი). რომ შეიცვალოს ატომის თვისება, ე. ი. რომ გარდაიქმნას იგი სხვა ელემენტის ატომად, აუცილებელია მიემატოს ან გამოაკლდეს პროტონების ან ნეიტრონების რაოდენობა. თანამედროვე ტექნიკა იყენებს ამ საშუალებებს. ამ რეაქციის დროს გამოიყოფა დიდი რაოდენობით ენერგია, რომელმაც მიაღო სახელწოდება ატომური ენერჯისა. ატომური რეაქციის დროს ენერჯიის გამოყოფასთან ერთად გამოსხივდ-

ბიან ნაწილაკები ან სხივები და ამ მოვლენას ეწოდება რადიოაქტიური დაშლა.

ბუნებაში არსებობენ რადიოაქტიური ქიმიური ელემენტები, რომლებიც თანდათანობით იშლებიან, ე. ი. გარდაიქმნებიან სხვა ელემენტებად, გამოყოფენ რა დიდი რაოდენობის ენერჯიას და მისთვის დასახსიათებელ გამოსხივებას. ქიმიურ ელემენტთა უმრავლესობა სტაბილურია, ანუ თავისთავად არ იშლებიან.

ქიმიური ელემენტები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან ატომური წონით. ატომური წონა ისაზღვრება ბირთვში შემავალი შედარებით მძიმე პროტონებისა და ნეიტრონების მასების ჯამით. ცნობილია, რა ელემენტის მასის რიცხვი და რიგითი ნომერი მენდელეევის პერიოდულ სისტემაში, ცნობილი იქნება მის ატომურ ბირთვში შემავალი ნეიტრონების რიცხვიც.

რიგი ელემენტებისა წარმოდგენილია ატომთა ჯგუფებით, რომელთაც აქვთ ერთნაირი ქიმიური თვისება, მაგრამ განსხვავდებიან ბირთვული მასით და ბირთვის აგებულებით: ამ ელემენტებს ეწოდება იზოტოპები ე. ი. ატომები, რომელთაც ნეიტრონების სხვადასხვა და პროტონების რაოდენობა კი ტოლი აქვთ.

ბუნებაში ცნობილია სტაბილური და რადიოაქტიური იზოტოპები. რადიოაქტიური იზოტოპის გამოცნობა შედარებით ადვილია, რადგან იგი გამოყოფს რაიმე ნაწილაკებს ან სხივებს, რომლებიც შეიძლება ზუსტად იქნას დაჭერილი და აღრიცხული რადიომეტრით. ელემენტების გამოსხივების უნარის საშუალებით შესაძლებელია განისაზღვროს არა მარტო რადიოაქტიური იზოტოპის არსებობის ფაქტი ამა თუ იმ გამოსაკვლევ ნივთიერებაში, არამედ შესაძლებელია განისაზღვროს ამ ნივთიერებაში არსებული იზოტოპის წონითი რაოდენობაც. ამან საშუალება მოგვცა გამოვიყენოთ საკმაოდ მკარძნობიარე და ზუსტი ანალიზური მეთოდი არა მარტო საკვლევ ინსტიტუტებში, არამედ ქარხნებსა და ფაბრიკებშიც.

აგრონომიულმა მეცნიერებამ რადიოაქტიური იზოტოპების მეთოდის გამოყენებით შეიძინა მნიშვნელოვანი საშუალება მცენარის კვების, ნიადაგისა და მცენარის, სასუქის და ნიადაგის ურთიერთქმედების შედევად მიმდინარე რთული მოვლენების შესასწავლად.

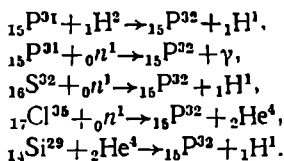
აგრონომიულ მეცნიერებაში რადიოაქტიური ელემენტების გამოყენებისას ერთ-ერთი პირველი ადგილი უჭირავს რადიოაქტიურ ფოსფორს — 32. პირველად რადიოაქტიური ფოსფორი — 32 გამოყენებული იქნა ხევეშის მიერ 1935 წელს.

ფოსფორი ბუნებაში გვხვდება P³¹-ის სახით. რადიოაქტიური ფოსფორი — 32, ისევე როგორც მისი სხვა იზოტოპი P²⁹, P³⁰, P³⁴ მიიღებიან ხელოვნურად. ფოსფორის ამ იზოტოპებიდან დიდი

გამოყენება აქვს P^{32} -ს, რადგან იგი ასევე რადიოაქტიური შეღებებით მეტი სიცოცხლის ხანგრძლივობისაა.

P^{32} — მიიღება ელემენტარულ ნაწილაკებსა და ქიმიურ ელემენტებს შორის მიმდინარე ბირთვული რეაქციის შედეგად. ელემენტარული ნაწილაკები გამოიყენება როგორც მბომბანდირებელი. ბომბანდირების შედეგად ხდება ერთი ელემენტის მეორე ელემენტად გარდაქმნა, რომლის შედეგად წარმოიქმნება გამოსავალი ელემენტის იზოტოპი, რომელიც განსხვავდება მეორისაგან მხოლოდ ატომური მასით.

იზოტოპი P^{32} მიღებული იქნა 1934 წელს ფერმის მიერ $S^{32}(n, p) P^{32}$ რეაქციის შედეგად. P^{32} მიღება შემდეგი რეაქციით.



1934 წელს ირენ და ფრედერიკ ჟოლიო-კიურის მიერ ზელოვან-რად მიღებული იქნა რადიოაქტიური ფოსფორი ალუმინის ატომის ბირთვის ალფა ნაწილაკებით ბომბანდირებით. რა წესითაც არ უნდა იქნას მიღებული რადიოაქტიური იზოტოპი ფოსფორი — 32, იგი დამლისას გამოყოფს β^- ნაწილაკებს და გადადის გოგირდში ${}_{15}P^{32} \rightarrow \beta^- + {}_{16}S^{32}$. P^{32} -ის მიერ გამოსხივებული β^- ნაწილაკების ენერგია საკმაოდ დიდია და უდრის 1,7 მილიონ ელექტროვოლტს. β^- ნაწილაკები სინათლის სხივის მსგავსად მოძრაობენ უდიდესი სიჩქარით და გამოიჩენიან საკმაოდ დიდი გამტარიანობით. ისინი გადიან რამდენიმე მილიმეტრის სისქის ალუმინის ფორფიტაში.

რადიოაქტიური იზოტოპი ფოსფორი — 32-თან მუშაობის დროს არსებითი მნიშვნელობა აქვს P^{32} -ის სწორი დოზის დადგენას, ანალიზური მუშაობის სიზუსტეს და მცენარეზე ტოქსიკური მოქმედების თავიდან აცილებას. მცენარის დამოკიდებულება P^{32} -ის დოზებთან სხვადასხვაა. P^{32} -ის მაღალი დოზებისადმი გამძლეობის მიხედვით მცენარეები შეიძლება განლაგდნენ შემდეგ მწკრივში, დაწყებული ნაკლებ გამძლედან: წიწიბურა, მარცვლოვანი, ბარდა, სელი, მლოგვი.

P^{32} -ის დოზის დადგენისას მხედველობაში უნდა იქნას მიღებული იზოტოპის ორი თვისება: სიცოცხლის ხანგრძლივობა, რომელიც ტოლია 14,3 დღის (ნახევარ დაშლის პერიოდი) და ნაწილაკების რაოდენობა მცენარის ცოცხალ ორგანიზმზე. ამა თუ იმ ნივთიერების რადიოაქტიურობის ქვეშ იგულისხმება მათი ატომების თვით დაშლის უნარი. ელემენტის აქტიურობა მელანდება მათი გამოსხივებით. P^{32} გამოასხივებს რა β^- ნაწილაკებს, შთაინთქმება და გაიფანტება ნივთიერებაში.

გავლისას მცირდება მათი ენერგია და რიცხვიც; β ნაწილაკების რაოდენობის და ენერგიის შემცირება დამოკიდებულია იმ ნივთიერების ფენის სისქეზე, რომელშიც გაივლის ეს ნაწილაკები. ნიშნულში რადიოაქტიური იზოტოპი ფოსფორი 32-ის რაოდენობის განსაზღვრისათვის აგროქიმიურ გამოკვლევებში იყენებენ გეიგერ-მიულერის მთვლელს. მთვლელი ახდენს მასში მოხვედრილი ნაწილაკების რეგისტრირებას დენის იმპულსის სახით; რაც მაღალია P^{32} -ის კონცენტრაცია, მით მეტ იმპულსებს ითვლის წამში მთვლელი. რადიოაქტიური ნივთიერების დაშლის ანუ მისი აქტივობის საზომად გამოიყენება ერთეული კიური. კიური არის რადიოაქტიური იზოტოპის ისეთი რაოდენობა, რომელშიც მიმდინარეობს $3,7 \cdot 10^{10}$ დაშლა წამში. ეს რაოდენობა ეთანაბრება 1 გ Ra^{226} . კიური დიდი ერთეულია, პრაქტიკაში იყენებენ კიურიდან წარმოებულ აქტიობის საზომ ერთეულს. მილიკიური (mCu) $3,7 \cdot 10^7$ დაშლა წამში, მიკროკიური (μ Cu) $3,7 \cdot 10^4$ დაშლა წამში და ა. შ. პრაქტიკაში ამა თუ იმ პრეპარატის აქტივობას გამოვხატავთ იმპულსი წამში ან წუთში.

მთვლელი, რომელიც ზომავს იზოტოპების აქტიობას, ითვლის იმპულსებს წუთში. ნივთიერების ნიმუში უნდა მოთავსდეს მთვლელის შიგნით, ისე რომ მთვლელში მოხვედრილი ნაწილაკების რიცხვი იყო მაქსიმალური. ეს მოხდება მაშინ, როცა გამოსხივების კუთხე ტოლია 90° -ისა. დაშლილი ატომების რიცხვი პირდაპირპროპორციულია რადიოაქტიური ნივთიერების ატომების რიცხვისა ანუ განსაზღვრულ დროში ყოველთვის იშლება მთელი ატომის განსაზღვრული ნაწილი. P^{32} -ის ნახევარი იშლება 14,3 დღეში; 28,6 დღეში დაიშლება მთელი ატომის $3/4$ და ა. შ. დაშლის სიჩქარე დამოკიდებულია იზოტოპის ატომების აგებულების თავისებურებაზე და არ არის დამოკიდებული ქიმიურ რეაქციასა და გარემო პირობებზე (ტემპერატურა, წნევა და ა. შ.), რომელშიც იმყოფება ნივთიერება. ამგვარად, ვიცით რა დაშლის რიცხვი ერთ გრამზე განსაზღვრულ დროში, ზუსტად განვსაზღვრავთ თუ რამდენი ატომი დაიშალა ჩვენთვის სასურველ დროში. მოცემულია დროზე დამოკიდებული კოეფიციენტი, რომელზედაც მრავლდება იმპულსების რიცხვი, რითაც დადგინდება მათი რაოდენობა ცდის დაწყებისათვის.

იმისათვის, რომ წარმოდგენა ვიქონიოთ მცენარის ქსოვილებში რადიოაქტიური ფოსფორის განაწილებაზე, საჭიროა, ჩატარებულ იქნას რადიოავტოგრაფიის მეთოდი.

რადიოავტოგრაფიის მეთოდი რადიოაქტიური იზოტოპების ლოკალიზაციის განსაზღვრის ძირითადი მეთოდია. იგი ემყარება რადიოაქტიური გამოსხივების ფოტოგრაფიულ ემულსიაზე მოქმედებას. სწორედ ამ მეთოდით აღმოაჩინა ბეკერელმა (1868 წ.) რადიოაქტივობა.

რადიოაქტური ფოსფორის მიერ გამოსხივებული β ნაწილაკების ფოტომულსაზე მოქმედებისას მიიღება ცალკეული ნაწილაკების კვალის გამოსახულება. გამოსხივებული ნივთიერების გამოსხივების ინტენსივობის შესახებ მსჯელობენ საერთო გაშვების სამეცნიერო მიხედვით.

ამჟამად რადიოაქტოგრაფიის მეთოდი ფართოდ გამოიყენება სხვადასხვა ექსპერიმენტებში რადიოაქტიურ იზოტოპებზე მუშაობის დროს. რადიოაქტოგრაფიის მეთოდის გამოყენება საშუალებას იძლევა გავიგოთ, თუ რადიოაქტიური იზოტოპი მცენარის რომელ ორგანოშია შეტ-ნაკლებად განაწილებული.

იმ დროს, როდესაც გეიგერ-მიულერის მთვლელი იძლევა მხოლოდ მცენარეში მოხვედრილი რადიოაქტიობის საერთო რაოდენობას, რადიოაქტოგრაფიის მეთოდი კი გვაძლევს წარმოდგენას მცენარის ქსოვილში რადიოაქტიური ნივთიერების მთლიან რაოდენობასა და მის განაწილებაზე. რადიოაქტოგრაფიის მეთოდის გამოყენებისას, რადგან შესასწავლი ობიექტი მჭიდროდ ეხება ფოტომულსიას, მთლიანად გამოირიცხულია გამოსხივების აღსორბტია და დანაკარგი, რაც არ შეინიშნება სხვა მეთოდების დროს.

რადიოაქტური იზოტოპების გამოყენება აგროქიმიურ გამოკვლევებში, ამ სფეროში მომუშავისაგან მოითხოვს ატომური ფიზიკის საფუძვლების, რადიოაქტური პრინციპების, გაზომვის წესების, მზომ აპარატებზე მუშაობის ცოდნას და შედეგების სწორად გაანალიზებას. აუცილებელია, ამასთანავე, დოზიმეტრიის საფუძვლებისა და რადიოაქტიურ ნივთიერებებთან მუშაობისას თავდაცვის ტექნიკის ცოდნა. (ა. თ. ფურმანი, ვ. ვ. რაჩინსკი, ნ. ი. ბორისოვა — „იზოტოპებისა და გამოსხივების გამოყენება ჰოფლის მეურნეობაში“, 1959 წ.).

ფოსფორის უდიდესი მნიშვნელობა ნიადაგის ნაყოფიერების მიზნით საკმაოდ ცნობილია. ამის გამოა, რომ აგროქიმიკაში ნიშანდებულ ატომების გამოყენება იწყება ცდებში ფოსფორი — 32-ის დახმარებით. რამდენადაც ფოსფორულ კვებას მცენარისათვის დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს, ამდენად ფოსფორი — 32 გამოყენებული იქნა მცენარის კვების მოვლენების, მცენარეში ფოსფორიანი სასუქებიდან ფოსფორის შეღწევალობისა და როგი საკითხების შესასწავლად.

ცდების შედეგად, რომელიც ჩატარებული იყო რადიოაქტიური იზოტოპი ფოსფორი — 32-ით დანიშნული სასუქის შეტანის შედეგად ნიადაგში, შეიცვალა წარმოდგენა მცენარის მიერ სასუქიდან ფოსფორის გამოყენების კოეფიციენტის შესახებ.

ამჟამად რადიოაქტიურ ფოსფორის გამოყენებით ცდების მეთოდიკა იმდენად შემოწმებულია ექსპერიმენტალური გზით, რომ ის შე-

იძლება ფართოდ იქნას დანერგილი სასოფლო-სამეურნეო ცდების სამუშაოთა პრაქტიკაში.

აღრე არ არსებობდა პირდაპირი მეთოდი იმისა, თუ მცენარის მიერ შეთვისებული ფოსფორი სასუქიდან იყო თუ ნიადაგიდან. გამოიყენებოდა არაპირდაპირი მეთოდი: მცენარეს ზრდიდნენ ფოსფორით განოყიერებულ და გაუნოყიერებელ ნიადაგზე. სხვაობა მცენარეში ფოსფორის შემცველობაში ცდის პირველი და მეორე ვარიანტიდან მიღებული იყო სასუქიდან შეთვისებულ ფოსფორად. ამ სხვაობის საფუძველზე მსჯელობდნენ ფოსფორის გამოყენების კოეფიციენტის შესახებ. ეს მეთოდი იძლევა მხოლოდ მცენარეში საერთო ფოსფორის ზრდას, მაგრამ ვერ გამოსახავს იმას თუ განოყიერებულ და გაუნოყიერებელ ნიადაგიდან რა რაოდენობის ფოსფორი შეითვისა მცენარემ.

