

ნ.ფუტკარაძე, რ.მაჩხოშვილი, ნ.ლექიშვილი

ზოგადი ქიმიური ტექნოლოგიის
ლაბორატორიული
სახელმძღვანელო

საქართველოს განათლების სამინისტროს მიერ
დამტკიცებულია სახელმძღვანელოდ პედაგოგიური
უნივერსიტეტების სტუდენტებისათვის

თბილისი
2001

ნაშრომი წარმოადგენს 'სოგადი ქიმიური ტექნოლოგიის ლაბორატორიულ სახელმძღვანელოს. მასში მოკლედაა განხილული ლაბორატორიული სამუშაოების ჩატარებისათვის აუცილებელი თეორიული მასალა და მუშაობის მეთოდები; აღწერილია ხელსაწყო-დანადგარების მომზადების, მათი მოქმედების და მუშაობის უსაფრთხოების წესები.

სახელმძღვანელო განკუთვნილია პედაგოგიური უნივერსიტეტების ქიმიის, ქიმი-ბიოლოგიის, ქიმი-ეკოლოგიის, ბიოლოგია-ეკოლოგიის სპეციალობათა სტუდენტებისათვის. იგი დახმარებას გაუწევს არატექნოლოგიური უნივერსიტეტების, კოლეჯების მსმენელებს, რომლებიც გადიან 'სოგადი ქიმიური ტექნოლოგიის კურსს.

- რეცენზენტები: **ნ. ცომია** – ქიმიის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი.
ბ. ბუცხრიკიძე – ქიმიის მეცნიერებათა კანდიდატი, დოცენტი.

© ნ.ფუტკარაძე, რ.მანსოშვილი, ნ.ლეკიშვილი

170.09.00000
შ 608(09)01

ISBN 99928-0-255-3

გამომცემლობა "პედაგოგია"
თბილისი 2001

წინასიტყვაობა

ქიმიური ტექნოლოგია არის მეცნიერება ნედლეულის ქიმიური გადამუშავების მეთოდებისა და პროცესების შესახებ. ის სწავლობს ქიმიური რეაქციებისა და გარდაქმნების საშუალებით ნივთიერებათა შედგენილობის და აღნაგობის ცვლილებებთან დაკავშირებულ პროცესებს. მის ერთ-ერთ უმთავრეს ამოცანას შეადგენს წარმოებაში ნედლეულის გადამუშავების დროს მიმდინარე ქიმიური რეაქციების და გარდაქმნების ოპტიმალური პირობების დადგენა, ე.ი. ისეთი პირობების მონახვა, რომელთა დროსაც აღნიშნული პროცესები მიმდინარეობს მაქსიმალური ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლებით.

პედაგოგიურ უმაღლეს სასწავლებლებში სოგადი ქიმიური ტექნოლოგია, როგორც წესი ისწავლება IV-V კურსებზე, მას შემდეგ რაც სტუდენტებს პრაქტიკულად გაეკლილი აქვთ ძირითადი, ფუნდამენტური ქიმიური დისციპლინები. ამ დროისათვის ისინი უკვე ფლობენ გარკვეულ თეორიულ მასალას ამა თუ იმ ქიმიური ელემენტის ბუნებაში არსებული მინერალებისა და მადნების შესახებ; იციან ლაბორატორიაში და მრეწველობაში მათი მიღების, გამოყოფის სოგადი პრინციპები და ამ დროს მიმდინარე რეაქციები და გარდაქმნები. ამის შემდეგ დგება საკითხი მადნების გადამუშავების, პრაქტიკულად მნიშვნელოვანი ნაერთების თუ მასალების მიღების ტექნოლოგიური მხარის დეტალური შესწავლის შესახებ.

მოცემული ნაშრომი, წარმოადგენს რა სოგადი ქიმიური ტექნოლოგიის ლაბორატორიულ სახელმძღვანელოს, შედგენილია პედაგოგიური უნივერსიტეტების განახლებული სასწავლო გეგმებისა და პროგრამის შესაბამისად ამ სახელმძღვანელოს გამოცემა საქართველოს განათლების სამინისტროს მიერ ჯერ კიდევ ადრე იყო დამტკიცებული და 1989-90 წლების საგამომცემლო გეგმაში შეტანილი, როგორც პროფ. ნ. კლიუნიკოვის ანალოგიური სახელმძღვანელოს ნაწილობრივი თარგმანი, მასში ავტორების მიერ ცვლილებებისა და დამატებების შეტანით, (არსებობს აღნიშნული ავტორის წერილობითი, ოფიციალური, თანხმობა). განვიღო პერიოდში ავტორებმა გარკვეული მუშაობა გასწიეს სახელმძღვანელოს გადამუშავებისა და

სასწავლო გეგმებსა და პროგრამასთან მის შესაბამისობაში მოყვანაზე. ამასთან ეველა ნახა'სი, ტექნოლოგიური სქემა, ლაბორატორიულ პირობებში ჩასატარებელი ცდების მონაცემები და მსვლელობა აღებულია 'ხემო აღნიშნული სახელმძღვანელოდან.

აუტორები თვლიან, რომ მოცემული სახელმძღვანელო დიდად შეუწყობს ხელს სტუდენტების მიერ 'სოგად ქიმიურ ტექნოლოგიაში ათვისებული თეორიული მასალის გაღრმავებას და განმტკიცებას, შესაბამისი ხელსაწყო-დანადგარების მომსახურების და მათზე მუშაობის ჩვევების გამომუშავებას.

მაღანთა გამდიდრების მეთოდები

ფლოტაციური გამდიდრება

ამჟამად მადნეულების უშუალო გადამუშავება საკმაოდ შეზღუდულია და მათ წინასწარ ამდიდრებენ, ე.ი. სასარგებლო მინერალებს შექლებისდაგვარად აცალკევებენ ფუჭი ქანებისაგან. ეს შესაძლებლობას გვაძლევს გამოვიყენოთ მწირი მადნები, რომლებიც მცირე რაოდენობით შეიცავენ სასარგებლო ელემენტს.

მადნის გამდიდრების მეთოდები დაფუძნებულია მისი შემადგენელი ნაწილების ზოგიერთ თვისებებზე. კერძოდ, შეიძლება გამოვიყენოთ განსასხლეტური ნივთიერებებით მათი შესველების უნარი, მადნის შემადგენელი ნაწილების სხვადასხვა სიმკვრივე, მაგნიტური თვისებები და ა.შ.

გამდიდრების მეთოდები ეფექტურია იმ შემთხვევაშიც, როცა ცალკეული მინერალებისა და ფუჭი ქანების ესა თუ ის თვისება განსხვავებულია.

ამჟამად გასამდიდრებლად უფრო ხშირად მიმართავენ ფლოტაციას; შედარებით იშვიათად — მაგნიტურ ან ელექტრულ სეპარაციასა და გრავიტაციულ მეთოდს.

მადნის გამდიდრების შედეგად ღებულობენ კონცენტრატებს. ხოლო წარმოების ნარჩენებს, რომლებიც შეიცავენ ფუჭ ქანებსა და შუალედურ პროდუქტებს, ხელმეორედ გადაამუშავენ. კონცენტრატები შეიცავენ 20-30%, ზოგჯერ უფრო მეტ აუცილებელ მინერალს.

მადნის გამდიდრების დროს დიდი ეკონომიკური მნიშვნელობა ენიჭება კონცენტრატის გამოსაყვალს, ამოდების ხარისხსა და სასარგებლო ელემენტის კონცენტრაციის ხარისხს.

კონცენტრატის გამოსავალი ეწოდება მიღებული კონცენტრატის მასის პროცენტულ ფარდობას აღებული მასის მთლიან მასასთან. ამოდების ხარისხი ეწოდება კონცენტრატში არსებული სასარგებლო ელემენტის რაოდენობის პროცენტულ ფარდობას ამ ელემენტის საერთო რაოდენობასთან მაღანში. კონცენტრაციის ხარისხი კი წარმოადგენს კონცენტრატში ელემენ-

ტის პროცენტული შემცველობის ფარდობას მის საერთო პროცენტულ შემცველობასთან მადანში.

მაგალითი: 6 ტ მაღნის გამდიდრებისას, რომელიც შეიცავს 2% თუთიას, მიღებულ იქნა 350კგ კონცენტრატი, რომელიც შეიცავს 25% თუთიას. განისაზღვროს კონცენტრატის გამოსაყოფი, თუთიის ამოღების და კონცენტრატის ხარისხები. კონცენტრატის გამოსაყოფი შეადგენს

$$\frac{350 \cdot 100}{6000} = 5,8 \quad (\%)$$

6 ტ მაღანი შეიცავს 120კგ თუთიას, კონცენტრატი კი – 87,5კგ-ს. აქედან, თუთიის ამოღების ხარისხი უდრის

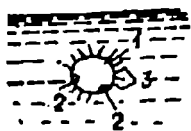
$$\frac{87,5 \cdot 100}{120} = 72,9 \quad (\%)$$

თუთიის კონცენტრაციის ხარისხი ტოლია

$$\frac{25}{2} = 12,5 \quad (\%)$$

ფლოტაციური გამდიდრება დაფუძნებულია მაღნის ზედაპირის შერჩევით დასველებაზე ზედაპირულაქტიური ნივთიერებების მიერ, რომელზედაც ადსორბირებულია ფლოტორეაგენტი, აღარ სველდება წყლით, რის შედეგადაც ნაწილაკი "მიეწებება" ჰაერით განქრევისას წარმოქმნილ ბუშტულებს. ვინაიდან ჰაერის ბუშტულებს მინერალის მიწებებულ ნაწილაკთან ერთად გააჩნიათ ნაკლები საშუალო სიმკვრივე ძირითად ხსნართან შედარებით, ისინი ამოტივტივდებიან ზევით და წარმოქმნიან ქაფს.

ფლოტორეაგენტის შედგენილობაში შედიან ნივთიერებები, რომლებსაც კოლექტორები და ქაფწარმომქმნელები ეწოდებათ. კოლექტორები ადსორბირდებიან ფლოტირებული მინერალის ნაწილაკების ზედაპირის მიერ. ქაფწარმომქმნელი მოლეკულები კი ადსორბირდებიან იმ აფსკების ზედაპირზე, რომლებიც წარმოქმნიან ბუშტულებს, რითაც მკვეთრად ზრდიან ბუშტულების მდგრადობას, ხელს უწყობენ წყლის ზედაპირზე მათ შეერთვისას და დაშლას. ასეთი ჰაერის ბუშტულებისა და მინერალების ნაწილაკების შეხებისას ისინი ერთმანეთს ეწებება (სურ.1).



სურ. 1. ფლოტაციის სქემა: ზედაპირულაქტიური ნივთიერების მოლეკულებით გარშემორტყმული ჰაერის ბუშტულა; 2. ფლოტირებული მადნის ნაწილაკები; 3. ზედაპირულადაქტიური ნივთიერებების მოლეკულები.

ფლოტაციის ეფექტიანობა და სიჩქარე იზრდება ჰაერით პულპის ძლიერი გაქრევისას.

ფლოტორეაგენტებად გამოიყენება სხვადასხვა ორგანული ნივთიერებები და მათი ნარევები, კარგად მოქმედებს სოჭის, ფიჭვის, კიკალიპტის 'სეთები, რომელთა გამოყენება შეიძლება სხვა ნივთიერებების დამატების გარეშეც.

ფლოტორეაგენტებად შეიძლება გამოვიყენოთ, აგრეთვე, 'ზოგიერთი ორგანული მჟავა, მაგალითად, ოლეინის მჟავა, პარაფინის ჟანგის პროდუქტები, რომლებიც შეიცავენ კარბონ-მჟავებსა და ოქსიმჟავებს, ქსანტოგენატებს $ROCSSNa$, აერო-ფლოტებს $(RO)_2PSSNa$ და სხვ.

ფლოტორეაგენტები იხარჯება ძალზე მცირე რაოდენობით (10–200 გ ერთ ტონა მადანზე), რადგან 'ზედაპირზე უმეტესად ფლოტორეაგენტის მონომოლეკულური აფსკი წარმოიქმნება.

როგორც აღინიშნა, მინერალის ნაწილაკები 'შეტივტივებულია ქაფში. ქაფწარმოქმნელები – საპონინები, გასუფთავებული კრეზოლი და სხვ. ამცირებენ წყლის 'სედეპირულ დაჭიმულობას, თუმცა საპონისა და მსგავს ქაფწარმოქმნელთა 'ხემოქმედების 'შედეგად წყლის 'ზედაპირული დაჭიმულობის მეტისმეტ 'შემცირებას მივყავართ 'ცარიელი' ბუშტულების წარმოქმნამდე, ე.ი. არ 'შეიცავს ფლოტირებული მინერალის ნაწილაკებს. ეს ხდება იმის გამო, რომ წყალ-ჰაერის სა'სდეარზე 'ზედაპირული დაჭიმულობის 'შემცირება აღიდებს მინერალის ნაწილაკების წყლით 'შესუელების უნარს. ეს კი ხელს უშლის ფლოტაციას. ამგვარად, ქაფწარმოქმნელის სწორ 'შერჩევას საკმაოდ დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს. საფლოტაციო მადნის ნამცეცეებს აღსორბირებულ ფლოტორეაგენტებთან ერთად 'შეუძლია დაყოვნდეს წყლის 'ზედაპირზე ქაფწარმოქმნელის გარეშეც წყლით მათი ცუდი დასველების ან წყლის 'ზედაპირის 'ჩან-ეკვის' ხარჯზე (სურ.2).



სურ. 2. წყლის ზედაპირზე მოტივტივე ფლოტაციური მადნის ნაწილაკები.

ს ა მ უ შ ა ო 1

სპილენძის სულფიდური მადნის ფლოტაციური გამდიდრება

სამუშაოს მიზანი. ჩატარდეს რკინის ან სპილენძის აღმადანის ფლოტაცია. განისაზღვროს კონცენტრატის გამოსავალი, ლითონის ამოღების და კონცენტრატის ხარისხი.

მოწყობილობა და მასალები: 1. ჭურჭელი ფლოტაციისათვის – 150 მლ ტეყადობის საცობიანი კოლბა ან ცილინდრი; 2. ფლოტორეაგენტი (ბირკაჟას ან ფიჭვის ხეითი, ქსანტოგენატი ან აეროფლოტი); 3. სულფიდური მადანი (რკინის ან სპილენძის) ან სულფიდისა და ქვიშის ხელოვნურად მომზადებული ნარევი; 4. ლითონისა და ფაიფურის როდინები; 5. 0,1-0,05 მმ ნასვრეტებიანი საცერი; 6. ტექნოქიმიური სასწორი წყრილსაწონებით; 7. ბიუხნერის ძაბრი გამწოვით; 8. საშრობი კარადა.

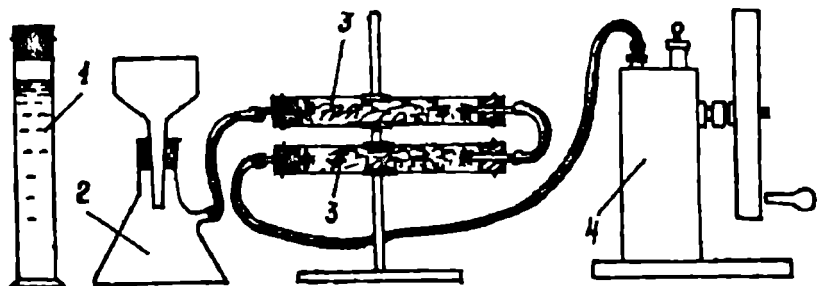
სამუშაოს მსვლელობა. მადნის მსხვილ ნატეხებს აქუცმაცებენ ლითონის როდინში, შემდეგ კი გულმოდგინედ ფქვავენ ფაიფურის როდინში. მიღებულ ფხენილს ცრიან წვირლ საცერში. ისეთ ნამცვეცებს, რომელთა სომა 0,1 მმ-ს აღემატება, ხელმეორედ ფქვავენ.

ფლოტაციის ჩასატარებლად იღებენ 2,5-3 გ მადანს, რომელიც 4-6% სპილენძის ან რკინის სულფიდს* შეიცავს. მადანს ყრიან 250-300 მლ ტეყადობის ცილინდრში, ასხამენ 100-150 მლ წყალს და უმატებენ 2-3 წვეთ ფლოტორეაგენტს – ბირკაჟას ან ფიჭვის ხეითს, ან ქსანტოგენატს, ანდა აეროფლოტს**. ცილინდრს მჭიდროდ ხუფავენ საცობით და შიგთავსს კენერგიულად

* მადნის უქონლობის შემთხვევაში ხმარობენ ხელოვნურად მომზადებულ ნარევეს.

** მეთოდურ ლიტერატურაში რეკომენდებულ სკიპიდარს აღმოაჩნდა უფარგისი თვისებები სულფიდების შიშართ. თუქცა მისი გამოყენება შესაძლებელია გრაფიტის ფლოტაციისათვის.

ანჯღრეკენ 0,5-1 წუთის განმავლობაში, სანამ სულფიდები არ ამოტივტივდება წყლის ზედაპირზე. 1-2 წუთის შემდეგ ჭურჭელში კედლის ჩაყოლებით ჩაასხამენ წყალს, რომელიც წარეცხავს სულფიდებს ფორიანი ფირფიტით აღჭურვილ ძაბრში ან ფილტრის ქაღალდიან ბუხნერის ძაბრში. უნდა ვეცადოთ, რომ ჭურჭლის კედლებზე მიწებებული ქვიშის ნამცვეები არ მოხვდეს ფილტრის ქაღალდზე. ვისაიდან პირველი შენჯღრევის შემდეგად ზედაპირზე ამოტივტივდება სულფიდების მხოლოდ ნაწილი, საჭიროა ფლოტაციის ოპერაციის ჩატარება კიდევ 2-3-ჯერ. ბუხნერის ძაბრში აუცილებელ ვაკუუმს ქმნიან წყალჭაყლური ან კომოვსკის ტუმბოთი. გაფილტვრისათვის საჭირო დანადგარის საერთო ხელი მოცემულია მე-3 სურათზე.



სურ. 3. შადნის ფლოტაცია: 1. ჭურჭელი ფლოტაციისათვის; 2. ძაბრიანი კოლბა გასაფილტრად; 3. გამშრობი სვეტები კალციუმის ქლორიდით; 4. ტუმბო ვაკუუმის შესაქმნელად.

გაფილტრულ სულფიდებს ფილტრთან ერთად აშრობენ საშრობ კარადაში 80-100°C-ის პირობებში და აწონვის შემდეგ ატარებენ საჭირო გაანგარიშებებს.

ცდის შედეგები შეაქეთ შესაბამის ცხრილში.

შადანში სულფიდის პროცენტულ შემცველობას, რაც გაანგარიშებისათვის არის აუცილებელი, იძლევა პედაგოგი, ხოლო კონცენტრატში ლითონის შემცველობის გამოთვლისას მიიხსენივენ, რომ გაფილტრული ნივთიერება სუფთა სულფიდია.

სამუშაოს შედეგების გაფორმება

აღებულია მადანი (გ)	მიღებულია კონცენტრა- ტი (გ)	კონცენტრა- ტის გამო- საკალი (%)	ლითონის ამოღების ხარისხი (%)	კონცენტრა- ციის ხარისხი (რამდენჯერ)

ბუნებრივი მადნის უქონლობის შემთხვევაში შეიძლება მომსადადეს ხელოვნური ნარევი, რომელიც შედგება სპილენძის(II) ან რკინის სულფიდისაგან და ფუჭი ქანისაგან. მაგალითად, კვარცის ქვიშისაგან. (II) სულფიდის მისაღებად იღებენ 63 მასურ წილ ფხენილისებრ სპილენძს, ან 1-2 მმ ზომის ნაჭრებად დაჭრილ სპილენძს (სპილენძის მკეთული ან ფურცვლოვანი სპილენძი) და 32 მასურ წილ დაფხენილ გოგირდს. სინჯარაში მოთავსებულ ამ ნარევს ახურებენ გოგირდის გაღნობამდე. რეაქცია სითბოს გამოყოფით მიმდინარეობს. რეაქციაში შეუსვლელი გოგირდის ნაწილი კონდენსირდება სინჯარის ცივ კედლებზე. მას შემდეგ, რაც ერთმანეთს შეუერთდება სპილენძისა და გოგირდის უდიდესი ნაწილი, სინჯარას კიდევ ერთხელ ახურებენ 200-300°C-მდე 3-4 წუთის განმავლობაში, შემდეგ ნარევს აცივებენ და სინჯარას ამტვრევენ. მინის ნამსხვრევების მოცილების შემდეგ მიღებულ პროდუქტს უმატებენ 12-15 მასურ ნაწილ გოგირდს. მიღებულ ნარევს სრესენ როდინში, ათაკსებენ ახალ სინჯარაში და კვლავ ახურებენ ხეშოთ აღნიშნულ ტემპერატურაზე 5-10 წუთის განმავლობაში. სინჯარას კვლავ ამტვრევენ, სპილენძის(II) სულფიდს ხელახლა გულმოდგინედ სრესენ, გაცრიან და შეურევენ სუფთა ქვიშას ისე, რომ ნარევი ქვიშის შემცველობა იყოს 90-95%.

მინერალური მშავები

ს ა მ უ შ ა ო 2

მარილმჟავას მიღება ქლორისა და წყალბადისაგან

სინთეზური მარილმჟავას მიღების პროცესი შედგება სამი სტადიისაგან: 1. ქლორის და წყალბადის მიღება. 2. ქლორწყალბადის მიღება. 3. მარილმჟავას მიღება ქლორწყალბადის წყალში გახსნის შედეგად.

ქლორისა და წყალბადის მოღება შესაძლებელია ელექტროლიზით ან შესაბამისი ქიმიური რეაქციების საშუალებით.

საწარმოში ქლორისა და წყალბადის შეერთება ხდება სპეციალური კვარცის ან ლითონის სანთურით. ლაბორატორიაში კი, ვინაიდან გამოიყენება ქლორისა და წყალბადის მცირე რაოდენობა, შეიძლება ვიხმაროთ მინის სანთურა.

ქარხნებში ქლორწყალბადი იხსნება მშთანქმეელ კოშკებში.

სამუშაოს მიზანი. მარილმჟავას მიღება. ქლორის, წყალბადისა და მარილმჟავას მისაღები დანადგარის გაცნობა. მარილმჟავას თეორიული რაოდენობის გამოთვლა მიღებული ელექტროდენის ძალის და გატარების დროის მიხედვით. მჟავას გამოსავალის განსაზღვრა.

I ვარიანტი.

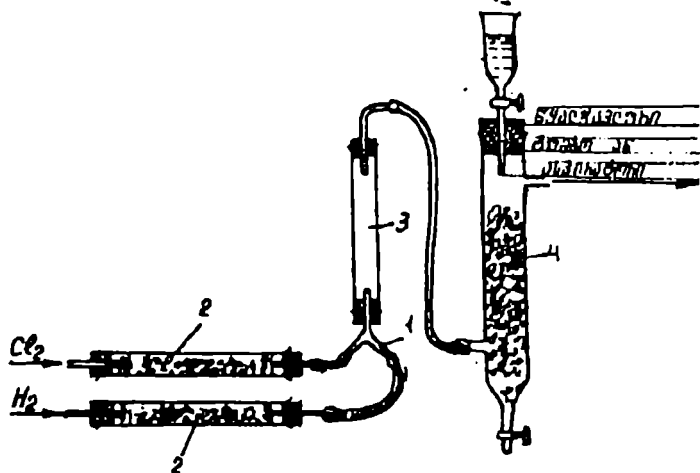
მოწყობილობა და მასალები. 1. ქლორისა და წყალბადის მისაღები ელექტროლიზური. 2. ქლორისა და წყალბადის ხასინთეზო სანთურა. 3. მშთანქმეელი. 4. წყლის ტუმბო ან ასპირატორი. 5. 100 მლ-იანი კოლბა. 6. ინდიკატორის (ფენოლფტალენი, მეთილნარინჯი) ხსნარი. 7. ვერცხლის ნიტრატის ხსნარი. 8. ტუტის 0,1 გ ხსნარი.

სამუშაოს მსვლელობა. ქლორი და წყალბადი მიიღება ნატრიუმის ქლორიდის ელექტროლიზით ელექტროლიზურში, რომელიც წარმოდგენილია მე-4 ნახაისე.

სანთურას ნორმალური მუშაობისათვის აუცილებელია წყალბადის ის რაოდენობა, რომელიც გამოიყოფა ელექტროლიზურში 10-12 ამპერი დენის გატარების შემთხვევაში, მაგრამ თუ გავა-

ტარებთ 15-20 ამპერ დენს, წყა უფრო თანაბარი და მდგრადი იქნება. ელექტროლიტის გადახურების თავიდან აცილება შესაძლებელია გატარებული დენის ძალისა და ელექტროლიზორის მოცულობას შორის განსაზღვრული თანაფარდობის დაცვით. ელექტროლიზორის მინიმალური მოცულობა ლიტრებში დაახლოებით ტოლი უნდა იყოს გატარებული დენის ძალისა ამპერებში.

სანთურა 1 (სურ. 4) მზადდება სამწვერა ფორმის. აირთა ნარევის გამოსასვლელი წვეროს ნახვრეტი დაახლოებით 0,1 მმ უნდა იყოს, წინააღმდეგ შემთხვევაში ქლორისა და წყალბადის წყა არათანაბარი იქნება. წყალბადი და ქლორი ერთმანეთს შეერევა თვის სანთურაში, რომელიც შევსებულია ფხვნილისებრი ქრომის(III) ოქსიდით, ალუმინით ან სილიკაგელით.



სურ. 4. მარილმჟავას მიღება. 1. სილიკაგელით ავსებული სანთურა; 2. გამ-
 შრობი სექტები; 3. სანთურას გარსაცმი; 4. ქლორწყალბადის მშთანქმელი.

სანთურას ყელში, რომ არ ჩაცვიფდნენ ოქსიდები, სანთურას ქვედა ნაწილს ამოაყსებენ ფხვიერი ასბესტით. ქლორი და წყალბადი ერთდება ოქსიდების ფენაში და პროცესს უალო წყას უწოდებენ. სანთურას გარსაცმში შეტანის დროს წვა ხშირად წყდება ხოლმე, რის აღსაკვეთად გარსაცმში შეყავთ ძაერი. სანთურასე წამოცმულ საცობს ქლიბით უკეთებენ განივ ტრიდეებს

ჭრილებს ქაერის შესასვლელად. ქლორთან შეერთება მიმდინარეობს განუწყვეტლივ, თუ დახურული გარსაცმის მაგივრად სანთურის სვეით დავამაგრებთ მშთანქმელთან შეერთებულ ღია ქაბრს (ზარხუფს).

აღწერილ ელექტროვიზორში გამოყოფილი ქლორი და წყალბადი გაჯერებულია წყლის ორთქლით, ამიტომ მათ წინასწარ გამოაშრობენ კალციუმის ქლორიდით. თხევადი გამშრობების, მაგალითად, გოგირდმუყავს გამოყენება ნაკლებ ეფექტურია, ყინაიდან აირები ჩამრეცხ კოლბაში გაღის ბუშტულუბის სახით, რაც იწყვეს სანთურაში აირთა ნარევის ხანმოკლე, წვეტილ მიწოდებას, რაც თავის მხრივ იწყვეს წვის შეწყვეტას.

საწარმოო მეთოდით მიღებისას სანთურაში შემაჯავლი აირთა ნარევი წყალბადი აღებულია მცირეოდენი სიჭარბით.

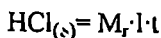
აღწერილ დანადგარსე მუშაობისას კი გარბი წყალბადი მიიღება ქლორის ნაწილობრივი გახსნით წყალში და აგრეთვე, კათოდურ სივრცეში გამოყოფილ ტუტესთან ურთიერთქმედებით. ქლორწყალბადის მშანთქმელი დამზადებულია შინისაგან. მის შიგნით განლაგებულია ნაცმები შინის ნამსხერევებისაგან ანდა მოკლე მიღების სახით, რათა გაიზარდოს ქლორწყალბადის და წყლის ურთიერთქმედების ფართობი.

მარილმუყავს მიღების დროს დაცული უნდა იქნას მუშაობის შემდეგი თანამიმდევრობა. თავდაპირველად დისტილირებული წყლით უნდა ჩაირეცხოს მშანთქმელი მარილმუყავს წყეუებისაგან, რომელიც შეიძლება იყოს დარჩენილი წინა ცდებისაგან, გასუფთავდეს სანთურას გარსაცმი. ამის შემდეგ ჩართავენ ელექტროლიზერს, აქცევენ ყურადღებას, რომ დენის ძალა არ აღემატებოდეს 10-15 ამპერს (ელექტროლიზერის ტეკადობის მიხედვით). შემდეგ ამოწმებენ წყალბადის სისუფთავეს. თუ იგი დამაკმაყოფილებელია, მიღებს გაწმენდენ დობბანდით, შეუერთებენ სანთურას და ატარებენ ქლორისა და წყალბადის ნაკადს 0,5-1 წუთის განმავლობაში. მომდევნო ეტაპზე აირთა ნარევეს წაუკიდებენ ცეცხლს. ამ დროს აუცილებელია დამცავი სათვალეების გამოყენება. თუ წეა ნორმალურად მიმდინარეობს, სანთურას ჩაამაგრებენ გარსაცმში, ჩართავენ წყლის ტუმბოს და ჩაინიშნავენ სინთეზის დაწყების დროსა და დენის ძალის მნიშვნელობას. წინასწარ კი აუცილებ-

ბელია მ'შთანთქმელ'ში საწყესური ძაბრიდან ჩაყასხათ 10-12 მლ წყალი, რათა შესველდეს საცემები.

ქლორწყალბადის გატარება მიმდინარეობს 3-4 წუთის განმავლობაში. მერე გამორთავენ ელექტროლიზორს, აღნიშნავენ სინთეზის დამთავრების დროს და, გახსნიან რა მ'შთანთქმელის ონკანს, 3-ჯერ ჩარეცხავენ საცემებს 20-30 მლ წყლით და წარმოქმნილ მუავას გადაიტანენ საზომ კოლბაში. და ბოლოს, მუავას გატიტრავენ.

მარილმუავას თეორიული გამოსავალი ადვილი გამოისათვლელია დენის ძალისა და ხანგრძლივობის საფუძველ'ზე: 26,8ამპ/სთ დენის გატარებისას ელექტროდებზე გამოიყოფა თითო გრამ-ეკვივალენტი ქლორი და წყალბადი, ანუ შესაძლებელია მივიღოთ 1 მოლი ქლორწყალბადი თუ 1 დროის განმავლობაში გაიარა 1 დენის ძალამ, მაშინ თეორიულად უნდა მივიღოთ შემდეგი რაოდენობის ქლორწყალბადი:



სადაც M_r ქლორწყალბადის მოლეკულური მასაა.

უნდა აღინიშნოს, რომ აღწერილი დანადგარი ძალზე არამზგრადია და ქლორის წვა ხშირად წყდება. ელექტროლიტი წარაფად ღარიბდება ქლორ-იონებით, რის გამოც ქლორის მიწოდება სანთურაში სუსტდება. ამის გამო დროდადრო საჭირო იდება ხსნარის მორევა და ნატრიუმის ქლორიდის დამატება. ამ ეთოლით მარილმუავას მრავალჯერადი მიღებისას მი'სან'შეონილია მრავალანოდიანი და დიდი ტვეადობის ელექტროდიზერის გამოყენება.

სამუშაოს შედეგების გაფორმება. ჩაიხატოს მარილმუავას ისაღები დანადგარი და აღიწეროს მისი მუ'შაობა. შეივსოს ქმდეგი ცხრილი.

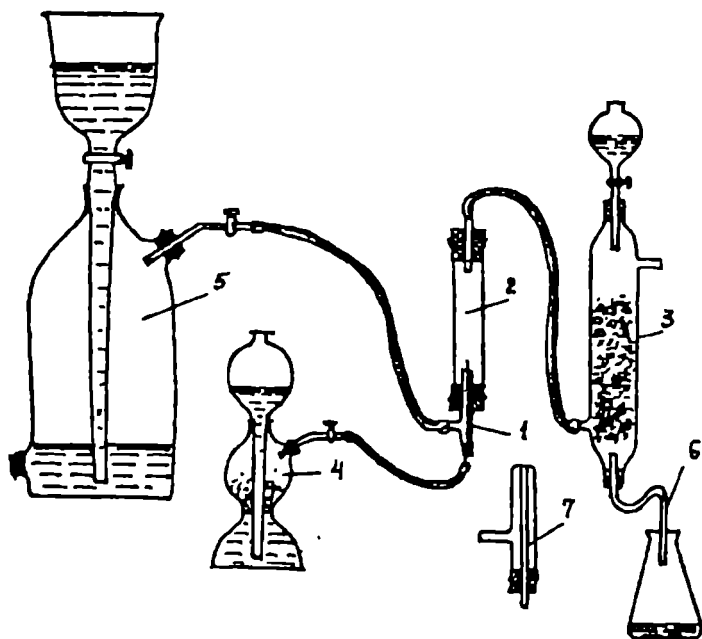
ელექტროლის დრო, წთ	დენის ძალა, ა	ელექტროენერგიის რაოდ., ა/სთ	თეორიული რაოდენობა, გ	მიღებული, გ	გამოსავალი, %

II ვარიანტი

სამუშაოს მიზანი: ქლორისა და წყალბადისაგან მარილმუეჯას ხსნარის მიღება.

მოწყობილობა და მასალები. 1. მარილმუეჯას მისაღები დანადგარი, რომელიც მოცემულია მე-5 ნახაზზე. 2. ტუტის 0,16 ხსნარი. 3. ფენოლფტალეინის ხსნარი.

სამუშაოს მსვლელობა. მარილმუეჯას მისაღები დანადგარის აღწერილობა ნაჩვენებია მე-5 სურათზე.



სურ. 5. მარილმუეჯას მისაღები ხელსაწყო: 1. სანთურა; 2. სანთურას გარსაცმი; 3. ქლორწყალბადის მშთანთქმელი; 4. კიპის აპარატი; 5. ქლორინი გახსომეტრი; 6. ჰიდრაულიკური წამკეტი; 7. სანთურა ნატურალურ ზომებში.

წინასწარ დაგრაფირებულ აირმზომში, რომელიც შეესებურება ნატრიუმის ქლორიდის გაჯერებული ხსნარით, შეაგროვებენ კალიუმის პერმანგანატზე ან მანგანუმის(IV) ოქსიდზე მარილმუეჯას ზემოქმედებით გამოყოფილ ქლორს. შემდეგ გა-

მოიღებენ სანთურას და გაატარებენ კიპის აპარატიდან მიღებულ წყალბადის ნაკადს, რომელიც წინასწარ შემოწმებულია სისუფთავეზე. წყალბადს აანთებენ და შემდეგ გაუშვებენ ქლორის ჭავლს. ამ დროს შეინიშნება ალის შეფერილობის ცვალებადობა. აირმშომში წყალს შეუშვებენ ისე, რომ ქლორის ნაკადი სუსტი იყოს, წყალბადი კი მცირე სიჭარბით შედიოდეს სანთურაში. მას შემდეგ, რაც ალის შეფერილობა შეიცვლება და მოყვითალო-მწვანე გახდება, ჩაინიშნავენ ქლორის საწყის მოცულობას, სანთურას მოათავსებენ სარხუფში და ცდას ატარებენ 1-1,5 წუთის განმავლობაში.

სანთურაში შემავალი აირების ნაკადზე დაკვირვების გასაადვილებლად აირმშომისა და კიპის აპარატის შემდეგ მიზანშეწონილია დაიდგას გოგირდმუავიანი სარეცხელა, რომელიც აირის ბუშტუკების დამთვლელის როლს შეასრულებს. თუმცა, ამ შემთხვევაში, გასთა ნარევის წვა წყდება ხოლმე სანთურაში შემავალი ნაკადის ხანმოკლე შეწყვეტის გამო. მშთანთქმელში არსებული ნაცმები (დამტვრეული მინა და დაჭრილი მილები) წინასწარ უნდა შესველდეს წყლით. საბოლოოდ, გადაკეტავენ ქლორისა და წყალბადის ნაკადს, მშთანთქმელს ჩარეცხავენ, მიღებულ ხსნარს გადაასხამენ 100 მლ-იან საზომ კოლბაში და შეაკვებენ ჭკამდე. ხსნარის შერევის შემდეგ მუავას 20-25 მლ ხსნარს გატიტრავენ ტუტით ფენოლფტალეინის თანაობისას.

მარილმუავას თეორიული გამოსავლის გამოსათყველად დაადგენენ აირმშომში ქლორის მოცულობის ცვლილებას, გამოიანგარიშებენ რეაქციაში შესული ქლორის რაოდენობას და მიღებული ქლორწყალბადის მასას. სარეაქციო ქლორის რაოდენობის გასაგებად აირმშომს წინასწარ დააგრაღეირებენ, ჩაასხამენ რა მასში წყლის განსაზღვრულ მოცულობას. დანაყოფებს აღნიშნავენ უშუალოდ აირმშომის ზედაპირზე. შემდეგ მიღებულ მარილმუავას გადმოასხამენ მშთანთქმელიდან, ორჯერ ჩარეცხავენ წყლის მცირე ულუფებით (15-20 მლ), ჩაასხამენ საზომ კოლბაში და ტიტრაციის საშუალებით დაადგენენ მის რაოდენობას.

მარილმუავას გამოსავლი განისაზღვრება, როგორც პრაქტიკულად მიღებული ქლორწყალბადის (წყალში გახსნილი)

რაოდენობის პროცენტული ფარდობა მის თეორიულ რაოდენობასთან.

სამუშაოს შედეგების გაფორმება. აღიწეროს მარილმჟავას მისაღები დანადგარის მუშაობა და ცხრილში შეიტანოს ციფრობრივი მონაცემები მარილმჟავას გამოსავლის შესახებ.

აღებულია ქლორი (ღ)	მიღებულია HCl (გ)	გამოსავალი HCl (%)
--------------------------	-------------------------	--------------------------

ს ა მ უ შ ა ო 3

გოგირდმჟავას მიღება კონტაქტური მეთოდით

გოგირდმჟავას მიღება კონტაქტური მეთოდით მოიცავს შემდეგ სტადიებს: 1. გოგირდის(IV) ოქსიდის მიღება; 2. გოგირდის(IV) ოქსიდის გაწმენდა; 3. გოგირდის(IV) ოქსიდის დაუანგვა გოგირდის(VI) ოქსიდად. 4. კონცენტრირებული გოგირდმჟავით გოგირდის(VI) ოქსიდის შთანთქმა.

ლაბორატორიაში გოგირდის აღმადანის გამოწვა და გოგირდის დაწვა მიმდინარეობს უანგბადის არეში, რადგან ჰაერის გამოყენების შემთხვევაში ნამწვი აირი შეიცავს გოგირდის(IV) ოქსიდის შემცირებულ რაოდენობას.

გოგირდის(IV) ოქსიდის გაწმენდას დიდი მნიშვნელობა აქვს სამრეწველო წარმოებაში. ლაბორატორიულ პირობებში კი შეიძლება შემოვიფარგლოთ მხოლოდ მისი გაშრობით კონცენტრირებული გოგირდმჟავას საშუალებით.

უანგვა მიმდინარეობს შემდეგი რეაქციის მიხედვით:



ეს პროცესი მიმდინარეობს მოცულობის შემცირებით და სითბოს გამოყოფით. გოგირდის(IV) ოქსიდის უანგვის დანიქარების მიზნით კატალიზატორად გამოყენებულია ვანადიუმის(V) ოქსიდი.

ჟანგვის პროცესის მაღალი სინქარის დროს კატალიზატორი ხურდება, რაც რეაქციის წონასწორობას გადახრის გოგირდის(VI) ოქსიდის დაშლის მიმართულებით, ამიტომ მრეწველობაში აუცილებელია სითბოს არინება. ლაბორატორიაში შეიძლება გამოყენებულ იქნას კატალიზატორის დიდი რაოდენობა და აირის გატარება შეეცირებულე სინქარით.

ამ დროს კატალიზატორი არ გადახურდება და შესაძლებელია შეიქმნას ჟანგვის ოპტიმალური პირობები გოგირდის(VI) ოქსიდის მნიშვნელოვანი გამოსავალით. ასე მაგალითად, 450°C-ზე გოგირდის(IV) ოქსიდის კონტაქტირების ხარისხი 97,6 %-ს აღწევს.

მრეწველობაში გოგირდის(VI) ოქსიდის შთანთქმისათვის გამოყენებულია 98,3 %-იანი გოგირდმჟავა, რადგან მასზე წყლის ორთქლის წნევა მინიმალურია. თუ შთანთქმისათვის გამოყენებთ წყალს, მაშინ აირთა ნარევეში მყოფი გოგირდის(VI) ოქსიდი წარმოქმნის ე.წ. ნისლს, რომელიც წყალში არ იხსნება. ლაბორატორიულ პირობებში კი საჭიროა გოგირდმჟავას გამოსავალის განსაზღვრა, ან საერთოდ, გოგირდმჟავას არსებობის დადასტურება, ამიტომ აქ გამოყენებულია წყალი, რომელშიც იხსნება გოგირდის(VI) ოქსიდის მხოლოდ ნაწილი. მშთანთქმელიდან გოგირდსჟავას ნისლს იჭერენ ელექტროფილტრით.