სულ სხვა დადგინდა ნიშანდებული ატომების მეთოდის გამოყენების შედეგად. სასუქის სახით საჭიროა შეტანილი იქნას ნიშანდებული ფოსფორიანი სასუქი, რაც საშუალებას მოგვცემს განვსაზღვროთ თუ ამ ნივთიერების რა ნაწილი შევიდა მცენარეში ნიადაგიდან და სასუქიდან. ნიშანდებული ფოსფატების გამოყენებამ გვიჩვენა, რომ ფოსფორიანი სასუქის შეტანამ, შეტანის წესებთან და ნიადაგის თვისებებთან დამოკიდებულებით, შეიძლება მცენარეში გაზარდოს და შემცირდეს ნიადაგის ფოსფატების შეღწევალობა.

აგროქიმიურ გამოკვლევებში ნიშანდებული ატომების მეთოდი ერთ-ერთი ძირითადი მეთოდია. ამ მეთოდის გამოყენებისას მთავარ ამოცანას წარმოადგენს ნიშანდებული სასუქის მომზადება.

იმისათვის, რომ ნიშანდებული სასუქი იყოს ხარისხიანად მომზადებული, საჭიროა შემდეგ მოთხოვნილებათა დაცვა: 1. იზოტოპი — ინდიკატორი უნდა იყოს იგივე ქიმიური ფორმის, როგორც არის შესასწავლ სასუქში საკვები ელემენტი.

2. იზოტოპი — ინდიკატორი სასუქში თანაბრად უნდა იყოს განაწილებული. 3. იზოტოპი — ინდიკატორის დოზა უნდა იყოს საკმარისისათვის, რომ შესაბამისი გასაზომი აპარატურით შესაძლებელი იყოს მისი გაზომვა. 4. იზოტოპი — ინდიკატორის დოზა არ უნდა იწვევდეს ამა თუ იმ აჩსებით ძვრებს ნიადაგში და მცენარეში მიმდინარე ბიოლოგიურ და ფიზიკურ-ქიმიურ პროცესებში.

არსებობს ნიშანდებული სუპერფოსფატის მომზადების სხვადასხვა წესი, ამათგან მეტნაკლებად რაციონალურია ორი: 1. ფოსფორი — 32-ის შეტანა სუპერფოსფატში მისი მიღების პროცესში, 2. ფოსფორი — 32-ის შეტანა უკვე გამზადებულ სუპერფოსფატში.

ნიშანდებული სუპერფოსფატის მიღების პირველი წესი შედარებით უკეთესია, რადგან ამ შემთხვევაში ფოსფორი 32-ის განაწილება

თანაბრად ხდება ზუპერფოსფატის მთელ მასასთან. მეორე წესი ნაკლებ ზუსტია, მაგრამ საკმაოდ გამოსაყენებელია იმ შემთხვევაში თუ P^{32} -ს თანაბრად შეეუბრეთ ზუპერფოსფატის მთელ მასასთან. მოთხოვნილება, რომელიც წაყენებული აქვს ნიშანდებული სასუქის გამზადების დროს პერსონალს, რთული ხასიათისაა. საქმე იმაშია, რომ რადიოაქტიური გაზომვების სარწმუნო შედეგების მისაღებად სასურველია ნიშანდებული სასუქი იყოს შექმნილი დაგვარად, დიდი კუთრი აქტიობის. მეორეს მხრივ, რადიოაქტიური იზოტოპის მაღალმა დოზამ შეიძლება უარყოფითი გავლენა მოახდინოს მცენარეზე და ნიდაგის მიკროორგანიზმებზე. ამასთანავე, არ არის მიზანშეწონილი რადიოაქტიური იზოტოპის დიდი დოზების გამოყენება თვით მომუშავე პერსონალისათვის რადიოაქტიურ მოქმედებისაგან თავდაცვის მიზნით. მინდვრის ცდებში კი მიღებულია რადიოაქტიური სასუქის მინიმალური რაოდენობით შეტანა, რათა რადიოაქტიური გაჟუჟყვანება დაყვანილი იქნას მინიმუმამდე.

რადიოაქტიური გამოცხივების ბიოლოგიური მოქმედება რთული საკითხია; რადიოაქტიური იზოტოპი P^{32} -ის გამოყენებისას, ინდიკატორის სახით, ორ ძირითად შემთხვევასთან გვაქვს საქმე: რადიოაქტიური იზოტოპის მცირე დოზის დროს შეიძლება დაკვირვება ორგანიზმის როგორც ცალკეული ფუნქციების სტიმულიზაციაზე, ასევე თვით მთლიანი ორგანიზმის ცხოველმყოფელობაზე. რადიოაქტიური იზოტოპის მაღალი დოზის დროს კი შესაძლებელია გამოსხივების უარყოფით მოვლენას ქონდეს ადგილი. ამასთანავე უნდა აღინიშნოს, რომელი დოზა არის მასტიმულირებელი და რომელი გამანადგურებელი, დამოკიდებულია თვით ცოცხალ ორგანიზმზე, მის ფიზიოლოგიურ მდგომარეობაზე, გარემო პირობებზე, იზოტოპის მოქმედების ხანგრძლივობაზე, რადიოაქტიური თვისებების შეღწევადობასა და განაწილების ხასიათზე ამა თუ იმ ორგანოსა და ქსოვილში, ასევე თვით რადიოაქტიური იზოტოპის ფიზიკურ თვისებებზე. ამდენად, საჭიროა, რადიოაქტიური იზოტოპის ინდიკატორული დოზის ცოდნა (რადიოაქტიური იზოტოპის ინდიკატორული დოზა არის მისი აქტივობის სიდიდე საკვები სუბსტრატის მოცულობით ან წონითს ერთეულში. რომლის დროსაც არ აღინიშნება არსებითი გადახრები ორგანიზმის ნორმალური ცხოველმყოფელობიდან.

ლიტერატურული სტატისტიკა, მცენარეზე გამოსხივების ბიოლოგიური მოქმედების შესახებ, გვიჩვენებს, რომ დოზის შუალედი ინტერვალი, რომლის დროსაც არ არსებობს მცენარეზე გამოსხივების არც სტიმულირება და არც მომაკვდინებელი მოქმედება, შეადგენს მიახლოებით 10^{-2} — 10^2 მიკროკიურს ლიტრზე ან კგ საკვებ.

სუბსტრატზე. ეს დოზა შეიძლება პირობითად მივიღოთ „ინდიკატორული დოზის“ ინტერვალად.

აგროქიმიური კვლევის პრაქტიკაში, რადიოაქტიური ინდიკატორების გამოყენებისას ირჩევენ რადიოაქტიური იზოტოპის შესაძლებლად მინიმალურ დოზას, რომელიც აკმაყოფილებს რადიოაქტიური გაზომვების მოთხოვნილების სიზუსტეს და ამასთანავე, რომელიც არის მოთავსებული ინდიკატორული დოზის ინტერვალში.

როგორც აღვნიშნეთ, ნიშანდებული სუპერფოსფატის მომზადების მეთოდის უბრალოა. ვამზადებთ სუპერფოსფატის წყლის სუსპენზიას, შეგვაქვს მასში უკვე გამოთვლილი ინდიკატორული დოზა P^{32} -ის, ვაორთქლებთ და ნარჩენს ვაშრობთ ჰაერშირალ მდგომარეობამდე. თვით რადიოაქტიურ ფოსფორ — 32 -ს ვიღებთ ვამზადებულს ამჟამებში.

სასუქის ეფექტურობისა და მცენარის კვების ეფექტურობის ყოველმხრივ და სრულფასოვნად შესწავლა, ნიადაგურ პირობებში, შესაძლებელია მხოლოდ შემდეგი პროცესების დინამიკის შემთხვევაში:

1. მცენარის ზრდა-განვითარება ვეგეტაციის დროს სასუქის შეტანის და შეტანის გარეშე.

2. მცენარეში ნიადაგიდან და სასუქიდან საკვები ნივთიერების საერთო შეღწევადობა, მისი განაწილება მცენარეში, გადაადგილება და გაცეცლა.

3. მცენარის მიერ საკვები ნივთიერების გამოყენება სასუქიდან, მისი განაწილება, გადაადგილება და გაცეცლა, სასუქის საკვები ნივთიერების შესწავლის მიზნით.

რადიოაქტიური ინდიკატორის მეთოდის გამოყენება დაფუძნებულია არარადიოაქტიურ ელემენტზე იმავე ელემენტის რადიოაქტიური იზოტოპის მცირე რაოდენობით დამატებაზე. რადიოაქტიური იზოტოპების დამატება ეს არის რადიოაქტიური ინდიკატორი, რომლის მიხედვითაც თვალყურს ვადევნებთ იმ ელემენტის განაწილებას, გადაადგილებას და დაგროვებას მცენარეში რომელიც „დანიშნულია“.

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, ნივთიერების რადიოაქტივობა იზომება კიურის ერთეულებში და ერთი კიური ტოლია $3,7 \cdot 10^{10}$ წამში დაშლის. $1 \mu\text{Cu}$ ხელოვნურად მიღებული რადიოაქტიური ფოსფორი — 32 შეესაბამება უკანასკნელის იმ რაოდენობას, რომელშიც ყოველ წამში იშლება $3,7 \cdot 10^4$ ატომი. როდესაც 1 გ P_2O_5 -ს აქვს აქტიობა $0,1 \mu\text{Cu}$ მასში შედის მხოლოდ $1,5 \cdot 10^{-7}$ მგ P^{32} ფოსფორის დანარჩენი რაოდენობა. ამ პრეპარატში არის არარადიოაქტიური ფოსფორი — P^{31} . ამგვარად, რადიოაქტიური ინდიკატორის სულ მცირე რაოდენობის სპეციფიკური აქტივობა საკმაოდ მაღალია, რაც საშუალებ-

ბას გეძღვეს მათი დახმარებით შევამჩნიეთ 10⁻¹⁴—10⁻¹⁷ გრამი რა-
ოდენობის ნივთიერებაც.

ნიშანდებული ატომების მეთოდის დახმარებით სავეგეტაციო ცდებ-
ბის ჩატარებისას აუცილებელია დაცული იქნას სიფრთხილის წესები:
ელემენტარული წესების დაცვა მომუშავე პერსონალს თავიდან ააცი-
ლებს ყოველგვარ არასასურველ მოვლენებს. რადიოაქტიური იზოტო-
პი P³² აქვს შედარებით მოკლე ნახევარ დაშლის პერიოდი, არ არის
„მგრინავი“, გამოიყენება შედარებით მცირე დოზებით, ნიადაგს მიერ
კარგად აღსორბირდება, ანუ თავისი თვისებებით ის არასაშიში ელემ-
ენტია.

ცდებისათვის მიღებული კონცენტრირებულ პრეპარატებთან მუ-
შაობა, რომელსაც აქვს მაღალი ხვედრითი აქტიობა, ამ პრეპარატე-
ბით სასუქის გამზადება უნდა ჩატარდეს სპეციალურ ოთახში. ყვე-
ლა ოპერატორი უნდა ჩატარდეს მინით დაფარულ მაგიდაზე, რეზინის
ხელთათმანით.

მაღალი აქტიობის პრეპარატები უნდა ინახებოდეს ჩაკეტილ კა-
რადამში, სასურველია მეტალის სეიფში. მიღებული კონცენტრირებუ-
ლი პრეპარატი რაც შეიძლება სწრაფად უნდა გადავიყვანოთ სამუშაო
ხსნარად და სასუქად, რომელიც ცდაში გამოიყენება.

რადიოაქტიური ნივთიერების სასურველი რაოდენობის გაზომვა
უნდა მოხდეს ავტომატური პიპეტით ან ბიურეტით. ქურჭლების და-
ტენვისას ფოსფორის რადიოაქტიური იზოტოპი ემატება არანიშანდე-
ბულ ფოსფორს რომ იგი „დაინიშნოს“.

ქურჭლის დატენვისას ნიადაგი ჩაიყრება ფაიფურის დიდ ჯამში და
ნიადაგის შუაში ვასხამთ ხსნარს, რომელიც შეიცავს ნიშანდებულ
ფოსფორს, ნიადაგი უნდა აირიოს გულდასმით ხელით, რეზინის ხელ-
თათმანებით. ქურჭლების დატენვა ნიადაგით ხდება ნიშანდებული
ფოსფორის დოზის ზრდის მიხედვით. აუცილებელია ყურადღება მი-
ვაქციოთ იმას, რომ ჯამის ზედაპირი, რაშიც ხდება ნიადაგის არევა,
იყოს სწორი.

სავეგეტაციო ცდის ჩატარებისას არსებითი მნიშვნელობა აქვს რა-
დიოაქტიური იზოტოპის სწორი დოზების დადგენას. ეს ერთი მხრივ
უზრუნველყოფს ანალიზური სამუშაოების სიზუსტეს და მეორეს
მხრივ, მცენარისათვის რადიოაქტიური ნივთიერების ტოქსიკურობა
მცირდება. საერთოდ სასურველია მუშაობა შეძლებისდაგვარად P³²-ის
მცირე დოზებთან. ამიტომ P³²-ის დოზების დადგენისას, ყოვე-
ლი კონკრეტული ცდისათვის საჭიროა მხედველობაში იქნას მიღებუ-
ლი ცდის ხანგრძლივობა, ფოსფორის შეტანის წესი, მცენარის სახე-
ობა და ნიადაგის თვისებები. უნდა მივიღოთ მხედველობაში, რომ
P³²-ის ტოქსიკურობა დამოკიდებულია ნიადაგის ტიპზე: რაც მეტად

ხდება ნიადაგში ფოსფატების ფიქსირება, მით უფრო მაღალ დოზებს უძლეზს მცენარე. შეფიქრავ P³²-ს მაღალი დოზების ტოქსიკურობა მერთა ვიდრე ეწერზე. არარადიოაქტიური ფოსფორიანი სასუქის შეტანა ამცირებს P³²-ს ტოქსიკურობას.

ცღაში მიღებული მოსავლის აქტიობა განისაზღვრება მშრალი ნივთიერების წონაში. ნივთიერება იფქვება წისქვილში, აქაც დოზების ზრდის მიხედვით.

მოსავლის აქტიობის განსაზღვრის სიზუსტე დამოკიდებულია იმაზე, რომ უნდა დავიცვათ განსაზღვრის ერთსახეობა; ამ მიზნით აუცილებელია გვექონდეს ერთი სახის ნივთიერების ყოველთვის ერთნაირი წონაკები და ერთნაირი ტარა.

სავეგეტაციო ცდებში მოსავლის აქტიობა ისაზღვრება 0,1—0,2 გ მშრალი ნივთიერების წონაში. შედეგები გამოისახება 1 გ ნივთიერების იმპულსით წუთში. უმრავლეს სავეგეტაციო ცდებში შედეგები გამოისახება ნიშანდებული ფოსფორის (P₂O₅) მილიგრამებში მოსავალზე ან 1 გ მშრალ ნივთიერებაში. ამისათვის აუცილებელია იმის ცოდნა თუ იმპულსების რა რაოდენობა შეესაბამება 1 მგ ნიშანდებულ ფოსფორს (P₂O₅).

გვეცოდინება რა 1 გ ნივთიერების დაშლის რიცხვი განსაზღვრულ დროში, შეიძლება ზუსტად გამოვითვალთ, თუ ატომების რა რაოდენობა დაიშალა რომელიც გნებათ აღრინდელ ვადაში. 43-ე ცხრილში მოცემულია — P³²-ის შემცველობის ცვლილება დროის განმავლობაში და აგრეთვე, კოეფიციენტები, რომელიც საშუალებას გვაძლევს გამოვითვალთ რადიოაქტიური ფოსფორის რაოდენობა ცდის სასურველ დღეს.

ნიადაგში ხსნადი და შესათვისებელი ფოსფატების მარაგის განსაზღვრის მეთოდითა რადიოაქტიური იზოტოპი ფოსფორი — 32-ის საშუალებით

ნიადაგიდან სხვადასხვა გამხსნელებით ძერადი ფოსფატების გამოსაყოფად, გამოიწერის მიღებისას მიმდინარეობს ნიადაგის ფოსფატების გახსნა და მათი მეორადი დალექვა. გამოიწერში ფოსფატების შემცველობა ორი ერთდროულად მიმდინარე პროცესის შედეგია ანუ შედეგია მყარი და თხევად ფაზას შორის არსებული გაცვლისა. გამხსნელში ნიშანდებული ფოსფატის (P³²) დამატება საშუალებას იძლევა განისაზღვროს ფოსფატების რაოდენობა, რომელიც მონაწილეობას ღებულობს ფოსფატების გაცვლაში მყარ და თხევად ფაზებს შორის.

P³²-ს შემცველობის ცვლილება დროსთან დამოკიდებულებით

t	k	t	k	t	k	t	k	t	k	t	k
1	1,05	21	2,77	41	7,28	61	19,1	81	50,2	101	132
2	1,11	22	2,90	42	7,62	62	20,0	82	52,1	102	139
3	1,16	23	3,04	43	8,02	63	21,0	83	55,3	103	145
4	1,21	24	3,19	44	8,41	64	22,1	84	58,1	104	153
5	1,27	25	3,35	45	8,81	65	23,2	85	60,9	105	160
6	1,34	26	3,52	46	9,25	66	24,3	86	64,0	106	168
7	1,40	27	3,69	47	9,70	67	25,5	87	67,1	107	176
8	1,47	28	3,87	48	10,2	68	26,8	88	70,5	108	185
9	1,54	29	4,06	49	10,7	69	28,1	89	73,9	109	194
10	1,62	30	4,27	50	11,2	70	29,5	90	77,6	110	204
11	1,70	31	4,48	51	11,8	71	31,0	91	81,5	111	214
12	1,79	32	4,70	52	12,4	72	32,5	92	85,5	112	225
13	1,88	33	4,93	53	13,0	73	34,1	93	89,7	113	236
14	1,97	34	5,18	54	13,6	74	35,8	94	94,2	114	248
15	2,07	35	5,43	55	14,3	75	37,6	95	98,8	115	260
16	2,17	36	5,72	56	15,0	76	39,4	96	104	116	273
17	2,28	37	5,98	57	15,7	77	41,4	97	109	117	286
18	2,39	38	6,28	58	16,5	78	43,4	98	114	118	300
19	2,51	39	6,59	59	17,3	79	45,6	99	120	119	315
20	2,63	40	6,95	60	18,2	80	47,9	100	126	120	331

K — კოეფიციენტი, რომელზედაც უნდა გამრავლდეს ნაპოვნი იმპულსების რაოდენობა, რათა დადგინდეს მისი რაოდენობა ცდის დასაწყისისათვის.

t — ცდის დაწყების დრო, დღეებში.

P³² და P³¹-ის დამოკიდებულება, რომელიც იმყოფება მყარ და თხევად ფაზებში და მონაწილეობენ გაცვლითს რეაქციებში უნდა იყოს ტოლი, ანუ

$$\frac{P^{32} \text{ მყარი}}{P^{32} \text{ თხევ.}} = \frac{P^{31} \text{ მყ.}}{P^{31} \text{ თხ.}} \quad \text{ან} \quad \frac{P^{31} \text{ მყ.} + \text{თხ.}}{P^{31} \text{ მყ.}} = \frac{P^{32} \text{ მყ.} + \text{თხ.}}{P^{32} \text{ მყ.}}$$

ამგვარად, ვიცით რა გამხსნელის საწყისი რადიოაქტივობა და განვსაზღვრავთ რადიოაქტივობას გამონაწურში და მასში კი P₂O₅, შეიძლება უკვე გამოვიანგარიშოთ თუ სულ რამდენი იყო ნიადაგში ფოსფატი, რომელსაც უნარი აქვს გაიხსნას მოცემულ რეაქტივში. ეს სიდიდე ახასიათებს ნიადაგში ხსნადი ფოსფატების მარაგს და გამოიხატება მილიგრამობით P₂O₅ 100 გ ნიადაგზე.

გამონაწურსა და ნიადაგს შორის ხსნადი ფოსფატების მარაგის განაწილება დამოკიდებულია ნიადაგის ფოსფატების ფიქსირების

უნარზე. ამგვარად ნიადაგის ფოსფატური რეჟიმი შეიძლება დახასიათებულ იქნას ხსნადი ფოსფატების ფიქსაციის დახმარებით.

$$K_{\text{ფიქს.}} = \frac{P_{\text{მყ}}}{P_{\text{მყ} + \text{თხ}}} \cdot 100.$$

ნიადაგში ხსნადი ფოსფატების მარაგის განსაზღვრა შემდეგნაირად ხდება. ნიადაგის გამოწურვის მისაღებად გამზადებულ ხსნარს ვუმატებთ ნიშანდებულ ფოსფატს. მიღებულ ნიშანდებულ ხსნარში ვსაზღვრავთ 1 მლ-ში P_2O_5 -ის რაოდენობას მილიგრამობით და 1 მლ-ზე ხვედრით აქტივობას მილიკიურებში. სასურველია რომ დამატებულმა ნიშანდებულ ფოსფატის რაოდენობამ არ გაზარდოს გამოწურვაში P_2O_5 -ის კონცენტრაცია 5%-ზე მეტად.

(ამა თუ იმ ნიადაგში ქიმიური მეთოდით ზდება ფოსფორის განსაზღვრა. ყველა ნიადაგს აქვს თავისი შესატყვისი მეთოდი).

კოლორიმეტრულად განვსაზღვრავთ რა ფოსფორის შემცველობას გამოწურვაში, ვღებულობთ იმ ფოსფატების რაოდენობას, რომელიც დარჩა ხსნარში. ეს რაოდენობა, რომელიც გამოხატულია მგ P_2O_5 100 გ ნიადაგზე, შეიძლება განვიხილოთ, როგორც შემცველობა ხსნადი ფოსფატებისა. ეს სიდიდე შეადგენს მხოლოდ ნიადაგში არსებული ფოსფატების მარაგის ნაწილს, რომელიც შედგება ხსნარში დარჩენილი და მეორადი დალექვის ფოსფატებისაგან.

ხსნადი ფოსფატების საერთო მარაგის გამოთვლა მგ P_2O_5 100 გ ნიადაგზე ზდება ფორმულით:

$$P_{\text{მარაგი}} = P_{\text{თხ}} \cdot \frac{P^{32}_{\text{გამოსავალი}}}{P^{32}_{\text{თხ}}},$$

სადაც $P_{\text{თხ}}$ — გამოწურვაში ფოსფორის შემცველობა მგ P_2O_5 100 გ-
 P^{32} ს გამოსავალი ნიშანდებული ხსნარის აქტიობა.

P^{32} თხ — ნიადაგის გამოწურვის აქტიობა.

შესათვისებელი ფოსფატების საერთო მარაგის განსაზღვრისათვის ჩატარებული უნდა იქნას ჩვეულებრივი სავეგეტაციო ცდა, ყველა სასუქის საჭირო რაოდენობით შეტანით (ფონი), გარდა ფოსფორიანი სასუქისა.

ცდის დაყენებისას ნიადაგში შეაქვთ რადიოაქტიური იზოტოპი P^{32} ნიშანდებული პრეპარატის სახით. რომელიც შეიცავს ფოსფორს არა უმეტესი 1 მგ P_2O_5 ჭურჭელზე:

ცდის დამთავრებისას, როგორც წესი ზდება მიწისზედა მასაში ფოსფორის განსაზღვრა და რადიოაქტივობის გამოთვლა.

მიღებული შედეგების საფუძველზე გამოიანგარიშება მცენარეში საერთო ფოსფორის რაოდენობა და მოსავლის საერთო აქტიობა. თუ

შევადარებთ მთელი მოსავლის საერთო აქტიობას, ქუჩკელში შეტანილი ნიშანდებული ფოსფორის მთელ რაოდენობას, შეიძლება დავადგინოთ P^{32} -ის გამოყენების პროცენტი ანუ გამოყენების კოეფიციენტი K .

ნიადაგში შესათვისებელი ფოსფატების საერთო მარაგის გამოთვლა ხდება ფორმულით:

$$P \text{ მარგი} = \frac{P \cdot 100}{K},$$

სადაც P არის მცენარეში ფოსფორის შეღწევადობა ნიადაგიდან, მგ P_2O_5 100 გ ნიადაგზე.

K — P^{32} -ის გამოყენების კოეფიციენტი, პროცენტებში შეტანილიდან.

ეს ფორმულა გულისხმობს, რომ მცენარე ერთნაირად იყენებს ნიადაგიდან P^{32} და P^{31} .

ნიადაგის ფოსფატური რეჟიმის დასახასიათებლად მარტო შესათვისებელი ფოსფატების მარაგის განსაზღვრა, სასუქის ფოსფორის გამოყენების კოეფიციენტის განსაზღვრის გარეშე არასაკმარისია, ნიადაგში შესათვისებელი ფოსფატების მარაგის განსაზღვრა შეიძლება მინდვრის ცდის პირობებშიც, ნიშანდებული სასუქის ანდა რადიოაქტიური ნიშნის შეტანით. უნდა ვიგულისხმოთ, რომ ნიადაგის შესათვისებელი ფოსფატები გამოიყენება ისევე, როგორც ნიშანდებული სასუქის ფოსფატები, გვაქვს რა

$$\frac{P \text{ მარგი}}{P \text{ სასუქი}} = \frac{P^{31} \text{ მცენარე}}{P^{32} \text{ მცენარე}} \text{ ანდა } P \text{ მარგი} = P \text{ სასუქი} \cdot \frac{P^{31} \text{ მცენარე}}{P^{32} \text{ მცენარე}}$$

სადაც P სასუქი — ნიშანდებული ფოსფორის დოზა;

P^{31} მცენარე — მცენარეში არანიშანდებული ფოსფორი;

P^{32} მცენარე — მცენარეში ნიშანდებული ფოსფორი;

მაგრამ P^{31} მცენარეს და P^{32} მცენარეს განსაზღვრავთ საერთო

მოსავალში თუ 1 მგ მოსავალზე დამოკიდებულება $\frac{P^{31} \text{ მცენარე}}{P^{32} \text{ მცენარე}}$

რჩება იგივე, აქედან იქმნება შესაძლებლობა, რომ განისაზღვროს შესათვისებელი ფოსფატების მარაგი (P მარაგი) მოსავლის საშუალო ნიმუშში. ამისათვის საკმარისია განისაზღვროს საერთო ფოსფორი და ნიშანდებული ფოსფორი მოსავლის საშუალო ნიმუშში. გვეცოდინება რა შეტანილი ნიშანდებული ფოსფორის ხვედრითი აქტიობა, ანუ იმპულსების რაოდენობა წუთში, რომელიც მოდის ნიშანდებული სასუქის 1 მგ P_2O_5 -ზე, შეიძლება დავადგინოთ, თუ რამდენი მილიგრამი P_2O_5 შეეღება საანალიზოდ აღებული მცენარის წონაკში ნიშანდებული სასუქიდან, სხვაობით კი დავადგენთ რა რაოდენობის P_2O_5 (მგ-ობით).

შევიდა მცენარეში ნიადაგიდან. გამოანგარიშება ხდება ფორმულით
 $P \text{ მარაგი} = P \text{ სასუქი} \frac{P^{31} \text{ მცენარე}}{P^{32} \text{ მცენარე}}$, მაგრამ P^{31} მცენარე და P^{32} მცენარე

ნარის ქვეშ ვგულისხმობთ, ამ შემთხვევაში, მცენარეში ნიშანდებულნი და არანიშანდებული ფოსფორის შეღწევადობას კი არა, არამედ მცენარის 1 გ ნივთიერების წონაში მათ შემცველობას ანდა რაოდენობას გამოსახულს პროცენტებში.

ანალოგიურად ხდება გამოთვლა სავეგეტაციო ცდის პირობებშიც, უნდა ავიღოთ ნიშანდებული ფოსფორის დოზა ფოსფორიანი სასუქის დოზის ტოლი რაოდენობით (მგ P_2O_5 100 გ ნიადაგზე). საერთო მარაგის ამგვარი განსაზღვრა იქნება არაზუსტი, რადგანაც ფოსფორიანი სასუქის შეტანა ივალენას ახდენს მცენარის მიერ ნიადაგის ფოსფატის შეთვისებაზე. ამიტომ უფრო სარწმუნო მაჩვენებლებს მივიღებთ რადიოაქტიური ნიშნის შეტანის შედეგად ან ნიშანდებული ფოსფორის მინიმალური რაოდენობით შეტანით, რომელსაც უნდა ქონდეს ისეთი აქტიობა, რომ ზუსტად ივანისაზღვროს გამოყენების კოეფიციენტი K.

ნიადაგის ფოსფატური რეჟიმის დასახასიათებლად მხოლოდ შესათვისებელი ფოსფატების მარაგის ივანსაზღვრა არ არის საკმარისი, თუ არ განისაზღვრება მასთან ერთად ფოსფორიანი სასუქის გამოყენების კოეფიციენტი. ნიადაგში შესათვისებელი ფოსფატების მარაგი შეიძლება იყოს დიდი, მაგრამ მისი ძვრადობის ხარისხი კი მცირე და პირიქით, მარაგი შეიძლება იყოს მცირე, მაგრამ ძვრადობა დიდი.

რადიოაქტიური იზოტოპის გამოყენება ნიადაგის ქიმიური ანალიზის დროს და სავეგეტაციო ცდის დაყენებისას საშუალებას იძლევა ვიქონიოთ ზუსტი წარმოდგენა არა მარტო ნიადაგის ფოსფატურ რეჟიმზე, არამედ გადაწყვეტილი იქნას პრაქტიკული საკითხები ნიადაგის გაფოსფორიანებაზე, ნიადაგში შესათვისებელი ფოსფატების განსაზღვრის ამა თუ იმ მეთოდის ცარჯისიანობაზე.

ხსნარების მომზადება

ნაჯერი ხსნარების მომზადება

ნაჯერი ხსნარების მომზადება შედარებით იშვიათად ხდება.

აღნიშნული ხსნარების მომზადებისას თავდაპირველად სათანადო ცხრილის (იხ. წიგნის ბოლოში) საშუალებით უნდა გავიგოთ ჩვეულებრივი ტემპერატურის პირობებში მოცემული ნივთიერების ხსნადობა, რის შემდეგ მას ეწონით და წყალს ვუმატებთ შესაბამისი რაოდენობით: მაგ., საჭიროა ამონიუმის ქლორიდის ნაჯერი ხსნარის მომზადება, ამისათვის წინასწარ ვგებულობთ მის ხსნადობას ჩვეულებრივი ტემპერატურის პირობებში. ცხრილის მონაცემებით ხსნადობა 20° პირობებში უდრის 27,3 გ. ტექნიკურ-ქიმიურ სასწორზე აღნიშნულ რაოდენობას ავწონით, ჩავეყრით წყალში, რომლის მოცულობა დაახლოებით უნდა უდრიდეს 73 მლ და ვხსნით გაცხელების პირობებში. გაცივებისას ვღებულობთ ამონიუმის ქლორიდის ნაჯერ ხსნარს.

პროცენტული ხსნარების მომზადება

ზემოაღნიშნული ხსნარების მომზადების დროს არაა საჭირო ისეთი სიზუსტის დაცვა, როგორც ტიტრული ხსნარების დამზადებისას, რადგანაც ჩვეულებრივად ქიმიური პროცესების ჩასატარებლად (დალექვა, გახსნა, გარემოს შეცვლა და სხვა) მათი დამატება ხდება ჭარბი რაოდენობით (რასაკვირველია, გარკვეული რაოდენობის ფარგლებში). პროცენტული ხსნარების დამზადების არსებული ხერხებიდან ჩვენ განვიხილავთ მხოლოდ ერთს, რომელიც თავისი სიმარტივის გამო ფართოდაა გავრცელებული ლაბორატორიულ პრაქტიკაში. არსებობს ხსნარების დამზადების ორი შემთხვევა:

1. ნივთიერება არის მყარ მდგომარეობაში (მაგ. $K_2Cr_2O_7$ და სხვა.);
2. როდესაც ნივთიერება თხევად ან ხსნად მდგომარეობაშია (მაგ. HCl , H_2SO_4 , NH_4OH , $NaOH$), თხევადი (ეთერი, ალკოჰოლი, ქლოროფორმი და სხვა).