I ვარიანტი.

სამუშაოს მიზანი. კონტაქტური მეთოდით გოგირდმჟავას ხსნარის მიღება ვანადიუმის კატალიზატორის თანაობისას. კონტაქტირების ხარისხისა და გოგირდზე გადასულით მიღებული გოგირდმჟავას გამოსავლის გამონაგარიშება. კატალიზატორის მომსაღების ლაბორატორიული მეთოდის გაცნობა.

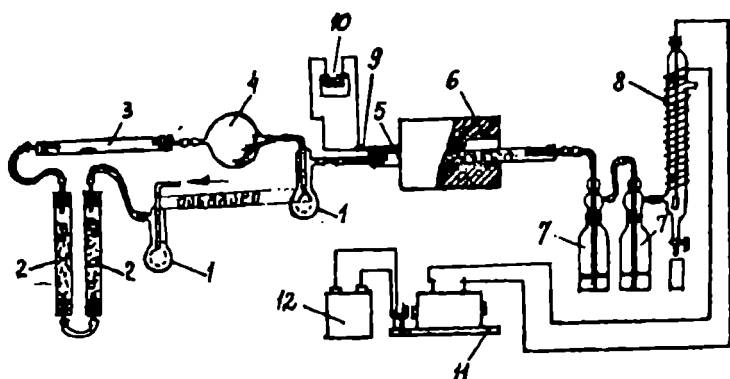
მოწყობილობა და მასალები. 1. აირმშომი ჟანგბადით ან ჰაერით. 2. მილოვანი ელექტროლუმელი. 3. თერმოწყვილი პირომეტრული გაღვანომეტრით. 4. კვარცის ან ფაიფურის მილი. 5. ძნელადღობადი მინის მილი. 6. ოთხი სარეცხელა. 7. გამმართველი ან აკუმულატორი (2-3ა., 10-12 ე). 8. საინდექციო კოჭა. 9. ლაბორატორიული ელექტროფილტრები. 10. ბიურეტები. 11. ტუტისა და მჟავას 0,1 ნ ხსნარები. 12. გოგირდი. 13. ასბესტი და ვანადიუმის(V) ოქსიდი. 14. წყრილსაწონიანი სააფთიაქო

სასწორი. 15. რეზინის საცობები, შემაერთებელი მიღები, აირმი-
მყვანი და აირგამშეკები მინის მიღები.

სამუშაოს მსუღელლობა. კონტაქტური მეთოდით გოგირდ-
მუყვას მისაღები დანადგარის სქემა მოცემულია მე-რ ნახაზზე.
გოგირდის წვა მიმდინარეობს მიღში (3) აირმსომიდან გამომავალი
მშრალი ჟანგბადის ნაკადში. გაშრობისათვის ჟანგბადი
გაივლის კალციუმის ქლორიდიან სვეტში და კონცენტრირებულ
გოგირდმუყვიან სარეცხელაში. წვის პროცესში გოგირდის მცირე
ნაწილი აქროლდება, რასაც იჭერენ მინის სფეროთი (4). ამ
უკანასკნელის მაგივრად შეიძლება გამოვიყენოთ ვიურცის
კოლბა. გამოყოფილი გოგირდის(IV) ოქსიდი სარეცხელაში (1)
მოთავსებული გოგირდმუყვით დამატებითი გაშრობის შემდეგ
გადადის კატალიზატორიან მილში (5), რომელიც ხურდება
ელექტროლუმელით (6). გოგირდის(IV) ოქსიდის არასრული გაშ-
რობის შედეგად კატალიზატორიან მილში შეიძლება დაკონდენ-
სირდეს გოგირდმუყვა. გოგირდის ოქსიდები წყლით
შთაინთქმება ღრეკსელის ქილებში. წარმოქმნილი გოგირდმუყვა
ნისლის დაჭერა ხორციელდება ელექტროფილტრით (8).

გოგირდის წვის მილის დიამეტრი არ უნდა აღემატებოდეს
0,9 სმ-ს, რადგან უფრო დიდი დიამეტრის მილში გოგირდის
ორთქლი ხშირად ფეთქდება. კატალიზატორიანი მილის ბოლო-
ები უნდა გახურდეს ელექტროლუმელით, რათა აღიკვეთოს გო-
გირდის(VI) ოქსიდის კონდენსაცია.

ელექტროფილტრის მოწყობილობა ნახევნებია მე-ნ სურათზე.
მისი დამზადება შეიძლება აგრეთვე 30-35 სმ მინის მილისაგან,
რომელსაც გაანნია ნასყრეტები აირის შესაშვებად და გამოსა-
შვებად. ზემოდან დახურულ საცობში დამაგრებულია ელექტრო-
დი (ტყვიით დაფარული რკინის ას სპილენძის მათული), რომ-
ლის ბოლოზე მობმულია ტვირთი (ტყვიის საწონი). უმჯობესია,
თუ ეს ელექტროდი მოთავსებული იქნება მინის მილში გად-
ახურების თავიდან ასაცილებლად. მეორე ელექტროდად გამო-
ყენებულია სპილენძის მათულიან ალუმინის ფოლგა, რომელიც
სპირალის სახით შემოხვეულია ელექტროფილტრის გარე ზედა-
პირზე.



სურ. 6. გოგირდიდან კონტაქტური ხერხით გოგირდშეუვას მისაღები ხელსაწყო. 1. გოგირდშეუვიანი სარეცხელა; 2. გამშრობი სვეტები კალციუმის ქლორიდით; 3. მილი გოგირდის დაწვისათვის; 4. დაუწვევი გოგირდის დაშვარი სფერო; 5. კატალიზატორიანი მილი; 6. ელექტროლუმელი; 7. წელიანი შთანთქმელი; 8. ელექტროფილტრი; 9. თერმოწყვილი; 10. პირომეტრული გაღვანომეტრი; 11. საინდუქციო კოჭა; 12. აკუმულატორი.

მილში (5) მოთავსებულია კატალიზატორი. საკონტაქტო მასა მსაღდება ვანადიუმის(V) ოქსიდისა და აზბესტის ნარევისაგან იხე, რომ ფხვიერი ოქსიდი აზბესტის ცაღკვეულ ბოჭკოებს შორის იყოს შერეული. კატალიზატორის აქტიურობის ასამაღლებლად მას ასეველებენ ვერცხლის ნიტრატის, კალციუმის ნიტრატისა და ბარიუმის ნიტრატის 0,5%-იანი ხსნარებით, გაამშრობენ და გამოწვეავენ $650-670^{\circ}\text{C}$ -ზე.

ვანადიუმის(V) ოქსიდის უქონლობის შემთხვევაში, მისი შეცვლა შეიძლება ამონიუმის ვანადატით, რომელსაც გაახურებენ $500-650^{\circ}\text{C}$ -ზე ფაიფურის ჭიქაში ან ტიგელში. ამ დროს მოსალოდნელია ვანადიუმის "დაბალი" ოქსიდების წარმოქმნა, რომელთა გადასაყვანად V_2O_5 -ში მიღებულ მასას ამუშავებენ ანოტმეფაით (12), გამოამშრობენ ფაიფურის ღამბაქსე და ხელახლა გაახურებენ $500-550^{\circ}\text{C}$ -ზე.

მეორე, ასევე კარგ კატალიზატორად ითვლება პლატინირებული აზბესტი ან კვარცი.

პლატინის კატალიზატორის მომზადებისათვის საჭიროა 0,3–1,0 გ პლატინა, რომელსაც მოათავსებენ კონუსურ კოლბაში, დაასხამენ 20–30 მლ თუქსაფს და გახსნიან მასში შემთბობით. კომპაქტური პლატინა ძნელად იხსნება და, თუ ხსნარში 6–7მლ დარჩა, ხოლო პლატინა მთლიანად არ გაიხსნა, მაშინ აუცილებელია თუქსაფის ახალი უღლუფის დამატება. მაღალდისპერსული პლატინის სუფალი ხშირად ქაფდება გახსნისას. ამ შემთხვევაში, კონუსურ კოლბაში მოათავსებულ პლატინას წინასწარ დაასხამენ 5–6 მლ წყალს, შეათბობენ და მცირე უღლუფებით დაუმატებენ თუქსაფს. პლატინის გახსნის შემდეგ ხსნარი უნდა აორთქლდეს 3–4 მლ-მდე, დაემატოს ამდენივე კონცენტრირებული მარილმუცა და ხელახლა აორთქლდეს 3–4მლ-მდე. მიღებულ პლატინაკლორწყალბადმუცას გაასაფებენ 10–15 მლ-მდე და ამ ხსნარით დაასველებენ აზბესტის ან მსხვილი კვარცის ქვიშას. ამგვარად მომზადებულ კატალიზატორს გამოაშრობენ ფაიფურის ღამბაქსე და გამოწყავენ 600–700°სე.

ვანადიუმის(V) ოქსიდის შეცვლა შეიძლება აზბესტში შერეული რკინის(III) ოქსიდით, მანგანუმის(IV) ოქსიდით ან მოლიბდენის(VI) ოქსიდით, ანდა შეიძლება დაფხენილი აგურის გამოყენებაც, რომელიც შეიცავს რკინის(III) ოქსიდს. კარგ კატალიზატორად ითვლება აგრეთვე სპილენძის(II) ოქსიდიც.

კატალიზატორით უნდა შეიყოს მთელი მილი ღრქიოების გარეშე, ოღონდ ძალიან არ უნდა დაიტკეპნოს, რათა არ გაძნელდეს აირის მოძრაობა.

0,2–0,3 გ რაოდენობის გოგირდს მოათავსებენ მილში. ღუმელის ჰერმეტიულობის შესამოწმებლად მას ჩართავენ და როცა ტემპერატურა მიაღწევს 500°C-ს, აირმზომიდან გამოუშვებენ ჟანგბადის სუსტ ნაკადს. თუ დანადგარი ჰერმეტიულია, მაშინ მიმღებში და სარეცხელებში უნდა გაიაროს ბუმტუკებმა. მშთანთქმელში ნისლის შემჩნევისას უნდა ჩაირთოს ელექტროფილტრი და გოგირდის(VI) ოქსიდი უნდა გამოიღუქნოს ჟანგბადით ან ჰაერით. ელექტროფილტრი ცდამდე საჭიროა გაირეცხოს წყლით.

გოგირდიან მილს ახურებენ სანთურით, თან ატარებენ ჟანგბადს 1–2 ბუმტულის სიჩქარით წამში. მას შემდეგ, რაც გოგირდი აინთება, სანთურას მოაცილებენ და ჟანგბადის ნაკადს

გაზრდიან. თუ რაიმე მიზეზის გამო გოგირდი ჩაქრა, მას ხელახლა აანთებენ მილის გახურებით. გოგირდის ააღების შემდეგ უნდა ჩაირთოს ფილტრი (სიგრძე 40 სმ), რომლის ნორმალური მუშაობის შემთხვევაში გოგირდმუაყური ნისლი არ უნდა გამოდიოდეს აირგამშევი მილიდან.

გოგირდის სრული დაწვისას დანადგარში უნდა გაქარდეს რამდენიმე ლიტრი ქანგბადი იმავე ტემპერატურაზე, სანამ არ შეწყდება ნისლი სარეცხელაში. გოგირდის(VI) ოქსიდის გამოძევა შესაძლებელია აგრეთვე, თუ დანადგარს შევუერთებთ ჰაერიან აირმზომს. შემდეგ ჩართავენ ელექტროლუმელს და მიმღებში არსებულ წყალს გადაასხამენ ჭიქაში, მიმღებს კი გამორეცხავენ წყალით. ამ ნარეცხს მიუმატებენ მიღებული გოგირდმუაყას ძირითად ნაწილს. ელექტროფილტრს 2-3-ჯერ ჩარეხავენ წყლით, რომელსაც ჩაუშვებენ გოგირდმუაყიან ჭიქაში. მიმღებიდან და ელექტროფილტრიდან მიღებული გოგირდმუაყას ხსნარები გადააქვთ სასომ კოლბაში, შეაყსებენ 250 მლ-მდე და 25 მლ-იანი პიპეტით ამოღებულ მუაყას ტიტრავენ ტუტის 0,1 ნ ხსნარით ფენოლფტალეინის თანაობისას.

გოგირდოვანი მუაყას რაოდენობის დასადგენად ამოიღებენ 50 მლ ხსნარს, შეამუაყებენ 5-8 მლ გოგირდმუაყით (1:4) და ტიტრავენ კალიუმის პერმანგანატის 0,1 ნ ხსნარით.

პირველი ტიტრაციის შედეგი საშუალებას იძლევა განისაზღვროს ხსნარის საერთო მუაყიანობა, ე.ი. გოგირდოვანი მუაყისა და გოგირდმუაყას რაოდენობა გოგირდმუაყაზე გადათქლით. გოგირდმუაყას წონითი რაოდენობა გრამებში შეიძლება დადგინდეს მხოლოდ გოგირდოვანი მუაყას რაოდენობის გამოთვლის შემდეგ.

მაგალითი. დაწვეს 0,3 გ გოგირდი. გოგირდის(IV) ოქსიდი უნდა იქნას მიღებული:

$$\frac{0,3 \cdot 64,06}{32,064} = 0,5994 \text{ (გ)}$$

თეორიულად გოგირდმუაყა უნდა იქნას მიღებული:

$$\frac{0,3 \cdot 98,08}{32,064} = 0,9176 \text{ (გ)}$$

პერმანგანატით ტიტრაციის შედეგად დადგინდა, რომ გამოიყო 0,08 გ გოგირდოვანი მუჟავა. ეს რაოდენობა შეესაბამება:

$$\frac{0,08 \cdot 64,06}{82,09} = 0,062 \text{ (გ) } \text{SO}_2\text{-ს.}$$

ტუტით გატიტრებისას აღმოჩნდა, რომ საერთო მუჟავიანობა გოგირდმუჟავასუ გადათვლით 0,932 გ, მაგრამ ამ დროს იტიტრებოდა გოგირდოვანი მუჟავა, რომელიც 0,08 გ-ის რაოდენობით გეკონდა, რაც ეკვივალენტურია

$$\frac{0,08 \cdot 98,08}{82,08} = 0,0956 \text{ (გ) გოგირდმუჟავისა,}$$

ამიტომ ფაქტიურად მიღებულია 0,9176 – 0,0956 = 0,829 გ გოგირდმუჟავა. აქედან გამომდინარე, გოგირდმუჟავას გამოსაყალი განისაზღვრება პრაქტიკულად მიღებული გოგირდმუჟავას რაოდენობის პროცენტული ფარდობით მის თეორიულად შესაძლებელ რაოდენობასთან

$$\frac{0,829 \cdot 100}{0,9176} = 90,3 \%$$

კონტაქტირების ხარისხი წარმოადგენს SO_3 -ად გარდაქმნილი გოგირდის(IV) ოქსიდის პროცენტულ ფარდობას მისსავე მთლიან რაოდენობასთან, რომელიც დაიხარჯა გოგირდმუჟავასა და გოგირდოვანი მუჟავის წარმოქმნასუ.

პრაქტიკულად მიღებულ იქნა 0,829 გ გოგირდმუჟავა, რომლის წარმოქმნასუ დაიხარჯა

$$\frac{0,829 \cdot 64,06}{98,08} = 0,541 \text{ (გ)}$$

საბოლოოდ გოგირდმუჟავასა და გოგირდოვანი მუჟავის წარმოქმნასუ დაიხარჯა $0,541 \text{ გ} + 0,062 \text{ გ} = 0,603 \text{ გ}$ გოგირდის(IV) ოქსიდი. აქედან კონტაქტირების ხარისხი იქნება:

$$\frac{0,541}{0,603} \cdot 100 = 89,7 \%$$

სოფჯერ გოგირდმეუავას გამოსაეალი მცირეა გოგირდის არასრული წვის გამო, მაგრამ კონტაქტირების ხარისხი ეოვ-ელთვის შაღალია და აღწევს 80-90 %-ს.

სამუშაოს შედეგების გაფორმება. ჩაიხატოს გოგირდმეუავას მისაღები დანადგარის სქემა და აღიწეროს ცდის ჩატარების მეთოდიკა. ციფრობრივი მონაცემები კი გაფორმდეს ცხრილის სახით.

აღებულის გოგირდი (გ)	მ ი ლ ე ბ უ ლ ი ა		გამოსაეალი (%)	კონტაქტირე ბის ხარისხი (%)
	გოგირდ- მუაეა (გ)	გოგირდოფანი მუაეა (გ)		

II ვარიანტი.

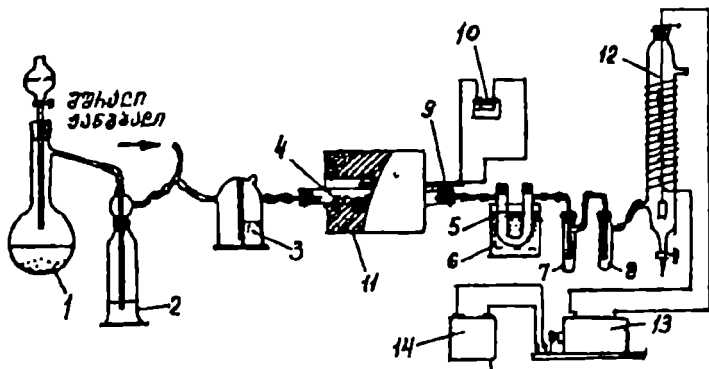
სამუშაოს მიზანი. გოგირდის(VI) ოქსიდისა და გოგირდ-მეუავას მიღება კონტაქტური მეთოდით.

მოწყობილობა და მასალები. 1. აირმსომი ან უანგბადიანი ბალონი. 2. გოგირდის(IV) ოქსიდის წყარო (კოლბა, წვეთოვანი ძაბრი, გოგირდმეუავა, სპილენძის ბურბუშეღა ან ნატრიუმის ჰიდროსულფატი). 3. დრექსელისა და ვულფის ჭურჭელი. 4. ფაიფურის ან კვარცის მიღი. 5. კატალიზატორი (უანადიუმის(V) ოქსიდი და აზბესტი). 6. U-სებრი მიღი. 7. ორი სინჯარა. 8. ტიკა გამაგრილებელი ნარევიტ ან თოვლიტ. 9. ელექტრო დუმეღი. 10. პირომეტრული გაღეუანომეტრი თერმოწყვილიტ. 11. ელექტრო-ფიღტრი. 12. საინდუქციო კოჭა. 13. აკუმულატორი.

ქვემოტ აღწერიღია გოგირდმეუავისა და გოგირდის(VI) ოქსიდის მიღების შეღარებით მარტივი ვარიანტი (სურ. 7).

აირტა ნარევი გაღადის უანადიუმის კატალიზატორით საესე ფაიფურის ან კვარცის მიღში (4). კატალიზატორის მოსამზადებღად ფსენილისებრ უანადიუმის(V) ოქსიდს შეურევენ აზბესტში. კონტაქტირების შემდეგ გოგირდის ანჰიდრიდი შეღის U-სებრ მიმღებში (5), რომელიც ჩაშეებულია გამაგრილებელ ნარეუში. გოგირდის(VI) ოქსიდის ნაწიღი გაღაიღენება სინჯარებში, რომღებშიც მოტავსებულია ბარიუმის ქლორიდის შემეუავებული

ასნარი (7) და ინდიკატორის ხსნარი (8), რაც საშუალებას
 იძლევა აღმოვაჩინოთ წყალბადის იონები.



სურ. 7. გოგირდის ანჰიდრიდისა და გოგირდმჟავას მიღება კონ-
 ტაქტური ხერხით: 1. გოგირდოვანი აირის შისაღები კოლბა; 2
 გოგირდმჟავიანი გამშრობი შეშა; 3. შექრევი - გოგირდმჟავიანი
 სარეცხელა; 4. მილი ვანადიუმის კატალიზატორით; 5. შიმღები
 გოგირდის ანჰიდრიდისათვის; 6. გაშაციებული ნარევი; 7. ბარიუმის
 ქლორიდიანი სინჯარა; 8. სინჯარა ინდიკატორით; 9. თერმოსფევილი; 10.
 პირომეტრული გაღვანომეტრი; 11. ელექტროდუმელი; 12. ელექტრო-
 ფილტრი; 13. საინდექციო კოჭა; 14. აკუმულატორი.

ცდის დაწყების წინ ჩართავენ ელექტროდუმელს და
 გაატარებენ სისტემაში ჟანგბადის მცირე რაოდენობას (-0,5ლ).
 როდესაც ღუმელის ტემპერატურა მიაღწევს 500°C-ს, სპილენძის
 ბურბუშედიან კოლბაში წაასხამენ გოგირდმჟავასა და გააცხ-
 ელდებენ მას, სანამ გოგირდის(VI) ოქსიდის ნაკადი თანაბარი არ
 გახდება. სარეცხელაში მან უნდა გაიაროს 1-2 ბუშტულის სინ-
 ქართ წამში. შემდეგში მას შეერევა ჟანგბადი, რომლის სინ-
 ქარეა 2-4 ბუშტულა წამში. ჟანგბადის გაშვების შემდეგ ჩარ-
 თავენ ელექტროფილტრს. აუცილებელია ყურადღება მიექცეს
 პირომეტრის წყენებებს, ეინაიდან ღუმელის გადახურება ამცი-
 რებს გოგირდის(VI) ოქსიდის გამოსავალს და აფუჭებს კატალი-
 'ზატორს, ხოლო გაცივება კი აგრეთვე ამცირებს პროდუქტის
 გამოსავალს.

ს-სებრ მიღში თანდათანობით გროვდება გოგირდის(VI) ოქსიდი. პირველ სინჯარაში გამოილეკება ბარიუმის სულფატი, მეორეში კი შეიცვლება ინდიკატორის ფერი. აირის ნაკადის შეწყვეტის შემდეგ გამორთავენ ღუმელს. შთანთქავენ 1-1,5 მლ გოგირდმჟავით, რის შემდეგაც მიიღება ოლეუმი.

შენიშვნა. კატალიზატორიანი მილის გახურება შეიძლება გაზის სანთურას ალით ან 2-3 სპირტქურით. შესაძლებელია, აგრეთვე მიღსე შემოვახეით ელექტროქურის სპირალი და ჩაერთოთ ელექტროქსელში.

აღწერილ ცდაში გამოყენებული ჰაერი ძალზე განსხვავებულია აზოტით და ამიტომ SO_3 ცუდად კონდენსირდება: გოგირდის(VI) ოქსიდს დიდი ნაწილი გაიყლის სინჯარას და შემდეგ ნისლის სახით მოხვდება ელექტროფილტრში. თუ საჭიროა მნიშვნელოვანი რაოდენობის გოგირდის(VI) ოქსიდის მიღება, იყენებენ ჟანგბადს.

ამ სამუშაოს ჩატარება შეიძლება რაოდენობრივად. ამისათვის კატალიზატორიანი მილს მიუერთებენ მშთანქმელებს და ელექტროფილტრს (სურ. 7). ცდის დამთავრების შემდეგ განსახლვრავენ გოგირდოვანი მჟავისა და გოგირდმჟავას რაოდენობას და ჩაატარებენ შესაბამის გაანგარიშებებს, როგორც ეს ნაჩვენებია I ვარიანტში. საწყისი გოგირდის(VI) ოქსიდის მიღება შეიძლება ნატრიუმის ან კალიუმის სულფატზე ან ჰიდროსულფატზე გოგირდმჟავას შემოქმედებით. იგი გამოითვლება აღებული მარილის რაოდენობის საფუძველზე.

სამუშაოს შედეგების გაფორმება. ჩაიხატოს გოგირდის(VI) ოქსიდს და გოგირდმჟავას მისაღები დანადგარის სქემა და აღიწეროს მისი მუშაობის პრინციპი. აღნიშნული სამუშაოს შედეგად ვარიანტშიც უნდა განისახლვროს გოგირდმჟავას გამოსავალი და კონტაქტირების ხარისხი, როგორც ეს იქნა შესრულებული პირველ ვარიანტში.

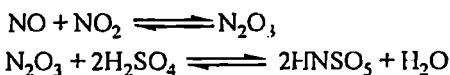
ს ა მ უ შ ა ო 4

გოგირდმჟავას მიღება ნიტროსული ხერხით

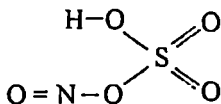
ნიტროსული ხერხით გოგირდმჟავას მისაღებად გოგირდის(VI) ოქსიდს დაჟანგვა ხორციელდება აზოტის(VI) ოქსიდით.

წინათ ეს პროცესი მიმდინარეობდა ტყვიის მოსრდილ კამერებში წყლის ორთქლის თანაობისას. აპარატურის მწარმოებლურობა საკმაოდ დაბალი იყო, რადგანაც რეაქცია მიმდინარეობდა აირად ფაზაში და კამერის მოცულობა უნდა ყოფილიყო რამდენიმე ასეული კუბური მეტრი.

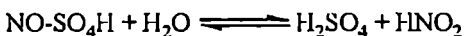
თანამედროვე კომპიუტერ მეტოდში დამუხანგველად გამოყენებულია ნიტროზა და რეაქცია ტარდება თხევად ფაზაში, რამაც მკვეთრად გასარდა აპარატურის მწარმოებლურობა. ნიტროზაში იდება გოგირდმუჟავაში აზოტის ოქსიდების გახსნით:



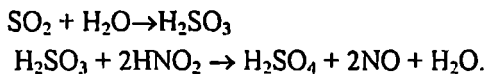
მიღებულ ნიტროზილგოგირდმუჟავას ხსნარს გოგირდმუჟავაში უწოდებენ ნიტროზას:



ხსნარში ნიტროზილგოგირდმუჟავა ღინამიკურ წონასწორობაშია აზოტოვან მუჟავასთან:



ნიტროზაში გოგირდის(IV) ოქსიდის გახსნისას აზოტოვანი მუჟავას საშუალებით გოგირდოვანი მუჟავა იჟანგება გოგირდმუჟავად:



საფიქრებელია, რომ ნიტროზილგოგირდმუჟავა მონაწილეობს აგრეთვე გოგირდის(IV) ოქსიდის დაჟანგვაში.

საპროდუქციო კომპში წარმოქმნილი აზოტის(II) ოქსიდი უბრუნდება დამუხანგველ კომპსს, სადაც ის ნაწილობრივ იჟანგება აზოტის(IV) ოქსიდად. აზოტის ოქსიდები წონასწორობაშია:



აირთა ნარევი მიემართება მშთანთქმელ კოშკებში, სადაც აზოტის(III) ოქსიდი მთანთქმება გოგირდმჟავას მიერ და წარმოიქმნება ნიტროზილგოგირდმჟავა, რომლის ხსნარი (ნიტროზა) გადაიქანება საპროდუქციო კოშკში გოგირდის(IV) ოქსიდის დასაუნგად.

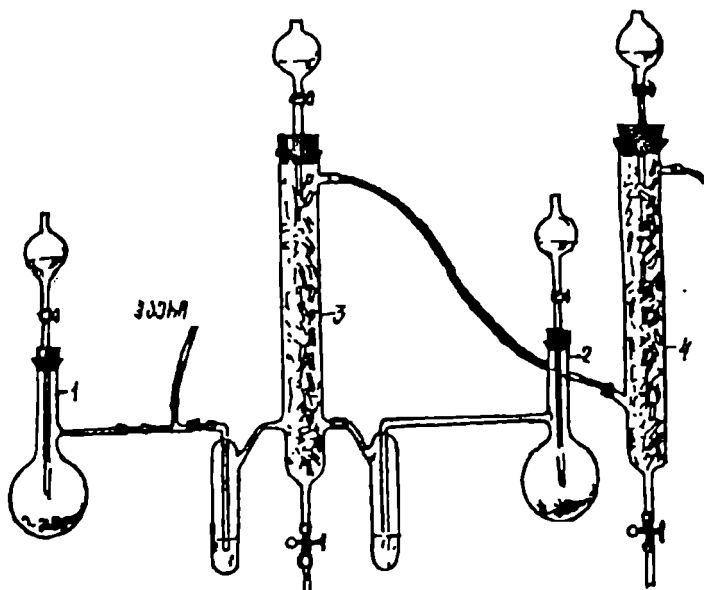
სამუშაოს მიზანი. გოგირდმჟავას მიღება ნიტროზული მეთოდით.

მოწყობილობა და მასალები: 1. დანადგარი გოგირდმჟავას მისაღებად. 2. სპილენძის ან თითბერის ბურბუშქელა, ანდა სპილენძის მანეთული. 3. კონცენტრირებული აზოტმჟავა. 4. ნატრიუმის სულფიტი ან ჰიდროსულფიტი. 5. კონცენტრირებული გოგირდმჟავა. 6. ტუტის 0,1 ნ ხსნარი. 7. 250 მლ-იანი სასომი კოლბა, 20–25 მლ-იანი პიპეტი.

სამუშაოს მსვლელობა. ნიტროზული ხერხით გოგირდმჟავას მიღება შესაძლებელია დანადგარით, რომლის სქემა მოცემულია მე-8 ნახაზზე. კოლბაში (1) წარმოებს აზოტის(IV) ოქსიდის მიღება 7–10 მლ კონცენტრირებული აზოტმჟავას სემოქმედებით სპილენძის ბურბუშქელაზე. გოგირდის(IV) ოქსიდი კი გამოიყოფა კოლბაში 20,01 გრამამდე სიზუსტით, აწონილი 3–5 გ ნატრიუმის სულფიტის ან ჰიდროსულფიტისა და ჭარბი გოგირდმჟავას (1:1) ურთიერთქმედების შედეგად. ამ უკანასკნელის რაოდენობა დაახლოებით 15–20 მლ-ია.

აირები ჯერ გაივლიან განსაყებულ გოგირდმჟავიან სარეცხელებს და შედიან რეაქტორში, რაც საპროდუქციო კოშკს წარმოადგენს. ორივე მჟავას დამატება საჭიროა მცირე ულუფებით, უმჯობესია წყურობით, რათა წარმოიქმნას ორივე აირის თანაბარი მოცულობა. აირთა მოცულობის შედარება შეიძლება სარეცხელაში გამავეალი ბუშქულების რაოდენობით. რეაქტორი ავსებულია წყლით შესვლელებული მინის მოკლე მილებით. გოგირდისა და აზოტის ოქსიდების და წყლის ურთიერთქმედებით რეაქტორში წარმოიქმნება გოგირდმჟავა.

გამოყოფილი აზოტის(II) ოქსიდი რეაქტორიდან გადადის მშთანთქმელში, რომელიც შევსებულია მინის მილაკებით, ოღონდ ისინი დასველებულია კონცენტრირებული გოგირდმჟავით.



სურ. 8. გოგირდმჟავას მიღება ნიტროზული ხერხით: 1. აზოტის(IV) ოქსიდის მისაღები კოლბა; 2. გოგირდის(IV) ოქსიდის მისაღები კოლბა; 3. რეაქტორი; 4. მშთანქმელები.

მშთანქმელებში უნდა შევიდეს NO-სა და N_2O_3 -ს ტოლი მოცულობები. რადგან რეაქტორში წარმოიქმნება აზოტის(II) ოქსიდი, ამიტომ მის დასაყენებლად საჭიროა ცდის პროცესში აირ-მზომიდან 3–5 მლ უღუფკებით შევუშეათ უანგბადი სამწვერა მილის საშუალებით. იმისათვის, რომ გოგირდის(IV) ოქსიდი დაუანგება და აზოტის ოქსიდების მშთანქმა მაქსიმალურად სრულად განხორციელდეს, აუცილებელია გახთა მიწოდება ხდებოდეს ნელ-ნელა, დაახლოებით 20–25 წთ-ს განმავლობაში. ყურადღება უნდა მიექცეს, რომ მშთანქმელიდან არ გამოდიოდეს აზოტის ოქსიდები. წინააღმდეგ შემთხვევაში უნდა შეწყდეს გახთა მიწოდება რეაქტორში, ნაცემები შესეკლდეს მცირეოდენი გოგირდმჟავით, გატარდეს ცოტახნით უანგბადი და მხოლოდ ამის შემდეგ შეიძლება გაგრძელდეს გოგირდმჟავას სინთეზი.

სიფრთხილის დაცვის მიუხედავად შესაძლებელია, რომ აზოტის ოქსიდთა ნაწილი მოხედეს ლაბორატორიის ატმოსფეროში; მითუმეტეს, თუ აირის ნაკადის დინება სწრაფია. ამიტომ მთელი დანადგარი ამწოვ კარადაში უნდა იყოს აწყობილი.

მუშაობის დროს ყურადღება უნდა მიექცეს იმასაც, რომ აზოტის ოქსიდები და გოგირდის(IV) ოქსიდი რეაქტორში შედიოდეს მცირე რაოდენობებით, დაახლოებით ორი-სამი ბუქტულა წამში. მურა შეფერილობის წარმოქმნა შეიძლება მხოლოდ რეაქტორის ქვედა ნაწილში. თუკი აზოტის(IV) ოქსიდის მურა ფერის ორთქლმა შეავსო მთელი რეაქტორი, მაშინ უნდა შეწყდეს აზოტის ოქსიდების მიწოდება და გაძლიერდეს გოგირდის(IV) ოქსიდის ნაკადი.

სამუშაოს დამთავრების შემდეგ მცირე რაოდენობით წარმოქმნილი გოგირდმჟავა უნდა ჩამოსხას ჭიქაში რეაქტორის ქვედა ნაწილიდან, ეს უკანასკნელი 3-4-ჯერ უნდა ჩაირეცხოს 10-12 მლ წყლით, ჩანარეცხი კი უნდა ჩაისხას იმავე ჭიქაში. ბოლოს გოგირდმჟავას მთელ ხსნარს გადაიტანენ საზომ კოლბაში და შეაგსებენ წყლით 200 ან 250 მლ-იან ჭლემდე. გულმოდგინე შერევის შემდეგ კი ტიტრევენ ტუტის 0,1 ნ ხსნარით.

მიღებული გოგირდმჟავის გამოსავალს გამოითვლიან ნატრიუმის სულფიტის ან ჰიდროსულფიტის აღებული რაოდენობის საფუძველზე. ამისათვის ჯერ განსაზღვრავენ მარილის აღებული წონაკიდან გამოყოფილი გოგირდის(IV) ოქსიდის რაოდენობას. მშთანთქმელში რჩება ნიტროსა, რომელსაც გადაიტანენ ჭიქაში და მშთანთქმელს ჩარეცხავენ გოგირდმჟავას მცირე რაოდენობით, რითაც დანადგარი მომზადებული იქნება შემდგომი ცდებისათვის.

სამუშაოს შედეგების გაფორმება. ჩაიხატოს დანადგარი, ჩაიწეროს სამუშაოს მიმდინარეობა და რეაქციების განტოლებები. შეივსოს ცხრილი.

აღებული ნატრიუმის სულფიტი ან ჰიდრო- სულფიტი (გ)	გოგირდმჟავას რაოდენობა		გამოსავალი (%)
	მიღებულია (გ)	უნდა მიგვეღო (გ)	

თ ა ვ ი III

მარილები და მყარი ხსნარები

მარილების დაყოფა მათი განსხვავებული ხსნადობის უნარის მიხედვით

ბუნებრივ პირობებში მარილები ჩვეულებრივ შერეულია სხვა მარილებთან. მარილები ერთმანეთს სცილდება მათი გახსნით წყალში, შემდგომი ფილტრაციითა და კრისტალიზაციით. მარილების საბოლოო გასუფთავება შესაძლებელია ე.წ. დანაწევრებული კრისტალიზაციით.

ხსნარებიდან ნივთიერებათა გამოყოფის ერთ-ერთი მეთოდია პოლითერმული კრისტალიზაცია, რაც ემყარება ტემპერატურის გავლენით მარილების განსხვავებულ ხსნადობას. თუ ტემპერატურის გაზრდით ერთ-ერთი მარილის ხსნადობა უფრო მეკეთრად იზრდება, ვიდრე მეორე მარილის ხსნადობა, მაშინ პირველი მარილის გამოყოფა შესაძლებელია მაღალ ტემპერატურაზე მომზადებული მარილთა ხსნარის გაცივებით. ამ მეთოდით ხდება კალიუმის ქლორიდის გამოცალკეება სილვინიტიდან.

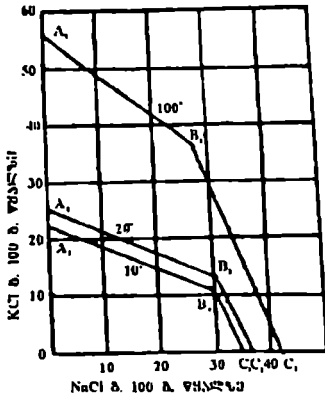
მარილის კრისტალიზაციის დროს გათვალისწინებული უნდა იყოს უამრავი სხვადასხვა ფაქტორი. კერძოდ კრისტალიზაციის სინქარე, ტემპერატურა, მინარევებისაგან მარილთა სისუფთავის ხარისხი, ხსნარების გაცივებისას გამოყოფილი სითბოს გამოყენება და სხვ.

ს ა მ უ შ ა ო 5

კალიუმის ქლორიდის გამოყოფა სილვინიტიდან და მისი ანალიზი

კალიუმის ქლორიდი მიიღება სილვინიტიდან. კალიუმის ქლორიდის დაცილება ნატრიუმის ქლორიდისაგან დაფუძნებულია მათ განსხვავებულ ხსნადობაზე. ვინაიდან ნატრიუმის ქლორიდის ხსნადობისაგან განსხვავებით კალიუმის ქლორიდის ხსნადობა მეკეთრად იზრდება ტემპერატურის გავლენით, ამიტომ კალიუმის ქლორიდის მოცილება შეიძლება ამ მარილთა ნარევის ცხელი, გაჯერებული ხსნარის გაცივებით.

სილიციტის გადაშეშების ოპტიმალური პირობების დადგენა შესაძლებელია სისტემის $\text{NaCl} - \text{KCl} - \text{H}_2\text{O}$ ხსნადობის მონაცემების მიხედვით, რომელიც მოცემულია პირველ ცხრილში და გრაფიკზე (სურ. 9).



სურ. 9. წყალში NaCl -ისა და KCl -ის ერთობლივი ხსნადობის ისოთერმები 10, 20 და 100°C -ის პირობებში.

ცხრილი 1 გვიჩვენებს მარილების (NaCl , KCl) ხსნადობას და აგრეთვე, ხსნარის შედგენილობას, რომელიც წონასწორობაშია კალიუმისა და ნატრიუმის ქლორიდების ნარევეთან.

ცხრილი 1

ტემპერატურა, ($^\circ\text{C}$)	ნალექის შედგენილობა	მარილის გ-ის რაოდ. 100გ წყალზე	
		NaCl	KCl
25	KCl	—	26,96
	NaCl	35,63	—
	$\text{NaCl} + \text{KCl}$	29,38	16,28
50	KCl	—	43,12
	NaCl	36,50	—
	$\text{NaCl} + \text{KCl}$	29,09	22,03
75	KCl	—	49,70
	NaCl	37,75	—
	$\text{NaCl} + \text{KCl}$	27,87	29,06
100	KCl	—	56,20
	NaCl	39,40	—
	$\text{NaCl} + \text{KCl}$	27,39	35,16

სამუშაოს მიზანი. სილვინიტიდან 15–20 გ კალიუმის ქლორიდის მიღება.

მოწყობილობა და მასალები. 1. ორი, 200–250 მლ-იანი ფაიფურის ან მინის ჭიქა. 2. სარკეი. 3. თერმომეტრი. 4. ცხლად გაფილტრვისათვის საჭირო ძაბრი. 5. დაქუცმაცებული სილვინიტი ან კალიუმის ქლორიდისა და ნატრიუმის ქლორიდის ეკვივალენტური რაოდენობების ხელოვნური ნარევი. 6. ტექნოქიმიური და ანალიზური სასწორები. 7. 100–150 მლ-იანი მენსურა. 8. ნატრიუმის ჰექსანიტრიტკობალტის(III) ხსნარი.

სამუშაოს მსვლელობა. სილვინიტს გახსნიან ჭიქაში, რომელსაც აქვს სარკეი* და თერმომეტრი (სურ. 10).

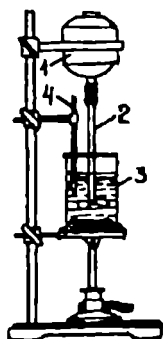
სილვინიტის გამოტუტვა ხდება თუთქით. ამისათვის ჭიქაში გამოწონიან 50 გ სილვინიტს, დაასხამენ 100 მლ წყალს, გააცხელებენ აღუღებამდე და, მინის წკირით მორევის შემდეგ, გააცივებენ.

ცივ ხსნარს დეკანტაციით მოაცილებენ წარმოქმნილ ნალექს, გადაიტანენ ჭიქაში და ჩაუმატებენ 50 გ სილვინიტს. ნარევს კარგად შეურევენ ერთმანეთს და გააცხელებენ 100°C-მდე. შემდეგ ხსნარს კვლავ მოაცილებენ ნალექს ამჯერად ცხლად გაფილტრავი ძაბრით. შეიძლება აგრეთვე ცხელი ხსნარის სწრაფი გაფილტრვა გამოტუმბვით ბიუხნურის ძაბრის საშუალებით. ფილტრაციის ჩატარება შეიძლება ჩვეულებრივი ფილტრის ქაღალდით. მიღებული მარილის ნარევს ჩააბარებენ ლაბორანტს. ხსნარს კი აცივებენ 25°C-მდე, რის შემდეგაც გამოილეკიდ კალიუმის ქლორიდს გაფილტრავენ მინის ფორიანი ფირფიტით აღჭურვილ ძაბრში ან ქაღალდის ფილტრში. ნალექს გააშრობენ და აწონიან.