განვიხილოთ ჯერ პირველი, ე. ი. როდესაც ნივთიერება მყარია. დავეუშვათ, საჭიროა 10%-იანი კალაუმის კარბონატის (K_2CO_3) ხსნარის დამზადება ერთი ლიტრის რაოდენობით.

10%-იანი იმას ნიშნავს, რომ ყოველი 100 მლ ხსნარი უნდა შეიცავდეს 10 გ ნივთიერებას, ამიტომ გაანგარიშებას ვაწარმოებთ შემდეგნაირად:

$$\begin{array}{l} \text{ყოველი } 100-10 \\ 1000-X \\ X = \frac{10 \cdot 1000}{100} = 100 \text{ გ.} \end{array}$$

ვწონით კალიუმის კარბონატს 100 გ ტექნიკურ-ქიმიურ სასწორზე, ჩავეყრით შემოწმებულ საზომ ცილინდრში (ან საზომ კოლბში), შიგ ჩაეასხამთ ნახევარ ლიტრამდე წყალს, ვანჯღრევთ კრისტალების უფრო სწრაფად გახსნისათვის და ამის შემდეგ წყლით შევავსებთ ნიშანხაზამდე, ე. ი. ერთ ლიტრ მოცულობამდე.

როცა მარილები საკრისტალიზაციო წყალს შეიცავენ, მაშინ გაანგარიშებული ხალასი ნივთიერების წონას უნდა დავეუმატოთ საკრისტალიზაციო წყლის წონითი რაოდენობაც.

ახლა მოვიყვანოთ 5%-იანი 500 მლ სოდის ხსნარის დამზადების გაანგარიშების მაგალითი. სოდა შეიცავს 10 მოლეკულა საკრისტალიზაციო წყალს ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$). ჯერ ვანგარიშობთ უწყლო სოდის იმ რაოდენობას გრამობით, რომელიც საჭიროა 500 მლ 5%-იანი ხსნარის დასამზადებლად. ამ რაოდენობას ვიგებთ შემდეგნაირად:

$$\begin{array}{l} 5-100 \\ X-500 \\ X = \frac{5 \cdot 500}{100} = 25 \text{ გ} \end{array}$$

ამრიგად, სოდას რომ არ ჰქონდეს საკრისტალიზაციო წყალი, საკმარისი იქნებოდა 25 გ-ის აღება. სინამდვილეში კი სოდა შეიცავს მას. ამიტომ საჭიროა გავიანგარიშოთ კრისტალიზაციური წყლის ის რაოდენობა, რომელიც შეესაბამება სოდის (Na_2CO_3) 25 გ-ს. უწყლო სოდის გრამ-მოლეკულა=106 გ. წყალთან დაკრისტალებული სოდის გრამ მოლეკულა=286 გ. აქედან,

$$\begin{array}{l} 106-286 \\ 25-x \\ X = \frac{286 \cdot 25}{106} = 67,45 \text{ გ.} \end{array}$$

ეს ნიშნავს იმას, რომ 67,45 გ $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ შეიცავს 25 გ უწყლო სოდას.

მაშასადამე, სოდის 5%-იანი ხსნარი რომ დავამზადოთ 500 მლ მოცულობის რაოდენობით, საჭიროა აღნიშნული მარილი (დამრგვალებით) 67,5 გ მოვათავსოთ საზომ ცილინდრში ან კოლბში, ვავხსნათ ჭერ მცირე რაოდენობით წყალში და შემდეგ კი შევავსოთ ნიშანხაზამდე. განვიხილოთ შემოჩე შემთხვევა, ე. ი. როცა ნივთიერება არის სითხის ან ხსნარის სახით.

ა) თუ ნივთიერება წარმოადგენს ხსნარს (HCl, HNO₃, H₂SO₄, NH₄OH და სხვა), შევევებისა და ტუტეების დამზადებისას საჭიროა გამოსავალი ხსნარის კუთრი წონის განსაზღვრა არეომეტრის საშუალებით. მაგ., საჭიროა 15%-იანი გოგირდმჟავას ხსნარის დამზადება ორი ლიტრის რაოდენობით.

პროცენტული ხსნარების დასამზადებლად, უპირველეს ყოვლისა, უნდა გავიანგარიშოთ მჟავას ის რაოდენობა, რომელიც გახსნილი იქნება სასურველ მოცულობაში, ე. ი. ამ შემთხვევაში ორ ლიტრში.

გავანგარიშებავს ვაწარმოებთ შემდეგნაირად:

$$\begin{aligned} 100 \text{ მლ} &= 15 \text{ გ} \\ 2000 &= x \\ X &= \frac{15 \cdot 2000}{100} = 300 \text{ გ.} \end{aligned}$$

დაეუშვათ, რომ გამოსავალი გოგირდმჟავასათვის არეომეტრის ჩვენება 1.83 ტოლია, აღნიშნულ კუთრი წონას სათანადო ცხრილის მიხედვით შეესაბამება 92%, რაც იმას ნიშნავს, რომ გოგირდმჟავას ყოველი 100 გ შეიცავს 92 გ სუფთა გოგირდმჟავას, ორი ლიტრი 15%-იანი გოგირდმჟავას დასამზადებლად საჭიროა 300 გ.

$$\begin{aligned} 100 \text{ გ} &= 92 \text{ გ} \\ X &= 300 \\ X &= \frac{300 \cdot 100}{92} = 326,1 \text{ გ.} \end{aligned}$$

გოგირდმჟავას 326,1 გ შეიცავს 300 გ სუფთა მჟავას. ამ რაოდენობის აწონა უხერხულაა, ამიტომ უმჯობესია წონითი რაოდენობა გადავიყვანოთ მოცულობაში, რასაც ვალწევთ 326,1 გ მჟავას შისივე კუთრი წონაზე გაყოფით $\frac{326,1}{1,83} = 178$ მლ, ე. ი. გოგირდმჟავას

178 მლ შეიცავს 300 გ სუფთა მჟავას.

ვიღებთ ამ მოცულობას, ვასხამთ 2 ლიტრიან საზომ ცილინდრში (ან კოლბში), რომელშიც წინასწარ ჩასხმულია 300—500 მლ წყალი, კარგად აფურევეთ და წყლით შევავსებთ ნიშანხაზამდე (წყალში ყო-

გელოვის ჩასხმული უნდა იყოს კონცენტრირებული გოგირდმჟავა და არა პირიქით).

ბ) თ ს ე ვ ა დ ი ნ ი ვ თ ი ე რ ე ბ ა (პირიდინი, ეთერი, ქლოროფორმი, ალკოჰოლი და სხვა).

დაეუშვათ, რომ საჭიროა 10%-იანი პირიდინის ხსნარის დამზადება 1,5 ლიტრის რაოდენობით, რისთვისაც საკმარისია 150 გ პირიდინი. მისი კუთრი წონა — 0,982. აქედან ადვილია მისი მოცულობის გაგება, რომელშიც იქნება სუფთა ნივთიერების 150 გ.

$$\frac{150}{0,982} = 152,8 \text{ მლ.}$$

მაშასადამე, პირიდინის 153 მლ (დამრგვალებით) რაოდენობას ვა-სავსებით სათანადო ქურქელში და წყლით შევავსებთ ნიშანხაზამდე.

ტიტრული ხსნარების მომზადება

რეაქტივები, რომლებიც მოცულობითი ანალიზის დროს გამოიყენება, სხვადასხვა ტიპისაა და ამის შესაბამისად არჩევენ სამ ძირითად მეთოდს:

1. ნეიტრალიზაციის,
2. დალექვისა და
3. დაჟანგვა-აღდგენის.

მოცულობითი ანალიზის ყველა ამოცანის გადაწყვეტა ხდება ტიტრული ხსნარების საშუალებით.

ნივთიერების ხსნარს, რომლის კონცენტრაცია ზუსტადაა ცნობილი ტიტრული ხსნარი ეწოდება.

ტიტრი გამოსახავს ნივთიერების რაოდენობას გრამობით 1 მლ ხსნარში.

ტიტრული ხსნარების კონცენტრაციას ჩვეულებრივ გამოვსახავთ ნორმალობით.

ნორმალური ხსნარი წარმოადგენს ისეთ ხსნარს, რომლის 1 ლიტრი შეიცავს ნივთიერების ერთ გრამ — ექვივალენტს და აღინიშნება n -ით.

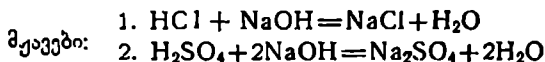
გრამ-ექვივალენტი არის გრამობით გამოსახული ნივთიერების ის რაოდენობა, რომელიც მოცემულ რეაქტიაში შეესაბამება წყალბადის 1 გ ატომს ან ჰიდროქსილის 17 გ, ანდა საერთოდ ერთვალენტური იონის — 1 გ იონს.

ამიტომ ნივთიერების გრამ-ექვივალენტი არ წარმოადგენს მუდმივ სიდიდეს და დამოკიდებულია იმ რეაქტიაზე, რომელშიც გამოიყენება აღნიშნული რეაქტივი.

ახლა განვიხილოთ ნივთიერების გრამ-ექვივალენტის გაანგარიშების საკითხი. როგორც აღვნიშნეთ, მოცულობითი ანალიზის მეთოდები სამ ჯგუფად იყოფა: ნეიტრალიზაციის, დალექვისა და დაჟანგვა-აღდგენის მეთოდებად.

პირველ ორ შემთხვევაში ნივთიერების გრამ-ექვივალენტის დასადგენად საჭიროა დაწვროთ რეაქციის განტოლება და გამოვარკვიოთ ის, თუ მოცემული ნივთიერების რამდენი გრამი შეესაბამება წყალბადის 1 გ ატომს ან 1 გ იონს.

მეჟავების, ტუტეებისა და მარილების გრამ-ექვივალენტს ვსაზღვრავთ შემდეგნაირად:

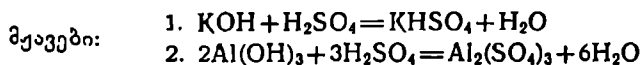


პირველ რეაქციაში HCl-ის გრამ-ექვივალენტი უდრის მის გრამ-მოლს, ე. ი. 36,5 გ.

მეორე შემთხვევაში გოგირდმჟავას (H_2SO_4) ორივე წყალბადიონი მონაწილეობს რეაქციაში. აქედან ცხადია, რომ H_2SO_4 გრამ-ექვივალენტი უდრის $1/2$ გრამ-მოლს, ე. ი.

$$\frac{98,08}{2} = 49,04 \text{ გ.}$$

მაშასადამე, ყოველგვარ მეჟავას გრამ-ექვივალენტი უდრის მის გრამ-მოლს გაყოფილს რეაქციაში მონაწილე წყალბად (H^+) იონთა რიცხვზე.



პირველ შემთხვევაში KOH-ის გრამ-ექვივალენტი უდრის მის გრამ-მოლს, მეორე რეაქციაში $\text{Al}(\text{OH})_3$ გრამ-ექვივალენტი შეესაბამება მისი გრამ-მოლის $1/3$.

მაშასადამე, ყოველგვარი ტუტის გრამ-ექვივალენტი უდრის მის გრამ-მოლს გაყოფილს რეაქციაში მონაწილე ჰიდროქსილ (OH^-) იონთა რიცხვზე.

მარილები და, ბოლოს, ყოველგვარი მარილის გრამ-ექვივალენტი უდრის მის გრამ-მოლს გაყოფილს რეაქციაში მონაწილე კათიონების რიცხვსა და მის ვალენტობაზე:

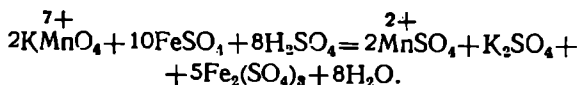
მაგალითად: გრამ-ექვივალენტი

$$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 = \frac{\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \text{ გ M}}{3}, \quad \text{AlCl}_3 = \frac{\text{AlCl}_3 \text{ გ M}}{3} \text{ და ა. შ.}$$

დაჯანგვა-აღდგენის რეაქციების შემთხვევაში ნივთიერებათა გრამ-ექვივალენტის განსაზღვრა წარმოებს სხვა წესით, ვიდრე ის იყო ნაჩვენები ნეიტრალიზაციისა და დალექვის მეთოდებში.

დაჯანგვა-აღდგენის რეაქციების არსი მდგომარეობს მორეაგირე ნივთიერებათა იონებს (ატომებს) შორის ელექტრონების გადანაწილებაში. ნივთიერებას, რომელიც გასცემს ელექტრონებს აღმდგენელი ეწოდება, ხოლო ნივთიერებას რომელიც იძენს — მჟავანგველი. მაგ., კალიუმის პერმანგანატი ($KMnO_4$) მჟავანგველია, რადგან მისი ერთ-ერთი შემადგენელი ელემენტი, სახელდობრ, შვიდვალენტოვანი მანგანუმი რეაქციის მიმდინარეობისას მჟავე არეში ორვალენტოვან იონად გადადის. ამრიგად, იძენს 5 ელექტრონს, ე. ი. იმდენს, რამდენის შექენა შეუძლია 5 წყალბადიონს.

მაგალითად:



ცხადია, რომ $KMnSO_4$ -ის გრამ-ექვივალენტი აღნიშნულ რეაქციაში უნდა უდრიდეს მისი გრამ-მოლოს $1/5$ -ს.

საერთოდ, დაჯანგვა-აღდგენის რეაქციებში, ნივთიერებათა გრამ-ექვივალენტი უდრის მის გრამ-მოლეკულს გაყოფილს ელექტრონთა რიცხვზე, რომელსაც იძენს ან გასცემს აღნიშნული ნივთიერების მოლეკულა.

ნეიტრალიზაციის მეთოდისათვის ტიტრული ხსნარების მომზადება

აღნიშნულ მეთოდებს ვიყენებთ მჟავეებისა და ტუტეების განსაზღვრის დროს. განსაზღვრას ვაწარმოებთ შემდეგი ზოგადი რეაქციის საფუძველზე:



ამ რეაქციიდან ნათელი ხდება, რომ მჟავეების განსაზღვრისათვის საჭიროა ტუტის ტიტრული ხსნარი, ხოლო ტუტე თუ გამოსაკვლევ ობიექტს წარმოადგენს, მაშინ მჟავას ტიტრული ხსნარის გამოყენება საჭირო.

განსაზღვრის პროცესში, ე. ი. გამოსაკვლევ ხსნარში რეაქტივის დამატების დროს, რასაც ტიტრაციას ეწოდებენ, რეაქციის დამთავრების მაჩვენებელია განსაკუთრებული რეაქტივები, ცნობილი ინდიკატორების სახელწოდებით. ინდიკატორი რეაქციის დამთავრებისას

იცვლის თავის ფერს ან წარმოქმნის სიმღვრივეს და სხვა, რითაც „ატყობინებს“ მკვლევარს პროცესის დამთავრების შესახებ.

სხვადასხვა ნივთიერების განსაზღვრისას ვიყენებთ შესაბამის ინდიკატორს.

თავდაპირველად შევვხებით მჟავას ტიტრული ხსნარის დამზადებისა და ტიტრის დაყენების საკითხს. წმინდა სახით მჟავეების მიღება მეტად ძნელია, ამიტომ ვამზადებთ ჭერ დაახლოებით სასურველი კონცენტრაციის ხსნარს, შემდეგ კი ზუსტად ვაყენებთ მის ტიტრს, რომელიმე ერთ-ერთი გამოსავალი ნივთიერების საშუალებით. ჩვეულებრივად ლაბორატორიაში იხმარება 0,1 n გოგირდის ან მარილის მჟავა, ან უფრო ნაკლები კონცენტრაციისა.