პროდუქტის საანალიზოდ ანალიზურ სასწორზე აწონიან 0,1–0,2 გ მარილს, გახსნიან 10–12 მლ წყალში, შეამუყავენ 1–2 მლ ძმარმუავით და დაუმატებენ ნატრიუმის კობალტნიტრიტის ხსნარს, სანამ არ შეწყდება ყვითელი ნალექის – $K_2Na[Co(NO_2)_6] \cdot H_2O$ გამოყოფა. ნალექი უნდა გაიფილტროს ფორიანი ფირფიტისა და აზბესტის ბოჭკოების საშუალებით,

*სარკეის უქონლობის შემთხვევაში სილვინიტის გახსნა შეიძლება მინის წკირის საშუალებით.

ჩაირეცხოს ჯერ ძმარბუაგას 10%-იანი ხსნარით უფერო ფილტრატის წარმოქმნამდე, შემდეგ, კი სპირტით. ნალექს გააშრობენ 110°C-ზე და აწონვის შემდეგ გამოითვლიან აღებულ წონაკში კალიუმის ქლორიდის პროცენტულ შემცველობას. $K_2Na[Co(NO_2)_6] \cdot H_2O$ -ს მასის მიხედვით კალიუმის ქლორიდის რაოდენობის განსაზღვრის ანალიზური ფაქტორი უდრის 0,164-ს.



სურ. 10. სილვინიტის გახსნა: 1. ძრავა; 2. შემრევი; 3. ჭიქა; 4. თერმომეტრი.

გამოყოფილი კალიუმის ქლორიდის რაოდენობისა და სილვინიტის აღებული რაოდენობის მიხედვით უნდა გამოითვალოს კალიუმის ქლორიდის გამოსაყალი.

კალიუმის ქლორიდის მოცილების შემდეგ დარჩენილი ფილტრატი გამოიყენება შემდგომში სილვინიტიდან კალიუმის ქლორიდის გამოსატუტავად.

ხსნარში გადასული მარილების რაოდენობას საზღვრავენ თეორიულად წყლის გამოყენებული რაოდენობისა და მარილთა ხსნადობის საფუძველზე. კალიუმის ქლორიდის რაოდენობა კი გამოითვლება ანალიზის შედეგებისა და წარმოქმნილი ნალექის საერთო მასის მიხედვით.

სამუშაოს შედეგების გაფორმება. ცდისეული მონაცემები ფორმდება ცხრილის სახით.

აღებულია წყალი (გ)	აღებულია მარილები (გ)		ხსნარიდან გამოილექა მარილები (გ)		მარილის გამოსაყალიც (%)
	NaCl	KCl	NaCl	KCl	

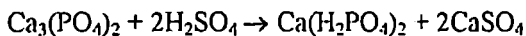
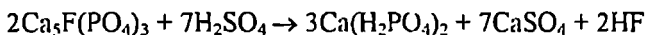
მარილების მიღება მინერალურ ნედლეულზე მუშაების მოქმედებით. ამჟამად მუშაები საკმაოდ ფართოდ გამოიყენება მინერალების დასაშლელად. ამ მიზნისათვის განსაკუთრებით ხშირად მიმართავენ გოგირდმუყავს, ვინაიდან შესაძლებელია მუშაური გახლეჩის რეაქციების ჩატარება მნიშვნელოვანი გახურებით.

საწარმოში მუშაური გახლეჩა განსაკუთრებით მიზანშეწონილია ფოსფორიანი სასუქების წარმოებაში და იშვიათ ლითონთა, კერძოდ ტიტანის, ცირკონიუმის, ლითიუმის მადნების გადამუშავების დროს. გოგირდმუყავს მოქმედებით ირღვევა მინერალთა ბუნებრივი სტრუქტურა და წარმოიქმნება გოგირდმუყავს მარილები, რომლებიც შემდგომ გამოიქუტება წყლით და გადამუშავდება ქიმიურად.

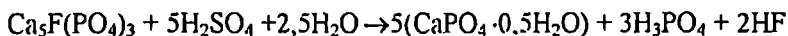
ს ა მ უ შ ა ო ნ

სუპერფოსფატის მიღება და მისი ანალიზი

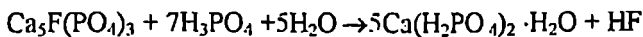
სუპერფოსფატი მიიღება აპატიტის ან ფოსფორიტის ურთიერთქმედებით გოგირდმუყავსთან:



რადგანაც ეს ურთიერთქმედება ხორციელდება თხევადსა და მყარ ნაერთებს შორის, ამიტომ რეაქცია მიმდინარეობს საკმაოდ ნელა. თავდაპირველად რეაქცია იწყება მარცვლების ზედაპირზე და მიიღება ფოსფორმუყავა და კალციუმის სულფატი, მაგალითად:



შემდეგ, ეს მასა თანდათან სქელდება, რადგან გოგირდმუყავა და ფოსფორმუყავა თანდათანობით ურთიერთქმედებენ რეაქციაში შეუსვლელ აპატიტთან ან ფოსფორიტთან:

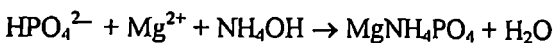


ყველა ეს რეაქცია და აგრეთვე, კრისტალიზაციის პროცესი მიმდინარეობს ძალიან ნელა. ფოსფორიტის სრული დაწვლა მიმდინარეობს 20–30 დღე-ღამის განმავლობაში და მთავრდება საწყობში. კალციუმის დიჰიდროფოსფატის $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ გარდა სუპერფოსფატი მცირე რაოდენობით შეიცავს აგრეთვე, კალციუმის ჰიდროფოსფატს $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ და თავისუფალ ფოსფორმჟავას.

გაღამუშავების ოპტიმალური პირობები – ტემპერატურა, მჟავას კონცენტრაცია და გაღამუშავების დრო – განისაზღვრება ნედლეულის შედგენილობით და მისი ფიზიკურ-ქიმიური სტრუქტურით.

სუპერფოსფატის ანალიზის დროს უნდა გამოითვალოს მასში ფოსფორის საერთო შემცველობა (P_2O_5 -ზე გადათვლით) და მცენარეების მიერ ასათვისებელი ფოსფორის რაოდენობა. ამ უკანასკნელის განსაზღვრისათვის სუპერფოსფატს ჯერ დაამუშავებენ წყლით, ხოლო შემდეგ ამონიუმის ციტრატის ამიაკური ხსნარით. წყალხსნარში გადადის თავისუფალი ფოსფორმჟავა და კალციუმის დიჰიდროფოსფატი. ამონიუმის ციტრატში კი ძირითადად იხსნება კალციუმის ჰიდროფოსფატი, რომელიც წყალში ცუდად ხსნაღია. ტენის შემცველობა განისაზღვრება 10 გ სუპერფოსფატის გამოშრობით 100–120°C-ზე სამი საათის განმავლობაში.

ხსნარიდან HPO_4^{2-} იონის დალექვა ხდება მაგნიუმის ქლორიდის ამიაკური ხსნარით:



გამოლექილი მაგნიუმ-ფოსფატი უნდა გაიფილტროს და გამოიწვას. ამ დროს იგი გადადის მაგნიუმის პიროფოსფატში. ამ უკანასკნელის მასის მიხედვით გამოიანგარიშებენ ფოსფორის რაოდენობას ფოსფორის(V) ოქსიდზე გადათვლით.

სამუშაოს მიზანი. 15–20 გ სუპერფოსფატის მიღება და ისი ანალიზის ჩატარება.

მოწყობილობა და მასალები: 1. ფოსფორიტი. 2. კონცენტრირებული გოგირდმჟავა 3. რკინის როდინი. 4. 0,2–0,3 მმ ნასყიტებიანი საცერი. 5. ტექნოქიმიური ხასწორი. 6. მინის ცილინ-

დრი. 7. არემოქტრი. 8. ფაიფურის ჯამი მინის წკირით. 9. მაგნე-
'ნიური ნარევი (იხ. ქვემოთ). 10. მარილმჟავა ($\rho = 1,9\text{ გ/სმ}^3$). 11.
პატერმანის ხსნარი (იხ. ქვემოთ). 12. ფენოლფტალეინი. 13. ამია-
კის 25%-იანი ხსნარი. 14. ამიაკის 2-3%-იანი ხსნარი. 15. ძაბრები,
ფილტრები და კოლბები.

სამუშაოს მსვლელობა. ფოსფორიტი უნდა დაიფქვას ლი-
თონის როდინში, შემდეგ დაისრისოს ფაიფურის როდინში და
გაიცრას. ტექნოქიმიურ სასწორზე აწონიან 20-25 გ ფოსფორი-
ტის ფქვილს. რეაქციისათვის იხმარება 62-64%-იანი გოგირდ-
მჟავა.

მჟავას რაოდენობა (მლ-ში), რომელიც საჭიროა აპატიტის
დასაშლელად, გამოითვლება სუპერფოსფატის წარმოქმნის რეაქ-
ციის მიხედვით, თუ ჩავთვლით, რომ ფოსფორიტის ან აპატიტის
შეღგენილობა თეორიულს შეესაბამება. ვინაიდან ფოსფორიტში
ყოველთვისაა მინარეკები, ამიტომ მჟავას 15%-ით ნაკლებს
იღებენ, ვიდრე ეს საჭიროა თეორიული გამოთვლების მიხედვით.
სამუშაოსათვის უმჯობესია გამოვიყენოთ სუფთა კალციუმის
ფოსფატი.

მჟავას ჩაასხამენ ფაიფურის ჭიქაში და გააცხელებენ
50-60°C-მდე. შემდეგ ცალკეული პორციების სახით ჩაუმატებენ
ფოსფორიტის ან აპატიტის კონცენტრატს. ნარევის მოურეკენ
მინის წკირით 3-4 წუთის განმავლობაში და ერთი საათით დაა-
ყოვნებენ საშრობ კარადაში 110-150°C-ზე, შემდეგ მას გააციყუ-
ბენ და ჩაატარებენ სუპერფოსფატის ანალიზს. აპატიტის
გამოყენების შემთხვევაში მთელი სამუშაოები მისი მჟავური
დაშლის დროს უნდა ჩატარდეს ძლიერი გაწოვით, რადგან ამ
დროს წარმოიქმნება ფტორწყალბადი.

საანალიზოდ აწონიან 2-2,5 გ სუპერფოსფატს ანალიზურ
სასწორზე და დასრესენ ფაიფურის როდინში კოშტების გაქრო-
ბამდე. როდინშივე ჩაუმატებენ 25 მლ წყალს, ნარევის დასრესენ
და დაწდომის შემდეგ გაფილტრავენ 250 მლ-იან სასიომ კოლ-
ბაში, რომელშიც წინასწარაა ჩასხმული 5-6 წვეთი მარილმჟავა,
კალციუმის მარილების ჰიდროლიზის თაყიდან ასაცილებლად.
როდინში ჩარჩენილ ნალექს კიდევ 3-ჯერ გასრესენ 20-20 მლ
წყალში და სამივეჯერ გადაიტანენ ხსნარს ფილტრზე დეკან-

ტაციით. საბოლოოდ გაუხსნელ ნარჩენს გადაიტანენ ფილტრ'ზე, წარეცხავენ წყლით, კოლბას შეავსებენ ჭდემდე და ენერგიულად შეანჯღრევენ. მიღებული ხსნარი შეიცავს წყალში ხსნად ფოსფორის(V) ოქსიდს.

უხსნადნალექიანი ფილტრი კი გადააქვთ მეორე, 250 მლ-იან სასომ კოლბაში, დაუმატებენ 100 მლ პატერმანის ხსნარს, დახუფავენ საცობით და ენერგიულად შეანჯღრევენ (ამ დროს ფილტრი იშლება ბოჭკოებად). კოლბას გააცხელებენ 60°C-მდე 15 წუთის განმავლობაში. გააცხელება უმჯობესია ჩატარდეს თერმოსტატში. შემდეგ კოლბის შიგთავსს გააცივებენ, შეავსებენ ჭდემდე დისტილირებული წყლით, გულმოდგინედ შეურევენ ერთმანეთს და მშრალი ფილტრით გაფილტრავენ მეორე კოლბაში. ფილტრატის პირველ ნაწილს გადაღვრიან. მიღებული ხსნარი შეიცავს ე.წ. ციტრატხსნად ფოსფორის(V) ოქსიდს.

ციტრატ- და წყალხსნადი ფოსფორმეჟავას საერთო რაოდენობის დასადგენად შესაბამისი ხსნარებიდან ამოიღებენ 50–50 მლ სითხეს და გადაიტანენ ერთად ჭიქაში, დაუმატებენ 25 მლ პატერმანის ხსნარს, შეურევენ ერთმანეთს და გაანეიტრალებენ ამიაკის 2–3%-იანი ხსნარით ფენოლფტალეინის თანაობისას. ფოსფატ-იონის დასალექად ხსნარს დაუმატებენ 25–38 მლ მაგნიზიურ ნარეუს, შემდეგ 10–25 მლ ამიაკის 25%-იან ხსნარსაც. ჭიქის შიგთავსს ნახევარი საათის განმავლობაში ურევენ, დააყოვნებენ 5–15 საათით. საბოლოოდ მაგნიუმ-ამონიუმის ფოსფატის გამოყოფილ ნალექს გადაფილტრავენ მჭიდრო უნაცრო ფილტრში და წარეცხავენ ამიაკის 2–3%-იანი ხსნარით. ნალექიანი ფილტრი გადააქვთ ტიგელში, გააშრობენ, დანაცრავენ, წითლად ვარვარებამდე გამოწვავენ ღუმელში და აწონიან.

ფოსფორმეჟავას შემცველობის გამოანგარიშება ფოსფორის(V) ოქსიდზე გადათვლით ხდება შემდეგი ფორმულით:

$$P_2O_5 (\%) = \frac{0,6377 \cdot 500 \cdot 100 \cdot m}{100 \cdot m_1} = 319 \cdot \frac{m}{m_1},$$

სადაც m – მაგნიუმის პიროფოსფატის მასაა გრამებში;

m_1 – სუპერფოსფატის მასა, გრამებში;

0,6377 – $Mg_2P_2O_7$ -ის P_2O_5 -ზე გადასათვლელი მამრავლი.

სამუშაოს შედეგების გაფორმება. აღიწეროს სუპერფოსფატის მიღების მეთოდი. ჩატარდეს გამოთვლები და გაფორმდეს ანალიზის შედეგები.

სუპერფოსფატის ანალიზისათვის საჭირო რეაქტივები:

მ ა გ ნ ე ზ ი უ რ ი ნ ა რ ე ვ ი მსადღება 55 გ
მაგნიუმის ქლორიდისა და 70 გ ამონიუმის ქლორიდის გახსნით
1 ლ წყალში.

პ ა ტ ე რ მ ა ნ ი ს რ ე ა ქ ტ ი ვ ი ს (ამონიუმის ციტრატ) 1 ლ ხსნარი უნდა შეიცავდეს 300 მლ ცხელ წყალში გახსნილ 173 გ გამოუფიტავ ლიმონმუავას, რომელსაც დაუმატებენ ამიაკის 12–13%-იანი ხსნარის ისეთ რაოდენობას, რაც მოგვცემს 51 გ ამიაკს. ამისათვის ამიაკის კონცენტრირებულ ხსნარს დაამატებენ ტოლი მოცულობის დისტილირებულ წყალს და სიმკვრივის მიხედვით დაადგენენ მის კონცენტრაციას. ამ კონცენტრაციის მიხედვით კი გამოთვლიან ხსნარის იმ რაოდენობას მილილიტრებში, რომელიც აუცილებელია ლიმონმუავას გასანეიტრალებლად და შეიცავს 51 გ ამიაკს.

ამიაკის ხსნარს ჩაასხამენ 1 ლიტრიან საზომ კოლბაში. მასშივე ჩაამატებენ მცირე პორციებით ლიმონმუავას ხსნარს მუდმივი მორევისა და გაცივების პირობებში. საბოლოოდ, ამონიუმის ციტრატის ხსნარს შეავსებენ წყლით ჭაღემდე და შეურყვენ ერთმანეთს.

ს ა მ უ შ ა ო 7

ამონიუმის ნიტრატის მიღება

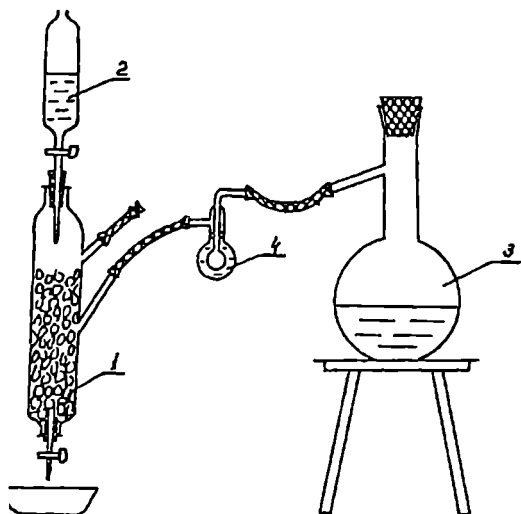
ამონიუმის ნიტრატი – ამონიუმის გვარჯილა – ძვირფასი აზოტშემცველი სასუქია, რადგან იგი შეიცავს როგორც ნიტრატულ, ასევე ამიაკურ აზოტს. მრეწველობაში მას დებულობენ ამიაკით აზოტმუავას განეიტრალების გზით. ნეიტრალიზაციის დროს გამოყოფილ სითბოს იყენებენ მიღებული ხსნარის ასაორთქლებლად. ამავე მიზნით ხმარობენ 50–60%-იან მუავას, რაც ხელს უწყობს ხსნარის გაცხელებას. გარკვეული სიძნელეა მშრალი მარილის მიღება ამ უკანასკნელის მაღალი ხსნადობის

გამო. ამონიუმის ნიტრატის დნობის ტემპერატურაზე (443 K) უფრო მაღალი ტემპერატურების გამოყენება კი არ შეიძლება, ვინაიდან მოსალოდნელია მისი დაშლა.

სამუშაოს მიზანი. ამონიუმის ნიტრატის მიღება კრისტალური სახით და მისი გამოსავლის განსაზღვრა ასოტმუჟავს მიხედვით.

მოწყობილობა და მასალები. 1. ამონიუმის ნიტრატის მიღებისათვის საჭირო დანადგარი; 2. 50–60%-იანი ასოტმუჟავა; 3. 23–25%-იანი ამიაკის ხსნარი; 4. არეომეტრები ასოტმუჟავასა და ამიაკის ხსნარების სიმკვრივის გასაზომად; 5. ფაიფურის ჯამბი, 250–500 მლ ტევადობის მქონე ცილინდრი, თერმომეტრი (450–500°C-მდე).

სამუშაოს მსვლელობა. ამონიუმის ნიტრატი მიიღება დანადგარში, რომელიც მოცემულია მე-11 სურათზე. ნეიტრალიზატორი დამზადებულია სპეციალურად ან გამოიყენება ლიბიხის მაციურის გარე კერანგი. ამიაკის სადინარი მილის ბოლო მცირედ უნდა აიღუნოს ზევით, რათა ხსნარი არ გადავიდეს მასში.



სურ. 11 ამონიუმის ნიტრატის მიღება: 1. წყობურიანი ნეიტრალიზატორი; 2. ასოტმუჟავიანი წვეთოვანი ძაბრი; 3. კოლბა ამიაკის ხსნარით; 4. სარეცხელა ნატრიუმის ან კალიუმის ტუტეხსნარით.

ამიაკის გაცხელებისას დანადგარში შეიძლება წარმოიქმნას დიდებული წნევა, რაც განპირობებული იქნება მუჟავს

უკმარისობით, ამიტომ რეაქტორის უელა ნაწილში მონტაჟდება გვერდით აირსარინი მილი, რომელზედაც მაგრდება ბუნსუნის სარქველი. იგი წარმოადგენს რეჰინის მოკლე მილს, რომელიც დახურულია ერთი მხრიდან და გააჩნია ჭრილი აირის გამოსაშვებად. რეაქტორი შეესებულება წყობურით, მაგალითად, მცირე ღიაშეტრიანი მინის მოკლე მილებით.

სამუშაოს დაწყების წინ უნდა გაიზომოს ასოტმეჟავასა და ამიაკის სიმკვრივე და შესაბამისი ცხრილის საშუალებით დადგინდეს მათი შემცველობა ხსნარებში. შემდეგ მენსურით ასომაჟენ 20–30 მლ ასოტმეჟავას და ჩაასხავენ წვეთოვან ძაბრში. გამოითვლიან აღებული ასოტმეჟავის სრული განეიტრალეზისათვის საჭირო ამიაკის თეორიულ რაოდენობას და მის სამმაგ რაოდენობას მენსურით გადაასხამენ კოლბაში, რომელშიც წვეთწვეთად უმატებენ ასოტმეჟავას. იმავე დროს აცხელებენ ამიაკის ხსნარს, რომელიც ტუტინი სარეცხელას გავლით შედის რეაქტორში. ამიაკის ღინების სინქარეს სომაჟენ სარეცხელაში გამაჟალი ბუმტულეების საშუალებით. ამონიუმის ნიტრატი წარმოიქმნება არა მარტო თხეუად ფა'საში, არამედ აირადშიც ნისლის სახით. სრული ნეიტრალიზაციისათვის რეაქტორში, განსაკუთრებით მის უელა ნაწილში, უნდა იყოს ასოტმეჟავას სიჭარბე. რეაქციის დამთაჟრების უკეთ შემნევისათვის რეაქტორში ცდის დაწყებამდე აწვეთებენ 2–3 წვეთ ფენოლფტალენს. საბოლოოდ, მიღებულ ამონიუმის ნიტრატს გადაიტანენ ფაიფურის ჯამში, რეაქტორს გამოაჟლებენ 5–8 მლ წყალს 2–3-ჯერ და ჩანარეცხს მოათაჟსებენ იმავე ჯამში. მშრალი მარილის მისაღებად ხსნარს ფაიფურის ჯამში ააორთქლებენ მოახბესტებულ ბადურაზე. ტემპერატურას სრდიან თანდათანობით და თვალყურს ადგენებენ, რათა არ დაიკარგოს მარილი გაშხეუების გამო. კრისტალიზაცია მთაჟრდება 433–435 K-ზე, რასაც აითელიან ხსნარში ჩაშეებული თერმომეტრის საშუალებით. უნდა გვახსოვდეს, რომ 442,8 K-ზე მარილი დნება და იწყება მისი დაშლა. გაციეების შემდეგ ამონიუმის ნიტრატთან ჯამს აწონიან და წონის ნამატის მიხედვით დაადგენენ პროდუქტის რაოდენობას. ამონიუმის ნიტრატის გამოსაჟალს გამოიანგარიშებენ ასოტმეჟავაზე გადათელით.

მიღებული შედეგების გაფორმება. ჩაიხატოს დანადგარი და მოკლედ აღიწეროს სამუშაოს მსვლელობა. ციფრობრივი მონაცემები გაფორმდეს ცხრილის სახით.

HNO ₃ -ის რაოდენობა			მიღებულია ამონი-	ამონიუმის ნიტრა-
(მლ)	(%)	(გ)	უმის ნიტრატი (გ)	ტის გამოსავალი (გ)

ს ა მ უ შ ა ო 8

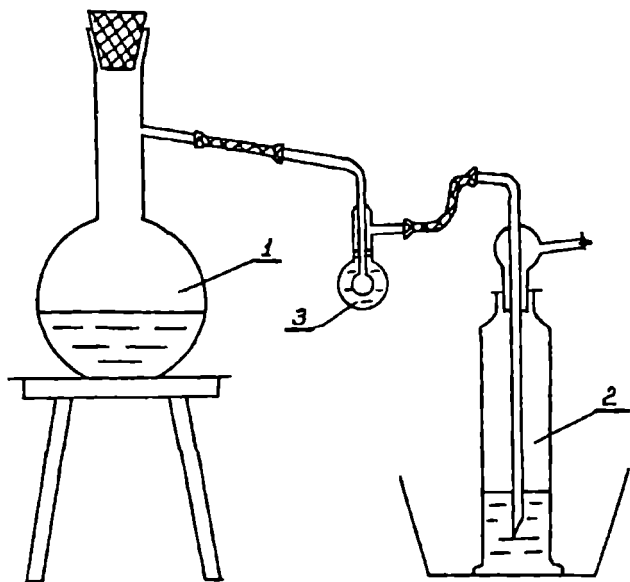
ამონიუმის სულფატის მიღება

ამონიუმის სულფატი ერთ-ერთი აზოტოვანი სასუქია, რომელიც მიიღება გოგირდმუეხას განეიტრალებით აირადი ამიაკით. ნეიტრალიზაციის შედეგად გამოყოფილი სითბო გამოიყენება ხსნარის ნაწილობრივი კონცენტრირებისათვის. გამოკრისტალე-ბული ამონიუმის სულფატი ხსნარიდან გამოიყოფა ცენტრი-ფუგირებით, ჩაირეცხება წყლით და გამოშრება დოლურ საშრო-ბებში.

მოწყობილობა და მასალები. 1. ამონიუმის სულფატის მისაღები დანადგარი; 2. გოგირდმუეხა 70–75% კონცენტრაციით; 3. ცილინდრი და აერომეტრების ნაკრები; 4. ბიუხნერის ძაბრი; 5. წყალჭაუვლური ტუმბო.

სამუშაოს მსვლელობა. სამუშაო ტარდება დანადგარში, რომელიც გამოსახულია მე-12 სურათზე. თავდაპირველად დაად-გენენ გოგირდმუეხას სიმკვრივეს და ცხრილების საშუალებით გამოითვლიან მის კონცენტრაციას. 25–30 მლ გოგირდმუეხას მენსურას საშუალებით გადაასხამენ სარეცხელაში, რომელიც სატურატორის როლს ასრულებს. ანალოგიურად დაადგენენ ამიაკის სიმკვრივეს, გამოთვლიან მის კონცენტრაციას და იმ რაოდენობას, რომელიც საჭიროა აღებული მუეხას გასანეიტრა-ლებლად. ვინაიდან გაცხელებისას ამიაკი სრულად არ გამოი-ყოფა, ამიტომ მას იღებენ სამჯერ მეტს, ვიდრე საჭიროა თეო-რიულად. ამის შემდეგ აცხელებენ ამიაკის ხსნარს. ნეიტრალი-ზაციის შედეგად გამოყოფილი სითბოს ხარჯზე ხსნარი ნაწი-ლობრივ აორთქლდება და ოროქლი გამოიდევენება ნეიტრალიზა-

ტორიდან. პროცესის დასასრულის დადგენა შესაძლებელია ამიაკის სუნით, რომელიც შეიგრძნობა ნეიტრალიზატორიდან გამომავალ ორთქლში. ინდიკატორული ქაღალდით შემოწმებულ ხსნარს უნდა გააჩნდეს ტუტე რეაქცია. გაცივების შემდეგ გამოკრისტალებული ამონიუმის სულფატი უნდა გაიფილტროს, გამოშრეს 380–390 K-ზე და აიწონოს. ფილტრზე ნალექის სრული გადატანისათვის ფილტრატით წარუცხავენ ნეიტრალიზატორის კედლებს. ფილტრის წონის ნაშატის მიხედვით გამოითვლება ამონიუმის სულფატის გამოსავალი გოგირდმუყავს მიხედვით.



ნახ. 12. ამონიუმის სულფატის მიღება. 1. კოლბა ამიაკის ხსნარით; 2. გოგირდმუყაიანი სარეცხელა; 3. სარეცხელა ნატრიუმის ან კალიუმის ტუტეხსნარით.

სამუშაოს შედეგების გაფორმება. წაიხატოს დანადგარი და მოკლედ აღიწეროს სამუშაოს მსვლელობა. ციფრობრივი მონაცემები შეიტანილ იქნეს ცხრილში.

გოგირდმჭაეას რაოდენობა			მიღებულია ამონიუმის სულფატი (გ)	ამონიუმის სულფატის გამოსავლი (%)
(მლ)	(%)	(გ)		

თ ა ვ ი IV

ლითონებისა და არალითონების მიღება

ს ა მ უ შ ა ო 9

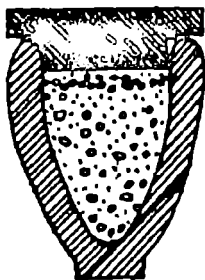
ლითონებისა და შენადნობების მიღება ოქსიდებიდან
ნახშირბადით აღდგენით

მაღალ ტემპერატურაზე ნახშირბადს გააჩნია ძლიერი აღდგენითი თვისებები. მას შეუძლია აღადგინოს ყველაზე მტკიცე ოქსიდები, მაგალითად, ალუმინის, მაგნიუმის, ტიტანის, ცირკონიუმის და სხვათა ოქსიდები. მაგრამ მიღებული ლითონებიდან ბევრი აქტიურად უერთდება ნახშირბადს და იძლევა მტკიცე კარბიდებს. კერძოდ, CaC_2 , TiC , ZrC და ა.შ. ამიტომ ნახშირბადით აღდგენა შეიძლება მხოლოდ ისეთი ლითონებისა, რომლებიც არ წარმოქმნიან კარბიდებს. პრაქტიკულად, მტკიცე ოქსიდებიდან ნახშირბადით აღადგენენ მხოლოდ მაგნიუმს, რომელიც ორთქლდება სარეაქციო სივრციდან და შემდეგ ხდება მისი ორთქლის კონდენსირება.

სამუშაოს მიზანი. ოქსიდებიდან ნახშირბადით უნდა აღდგეს ერთ-ერთი ქვემოთ ჩამოთვლილი ლითონებიდან: ტყეია, კალა, ბისმუტი, ან ამ ლითონთა შენადნობები სპილენძთან ან ერთმანეთთან.

მოწყობილობა და მასალები. 1. ფაიფურის, გრაფიტის ან შამოტის მაღალი ტიგელი მოცულობით 50–60 სმ³; 2. ელექტროდუმელი (1100°C); 3. თერმომწყვილი; 4. სატიგელე მაშა; 5. ტიგელის სადგარი (აგური და მისთანანი); 6. ხის ნახშირი; 7. ლითონის ოქსიდები: SnO_2 , PbO ან Pb_3O_4 , Bi_2O_3 , CuO ან Cu_2O ;

სამუშაოს მსვლელობა. რეაქციის ჩასატარებლად ხის ნახ-
 სირს წყრილად ფხვნიან როდინში და აცილებენ ნახშირის
 ტყერს. ნახშირს ჭარბად იღებენ, რადგან მისი გარკვეული
 აწილი იუანგება ტიგელში შეღწეული ჰაერით. ნახშირის საჭი-
 რო რაოდენობას ანგარიშობენ 5–10 გ ოქსიდების მიმართ.
 იმარტივისათვის ჩათვლიან, რომ ნახშირი მთლიანად იუანგება
 ახშირბადის(II) ოქსიდად და არ შეიცავს მინარევებს. ლითონის
 ხისაღებად იღებენ შესაბამის ოქსიდებს, ხოლო შენადნობების
 ხისაღებად კი – შესაბამისი ოქსიდების ნარევს. მაგალითად, 4 გ
 აპილენდის(II) ოქსიდსა და 1 გ კალის(IV) ოქსიდს და ა.შ.
 ზიგელის ფსკერს ფარავენ ნახშირის ფენით, შემდეგ ასავესებენ
 ოქსიდების ნარევს და სემოდან ისევ ნახშირს (სურ. 13). სულ
 სემოდან ნარევს აყრიან ნახშირის 3–4 სმ-იან სისქის ნატყეხებს,
 ზიგელს მჭიდროდ ახურავენ სახურავს და ღვამენ ელექტროდუ-
 მელში. სახურავის უქონლობის შემთხვევაში ტიგელს ახურავენ
 ახბესტის ნატყერს და სემოდან აყრიან კვარცის ქვიშას.



სურ. 13. ლითონთა მიღება ოქსიდებიდან ნახ-
 შირით აღდგენის გზით.

რეაქციას ატარებენ 1100°C -ზე 10–12 წუთის განმავლობაში.
 შემდეგ ტიგელს გამოიღებენ მაშით და გაცივების შემდეგ
 (დაღვამენ ქვიშაზე ან აგურზე) ნახშირიდან გამოაცალკეებენ
 მიღებულ ლითონს.

ნახშირის სიჭარბისას აღდგენა მიმდინარეობს პრაქტიკულად
 სრულად, თუმცა სოკიერთი დანაკარგების გამო, ნახშირიდან
 ლითონის არასრული გამოყოფის ხარჯზე, საბოლოო გამოსა-
 ვალი შორსაა 100%-დან. გამოსავლის დასადგენად ლითონს აწო-
 ნიან და აღებული ოქსიდის რაოდენობის საფუძველზე გამოთუ-
 ლიან მიღებული ლითონის მასის პროცენტულ შეფარდებას
 თეორიულთან.

ხშირად ლითონი ან შენადნობი შეეცხოება ფაიფურს და ამიტომ საჭიროა ტიგელის დამტვრევა.

სამუშაოს შედეგების გაფორმება. აღიწეროს ლითონის ან შენადნობის მიღების პროცესი და განისაზღვროს მისი გამო-საკალი პროცენტები.

ს ა მ უ შ ა ო 10

ლითონების, შენადნობების და კალციუმის კარბიდის მიღება
ელექტროთერმული მეთოდით

ელექტროთერმულ მეთოდს ამჟამად იყენებენ მრავალი შე-ნადნობის დასამზადებლად, ხოლო კალციუმისა და სილიციუმის კარბიდების მისაღებად კი იგი ერთადერთი საშუალებაა.

ელექტროთერმული მეთოდის ღირსებად ითვლება სარეაქციო ზონაში მაღალი ტემპერატურის სწრაფად მიღება, რაც აუცი-ლებელია ისეთი მტკიცე ოქსიდების აღსადგენად როგორცაა კალციუმის, ბორის, ქრომის, სილიციუმისა და სხვათა ოქსიდები.

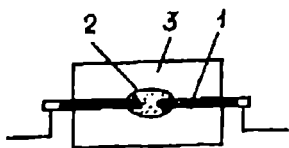
ოქსიდების აღმდგენია დაქუცმაცებული კოქსი, რომელიც ერთდროულად ასრულებს ელექტრული ღენის გამტარის როლსაც.

სამუშაოს მიზანი. ელექტროთერმული მეთოდით ერთ-ერთი ლითონის (რკინა, კობალტი, ნიკელი, კალა, სპილენძი), ან შენადნობის (ფეროქრომი, ფეროსილიციუმი, ფეროტიტანი და სხვა) ანდა კალციუმის კარბიდის მიღება.

შესაბამისი ნივთიერების მიღების შესახებ დაჟალუბას სტუდენტს აძლევს პედაგოგი.

მოწყობილობა და მასალები. 1. დანადგარი ელექტროთერ-მული აღდგენის ჩასატარებლად; 2. ცვლადი ღენის წყარო (14–15ა და 30–40 ე); 3. ლითონთა ოქსიდები (Fe_2O_3 , Fe_3O_4 , Co_3O_4 , NiO , SnO_2 , CuO , TiO_2 და სხვა.) 4. დაფხვნილი კოქსი ან ხის ნახ-შირი 0,5–1,0 მმ ზომის ნატეხებით; 5. ამპერმეტრი, ვოლტმეტრი.

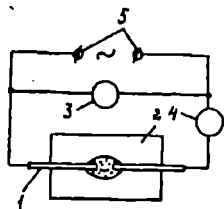
სამუშაოს მსვლელობა. ელექტროთერმული აღდგენისათვის საჭირო დანადგარს აწყობენ ორი სახის აგურისაგან (სურ. 14). ამ მიზნისათვის უკეთესია სილიკატური აგურების გამოყენება, რადგან ისინი სითბოს ცუდად ატარებენ.



სურ. 14. ღუმელი ელექტროთერმული აღდგენისათვის: 1. გრაფიტის ელექტროდები; 2. კაზმი; 3. სილიკატური აგურები.

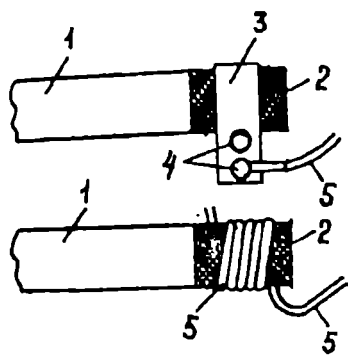
ქვედა აგურში გრაფიტის ელექტროდებისათვის ამოტეხავენ ორ ნახვრეტს (არხს). აგურების შუა ნაწილში ამოღრუტნიან კვერცხისმაგვარ ფოსოს, მასში ცდამდე ჩაყრიან მცირეოდენ მაგნიუმის ოქსიდს თხელ ფენად. რომელიც თავისებური ამონაგის როლს ასრულებს.

ელექტრული სქემა შედგება ქსელში ჩართული „ლატრის“, ვოლტმეტრისა და ამპერმეტრისაგან (სურ. 15). ამპერმეტრი და ვოლტმეტრი დამონტაჟებულია ტექსტოლიტის ან მსგავსი მასალის ფილაზე. „ლატრ“-ის შეერთება ელექტროდებთან შეიძლება სასომი ხელსაწყოების გარეშეც. ოღონდ ამ შემთხვევაში წინასწარი ცდებით დაადგენენ, თუ როგორი უნდა იყოს სახელურის მდგომარეობა, რომ გატარდეს პროცესისათვის აუცილებელი დენი.



სურ.15. ელექტრული სქემა ოქსიდების ელექტროთერმული აღდგენისათვის: 1. გრაფიტის ელექტროდები; 2. სილიკატური აგურები; 3. ვოლტმეტრი; 4. ამპერმეტრი; 5. დენის წყარო.

დიდი მნიშვნელობა აქვს ელექტროდებზე მავთულების დამაგრებას. მათ ბოლოებს წინასწარ მოასპილენძებენ ელექტროლიტურად, სპილენძის აჯასპში მათი ჩაშვებით. შემდეგ ელექტროდზე წამოაცვამენ სპილენძის ან თითბერის ქუროს დენგამტარი მავთულის დასამაგრებლად (სურ. 16) დამაგრების ადგილს შემოახვევენ აზბესტის სონარს ან, უკიდურეს შემთხვევაში, აზბესტის ფურცელს თხევად მინასთან ერთად.



სურ.16. დენგამტარი სადენების დაზაგ-
რება ელექტროდებზე: 1. გრაფიტის
ელექტროდი; 2. სპილენძის საფარი; 3.
სპილენძის ქურო; 4. მომჭერები (ჭანჭი-
კები). 5. სპილენძის ამძრავი.

შესაძლებელია აგრეთვე ელექტროდის ბოლოზე დაკახვიოთ სპილენძის რბილი მყისური და დასამაგრებლად სუდ მივარჩი-
ლოთ.

ტექნოქიმიურ სასწორზე აწონიან 8-10 გ შესაბამის ოქსიდს, ხოლო ლითონთა შენადნობის მისაღებად - ოქსიდთა ნარევეს და გამოთვლიან კოქსის ან ნახშირის საჭირო რაოდენობას. აღმდგენის წონაკის დადგენისას დაუშვებენ, რომ მისი უანგვა მიმდინარეობს ნახშირბადის(II) ოქსიდამდე. თანაც აღმდგენს იღებენ მცირეოდენი სიჭარბით (5%-მდე). რეაქციის ჩასატარებლად ელექტროდის წვეროებს თითქმის შეხებამდე მიუახლოებენ ერთმანეთს და შპატელით ჩაყრიან სარეაქციო ნარევეს. მარცხენა ელექტროდი გადაწეული უნდა იყოს ოდნავ მარცხენ. შემდეგ „ლატრ“-ის სახელურის მოტრიალებით ჩართავენ დენს ისე, რომ ძაბვამ მიაღწიოს დაახლოებით 40 ვ-ს და მიუახლოებენ მარჯვენა ელექტროდს მარცხენას ელექტრული რკალის წარმოქმნამდე. 1-1,5 წამის შემდეგ ამ ელექტროდს გასწევენ 2-2,5 სმ-ით. ამ დროს ხდება აღდგენა და რეაქციის პროდუქტების გადნობა. მთელი პროცესის ხანგრძლივობა 1-1,5 წუთია. ბოლოს ელექტრულ დენს გამორთავენ და გაცივების შემდეგ მიღებულ ლითონს, შენადნობს ან კალციუმის კარბიდს გამოაცალკეებენ წილისაგან ლითონის ფილაზე ჩაქუჩის ფრთხილი დაკაკუნებით.

სამუშაოს შედეგების გაფორმება. ჩაიწეროს სამუშაოს მსგეღეღობა და შეივსოს ცხრილი.