0,1 n გოგირდმჟავას ხსნარის მომზადება

აღნიშნულ ტიტრულ ხსნარს ვამზადებთ კონცენტრირებული გოგირდმჟავას წყლით სათანადო განზავებით. ამისათვის ჭერ არეომეტრით ვსაზღვრავთ მის კუთრ წონას, შემდეგ სათანადო ცხრილების საშუალებით ვიგებთ კონცენტრაციას პროცენტობით და ამის საფუძველზე ვანგარიშობთ მჟავას რაოდენობას, რომელიც საჭიროა გარკვეული რაოდენობით ტიტრული ხსნარის დასამზადებლად.

დავუშვათ, საჭიროა ერთი ლიტრის რაოდენობით 0,1 n ხსნარის მომზადება, და რომ კონცენტრირებული მჟავას კუთრი წონა = 1,82, ე. ი. 90%-იანია.

$$\text{გრამ-ექვივალენტი უდრის } \frac{98,08}{2} = 49,04 \text{ გ. გრამ-ექვივალენტის}$$

0,1 კი = 4,9 (დამრგვალებით). აქედან:

$$\begin{aligned} 100 \text{ გ} &= 90 \\ x &= 4,9 \\ X &= \frac{4,9 \cdot 100}{90} = 5,44 \text{ გ.} \end{aligned}$$

ე. ი. დამრგვალებით 5,5 გ, აღნიშნული კონცენტრირებული გოგირდმჟავა შეიცავს 4,9 გ სუფთა მჟავას.

რადგანაც, საერთოდ, კონცენტრირებული მჟავას ხსნარის აწონა უხერხულია, ამიტომ ვიგებთ მჟავას რამდენი მილილიტრი შეიცავს 5,5 გ, რისთვისაც აღნიშნული 5,5 უნდა გავყოთ კუთრ წონაზე $\frac{5,5}{1,82} = 3,02$ მლ, მაშასადამე კონცენტრირებული H_2SO_4 3,02 მლ შეიცავს 4,9 გ სუფთა მჟავას.

გადავზომოთ 3 მლ, ჩაეასხამთ ერთლიტრიან საზომ კოლბში, რომელშიც წინასწარ ჩასხმულია 100—200 მლ წყალი და ნიშანხაზამდე შევავსებთ, დავახურავთ საცობს და რამდენჯერმე კოლბის გადაბრუნვადობრუნებით ვაღწევთ არევას. ამ წესით მომზადებული 0,1 *n* მჟავას ტიტრი უნდა დაეაყენოთ ერთ-ერთი გამოსავალი ნივთიერებით.

მჟავების ტიტრის დასაყენებლად ვიყენებთ მრავალ გამოსავალ ნივთიერებას, ხშირ შემთხვევაში კი ბორაქსს და სოდას, რომლებიც, როგორც გამოსავალი ნივთიერება, მთლიანად აკმაყოფილებენ მათდამი წაყენებულ მოთხოვნებს.

სუფთა ბორაქსის მიღება. სუფთა ბორაქსის ერთადერთი უარყოფითი მხარეა მისი შედარებითი ნაკლები ხსნადობა. ცდის შედეგად გამოირკვა, რომ ბორაქსის 0,25 *n*-ზე მეტი კონცენტრაციის ხსნარი არ შეგვიძლია მივიღოთ, მაგრამ აღნიშნული ნაკლი არ შეიძლება სერიოზულ ნაკლად ჩაითვალოს გამოსავალი ნივთიერებებისათვის, რადგან რაოდენობითი ანალიზის ჩატარების დროს ჩვეულებრივად, ვხმარობთ 0,25 *n*-ზე უფრო ნაკლები კონცენტრაციის ტიტრულ ხსნარებს.

სუფთა, 10 მოლექულა წყალთან დაკრისტალებული ბორაქსი რომ მივიღოთ, ბორაქსს წყალში ვხსნით მანამ, სანამ არ მივიღებთ ნაჯერ ხსნარს 50—60° ტემპერატურის დროს (თუ ხსნარს მეტად გავაცხელებთ გამოკრისტალდება 5 წყალთან დაკრისტალებული ოქტაედრული $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ მარილი). ნაჯერ ხსნარს ვფილტრავთ და ვტოვებთ მანამ, სანამ ტემპერატურა არ შემცირდება 25—30°-მდე, შემდეგ ხსნარს ჰურჭლიანად ვათავსებთ ცივ წყალში და ენერგიულად ვურევთ მინის წკირით. ასეთ პირობებში გამოიყოფა 10 წყალთან დაკრისტალებული ბორაქსის წვრილი კრისტალები. ამ უკანასკნელს ჩავრეცხავთ ფილტრზე ცივი წყლით და ვაშრობთ ქაღალდის ფილტრებს შორის, სანამ ცალკეული კრისტალები არ მოცილდება მინის წკირს. თუ ბორაქსი მეტად ჰუმუჟიანია, გადაკრისტალებას ვაწარმოებთ 2—3-ჯერ

უწყლო ნატრიუმის კარბონატის მომზადება

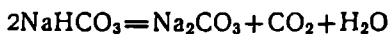
უწყლო ნატრიუმის კარბონატის დასამზადებლად შეიძლება გამოვიყენოთ ქიმიურად სუფთა ნატრიუმის ბიკარბონატი ანდა კარბონატი.

კარბონატი ყოველთვის შეიცავს ბიკარბონატის ცვალებად რაოდენობას, ამიტომ მისი დამუშავება ხდება ბიკარბონატის ანალოგიურად.

დაახლოებით 10 გ სუფთა ნატრიუმის ბიკარბონატს ვათავსებთ ფაიფურის ან უკეთესია პლატინის ტიგელში. ტიგელს ვახურებთ

სილს აბაზანაზე ან ელექტრონის ღუმელში ერთი საათის წამყვალ-
ბაში 270—300°-მდე.

გახურების პროცესში დროგამოშვებით ვურევთ, შემდეგ ტიგელს
ვაცივებთ ექსიკატორში. 270 — 300° გახურებისას ნატრიუმის ბიკარ-
ბონატი გადადის კარბონატში, შემდეგი განტოლების მიხედვით:



თუ გახურება წარმოებს 300°-ზე ზემოთ, ნატრიუმის კარბონატი
ნახშირორჟანგს ნაწილობრივ დაკარგავს.

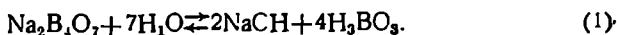
ჰაერზე ნატრიუმის კარბონატი შთანთქავს ჰაერში მყოფ წყლის
ორთქლს, ამიტომ უწყლო მარილი უნდა შევიწინახოთ კარგად მიღე-
სილსახურავიან ქილაში.

0,1 n H₂SO₄ ტიტრის დაყენება

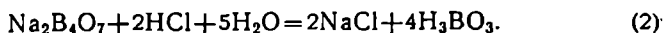
მკვას ტიტრის დასაყენებლად უნდა შევარჩიოთ გამოსავალი ნიე-
თიერება; ზემოთ ჩვენ შევეჩუთ სუფთა ბორაქსისა და სოდის მომზა-
დების ჩერხს, მათი გამოსავალ ნიეთიერებად გამოყენების მიზნით.

ბორაქსი, როგორც გამოსავალი ნიეთიერება Na₂B₄O₇·10H₂O.

ბორაქსის გამოყენება დამუარებულია იმაზე, რომ აღნიშნული მა-
რილი განიცდის ჰიდროლიზს, რის შედეგად წარმოიქმნება ნატრიუმის
ტუტე შემდეგი რეაქციის მიხედვით:



ამრიგად, ბორაქსის წყალში გახსნისას წარმოიქმნება განსაზღვრუ-
ლი რაოდენობით ტუტე; ეს უკანასკნელი რეაგირებს მკვასთან. სა-
ბოლოო ანგარიშში, მკვასა და ბორაქსს შორის რეაქცია მიმდინარე-
ობს შემდეგი განტოლებით.



0,1 n მკვას ტიტრის დასაყენებლად ვამზადებთ ზუსტ 0,1 n ბო-
რაქსის ხსნარს. როგორც (2) განტოლებიდან ჩანს, ბორაქსის ერთი
მოლეკულა წყალბადის ორი გრამ-იონის ტოლფასია, ამიტომ მისი
გრამ-ექვივალენტი უდრის $\frac{381,42}{2} = 190,71$ გ. ხოლო ერთი მეათედი

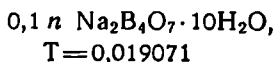
$\frac{190,71}{10} = 19,071$ გ. ამისათვის 0,1 n ხსნარის მოსამზადებლად სა-

ათის მინაზე ზუსტად ვწონით ანალიზურ სასწორზე ბორაქსის
19,071 გ რაოდენობას, ვათავსებთ ლიტრიან საზომ კოლბში, ვხსნით

გამოხდილ წყალში და შემდეგ შევავსებთ ნიშანხაზამდე; კოლბს სა-
ცობს მოვარგებთ და ენერგიული შენჯღრევის შემდეგ ხსნარი იშადაა
გამოსაყენებლად.

ნაკლები მოცულობის ხსნარის მომზადების შემთხვევაში, მაგ.:
500, 250 ან 100 მლ-სათვის, წონაკს სათანადოდ ვამცირებთ 2,4, 10-
ჯერ.

მიღებული ბორაქსის ხსნარს შესანახად გადავასხამთ მინის მქილ-
როსახურავიან ჭურჭელში და ვაწებებთ ეტიკეტს, რომელზედაც
აღნიშნული უნდა იყოს მისი ნორმალობა და ტიტრი:



ტიტრაცია. ბორაქსის 0,1 n ხსნარის მომზადების შემდეგ
ტიტრაციას ვახდენთ მჟავას ტიტრის დაყენების მიზნით. ამისათვის
შემდეგნაირად ვიქცევით.

1. ბიურეტს ვავსებთ მჟავათი ნულის ნიშანხაზამდე;

2. კოლბში ჩავასხამთ პიპეტის საშუალებით ბორაქსის ხსნარს
ზუსტად 25 მლ რაოდენობით, ჩავუმატებთ 2 წვეთ ინდიკატორ მეთილ-
ლორანჯს;

3. კოლბს ბორაქსით ვდგამთ ბიურეტის ონკანის ქვეშ გაშლილ
თეთრ ქაღალდზე, რათა ფერის შეცვლა უფრო შესამჩნევი გახდეს,
მოვუშვებთ ონკანს და ფრთხილად მორევით ვაწარმოებთ დატიტვრას
(მჟავას დამატებას) მანამ, სანამ ყვითელი ფერის ბორაქსის ხსნარი არ
მიიღებს ოდნავ ვარდისფერს, რაც რეაქციის დასრულების ნიშანია:

4. ბიურეტზე ათვლას ვაწარმოებთ მჟავას დახარჯული რაოდენო-
ბის დადგენის მიზნით;

5. დატიტვრას ვიმეორებთ 3-ჯერ მაინც და ვიღებთ საშუალოს.
მაგ.: 25 მლ ბორაქსის ხსნარზე პირველი დატიტვრის დროს დაიხარ-
ჯა 24,1 მლ მჟავა, ხოლო მეორეზე — 24,2 მლ და მესამეზე კი
24,15 მლ. აქედან მათი საშუალო

$$\frac{24,1+24,2+24,15}{3} = 24,15 \text{ მლ.}$$

ამის საფუძველზე ვახდენთ ტიტრის გაანგარიშებას.

გოგირდმჟავას ტიტრის გაანგარიშება

ცხადია, მომზადებული გოგირდმჟავა ზუსტად არაა 0,1 n. თავდა-
პირველად საჭიროა გავიანგარიშოთ მჟავას ნორმალობა. რადგან ბო-
რაქსის ზუსტად 0,1 n ხსნარზე დაიხარჯა 25 მლ-ზე ნაკლები, ამიტომ:

ტიტრაციაში მონაწილე ხსნართა მოცულობების ნამრავლი მათ ნორმალობაზე თანატოლი უნდა იყოს ორივე მორეაგირე ნივთიერებისათვის.

აქედან, თუ ცნობილია ერთ-ერთი ხსნარის ნორმალობა და მოცულობა, ხოლო მეორესი მარტო მოცულობა, ადვილია მისი ნორმალობის გაანგარიშება.

თუ შეავს ნორმალობა აღინიშნება n -ით, მაშინ ზემომოყვანილი დებულების საფუძველზე $24,15 n = 25 \cdot 0,1$.

$$n = \frac{25 \cdot 0,1}{24,15} = 0,1035.$$

ამრიგად, გოგირდმჟავას ნორმალობა უდრის 0,1035; ნორმალობის დადგენის შემდეგ ადვილია მისი ტიტრის დადგენაც, რისთვისაც ნორმალობის მაჩვენებელს 0,1035-ს ვამრავლებთ ერთ ნორმალურ გოგირდმჟავას ტიტრზე 0,049039 (თეორიული).

$$T_{H_2SO_4} = 0,1035 \cdot 0,049039 = 0,0050715.$$

ამრიგად, მომზადებული H_2SO_4 ნორმალობა $= 0,1035 n$;

$$T = 0,0050715.$$

ზოგჯერ გამოვსახავთ არა სამუშაო ხსნარის ტიტრს, აღნიშნულ შემთხვევაში გოგირდმჟავას (0,0050715), არამედ იმ ნივთიერების ტიტრს, რომლის რაოდენობა უნდა განესაზღვროთ ტიტრული მჟავას საშუალებით.

მაგ.; 0,1035 n მჟავას საშუალებით საჭიროა KOH რაოდენობის განსაზღვრა, მაშინ H_2SO_4 კონცენტრაცია შეიძლება იყოს გამოსახული KOH გრამების რაოდენობით, რომელსაც გაანეიტრალებს 0,1035 n H_2SO_4 1 მლ; ამისათვის მჟავას ნორმალობა (ე. ი. 0,1035) უნდა გავამრავლოთ გამოსაკვლევი ნივთიერების ნორმალური ხსნარის ტიტრზე; ამ შემთხვევაში KOH ტიტრზე (0,0561):

$$0,1035 \cdot 0,0561 = 0,0058.$$

ამ შემთხვევაში ტიტრი აღინიშნება შემდეგნაირად:

$$T_{H_2SO_4/KOH} = 0,005806,$$

რაც ნიშნავს, რომ გოგირდმჟავას 1 მლ რეაქციის პროცესში შეესაბამება KOH 0,0058 გ.

აქედან, თუ KOH განსაზღვრისას ტიტრაციაზე დაიხარჯა 21 მლ H_2SO_4 , მაშინ KOH რაოდენობა უდრის:

$$21 \cdot 0,005806 = 0,1219 \text{ გ.}$$

ასეთივე წესით ვანგარიშობთ ტიტრს სხვა ნივთიერებათა შემთხვევაშიც. ქვემოთ მოყვანილია $0,1 \text{ } n \text{ H}_2\text{SO}_4$ ტიტრი სხვადასხვა ნივთიერების მიმართ:

$$T_{\text{H}_2\text{SO}_4/\text{KOH}}=0,00561;$$

$$T_{\text{H}_2\text{SO}_4/\text{NaOH}}=0,004;$$

$$T_{\text{H}_2\text{SO}_4/\text{Ca}(\text{OH})_2}=0,0037;$$

$$T_{\text{H}_2\text{SO}_4/\text{H}_2\text{O}}=0,0035.$$

ქიმიურ სამუშაოთა პრაქტიკაში გავრცელებულია აგრეთვე ტიტრული ხსნარებით მუშაობა, რომლის კონცენტრაცია განსხვავდება ზუსტ $0,1 \text{ } n$ ხსნარისაგან, ამიტომ მათთვის გაანგარიშებულია სათანადო შესწორების კოეფიციენტი.

ავიღოთ იგივე მშავალითი მოყვანილი H_2SO_4 მჟავას ტიტრის დადგენისას.

25 მლ $0,1 \text{ } n$ ბორაქსის ხსნარის ტიტრაციაზე დაიხარჯა გოგირდმჟავას 24,15 მლ (საში ცდის საშუალო). აღნიშნული მჟავა, ზუსტად $0,1 \text{ } n$ რომ ყოფილიყო, 25 მლ ბორაქსის ხსნარის გასანეიტრალებლად დაიხარჯებოდა 25 მლ, ფაქტიურად კი ტიტრაცია მთავრდება 24,15 მლ დამატებისას, რაც იმის მაჩვენებელია, რომ მომზადებული მჟავას კონცენტრაცია აღემატება $0,1 \text{ } n$ ნორმალურს.