აღებულის (გ)	მიღებულია	თეორიულად	პრაქტიკული
ოქსიდები, ნახშირი ან კოქსი	ლითონი ან შენადნობი (გ)	უნდა მიღ- ბულიყო (გ)	გამოსავალი (%)

ს ა მ უ შ ა ო 11

„სოციერთი ლითონის ოქსიდის აღებენა „მდულარე ფენაში“

„მდულარე ფენაში“ რეაქციის ჩატარების იდეა ეკუთვნოდა ჯერ კიდევ დ. მენდელეევის.

ამ მეთოდის არსი მდგომარეობას შემდეგში: მორეაგირე აირი ან სითხე გაივლის წვრილად დაფხვნილი მყარი ნივთიერების ფენაში, რომელიც დაყრილია სპეციალური რეაქტორის ცხაურაზე. ამ უკანასკნელის ნახვრეტების დიამეტრი უფრო მცირეა, ვიდრე ნივთიერების მარცვლებისა. აირი, რომელიც მიემართება ქვემოდან ზემოთ ძლიერი ჭავლით, ერთმანეთში შეურევს მარცვლებს. ისინი ჰაერში შეწონილ მდგომარეობაში რჩებიან და მდულარე სითხის მთაბეჭდილებას ქმნიან. ინტენსიური შერევის შედეგად აირსა და მყარ ნივთიერებას შორის შეხების ფართი იზრდება, რითაც იზრდება აპარატურის მწარმოებლობა.

მდულარე ფენაში რეაქციის მსვლელობა განაპირობებს აგრეთვე პროცესის უწყვეტობას. რეაქტორში განუწყვეტლივ შედის სარეაქციო ნარევი და გამოედინება რეაქციის პროდუქტები. სამუშაოს დასახული რეჟიმის დროს აუცილებელია გარკვეული, მუდმივი თბური და მატერიალური ბალანსების დაცვა. მას აღწევენ: 1. ნაწილაკების ზომით, რაც განსაზღვრული დაფქვის ხარისხსეა დამოკიდებული; 2. რეაქტორში ნაწილაკების მიწოდების განსაზღვრული სიჩქარით; 3. რეაქტორში აირის ან სითხის მიწოდების განსაზღვრული სიჩქარით; 4. სითბოს არინების მუდმივი სიჩქარით, თუ რეაქცია ეგზოთერმულია; 5. რეაქციის პროდუქტების არინების სიჩქარის რეგულირებით.

აირის ან სითხის გატარებისას მდუღარე ფენის სიმაღლე იზრდება და დამოკიდებულია ფენის ჰიდრავლიკურ წინაღობაზე და აირის ფაქტიურ სინქარესე.

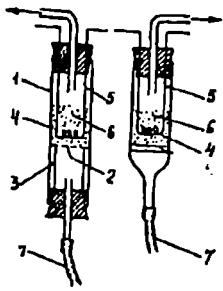
უძრავ ფენაში ოქსიდების აღდგენისას ლითონები, განსაკუთრებით სპილენძი, ხშირად მიიღება შემცხვარ მდგომარეობაში, ღრუბლის სახით და არ გამოდგება ფხვნილის მეტალურგიის მეთოდით ნაკეთობების დასამზადებლად. ამიტომაც მიზანშეწონილი მათი მიღება მბრუნავ ღუმელებში ან "მდუღარე ფენაში".

სამუშაოს მიზანი. სპილენძის(II) ოქსიდის აღდგენა "მდუღარე ფენაში".

I ვარიანტი

მოწყობილობა და მასალები: 1. "მდუღარე ფენაში" ოქსიდების აღსადგენი დანადგარი. 2. წყალბადის წყარო (კიპის აპარატი, წყალბადიანი ბალონი) ან კონვერტირებული ბუნებრივი აირი. 3. გაცრილი სპილენძის(II), რკინის ან კობალტის ოქსიდების ფხვნილი.

სამუშაოს მსვლელობა. სამუშაო სრულდება ლაბორატორიულ დანადგარში (სურ.17), რომლის ძირითადი ნაწილია 10-12 მმ დიამეტრისა და 120-150 მმ სიგრძის კვარცის მილი (1). უკიდურეს შემთხვევაში შეიძლება ძნელდნობადი მინის მილის გამოყენებაც. მილის შუა ნაწილში მოთავსებულია ფოლადის ან უკიდურეს შემთხვევაში, თითბერის უწერილენახერეტიებიანი ბადურა (2). მისი დამაგრების რამდენიმე ხერხი არსებობს. პირველი მათგანის მიხედვით მილს შუა ნაწილში დააწვრილებენ, რაზედაც დაეყრდნობა ბადურა. მეორე შემთხვევაში, ამ მილში შეაყურებენ მეორე, უფრო მცირე დიამეტრიან მილს (3), რომელიც ბადურის საყრდენია. შეიძლება აგრეთვე მილის ქვედა ნაწილში ფოლადის სპირალის (ზამბარის) დამაგრებაც, მას კი სემოდან დაედება ბადურა. ოქსიდის ფხვნილის გასახურებლად მილში შეყვანილია ჩვეულებრივი ელექტროქურის ნიქრომის მავთული (4), რომელიც სპილენძის მიმყვანებით შეერთებულია დამწვევ ტრანსფორმატორთან ან „ლატრ“-თან.



სურ. 17. "მღულარე ფენაში" ოქსიდების აღსადგენი დანადგარი: 1. კვარცის შილი; 2. ბადე; 3. ბადის დამჭერი შილი; 4. ნიქრომის მავთული; 5. სპილენძის დექამპტარი სადენები; 6. ოქსიდის ფხენილი; 7. რეზინის შილი.

რეაქტორში 15–20 მმ სისქის ფენად ჩაყრიან გაცრილ სპილენძის(II) ოქსიდს, რომელიც არ უნდა ჩამოცვივდეს ბადურიდან. შემდეგ ჰაერის გამოსაძევებლად ხელსაწყოში გაატარებენ 1–1,5 ლ წყალბადს ან კონვერტირებულ აირს და ჩართავენ დენს დამწვევი ტრანსფორმატორიდან ას „ლატრ“-იდან (5–6კ). დენის ძალა ისე უნდა იყოს დარეგულირებული, რომ ნიქრომის გამთბობის ქვედა ნაწილი გახურდეს 650–700°C-მდე (ღია-წითელი ვარყარება). აღმდგენი აირის გატარება უნდა გაგრძელდეს მანამ, სანამ სპილენძის(II) ოქსიდის შავი ფერი არ შეიცვლება ვარდისფერით, რომელიც დამახასიათებელია სპილენძისათვის. უნდა აღინიშნოს, რომ ვარდისფერია აგრეთვე სპილენძის(I) ოქსიდიც, ამიტომ ვარდისფერის წარმოქმნიდან 2–3 წუთის განმავლობაში კიდევ უნდა ვატაროთ აღმდგენი.

აირ-აღმდგენის სუსტი ჭავლის შემთხვევაში შეიმჩნევა ოქსიდის ნაწილაკების მხოლოდ მცირე ურთიერთგადაადგილება. ძლიერი ჭავლის მისაღებად საჭიროა შეძლებისდაგვარად დიდი ტევადობის ახლადდატენილი კიპის აპარატი. მხოლოდ ამ შემთხვევაში იქმნება მღულარე ფენის შთაბეჭდილება. აუცილებელია აგრეთვე საკმაოდ წერილმარცვლოვანი სპილენძის(II) ოქსიდი, რომელსაც წინასწარ ამზადებენ საკმაოდ რაოდენობით და ინახავენ ცალკე ქილაში.

სპილენძის(II) ოქსიდის წყალბადით აღდგენა სწრაფად მიმდინარეობს უკვე 350–400°C-ზე. რკინის, კობალტის და ნიკელის ოქსიდებისა კი უფრო მაღალ ტემპერატურაზე – 500–550 °C-ის პირობებში. მათი გამოყენება სამუშაოში შედარებით მოუხერხებელია, ვინაიდან ოქსიდისა და ლითონის ფხენილის შეფერი-

ლობა უმნიშვნელოდ განსხვავდება ერთმანეთისაგან და ალდგენის რეაქციის დამთავრების დადგენა უფრო ძნელია.

ალდგენის აპარატს შეიძლება სახე შეეუცვალოს, თუ მას გარედან შემოვახვევთ ნიქრომის მათუქს და გაუშკოთ აზბესტის იზოლაციას. ასეთი აპარატი გარეგანი გათბობის აპარატია.

თუ აღმდგენად გამოყენებულია კონკრეტირებული აირი, მაშინ სამუშაო უნდა ჩატარდეს გამწოვ კარადაში, ეინიდან აირი შეიძლება შეიცავდეს ნახშირბადის(II) ოქსიდის გარკვეულ რაოდენობას.

მუშაობის წინ აუცილებელია დანადგარის მოწესრიგება: განსახლებული ზომების სპილენძის(II) ოქსიდის ფხვნილის გამოყენება, გათბობის მუდმივი ტემპერატურის შერწყვა (მუდმივი, დადგენილი ძაბვა), აღმდგენის ჭაყლის სინქარისა და რეაქციის ჩატარების ხანგრძლივობის დადგენა.

აღწერილი დანადგარის საშუალებით შეიძლება აგრეთვე დაბალი უანგვის ხარისხის მქონე ლითონის ოქსიდის მიღებაც, მაგალითად, მანგანუმის(II) ოქსიდისა. ამისათვის საწყის ნივთიერებად იყენებენ მანგანუმის(IV) ოქსიდის ფხვნილს. სამუშაოს მსვლელობა ზემოთ აღწერილი მეთოდის ანალოგიურია. რეაქციის დამთავრების შესახებ მსჯელობენ ფერის ცვლილებით – მანგანუმის(II) ოქსიდი მომწვანო-რუხი ფერისაა. აღდგენა მიმდინარეობს ადვილად – უკვე 500–550 °C-ზე.

სამუშაოს შედეგების გაფორმება. ჩაიხატოს „მდულარე ფენაში“ ლითონების მისაღები დანადგარი. აღინიშნოს „მდულარე ფენაში“ რეაქციების ჩატარების უპირატესობა და ნაკლიც.

II ვარიანტი.

I ვარიანტის მიხედვით მუშაობისას, თუ არ იქნა აირ-აღმდგენის საკმარისი სინქარე, მდულარე ფენის შექმნა არ მოხერხდება, სპილენძის(II) ოქსიდის მნიშვნელოვანი კუთრი სიმკვრივის გამო. ამიტომ საჭირო ხდება სპილენძის(II) ოქსიდის დაფენა დაქუცმაცებულ სილიკატულზე ან ბოჭკოვან აზბესტზე მცირედ დისპერგირებული ფხვნილის სახით. აღდგენის შედეგად მიღებული სპილენძი თხელ, კარდისფერ ფენად გადაეკვრება სარჩულს.

სამუშაოს მიზანი. ფხენილისებრ სარჩულზე – აზბესტზე ან სილიკატულზე დაფენილი სპილენძის(II) ოქსიდის აღდგენა.

მოწყობილობა და მასალები: 1. „მდულარე ფენაში“ ოქსიდების აღსადგენი დანადგარი. 2. წყალბადის წყარო (კიპის აპარატი, წყალბადიანი ბალონი, კონვერტირებული ბუნებრივი აირი). 3. ფხენილისებრი სილიკატული ან აზბესტი ზედ დაფენილი სპილენძის(II) ოქსიდით.

სამუშაოს მსვლელობა. სილიკატულის ან აზბესტის დასაფხენელად მათ გასრესენ როდინში, გაცრიან და გამოაცალკევენ 0,5-0,2 მმ ზომების მქონე ფრაქციას. აღსადგენ აპარატში შეამოწმებენ თუ როგორ შეკადდება „მდულარე ფენაში“ შერწყული ნაწილაკები. აირის გატარებისას სარჩულის ფენის სიმაღლემ მოცულობაში უნდა მოიმატოს 1,5-2-ჯერ, მაგრამ ნაწილაკების წატაცებას აღგილი არ უნდა ჰქონდეს.

სპილენძის(II) ოქსიდის დასაფენად სარჩულის ფხენილს (სილიკატული, აზბესტი) შეასველებენ სპილენძის(II) ნიტრატის 5-7%-იანი ხსნარით, გააფარებენ 500 °C-ზე სილიკატულის ან აზბესტის ზედაპირზე შავ-რუხი ფერის წარმოქმნამდე. შემდეგ ფხენილს ხელახლა გაცრიან და ჩაყრიან რეაქტორში 5-6სმ-მდე. გაატარებენ რა აღმდგენის მცირე რაოდენობას ჰაერის გამოსაძევებლად, ჩართავენ გათბობას და გაატარებენ აღმდგენს. გათბობას გამორთავენ სარჩულზე სპილენძის ვარდისფერი ნაფიფქის წარმოქმნის შემდეგ. აღმდგენის ნაკადის შეწყვეტა შეიძლება მხოლოდ რეაქციის პროდუქტის გაციეების შემდეგ.

სამუშაოს შედეგების გაფორმება. ჩაისატოს დანადგარი და აღიწეროს ოქსიდების „მდულარე ფენაში“ აღდგენის პროცესი.

ს ა მ ე შ ა ო 12.

ლითონებისა და არალითონების მიღება ელექტროლიტური მეთოდით

ხსნარებისა და ნაღობების ელექტროლიზის იყენებენ ნიუთონურებებისა და მრავალგვარი დამცავი და დეკორატიული საფრების მისაღებად. ბევრ შემთხვევაში იგი ერთადერთი მეთოდია სოციურთი ლითონის, მაგალითად, ალუმინის, ნატრიუმის, კა-

ლიუმის, ნიობიუმის, ტანტალისა და სხვათა გამოსაყოფად მათივე ნაერთებიდან.

ელექტროლიზის საშუალებით შესაძლებელია: 1. ლითონის ან არალითონის მიღება სუფთა სახით; 2. ლითონის ან არალითონის გამოყოფა რაშული ქიმიური შედგენილობის ნივთიერებათა ნარევიდან; 3. ლითონების მიღება ფხვნილის, ქერცლების და სხვა სახით.

ფარადეის პირველი კანონის თანახმად, ელექტროდებზე გამოყოფილი ნივთიერების რაოდენობა პირდაპირპროპორციულია ელექტროლიტში გამავალი ელექტრობის რაოდენობისა, ანუ პროპორციულია ელექტრული დენის ძალისა და გატარების დროისა.

ფარადეის მეორე კანონის თანახმად კი ელექტრობის ერთი-დაიგივე რაოდენობა ელექტროდებზე გამოყოფს ნივთიერებათა ეკვივალენტურ მასებს. ამასთანავე 96 500 კულ ანუ 26,8 ამპ.სთ ელექტრობა გვაძლევს 1 გ-ეკვ ნივთიერებას.

ნივთიერებათა რაოდენობას, რომელიც გამოიყოფა ელექტროლიტში 1 ამპ.სთ ელექტრობის გატარებისას, ამ ნივთიერების ელექტროქიმიური ეკვივალენტის დასადგენად საჭიროა ნივთიერების 1 გრამეკვივალენტის რაოდენობა გაეყოს 26,8 ამპ.სთ-ზე. ზოგიერთი ნივთიერების ელექტროქიმიური ეკვივალენტების მნიშვნელობები მოყვანილია მე-2 ცხრილში.

თუ ცნობილია დენის ძალა, ელექტროლიტში ელექტრობის გავლის დრო და ელექტროქიმიური ეკვივალენტები, შეიძლება გამოვითვალოთ ელექტროდებზე გამოყოფილი ნივთიერებების მასა. თუმცა, პრაქტიკულად, ელექტროლიზის დროს ნივთიერებები შედარებით ნაკლები რაოდენობით გამოიყოფა, ვინაიდან ელექტრული დენის ნაწილი იხარჯება თანაურ ელექტროქიმიურ პროცესებზე.

ნივთიერება	ელექტროქიმიური საკვივალენტი (გ)	ნივთიერება	ელექტროქიმიური საკვივალენტი (გ)
წყალბადი	0,0376	რკინა	1,0419
უანგბადი	0,2985	ნიკელი	1,9477
ქლორი	1,3230	სპილენძი	1,1354
მწვავე ნატრი	1,4925	ვერცხლი	2,0127
ნატრიუმი	0,8581	ალუმინი	0,3354

ელექტროდებზე ნივთიერების გამოყოფა შესაძლებელია მხოლოდ პოტენციალთა გარკვეული სხვაობისას, რასაც დაშლის ძაბვას უწოდებენ. იგი შედგება ანოდური და კათოდური პოტენციალისაგან და აგრეთვე, ელექტროლიტის წინაღობისაგან. ანოდური პოტენციალი ეწოდება პოტენციალთა სხვაობას ანოდსა და ხსნარს შორის. კათოდური პოტენციალთა სხვაობა კათოდსა და ხსნარს შორის. დაშლის ძაბვა პრაქტიკულად ყოველთვის აჭარბებს თეორიულს. ამ სიჭარბეს გადაძაბვა ეწოდება. ეს უკანასკნელი დამოკიდებულია ელექტროლიზის ჩატარების კონკრეტულ პირობებზე, განსაკუთრებით ელექტროდების მასალაზე, აგრეთვე, დენის სიმკვრივეზე, ელექტროლიტის ბუნებაზე და ელექტროლიზის ხანგრძლივობაზე. გადაძაბვა მცირდება დენის სიმკვრივის შემცირებით, ელექტროლიტის ტემპერატურის გადიდებით და მქრქალ ზედაპირიანი ელექტროდების გამოყენებით.

ელექტროლიზის სამრეწველო მასშტაბით გამოყენებისას წარმოების ეკონომიურობისათვის დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ნივთიერების გამოსაყალს დენის მიხედვით და ელექტროენერჯის ხარჯს. გამოსავალი დენის მიხედვით ეწოდება გამოყოფილი ნივთიერების პროცენტულ შეფარდებას მის ისეთ რაოდენობასთან, რომელიც უნდა გამოყოფილიყო უარადკის კანონების თანახმად. გამოსავალი ენერჯიის მიხედვით ეწოდება მოცემული პროცენტისათვის თეორიულად საჭირო ელექტროენერჯის

რაოდენობის პროცენტულ შეფარდებას იმ რაოდენობასთან, რომელიც ნამდვილად დაიხარჯა ელექტროლიზის დროს.

ელექტროლიზის ჩატარების დროს ცდილობენ შექმნან ისეთი ოპტიმალური პირობები, რომლის დროსაც მაქსიმალურად გაიზრდება გამოსავალი ღენისა და ენერჯიის მიხედვით. ამისათვის ამცირებენ აბაზანისა და საღენების წინაღობებს, რაც იწვევს გამოყენებული ღენის ძაბვის შემცირებას. სხვადასხვა კონკრეტული შემთხვევებისათვის ეს ოპტიმალური პირობები სხვადასხვაა. აბაზანაზე ძაბვის შესამცირებლად საჭიროა შეძლებისდაგვარად მივუახლოვოთ ერთმანეთს ელექტროდები. თუმცა მათი სომაზე მეტად დაახლოება აძნელებს ანოლური და კათოდური პროდუქტების დაცალკევებას.

მრეწველობაში ანოლურ და კათოდურ სიერცეებს ერთმანეთისაგან მიჯნავენ ფორიანი აზბესტის ან ცემენტის დიაფრაგმით.

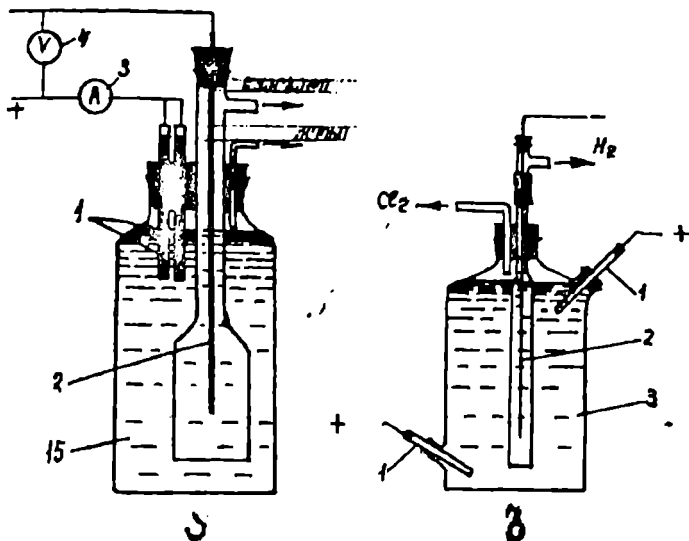
ლაბორატორიულ პირობებში შედარებით მოსახერხებელია ზარის ტიპის ელექტროლიზერის აგება, რომელშიც კათოდური და ანოლური სიერცეები არ არიან გამოყოფილი ერთმანეთისაგან, ამის გამო რეაქციის პროდუქტების მნიშვნელოვანი ნაწილი შედის ერთმანეთთან რეაქციაში.

სამუშაოს მიზანი. მივიღოთ ქლორი და წყალბადი ზარის ტიპის ელექტროლიზერში და გამოვიყენოთ ისინი სინთეზური მარილმუყვასა და ქლორიანი კირის მისაღებად.

ელექტროლიზერის მოწყობილობა, მასალები და სამუშაოს მსვლელობა. 1. ელექტროლიზერი ნატრიუმის ქლორიდის ხსნარით; 2. მუდმივი ღენის წყარო 25–30 ვ-სა და 10–15 ა-ზე (აკუმულატორთა ბატარეა ან BCA-5, BAK-12, BAK-13 ტიპის გამმართველები); 3. ამპერმეტრი და ვოლტმეტრი; 4. ჩამქრალი კირი; 5. კალიუმბრომიდის ხსნარი; 6. სახამებლის ხსნარი; 7. რეზინისა და მინის მილები;

ელექტროლიზერი მზადდება 12–15 ლიტრიანი მინის ბოცისაგან, ან გაზომეტრისაგან (სურ.18). ბოცის ან გაზომეტრის ზედა ნახევარში ჩამაგრებულია მინის ფართო მილი (ზარი). ამ მილში გაყრილია რკინის ან ნიკელის მსხვილი (2–4მმ) მავთული, რომელიც ასრულებს კათოდის მოვალეობას მავთულის ქვედა ბოლო ზარის ფსკერიდან დაცილებული უნდა იყოს 4–6

სმ-ით მაინც, წინააღმდეგ შემთხვევაში წყალბადი მოხვდება ანოდურ სივრცეში და გააჭუჭყიანებს ქლორს.



სურ.18. ა. ქლორისა და წყალბადის მიღება ზარის ტიპის ელექტროლიზერში: 1. გრაფიტის ანოდი; 2. რკინის ან ნიკელის კათოდი; 3. ამპერმეტრი; 4. ეოლტმეტრი; 5. ნატრიუმის ქლორიდის ხსნარი;

ბ. ქლორისა და წყალბადი მიღება ზარის ტიპის ელექტროლიზერში: 1. გრაფიტის ანოდი; 2. რკინის ან ნიკელის მათულისაგან დაშლადებული კათოდი; 3. ნატრიუმის ქლორიდის ნაჯერი ხსნარი.

ნახშირის ანოდი ჩაიჭედება საცობში ან გასომეტრის გვერდითა ნახვრეტში. ელექტროლებზე დენის მისაყვანად იყენებენ სპილენძის ქუროს; უკიდურეს შემთხვევაში, შეიძლება სპილენძის მათულის მჭიდროდ დახვევა ნახშირის ღეროზე.

აღსანიშნავია, რომ დიდი წინააღობის გამო ნახშირი შედარებით სუსტ დენს ატარებს. ნახშირის ელექტროდის განივკვეთსა და ელექტროდენის მაქსიმალურ დასაშვებ ძალას შორის არსებობს გარკვეული თანაფარდობა. BF-2 გამმართველის გამოყენებისას, რომელიც იძლევა 6 ა დენის ძალას, ნახშირის ელექტრო-

დის განივკვეთი უნდა იყოს არანაკლებ 7–8 მმ-სა. ელექტროლი-
ს'ხერ'სე მიწოდებული უფრო დიდი ღენის ძალა გადაახურებს
ელექტროდს. თუ ელექტროლი'ხერის კვება ხორციელდება BCA-5
გამმართველით, რომელიც იძლევა 12 ა-მდე ღენს, მაშინ საჭი-
როა აღნიშნული განივკვეთის სამი ელექტროდი ან ერთი 2 სმ-
იანი დიამეტრის ელექტროდი. ცხადია, ამ შემთხვევაში ელექ-
ტროლი'ხერის საცობი უნდა იყოს იმდენად ფართო, რომ შეი-
ძლებოდეს ანოდების განლაგება. საერთოდ კი უმჯობესია რამ-
დენიმე წერილი ღეროს გამოყენება, ვიდრე ერთი მსხვილი
ღეროსი.

თუ ანოდად გამოყენებულია ერთი ღერო, მაშინ მნიშვნელო-
ვანი ღენის ძალის შემთხვევაში ეს გამოიწვევს ელექტროდის
მახლობელი სივრცის სწრაფ გაღარიბებას ქლორიდ-იონებით.
ამის გამო კი მიღებული ქლორი ძლიერ გაჭუჭყიანებული იქნება
უანგბადით.

ელექტროლი'ხერის მოცულობა დამოკიდებულია მიწოდე-
ბული ღენის ძალის სიდიდე'სე. თუ მოცულობა მცირეა, ხოლო
ღენის ძალა კი დიდი, მაშინ ელექტროლიტი სწრაფად ცხელდე-
ბა. პრაქტიკაში, როცა ელექტროლი'ხერის საკვებად იყენებენ
ა-იან გამმართველს BF-2, ელექტროლი'ხერის მინიმალური
მოცულობა უნდა იყოს 4–5 ლ. BCA-5 გამმართველის (12ა) გამო-
ყენების დროს კი – არანაკლებ 10–15ლ-სა.

გამზადებულ ელექტროლი'ხერ'სე მუშაობა შედარებით ადვი-
ლია. მას მივაწოდებთ საჭირო ძალის ღენს და უკვე რამდენიმე
წუთში აირსარინი მიღებიდან დაიწყება ქლორისა და წყალ-
ბადის ღენა. 26,8 ამპ.სთ იძლევა 0,5 მოლ ქლორს, ანუ 11,2ლ-ს
ნორმალურ პირობებში; 1ა ღენის ძალა ერთი წუთის განმავლო-
ბაში გამოყოფს 6,9მლ ქლორს.

ქლორი და წყალბადი გამოიყენება მარილმუყაეას მისაღებად,
ქლორისაგან, დამატებით, შეიძლება დამსაღდეს ქლორიანი
კირი.

ქლორიანი კირის მისაღებად ქლორს ატარებენ ქლორკალ-
ციუმთან მიღში, რომელიც ავსებულია ჩამქრალი კირით:



რეაქციის ჩასატარებლად აწონიან 2-3 გ ჩამქრალ კირს და გამოთვლიან ქლორიტების ხანგრძლივობას. ამისათვის ჯერ რეაქციის განტოლებიდან გამოიანგარიშებენ ჩამქრალ კირთან რეაქციისათვის საჭირო ქლორის რაოდენობას, შემდეგ დაადგენენ რა რაოდენობის ქლორი გამოიყოფა დროის ერთეულში, როცა ელექტროლიზურში გაატარებენ მუდმივ დენს. (დენის ძალას განსაზღვრავენ ამპერმეტრის ჩვენების მიხედვით).

მიღებულ ქლორიან კირს შეამოწმებენ აქტიური ქლორის არსებობაზე. ამისათვის ცოტაოდენ კირს ჩაყრიან კალიუმის იოდიდის ხსნარში და დაუმატებენ სახამებლის ხსნარს.

სამუშაოს შედეგების გაფორმება. ჩაიხატოს ელექტროლიზური და აღიწეროს მუშაობის პროცესი. ელექტრული დენის ძალის მიხედვით გამოითვალოს 2-3 გ ჩამქრალი კირის ქლორიტებისათვის საჭირო დრო.

ს ა მ უ შ ა ო 13

წყალბადის მიღება მწვავე ნატრის ხსნარის ელექტროლიზით

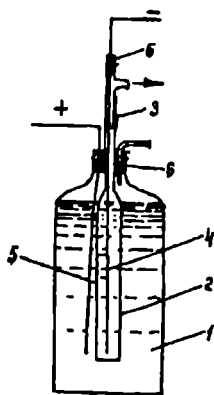
სუფთა წყალბადის თანაბარი ჭავლის მიღება ლაბორატორიულად შედარებით მოსახერხებელია ელექტროლიზური მეთოდით. საფუძვლიანად დამზადებული ელექტროლიზორის მუშაობის ხანგრძლივობა რამდენიმე წლით განისაზღვრება.

ელექტროლიზური მეთოდით მიღებულ წყალბადთან შედარებით თუთიაზე მჟავის ზემოქმედებით გამოყოფილი წყალბადი უფრო გაჭუჭყიანებულია და საჭიროებს გულმოდგინე გასუფთავებას.

ელექტროლიზურის მოწყობილობა და სამუშაოს მსვლელობა. ელექტროლიზით მიღებული წყალბადის რაოდენობა განისაზღვრება დახარჯული დენის ძალით. როგორც აღნიშნული იყო 26,8 ამპ/სთ იძლევა 1 გრამეკვივალენტ წყალბადს, ანუ 1 გ ან 11,2 ლ-ს (ნორმალურ პირობებში). ამგვარად, ასეთი რაოდენობის წყალბადის მიღება შეიძლება, თუ ერთი საათის განმავლობაში გაუატარებთ 26,8 ა დენს, ანდა ორი საათის განმავლობაში - 13,4 ა დენს და ა.შ.

ლაბორატორიული ელექტროლიზერები შედარებით მცირე სომისაა. მათ მაღალი წინააღობა აქვთ და გადახურების საშიშროების გამო არ შეიძლება დიდი ძაღის მქონე დენების გატარება. ცდისუელი მონაცემებით, 15–18 ლ ტუვადობის ჭურჭლისაგან დამზადებულ ელექტროლიზერში დიდი ხნით შეიძლება გატარდეს მხოლოდ 12–15 ა დენი. ასეთი ელექტროლიზერი ნაჩვენებია მე-19 სურათზე. ელექტროლიტად გამოყენებულია ტუტის კონცენტრირებული ხსნარი. რაც უფრო მცირეა ხსნარის კონცენტრაცია, მით მეტი იქნება ელექტროლიტის წინააღობა და მით მეტი სითბო გამოიყოფა ელექტროლიზის დროს.

ანოდური და კათოდური სივრცეები ელექტროლიზორში გაყოფილია მინის ზარხუფით. ელექტროდები მსაღდება 3–4 მმ დიამეტრის მქონე რკინის მავთულისაგან. სპილენძის დენმიძევათი გამტარები მირნილული უნდა იყოს ელექტროდებზე. ხსნარში ელექტროდების ჩაშვების სიღრმე განსაზღვრავს ელექტროლიზერის წინააღობას და გარკვეულწილად, განაპირობებს გამოყოფილი წყალბადის სისუფთავესაც. თუ ელექტროდი მცირე სიღრმეზეა ჩაშვებული ელექტროლიტში, ამ უკანასკნელის წინააღობა იზრდება და ელექტროლიზერის მუშაობის დროს გამოყოფილ სითბოც იმატებს. დიდი სიღრმეების შემთხვევაში, აღვილდება წყალბადის მოხვედრა ანოდურ სივრცეში და ჟანგბადისა – კათოდურ სივრცეში. რეაქციის პროდუქტების ურთიერთშერევა გამოწვეულია მათი მცირე ხსნადობით ელექტროლიტში.



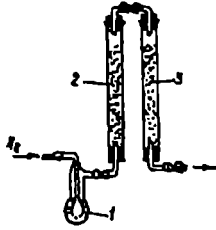
სურ. 19. წყალბადის მიღება ტუტის ელექტროლიზით: 1. ტუტის ხსნარი; 2. მინის ზარხუფი (ან ფართო მილი) წყალბადის შესაკრებად; 3. მინის ზარხუფისა და სამკაპას შემაერთებელი რეზინის მილი; 4. კათოდი; 5. ანოდი; 6. რეზინის საცობი.

ელექტროდები 4-5 სმ-ით უნდა იყოს დაცილებული ხარხუ-ვის ქვედა დონიდან.

ელექტროლიზურის კვება მოსახერხებელია განხორციელდეს დაბკის მარეგულირებელიანი გამმართველით, რომლითაც შეიძლება დაბკის რეგულირება. ელექტროლიზურის გამმართველთან მიერთებისას დენის ძალისა და დაბკის რეგულატორი ისე უნდა იყოს დაყენებული, რომ BCA-5 ტიპის სელენის გამმართველის გამოყენების შემთხვევაში დენის ძალა აღწევს 12 ა-ს, ხოლო გა-სოტრონული გამმართველის გამოყენების შემთხვევაში - 6 ა-ს. დაბკა კი ელექტროდებზე, ჩვეულებრივ, 20-30 ვ უნდა იყოს. ელექტროლიზურის კვება შესაძლებელია აგრეთვე, 20-30 ვ-იანი აკუმულატორთა ბატარეას საშუალებითაც, ოღონდ წრედში უნდა ნაირთოს აგრეთვე დაბალმური რეოსტატი.

ახალაწყობილი ელექტროლიზური უნდა შემოწმდეს ჰერმეტიკულობაზე. ამისათვის აირგამომეყან მიღს, რომლითაც გამო-დის წყალბადი, 5-6 სმ-ით ჩაძირავენ წყალში და ჩართავენ ელექტროლიზურს, გაუშვებენ რა 5-10 ა დენის ძალას. რამდენიმე წუთის შემდეგ აირგამომეყანი მილიდან უნდა დაიწყოს დინება წყალბადის ბუშტულებმა. თუ წყალბადი არ გამოიყო, ეს მიუთითებს კათოდურ სივრცეში ან აირგამომეყან სისტემაში ჰერმეტიკულობის დარღვევაზე. შემდეგ ამოწმებენ ანოდური სივრცის ჰერმეტიკულობას.

მიღებული წყალბადი გარკვეული რაოდენობით შეიცავს წყლის ორთქლსა და ჟანგბადს. წყალბადს გაატარებენ ჯერ ტუტის ხსნარიან სარეცხელაში (ამ უკანასკნელის დანიშნულებაა თკალი ვადვენოთ წყალბადის ბუშტუკებს), შემდეგ უწყლო კალციუმის ქლორიდიან მილში გასაშრობად, და ბოლოს, მწყაე კალიუმით აესებულ მილებში (სურ. 20). საუკეთესო გამშრობად ფოსფორის ანჰიდრიდი ითვლება, თუმცა აღწერილი სამუშაოების დიდი უმრავლესობისათვის სრულიად საკმარისია მყარი ტუტით გაშრობაც. სოგიერთი სპეციალური სამუშაოებისათვის, სადაც უესუფთა წყალბადია აუცილებელი, მას ატარებენ მაგნიუმის ბურბუმელით საესე ფაიფურის ან კვარცის მილში. მიღს ახურებენ 550-600°C-მდე, და მაგნიუმისადმი ჟანგბადის დიდი მისწრაფების გამო, ჟანგბადი და წყალიც პრაქტიკულად მთლიანად რჩება მილში.

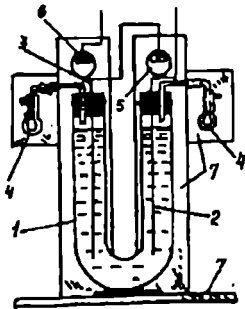


სურ.20. წყალბადის გაშრობა: 1. ტუტის ხსნარიანი სარეცხეულა; 2. კალციუმის ქლორიდიანი სვეტი; 3. სვეტი მყარი ტუტით.

იმ მიზნით, რომ საშრობმა სვეტმა იმუშაოს რამდენიმე თვის განმავლობაში, იგი უნდა იყოს 1/2 მ-მდე სიგრძის და 3-4 სმ დიამეტრის.

ახლად დამზადებული, ან დიდხანს გამოუყენებელი ელექტროლიზური მუშაობის წინ უნდა ჩაირთოს 3-4 საათით, რათა გამოიდვენოს ჰაერი კათოდური სივრციდან და საშრობი სისტემიდან, შემდეგ კი შემოწმდეს სისუფთავეზე წყალბადი, ამ უკანასკნელის დაწვით სინჯარაში.

აღწერილ ელექტროლიზერს შეუძლია შეუფერხებელი მუშაობა 1-2 წლის განმავლობაში. ხანგრძლივი მუშაობის შემდეგ აბაზანის ანოდურ სივრცეში ელექტროლიტმა შეიძლება მიიღოს იისფერი, ხსნარში ნატრიუმის (ან კალიუმის) ფერატების წარმოქმნის გამო.



სურ. 21 წყალბადის მიღება ტუტის ელექტროლიზით: 1. U-სებრი მილი ტუტის ხსნარით; 2. კათოდი; 3. ანოდი; 4. ტუტის ხსნარიანი სარეცხეულა; 5. ვოლტმეტრი; 6. ამპერმეტრი; 7. ხის ქვესადგომი.

ელექტროლიზერებზე მუშაობის პროცესში აუცილებელია უსაფრთხოების შემდეგი წესების დაცვა: 1. არ შეიცვალოს დენის მიმართულება; 2. წყალბადის გაწმენდის სისტემაში არ დაიშეება ჰაერის შეპარვა; 3. სამუშაოს დაწყებამდე შემოწმდეს

წყალბადის სისუფთავე; 4. ყურადღება მიექცეს საშრობი სისტემის გამართულებას.

თ ა ვ ი V

ბუნებრივი წყლის ანალიზი და მისი დარბილება იონმიმოცვლის ან კირ-სოფის მეთოდით

ბუნებრივი წყლის შედგენილობაში ყოველთვისაა სხვადასხვა მინარევი – მარილები და აირები, შეწონილ მდგომარეობაში არსებული მექანიკური მინარევები, ზოგჯერ ორგანული ნივთიერებებიც და ა.შ.

წყალში არსებული მარილები იწვევენ წყლის სახისტეს. კალციუმის და მაგნიუმის ჰიდროკარბონატები განაპირობებენ კარბონატულ სიხისტეს. წყლის გაცხელებისას გახსნილი ჰიდროკარბონატები იშლება და კარბონატული სიხისტე ძლიერ მცირდება. კარბონატული სიხისტის სრული მოცილება არ ხერხდება, ვინაიდან კალციუმისა და განსაკუთრებით მაგნიუმის კარბონატი წყალში მცირედ ხსნადია.

ტერმინის „კარბონატული სიხისტის“ გარდა არსებობს აგრეთვე ცნება აცილებადი ანუ დროებითი სიხისტე; ეს ის სიხისტეა რომლისაღ მცირდება წყლის სიხისტე 10 წუთიანი დუდილის შედეგად. სიხისტე, რომელიც რჩება წყლის დუდილის შემდეგ, მუდმივი სიხისტეა.

კალციუმისა და მაგნიუმის სულფატები და ქლორიდები განაპირობებენ წყლის არაკარბონატულ სიხისტეს. კარბონატული და არაკარბონატული სიხისტე ჯამში წარმოადგენს საერთო სიხისტეს. ამ უკანასკნელს გამოსახავენ კალციუმისა და მაგნიუმის იონების მილიგრამ-ეკვივალენტების ჯამით, რომელსაც შეიცავს 1 ლ წყალი. სიხისტის 1 მგ/ეკვივალენტი შეესაბამება 20,04 მგ/ლ Ca^{+2} ან 12,16 მგ/ლ Mg^{+2} .

სიხისტის მიხედვით განარჩევენ ძალზე რბილ, რბილ, საშუალოდ ხისტ, საკმაოდ ხისტ, ხისტ და ძალზე ხისტ წყალს.

რბილი წყალი შეიცავს 1,5-3,0 Ca²⁺-ის მგ/ეკვივალენტს, ხოლო ხისტი წყალი კი - 6,5-11,0 მგ/ ეკვივალენტს.

წყლის სიხისტე განისაზღვრება ანალიზურად.

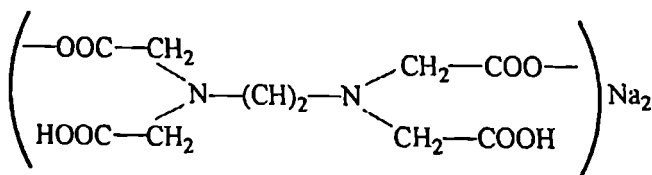
სიხისტის მოცილება შეიძლება იონიტების საშუალებით ან კირ-სოდის მეთოდით (იხ. ქვემოთ, სამუშაო 14). სხვა მეთოდები უფრო შეზღუდულად გამოიყენება.

ს ა მ უ შ ა ო 14

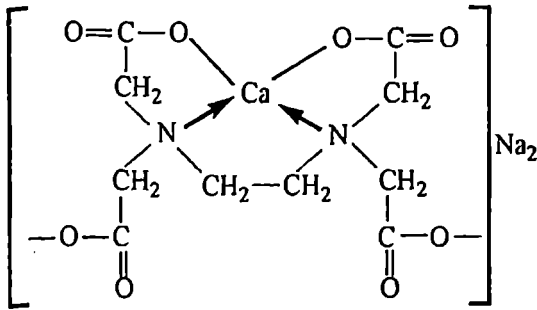
წყლის სიხისტის განსაზღვრა

სიხისტის განსაზღვრის თანამედროვე მეთოდად ითვლება წყლის ტიტრვა ტრილონ-ბ-ს ხსნარით სპეციალური ინდიკატორების - ქრომოგენების, კერძოდ მუყაური მუქ-ლურჯი ქრომის ან მუყაური ქრომ-შაეის თანხლებით. ტიტრაცია ხორციელდება ამიაკურ არეში, როცა ხსნარის pH არის 9-10-ის ფარგლებში.