თუ მხედველობაში მივიღებთ, რომ ხსნარების კონცენტრაცია გამოხატულია ნორმალობით და მათი მოცულობა უკუპროპორციულ დამოკიდებულებაშია, მაშინ გოგირდმჟავას კონცენტრაცია იმდენჯერ მეტი იქნება $0,1 \text{ } n$ -ზე, რამდენჯერაც 25 მლ მეტი იქნება 24,15 მლ-ზე ე. ი.

$$\frac{25}{24,15}=1,035.$$

ეს რიცხვი წარმოადგენს გოგირდმჟავას შესწორების კოეფიციენტს. ამ შემთხვევაში ამ ხსნარის ეტიკეტზე უნდა დავწეროთ შემდეგი:

$$0,1 \text{ } n \text{ H}_2\text{SO}_4, K=1,035$$

რაც ნიშნავს, რომ მუშაობის პროცესში დატიტრებაზე დახარჯული მჟავას მოცულობა გამოსახული მლ-ობით უნდა გავამრავლოთ კოეფიციენტზე და შემდეგ კი სათანადო ნივთიერების ტიტრზე. მაგ., KOH კონცენტრაციის დადგენისას დაიხარჯა მჟავას 21 მლ, ამიტომ დახარჯულ მლ-ების რაოდენობას ვამრავლებთ K -ზე, ე. ი. $21 \cdot 1,035=21,73$ მლ.

$0,1 \text{ } n$ მჟავას ტიტრი გამოსახული KOH მიმართ უდრის $0,00561$; ან KOH რაოდენობა $0,00561 \cdot 21,73=0,1219$ გ ან მჟავას ტიტრის

განსაზღვრისათვის ზუსტად 0,1 n H₂SO₄-ის თეორიული ტიტრი უნდა გაეამრავლოთ K-ზე.

$$T_{H_2SO_4} = 0,0049 \cdot 1,035 = 0,0050715.$$

იმ შემთხვევაში, როცა ზუსტადაა ცნობილი შეავას ნორმალობა, შესწორების კოეფიციენტის გამოსაანგარიშებლად, საჭიროა მისი ტიტრის გაგება და შემდეგ მისი გაყოფა იმავე შეავას 0,1 n ხსნარის თეორიულ ტიტრზე. მაგ., H₂SO₄ ხსნარის ნორმალობა უდრის 0,1035 n. აქედან ტიტრი უდრის $0,1035 \cdot 0,049039 = 0,005075$, ე. ი. შეავას პრაქტიკული ტიტრი უდრის $0,005075 \cdot 0,1 n H_2SO_4$; თეორიული ტიტრი კი $= 0,0049039$. აქედან შესწორების კოეფიციენტი

$$K = \frac{0,005075}{0,0049039} = 1,035.$$

სოდა, რომორც გამოსავალი ნივთიანება (Na₂CO₃)

სოდის გრამ- ექვივალენტი უდრის 52,98 გ; 0,1 n ხსნარის მოსამზადებლად ზუსტად უნდა აეწონოთ გრამ-ექვივალენტის მეთაედი — 5,298, შემდეგ ვხსნით ერთლიტრიან საზომ კოლბში. დატიტვრა და ტიტრის შემოწმება წარმოებს ისეთივე წესით, როგორც ეს აღწერილი იყო ბორაქსის შემთხვევაში.

ჩვეულებრივად, ინდიკატორად ვიყენებთ მეთილორანჯს.

ტუტის 0,1 n ხსნარის მომზადება და მისი ტიტრის დაყენება

ტუტის ტიტრული ხსნარის მოსამზადებლად ვიყენებთ ნატრიუმის, კალიუმის ან ბარიუმის ჰიდროქსიდებს (ტუტეებს).

ჩვეულებრივად ვიყენებთ ნატრიუმის ტუტეს. უკანასკნელი ყოველთვის შეიცავს მცირე რაოდენობით მინარევებს, წყალსა და კარბონატს, რის გამო ტიტრული ხსნარის მომზადება შესაფერისი წონაყის აღებითა და წყლის გარკვეულ მოცულობაში გახსნით შეუძლებელი ხდება.

თავდაპირველად აღსანიშნავია, რომ გამოხდილი წყალი, რომელიც ტუტის ხსნარის დასამზადებლად იხმარება, არ უნდა შეიცავდეს CO₂-ს ჰარბი რაოდენობით. უკანასკნელის მოსაცილებლად გამოხდილ წყალს ვადუღებთ რამდენიმე წუთის განმავლობაში და გაცივების შემდეგ ვიყენებთ ტუტის ხსნარების დასამზადებლად.

უკარბონატო ნატრიუმის ტუტის ხსნარის მომზადების რამდენიმე ხერხი არსებობს. ჩვენ აღწერთ ერთ-ერთ ხერხს: საათის მინაზე ვწონით NaOH დაახლოებით 4,5 გ-ს. შემდეგ სწრაფად მოვრეცხავთ

წყლით ტუტის ზედაპირზე მყოფ კარბონატებს და გადავღვრით; NaOH ვათავსებთ ერთლიტრიან საზომ კოლბში, ვხსნით მცირე რაოდენობის წყალში, რის შემდეგ ნიშანხაზამდე შევავსებთ.

აღნიშნული წესით მომზადებული ტუტის ხსნარი შემდეგ ტიტრის დაყენებას საჭიროებს, რაც წარმოებს 0,1 n მჟავათი, რომლის ტიტრი ცნობილია ან რომელიმე გამოსავალი ნივთიერების საშუალებით.

ტუტის ხსნარის შესამოწმებლად ვიყენებთ რამდენიმე გამოსავალ ნივთიერებას, მათ შორის აღსანიშნავია კრისტალური მჟაუნმჟავა (COOH)₂·2H₂O, რომელიც შედარებით იაფია და გავრცელებული რეაქტივია (აღნიშნული პრეპარატი რამდენიმეჯერ უნდა გადაკრისტალდეს).

ტუტის ტიტრის დასაყენებლად, ჯერ ვამზადებთ ზუსტად 0,1 n მჟაუნმჟავას, რისთვისაც საჭიროა მისი გრამ-ექვივალენტის გაგება:

$$\frac{(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}}{2} = \frac{126,06}{2} = 63,03;$$

$$0,1 \text{ გრამ-ექვივალენტის } \frac{63,03}{10} = 6,303 \text{ გ.}$$

ზუსტად ვწონით 6,303 გ მჟაუნმჟავას, ვათავსებთ ერთლიტრიან საზომ კოლბში. ვხსნით წყალში და ნიშანხაზამდე შევავსებთ.

მჟაუნმჟავას ხსნარის დამზადება ერთი ლიტრის რაოდენობით არაა საჭირო, ჩვეულებრივად ვამზადებთ 500 ან 250 მლ-ს, ამისათვის წონაჯს, ე. ი. 6,303 შესაბამისად ვამცირებთ 2 — ან 4-ჯერ.

დატიტვრა: ტუტის ტიტრს ვამოწმებთ შემდეგნაირად:

1. ბიურეტს ვავსებთ ტუტის ხსნარით, რომლის ტიტრი უნდა დაყავნოთ;

2. მომზადებული მჟაუნმჟავას ხსნარიდან მოვზომავთ ზუსტად 25 მლ-ს პიპეტის საშუალებით და ჩაეასხამთ კოლბში, შიგვე ჩავაწვეთებთ 2 წვეთ ინდიკატორ ფენოლფტალეინს;

3. დატიტვრას ვახდენთ მანამ, სანამ ხსნარი არ მიიღებს ღია ვარდისფერს და შემდეგ ვანგარიშობთ მის ტიტრს ისეთივე წესით, როგორც ეს იყო ნაჩვენები 0,1 n H₂SO₄ ტიტრის შემოწმების დროს.

0,1 n NaOH ხსნარის ტიტრი

$$T_{\text{NaOH}} = 0,004.$$

0,1 n NaOH-ის ტიტრი გამოსახული სხვადასხვა ნივთიერების მიმართ რასაკვირველია, სხვადასხვა იქნება, მაგ.:

$$T_{\text{NaOH}/\text{H}_2\text{SO}_4} = 0,0049 \text{ გ.}$$

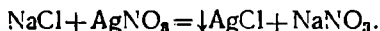
$$T_{\text{NaOH}/\text{HCl}} = 0,0036 \text{ გ.}$$

$$T_{\text{NaOH}/\text{HNO}_3} = 0,0063 \text{ გ და ა. შ.}$$

ეს ნიშნავს, რომ რეაქციის პროცესში $0,1 n$ NaOH ხსნარის 1 მლ ანეიტრალებს H_2SO_4 — 0,0049 გ.; HCl — 0,00365 გ.; HNO_3 — 0,0063 გ.

დალექვის მეთოდისათვის ტიტრული ხსნარების მომზადება

აღნიშნულ მეთოდში გამოიყენება რეაქციები, რომელთა შედეგად წარმოიქმნება გამოსაკვლევი ელემენტის პრაქტიკულად უხსნადი ნალექი. მაგ.:



დალექვას ვაწარმოებთ ტიტრული ხსნარების საშუალებით; ხშირად საჭიროა მცენარეში ან ნიადაგში ქლორის რაოდენობის გამოკვლევა დალექვის მეთოდით, რაც მოითხოვს $AgNO_3$ -ისა ან NH_4CNS - $0,1 n$ ხსნარებს.

$AgNO_3$ $0,1 n$ ხსნარის მომზადება და მისი ტიტრის დაუენება

საათის მინაზე ვწონით $AgNO_3$ დაახლოებით 17 გ რაოდენობით, ვათავსებთ 1 ლიტრიან საზომ კოლბში და წყალში გახსნის შემდეგ ნიშანხაზამდე შევავსებთ.

მისი ტიტრის შესამოწმებლად გამოსავალ ნივთიერებად, ჩვეულებრივ, ვიყენებთ ქიმიურად სუფთა NaCl-ს. რისთვისაც $0,1 n$ ხსნარის მოსამზადებლად ზუსტად ვწონით NaCl 1,4613 გ, ვათავსებთ 250 მლ საზომ კოლბში და წყალში გახსნის შემდეგ ნიშანხაზამდე შევავსებთ.

და ტ ი ტ ვ რ ა: 1. ბიურეტს ვავსებთ $AgNO_3$ ხსნარით ნულის ნიშანხაზამდე;

2. კიქაში ან კოლბში ვათავსებთ ზუსტად 25 მლ $0,1 n$ NaCl ხსნარს პიპეტის საშუალებით და ინდიკატორად ვუმატებთ $K_2Cr_2O_7$ ნაჯერი ხსნარის 2 წვეთს, რომელიც რეაქციის დამთავრებისას შეღებავს ხსნარს მოწითალო ფერად.

3. NaCl ხსნარს ვდგამთ ბიურეტის ონკანის ქვეშ ივამლილ თეთრ ქალაღზე, ვაწარმოებთ დატიტვრას 3-ჯერ მათნც და ვიღებთ საშუალოს.

ტი ტ რ ის ა და ნ ო რ მ ა ლ ო ბ ის გ ა ა ნ გ ა რ ი შ ე ბ ა: დავუშვათ, რომ 25 მლ $0,1 n$ NaCl ხსნარზე დაიხარჯა $AgNO_3$ ხსნარის 25,8 მლ. აქედან მისი ნორმალობა უდრის:

$$25,8 \cdot n = 25 \cdot 0,1,$$

$$n = \frac{25 \cdot 0,1}{25,8} = 0,0969;$$

ტიტრი უდრის — $0,0969 \cdot 0,1699 = 0,01646$;

$$T_{AgNO_3} = 0,01646;$$

რადგან $AgNO_3$ ხსნარი იხმარება ქლორის განსაზღვრისათვის, ამიტომ უფრო მოსახერხებელია მისი ტიტრის გამოსახვა ქლორიონის მიმართ;

$$T_{AgNO_3Cl} = 0,0969 \cdot 0,03546 = 0,003436.$$

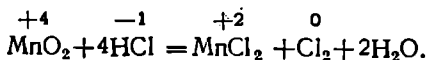
შესწორების კოეფიციენტს K ვანგარიშობთ ისეთივე წესით, როგორც ეს ნაჩვენებია იყო შედეგების შემთხვევაში.

NH_4CNS 0,1 n ხსნარის მომზადება და ტიტრის დაყენება

საათის მინაზე ვწონით NH_4CNS დაახლოებით 7,7 მგ, ვათავსებთ 1 ლიტრიან საზომ კოლბში, ვხსნით და წყლით ვავსებთ ნიშანხაზამდე. შემდეგ ვასხამთ ბიურეტში და ვტიტრავთ მომზადებულ 0,1 n $AgNO_3$ ხსნარის 25 მლ-ს მანამ, სანამ ხსნარი ოდნავ ვარდისფრად არ შეფერადდება. ინდიკატორად ვიყენებთ რკინის შავის ნაჭერ ხსნარს ($NH_4Fe(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$). ტიტრისა და ნორმალობის გაანგარიშება წარმოებს ისეთივე წესით, როგორც ზემოთ იყო ნაჩვენები $AgNO_3$ ტიტრის დაყენებისას.

დაჟანგვა-აღდგენითი მეთოდებისათვის ტიტრული ხსნარების მომზადება

დაჟანგვა-აღდგენის მეთოდებში გამოიყენება რეაქტივები, რომელთა მიმდინარეობის პროცესში მორეაგირე ნივთიერებათა ატომებს ან იონებს შორის წარმოებს ელექტრონების გადანაწილება, რის შედეგად ზოგი ელემენტის ვალენტოვნება იცვლება, მაგ:



აღნიშნული რეაქტივების საშუალებით გამოსაკვლევი ელემენტის რაოდენობის განსაზღვრა ხდება ტიტრული ხსნარით, რომელიც შეანგველს ან აღმდგენელს წარმოადგენს.

ტიტრული ხსნარების დასამზადებლად ჩვეულებრივად გამოიყენება როგორც შეანგველი: $KMnO_4$, $K_2Cr_2O_7$, I_2 და სხვა ნივთიერებები; აღმდგენლებად კი: $Na_2S_2O_3$, $FeSO_4$ და სხვა.

აგროქიმიური ანალიზის პრაქტიკაში უფრო ხშირად იხმარება შემდეგი ტიტრული ხსნარები: 0,1 n $KMnO_4$, I_2 , $Na_2S_2O_3$ და $K_2Cr_2O_7$ რომელთა მომზადება ქვემოთ იქნება აღწერილი.

მეანგველების ტიტრის იოდომეტრული ხერხით დასადგენად სა-
ჭიროა $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 n ხსნარი.

0,1N ნატრიუმის თიოსულფატის ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) ხსნარის დამზადება

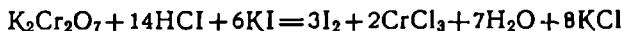
25 გ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ვხსნით წინასწარ აღულებულ და შემდეგ
გაცივებულ წყალში. მიღებულ ხსნარს ვუმატებთ 0,1 გ ნატრიუმის
კარბონატს. ასეთი ხსნარი ერთი დღის განმავლობაში უნდა გაეაჩეროთ
და შემდეგ განვსაზღვროთ მისი ტიტრი.

ზუსტი წონაყის აღებით შეუძლებელია ნატრიუმის თიოსულფატის
0,1 n ხსნარის მომზადება, რადგანაც ნატრიუმის თიოსულფატის პენ-
ტაჰიდრატი ადვილად იფიტება და დარჩენილი მარილი შეიცავს
ნაკლებ წყალს, ვიდრე საჭიროა ფორმულის მიხედვით.

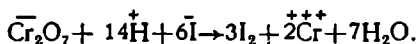
ნატრიუმის თიოსულფატის (კიანოსულფიტის) 0,1n ხსნარის ტიტრის განსაზღვრა კალიუმის ბიკრომატით ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$)

Na თიოსულფატის ხსნარის ტიტრის განსაზღვრისათვის შეიძლება
გამოვიყენოთ სხედასხვა ნივთიერება.

ქვემოთ მოგვყავს ტიტრის დადგენა მარტო კალიუმის ბიკრომატით.
მეავე არეში ბიკრომატი იოდითონთან რეაგირებს შემდეგნაირად:



თუ იონური სახით დავწერთ:



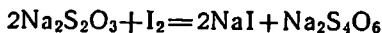
რეაქცია მიმდინარეობს დაყოვნებით, მაგრამ მას შესაფერისად
აღიღებს წყალბადითონთა კონცენტრაციის გადიდება ხსნარში, ამიტომ
ტიტრის განსაზღვრა უნდა წარმოებდეს ძლიერ მჟავე არეში.

მეორე მხრივ, მეტად დიდმა მჟავიანობამ შეიძლება შეცდომა გა-
მოიწვიოს, რადგან ამ პერიოდში იოდწყალბადის მეავას დაქანგვა პა-
ერის უანგბადის მეშვეობით ხდება.

თუ ტიტრის განსაზღვრა წარმოებს ქვემოთ ნაჩვენებ მითითებათა
მიხედვით, მაშინ პაერის ზეგაულენა იმდენად მცირეა, რომ მას არა
აქვს მნიშვნელობა.

სუფთა კალიუმის ბიკრომატის ზუსტ წონაყს 2,4515 გ რაოდენო-
ბით ვათავსებთ 500 მლ-იან საზომ კოლბში, ვხსნით წყალში და შე-
ვავსებთ ნიშანხაზამდე. ეს იქნება ბიკრომატის გამოსავალი 0,1 n
ხსნარი, რომლის საშუალებითაც ვამოწმებთ ტიტრს.

კოლბიდან პიპეტის საშუალებით ზუსტად ვიღებთ 25 მლ 0,1 *n* ბიქრომატის ხსნარს, ვანზავებთ წყლით 50 მლ-მდე, ვუმატებთ 1,5 — 2 გ KI, 8 მლ კონცენტრირებულ მარილმჟავას, ერთმანეთში კარგად ვურევთ და ვტიტრავთ ბიურეტიდან, მომზადებული თიოსულფატის ხსნარით. დატიტვრა მიმდინარეობს ჭშირი შენჯღრევის პირობებში მანამ, სანამ ყავისფერი მოყვითალო-მომწვანო ფერში არ გადავა. შემდეგ ვუმატებთ რამდენიმე მლ სახამებლის ხსნარს; ხსნარი ლურჯად შეფერადდება და დატიტვრას განვაგრძობთ მანამ, სანამ ლურჯი ფერი მკაფიოდ არ გადავა ღია მწვანეში; რეაქცია მიმდინარეობს შემდეგი ტოლობის მიხედვით:



ბიბრისა და ნორმალუზის გაანგარიშება

დავუშვათ, 25 მლ 0,1 *n* $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ხსნარზე დაიხარჯა (KI დამატების შემდეგ) 23,8 მლ თიოსულფატის ხსნარი, მაშინ მისი ნორმალუზა იქნება;

$$23,8 \cdot n = 25 \cdot 0,1$$

$$n = \frac{25 \cdot 0,1}{23,8} = 0,1050,$$

ტიტრი კი $0,1050 \cdot 0,2481 = 0,0260$, ე. ი. 0,105 *n*

$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ხსნარს აქვს:

$$T_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} = 0,0260.$$

ჭშირ შემთხვევაში მისი შესწორების კოეფიციენტს ვანგარიშობთ შემდეგნაირად:

$$K = \frac{25}{23,8} = 1,05;$$

მეორე ზერხით

$$K = \frac{0,0260}{0,02481} = 1,05.$$

სახამებლის ხსნარის დამზადება

2 გ სახამებელს ვსრესთ მცირე რაოდენობის წყალში და ვიღებთ სუსტპენზიას. წინასწარ ვადუღებთ ერთ ლიტრ წყალს. დასრესილ სახამებელს ნელ-ნელა ვასხამთ მდუღარე წყალში და თან წკირით ვუ-

რევთ. დუღილს განვავრძობთ შანამ, სანამ ხსნარი გამჟვრივალე არ გახდება. შემდეგ ვაცივებთ და გადაგვაქვს კარგად მორგებულ საცობიან სათანადო ჭურჭელში. ყოველ 100 მლ გასატიტრ ხსნარს. ეუმატებთ 5 მლ ამ სახამებლის ხსნარს.

თუ სახამებლის ხსნარს დიდი ზნით ვინახავთ, მას ეუმატებთ 10 გ ვერცხლისწყლის იოდიდს, რომელიც სპობს სხვადასხვა ფერმენტულ პროცესს და ამრიგად, სხვა ნივთიერებად მის გარდაქმნას.

კალიუმის პერმანგანატის 0,1 n ხსნარის მოზაღვაა და ტიტრის დაქანება

ქიმიურად სუფთა კალიუმის პერმანგანატის 3,2 გ-ს ვხსნით ერთ ლიტრ წყალში. ხსნარს ვაცხვლებთ ადუღებამდე და გათბობას განვავრძობთ ერთი საათის განმავლობაში ისე, რომ იგი არ ადუღდეს. ამის შემდეგ ვტოვებთ ოთახის ტემპერატურაზე 2 ან 3 საათით, შემდეგ ვფილტრავთ სუფთა აზბესტში (რათა მოცილებულ იქნეს ორგანულ ნივთიერებათა კვალი) ანდა ტიგელში, ფორიანი ფსკერით.

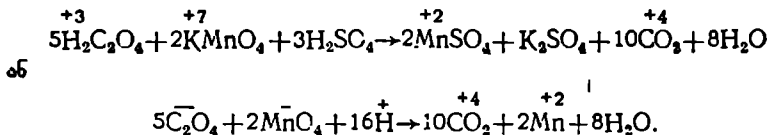
ფილტრატი გადაგვაქვს სუფთა, კარგად მორგებულ საცობიან ნარინჯისფერ ან მუქი ფერის ჭურჭელში. დამზადებული პერმანგანატის ხსნარი უნდა დავიცვათ, რათა წყალი არ აორთქლდეს და მასში არ მოხვდეს რაიმე მტვერი ანდა სხვადასხვა აღმდგენელი.

იგი უნდა შევინახოთ ბნელ ადგილას; თუ რამდენიმე ხანში ჭურჭლის ფსკერზე მანგანუმის ორქანვი გამოილექება, მაშინ იგი ხელახლა უნდა გაიფილტროს. თუ 0,01 n პერმანგანატის დამზადება საჭიროა, მაშინ დეცინორმალური ხსნარი სათანადოდ უნდა განვზავოთ (განზავება უნდა მოხდეს წინასწარ ადუღებულ და ვაცივებულ წყალში). ასეთი ხსნარის დიდხანს შენახვა შეუძლებელია, რადგან შედარებით ადვილად იშლება.

KMnO₄ ტიტრის დადგენა. გამოსავალი ნივთიერება ნახრიუმის ოქსალატი Na₂C₂O₄ ან მჟაუნმჟავა H₂C₂O₄ · 2H₂O

პერმანგანატის ტიტრის დასაყენებლად არსებობს სხვადასხვა ნივთიერება, უფრო ხშირად კი იყენებენ Na₂C₂O₄ ან H₂C₂O₄ · 2H₂O-ს.

მეავე არეში კალიუმპერმანგანატი მეაუნმჟავას უანგავს ნახშირორქანგად და წყლად:



პერმანგანატის ტიტრის განსაზღვრისათვის უფრო კარგია მჟაუნ-მჟავა ნატრიუმის გამოყენება, რადგანაც იგი არ შეიცავს საკრისტალიზაციო წყალს და არ არის ჰიგროსკოპული, რის გამოც ის არ იფიტება.

ტიტრის დაყენება. ზუსტად ეწონით 3,35 გ $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$, ვხსნით 500 მლ მოცულობის საზომ კოლბში და შევავსებთ ნიშანხაზამდე. ასეთნაირად მზადდება ნატრიუმის მჟაუნმჟავას 0,1 n ხსნარი.

დატიტვრა. პიპეტის საშუალებით ზუსტად ვიღებთ 25 მლ 0,1 n მჟაუნმჟავა ნატრიუმის ხსნარს, ვათავსებთ კოლბში, ვუმატებთ 15 მლ განზავებულ (1:8) გოგირდმჟავას, ვაცხელებთ 89—90°-მდე, და ფრთხილად ვახდენთ დატიტვრას კალიუმის პერმანგანატით მანამ, სანამ ამ პერმანგანატის უკანასკნელი წვეთი ხსნარს არ შეაფერადებს ძალიან ღია ვარდისფერად. დატიტვრის მსვლელობის დროს საჭიროა ყოველ წუთში ხსნარი აეურით. ამ დროს ხსნარის ტემპერატურა არ უნდა იყოს 70°-ზე დაბალი. დატიტვრა უნდა წარმოებდეს სწრაფად. ამის შემდეგ ავთვლით ბიურეტიდან დახარჯულ კალიუმის პერმანგანატის რაოდენობას მლ-ობით და იგვიანგარიშებთ მის ნორმალობას.

ტიტრისა და ნორმალობის გაანგარიშება

დავუშვათ, რომ მჟაუნმჟავას 25 მლ-ზე დაიხარჯა პერმანგანატის 26,1 მლ, აქედან მისი ნორმალობა უდრის:

$$26,1 \cdot H = 25 \cdot 0,1$$

$$n = \frac{25 \cdot 0,1}{26,1} = 0,0958.$$

ტიტრი უდრის — $0,0316 \cdot 0,0958 = 0,003027$. ამრიგად,

$$0,0958 n - \text{KMnO}_4 \text{ ტიტრი} - T_{\text{KMnO}_4} = 0,003027.$$

KMnO_4 ტიტრი შეიძლება გამოვსახოთ სხვა გამოსაკვლევი ნივთიერების მიმართ ისეთივე წესით, როგორც ეს იყო ნაჩვენები ნეიტრალიზაციის რეაქციების დროს ან ვანგარიშობთ პერმანგანატის შესწორების კოეფიციენტს შემდეგნაირად:

$$K = \frac{25}{26,1} = 0,958.$$

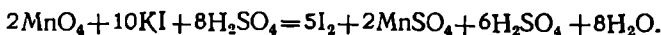
მეორე წესით: პრაქტიკული ტიტრი, ე. ი. 0,003027 უნდა გავყოთ თეორიულზე (ამ შემთხვევაში 0,1 n = 0,00316).

$$K = \frac{0,003027}{0,00316} = 0,958$$

მაშასადამე, დატიტრებაზე დახარჯული მლ რაოდენობა უნდა გადავამრავლოთ K -ზე, რის შედეგად მისი ტიტრი ზუსტად $0,1 n$ ხსნარის ტიტრს შეესაბამება.

პერმანგანატის ტიტრის დაუენება იოდომეტრული წესით

თუ ჩვენ გვაქვს ტიტრული $0,1 n$ Na -ის თიოსულფატის ხსნარი, მაშინ ადვილია პერმანგანატის ნორმალობისა და ტიტრის დადგენა; ამისათვის ზუსტად ვიღებთ 25 მლ $KMnO_4$ ხსნარს, ოდნავ შევამკვებთ, ვუმატებთ $1,5-2$ გ KI კრისტალებს და გამოყოფილ იოდს ვტიტრავთ უკვე ტიტრდადგენილ Na თიოსულფატის $0,1 n$ ხსნარით. პერმანგანატი გამოყოფს იოდს ექვივალენტური რაოდენობით, შემდეგი რეაქციის საფუძველზე:



ტიტრისა და ნორმალობის გაანგარიშება

დაეუშვათ, პერმანგანატის $0,1 n$ ხსნარის 25 მლ-ზე დაიხარჯა 27 მლ, აქედან ნორმალობა უდრის:

$$27 \cdot 0,1 = 25 \cdot n$$

$$n = \frac{27 \cdot 0,1}{25} = 0,108 n.$$

ტიტრი — $0,018 \cdot 0,0316 = 0,003431$;

მაშასადამე $KMnO_4 = 0,0926 n$

$$n \cdot KMnO_4 = 0,003431.$$

შესწორების კოეფიციენტი

$$K = \frac{27}{25} = 0,108;$$

მეორე ხერხით

$$K = \frac{0,003413}{0,00316} = 1,08.$$

$0,1 n$ ბიპრომატის ხსნარის მომზადება

ხშირად ვიყენებთ $K_2Cr_2O_7$ -ის ხსნარს დამყანგველად. მის მოსამზადებლად ვწონით ზუსტად $4,903$ გ $K_2Cr_2O_7$ -ს. ვხსნით ერთლიტრიან საზომ კოლბში და შევავსებთ წყლით ნიშანსაზამდე.

$0,1 n$ $K_2Cr_2O_7$ ტიტრი $T_{K_2Cr_2O_7} = 0,004903$ გ.

0,1 n იოდის ხსნარი შეიძლება მოვამზადოთ იოდის შესაფერისი ზუსტი წონაყის ალებით, მაგრამ ამ შემთხვევაში იოდის სუბლიმაცი- აზე — გაშრობაზე იკარგება დიდი დრო. წონაყის ალებაც გარკვეულ სიფრთხილეს მოითხოვს, ამიტომ უფრო მისაღები ხერხია 0,1 n იოდის ხსნარის დახლოებითი მომზადება და შემდეგში მისი ტიტრის დაყე- ნება 0,1 n $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -ის საშუალებით.

იოდის ხსნარი. 12,7 გ საანალიზოდ ალებული სუფთა იოდი (ვწონით ტექნიკურ სასწორზე) გადაგვაქვს 250 მლ ჭიქაში, ვუმატებთ 40 გ კალიუმის იოდს და 25 მლ წყალს. ნარევეს დროგამომშვებით ვუ- რევთ, რათა იოდის გახსნა დაჩქარდეს. როცა იოდი სულ გაიხსნება, გადავასხამთ საზომ ჭურჭელში და ვაზავებთ დაახლოებით ერთ ლიტ- რამდე. ჭურჭელი აუცილებლად უნდა დავხუროთ კარგად მორგებუ- ლი საცობით და შევინახოთ ცივ ადგილას. იგი უნდა დავიცვათ აგრეთ- ვე სინათლის ზეგავლენისაგან, შემდეგ კი განვსაზღვროთ ხსნარის ტიტრი.

დატიტრვა: პიპეტის საშუალებით ზუსტად ვიღებთ 25 მლ იოდის ხსნარს და ვტიტრავთ 0,1 n თიოსულფატის ხსნარით მანამ, სანამ ხსნარი არ მიიღებს ღია მოყვითალო ფერს, ამის შემდეგ დრო- ებით ვწყვეტთ დატიტრვას, ვუმატებთ 5 მლ სახამებლის ხსნარს და განვაგრძობთ დატიტრვას ხსნარის გაუფერულებამდე.

ტიტრისა და ნორმალობის გაანგარიშება: დავეუშვათ, რომ 25 მლ იოდის ხსნარზე დაინარჩა საშუალოდ 27,5 მლ 0,1 n $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$. აქედან იოდის ნორმალობა.

$$25 \cdot n = 27,5 \cdot 0,1$$

$$n = \frac{27,5 \cdot 0,1}{25} = 0,11,$$

ტიტრი — $0,11 \cdot 0,12692 = 0,01396$.

ამრიგად,

$$I_2 = 0,11 n$$

$$\text{ტიტრი } T_{I_2} = 0,01396.$$

შესწორების კოეფიციენტის გაანგარიშება ხდება ისევე, როგორც წინა შემთხვევაში იყო ნაჩვენები.

ტიტრული ხსნარების მომზადება ფიქსონალების საშუალებით

იმ შემთხვევაში, როცა საჭიროა რაიმე ტიტრული ხსნარის სასწ- რაფოდ მომზადება, ხშირად ვიყენებთ ე. წ. ფიქსონალებს. ფიქსონა- ლები წარმოადგენენ მინის ამპულებს, რომლებშიაც მოთავსებულია

გარკვეული რაოდენობის ნივთიერება, რაც საკმარისია ერთი ლიტრი ტიტრული ხსნარების დასამზადებლად.

ამპულაში მოთავსებული ხსნარი, გადატანილი ერთლიტრიან საზომ კოლბში, გახსნილი და შევსებული წყლით ნიშანხაზამდე, იძლევა ზუსტ 0,1 n ხსნარს. სხვა კონცენტრაციის ხსნარის საჭიროების შემთხვევაში ამპულაში მოთავსებულ ხსნარს ვხსნით სხვა მოცულობის საზომ კოლბში.