მაგნიუმის ან სხვა ლითონის იონებთან ქრომოგენები წარმოქმნიან იისფურ-წითლად შეფერილ კომპლექსურ ნაერთებს. ტრილონით ტიტრვის დროს წყალში არსებული Ca²⁺-ისა და Mg²⁺-ის იონები, აგრეთვე Cu²⁺, Zn²⁺, Mn²⁺, Cd²⁺, Ni²⁺, Al³⁺, Fe²⁺, Fe³⁺-ის იონები რეაგირებენ მასთან და წარმოქმნიან მცირედ-დისოცირებულ ნაერთებს. ტიტრაციის ბოლოს კალციუმის, მაგნიუმის და სხვათა იონები ქრომოგენთან კომპლექსური ნაერთიდან გადადიან ტრილონში და ხსნარი შეიღებება ღურჯ-იისფრად თვით საღებარის ფერად, რაც ტიტრვის დასასრულის მაუწყებელია.



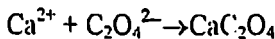
ტრილონ-ბ



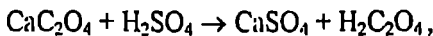
კალციუმის კომპლექსი ტრილონ-ბ-სთან.

Fe^{3+} -ის განსაზღვრისათვის ინდიკატორად იყენებენ ამონიუმის როდანიდს, რომელიც Fe^{3+} -თან იძლევა აღუბლისფერ-წითელ შეფერვას. Cu^{2+} და Ca^{2+} განსაზღვრის დროს ინდიკატორია ამონიუმის პურპურატი, რომელსაც ხშირად მურეკსიდსაც უწოდებენ. ყოველი იონის განსაზღვრისათვის აუცილებელია ხსნარის ისეთი pH-ის შერჩევა, რომლის დროსაც ტრილონ-ბ საძიებელ იონთან იძლევა უფრო მდგრად ნაერთს, ვიდრე ინდიკატორი. მაგალითად, წყლის სიხისტე, ანუ კალციუმისა და მაგნიუმის იონები განისაზღვრება მაშინ, როცა სარეაქციო არის pH მეტია 9-ზე, რკინისა, როცა $pH \approx 1-2$ -ია, კალციუმისა (ინდიკატორ მურეკსიდის თანხლებით) როდესაც $pH=12$ -ს.

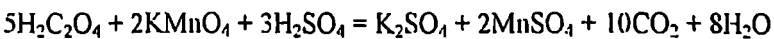
კალციუმის იონების შემცველობა განისაზღვრება ოქსალატური მეთოდითაც. კალციუმის იონი ილექება უხსნადი კალციუმის ოქსალატის სახით:



შემდეგ კალციუმის ოქსალატიდან მიიღებენ მუაუნმუავას:

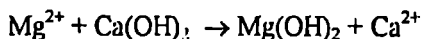


რომელსაც ტიტრავენ კალიუმის პერმანგანატით:



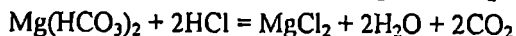
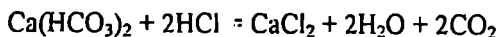
კალციუმის რაოდენობას ანგარიშობენ დახარჯული კალიუმის პერმანგანატის მოცულობით.

მაგნიუმის იონების შემცველობას გამოთვლიან მოცულობით—ანალიზური ან კოლორიმეტრული მეთოდით. მოცულობით—ანალიზური მეთოდი მდგომარეობს მარილმჟავით გატიტრების შედეგად კარბონატებისა და ჰიდროკარბონატების ქლორიდებად გადაყვანაში. წარმოქმნილი ნახშირბადის(IV) ოქსიდი სცილდება ხსნარის დუღილით. მაგნიუმის იონის დალექვა მიმდინარეობს კალციუმის ჰიდროქსიდის ჭარბი ხსნარით:



მაგნიუმის ჰიდროქსიდს გაფილტრვით იცილებენ, ხოლო დარჩენილ კალციუმის ჰიდროქსიდს გატიტრავენ მარილმჟავას 0,16 ხსნარით. ამგვარად, საერთო სიხისტის დადგენა შეიძლება როგორც წყლის გატიტრვით ტრილონ-ბ ხსნარით, აგრეთვე კალციუმისა და მაგნიუმის იონების შემცველობის განსაზღვრით ხსნარში. საერთო სიხისტის გამოსაანგარიშებლად მგ/ლ-ში გამოსახულ მაგნიუმისა და კალციუმის იონების კონცენტრაციას გადათვლიან მგ.ეკვ/ლ-ით გამოსახულ კონცენტრაციებში, შემდეგ ანგარიშობენ საერთო სიხისტეს.

კარბონატულ სიხისტეს საზღვრავენ წყლის მარილმჟავით გატიტრვით:



არაკარბონატულ სიხისტეს პოულობენ საერთო და კარბონატული სიხისტეების სხვაობით.

წყალში ნახშირბადის(IV) ოქსიდის რაოდენობის განსაზღვრა შესაძლებელია ტურტით გატიტრების გზით ფენოლფტალეინის თანაობისას, სანამ არ მიიღწევა ეტალონური ხსნარის შეფერილობა.

წყლის სინჯი უნდა შეეფერებოდეს მის ჭეშმარიტ შედგენილობას, ამიტომ სინჯის აღებისას წყალსადენიდან გამოუშვებენ წყალს 10–15 წუთის განმავლობაში, შემდეგ, როცა ჭურჭელი აივსება, წყალს კიდევ არ დაკეტავენ რამდენიმე ხანს.

მდინარეებსა და ნაკადულებში სინჯს იღებენ 0,75 მ-ის სიღრმეზე რამდენიმე ადგილას, მდინარის შუაშიც და ნაპირზეც. ცალკეულ სინჯებს შეურევენ. წყლის ანალიზი უნდა ჩატარდეს სინჯის აღებისთანავე, ან, უკიდურეს შემთხვევაში, რამდენიმე საათის შემდეგ, თუ დაცული იქნება შენახვის შესაბამისი პირობები.

სამუშაოს მიზანი. წყლის საერთო კარბონატული და არაკარბონატული სიხისტის დადგენა.

კალიუმის, მაგნიუმის იონებისა და ნახშირბადის(IV) ოქსიდის რაოდენობის განსაზღვრა.

მოწყობილობა და მასალები: 1. ბიურეტები, 100 მლ-იანი პიპეტები ან საზომი ცილინდრები, 250 და 500 მლ-იანი კოლბები, 200–250 მლ-იანი ჭიქები, 200 მლ-იანი საზომი კოლბები, ფილტრები. 2. წყლის აბაზანა. 3. მარილმჟავა (1:3). 4. ამონიუმის ქლორიდის 10%-იანი ხსნარი. 5. ამონიუმის ოქსალატი, რომლის 1ლ შეიცავს 50 გ მარილს. 6. კალიუმის პერმანგანატის 0,05 ნ ხსნარი. 7. გოგირდმჟავა (10 მლ კონც. H_2SO_4 1ლ წყალში) 8. მარილმჟავის 0,1 ნ ხსნარი. 9. ნატრიუმის ტუტის 0,1ნ ხსნარი. 10. მეთილნარინჯის 0,1%-იანი ხსნარი. 11. ფენოლფტალეინის 1%-იანი ხსნარი. 12. სპაციალური რეაქტივები: ტრილონ-ბ-ს ხსნარი, მჟაუური მუქ-ლურჯი ქრომის ხსნარი, ამიაკური ნარევი, კალციუმის ოქსალატის ხსნარი, ეტალონური ხსნარი. ამ რეაქტივების მომზადების მეთოდიკა მოყვანილია სამუშაოს ბოლოს.

სამუშაოს მსვლელობა. +2 უანგვის ხარისხის მქონე ლითონთა იონების განსაზღვრა. თავდაპირველად ამოწმებენ წყლის მჟავიანობას, რადგან ტრილონ-ბ-სთან კალციუმის კომპლექსური ნაერთი მჟავა გარემოში არამდგრადია. ამისათვის სინჯარაში ჩასხმულ წყლის სინჯს უმატებენ 3–4 წვეთ მეთილნარინჯის ხსნარს. თუ ხსნარი შეიღება ყვითლად, შეიძლება სიხისტის ტრილონმეტრული განსაზღვრის ჩატარება. წინააღმდეგ შემთხვევაში საჭირო ხდება წყლის განეიტრალება ტუტის განსავებული ხსნარით (მაგალითად 0,1 ნ) მეთილნარინჯის თანაობისას. ამ მიზნით 200–300 მლ წყალს უმატებენ 2–3 წვეთ ტუტეს და შერევის შემდეგ სინჯარაში იღებენ წყლის სინჯს და 3–4 წვეთი მეთილნარინჯის დამატების შემდეგ ტიტრავენ ტუ-

ტით, სანამ მეთილნარინჯის ფერი არ შეიცვლება ყვითლად. ამის შემდეგ ხდება წყლის სიხისტის განსაზღვრა.

250 მლ-იან კონუსურ კოლბაში ჩაასხამენ 100 მლ წყალს, 5 მლ ამიაკური ბუფერის ხსნარს, ინდიკატორ ქრომოგენის 10 წვეთს და გატიტრებენ წვეთ-წვეთობით, ტრილონ-ბ-ს 0,1 ნ ხსნარით, სანამ იისფერ-წითელი შეფერილობა არ შეიცვლება ღურჯ-იისფერი შეფერილობით.

წყლის სიხისტე გამოითვლება შემდეგი ფორმულით (მგ.ეკვ/ლ-ში):

$$S = \frac{V \cdot K \cdot n}{V_1} \cdot 1000$$

სადაც V - გატიტრებაზე დასარჯული ტრილონ-ბ ხსნარის მოცულობაა, მლ-ში; n - ტრილონ-ბ ხსნარის ნორმალობა; V_1 - გატიტრისათვის აღებული წყლის მოცულობა, მლ-ში; K - ტრილონ-ბ ხსნარის ნორმალობის შესაბამისი შესწორების კოეფიციენტი.

თუ, მაგალითად, ხსნარის ნორმალობაა 0,1 და შენახვის დროს მისი კონცენტრაცია შეიცვალა, მაშინ შესწორების კოეფიციენტის დასაღგენად ხსნარის ჭეშმარიტი კონცენტრაცია უნდა გავყოთ 0,1-ზე. 0,1 ნორმალობის ტრილონ-ბ ხსნარის გამოყენება რეკომენდებულია წყლის მნიშვნელოვანი სიხისტის დროს, მაგალითად 20 მგ.ეკვ/ლ-ის შემთხვევაში. თუ სიხისტეა 0,5-დან 20 მგ.ეკვ/ლ-მდე, გამოვიყენოთ 0,05 ნ ხსნარი, და ბოლოს თუ სიხისტე 0,5 მგ.ეკვ/ლ-ზე ნაკლებია, მიზანშეწონილია 0,01 ნ ხსნარის გამოყენება.

კალციუმის იონის განსაზღვრა. 100 მლ საანალიზო წყალს დაუმატებენ მარილმყავას ხსნარს (1:9) ლაკმუსით შემოწმებულ მუაეა რეაქტივამდე. აღუღებამდე მიყვანილ ხსნარს შემდგომ პიკტით დაუმატებენ 10 მლ ამონიუმის ქლორიდის 10%-იან ხსნარს და განუწყვეტელი შერევისას 15 მლ ამონიუმის ოქსალატის ხსნარს. 15 წუთის შემდეგ კი ჩააწვეთებენ 3-4 წვეთ ამიაკის ხსნარს შეასაბამისი სუსტი სუნის მიღებამდე. ხსნარს წარმოქმნილ ნალექთან ერთად დადგამენ მღულარე აბაზანასე

ორი საათით*. საბოლოოდ ხსნარს გაფილტრავენ. ჭიქის კვლევებსუ დარჩენილ და ფილტრის ქაღალდსუ გადატანილ ნალექს წარეცხავენ კალციუმის ოქსალატის ხსნარით. წარეცხვის სისრულეს შეამოწმებენ ვერცხლის ნიტრატის 5%-იანი ხსნარით. წარეცხილ ნალექს ფილტრზევე გახსნიან გოგირდმუავით, ამისათვის საკმარისია 10–12 მლ მუაყა და მიღებულ ფილტრატს შეაგროვებენ იმავე ჭიქაში, რომელშიც ადრე მოხდა დაღვქვა. ფილტრატს გააცხელებენ ადულებამდე და გატიტრავენ კალიუმის პერმანგანატის ხსნარით ვარდისფერი შეფერილობის მიღებამდე. შემდეგ ფილტრს ჩააგდებენ იმავე ჭიქაში, შეანჯღრევენ და თუ ვარდისფერი გაქრა, ხელახლა გატიტრავენ კალიუმის პერმანგანატით.

კალციუმის იონების კონცენტრაციას, გამოსახულს მილიგრამებით ლიტრში, გამოთვლიან შემდეგი ფორმულით:

$$C_{Ca^{2+}} = \frac{V \cdot 1000 \cdot 100}{100} \cdot T_{KMnO_4} / \frac{Ca^{2+}}$$

სადაც T_{KMnO_4}/Ca^{2+} კალიუმის პერმანგანატის ტიტრია, გამოსახული კალციუმის იონებით. ამ ტიტრის გამოთვლისას ითვალისწინებენ, რომ რეაქციის განტოლების თანახმად კალიუმის პერმანგანატის 2 მოლი შეესაბამება კალციუმის 5 მოლს; V—კალიუმის პერმანგანატის ხსნარის მოცულობა მილილიტრებში, რომელიც დაიხარჯა გატიტრვასუ.

მაგნიუმის იონის განსაზღვრა. 250 მლ-იანი კონუსურ კოლბაში პიპეტით ჩაასხამენ 100 მლ საანალიზო წყალს და დაუმატებენ რა 3 წვეთ მეთილნარინჯს, გატიტრავენ მარილმუაყას 0,1 ნ ხსნარით ნარინჯისფერ შეფერილობამდე. პარალელურად ტიტრავენ 100 მლ დისტილირებულ წყალს ასეთივე შეფერილობამდე.

კოლბებს გააცხელებენ ხსნარების ადულებამდე და ხსნარებს გადაიტანენ 200 მლ-იან სასომ კოლბებში, დაუმატებენ 50–50მლ

* რიგითი ანალიზების შემთხვევაში ამ ღროის შემცირება შეიძლება 10–15 წუთამდე.

კალციუმის ჰიდროქსიდის ნაჯერ ხსნარს და კოლბის ყელის ქვედა ღონემდე შეავსებენ დისტილირებული წყლით. კოლბის შიგთავსს კარგად შეურევენ ერთმანეთს და წყლის აბაზანაზე გააცხელებენ 30 წუთის განმავლობაში. ამ დროს კალციუმის ჰიდროქსიდი რეაგირებს მაგნიუმის მარილებთან და როგორც უფრო ძლიერი ფუძე, ლექავს მცირედ ხსნად მაგნიუმის ჰიდროქსიდს. შემდეგ კოლბაში არსებულ ხსნარებს წყლით გააცივებენ, შეავსებენ ჭდემდე დისტილირებული წყლით, შეურევენ და მაშინვე გაფილტრავენ ნაკეცოვან ფილტრში, ახლად გამოლექილ მაგნიუმის ჰიდროქსიდს. ფილტრატებს მოაგროვებენ მშრალ კონუსურ კოლბებში. ყოველი კოლბიდან ამოიღებენ 100–100 მლ ხსნარს და გატიტრავენ დარჩენილ, ჭარბ კალციუმის ჰიდროქსიდს 0,16 მარილმჟავას ხსნარით ფენოლფტალეინის თანხლებით.

ერთ ლიტრ წყალში არსებული მაგნიუმის რაოდენობა გამოითვლება ფორმულით

$$C_{Mg^{2+}} = \frac{12,16 \cdot 2(6 \cdot V_1 - 6 \cdot V_2) \cdot 1000}{100},$$

სადაც 12,16 მაგნიუმის გრამ-ეკვივალენტია; 6 – მარილმჟავას ნორმალობა; V_1 – მარილმჟავას მოცულობა, რომელიც დაიხარჯა საანალიზო წყლისაგან მიღებული ხსნარის გატიტრავაზე, მილილიტრებში.

საერთო სიხისტის (1ლ-ში არსებული Ca^{2+} და Mg^{2+} მგ/ეკვის რაოდენობა) დასადგენად საჭიროა 1 ლიტრში არსებული მილიგრამ-ეკვივალენტებით გამოსახული მაგნიუმისა და კალციუმის კონცენტრაციები გავყოთ შესაბამის ეკვივალენტურ მასებზე, შემდეგ კი შევკრიბოთ მიღებული კონცენტრაციები:

$$\text{წყლის სიხისტე} = \frac{Ca_{გ.ეკვ/ლ}}{20,04} + \frac{Mg_{გ.ეკვ/ლ}}{12,16};$$

კარბონატული და არაკარბონატული სიხისტის განსაზღვრა. 250 მლ-იან კონუსურ კოლბაში მოათავსებენ 100 მლ საანალიზო წყალს და გატიტრავენ მას მარილმჟავას 0,1 ნ ხსნარით, კარდისფერი შეფერილობის წარმოქმნამდე, ინდიკა-

ტორ მეთილნარინჯის თანაობისას. კარბონატულ სიხისტეს გამოთვლიან ფორმულით:

$$\frac{6 \cdot V_1}{V_2} \cdot 1000 (\text{მგ. ეკვ./ლ}),$$

სადაც n – არის მარილმუყავას ნორმალობა; V_1 – გატიტრვაზე დახარჯული მუყავას მოცულობა მილილიტრებში; V_2 – გასატიტრად აღებული წყლის მოცულობა მილილიტრებში.

ნახშირბადის(IV) ოქსიდის შემცველობის განსაზღვრა. მრგვალი კოლბაში მოათავსებენ 200 მლ საანალიზო წყალს, ჩაუმატებენ 0,2 მლ ფენოლფტალეინის 1%-იან ხსნარს და შეურევენ ერთმანეთს. თუ წყალი შეიღება ფენოლფტალეინისაგან და ეს შეფერვა უფრო ინტენსიურია, ვიდრე ეტალონური ხსნარის შეფერილობა, მაშინ წყალი არ შეიცავს თავისუფალ ნახშირბადის(IV) ოქსიდს, ხოლო თუ წყალი არ შეიღება ფენოლფტალეინისაგან ან უფრო სუსტად შეიღება ეტალონურ ხსნართან შედარებით, მაშინ მას ტიტრავენ 0,01 ნ ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარით ეტალონური ხსნარის შეფერილობამდე.

ნახშირბადის(IV) ოქსიდის კონცენტრაცია, რომელიც გამოისახება მილიგრამების რაოდენობით ლიტრში, განისაზღვრება ფორმულით:

$$C_{\text{CO}_2} = \frac{44 \cdot 6 \cdot V \cdot 1000}{200},$$

სადაც n – არის ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ნორმალობა; V – გატიტრვაზე დახარჯული ნატრიუმის ჰიდროქსიდის მოცულობა მილილიტრებში.

სამუშაოს შედეგების გაფორმება. აღიწეროს ანალიზის მსვლელობა და შესრულდეს შესაბამისი გამოთვლები.

რეაქტივები. 1. ტრილონ-ბ 0,1 ნ ხსნარი. ტრილონ-ბ 18,613 გ წონაკს გახსნიან 1ლ დისტილირებულ წყალში და სიმღვრივის შემთხვევაში, ფილტრავენ. ტრილონ-ბ-ს ზუსტი ტიტრის დასადგენად მიმართავენ $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ -ის ფიქსანალს, რომელიც იყიდება ფიქსანალების სპეციალურ ნაკრებთან ერთად. ზუსტი ტიტრის დადგენა შეიძლება აგრეთვე ახლად დაკრისტალებული მაგ-

ნიუმის სულფატის ზუსტი წონაკით (იხ. წყლის სიხისტის განსაზღვრა). ხსნარის შენახვა შესაძლებელია 1 წლის განმავლობაში.

მაგნიუმის სულფატის ფიქსანალის უქონლობის შემთხვევაში, რომლითაც უნდა შემოწმდეს ტრილონ-ბ-ს ტიტრი, შეიძლება ვისარგებლოთ მშრალი მარილის წონაკით. 0,01 გ ხსნარის მოსამზადებლად გამოწონიან 1,1315 გ მაგნიუმის სულფატს $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ და გახსნიან 1 ლიტრიან საზომ კოლბაში. ხსნარის გატიტრვა ტრილონ-ბ-ს საშუალებით უნდა ჩატარდეს ინდიკატორის თანაობით ისე, როგორც ეს აღწერილია წყლის სიხისტის განსაზღვრისას.

2. ინდიკატორის ხსნარი. 0,5 გ მჟავური ქრომ-მუქი-ლურჯი ან 0,5 გ მჟავური ქრომ-შავი უნდა გავხსნათ 20 მლ ამიაკურ ნარევეში (ყურადღება უნდა მიექცეს, რომ არ დარსეს ნივთიერების გაუხსნელი მარცვლები) და დავემატოთ 100 მლ-მდე სპირტი-რექტიფიკატი.

3. ამიაკური ნარევი. ერთმანეთს შევურევენ 100 მლ ამონიუმის ქლორიდის 20%-იან ხსნარს და 100 მლ ამიაკის 20%-იან ხსნარს და შეავსებენ დისტილირებული წყლით 1 ლიტრამდე.

ზემოაღნიშნული რეაქტივების მოსამზადებლად გამოიყენებული წყალი არ უნდა შეიცავდეს სიხისტის გამომწვევ მარბებს. სიხისტეზე წყლის შესამოწმებლად მის 100 მლ-ს დაუმატებენ 1 მლ ამიაკურ ნარევს და 6-7 წვეთ ინდიკატორს; ამ დროს უნდა წარმოიქმნას ლურჯი შეფერილობა.

4. კალციუმის ოქსალატი. კალციუმის ოქსალატის ხსნარის მოსამზადებლად 10 მლ კალციუმის ქლორიდის 2%-იან ხსნარს შეურევენ 100 მლ კალციუმის ქლორიდის 5%-იან ხსნარს, 30 წუთის განმავლობაში აღუღებენ და დააყოვნებენ დასაწლომად. ნალექს გაფილტრავენ, ჩარეცხავენ წყლით ქლორიდ-იონების მოცილებაზე, გადაიტანენ 500 მლ წყალში, შეანჯღღრევენ 5-10 წუთს და ხელახლა გაფილტრავენ. ფილტრატი კალციუმის ოქსალატის ნაჯერი ხსნარია.

5. კალციუმის ჰიდროქსიდი. 20 გ კალციუმის ჰიდროქსიდს ჩაყრიან 1 ლიტრიან საზომ კოლბაში, ჭღამდე შეავსებენ დისტილირებული წყლით, შეანჯღღრევენ და დააწლობენ. ხსნარის კონცენტრაციის დასადგენად მას ტიტრავენ მარილმუავას 0,1 გ

ხსნარით ფენოლფტალეინის თანაობისას. ხსნარი საანალიზოდ ისე უნდა ამოვიღოთ პიპეტით, რომ ნალექი არ აიძვრეს. კალციუმის ჰიდროქსიდის შენახვა აუცილებელია მჭიდროდ თავდახურულ ჭურჭელში.

6. ეტალონური ხსნარი. კოლბაში ჩაასხამენ 200 მლ დისტილირებულ წყალს, დაუმატებენ 0,5 მლ ნატრიუმის ჰიდროქსიდის 10%-იან ხსნარს, შეანჯღრევენ და ჩაასხამენ 0,2 მლ ფენოლფტალეინის ხსნარს. ამ უკანასკნელის მოსამზადებლად აიღებენ 2 მლ 1%-იან ფენოლფტალეინის ხსნარს და განაწავებენ 100 მლ-მდე დისტილირებული წყლით. ეტალონური ხსნარი შეფერილია ვარდისფრად. ხსნარის შენახვა აუცილებელია მჭიდროდ დახურულ ჭურჭელში.

ს ა მ უ შ ა ო 15

წყლის დარბილება იონური მიმოცვლის ან კირ-სოდის მეთოდებით*

წყლის დარბილება ხდება ორთქლის ქვაბებში და თბოცვლის აპარატებში მინალულის თავიდან აცილების მიზნით.

წყლის დარბილება შეიძლება მიღწეულ იქნას: 1. კალციუმის იონების (ჩვეულებრივ, მათთან ერთად მაგნიუმის იონების) დადექიით და ნალექის შემდგომი მოცილებით; 2. კალციუმის (მაგნიუმის) იონების მოცილებით იონური მიმოცვლის მეთოდის საშუალებით.

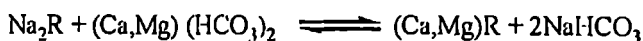
იონური მიმოცვლის მეთოდი დაფუძნებულია იონიტების თვისებაზე ხსნარიდან შთანთქმის ერთი სახის იონები და სამაგიეროდ დააბრუნოს მეორე. იონიტებს, რომელთაც შეუძლიათ ხსნარს გაუცვალონ კატიონები, ეწოდებათ კ ა ტ ი ო ნ ი ტ ე ბ ი. მათ მიეკუთვნება: ალუმოსილიკატები, სულფირებული ნახშირი, სინთეზური ფისები. კატიონიტების დამახასიათებელი თავისებურებაა მათში მჟავური ჯგუფების: სილიკატური, კარბოქსილური და სულფოჯგუფების დიდი რაოდენობით არსებობა. ეს მჟავური ჯგუფები შეიცავენ მოძრავ

* წყლის დარბილება ტარდება ერთ-ერთი ცნობილი მეთოდით, პელაგოვის მითითების თანახმად.

წყალბად-იონებს, რომლებიც შეიძლება ჩაეცვალოს სხვადასხვა კათიონს.

იონიტებს, რომლებიც ხსნარში არსებულ მარილებსა და მუაეებს მიმოცვლიან ანიონებს, ანიონიტები ეწოდებათ. ისინი წარმოადგენენ ამინოფისებს, რომლებიც შეიცავენ ამინო(-NH₂) და იმინო (-NH-) ჯგუფებს. სწორედ ამ ჯგუფების თვისება, წარმოქმნას მარილები სხვადასხვა ანიონებთან, გამოყენებულია ანიონური მიმოცვლისათვის.

წყლის დარბილებისათვის გამოყენებული კათიონებიდან ძირითადად იხმარება წყალბადური (H-კატიონიტები) და ნატრიუმის (Na-კატიონიტები) ფორმები. თუ მთელ კატიონიტს, გარდა მოძრავი იონისა (მაგალითად, ნატრიუმი), აღვნიშნავთ R ასოთი, მაშინ ხისტ წყალში (რომელიც შეიცავს კალციუმისა და მაგნიუმის იონებს) მიმდინარე იონური მიმოცვლის რეაქციები შეიძლება გამოისახოს შემდეგი განტოლებებით:

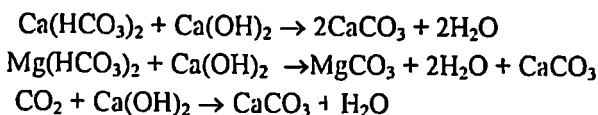


კალციუმისა და მაგნიუმის კატიონების რაოდენობას, რომელიც შეიძლება შთანთქმას გარკვეული რაოდენობის კატიონიტმა, ეწოდება შთანთქმის ტევადობა E და გამოისახება გრაფ-ეკვივალენტებით 1 მ³ იონიტზე. მაგალითად, სულფონახშირის შთანთქმის ტევადობაა 1000 გ-ეკვ/მ³; ესპატიტისა - 1700 გ-ეკვ/მ³; ალუმოსილიკატებისა კი - 850 გ-ეკვ/მ³.

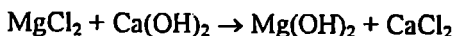
ხანგრძლივი მუშაობის შემდეგ, ანუ როცა ნატრიუმის იონების უმრავლესობა ჩაინაცვლება კალციუმის იონებით, საჭირო ხდება იონიტის რეგენერაცია, ე.ი. იონიტში გაატარებენ ნატრიუმის ქლორიდის ნაჯერ ხსნარს. ამ დროს მიმდინარეობს კალციუმის იონების უკუჩანაცვლება ნატრიუმის იონებით.

წყლის დარბილების მეორე, ასევე გავრცელებული მეთოდია კირ-სოდის მეთოდი. ამ მეთოდით წყლის გაწმენდისათვის იყენებენ სოდისა და ჩამქრალი კირის ნარეუს. კირის ზემოქმედების შემდეგად მარილები, რომლებიც განაპირობებენ კარბონატულ

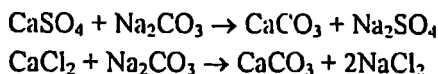
სიხისტეს და აგრეთვე, წყალში გახსნილი ნახშირბადის(IV) ოქსიდი გადადიან ნალექში:



ამავე დროს, მაგნიუმიანი სიხისტე შეიცვლება კალციუმიანით:



არაკარბონატული სიხისტის გამომწვევი მარილების მოცილება შეიძლება სოდის საშუალებით:



გამოყოფილი კარბონატები წყალში რჩება 'შეტივტივებულ მდგომარეობაში. გაფილტრვის შემდეგ წყალი არ შეიცავს მინადულის გამომწვევ მარილებს და ამიტომ მისი გამოყენება შეიძლება მრავალი სამრეწველო მიზნებისათვის.

სამუშაოს მიზანი. წყალსადენის წყლის დარბილება კათიონიტური ან კირ-სოდის მითოდით; წყლის სიხისტის განსაზღვრა დარბილებამდე და დარბილების შემდეგ. კათიონიტის მოზადების მეთოდის გაცნობა და კათიონიტის მომზადება.

მოწყობილობა და მასალები. 1. კათიონიტური სვეტი. 2. ტრიღონ-ბ-ს 0,1 ნ ხსნარი (18,61 გ 1 ლიტრში). 3. ინდიკატორების - მუაურე ქრომ-მუქს-ლურჯისა ან ქრომ-შავის 0,5%-იანი ხსნარი. 4. 250 მლ-იანი საზომი ცილინდრი. 5. ნატრიუმის ქლორიდის 6-8%-იანი ხსნარი. 6. ამიაკური ბუფერული ხსნარი.

სამუშაოს მსვლელობა. კათიონიტის სვეტად შეიძლება გამოვიყენოთ 2-3 სმ დიამეტრისა და 80-90 სმ სიგრძის მინის მილი.

კათიონიტი რომ არ ჩამოიყაროს, მილის ქვედა ნაწილში ჩაარჩილავენ მინის დახვრეტულ ფირფიტას და ბოლოს დააწვრილებენ. შესაძლებელია აგრეთვე, ჩვეულებრივი მინის მილის გამოყენება, თუ მას ქვემოდან დაეხურავთ საცობით, რომელშიც დატანებული იქნება მინის წყრილი მილი.

საიონიტო სვეტს შეავსებენ კატიონიტით ისე, რომ ფენის სისქე იყოს 50–60 სმ (სურ. 22).



სურ. 22 იონიტური სვეტი: 1. მინის მილი; 2. იონიტი; 3. ნახვრეტუბიანი მინის ფირფიტა ან მინის ბამბა.

მოამზადებენ ნატრიუმის ქლორიდის 6–8 %-იან ხსნარს (ფარდობითი სიმკვრივე 1,06–1,085), რომლის 600–700 მლ-ს გაატარებენ სვეტში. ჭარბ მარილს ჩარეცხავენ დისტილირებული წყლით ქლორიდ-იონების პრაქტიკულად მთლიანად მოცილებამდე (რეაქცია ვერცხლის ნიტრატთან). ჩვეულებრივ, ჩასარეცხად საკმარისია 1000 მლ წყალი. კატიონიტის ჩარეცხვის შემდეგ სვეტში გაატარებენ 200 მლ დასარბილებელ წყალს, მაგალითად, წყალსადენიდან. შემდეგ განსაზღვრავენ გაფილტრული, (დარბილებული) წყლის და წყალსადენის წყლის სიხისტეს. ამისათვის 250 მლ ტეჟადობის კონუსურ კოლბაში ჩაახახამენ 100 მლ საანალიზო წყალს და 5 მლ ბუფერულ ხსნარს. მიღებულ ნარევს გატიტრავენ ტრილონ-ბ-ის 0,1 ნ ხსნარით ინდიკატორის თანაობისას აღუბლისფერ-წითელი შეფერილობის ლურჯ-იისფერში გადასვლამდე (იხ. ზემოთ).

კირ-სოდის მეათედით წყლის დარბილებამდე საჭიროა განისაზღვროს წყლის კარბონატული, არაკარბონატული, მაგნიუმიანი სიხისტე და აგრეთვე, ნახშირბადის(IV) ოქსიდის შემცველობა. ამ მონაცემების საფუძველზე გამოიანგარიშებენ კირის და სოდის იმ რაოდენობას, რომელიც საჭიროა სიხისტის მოსაცილებლად. მაგალითად, გამოთვლილია, რომ თუ კარბონატული სიხისტეა 5 მგ.ეკვ/ლ, არაკარბონატული – 3 მგ.ეკვ/ლ, მაგნიუმიანი სიხისტე – 2მგ.ეკვ/ლ, ნახშირბადის(IV) ოქსიდის შემცველობაა 11 მგ/ლ, მაშინ წყლის დასარბილებლად საჭიროა:

1. კირი

- ა) კარბონატული სიხისტის მოსაცილებლად 5 მგ.ეკვ/ლ
- ბ) მაგნიუმიან სიხისტის მოსაცილებლად 3 მგ.ეკვ/ლ
- გ) ნახშირბადის(IV) ოქსიდის გასანეიტრალებლად

$$11 \cdot \frac{1}{22} = 0,5 \text{ მგ.ეკვ/ლ}$$

სულ 7,5 მგ.ეკვ/ლ.

სადაც $\frac{1}{22}$ არის CO₂-ის ეკვივალენტებში გადასათვლელი ფაქტორი. მთლიანად საჭროა: 7,5 · 37 = 277,5 (მგ), ან 0,277 გ კირი 1 ლ წყალზე.

2. არაკარბონატული სიხისტის მოსაცილებლად საჭიროა სოდა: 3 მგ.ეკვ/ლ ან 3 · 53 = 159 (მგ), ანუ 0,159 გ 1 ლიტრ წყალზე.

გამოთვლების შემდეგ 0,01 გ სიზუსტით გამოწონიან კირსა და სოდას და გახსნიან მათ 1 ლ წყალში, რომელიც მოთავსებულია ორ ლიტრიან კოლბაში. 2–3 წუთის განმავლობაში ანჯღრეკენ, შემდეგ დააცდიან დაწლომას და გაფილტრავენ ნაკეცოვან ფილტრში. ფილტრატის პირველ პორციას გადააქცევენ. გაფილტრავენ 200 მლ-მდე ხსნარს, განსაზღვრავენ მასში კარბონატულ, არაკარბონატულ და მაგნიუმიან სიხისტებს, აგრეთვე, ნახშირბადის(IV) ოქსიდის რაოდენობას.

სამუშაოს შედეგების გაფორმება. აღიწეროს სიხისტის მოცილების მეთოდიკა (კათიონიტური ან კირ-სოდის საშუალებით) და შესრულდეს შესაბამისი გაანგარიშებები.

კატიონიტები იყიდება მაღასიაში, მაგრამ მისი მომსაღება შეიძლება ლაბორატორიაშიც. სულფონახშირის მოსამსაღებლად იყენებენ PC და PCЖ მარკის მცირენაცრიან, შეცხოვად და კოქსუად ნახშირს.

ნახშირს დაამსხვრევენ 1–5 მმ ზომების მქონე ნატეხებად და შეუვრევენ 18–20%-იან ოლეუმს ფაიფურის ტიქაში. 1 მასურ წილ ნახშირზე იღებენ 5 მასურ წილ ოლეუმს. შერევისას ნარევის ტემპერატურა აიწვეს 180–200°C-მდე. ნარევის დაყოვნებენ 6–12 საათის განმავლობაში და წარმოქმნილ სულფონახშირს გაფილტრავენ ფორიან მინის ფირფიტაში, ჩარეცხავენ წყლით მუავეური ნარჩენებისაგან და გააშრობენ ჰაერზე ფილტრის ქაღალდის ორ

ფურცელს შორის. ოლეუმის ნაცვლად, გამონაკლის შემთხვევაში, შეიძლება კონცენტრირებული გოგირდმუავას გამოყენება. ამ შემთხვევაში სულფონახშირის წარმოქმნის პროცესი მიმდინარეობს უფრო ხანგრძლივად, 2-3 დღე-ღამის განმავლობაში. სულფირების გასაადვილებლად მიზანშეწონილია ნარევის 180-200°C-მდე გაცხელება.

ლაბორატორიულ პირობებში შეიძლება სხვა კათიონიტის გამოყენება, რომლის შედგენილობა შეესატყვისება ფორმულას $\text{Na}_2[\text{H}_4\text{Al}_2\text{S}_2\text{O}_{10}]$. მის მოსამზადებლად თიხას გამოაშრობენ 110-120°C-ზე, გულმოდგინედ დააქუცმაცებენ და შეურევენ უწყლო სოდასთან. 26 მოლურ წილ თიხაზე იღებენ 10 მოლურ წილ უწყლო სოდას. ნარევს დასრესენ ფაიფურის როდინში, ჩაყრიან ტიგელში და გაავარგარებენ 900°C-მდე ელექტრულ ღუმელში. მიღებულ ფორიან მასას გაცივების შემდეგ დააქუცმაცებენ 1-5 მმ ზომის ნატეხებად და რამდენჯერმე ჩარეცხავენ ძმარმუავით შემუავებული წყლით. საბოლოოდ მზა კათიონიტი უნდა გამოშრეს და გაიცრას 1-3 მმ ზომის ნატეხების მტერისგან გამოსაყოფად.

თ ა ვ ი VI

მინა და მჭიდვა ნაერთები

კერამიკული, მჭიდა და ცეცხლგამძლე მასალების, აგრეთვე მინის მიღება მრეწველობაში დაფუძნებულია ბუნებრივი სილიკატებისა და ალუმოსილიკატების გადამუშავებაზე, რომლის საბოლოო სტადიაა შედნობა და გამოწვა.

სილიკატური მასალებისა და ნაკეთობების მიღებისას დამახასიათებელი რეაქციები მიმდინარეობენ მყარ ფაზაში 0,8 ან 0,9

ტემპერატურაზე, სადაც 1 მიღებულ კომპონენტთა შორის ყველაზე ადვილდნობადი კომპონენტის დნობის ტემპერატურაა. საგალითად, კალციუმის კარბონატისა და სილიციუმის(IV) აქსიდის ნარევის გახურების დროს კალციუმის სილიკატი იიღება უკვე 700-800°C-ზე, თუმცა ყველაზე ადვილდნობადი

კომპონენტის დნობის ტემპერატურა $\text{CaO} - \text{SiO}_2$ სისტემაში არის 1000°C .

მყარ ფაზაში ქიმიური რეაქციების სინქარესე ყველაზე დიდ გავლენას ახდენს ტემპერატურა და ნივთიერების დაქუცმაცების ხარისხი.

სილიკატთა ნარევის მაღალტემპერატურული გამოწვის პროცესში რეაქციები ხშირად მიმდინარეობენ არა მარტო მყარ, არამედ თხევად ფაზაშიც, რომელიც წარმოიქმნება მიღებული და სპეციალურად დამატებული ნივთიერებების დნობის ხარჯზე. ასეთი მოვლენა შეიმჩნევა, მაგალითად, ფაიფურისა და ცემენტის გამოწვის დროს. თხევადი ფაზა წარმოიქმნება მყარი ნივთიერების გამოყოფის სახლვარზე. გამომწვარი ნაკეთობის გაცივებისას იგი გამყარდება და უზრუნველყოფს ნაწილაკებს შორის შეჭიდულობას.

სილიკატები და ალუმოსილიკატები დნებიან სრულიად სხვადასხვა ტემპერატურაზე. მაგნიუმის, კალციუმის და სხვათა სილიკატების გარდა, რომლებიც $1500-1600^\circ\text{C}$ -ზე დნებიან, არსებობს ისეთი ადვილდნობადი სილიკატები, რომელთა დნობის ტემპერატურა არ აღწარბებს $700-800^\circ\text{C}$, მაგალითად, ტყეის სილიკატი.

ს ა მ უ შ ა ო 16

ადვილდნობადი მინის მომზადება

მინის მისაღებად საჭირო ნივთიერებებს ეწოდება მინაწარმომქმნელები. მათ მიეკუთვნება შემდეგი ოქსიდები: B_2O_3 , GeO_2 , SiO_2 , P_2O_5 , As_2O_5 , Al_2O_3 , V_2O_5 და 'სოკიერთი სხვა. ZnO და ZnO ტიპის ოქსიდები შეიძლება შედიოდეს მინის შედგენილობაში, ოღონდ ინდივიდუალურ მდგომარეობაში ისინი მინას ვერ წარმოქმნიან. რთული შედგენილობის მინის ფორმირების პროცესში +1 ან +2 ჯანგვის ხარისხის მქონე ლითონთა იონები, არ შეუშლიან რა ხელს სილიციუმისა და ჯანგბადის იონების განლაგებას, მოთავსდება სილიკატური (ან სხვა) მესრის შესაბამის სიცარიელეებში. ამგვარად, მინას გააჩნია მინაწარმომქმნელების (SiO_2 , B_2O_3 და სხვა) მოლეკულებისაგან აგებული

თავისებური კარკასი, რომელშიც შედის ტუტე და ტუტეშიწასა ლითონების იონები.