0,1 n ტიტრული ხსნარის მომზადების ხარხი

ამპულას ორთავე ბოლოზე აქვს ორი ჩაღრმავებული ადგილი. ამპულას ხელში ვიჭერთ ისეთნაირად, რომ ერთი ბოლოჩაღრმავებული ნაწილით ზემოთ იყოს აღმართული და წვეტიანი შინის სატეხის ნელი დარტყმით მეორე ჩაღრმავებულ ნაწილზე ჩავტეხავთ მინას, ამპულას დავიკაევთ ლიტრიან საზომ კოლბზე, რომელშიაც წინასწარ ჩადგმულია 9—10 სმ დიამეტრის ძაბრი, მინას ჩავტეხავთ მეორე ჩაღრმავებულ ადგილს და დავაცდით შიგ მოთავსებული ხსნარის ჩამოსვლას, შემდეგ კარგი ჩაარეცხვით, გამრეცხი კოლბის საშუალებით, ვასუფთავებთ ამპულას და საზომ კოლბს შევავსებთ ნიშანხაზამდე, ეანჯღრევთ და 0,1 n ხსნარი მზად იქნება, გამოსაყენებლად.

შ ე ნ ი შ ე ნ ა: მწვევე ტუტეების ფიქსონალები ყოველთვის შეიცავენ მინარეების ზახით, კარბონატებს, რის გამო მათი გამოყენებისას ინდიკატორად უნდა ვიხმაროთ მეთილორანჯი.

ინდიკატორების მომზადება

ფენოლფტალეინი. 1 გ რეაქტივს ხსნიან 100 მლ 96%-იან ეთილის სპირტში. თუკი ხსნარი მღვრიეა, მას ფილტრავენ. მკავე ხსნარებთან ფენოლფტალეინი არ იძლევა შეფერვას, ტუტის უმნიშვნელო სიჭარბის დროს კი ხსნარი ღებულობს წითელ ფერს.

მეთილორანჯი. 0,05 გ მეთილორანჯს ხსნიან 100 მლ წყალში. თუკი ხსნარი მღვრიეა, მას ფილტრავენ. ტუტე ხსნარები მეთილორანჯით იღებებიან ყვითლად, ხოლო მკავეს უმნიშვნელო სიჭარბისას — ყვითელ-ორანჯისფერად.

მეთილროტი. 0,2 გ რეაქტივს ხსნიან 100 მლ ცხელ გამობდილ წყალში. ტუტე და ნეიტრალურ ხსნარებში მეთილროტი იძლევა ღია-ყვითელ ფერს, რომელიც მკავეს უმნიშვნელო სიჭარბისას მკვეთრად გადადის ლილისფერ-წითელში.

ინდიკატორი გროაკა. (მეთილის წითელი + მეთილენის ლურჯი). 1 მოცულობა მეთილის წითელის 0,4%-იან სპირტულ ხსნარს ურევენ 1 მოცულობა მეთილენის ლურჯის 0,2%-იან სპირტულ ხსნართან. ინახავენ ფერად ჭურჭელში.

მარილების გალაკრისტალეზა

მოლიბდენმჟავა ამონიუმი. 250—300 გ მოლიბდენმჟავა ამონიუმის მარილს ფაცხელებით ხსნიან 500 მლ გამოხდილ წყალში. ხსნარის ტემპერატურა არ უნდა იყოს 50—60°-ზე მაღალი. ხსნარში ამატებენ ამიაკს მძაფრი სუნის მიღებამდე. ცხელ მდგომარეობაში ფილტრავენ მას კრისტალიზატორში და ტოვებენ მოსვენებულ მდგომარეობაში რამდენიმე დღის განმავლობაში. მოლიბდენმჟავა ამონიუმის გამოყოფილ კრისტალებს დააცილებენ ხსნარიდან და აშრობენ ჰაერზე ფილტრის ქაღალდებს შორის.

კალიუმის ქლორიდი. (KCl). 100 გ კალიუმის ქლორიდს ხსნიან 200 მლ ცხელ გამოხდილ წყალში, ფილტრავენ, აორთქლებენ კრისტალური ფენის გამოყოფამდე და აცივებენ. გაცივების შემდეგ გამოყოფილ კრისტალებს დააცილებენ ხსნარს ბიუხნერის ძაბრზე. მიღებულ კრისტალებს კვლავ გახსნიან ცხელ წყალში (1 წონითი ნაწილი კრისტალები, ორი წილი წყალი), ფილტრავენ, აორთქლებენ ხსნარის თხელი კრისტალური ფენის გამოყოფამდე. მიღებული კრისტალები გადააქვთ ბიუხნერის ძაბრზე, აცილიან ხსნარს და შემდეგ აშრობენ ჰაერზე. დასასრულს, აშრობენ თერმოსტატში 100° ტემპერატურაზე მუდმივი წონის მიღებამდე.

კალიუმის ფოსფატი. (KH₂PO₄). გაყიდვაში არსებულ მარილს რეცხავენ ეთილ-სპირტით, რომელშიც არ იხსნება კალიუმის ერთნაწილზე მეტი ფოსფატი. თუკი რეაქტივი შეიცავს კალიუმის ორწილზე მეტ ფოსფატს, ის სპირტში კარგად იხსნაღია. სპირტით გარეცხილ მარილს ორჯერ გადააკრისტალებენ წყლისაგან. ამისათვის 100 გ მარილს ათავსებენ ფაიფურის ჯამში, დაასხამენ 195 მლ ცხელ წყალს, მიიყვანენ აღუღებამდე, ამ დროს მთელი მარილი გადადის ხსნარში. შემდეგ, ჯამს სწრაფად აცივებენ ყინულის დახმარებით. გამოყოფილ მარილს ნალექს ხსნარიდან დააშორებენ ბიუხნერის ძაბრზე. გადაკრისტალების ოპერაციას იმეორებენ კიდევ ერთხელ, რის შემდეგ მარილს (ბიუხნერის ძაბრზე ხსნარის მოცილების შემდეგ) აშრობენ ფილტრის ქაღალდებს შორის და შემდეგ კი თერმოსტატში 110° ტემპერატურაზე მუდმივ წონამდე მიყვანამდე.

განმარტებული ლიტერატურა

1. სარიშვილი და სხვ., „აგროქიმიის პრაქტიკები“, „განათლება“, 1972.
2. ტალახაძე გ. რ. — „ნიადაგმცოდნეობის პრაქტიკები“, „განათლება“, 1962.
3. Агрохимические методы исследования почв, изд. 4, Почвенный институт им. В. В. Докучаева. «Наука», М., 1955.
4. Александрова Л. Н., Найденова О. А.— Лабораторно-практические занятия по почвоведению, изд. 2, «Колос», Л., 1967.
5. Аринушкина Е. В.— Руководство по химическому анализу почв, изд. 2, М., 1970.
6. Гедройц К.К.— Избранные сочинения, т. 2. Химический анализ почв, Сельхозгиз, М., 1955.
7. Гинзбург К. Е., Щеголова Г. М.— Ускоренный метод сжигания почв в растений «Почвоведение», № 5, 1963.
8. Гинзбург К. Е.— Определение общего содержания минеральных и органических фосфатов почвы. «Агрохимия», № 5, 1969.
9. Гинзбург К. Е.— Методика определения минеральных форм фосфатов в почвах. «Агрохимия», № 1, 1971.
10. Добрицкая Ю. И.— Определение валового содержания марганца в почвах и растениях. В кн.: «Методы определения микроэлементов в почвах и растениях». Изд. АН СССР, 1958б.
11. Добрицкая Ю. И.— Определение доступного молибдена в почвах. «Вестник с.-х. науки», № 6, 1961.
12. Коростелов П. П.— Приготовление растворов для химико-аналитических работ. М., 1964.
13. Петербургский А. В.— Практикум по агрохимической химии. Изд. 6, «Колос», М., 1968.
14. Пособие по проведению анализов почв и составлению агрохимических картограмм. Изд. 2, Россельхозиздат, М., 1969.
15. Радов А. С., Пустовой И. В., Корольков А. В.— Практикум по агрохимии. Изд. 2, «Колос», М., 1971.
16. Ринькис Г. Я.— Методические указания по определению микроэлементов в почвах и растениях. Изд. 2, Рига, 1961.
17. Сусленикова В. М., Киселева Е. К.— Руководство для приготовления титрованных растворов. М.—Л., Химия, 1964.
18. Химические анализы почв при составлении почвенных карт в колхозах и совхозах. Труды ВИУА, вып. 37, 1960.
19. Химические реактивы и препараты (справочник), «Химия», М.—Л., 1953.
20. Чириков Ф. В.— К методике учета форм фосфатов в почве. «Химизация соц. земледелия», № 10—11, 1939.

ს ა რ ჩ ე ვ ი

ნიადაგის ნიმუშების საანალიზოდ მომზადება	3
ტენის განსაზღვრა ნიადაგში	5
ნიადაგის წყლით გამონაწერი	15
ნიადაგის მთლიანი ქიმიური ანალიზი	45
ნიადაგის გამოწვის დროს მიღებული დანაკარგის განსაზღვრა	46
ორგანული ნახშირბადის განსაზღვრა	49
ნიადაგის კარბონატების CO ₂ -ის განსაზღვრა	66
შენადნობის მომზადება	71
შენადნობის გატუტიანება წყლით და კარბონატების დაშლა ჰეავით	74
SiO ₂ -ის განსაზღვრა	77
ერთნახევარი უნაგეულუმის ჯამის განსაზღვრა	88
რკინის განსაზღვრა	86
ალუმინის განსაზღვრა	102
მანგანუმის განსაზღვრა	108
ტიტანის განსაზღვრა	115
ფოსფორის განსაზღვრა	119
კალციუმის განსაზღვრა	129
მაგნიუმის განსაზღვრა	136
გოგირდის განსაზღვრა	146
კალიუმის და ნატრიუმის განსაზღვრა	152
ნიადაგის მთლიანი ანალიზის ზიზუსტის შემოწმება, შედეგების დამუშავება და გამოყენება	168
შთანთქმული ფუძეების, თაბაშირის, აქტიური რეაქციის და მჟავიანობის განსაზღვრა ნიადაგში	169
ნიადაგის ჰუმუსის განსაზღვრა ი. ვ. ტიურინის მეთოდით	228
ნიადაგში აზოტის შენაერთების განსაზღვრის მეთოდები	250
საერთო აზოტის განსაზღვრა კელდალის მეთოდით	252
საერთო აზოტის განსაზღვრა ტიურინის მიკროქრომის მეთოდით	258
აზოტიანი ორგანული ნივთიერებების ამინომჟავური შედგენილობის განსაზღვრის ქრომატოგრაფიული მეთოდი (ტურჩინის მეთოდი)	260
ნიადაგში მოძრავი აზოტის განსაზღვრის მეთოდები	269
ნიადაგში ფოსფორის განსაზღვრის მეთოდები	276
ფოსფორის მოძრავი შენაერთების განსაზღვრა ნიადაგში	287
ნიადაგიდან ფტორიდული გამონაწერით ფოსფორის განსაზღვრის მეთოდები	316
მოძრავი ფოსფორის განსაზღვრა ბურიელის და ჰერნანდოს მეთოდით	319
მცენარისათვის შესათვისებელი ფოსფორის განსაზღვრა წითელმიწა ნიადაგებში	320
ფოსფორის მოძრავი შენაერთების განსაზღვრა კარბონატულ ნიადაგებში	324

იონგამცვლელი ნიეთიერების გამოყენების მეთოდი	329
წყალხსნადი ფოსფატების განსაზღვრა	330
ფოსფორის გამოდევნა ნიადაგიდან მარილის ხსნარებით	331
ფოსფატების ჭკუფობრივი შემადგენლობის განსაზღვრა ნიადაგში ჩირიკოვის მეთოდით	338
ფ. ვ. ჩირიკოვის მეთოდი, გამარტივებული ვარიანტი	342
მინერალური ფოსფატების სხვადასხვა ფორმების განსაზღვრა ნიადაგში ჩანკის და ჭყესონის მეთოდით: ასკინაზის, გინზბურგის და ლებედევას ეარიანტი (1963)	343
ნიადაგში ფოსფატების მინერალური ფორმების განსაზღვრის ახალი მეთოდიკა. კ. ე. გინზბურგის და ლ. ს. ლებედევას მიხედვით. 1971 წ.	350
ნიადაგში კალიუმის განსაზღვრის მეთოდები	361
გაუცვლელი კალიუმის განსაზღვრა	365
გაცვლითი კალიუმის განსაზღვრა ნიადაგში	368
გაცვლითი კალიუმის განსაზღვრა ეწერ. ნიადაგებში ჰეივეს მეთოდით	370
გაცვლითი კალიუმის განსაზღვრა კარბონატულ ნიადაგებში 1%-იანი ნახშირ-მჟავა ამონიუმის გამოყენებით	379
გაცვლითი კალიუმის განსაზღვრა კარბონატულ ნიადაგებში პროტასოვის მე-თოდით	379
მოძრავი კალიუმის განსაზღვრა ნიადაგში	380
კალიუმის გამოძევება ბუფერული ხსნარებით, ეგნერ-რიმის მეთოდი	383
კალიუმის განსაზღვრა შავმიწა არაკარბონატულ ნიადაგებში 0,5 ნორმალობის ძმარმჟავას გამონაწურით (ჩირიკოვის მეთოდით)	385
ნიადაგში მიკროელემენტების განსაზღვრის მეთოდები	392
სპილენძის, თუთიის და კობალტის განსაზღვრის მეთოდები	392
ნიადაგში მიკროელემენტების საერთო შემცველობის კოლორიმეტრული განსაზღვრის რინკისის დაჩქარებული მეთოდი	404
ბორის განსაზღვრის მეთოდები	441
სილიციუმმჟავას და ერთნახევარი ეანგეულების მოძრავი შენაერთების განსაზღვრა	457
რადიოაქტიური იზოტოპი ფოსფორი — 32-ის გამოყენება აგროქიმიურ გამოკვლევებში	467
ხსნარების მომზადება	481
გამოყენებულ ლიტერატურა	505

ОНИАНИ ОТАР ГЕОРГИЕВИЧ
МАРГВЕЛАШВИЛИ ГУЛЬНАРА НИКОЛАЕВНА

ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ
П О Ч В Ы

(на грузинском языке)

რეცენზენტები: სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა დოქტორი
პროფესორი ზ. ტალახაძე
სსრკ სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი
პროფესორი ი. სარჩივილი

ნაშრომი რეკომენდებულია შრომის წითელი დროშის ორდენოსანი საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტის აგრონომიული ფაკულტეტის სამეცნიერო საბჭოს მიერ.

რედაქტორი ტ. ზოზრაშვილი
მხატვრული რედაქტორი ს. ბოტკოველი
ტექნიკური მ. ოსიტაშვილი
კორექტორი ნ. დგებუაძე
გამომშვები მ. ყულოშვილი

გადაეცა წარმოებას 15/VII-75 წ. ხელმოწერილია და-
საბეჭდად 15/X-75 წ. ქალაღის ზომა 60×90^{1/16}. სა-
ბეჭდი ქალაღი № 2. ნაბეჭდი თაბახი 31,75. საღრიცხ-
ვო-საგამომცემლო თაბახი 28,54.
ტირაჟი 2000 შეკე. № 296

ფასი 1 მან. 21 კაბ.

გამომცემლობა „განათლება“, თბიღისი, მარჯანიშვიღის ქ. № 5.
Издательство «Ганатлеба», Тბიღისი, ул. Марджанишвили 5
1975

საქართვეღოს სსრ მინისტრთა საბჭოს გამომცემლო-
ბათა, პოღიგრაფიისა და წიგნის ვაჭრობის საქმეთა სა-
ხელმწიფო კომიტეტის ბეჭდვითი სიტყვის კომბინატი,
თბიღისი, კამოს ქ. № 18.

Комбинат печати Государственного комитета
Совета Министров Грузинской ССР по делам
издательств, полиграфии и книжной торговли,
Тбнлиси ул. Камо № 18.