მინის თვისებები განისაზღვრება მისი შედგენილობით. მაგალითად, BaO, GeO₂, PbO სრლიან მინის გარდატეხის მაჩვენებელს (ოპტიკური მინა), Al₂O₃ აძლიერებს მექანიკურ სიმტკიცეს (სატარე ჭურჭელი) და ა.შ. მინაში გახსნილი სოციერათი ოქსიდი აძლევს მას შესაბამის შეფერილობას. ყველაზე დიდი რაოდენობით მზადდება უბრალო, სილიკატური მინა (ფანჯრის მინა), რომლის მიახლოებითი შედგენილობაა Na₂O-CaO-6SiO₂.

მინის მომზადების პროცესი მოიცავს შემდეგ სტადიებს: 1. ოქსიდების დაფქვა ან დაქუცმაცება და გაცრა; 2. ოქსიდების დოზირება; 3. ოქსიდების შერევა; 4. მინის ხარშვა.

ლაბორატორიულ პირობებში მინის სახარშად იყენებენ ელექტრულ ღუმელებს. შედარებით მარტივია ადვილდნობადი მინის – ტყვიისა და ბორტყვიის მინის მომზადება, რადგან ამ დროს საჭიროა შედარებით დაბალი ტემპერატურები. ამ მინათა ბასაზე შეიძლება ადვილად მომზადდეს ფერადი მინები.

სამუშაოს მიზანი. 15–20 გ ფერადი, ადვილდნობადი მინის მომზადება.

მოწყობილობა და მასალები: 1. შამოტის, კორუნდის ან ფაიფურის ტიგელი, მოცულობით 20–30 სმ³; 2. კვარცის ქვიშა; 3. ბორის ოქსიდი ან ბორმუცა; 4. უწყლო პოტაში ან სოდა; 5. სატიგელე “მაშა”; 6. ელექტროღუმელი; 7. ქვიშიანი მაყალი; 8. ნავარვარები ოქსიდები: PbO, CaO და Co₃O₄, NiO, V₂O₅, Cr₂O₃, MnO₂, CuO, Cu₂O, SnO₂, Fe₂O₃.

სამუშაოს მსვლელობა. გამჭვირვალე და ადვილდნობადი მინის – ბორტყვიის სილიკატური მინის მოსამზადებლად რეკომენდებულია შემდეგი ნარეკები (ცხრ. 3)

ცხრილი 3

შედგენილობა (%)			დნობის ტემპერატურა (°C)
PbO	B ₂ O ₃	SiO ₂	
84,5	11,0	4,5	484
86,0	10,6	3,4	486
87,5	11,4	1,1	488
75,0	15,0	10,0	540

ყველაზე ადვილდნობად ბორტყევის და "ტყეიასილიკატურ" მინებს გააჩნია შემდეგი შედგენილობა (ცხრ. 4)

ცხრილი 4

შედგენილობა (%)			დნობის ტემპერატურა
PbO	B ₂ O ₃	SiO ₂	(°C)
92,7	7,3	—	565
86,6	13,4	—	497
93,7	6,3	—	560
61,4	38,6	—	768
70,4	—	29,6	732
88,4	—	11,6	723
91,8	—	8,2	714

მინის ხარშვის წარმატებით ჩატარებისათვის ამოარჩევენ (პედაგოგის მითითებით) ისეთი შედგენილობის კაშმს, რომლის დნობის ტემპერატურა დაახლოებით 50–100°C-ით დაბალია ღუმელის ტემპერატურაზე. გამოთვლა წარმოებს 30–35 გ კაშმის მიხედვით.

ოქსიდებს წინასწარ დასრესენ როდინში და გაცრიან წერილნასურეტებიან საცერში ისე, რომ მარცვლების ზომა არ აღემატებოდეს 0,1 მმ-ს. ოქსიდებს აწონიან ტექნოქიმიურ სასწორზე 0,01 გ-მდე სისუსტით და ერთმანეთს შეურევენ ქაღალდის ფურცელზე ან როდინში. შემდეგ 8–10 გ ნარევს ჩაყრიან ტიგელში და მოათავსებენ გასურებულ ელექტროდუმელში. აქაფების შედეგად გამდნარი მასა შეიძლება გადმოიღვაროს ტიგელიდან და დააზიანოს ღუმელის ამონაგი. აქაფება განსაკუთრებით ძლიერია ბორმუყავს გამოყენების შემთხვევაში. მიღებული მინის მასა უნდა იყოს სრულიად ერთგვაროვანი. ამისათვის, მას გამდნარ მდგომარეობაში აყოვნებენ 10–15 წთ-ის განმავლობაში. მინის ხარშვის დასაჩქარებლად მინის მასას ურევენ მავთულით. მაგრამ თუ ამ მიზნით გამოვიყენებთ არა პლატინის მავთულს, არამედ რკინისას, მაშინ მოსალოდნელია მინის გაჭუჭყიანება რკინის ოქსიდით. ხარშვის დამთავრების შემდეგ, ტიგელს გამოიღებენ ღუმელიდან და მინას გადმოიღვირან რკინის ან ნიკელის ფირფიტაზე ან კერამიკულ სუფთა ფილაზე.

5-8 გ ყველაზე ადვილდნობადი მინის მოხარშვა შესაძლებელია მინის სინჯარაში გასის სანთურის აღზე*. 3-4 გ მინის მომსადება კი შეიძლება სპირტქურასზე. გასის სანთურის აღზე მინის მოხარშვის პროცესი გრძელდება 5 წუთამდე. სინჯარა უნდა ხურდებოდეს მინის მასის სრულ გადნობამდე. შემდეგ კი მას სწრაფად გადმოღვრიან კერამიკულ ფილაზე ან რკინის სუფთა ფურცელზე. თუ ამ პროცესისათვის გამოყენებულია ნეულებრივი სინჯარები, მაშინ მოსალოდნელია გამდნარი მასის მიწებება სინჯარის ციფ კედლებზე, ამიტომ იღებენ მოკლე (4-5 სმ) სინჯარებს და გადმოღვრის წინ აცხელებენ მთელ სინჯარას. თუ მინის ხარშვა მიმდინარეობს გასის სანთურის საშუალებით, მაშინ მინის მოსამსადებლად შეიძლება ფაიფურის პატარა ტიგელის გამოყენებაც.

მინის დასამსადებლად საჭირო ტყვიის ოქსიდი, PbO . შეიძლება მივიღოთ სურინჯის, ტყვიის კარბონატის ან ნიტრატის გაეარვარებით $500^{\circ}C$ -ზე 15-20 წუთის განმავლობაში. პოტაშისა და სოდის გაშრობა და გაეარეარება ხდება $500-600^{\circ}C$ -ზე. ამ ნივთიერებების შენახვა აუცილებელია მჭიდროდ დახურულ ქილებში. ბორის ოქსიდის უქონლობის შემთხვევაში შეიძლება ეისარგებლოთ ბორმეაით. ყინაიდან იგი გახურებისას ძლიერ ქაფდება, ამიტომ უმჯობესია მისი გადაყვანა ბორის ოქსიდში. ამისათვის ბორმეაყას მცირე ულუფებს (2-10 გ) ახურებენ ფაიფურის ან პლატინის ჯამში $650^{\circ}C$ -ზე. ბლანტ მასას გადმოღვრიან რკინის, ნიკელის ან კერამიკულ ფილაზე და გაცივებულ მყიფე მასას ამსხვრევენ. შემდგომი გაუწყლოებაც მცირე ულუფების (2-3 გ) $750^{\circ}C$ -ზე გახურებით ხდება ფაიფურის ჯამში ან ტიგელში. წყლის მოცილების პროცესს სჭირდება მუდმივი ყურადღება, რადგან აქაფების შედეგად გადმოსულმა მასამ შეიძლება დაასიანოს მუფელი. ჰიგროსკოპულობის გამო, მიღებული ბორის ოქსიდი უნდა ინახებოდეს მჭიდროდ თავდახურულ ტურტელში. ბორის ოქსიდი კასში შეყვანის წინ უნდა დაისრისოს ფაიფურის როდინში. ადვილადმსხვრევალობის გამო მისი ნამცეცები შეიძლება ამოცვივდეს როდინიდან და დაიკარგოს,

* მინის მიღების ეს მეთოდი რეკომენდებულია სკოლაში ცდის სადემონსტრაციოდ.

ამიტომ ფილთაქვაზე უნდა ჩამოიცივას ქაღალდის ფურცელი, რომელიც დაეფარება ზემოდან როდინს.

შეფერილი მინის მომზადება. ზემოჩამოთვლილი გამჭვირვალე მინების საფუძველზე შეიძლება მომზადდეს შეფერილი მინები, ამისათვის კაშმს, რომელიც იძლევა გამჭვირვალე მინას, უნდა დაემატოს შესაბამისი ფერის მიმნიჭებელი ოქსიდი (ცხრ.5).

შეფერილობის ინტენსივობა დამოკიდებულია დამატებული ოქსიდის რაოდენობაზე. საღებარის თანაბარი განაწილებისათვის იგი უნდა დაისრისოს კაშმთან ერთად, თუმცა შეიძლება მისი ჩამატება გამდნარ მასაშიც, თუ ტიგელს ან სინჯარას ფრთხილად შევანჯღრევთ.

ზოგიერთი ტიპის გაუმჭვირვალე მინის მისაღებად, საჭირო გოგირდის დამატება, აუცილებელია მინის პირველი ულუფის შედნობის შემდეგ პირდაპირ თხევად მინაში. თუ გოგირდს თავიდანვე, კაშმთან ერთად აკილებთ, შესაძლებელია მისი რაღაც ნაწილი მინის შედგენილობაში გადასკლამდე დაიწყას და აქროლდეს.

ცხრილი 5

საღებარი	ოქსიდების რაოდენობა (%)	შეფერილობა
FeO	0,2 – 0,3	ღურჯ-მწვანე
Fe ₂ O ₃	0,3 – 0,5	ყვითელ-მწვანე
CoO	0,003 – 0,1	ღურჯი
NiO	0,1 – 0,2	ღურჯ-მწვანე
CuO	0,1 – 0,2	ცისფერი ღურჯამდე
Cr ₂ O ₃	0,05 – 0,1	მწვანე
Mn ₂ O ₃	0,01 – 0,05	დაბინდული წითელი
SnO ₂	5 – 6	რძისფერი მინა
ტალკი	5 – 6	რძისფერი მინა

საღებრებად იყენებენ არა მარტო ცხრილში ნახევენბ ოქსიდებს, არამედ სხვებსაც, მაგალითად, CoO-სა და NiO-ს მაგივრად შესაძლებელია ნიკელისა და კობალტის ნებისმიერი ოქსიდის ანდა მათი მარილების აღებაც, რომლებიც ხარშვის პროცესში

იმლება და გარდაიქმნება ოქსიდებად ლითონის უფრო დაბალი უანგვის ხარისხით. Mn_2O_3 -ის მაგიერად ხშირად იხმარება MnO_2 და კალიუმის პერმანგანატი. გასათვალისწინებელია ის, რომ Mn_2O_3 ხარშის დროს ადვილად გადადის MnO -ში, რაც მინას მოყვითალო შეფერილობას აძლევს, ამიტომ Mn^{+3} -აღდგენის ასაცილებლად მიზანშეწონილია კაშმს დაემატოს 1-2 მარცვალი გქარჯილა.

მინის მოსახარშად ყველაზე გამოსადეგია კორუნდის ტიგელები, რადგან ისინი თერმომედეგია და არ ატუჟყიანებენ მინას მინარეყებით. იხმარება აგრეთვე ფაიფურის ტიგელებიც, ოღონდ ისინი ზოგჯერ სკდება. თუ ტიგელი გასკდება ღუმელში ან წაიქცევა, საშინვე უნდა გამოირთოს ღუმელი, სწრაფი გაციყების მიზნით მოყხსნას სახურავი და მერე გამოღებულ იქნას ტიგელი. გამდნარი მინა სწრაფად აფუტყებს ღუმლის ამონაგს, ხოლო სპირალზე მოხვედრისას კი მომენტალურად გამოყავს იგი მწყობრიდან. ამიტომ დაღყრილი მინის მასა ღუმლის გაციყების შემდეგ მთლიანად უნდა აიწმინდოს. უმჯობესია ტიგელი დაიდგას აგურის ქვესაღამზე. ეს უკანასკნელი შემიღება დამსადღეს თიხისგანაც, რომელიც შემრობისა და გამოწყვის შემდეგ იძენს საჭირო მექანიკურ სიმტკიცეს.

სამუშაოს შედეგების გაფორმება. ჩაიწყროს ყველაზე ადვილდნობადი მინების მიღებისათვის საჭირო კაშმის შემდგენილობა და მათი შეფყრვის მეთოდები. აღიწყროს მინის მომსადების მეთოდიცა.

თ ა ვ ი VII

მყარი, თხევალი და აირადი სათგობი

ს ა მ უ შ ა ო 17

მყარი სათგობის ნახევრად კოქსვა და აირადი პროდუქტების ანალიზი

ქვანახშირის უკვეროდ გახურების დროს მიმდინარეობს რთული ქიმიური პროცესები, რის შემდგადაც გამოიყოფა აირადი, თხევალი და მყარი პროდუქტები.

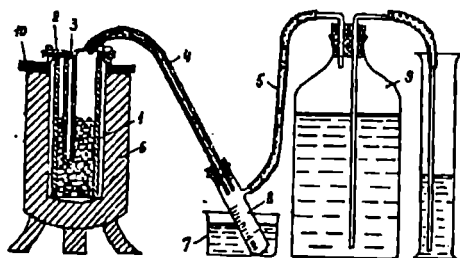
ქვანახშირის დაკოქსვა ხდება 1000–1100°C-ზე. ამ დროს თითქმის მთლიანად მოცილდება აქროლადი პროდუქტები და კოქსში დარჩება მხოლოდ 1%-მდე. ნახევრად კოქსვა ტარდება 500–600 °C-ზე. ასე გადამუშავდება ძირითადად მურა ნახშირი, ტორფი და ფიქალი. დაკოქსვის პროდუქტების რაოდენობა და შედგენილობა მნიშვნელოვანწილად დამოკიდებულია პროცესის ტემპერატურაზე. ნახევრადკოქსვის დროს ფისის გამოსავალი, რომელსაც პირველად ფისს უწოდებენ, საკმაოდ მაღალია და 'სოგ' შემთხვევაში აღწევს სათბობის მასის 50–60%-ს, აირადი პროდუქტების გამოსავალი თითო ტონა სათბობზე შეადგენს დაახლოებით 80მ³-ს. დაკოქსვისას ეს პირველადი ფისი მაღალ ტემპერატურაზე განიცდის პიროგენულ დაშლას და აირადი პროდუქტების გამოსავალი იზრდება 300–350მ³-მდე ერთ ტონა სათბობზე. შესაბამისად მცირდება თხევადი პროდუქტების გამოსავალი. დაბალტემპერატურული ფისი შეიცავს სხვადასხვა ფენოლებისა და ცხიმოვანი რიგის ნახშირწყალბადების მნიშვნელოვან რაოდენობას. ნახევრადკოქსვის დროს მიღებული მეარი პროდუქტები ადვილად იფშვება და შეიცავს 5–8% აქროლად ნაერთებს. კოქსს მნიშვნელოვანი სიმტკიცე გააჩნია, რაც განპირობებულია ქვანახშირის სისქეში პირველადი ფისის პიროლიზური რეაქციებით.

სამუშაოს მიზანი. მეარი სათბობის ნახევრადკოქსვის პირობების შესწავლა და ნახევრადკოქსის, პირველადი ფისისა და აირადი პროდუქტების გამოსავლის განსაზღვრა. აირადი პროდუქტების ანალიზის ჩატარება.

მოწყობილობა და მასალები. 1. რკინის რექტორტა ნახევრადკოქსისათვის. 2. ტიგელის ელექტროლუმელი 700–800 °C-ზე. 3. თერმოწყვილი პირომეტრული გაღვანომეტრით. 4. ფისის გრადუირებული მიმღები. 5. სამლიტრიანი ბოცა. 6. 1 ლიტრიანი საზომი ცილინდრი. 7. ქვანახშირი ან მურა ნახშირი, ტორფი. 8. ტექნოქიმიური სასწორი.

სამუშაოს მსვლელობა. ნახევრადკოქსვას ატარებენ რკინის რექტორტაში (სურ. 23). 'ხემოდან, რექტორტა (1), დახურულია სახურავით (2), რომელშიც ჩადუღებულია მილი (3) თერმოწყვილისათვის და მილი (4) აირადი პროდუქტების გამოსაშვებად.

რეტორტაზე სახურავი დამაგრებულია ჭანჭიკებით. ჰერმეტიკულობის დასაცავად სახურავსა და რეტორტის მილტუნს შორის ჩადებულია აზბესტის შუასადები. რეტორტა მოთავსებულია ელექტროლუმელში (6). აირსარინი მილის საშუალებით რეტორტა უკავშირდება მიმღებს (8), რომელიც ჩაძირულია მაცივებულ ნარევეში. თხევადი პროდუქტების მიმღები გვერდითი მილი უერთდება ბოცას (9).



სურ. 23. მყარი სათბობის ნახევრადკოქსება. 1. რეტორტა; 2. სახურავი; 3. ძილითერმოწყვილისასთვის; 4 და 5. აირსარინი მილები; 6. ელექტროლუმელი; 7. გამაცივებელი ნარევი; 8. თხევადი პროდუქტების მიმღები; 9. აირადი პროდუქტების მიმღები; 10. აზბესტის ფურცელი.

რეტორტაში შუამდე უნდა ჩაიტვირთოს წვრილ ნატყეხებად დაქუცმაცებული სათბობი. გადასამუშავებლად შეიძლება ავიღოთ ქვანახშირი ან მურა ნახშირი, აგრეთვე ტორფი და ფიქალი. რეტორტას მჭიდროდ დახურავენ, ჩადგამენ ელექტროლუმელში და მიუერთებენ აირადი და თხევადი პროდუქტების მიმღებებს. პირველი მათგანი მთლიანად უნდა იყოს შევსებული წყლით.

ხელსაწყოს ჰერმეტიკულობის შესამოწმებლად 5-8 წუთით ჩართავენ ელექტროლუმელს და დაუკვირდებიან წყლის დონის აწევას მიმღებიდან (9) წყლისა და აირების გამოშვან მილში. თუ მილში წყალმა არ აიწია რეტორტის მცირეოდენი გახურების მიუხედავად, საჭიროა უფრო მჭიდროდ დაიხურის რეტორტა, ან გამოიცვალოს აზბესტის შუასადები. ხელსაწყოს ჰერმეტიკულობის შემთხვევაში ჩართავენ ელექტროლუმელს და რეტორტაში ტემპერატურას ასწვენ 100°C-მდე. ამ დროს წყლის

*აირადი პროდუქტების შესაკრებად შეიძლება გახომეტრის გამოყენებაც.

ნაწილი გადმოიღვრება აირადი პროდუქტების მიმღებიდან. შემდეგ გამორთავენ ღუმელს და აღნიშნულ მიმღებს ხელახლა შეავსებენ წყლით. მოამზადებენ რა ამგვარად დანადგარს სამუშაოდ, კიდევ ჩართავენ ღუმელს და გააცხელებენ რეტორტას 500–550 °C-სუ 10–25 წუთის განმავლობაში. დაკოქსის თხევადი პროდუქტები გროვდება მიმღებში (8), ხოლო აირადი პროდუქტები კი მიმღებში (9). ამ დროს წყალი მიმღებიდან სიფონის საშუალებით გადაიდენება სახომ ცილინდრში.

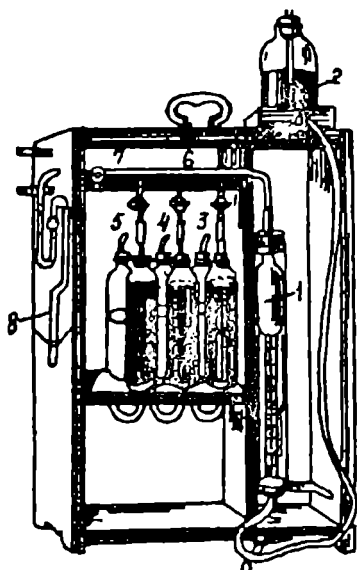
ცდის დამთავრების შემდეგ ღუმელს გამორთავენ და რეტორტას გააციებენ 100 °C-მდე, რის შედეგადაც წყალი სახომი ცილინდრიდან სიფონის გაკლით ისევ დაუბრუნდება აირადი პროდუქტების მიმღებს. საბოლოოდ, დაშლიან ხელსაწყოს და გამოთვლიან პროდუქტების გამოსავალს. ნახევრადკოქსის გამოსავალის დასადგენად მას, უბრალოდ, აწონიან ტექნიკურ სასწორზე. თხევადი პროდუქტების (წყალი და ფისი) გამოსავალს განსაზღვრავენ მასისა და მოცულობის მიხედვით, ხოლო აირადი პროდუქტებისას კი – აირადი პროდუქტების მიმღებიდან სახომ ცილინდრში გადასული წყლის მოცულობის მიხედვით.

ნახევრადკოქსისათვის საჭირო რეტორტას შეიძლება სხვა კონსტრუქციაც ჰქონდეს. კერძოდ, გამახურებელი ელემენტები შეიძლება განლაგებული იყოს უშუალოდ მის ზედაპირზე. ამისათვის რეტორტას შეფუთავენ ფურცლოვანი აბუსტით, რომელზედაც დაახვევენ ნიქრომის მავთულს, ხეშოდან კვლავ დააფარებენ აბუსტს და მოათავსებენ რკინის ან კერამიკის გარსაცმში. შეიძლება აგრეთვე რეტორტის გახურება გასის სანთურითაც. აირის შეგროვება შეიძლება გასომეტრშიც, მაშინ წყლის გამოშვება ხდება (აირის შემოსვლის მიხედვით) გასომეტრის ქვედა ნახერტიდან.

სამუშაოს შედეგების გაფორმება. ჩაიხატოს ნახევრადკოქსისათვის საჭირო ხელსაწყო და ჩაიწეროს მისი მუშაობა. ცდის შედეგების მიხედვით შეივსოს ცხრილი.

აღებულია სათბობი (გ)	მიღებულია		
	ნახევრად კოქსი (გ)	თხევადი პროდუქტები (გ)	აირადი პროდუქტები (სმ ³)

აირადი პროდუქტების ანალიზი. აირადი პროდუქტების ანალიზი ტარდება აირანალიზატორის საშუალებით. ერთ-ერთი უმარტივესი ანალიზატორია X-1 მარკის აპარატი, რომელიც გამოსახულია 24-ე სურათზე. მისი მოწყობილობის სქემა კი 25-ე სურათზე.

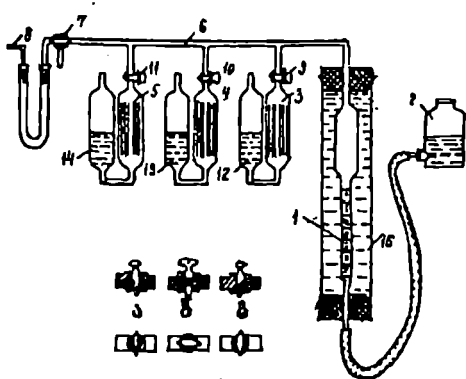


სურ. 24. აირანალიზატორ X-1-ის საერთო ხედი: 1. აირმსომი ბიურეტი; 2. მათანაბრებელი შუშა; 3,4,5. მშთანთქმელი ჭურჭლები; 6. საეარცხელას; 7. სამსვლიანი ონკანი; 8. მილი.

ამ ხელსაწყოს ძირითადი ნაწილებია: აირსაზომი ბიურეტი 1, მათანაბრებელი შუშა 2, მშთანთქმელი ჭურჭლები 3,4,5, რომლებიც შეერთებულია საეარცხელასთან 6. აირსაზომი ბიურეტი ჩადგმულია წყლის პერანგში, რაც იცავს მას ტემპერატურის მერყეობისაგან. ჭურჭლები განკუთვნილია შესაბამისი აირების მთანთქმისათვის. ჭურჭელში 3 ჩასხმულია ტუტე, ჭურჭელში 4 - პიროგალლის ან ნატრიუმის ჰიდროსულფიტის NaHSO_3 ხსნარი, ხოლო ჭურჭელში 5 კი - სპილენძის (I) ქლო-

რედის ამიაკური ხსნარი. კვამლის აირების ან მშრალი გამოხ-
დის დროს მიღებული აირების ანალიზისას მათანაბრებელ
შუშაში ჩაასხამენ გოგირდმუყავს 1%-იან ხსნარს, რომელიც
გაჯერებულია ნახშირბადის(IV) ოქსიდით და შეფერილია
მეთილნარინჯით. ამ ხსნარის მისაღებად გოგირდმუყავს დაუმა-
ტებენ მცირეოდენ ნატრიუმის ჰიდროკაბონატს. მიღებულ ნა-
რევში ჩააწვეთებენ რამდენიმე წვეთ ფენოლფტალეინს, რათა
შემოწმდეს ხსნარის pH - შას არ უნდა ჰქონდეს ტუტე
რეაქცია

სავარცხელაზე მირჩილულია სამსვლიანი ონკანი (7), რომე-
ლიც აკავშირებს ხელსაწყოს იმ სისტემასთან, რომელიც შე-
იცავს საანალიზო აირს, და აგრეთვე, ატმოსფეროსთან. ონკანის
კონსტრუქციაში უკეთ გარკვევისათვის მის სახელურზე გაკეთ-
ებულია ფერადი კორძი, რომელიც მიუთითებს ონკანში
ნასვრეტების მდებარეობაზე.



სურ.25. აირანალიზატორ X-1-ის სქემა: 1. აირშოში ბიურეტი; 2. მათანაბრებელი შუშა; 3, 4, 5. მშთანქმელი ტურტლები; 6. სავარცხელა; 7. სამსვლიანი ონკანი; 8. მილი; 9, 10, 11. ონკანები; 12, 13, 14. მშთანქმელი სითხიანი ბალონები; 15. წყლის პერანგი.

მუშაობის დაწყებისათვის ჯერ ხელსაწყოს შეუერთებენ საანალიზო აირშემცველ მოცულობას მილის (8) საშუალებით, შემდეგ მოატრიალებენ ონკანს (7) გ - მდგომარეობაში (სურ. 25), მათანაბრებელი შუშის (2) აწვეით სითხით შეავსებენ ბიურეტს (1), მისგან გამომავალი ჰაერი გადის ატმოსფეროში. ამის შემდეგ გახსნიან ონკანს (9) და მოატრიალებენ ონკანს (7) ა-მდგომარეობაში. ჩამოუშვებენ მათანაბრებელ შუშას ისე, რომ სითხე ხალონიდან (12) გადავიდეს ტურტელში (3) და შეავსოს იგი

ჭდემდე. იგივე ოპერაციებს გაიმეორებენ იმ სითხეებისათვის, რომლებიც მოთავსებულია ჭურჭლებში (4) და (5). ამის შემდეგ ტარდება აირის ანალიზი. ონკანს (7) გადაიყვანენ ბ – მდგომარეობაში და ჩამოწევენ რა ბიურეტს, შეუშვებენ აირს ხელსაწყოში. ეს აირი შეერყევა ხელსაწყოში არსებულ ჰაერს, ამიტომ ამ ნარევეს გაუშვებენ ატმოსფეროში. ამ ოპერაციას გაიმეორებენ სამჯერ. საბოლოოდ, სითხით შეავსებენ ბიურეტს და შეუშვებენ მასში აირს ქვედა ჭდემდე. ნახშირბადის(IV) ოქსიდის აღმოსაჩინად მათანაბრებელი შუშის მაღლა აწეული გადაიყვანენ აირს ჭურჭელში (3). ონკანი (9) უნდა იყოს ღია. მათანაბრებელი შუშის რამდენჯერმე აწეუ-დაწეულით მიაღწევენ აირის მოცულობის შემცირების შეწყვეტას. (აუცილებლად უნდა მიექცეს ყურადღება, რომ მუაყა არ მოხვდეს სავარცხელაში). შემდეგ, მათანაბრებელი შუშის ხელახალი ჩამოწეულით შეუშვებენ ტუტეს ჭურჭელში (3) ჭდემდე და გადააკეტავენ ონკანს (9). (აქაც უნდა მიექცეს ყურადღება, რომ ტუტეც არ მოხვდეს სავარცხელაში).

ნახშირბადის(IV) ოქსიდის მოცულობითი პროცენტები განისაზღვრება ბიურეტში სითხის მოცულობის შემცირების მიხედვით.

ანალოგიურადვე შეიძლება ჟანგბადის აღმოჩენაც, თუ მას მთანთქამენ პიროგალოლის ხსნარით. ნახშირბადის(IV) ოქსიდისათვის გამოყენებულია CuCl -ის ამიაკური ხსნარი. საანალიზო აირის დარჩენილი მოცულობა მოდის აზოტსა და მეთანზე.

ანალიზის დამთავრების შემდეგ აირთა ნარჩენებს გამოუშვებენ ატმოსფეროში. მთანთქამელ ბალონებზე გახსნიან ონკანებს. მათანაბრებელ შუშას დადგამენ სადგარზე და შემდეგ დააკეტავენ ყველა ონკანს.

სამუშაოს შედეგების გაფორმება. აღიწეროს აირანალიზატორის მოქმედების პრინციპი და ჩაიწეროს აირის ანალიზის შედეგები.

ხის მშრალი გამოხდა (ნახევრად კოქსვა)

ჰაერის მიწოდების გარეშე მერქნის გახურებისას გამოიყოფა ხის ნახშირი, ძმარმჟავა, მეთილის (ხის) სპირტი, აცეტონი, კუპრი, წყალი, მეთანი, ნახშირბადის(IV) ოქსიდი.

გამოხდის თხევადი პროდუქტები წარმოქმნის ორ ფენას: ფისსა და წყლის კონდენსატს. ფოთლოვანი ჯიშის ხეების გამოხდით მიიღება მძიმე ფისი და ფისსედა წყალი. წიწვოვანთა გამოხდა უფრო მსუბუქ ფისს იძლევა, რომლის შედგენილობაშია ტერპენები, ფენოლები, სხვადასხვა ალიფატური ნახშირწყალბადები. წყლის კონდენსატი კი გროვდება ფისს ქვემოთ და მას ფისსქვედა წყალი ჰქვია.

გამოყოფილი პროდუქტის ხასიათი დიდად არის განპირობებული მერქნის გახურების ტემპერატურით.

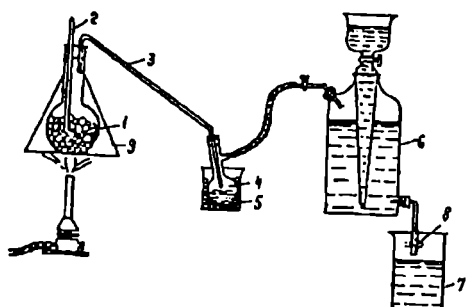
ხის მშრალი გამოხდა პრაქტიკულად ტარდება ხოლმე 450–500°C-ზე, რადგან ტემპერატურის შემდგომი გადიდება თითქმის არ ზრდის თხევადი პროდუქტების გამოსავალს.

სამუშაოს მიზანი. ხის მშრალი გამოხდის ჩატარება და მყარი, თხევადი და აირადი პროდუქტების გამოსავლის დადგენა. ძმარმჟავას რაოდენობის განსაზღვრა, გამოყოფილი აირადი პროდუქტების ანალიზის ჩატარება.

მოწყობილობა და მასალები: რკინის ჰერმეტულად დახურული რეტორტა (შეიძლება კოლბის გამოყენებაც). 2. ტიგელის ელექტროლუმული 500 °C-ზე. 3. პირომეტრიანი თერმოწყვილი ან 500 °C-იანი თერმომეტრი. 4. აირადი და თხევადი პროდუქტების მიმღებები. 5. ხის ნახერხი ან ნაჭრები. 6. ტუტის 0,1 ნ ხსნარი. 7. ფენოლფტალეინი. 8. კირიანი წყალი. 9. ბრომიანი წყალი.

სამუშაოს მსვლელობა. ხის მშრალი გამოხდისათვის შეიძლება ეისარგებლოთ რკინის რეტორტით (სურ. 23), ანდა უკიდურეს შემთხვევაში, მინის სკელკედლა ლიტრიანი მრგვალი კოლბით (სურ. 26). რეტორტას ნახევრამდე შეავსებენ წინასწარ აწონილი ნახერხით ან ხის პატარა ნაჭრებით (30–40 გრამამდე). აწობილ დანადგარს შეამოწმებენ ჰერმეტულობაზე, ე.ი. მოუჭერენ მომჭერს (8), თუ ჰერმეტულობა დაცულია, მაშინ

წყალი გამოედინება ხანმოკლე დროის განმავლობაში და მერე ნაკადი შეწყდება. ნაკადის შეწყვეტის შემდეგ მომჭერს (8) გადაკეტავენ, მიმღებიდან (4) მოაცილებენ რეზინის მილს და კოლბას გააცხელებენ 100–110 °C-მდე. გამოყოფილ ჰაერს გაუშვებენ ატმოსფეროში. შემდეგ მილს ხელახლა შეუერთებენ მიმღებს (4), გახსნიან მომჭერს (8) და კოლბას გაახურებენ 300 °C-მდე. შემდეგ, ტემპერატურას თანდათანობით ასწევენ 450–500 °C-მდე. გამოხდის შედეგად მიღებულ თხევად პროდუქტებს შეაგროვებენ მინის მიმღებში, ხოლო აირადს კი – გაზომეტრში. აირადი პროდუქტების რაოდენობას განსაზღვრავენ გაზომეტრიდან გამოდენილი წყლის მოცულობით. ცდის დაშთაერების შემდეგ გამოთიშავენ ელექტროლუმელს და გამოაცალკეებენ მიმღებს, რათა იქ დაგროვილი თხევადი პროდუქტები არ შეიწოვოს რეაქტორში.



სურ. 26 ხის მშრალი გამოხდა: 1. კოლბა ხის ნაჭრებით; 2. თერმომეტრი; 3. აირსარიანი მილი; 4. მიმღები; 5. გამაცივებელი ნარევი; 6. აირის პროდუქტების გაზომეტრ – მიმღები; 7. გამომდინარე წყლის შექერები ჭურჭელი; 8. მომჭერი; 9. აზბესტი.

თხევადი პროდუქტების მოცულობას გაზომავენ საზომი ცილინდრით, გადაასხამენ მაცივართან შეერთებულ კოლბაში სა კოლბის შიგთაყსს თანდათანობით გააცხელებენ 120 °C-მდე. პირველად გამოიხდება მეთილის სპირტი, შემდეგ წყალი და ძმარმჟავა. გამოხდისათვის საჭირო დანადგარს უნდა გააჩნდეს მომცრო ზომები: 20–30 მლ-იანი კოლბა და 20 სმ სიგრძის მაცივარი.

ძმარმჟავას რაოდენობის დასადგენად დისტილატს გადაასხამენ ჭიქაში და გატიტრავენ ტუტის 0,1 ნ ხსნარით, ფენოლფტა-

ლენინის თანაობისას. რაოდენობრივი ანალიზის ჩასატარებლად აირად პროდუქტებს გასომეტრიდან გამოძევებენ წყლის საშუალებით. ნახშირბადის(IV) ოქსიდის აღმოჩენა შეიძლება მისი გატარებით კალციუმის ჰიდროქსიდის ხსნარში. უჯერი ნაერთების არსებობის დამტკიცება შეიძლება ბრომიანი წყლის გამოყენებით.

აირადი პროდუქტები წყადია. თუ გასომეტრიდან გამომავალ აირის ნაკადს წაუუიღებთ ცეცხლს, იგი აინთება. ამისათვის გასომეტრში ჩაასხამენ წყალს და აირსარინი მილიდან გამომავალ აირს აანთებენ. აირადი პროდუქტების ანალიზი აირანალიზატორში უნდა ჩატარდეს პედაგოგის მითითებისამებრ..

სამუშაოს შედეგების გაფორმება. ჩაიხატოს ხის მშრალი გამოხდისათვის საჭირო დანადგარის სქემა და მოკლედ აღიწეროს მისი მუშაობა. ციფრობრივი მონაცემები გაფორმდეს ცხრილის სახით.

ს ა მ უ შ ა ო 19

ნაეტობპროდუქტების კრეკინგი

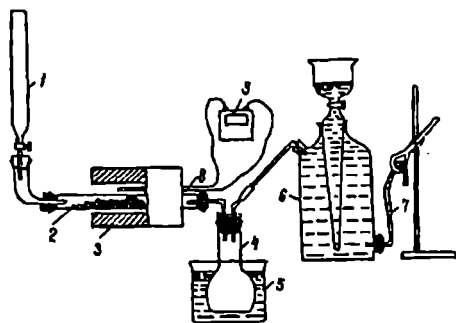
სამუშაოს მიზანი. ნავთის კატალიზური კრეკინგის ჩატარება. ბენზინის, მძიმე ფრაქციებისა და აირადი პროდუქტების გამოსავლის განსაზღვრა.

მოწყობილობა და მასალები: 1. ელექტროლუმელი. 2. კატალიზატორიანი რკინის მილი. 3. 50 ან 100 მლ-იანი ბიურეტი. 4. ალონუი. 5. 200 ან 250 მლ ტყუალობის მიმღები კოლბა. 6. გრადუირებული გასომეტრი. 7. კრეკინგის პროდუქტების დასაცვილებელი ხელსაწყო. 8. მინისა და რეზინის მილები, საცობები.

სამუშაოს მსვლელობა. კრეკინგი ხორციელდება დანადგარში, რომელიც გამოსახულია 27- სურათზე. ნავთი ბიურეტიდან (1) მიეწოდება კატალიზატორიან რკინის მილში, რომელიც ხურდება ელექტროლუმელით (3). კრეკინგის თხევადი პრო-

*მილი დახრილი უნდა იყოს მიმღები კოლბისაკენ.

დუქტები გროვდება მიმღებში (4), რომელიც ჩადგმულია მაცივებელ ნარევეში. აირადი პროდუქტები კი გადადინ აირმსომში (6).



სურ. 27. ნავთობპროდუქტების კატალიზური კრეკინგი: 1. ბიურეტი ნავთობპროდუქტით; 2. კატალიზატორიანი მილი; 3. ელექტროლუმენი; 4. თხევადი ნავთობპროდუქტების მიმღები; 5. მაცივებელი ნარევი; 6. აირადი ნავთობპროდუქტების მიმღები გაზომეტრი; 7. წყლის გამოსაშვები ონკანი; 8. თერმომწვეილი; 9. პირომეტრული გაღვანომეტრი.

სამუშაოდ ვარგისია ისეთი ნავთი, რომელიც არ შეიცავს უჯერ ნახშირწყალბადებს, ამ უკანასკნელთა აღმოჩენა ნავთში შეიძლება ბრომიანს წყლით.

უჯერი ნახშირწყალბადებისაგან გასაწმენდად გამყოფ ძაბრში ჩამოასხამენ 100–200 მლ ნავთს და 5 წუთის განმავლობაში მას ენერგიულად ანჯღრევენ 15–20 მლ კონცენტრირებულ გოგირდმჟავასთან ერთად. ამასთან, დროდადრო საჭიროა ძაბრის გადაბრუნება და ონკანის გაღება რეაქციის აირადი პროდუქტების გამოსაშვებად. დაწდომის შემდეგ ძაბრიდან გამოუშვებენ ქვედა ფენას და გაწმენდას გაიმეორებენ გოგირდმჟავას ახალი ულუფით. ნავთი იწმინდება კალიუმის პერმანგანატის ტუტე ხსნარით და წყლით. გაუწყლოების მიზნით ნავთს დაუმატებენ უწყლო კალციუმის ქლორიდს, შეანჯღრევენ 10–15 წუთის განმავლობაში და გაფილტრავენ. კრეკინგის ჩასატარებლად საჭირო კატალიზატორი მზადდება ალუმინისა და სილიციუმის ოქსიდებისაგან. ბუნებრივი ნავთებიდან გამოსადეგია კარგი ხარისხის თიხა, რომელიც შეძლებისდაგვარად ნაკლებ მინარევეებს შეიცავს. თიხის გასაწმენდად მას შეურევენ განზავებულ (1:1) მარილმჟავას და დააყოვნებენ რამდენიმე დღე. ამის შემდეგ

გასუფთავებულ თიხას გამოაშრობენ ჰაერზე, საშრობ კარადაში, 150–200 °C-ზე, შეურევენ აზბესტს და ჩატიერთავენ რეაქტორში. კატალიზატორად გამოდგება აგრეთვე, 3–4 მმ-ის ნატეხებად დამტვრეული გამომწვარი თიხა ან დაფხენილი აგური.

დანადგარი წინასწარ უნდა შემოწმდეს ჰერმეტიულობაზე. ამისათვის გახსნიან წყლის გამოსაშვებ ონკანს (7). რეზინის მილის ბოლო უნდა იყოს გაზომეტრის დონეზე 10–15 სმ-ით დაბლა. თუ მას ჩაუშვებთ გაცილებით უფრო დაბლა, მაშინ სისტემაში შეიქმნება მნიშვნელოვანი გაუსშობება და ჰერმეტიულობის დაცვა გაძნელდება.

ხელსაწყოს ჰერმეტიულობის შემთხვევაში, ელექტროლუმელს გაახურებენ 600 °C-მდე. ჰაერს ატმოსფეროში გაუშვებენ, შეურთებენ გაზომეტრს, გახსნიან ონკანს (7) და ჩამოუშვებენ ნავთის ნაკადს 2–3 წვეთის სიჩქარით წამში. როდესაც მილში გაივლის 50–80 მლ ნავთი, ღუმელს გამორთავენ და ახორციელებენ კრეკინგის პროდუქტების დაშორებას. თხევადი პროდუქტების მოცულობის გაზომვის შემდეგ, მათ გადაასხამენ მაცივართან შეერთებულ კოლბაში. დისტილატს გადაიტანენ სასომ ცილინდრში. გასომავენ გამოყოფილი ბენზინისა (დულს 170 °C-მდე) და მძიმე ფრაქციის (დულს 170-დან 230 °C-მდე) მოცულობებს. შედარებისათვის ჩაატარებენ ნავთის დაცილებას. მიღებული პროდუქტი ყოველთვის შეიცავს უჯერ ნაერთებს, რომელთა არსებობა დასტურდება ბრომიან წყალთან ურთიერთქმედებით.

კრეკინგის აირადი პროდუქტების მოცულობა განისაზღვრება წყლის დონით გაზომეტრში ან გაზომეტრიდან გამოდინებული წყლის მოცულობით.

კრეკინგის აირადი პროდუქტები ასევე შეიცავენ უჯერ ნახშირწყალბადებს. მათ აღმოსაჩენად აირს გაზომეტრიდან შეაგროვებენ წყლიან ცილინდრში, დაუმატებენ მცირეოდენ ბრომიან წყალს და დახურავენ რა ცილინდრს მინია, ენერგიულად შეანჯღრევენ მას.

მუშაობის პროცესში კატალიზატორზე გროვდება კოქსი, ამიტომ 3–4 ცდის შემდეგ ან უნდა შეიცვალოს კატალიზატორი, ან გამოიწვას კოქსი. კოქსის გამოსაწვავად ღუმელს გაახურებენ

800 °C-მდე, მიღს შეუერთებენ გაზომეტრს ან წყალჭაყდურ ტუმბოს და 15–20 წუთის განმავლობაში მიღში გაატარებენ ჰაერის სუსტ ნაკადს.

კრეკინგის ნატარება შეიძლება უფრო მაღალ ტემპერატურაზეც, მაგალითად, 650–700 °C-ზე. ამ შემთხვევაში აირადი პროდუქტების რაოდენობა იზრდება.

სამუშაოს შედეგების გაფორმება. ნახატოს კრეკინგის ნასატარებელი მოწყობილობა და აღიწეროს მისი მუშაობა. ცდის შედეგები გაფორმდეს ცხრილის სახით.

თ ა ვ ი VIII

კარბონემჟამების სინთეზი

ს ა მ უ შ ა ო 20

ქმარმუავას მიღება სინთეზური გზით

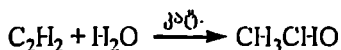
I ვარიანტი.

აცეტილენიდან ქმარმუავას მიღება.

ქმარმუავას წარმოება მოიცავს შემდეგ სტადიებს: 1. აცეტილენის მიღება; 2. აცეტილენის ჰიდრატაცია კუნეროვის რეაქციით; 3. ჰაერის უანგზადით ქმარმუავა ალდეჰიდის დაუანგვა ქმარმუავამდე.

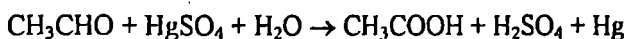
აცეტილენის მიღება შეიძლება ან კალციუმის კარბიდიდან, ან 1500–1600°C-ზე მეთანის თერმული დაშლით და მიღებული პიროლი"სური აირის შემდგომი სწრაფი გაცეცებით.

აცეტილენის ჰიდრატაცია აცეტალდეჰიდის წარმოქმნით კარგად მიმდინარეობს მუავა გარემოში (გოგირდმუავას ხსნარი) ვერცხლისწყლის(II) სულფატის თანაობისას:



გაცხელებით ჰიდრატაციის პროცესი ნქარდება. რადგან აცეტალდეჰიდის დუდილის ტემპერატურა 20,8 °C-ია, ამიტომ მისი დიდი ნაწილი აქროლდება სარეაქციო არედან, თუმცა მცირე-

ოღენი აცეტალდეჰიდი ვერცხლისწყლის მარილების სუბაქლენით იჟანგება ძმარმჟავამდე:



ვინაიდან ღითონური ვერცხლისწყალი არ წარმოადგენს კატალიზატორს, ამიტომ უკანასკნელი რეაქციის აღსაკვეთად ხსნარს დაუმატებენ რკინის(III) სულფატს, რომელიც ჟანგავს ვერცხლისწყალს.

ძმარმჟავამდე აცეტალდეჰიდის დაჟანგვა მიმდინარეობს მძიმე ღითონთა მარილებთან ერთად, რომლებიც ჟანგბადის გადამტანის როლს ასრულებენ. მათმიეკუთვნება მანგანუმის, კობალტის, ვანადიუმის და სხვათა მარილები.

აცეტალდეჰიდის ჟანგვა საკმაოდ ნელი პროცესია. წარმოებაში დაუჟანგავ აცეტალდეჰიდს აბრუნებენ ხელმეორედ დასაჟანგად. ლაბორატორიულ პირობებში კი აცეტალდეჰიდის ჟანგვის ცირკულაციური პროცესის განხორციელება საკმაოდ ძნელი ოპერაციაა.

ჟანგვა სწრაფად მიმდინარეობს კალიუმის პერმანგანატის (ოქსომანგანატის) ხსნარით:



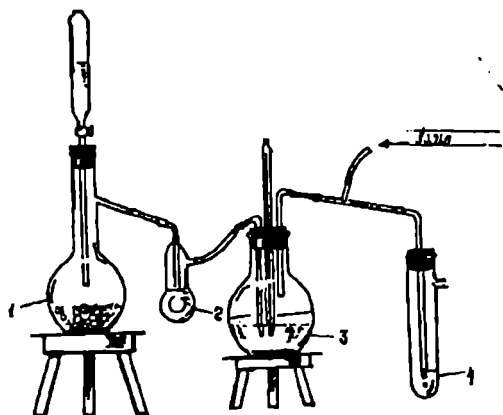
ძმარმჟავასა და მანგანუმის(IV) ოქსიდთან ერთად აქ წარმოიქმნება აგრეთვე, მცირეოდენი მანგანუმის აცეტატი, რომელიც მოქმედებს როგორც კატალიზატორი აცეტალდეჰიდის ჟანგვის პროცესში.

სამუშაოს მიზანი. კალციუმის კარბიდიდან გამომდინარე, ძმარმჟავას ხსნარის მიღება. ძმარმჟავას გამოსაფლის განსახლერა.

მოწყობილობა და მასალები. 1. ვიურცის კოლბა საწყეთი ძაბრით; 2. სარეცხელა; 3. კოლბა აირსარიანი მილითა და თერმომეტრით; 4. სინჯარა აირსარიანი მილით; 5. რეაქტივები: ნატრიუმის ქლორიდი, ვერცხლისწყლის(II) ოქსიდი, გოგირდმჟავა, კალიუმის პერმანგანატი, კალციუმის კარბიდი, ტუტის 0,05 გ ხსნარი.

სამუშაოს მსვლელობა. სამუშაო ტარდება დანადგარში, რომელიც აწყობილია 28-ე სურათზე მოყვანილი სქემის

მიხედვით. აცეტილენი მიიღება, თუ კალციუმის კარბიდს წვეთწვეთონით მიუჭამატებთ ნატრიუმის ქლორიდის კონცენტრირებულ ხსნარს. რადგან ეს რეაქცია ძალიან მძაფრად მიმდინარეობს, მისი სინქარის შესამცირებლად შეიძლება კოლბაში წინასწარ ჩავესხათ 20–30 მლ სპირტი. კალციუმის კარბიდსა და წყლის ურთიერთქმედება ისეთი სინქარით უნდა მიმდინარეობდეს, რომ სარეცხელაში წამში ერთი ბუშტულა გადიოდეს. აცეტილენის ძლიერი ჭავლის შექმსხვევაში ძმარმუეფას გამოსაეალი მცირედება.



სურ. 28. ძმარმუეფას მიღება:
 1. კოლბა კალციუმის კარბიდით; 2. წყლიანი სარეცხელა (ბუშტულეების მთელეული); 3. კოლბა ეერცხლისწყლის მარილთა ხსნარით; 4. კოლბა ან სინჯარა პერმანგანატის ხსნარით.

აცეტილენი შედის ეერცხლისწყლის(II) სულფატის ნაჯერ ხსნარიან კოლბაში, სადაც ხდება მისი ჰიდრატაცია და მარმოიქმნება აცეტალდეჰიდი. ეერცხლისწყლის(II) სულფატის იდროლიზის აღსაკეეთად კოლბაში ჩაასხამენ 1–2 მლ ონცენტრირებულ გოგირდმუეფას.

მზა ეერცხლისწყლის(II) სულფატის უქონლონის შექმსხვევაში იგი შეიძლება ადვილად მოუამსადლოთ ეერცხლისწყლის(II) ოქსიდის გახსნით გოგირდმუეფაში მცირეოდენი შეთბობით. მისათვის უნდა ავილოთ 1 გ-მდე ეერცხლისწყლის(II) ოქსიდი ა 30 მლ გოგირდმუეფა (განსაეებული 1: 4).

ტექნოქიმიურ სასწოროზე გამოწონიან 1–1,5 გ კალციუმის კარბიდს და ჩაყრიან მას მშრალ კოლბაში (1). შემდეგ

ვერცხლისწყლის(II) სულფატის ხსნარს გააცხელებენ 70°C-მდე და ყურადღებით აკვირდებიან თერმომეტრის ჩვენებას. ნატრიუმის ქლორიდის ხსნარს უმატებენ წვეთწვეთობით.

აცეტალდეჰიდი, რომელიც წარმოიქმნება აცეტილენის ჰიდრატაციის შედეგად, ვერცხლისწყლის მარილის კატალიზური მოქმედებით; აორთქლდება და შედის კალიუმის პერმანგანატის (ოქსომანგანატიან) განსავეზულხსნარიან სინჯარაში, სადაც იუნაგება ძმარმუჟავად.

პერმანგანატიან (ოქსომანგანატიან) სინჯარაში შესვლამდე აღდეჰიდის ორთქლი უნდა შეერიოს ჰაერს, რომელიც მიეწოდება გასომეტრიდან სამკაპას საშუალებით. ჰაერის ნაკადსე თვალყურის სადევნებლად სამკაპასა და გასომეტრს შორის სისტემაში ჩართულია წყლიანი სარეცხელა. ჰაერს ატარებენ წამში ერთი ბუშტულის სიჩქარით.

ცდა გრძელდება სარეცხელაში (2) აირის ბუშტულების ნაკადის შეწყვეტამდე. რეაქციის დამთავრების შემდეგ სისტემიდან მოხსნიან ძმარმუჟვიან სინჯარას.

ძმარმუჟვას ხსნარიდან მანგანუმის(IV) ოქსიდის მოსაცილებლად ხსნარს ჩაფილტრავენ 100 მლ ტვეადობის სასომ კოლბაში, შეავესებენ წყლით ჭდემდე, შეურევენ და გატიტრავენ ტუტის 0,05 ნ ხსნარით.

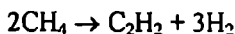
ძმარმუჟვას გამოსავლის დასადგენად დაუმეებენ, რომ კალციუმის კარბიდი არ შეიცავდა მინარევებს. სინამდეილეში კი იგი ყოველთვის გაჭუჭყიანებულია და თუ სუფთა კალციუმის კარბიდი იძლევა 370 მლ აცეტილენს (20 °C, 101,3 პა), ტექნიკური კარბიდი – მხოლოდ 230–280 მლ-ს. პროდუქტის დანაკარგები შესადლებულია აგრეთვე აცეტილენის არასრული ჰიდრატაციის და აცეტალდეჰიდის არასრული დაჟანგვის გამოც.

ძმარმუჟვას გამოსავალი განისზღვრება, როგორც პროცენტული შეფარდება ძმარმუჟვას მიღებული რაოდენობისა მის იმ რაოდენობასთან, რომელიც უნდა მიღებულიყო თეორიულად.

სამუშაოს შედეგების გაფორმება. ჩახატოს და აღიწეროს ძმარმუჟვას მისაღები დანადგარის მოქმედების პრინციპი. ციფრობრივი მონაცემებით გაფორმდეს ცხრილი.

აღებულია კალციუმის კარბიდი (გ)	ტიტერაზე დახარჯული ტუტე (მლ)	ძმარმუაეა (გ)		გამოსალი (%)
		უნდა გამო- ყოფილიყო	გაპოიყო	

II ვარიანტი. საკვებ ძმარმუაეას ღებულობენ ყურძნის წვენის დაღულებიას, საკმაო სისუფთაეის ტექნიკურ ძმარმუაეას კი აცეტილენისაგან, რომელიც, თავის მხრივ გამოიყოფა კალციუმის კარბიდისაგან. თუმცა ეს მეთოდი, კალციუმის კარბიდის მისაღებად საჭირო დიდი ენერგეტიკული ხარჯების გამო, თანდათან იცვლება ნაკლებად ძვირი მეთოდიტ – მეთანის პიროლიზური დაუნავიტ, რომელიც მიმდინარეობს მცირეოდენი უანგბადის თანაობისას 1500°C-ზე:



აცეტილენის დაშლის თაეიდან ასაცილებლად პიროლიზის აირებს სწრაფად აციკებენ წყლიტ, რომელიც წვეტწვეკათობიტ მიწოდება სარეაქციო არეს. აცეტილენიდან მიიღება ვინილაცეტილენი $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{C} \equiv \text{CH}$, ქლოროპრენი $\text{CH}_2 = \text{CCl} - \text{CH} = \text{CH}_2$, ქლორენილი $\text{CH}_2 = \text{CHCl}$, ძმარმუაეა CH_3COOH და ა.შ.

ძმარმუაეას მიღების პროცესი იყოფა ორ სტადიად: აცეტილენის ჰიდრატაცია, რის შედეგადაც გამოიყოფა ძმრის აღდეჰიდი და აღდეჰიდის უანგვა ძმარმუაეად.

აცეტილენის ჰიდრატაცია ხდება კუნიეროეის რეაქციის მიხედვით ვერცხლისწყლის(II) სულფატის წყალხსნარში. რეაქციის დასაჩქარებლად ხსნარს აცხელებენ, რაც ხელს უწყობს აგრესიუ ძმრის აღდეჰიდის მოცილებას სარეაქციო არიდან, ვინაიდან იგი დულს 293,9 K-ზე.

შედარებით უხიფათო მეთოდია ორტქლფაზური ჰიდრატაცია, რომელიც მდგომარეობს აცეტილენისა და წყლის ორტქლის გატარებაში კატალიზატორზე (კალციუმისა და კადმიუმის ფოსფატების ნარევი) 650–700K-ის პირობებში. პროცესის უხიფათობა განპირობებულია ვერცხლისწყლის მარიღების უქონლობიტ.

ძმრის აღდეჰიდის უანგვა ჰაერის უანგბადიტ მიმდინარეობს მანგანუმის აცეტატის წყალხსნარში. ეს პროცესი შედეგება საში

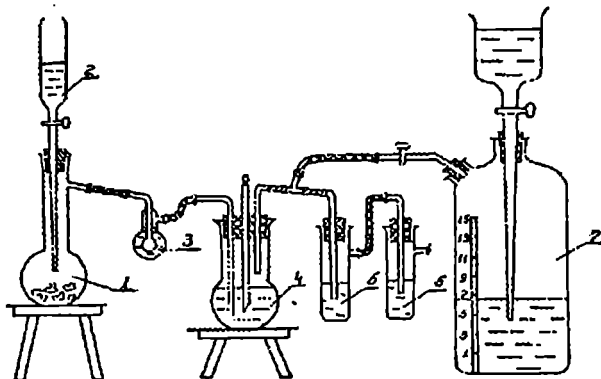
სტადიისაგან: 1) ძმრის აღდგომის წარმოქმნა, 2) 'სემარმეაქას წარმოქმნა და 3) ძმარმეაქას მიღება. პროცესი ცირკულაციურია: რეაქციაში შეუსვლელი აღდგომი უბრუნდება რეაქტორს და ახალ პორციასთან ერთად კვლავ გარდაიქმნება ძმარმეაქად.

სამუშაოს მიხანი. ძმარმეაქას ხსნარის მიღება კალციუმის კარბიდისაგან I და II ვარიანტით.

მოწყობილობა და მასალები: 1. ძმარმეაქას მისაღები დანადგარი; 2. კალციუმის კარბიდი; 3. ნატრიუმის ქლორიდის ხსნარი; 4. ვერცხლისწყლის(II) სულფატი ან ოქსიდი; 5. გოგირდმეაქა; 6. კალიუმის პერმანგანატი (ოქსომანგანატი); 7. მანგანუმის აცეტატი; 8. ტუტის 0,05 ნ ხსნარი; 9. 100 მლ-იანი სასომი კოლბა, ქაბრები, ფილტრები.

სამუშაოს მსვლელობა. სამუშაოს ჩატარებისათვის საჭირო დანადგარის სქემა მოცემულია 29-ე სურათზე. აცეტილენი გამოიყოფა, თუ კალციუმის კარბიდს წყუთობით დაეახამთ სუფრის მარილის კონცენტრირებულ ხსნარს, რადგან სუფთა წყლის გამოყენების შემთხვევაში რეაქცია მეტად ენერგიულად მიმდინრეობს. ნატრიუმის ქლორიდის ხსნარის მიწოდება ისე უნდა დარეგულირდეს, რომ სარეცხელაში ერთ წამში გაიაროს აცეტილენის ერთმა ბურთულამ. უფრო ძლიერი ნაკადის შემთხვევაში ძმარმეაქას გამოსაყალი მცირდება, რადგან აცეტალდეომიდი ვერ ასწრებს დაქანგვას.

აცეტილენის ჰიდრატაცია მიმდინარეობს კოლბაში (4), სადაც მოთავსებულია ვერცხლისწყლის(II) სულფატის ხსნარი. კოლბაში ჯერ ჩაასხემენ 30-50 მლ 5-10%-იან გოგირდმეაქას, რომელსაც შემდეგ შეურევენ 2-3 გ ვერცხლისწყლის სულფატს. გოგირდმეაქა საჭიროა ამ მარილის ჰიდროლიზის თავიდან ასაცილებლად. სულფატის უკონლობის შემთხვევაში იღებენ 1,5-2 გ ვერცხლისწყლის(II) ოქსიდს და 10-15%-იან გოგირდმეაქას. ცოტა ხნის შემდეგ, მით უფრო თუ ხსნარს შევასობთ, ოქსიდი გარდაიქმნება სულფატად. ჰიდრატაციის ოპტიმალური ტემპერატურა დაახლოებით 343K-ია, ამიტომ ხსნარი უნდა გათბეს ბადურაზე ან წყლის აბაზანაზე აღნიშნულ ტემპერატურამდე, რომლის შენარჩუნება ადვილია კონტაქტური თერმომეტრის გამოყენებით.



სურ. 29. მმარმუჟავას მიღება: 1. კალციუმის კარბიდიანი კოლბა; 2. წვეთოვანი ძაბრი, ნატრიუმის ქლორიდის ხსნარი; 3. სარეცხელა ბუშტულებების დასათუღელად; 4. კოლბა ვერცხლისწყლის სულფატის ხსნარით; 5, და 6. სინჯარები მანგანუმის აცეტატით ან კალიუმის პერმანგანატით; 7. დაგრაღურიებული აირმზომი ჰაერისათვის.

ვერცხლისწყლის(II) სულფატის გამოყენება შეიძლება მრავალჯერ, ოღონდ ხანგრძლივი ხმარებისას ვერცხლისწყალი აცეტალდეჰიდის ზემოქმედებით შეიძლება აღდგეს ერთვალენტოვანად ან ლითონურ მდგომარეობამდეც კი. ამის თავიდან ასაცილებლად ხსნარს უმატებენ რკინის(III) ქლორიდის ნაჯერ ხსნარს.

აცეტალდეჰიდის ჟანგვა მიმდინარეობს მიმღებებში (5 და 6), სადაც ჩაასხამენ 15–20 მლ მანგანუმის აცეტატის ხსნარს, რომელიც შეიცავს 50–60 გ/ლ ამ მარილს. გრაღურიებული გასომეტრიდან (7) მიმღებებში მიეწოდება ჟანგბადი აგრეთვე 3–4 ჯერადი სიჭარბით. ჟანგბადის უქონლობის შემთხვევაში იყენებენ 3 ლ-მდე ჰაერს. ენერგიული ჟანგვა მიმდინარეობს 340–345 K-ზე. თუმცა ამ დროს მმარმუჟავას ნაწილი იკარგება გამომავალ აირებთან ერთად, ამიტომ რეაქციის ჩატარება შეიძლება მუანგავ-მიმღებების (5 და 6) გახურების გარეშე.

ცდის დაწყებამდე ჯერ ახურებენ ხსნარს კოლბაში (4). შემდეგ 0,01 გ სიზუსტით აწონიან 2–3 გ კალციუმის კარბიდს, მოათავსებენ მშრალ კოლბაში (1), წვეთწვეთობით დაამატებენ

ნატრიუმის ქლორიდის ხსნარს, და მაშინვე გასომეტრიდან შეუშვებენ ჰაერის საჭირო რაოდენობას. კალციუმის კარბიდის დაშლის შემდეგ, რაც შეინიშნება აცეტილენის ბუშტულების შეწყვეტით სარეცხელაში (3), დააყოვნებენ 1-1,5 წუთს, შეწყვეტენ ჰაერის მიწოდებას და გამორთავენ (5 და 6) მიმღებებს. ამ უკანასკნელთა შიგთავსს გადაიტანენ 100 მლ-იან კოლბაში, ერთხელ ჩარეცხავენ წყლით, ჩანარეცხსაც ჩაასხამენ კოლბაში და შეავსებენ წყლით.

მიღებულ ძმარმუავას გულმოდგინედ შეანჯღრევენ, პიპეტით ამოიღებენ 15-20 მლ ხსნარს, გატიტრავენ 0,05 ნ ტუტის ხსნარით და ამგვარად დაადგენენ ძმარმუავას რაოდენობას. ინდიკატორად გამოყენებულია ფენოლფტალეინი.

ძმარმუავას გამოსავლის დადგენის დროს ითვალსიწინებენ ტექნიკური კალციუმის კარბიდის გატუჭყიანების დონეს. 1 კგ კალციუმის კარბიდიდან უნდა გამოიყოს 230-280 ლ აცეტილენი ნორმალურ პირობებში. გამოთვლებისას იღებენ საშუალო მნიშვნელობას - 250 ლიტრს.

სამუშაოს შედეგების გაფორმება. მიღებული მონაცემები შეაქვთ ცხრილში.

აღებულია კალციუმის კარბიდი (გ)	მიღებულია აცეტილენი (გ)		ტიტრრაჟულ დახარჯულ ტუტე (მლ)	მიღებულია ძმარმუავა	ვის გამო-სავალი (%)
	თეორიული	პრაქტიკული			

III ვარიანტი.

სამუშაოს მიზანი. ძმარმუავას მიღება კალციუმის კარბიდი-საგან კალიუმის ოქსომანგანატის, როგორც მუანგაჟის გამოყენებით.

სამუშაოს მსვლელობა. ძმარმუავა მიიღება ისევე, როგორც II ვარიანტში, ოღონდ (5 და 6) სინჯარებში უნდა ჩაისხას 25-25 მლ კალიუმის პერმანგანატის (ოქრომანგანატის) 0,1 ნ ხსნარი, ანუ გაცხდლებით მეტი სიჭარბით ვიდრე საჭიროა თეორიულად. გასომეტრიდან (7) ჰაერი მიეწოდება უფრო მცირე რაოდენობით

- დაახლოებით 1-1,5 ლ, თანაც იგი ასრულებს გამოყოფილი აცეტალდეჰიდის გადამტანის როლს.

ისეთი ძლიერ მუანგავის ფონზე, როგორცაა კალიუმის პერმანგანატი, ჰაერის ჟანგბადის ჟანგითი უნარი მინიმუმამდეა დაყვანილი, ამიტომ ძმარმუყავსა და აცეტატების გამოსავალი იზრდება მეორე ვარიანტის მიხედვით ნატარებულ კატალიზურ ჟანგვასთან შედარებით.

აცეტალდეჰიდის ჟანგვა ხორციელდება შემდეგი რეაქციის მიხედვით



მიღებული ძმარმუყავისა და კალიუმის აცეტატის რაოდენობათა დადგენა მათი ერთობლივი არსებობისას და, განსაკუთრებით, კალიუმის პერმანგანატის თანაობისას საკმაოდ ანალიზურ სიძნელეს წარმოადგენს. ამიტომ უმარტივეს ხერხად ითვლება აცეტალდეჰიდის დაჟანგვაზე დახარჯული კალიუმის პერმანგანატის რაოდენობის განსაზღვრა. ეს შესაძლებელია კოლორიმეტრიულად, თუ გამოვიყენებთ საკალიბრებელ მრულს კალიუმის პერმანგანატის სხვადასხვა შემცველობით, ან წარმოქმნილი მანგანუმის(IV) ოქსიდის რაოდენობის განსაზღვრით. ამ უკანასკნელი მეთოდის თანახმად ნაწილობრივ ჰიდრატირებულ მანგანუმის ოქსიდებს გადაიტანენ კოლბაში, ჩარეცხავენ სინჯარის კედლებიდან ოქსიდების ნარჩენს, აღუდებენ 5-10 წუთის განმავლობაში და გაფილტრავენ წინასწარ აწონილ ქალაღლის ფილტრში. მიღებული ნალექი 2-3ჯერ უნდა ჩაირეცხოს წყლით მარილების მოსაცილებლად და გამოშრეს 120-130°C-ზე, მანგანუმის ჰიდროქსიდების გაუწყლოებისათვის. გამოწონილი მანგანუმის(IV) ოქსიდის მიხედვით და შემოთ მოყვანილი რეაქციის განტოლების გათვალისწინებით შესაძლებელია კალიუმის აცეტატის და თავისუფალი ძმარმუყავს რაოდენობათა გამოანგარიშება. კალიუმის აცეტატს გადაითვლიან ძმარმუყავსე და დაადგენენ ძმარმუყავს საერთო გამოსავალს აღებული კალციუმის კარბიდის რაოდენობიდან. გამოსავალი კი წარმოადგენს ძმარმუყავს მიღებული რაოდენობის პროცენტულ ფარდობას მის თეორიულად შესაძლებელ გამოსავალთან.

სამუშაოს შედეგების გაფორმება. ჩაიხატოს ძმარმუჟავას მისაღები დანადგარი და მოკლედ აღიწეროს სამუშაოს მსვლელობა, მიღებული მონაცემები კი გაფორმდეს ცხრილის სახით.

აღებულია კალციუმის კარბიდი (გ)	მიღებულია მანგანუმის (IV) ოქსიდი (გ)	ძმარმუჟავას გამოსავალი		
		თეორიული (გ)	პრაქტიკული (გ)	პროცენტული (%)

თ ა ვ ი IX

კოლიმერული ნაერთები

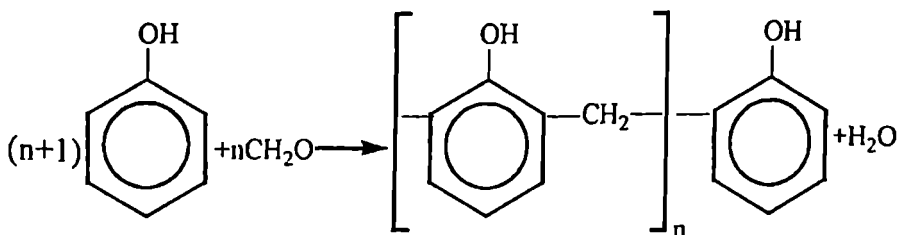
ს ა მ უ შ ა ო 21

ფენოლფორმალდეჰიდური ფისების მიღება

ფენოლფორმალდეჰიდური ფისები მიიღება ფენოლისა და ფორმალდეჰიდის ერთობრივი კონდენსაციის შედეგად. ფენოლისა და ფორმალდეჰიდის თანაფარდობის მიხედვით შესაძლებელია ე.წ. ნოვოლაქური და რესოლური ფისების მიღება.

ნოვოლაქური ფისები წარმოიქმნება ფენოლის მცირე სიჭარბისას (7 მოლ ფენოლზე იღებენ 6 მოლ ფორმალდეჰიდს).

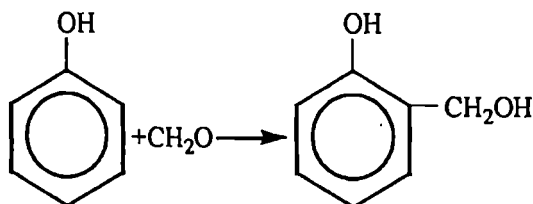
კატალიზატორად გამოყენებულია მარილმუჟავა, სოგჯერ კი მუაუნმუჟავა. ნოვოლაქის წარმოქმნა და აგებულება შეიძლება გამოვსახოს შემდეგი სქემის მიხედვით:



ზოგადად, n-ის მნიშვნელობა მერყეობს 4-8-ის ფარგლებში, ხოლო კონდენსაციის ხანგრძლივობის გაზრდის შემთხვევაში აღწევს 10-მდე.

რეზოლური ფისების დასამზადებლად ფორმალდეჰიდს იღებენ მცირე სიჭარბით: 6 მილ ფენოლ'სე -7 მილ ფორმალდეჰიდს. აქ კი კატალიზატორად იხმარება ფუძეები, ძირითადად ამიაკის წყალხსნარი.

რეზოლური ფისის წარმოქმნის საწყისი სტადია სქემატურად შეიძლება ასე გამოისახოს:



შემდეგ მიმდინარეობს კონდენსაცია ფენოლის რგოლებს შორის დამაკავშირებელ -CH₂- ხილურების წარმოქმნის ხარჯსე. ვინაიდან -CH₂OH ჯგუფებს შეიძლება ჰქონდეს როგორც ორთო-, ისე პარა-მდგომარეობა, პოლიმერიც შეიძლება წარმოიქმნას როგორც ხაზოვანი, განტოტვილი, ისე სიერციითი აგებულებისა. ხაზოვანი და განტოტვილი პოლიმერები ნაწილობრივ გადაეჯაჭვებიან ერთმანეთს. წარმოქმნილ პროდუქტს უწოდებენ რეზოლს. თუ ამ უკანასკნელს დაეაყოვნებთ მაღალ ტემპურატურაზე, იგი ნელნელა გამყრდება ფენოლის რგოლებს შორის მტკიცე ქიმიური კავშირის წარმოქმნის გამო. მიღებულ უხსნად და უღებობ პროდუქტს უწოდებენ რეზიტს.

სამუშაოს მიზანი. ნოვოლაქური და რეზოლური ფისების მიღება და მათი თვისებების შესწავლა.

მოწყობილობა და მასალები: 1. ფენოლი; 2. ფორმალდეჰიდის 40%-იანი ხსნარი; 3. მარილმუჟაა (ρ = 1,19 გ/სმ³); 4. უროტროპინი (ჰექსამეთილენტეტრამინი); 5. ეთილის სპირტი ან აცეტონი; 6. ამიაკის 25%-იანი წყალხსნარი; 7. მრგვალიძირა კოლბა; 8. წყლის აბაზანა.

სამუშაოს მსვლელობა. 50 მლ ტევალობის მრგვალიძირიან კოლბაში მოათავსებენ 7,5 გ ფენოლს და 6 მლ ფორმალდეჰიდის ხსნარს. ნარეკს შეანჯღრევენ ფენოლის გახსნამდე. შემდეგ

დაუმატებენ 2-3 წვეთ კონცენტრირებულ მარილმუყავას, კოლბას დაახურავენ საცობს შიგ ჩამაგრებული უკუმაცივებით და გააცხელებენ წყლის აბაზანაზე 90-100 °C-ზე, წყლისა და ფისის ფენების გამოყოფამდე. ნარევი გადააქეთ წინასწარ აწონილ ფაიფურის ჯამში. დაწდომის შემდეგ სუდა, წყლის ფენას გადააქცევენ, ხოლო ფისს ჩარეცხავენ თბილი წყლით, ნეიტრალურ რეაქციამდე, რასაც ამოწმებენ მეთილნარინჯით. ფაიფურის ჯამს შედგამენ საშრობ კარადაში, 180-200°C-ზე, ფისის გამოსაშრობად. პროდუქტის გამოსაყლის გამოსათვლილად ჯამს ფისიანად აწონიან.

პოლიმერის ხაზოვანი აღნაგობის დასადგენად 1 გ მიღებულ ნივთიერებას დააქუცმაცებენ, ჩაყრიან სინჯარაში, დაუმატებენ 10 მლ ეთილის სპირტს ან აცეტონს და გააცხელებენ. ნარევს ანჯღრევენ 1-1,5 საათის განმავლობაში ყოველი 10 წთ-ის შემდეგ. თუ ფისს ხაზოვანი სტრუქტურა გააჩნია იგი გაიხსნება.

ნოყოლაქური ფისის სამგანსომილებიანი აკებულების პოლიმერში გადასაყვანად საჭიროა დაფხვილ ფისს დაემატოს მისივე მასის 10-15% უროტროპინი და მიღებული ნარევი გაცხელდეს სინჯარაში 160 °C-მდე, გამყარებამდე. გაცივების შემდეგ სინჯარას ამტვრევენ, პოლიმერს ფხენიან და ამოწმებენ მის ხსნადობას სპირტში ან აცეტონში.

რეზოლური ფისის მისადებად 50 მლ-იან მრგვალიძირა კოლბაში მოათავსებენ 5 გ ფენოლს და 10 მლ ფორმალდეჰიდის 40%-იან ხსნარს და 0,5 მლ ნატრიუმის ჰიდროქსიდის 40%-იან ხსნარს. კოლბას დახურავენ საცობით, რომელშიც ჩამაგრებულია ჰაერის მაცივარი. ნარევის შენჯღრევის შემდეგ კოლბას გააცხელებენ აზბესტის ბადურასე ტემპერატურის თანდათანობითი აწევით. თუ ნარევი ძლიერ აღულდა, გაცხელებას მცირე ხნით შეწყვეტენ და კვლავ გააცხელებენ აღულებამდე.

გაცხელება გრძელდება დაახლოებით ერთ საათს, სანამ არ წარმოიქმნება წითლად შეფერილი ბლანტი მასა. მიღებულ ბლანტ მასას ცხლად გადაიტანენ წინასწარ აწონილ ფაიფურის ჯამში ან ტიგელში. რეაქციის დასამთავრებლად ჯამს მოათავსებენ საშრობ კარადაში 100-120 °C-ზე პოლიმერის გამყარებამდე. გაცივების შემდეგ აწონვით განსაზღვრავენ პოლიმერის

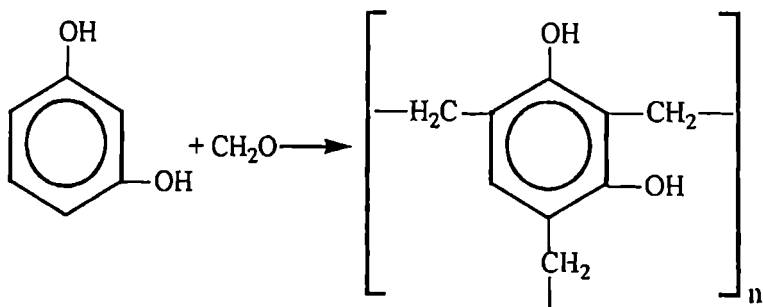
გამოსავალს. სიურციითი სტრუქტურის არსებობის დასადასტურებლად პოლიმერის რამდენიმე მომცრო ნატეხს ჩაყრიან სინჯარაში და შეისწავლიან მის ხსნადობას სპირტში ან აცეტონში.

ს ა მ უ შ ა ო 22

რეზორცინ-ფორმალდეჰიდის ფისის მიღება

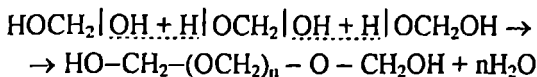
რეზორცინი უფრო რეაქციისუნარიანი ნივთიერებაა, ვიდრე ფენოლი და პოლიკონდენსაციის რეაქცია ფორმალდეჰიდთან მიმდინარეობს საკმაოდ სწრაფად. ამიტომ ამ პროცესის ჩატარება შეიძლება კატალიზატორის გარეშე. ამასთანავე, რეზორცინი ფენოლთან შედარებით არატოქსიკურია. თუმცა პოლიკონდენსაციის პროდუქტი ჩამოუყარდება ფენილფორმალდეჰიდურ ფისს თერმოპლასტიკურობაში.

აღნიშნული პოლიკონდენსაციის პროცესი შეიძლება გამოიხატოს ასე:



რეზორცინ-ფორმალდეჰიდის პოლიმერი, რომელშიც ჯერ კიდევ არ დასრულებულა პოლიკონდენსაციის პროცესი, ხსნის პრაქტულ ორგანულ ნივთიერებას და მისი მოდიფიცირება, ან კიდევ - პლასტიფიცირება შესაძლებელია გლიცერინით. მცირე იტვარებით მისი დამატებისას წარმოიქმნება თავისებური ბლანტი ათხე, რომელიც გამოდგება სწრაფი გამყარების უნარის მქონე ქებოს დასამზადებლად. გამამყარებლად იხმარება პარაფორმი, რომელსაც სხვაგვარად უწოდებენ აგრეთვე პარაფორმალდეჰიდს. იგი წარმოიქმნება ფორმალინის (ფორმალდეჰიდის

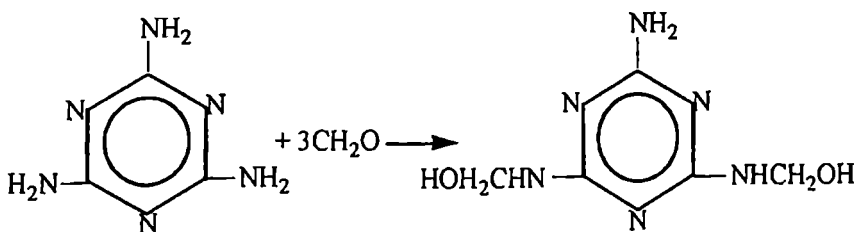
40%-იანი ხსნარი) ხანგრძლივი შენახვის, ან აორთქლების შედეგად. ამ დროს ხდება ფორმალდეჰიდის ჰიდრაციდან წყლის მოწყვეტა და განთავისუფლებული ბმების ხარჯზე დაიწყება პოლიკონდენსაციის რეაქცია:



პარაფორმი თეთრი ფერის, წყალში უხსნადი, მყარი პოლიმერია. ფორმალინის აორთქლების შედეგად გამოყოფილ თეთრი ფერის ნალექს გაფილტრავენ (ამწოვ კარადაში), ჩარეცხავენ წყლით და გამოაშრობენ საშრობ კარადაში მცირე გათბობით. 450–470 K-ზე ზემოთ იგი იშლება აირადი ფორმალდეჰიდის გამოყოფით.

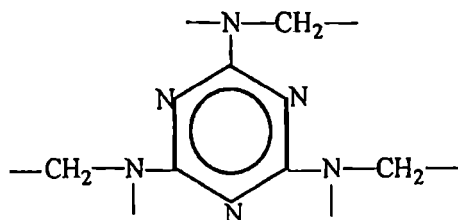
მოწყობილობა და მასალები: 1. რეზორცინი; 2. ფორმალინი (ფორმალდეჰიდის 40%-იანი წყალხსნარი); 3. გლიცერინი; 4. პარა-ფორმალდეჰიდი; 5. 100 მლ-იანი მრგვალი კოლბა; 6. თერმომეტრი; 7. წყლის აბაზანა; 8. ფისის ჩამოსასხმელი ფორმები.

რეზორცინის მაგიერად შესაძლებელია მელამინის – 2,4,6 – ტრიაზინო – 1,3,5-ტრიაზინის გამოყენება. ფორმალდეჰიდთან მისი კონდენსაცია მიმდინარეობს თანმიმდევრულად. ნარეკის მცირე გახურებისას ადვილად წარმოიქმნება ტრიმეთილოლმელამინი



შემდგომი გახურებისას და ფორმალდეჰიდის სიჭარბისას ხდება კიდევ სამი მოლეკულა ფორმალდეჰიდის მიერთება და $\text{HOH}_2\text{-N-C}_6\text{H}_3\text{(NHCH}_2\text{OH)}_3$ ჯგუფების წარმოქმნა, ეს უკანასკნელნი

ერთიერთქმედებენ ერთმანეთთან და მიიღება ბმები: $\text{[} \cdot \text{CH}_2 \text{--- NH} \cdot \text{]}$
 სარეაქციო მასა თანდათან სქელდება და საბოლოოდ
 გამყარდება. კონდენსატი შედგება შემდეგი რგოლებისაგან:



სამუშაოს მიზანი. მელამინ-ფორმალდეჰიდის პოლიმერის მიღება. კონდენსაციის პროდუქტის სიბლანტის ცვლილებაზე დაკვირვება დროისა და ტემპერატურის მიხედვით.

მოწყობილობა და მასალები: 1. მელამინი; 2. ფორმალდეჰიდი (ფორმალინი); 3. მწვავე ნატრი; 4. 50-100 მლ-იანი მრგვალიპირიანი კოლბა; 5. წყლის აბაზანა; 6. თერმომეტრი.

სამუშაოს მსვლელობა: მრგვალიპირიან კოლბაში მოათავსებენ 10 გ რეზორცინსა და 10 გ ფორმალინს. ნარევს შეუვრევენ და აცხელებენ წყლის აბაზანაზე 340-350 K-მდე. დროდადრო შეანჯღრევენ კოლბას. ბლანტი, სეროფისმაგვარი სითხის წარმოქმნის შემდეგ დაუმატებენ 1,5 გ გლიცერინს და ამდენივე პარაფორმს. მიღებულ მასას გულმოდგინედ ურევენ ერთმანეთს, შეანჯღრევენ და გადაიტანენ წინასწარგამოწონილ ლითონის ფორმაში (ან გამოიყენებენ ორი ფიცრის შესაწებებლად). წარმოქმნილი ფისი ოთახის ტემპერატურაზე ნელ-ნელა მყარდება. 310-320 K-ზე გახურებისას გამყარების სიჩქარე იზრდება.

სამუშაოს შედეგების გაფორმება. აღიწეროს სამუშაოს მსვლელობა და რეაქციის მიმდინარეობა. მიღებული მონაცემები გაფორმდეს ცხრილის სახით.

აღებულია		მიღებულია ფისი (გ)	ფისის გამოსაყალი რეზორცინის მიხედვით (%)
ფუნოლი (გ)	ფორმალინი (გ)		

ს ა მ უ შ ა ო 23

აზოტის, გოგირდის, ქლორისა და ფთორის განსაზღვრა
პოლიმერებში

აღნიშნულ ელემენტებზე პოლიმერების თვისებითი ანალიზისათვის, პოლიმერს შეადნობენ ნატრიუმთან ან კალიუმთან. ამ დროს მიმდინარეობს პოლიმერის ღრმა დაშლა: წყალბადის ნაწილი გამოიყოფა თავისუფალი სახით, ნაწილი კი შევა კალიუმის ჰიდროქსიდის შედგენილობაში; ჟანგბადი წარმოქმნის კალიუმის ოქსიდს; აზოტი, გოგირდი, ქლორი და ფთორი შესაბამისად იძლევა კალიუმის ციანიდს, სულფიდს, ქლორიდსა და ფთორიდს. ამ ელემენტების აღმოჩენა შეიძლება ჩვეულებრივი ქიმიური მეთოდებით.

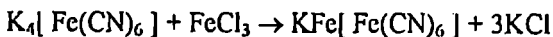
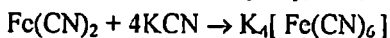
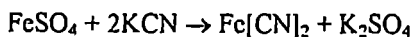
სამუშაოს მიზანი. აზოტის, გოგირდის, ქლორისა და ფთორის არსებობის დადგენა პოლიმერებში.

მოწყობილობა და მასალები. პოლიმერთა ნაკრები მცირე ზომის ნატეხების სახით; 2. სინჯარები საცობებით, რომლებშიც დატანებულია აირსარინი ნახერეტები; 3. აზოტშუაყა (1:10); 4. მარილშუაყა (1:10); 5. ლითონური კალიუმი ან ნატრიუმი; 6. Fe(II)-ისა და Fe(III)-ის სულფატების 5%-იანი ხსნარები; 7. ვერცხლის ნიტრატის 5%-იანი ხსნარი; 9. ტყვიის აცეტატის 5%-იანი ხსნარი.

აზოტის აღმოჩენა. მშრალ სინჯარაში მოათავსებენ ლითონური კალიუმის მუხუდოს მარცვლისოდენა ნაჭერს და ამდენივე პოლიმერს. სინჯარას დახუფავენ მომცრო ნახერეტებიანი საცობით და ძლიერ გაახურებენ შიგთავსის სრულ შედნობამდე. ამ დროს, ჩვეულებრივ, მიიღება შავი ფერის შეცხობილი მასა. შემდეგ, ჯერ კიდევ ცხელ სინჯარას (ამწოვ კარადაში) ჩაუშვებენ წყლიან მომცრო ფაიფურის ჯამში. ამ ოპერაციის ჩატარებისას თვალები დაცული უნდა იყოს

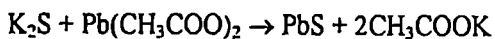
სათვალთ, რადგან ხშირად მიმდინარეობს მძაფრი რეაქცია წყალსა და რეაქციაში შეუსვლელ კალიუმს შორის.

პოლიმერში აზოტის არსებობისას სინჯარაში წარმოიქმნება კალიუმის ციანიდი. მის აღმოსაჩენად ხსნარს გაფილტრავენ, ფილტრატის 1/4 ნაწილს გადაასხამენ სინჯარაში და მიუმატებენ მცირე რაოდენობით რკინის (II) და (III) მარილთა ხსნარებს, მაგალითად FeSO_4 და FeCl_3 . ხსნარს გააცხელებენ აღუდებამდე, გააცივებენ და შეამუავენ მარილმუავას 10–15%-იანი ხსნარით. აზოტის არსებობის შემთხვევაში ხსნარი შეიღებება ლურჯად ბერლინის ლაჟვარდის, ანუ რკინის (III) ჰექსაციან-ფერატის წარმოქმნის გამო:

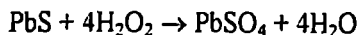


ასეთი რეაქციები დამახასიათებელია აზოტ-შემცველი პოლიმერებისათვის (კარბამიდები, ამინოფორმალდეჰიდები, პოლიურეთანები და სხვ.).

გოგირდის აღმოჩენა. აზოტზე ანალიზის შემდეგ დარჩენილი ხსნარის 1/4 ნაწილს გადაასხამენ სინჯარაში და დაუმატებენ ტყვიის აცეტატის ხსნარს. პოლიმერში გოგირდის არსებობის შემთხვევაში წარმოიქმნება ტყვიის სულფიდის შავი ნალექი



წყალბადის პეროქსიდის ზემოქმედებით ნალექი გათეთრდება



კალიუმი პოლიმერთან შედნობისას წაართმევს მას გოგირდს და მიიღება კალიუმის სულფიდი.

გოგირდის დამახასიათებელ რეაქციებს იძლევა გოგირდ-შემცველი პოლიმერები, როგორცაა თიოკარბამიდები, სულფოფილოლები და ა.შ.

ქლორის აღმოჩენა. აზოტის აღმოჩენის შემდეგ დარჩენილი ხსნარის 1/4 ნაწილს შეამუავენ აზოტმუავას 5–10%-იანი ხსნარით და ჩააწვეთებენ ვერცხლის ნიტრატის 5–10%-იანი ხსნარის რამდენიმე წვეთს. ვერცხლის ქლორიდის თეთრი

ნალექის წარმოქმნა მიუთითებს პოლიმერში ქლორის არსებობაზე. ევრცხლის ბრომიდის ან იოდიდის ნალექისაგან განსხვავებით ქლორიდის ნალექი იხსნება ამიაკის ხსნარში.

ფთორის აღმოჩენა. აზოტის აღმოჩენის შემდეგ დარჩენილი ხსნარის 1/4 ნაწილს გადაასხამენ სინჯარაში, შემამუავებენ განზავეებული მარილმუყაით და დაუმატებენ რამდენიმე წვეთ კალციუმის ქლორიდს. ფთორის არსებობის შემთხვევაში თანდათანობით გამოიყოფა კალციუმის ფთორიდის ფთილისებური თესარი ნალექი. ზოგჯერ ეს ნალექი შეიმჩნევა 1-15 საათის შემდეგ.

სამუშაოს შედეგების გაფორმება. აღიწეროს მეთოდიკა და ჩაიწეროს ანალიზის შედეგები.

ს ა მ უ შ ა ო 24

სილიციუმის და ფოსფორის განსაზღვრა პოლიმერებში

პოლიმერებში სილიციუმისა და ფოსფორის არსებობის დასადგენად საჭიროა პოლიმერის ღრმა დაშლის გზით ამ ელემენტების გადაყვანა ფოსფატებსა და სილიკატებში. ამ მიზნით პოლიმერს შეადნობენ სოდასთან და ნატრიუმის პეროქსიდთან. სილიკატებისა და ფოსფატების აღმოსაჩენად კი საკმარისია ჩვეულებრივი ქიმიური მეთოდები.

სამუშაოს მიზანი. პოლიმერში სილიციუმისა და ფოსფორის შემცველობის თვისებითი განსაზღვრა. სამუშაოს მეთოდიკასთან გაცნობა.

მოწყობილობა და მასალები: 1. პოლიმერთა ნაკრები; 2. უწყლო სოდა; 3. ნატრიუმის პეროქსიდი; 4. ნიკელის ან პლატინის ტიგელი; 5. მარილმუყაა (1:2); 6. ფაიფურის ჯამი; 7. ძაბრები ფილტრაციისთვის, ფილტრები; 8. 10%-იანი ძმარმუყავას ხსნარში გახსნილი მეთილენის ღურჯი 0,1%-იანი ხსნარი. 9. ამონიუმის მოლიბდატის ხსნარი.

სილიციუმის აღმოჩენა. 0,05-0,12 გ პოლიმერს შეურევენ უწყლო სოდის 6-10 ჯერად რაოდენობასთან პლატინის ტიგელში და გააცხელებენ მუფელის ღუმელში 850-900°C-ზე ერთგა-

როვანი ნაღნობის მიღებამდე. სოდასთან შერეული პოლიმერის შემდგობა ნატრიუმის პეროქსიდთან შეიძლება ნიკელის ტიგელშიც. შემდეგ ტიგელი გადააქვთ წყლიან ფაიფურის ჯამში და აღუღებენ მანამ, სანამ შენაღნობი არ მოცილდება ტიგელს. ტიგელს ამოიღებენ ჯამიდან, ჩარეცხავენ წყლით, ხსნარს დაუმატებენ მარილმჟავას (1:2) ნახშირბადის(IV) ოქსიდის გამოყოფის შეწყვეტამდე. შემდეგ ხსნარს მთლიანად ააორთქლებენ სილიციუმმჟავის ნაწილობრივი გაუწყლოების მიზნით. მშრალ ნარჩენს დაასხამენ 10-15 მლ განსავეზულ (1:15) მარილმჟავას, მიღებულ ხსნარს გაფილტრავენ და ფილტრს ჩარეცხავენ გამოხდილი წყლით. სილიციუმმჟავა რჩება ფილტრზე. მის აღმოსაჩენად ფილტრზე დაასხამენ მეთილენის ღურჯის 0,1 %-იან ხსნარს, რის შემდეგაც ფილტრს კვლავ ჩარეცხავენ წყლით. სილიციუმმჟავის არსებობის შემთხვევაში წარმოიქმნება ინტენსიური ღურჯი შეფერილობა სილიკაგელის მიერ საღებარის ადსორბ-ციის გამო. მეთილენის ღურჯის უქონლობის შემთხვევაში სილიციუმის აღმოსაჩენად შეიძლება გამოვიყენოთ მალაქიტის მწკანე ან სოფრანიანი.

ფოსფორის აღმოჩენა. 0,05 გ პოლიმერს ნიკელის ტიგელში შეურევენ 2 გ უწყლო სოდასა და 2 გ ნატრიუმის პეროქსიდთან. ტიგელს გააცხელებენ სანთურის ალზე ან მუფელში ნარევის გადნობამდე. გამდნარ მასას დააყოვნებენ კიდევ 10 წუთს, შემდეგ გააცხელებენ და გახსნიან წყალში. მიღებულ ხსნარს გაფილტრავენ. ფილტრატს შეამჟავებენ აზოტმჟავით და დაუმატებენ ამონიუმის მოლიბდატის ხსნარს. ყვითელი ფერის ნალექის გამოყოფა პოლიმერში ფოსფორის არსებობის მაჩვენებელია. სოგჯერ ნალექის წარმოქმნა ყოვნდება 10-15 წუთით.

სამუშაოს შედეგების გაფორმება. აღიწეროს მეთოდის და ნაიწეროს ანალიზის შედეგები.

ს ა მ უ შ ა ო 25

ფუნქციური ჯგუფების განსაზღვრა პოლიმერებში

პოლიმერებში ფუნქციური ჯგუფების აღმოჩენა, თვისებითი ანალიზის შედეგებთან ერთად, ხშირად საშუალებას გვაძლევს

დავადგინოთ პოლიმერის დაახლოებითი შედგენილობა და აღნაგობა. ფუნქციური ჯგუფების აღმოჩენა, ჩვეულებრივ, ხდება პოლიმერის დექსტრუქციული დაშლის შემდეგ, რასაც აღწევენ პოლიმერის გახურებით და დაშლის პროდუქტების შემდგომი გამოკვლევით. სოკჯერ ეს დაშლა ხორციელდება ქიმიური რეაქციების საშუალებით.

სამუშაოს მიზანი. პოლიმერში შემავალი ფუნქციური ჯგუფების აღმოჩენა. პოლიმერის ქიმიური აღნაგობის დახასიათება ელემენტარული ანალიზის შედეგების გათვალისწინებით (იხ. 'სემო').

მოწყობილობა და მასალები: 1. პოლიმერების ნიმუშთა ნაკრები მცირე სიძის ნატრეხების სახით; 2. სინჯარები აირსარინი მიღებით. სინჯარები, საათის მინები; 3. ევრცხლის ნიტრატის 10%-იანი ხსნარი, ნატრიუმის ჰიდროქსიდი (1:10), ამიაკის ხსნარი; 4. ანილინის 30%-იანი ხსნარი ძმარმუჟავაში; 5. გოგირდმუჟავა (კონც.); 6. მელონის რეაქტივი; 7. ფელინგის სითხე; 8. რეზორცინის 0.5%-იანი ხსნარი; 9. პიროგალოლის 1%-იანი ხსნარი; 10. ნატრიუმის ჰიდროქსიდის 30%-იანი ხსნარი; 11. კალიუმის დიქლორატის ნაჯერი ხსნარი 10%-იან გოგირდმუჟავაში; 12. ქლორიანი კირის ნაჯერი ხსნარი; 13. ბრომიანი წყალი; 14. რკინის(III) ქლორიდის ნაჯერი ხსნარი; 15. ქლორწყალბადური ბენ'სოლდია-ზონიუმის ხსნარი.

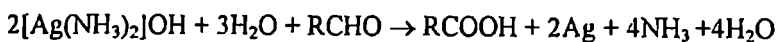
სამუშაოს მსვლელობა. პოლიმერის თერმული დაშლისათვის მის 10-12 გ-ს მოათავსებენ ძნელდნობადი მინის სინჯარაში, დახურავენ აირსარინი მილიანი საცობით. აირსარინი მილის მოხრილი ბოლო ნაშეებულია მეორე სინჯარაში (მიმღებში), რომელშიც ჩასხმულია 5 მლ წყალი. წყლის შეწოვის საშიშროების გამო აირსარინი მილი დამაგრებულია წყლის სელაპირზე ან ნაშეებულია შიგ არა უმეტეს 2-3 მმ-სა. პოლიმერიდან სინჯარას ძლიერ გაახურებენ ნიფთიერების სრულ დაშლამდე. დაშლის პროდუქტების წყალხსნარი შეიძლება შეიცავდეს ანილინს, ფენოლს, ალდეჰიდებს, ფურფუროლს, ძმარმუჟავას, სტიროლსა და მეთილმეტაკრილატს.

ანილინის აღმოჩენა. ანილინის აღმოსაჩენად მიღებული ხსნარის 1/7 ნაწილს დაუმატებენ 1 მლ კალიუმის დიქლორატს, რომელიც გახსნილია 10%-იან გოგირდმუჟავაში. ჯერ ლურჯი

შემდეგ კი შავი შეფერილობის წარმოქმნა მიგვიანაშნებს ანილინის არსებობაზე. ანილინის შემცველობაზე მიუთითებს აგრეთვე ხსნარის შეფერვა იისფრად ქლორიანი კირის წყალ-ხსნარის დამატების შემთხვევაში.

ფენოლის აღმოჩენა. მოამზადებენ თერმული დაშლის პროდუქტების წყალხსნარს (იხ. ზემოთ) და ფენოლს აღმოაჩენენ ჩვეულებრივი რეაქციებით: 1. რკინის(III) ქლორიდის ხსნარის დამატებისას ფენოლის შემცველი ხსნარი შეიღებება იისფრად; 2. ბრომიანი წყლის ჭარბად დამატებისას გამოიყოფა ტრი-ბრომფენოლის დიდი მოცულობის ნალექი; 3. რამდენიმე წვეთი ტუტისა და ქლორწყალბადური ბენზოლდიანსონიუმის დამატებით გამოიყოფა ოქსიაზობენზოლის ყვითელი ფერის ნალექი.

აღდეჰიდების აღმოჩენა. თერმული დაშლის პროდუქტების წყალხსნარს დაუმატებენ ვერცხლის ნიტრატის ამიაკის ხსნარს და გაათბობენ 70–80°C-მდე. აღდეჰიდების არსებობის შემთხვევაში სინჯარის კვლევაზე წარმოიქმნება ვერცხლის სარკე:



აღდეჰიდების აღმოჩენა შეიძლება აგრეთვე ფელინგის სითხის საშუალებით, რომლის დამატებით პოლიმერის თერმული დაშლის პროდუქტების წყალხსნარზე და გახურებით მიიღება სპილენძის(I) ოქსიდის წითელი ფერის ნალექი

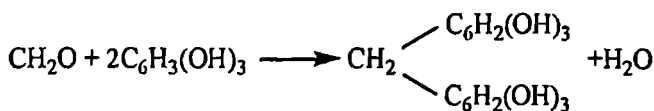


ფელინგის სითხის მომზადება. 14 გ ნატრიუმის ჰიდროქსიდსა და 35 გ გამოუფიტავ სეგნეტის მარილს გახსნიან 50–60 მლ წყალში და ხსნარს შეავსებენ 100 მლ-მდე. ასევე იახსნიან 6,93 გ სპილენძის სულფატს 50–60 მლ წყალში და შეავსებენ 100 მლ მოცულობამდე. შემდეგ ამ ხსნარებს ჰეურევენ ერთმანეთს.

იმ შემთხვევაში, როცა საჭიროა პოლიმერთა მისაღები აღდეჰიდების იდენტიფიცირება, ატარებენ შემდეგ რეაქციებს.

ფორმალდეჰიდის აღმოსაჩენად საჭიროა 1 მლ პიროგალოლის 1%-იან ხსნარს დაემატოს 2–3 წვეთი საცდელი ხსნარი და მლ კონცენტრირებული გოგირდმჟავა. ბის(ტრიოქსიფე-

ნილ)მეთანის თეთრი ფერის ნალექის წარმოქმნა მიუთითებს ფორმალდეჰიდის არსებობაზე:



ბის(ტრიოქსიფენილ)მეთანი იუანგება და იძლევა წითელი ფერის პროდუქტებს.

ძალიან მგრძობიარეა ფორმალდეჰიდის რეაქცია რეზორცინთან. პოლიმერის დაშლის პროდუქტების 1 მლ წყალხსნარს უმატებენ რეზორცინის 0,5%-იანი ხსნარის ერთ წვეთს. ამ ნარევის სინჯარის კედლის ჩაყოლებით, რისთვისაც ოდნავ დახრიან სინჯარას, ჩაუმატებენ 2-3 მლ კონცენტრირებულ გოგირდმჟავას ისე, რომ წარმოიქმნას სითხის ორი ფენა. ფორმალდეჰიდის არსებობისას ქვედა, გოგირდმჟავურ ფენასა და ზედა, წყლის ფენას შორის წარმოიქმნება მოწითალო-იისფერი რგოლი, შემდეგ კი - თეთრი ნალექი, რომელიც თანდათანობით იცვლის თავის ფერს მოწითალო-იისფრად.

თუ ხსნარი შეიცავს აცეტალდეჰიდს, მაშინ მსგავსი რეაქცია რეზორცინთან იძლევა ღია-მწვანე რგოლს. აცეტალდეჰიდის აღმოსაჩენად შეიძლება აგრეთვე მოყახდინოთ მისი კონდენსაცია ნატრიუმის ჰიდროქსიდის თანაობისას. ამისათვის ნატრიუმის ჰიდროქსიდის გამკვირვალე 20%-იან ხსნარს დაუმატებენ პოლიმერის დაშლის პროდუქტების წყალხსნარს და ნარევის გააცხელებენ. აცეტალდეჰიდის შემცველობისას ხსნარი ჯერ გაყვითლდება, შემდეგ კი გამუქდება აცეტალდეჰიდის კონდენსაციის პროდუქტების წარმოქმნის შედეგად.

ბენზალდეჰიდის აღმოჩენა ადვილად შეიძლება მწარე ნუშის თავისებური სუნის მიხედვით. შესაძლებელია აგრეთვე ხსნარის რამდენიმე წვეთის საათის მინაზე დაწვეთება და 10-15 წუთით დაყოვნება. ბენზალდეჰიდის დაუჩავის შედეგად ხსნარის ზედაპირზე გამოიყოფა ბენზონმჟავის თეთრი კრისტალები, რომლებიც ცუდად იხსნება წყალში. რამდენიმე წვეთი მეთილის სპირტის დამატებით კრისტალები უნდა გაიხსნას. რკინის(III) ქლო-

რიდი გეაძლევს რკინის ბენზოატის ყვითელი ფერის ნალექს. აცეტონში ეს ნალექი იხსნება.

ფურფუროლის აღმოჩენა. ფურფუროლის აღმოსაჩენად მოამზადებენ პოლიმერის თერმული დაშლის პროდუქტების წყალხსნარს და დაუმატებენ მას რამდენიმე წვეთ ანილინის 30%-იან ხსნარს ძმარმუცავში. თუ ხსნარი შეიცავს ფურფუროლს იგი წითლად შეიღებება.

ძმარმუცავს აღმოჩენა. მოამზადებენ პოლიმერის თერმული დაშლის პროდუქტების წყალხსნარს. ძმარმუცავს აღმოჩენა შეიძლება დამახასიათებელი სუნით. შეიძლება, აგრეთვე, გამონახადს დაემატოს ეთილის სპირტის ორმაგი რაოდენობა და რამდენიმე წვეთი კონცენტრირებული გოგირდმუცავა. ამ ნარევის გახურებისას უნდა შეიგრძნოს ძმარმუცავეთილეთერის სპეციფიკური სუნი.

სტიროლისა და მეთილმეტაკრილატის აღმოჩენა. სინჯარაში ჩაყრილ 3-4 გ პოლიმერს აცხელებენ სანთურით. დაშლის პროდუქტებს აირსარიანი მიღით აგროვებენ მიმღებ სინჯარაში, რომელიც ჩაშვებულია ცივ წყალში ან მაცივებულ ნარევეში.

სტიროლისა და მეთილმეტაკრილატის აღმოჩენა შეიძლება სუნით და აგრეთვე, მათი დუდილის ტემპერატურებით. ამ მიზნით დაშლის თხევად პროდუქტებიან სინჯარას დახურავენ თერმომეტრჩამაგრებული საცობით. თერმომეტრის ვერცხლისწყლიანი ბურთულა სითხის სუდაპირს დაშორებული უნდა იყოს 5 მმ-ით. საცობს დატანებული უნდა ჰქონდეს აგრეთვე ნახვრეტი ორთქლის გამოსაშვებად.

დუდილის ტემპერატურის დასადგენად სითხე მიჰყავთ ადუღებამდე და აკვირდებიან თერმომეტრის ჩვენებას. პოლისტიროლის დუდილის ტემპერატურაა 146°C , მეთილმეტაკრილატის კი $-100,8^{\circ}\text{C}$.

ნიტრონაერთების აღმოჩენა. პოლიმერის ნატეხზე დააწვეთებენ დიფენილამინის ხსნარს გოგირდმუცავაში. ლურჯი შეფერილობის წარმოქმნა მიუთითებს პოლიმერში ნიტრონაერთების არსებობაზე.

ბარემოს კონტროლი და ღაცვა.

ს ა მ უ შ ა ო 26

იონმიმოცველითი ფისების გამოყენება კადმიუმის
იონებისაგან წყლის გასაწმენდად

უკანასკნელ ხანს განსაკუთრებული ყურადღება ენიჭება გარემოს მდგომარეობის კონტროლს, მისი გაჭუჭყიანების აღკვეთას ახალი მეთოდებითა და საშუალებებით.

სამთო, მეტალურგიული და ქიმიური მრეწველობის ქარხნები საწარმოო წყლისა და ხსნარების გამო კარგავენ მნიშვნელოვანი რაოდენობის დეფიციტურ მეტალებს, იშვიათ მიწათა ელემენტებს და სხვა ძვირფას ნივთიერებებს. ძირითადი მინარეები, რომელიც გვხვდება სამრეწველო ან კომუნალური საწარმოების წყლებში არის ნიტრონაერთები, აზინები, ფენოლები, გოგირდისა და აზოტის მუაეები, ორგანული უხეშდისპერსიული მინარეები, მერკაპტანები, სულფიდები, სულფატები, სულფიტები, კალციუმისა და ნატრიუმის ქლორიდები, ნახშირწყალბადები, ფისები, ამიაკი, პირიდინული ფუბეები, კეტონები, ქლორი, ალდეჰიდები და სხვ. ჩამდინარე წყალში სოგიერთი ლითონის მცირე რაოდენობის არსებობაც კი იწვევს წყალსატევიების გაჭუჭყიანებას მავნე ან მომწამლავი ნივთიერებებით.

საწარმოო წყალში მეტალების კონცენტრაცია უმნიშვნელოდ მცირეა და მათი ამოღება ისეთი პროცესების გამოყენებით, როგორცაა დაღეჟვა ან აორთქლება, დაკავშირებულია სერიოზულ სიძნელეებთან. ამ მიზეზით უფრო ეკონომიური და ტექნიკურად ხელსაყრელია იონმიმოცველითი ფისების გამოყენება.

სამუშაოს მიზანი: გაიწმინდოს ქიმიური წარმოების ჩამდინარე წყლები ზედმეტი რაოდენობის Cd^{2+} იონებისაგან. ამ

მიზნით იყენებენ კატიონიტ “KY-1” და “KY-2”. კატიონიტი თაესდება სვეტში, რომელიც დაბაგრებულია შტატიუზე.

Ca^{2+} -იონების განსახლურის მეთოდის კადმიუმის იონების განსახლურა ყველა ტიპის წყალში ხდება ექსტრაქციული კოლორიმეტრული მეთოდით დითიზონის თანაობისას. ამ მეთოდს იყენებენ კადმიუმის განსახლურისათვის მუასედიდან ერთ მილიგრამამდე კონცენტრაციით ერთ ლიტრ წყალში.

კადმიუმის იონებს ექსტრაგირებენ დითიზონის ხსნარით ოთხქლორიან ნახშირბადში CCl_4 ძლიერ ტუტე ხსნარიდან, რომელიც შეიცავს ტარტრატ-იონებს. შეფერილობის ინტენსივობა (ექსტრაქტი შეფერილია კადმიუმის დითიზონატის წითელ ფერში) პროპორციულია კადმიუმის იონების კონცენტრაციისა. ამ მეთოდით შეიძლება ერთ ლიტრ წყალში 0,01–0,5 მკ კადმიუმის განსახლურა.

აპარატურა: ფოტოკოლორიმეტრი ФЭК-60 კიუვეტები 1-5 სმ³.

ხსნარები და რეაქტივები: 1. 10%-იანი მარილმუავა; 2. ამიაკის კონცენტრირებული ხსნარი; 3. სეგნეტის მარილის 20%-იანი ხსნარი; 4. მწვავე ნატრის 2%-იანი ხსნარი; 5. ოთხქლორიანი ნახშირბადი; 6. დითიზონის ხსნარი, 250მლ-ში 0,05გ. 7. კადმიუმის ქლორიდის ხსნარი, 1 გ წყალში 0,2გ

სამუშაო ხსნარი: 10 მლ კადმიუმის ქლორიდის ხსნარს ერევენ 5 მლ მარილმუავას და დისტილირებული წყლით აყსებენ ერთ ლიტრამდე. მიღებული ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,002 მკ კადმიუმს.

ოპტიკური სიმკვრივის განსახლურა. ოპტიკური სიმკვრივის განსახლურა ხდება ФЭК-60 ხელსაწყოს მარჯვენა და მარცხენა სინათლის წყაროებში ათავსებენ ერთნაირ კიუვეტებს გამხსნელით. საზომი დიაფრაგმის დოლს აყენებენ ანათალზე 100, მარცხენა დოლით ახდენენ ორივე სინათლის ნაკადის გათანაბრებას. შემდეგ ხელსაწყოს მარცხენა მხარეს გამხსნელიანი კიუვეტის ნაცვლად ათავსებენ კიუვეტს ხსნარით; ამ დროს მიკროამპერმეტრის ისარი გადაიხრება ნულიდან. მარჯვენა გამზომი დოლის მოძრაობით მიკროამპერმეტრის ისარს ისევ დააყენებენ ნულზე. ხსნარის სინათლის გატარების ან ოპტიკური სიმკვრივის სიდიდე, გამხსნელის სინათლის გატარების ან

ოპტიკური სიმკვრივის სიდიდესთან შეფარდებით აითვლება საზომ დოლზე.

განსაზღვრის მსვლელობა: გამოყოფ ძაბრში ასხამენ 10, 15, 20, 25, 30 მლ სინჯს. უმატებენ 5 მლ სეგნეტის მარილს და 5 მლ 10%-იან ნატრიუმის ტუტეს და გულმოდგინედ ურევენ, შემდეგ უმატებენ 5 მლ დითიზონის ხსნარს ოთხკლორიან ნახშირბადში.

Cd^{2+} იონების არსებობისას ხდება ფერის შეცვლა მწვანედან ნარინჯისფერზე. დაყოფის შემდეგ ორგანული გამსხნელის ფენას მოაცილებენ და ავსებენ კიუვეტს. ოპტიკურ სიმკვრივეს განსაზღვრავენ $D\Xi K - 60$ -ზე კოლორიმეტრული მეთოდით და მონაცემების მიხედვით აგებენ საკალიბრო მრუდს (სურ. 30).



სურ. 30. საკალიბრო მრუდი Cd^{2+} იონების განსაზღვრისათვის.

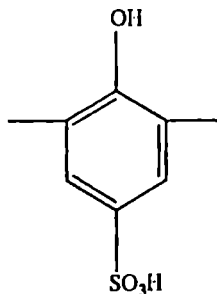
სინჯის მოცულობა	სეგნეტის მარილი (მლ)	მწვანე ნატრი (მლ)	დითიზონი (მლ)	ოპტიკური სიმკვრივე	კონცენტრაცია (მლ/მლ)

კატიონიტის დამუშავება. კატიონიტის გამოყენებისათვის აუცილებელია მისი წინასწარი დამუშავება. ამისათვის ჰაერზე გამშრალ ფისს აწონიან საჭირო რაოდენობით და ტოვებენ მთელი დამით გამოხდილ წყალში გასაჯირჯეობლად. ამ დროს ფისის მოცულობა გაიზრდება 2-2,5-ჯერ. ტუტყისაგან გაწმენ-

დილ და გაჯირჯეებულ ფისს რამოდენიმეჯერ ამუშავენ 5%-იანი მარილმუყავით ან ნატრიუმის ქლორიდის ხსნარით მის გადასაყვანად H- ან Na- ფორმაში, შესაბამისად. საჭირო ფორმაში გადაყვანილ ფისს ნარეყის სახით გადაიტანენ სექტში (სურ.22) წყლის აღმეაღლი ნაკადით ფისის მარცვლები იმღვრევა. შემდეგ აცდიან დალექვას, რის შედეგად ფისი მჭიდრო მასად ჩაღვრება სექტში. ასეთი სახით მომზადებული სექტი, რომელიც დანაყოფებამდე შეესებულება გამოხდილი წყლით, გამოსადეგია ხმარებისათვის.

"KY-1" და "KY-2" გამოყენება წყლის გასაწმენდად. "KY-1" და "KY-2" ძლიერმჟავური კატიონიტებია. "KY-1" ღებულობენ პარასულფოფენოლის მექავას ფორმალდეჰიდთან კონდენსაციით. დასაწყისში ფენოლს ასულფირებენ გოგირდმჟავათი, რათა სულფო ჯგუფი დამაგრდეს ბენზოლის ბირთვზე, ხოლო შემდეგ მონომერის მოლეკულები ფორმალდეჰიდის დახმარებით უერთდებიან ერთმანეთს. თხევადი ხსნადი ნიეთიერებისაგან ღებულობენ მყარ, მექანიკურად მტკიცე პროდუქტს, რომელსაც ახასიათებს იონმიმოცვლითი თვისება. მიმოცვლითი ტევადობა "KY-1"-ის სულფოჯგუფის მიხედვით ტოლია 2,1 მლ ეკვ/გ-ისა, რაც შეესაბამება შთანთქმული კატიონის (კალიუმის, ნატრიუმის ან წყალბადის) 2,1 მგ.ეკვ-ს, უშუალოდ დაკავშირებულს სულფოჯგუფთან. მიმოცვლითი ტევადობა ფენოლჰიდროქსიდის ჯგუფის მიხედვით შეადგენს 2,5 მგ.ეკვ, ანუ ჰიდროქსიდის ჯგუფებს, რომლებიც შედიან ფისის შემადგენლობაში და უნარი აქვთ შთანთქან 2,5 მგ.ეკვ ნატრიუმი ან კალიუმი მწვავე ტუტების ხსნარებიდან (მწვავე ნატრი, მწვავე კალი და სხვა).

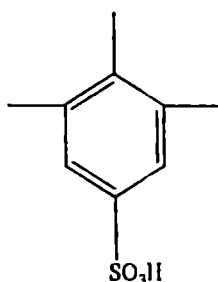
"KY-1"-ის იონოგენური ჯგუფის სტრუქტურული ფორმულაა



კატიონიტი "KY-2" მიეკუთვნება პოლისტიროლური კათიონიტების ჯგუფს. მას დებულობენ სტიროლიდან დივინილბენზოლისა და ქლორსულფონის მჟავასთან პოლიმერისაციით. პირველად დებულობენ სტიროლისა და დივინილბენზოლისაგან თანაპოლიმერს, სადაც დივინილბენზოლი კროს-აგენტია (გადაამკურებელი აგენტი), რომლის დახმარებითაც ხორციელდება სტიროლის მოდეკულების (მონომერის) ჯაჭვთაშორისი კავშირი. ამ გზით მიღებულ თანაპოლიმერს (მყარი ნივთიერება), ჯერ კიდევ არა აქვს იონმიმოცვლითი თვისება და ამიტომ მას ასულფირებენ ქლორსულფონის მჟავით, რათა ჩაენაცვლოს მას აქტიური სულფოჯგუფები.

"KY-2" გამოირჩევა თავისი მედეგობით მჟავეებისა და ტუტეების, ორგანული გამსხნელებისა და სოციერტი მუანგაჟების მიმართ. იგი მყარად მუშაობს 100°C-მდე.

იონოგენური ჯგუფის სტრუქტურული ფორმულაა: -



ჩამდინარე წყალი იწმინდება შემდეგნაირად: წინასწარ დამუშავებულ კატიონიტს ათავსებენ სვეტში კატიონიტის გაყლით ნელ-ნელა დაახლოებით ნახევარი საათის განმავლობაში ატარებენ ხსნარს, რომელიც შეიცავს Cd^{2+} იონებს.

Cd^{2+} იონების კონცენტრაცია განისაზღვრება კოლორიმეტრულად ცდამდე და ცდის შემდეგ. მონაცემები შეიტანება ცხრილში.

კატიონიტი	სინჯის მოცულობა /მლ/	Cd ²⁺ ხსნარი			
		ოპტიკური სიმკვრი- ვე		Cd ²⁺ კონცენტრაცია /მგ/მლ.	
		გატარე- ბამდე	გატარების შემდეგ	გატარე- ბამდე	გატარების შემდეგ

ს ა მ უ შ ა ო 27

ჩამდინარე წყლებში NO₂⁻ იონების განსაზღვრა ფოტოკო-
ლორიმეტრული მეთოდით

ყველა ბუნებრივი წყალი შეიცავს ნიტრატებს. შედაპირულსა და წყაროს წყლებში ისინი უმნიშვნელო რაოდენობითაა. ნიტრატების დიდი რაოდენობით აღმოჩენა ამგვარ წყლებში მიგვანიშნებს წყლის გაჭუჭყიანებაზე საყოფაცხოვრებო ჩამდინარე წყლებით, რაც სახიფათოა ადამიანის (განსაკუთრებით ბავშვების) და ცხოველების სიცოცხლისათვის.

ნიტრატული იონები განსაკუთრებით მდგრადია ბმული აზოტის სხვა არაორგანულ ნაერთებთან შედარებით. მათი ძირითადი მომხმარებელი მცენარეებია, რომლებიც განსაკუთრებით ინტენსიურად შთანთქავენ მათ ვეგეტაციურ პერიოდში. ამ დროს ნიტრატ-იონების რაოდენობა წყალსატევების შედაფენებში მკვეთრად კლებულობს. შემოდგომაზე, მცენარეთა კვდომის პერიოდში და ორგანული ნაერთების მინერალიზაციის პროცესში ნიტრატები გროვდება და მაქსიმუმ აღწევს ზამთრის პერიოდში.

ნიტრატების მსგავსად ნიტრიტებიც შედის წყლების ყველა სახეობაში, თუმცა მათი კონცენტრაცია მნიშვნელოვნად მცირეა, რადგან ნიტრიტები შუალედურ პროდუქტს წარმოადგენს ამიაკის ჟანგის ან ნიტრატების აღდგენის ბიოქიმიურ პროცესებში. მათი კონცენტრაცია შედარებით მატულობს ზაფხულის მიწურულს, როცა ძლიერდება ორგანული ნივთიერებების დაშლა. სოგვიერთ ჩამდინარე წყლებში ნიტრიტების შემცველობა

საკმაოდ მნიშვნელოვანია, რაც ბუნებრივია, წყლის უსუფთაობაზე მეტყველებს.

ნიტრატების განსაზღვრა. წინამდებარე მეთოდით, ითვლება სახელმძღვანელოდ NO_2^- იონების განსაზღვრისათვის წყალში "DK-110" მარკის ფოტოკოლორიმეტრის საშუალებით. ეს მეთოდი დაფუძნებულია წყალში არსებული ნიტრიტების მეოხებით სულფანილმეჟავას დიაზოტირებაზე და მიღებული მარილის ურთიერთქმედებაზე α -ნაფტილამინთან, რის შედეგადაც მიიღება იისფერ-წითელი ანოსაღებავი, რომლის შეფერვის ინტენსივობა დამოკიდებულია ნიტრატების კონცენტრაციაზე.

მოწყობილობა და რეაქტივები: 1. "DK-110" ტიპის ფოტოკოლორიმეტრი მწკანე შუქფილტრით ($\lambda = 520$ ნმ), კიუვეტები, რომელთა გატარების ფენის სისქე 10 და 30 მმ-ია; 2. ანოტოვანმეჟავა ნატრიუმი - NaNO_2 ; (ქ.ს.); 3. გრისის რეაქტივი.

ხსნარების მომზადება. ანოტოვანმეჟავას ნატრიუმის ძირითადი სტანდარტული ხსნარი (1000 მგ/ლ NO_2^-) უნდა მომზადდეს შემდეგნაირად: $1,497$ გ NaNO_2 გახსნიან დისტილირებულ წყალში და საზომ კოლბაში გადატანის შემდეგ შეაესებენ 1000 მლ-მდე. ხსნარის შენახვა შეიძლება მიხეხილსაცობიან მუქ ჭურჭელში.

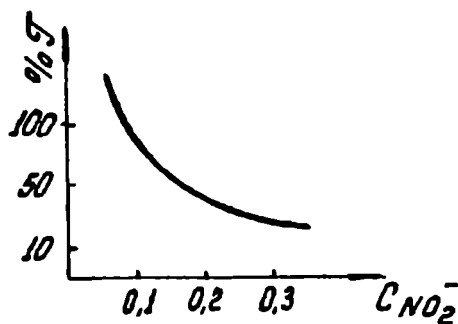
ანოტოვანმეჟავა ნატრიუმის სამუშაო სტანდარტული ხსნარი კი (10 ნგ/ლ NO_2^-) მზადდება ასე: NaNO_2 -ის ძირითადი სტანდარტული ხსნარიდან 1000 მლ-იან საზომ კოლბაში გადააქვთ 10 მლ ხსნარი და შეაესებენ ჭლემდე დისტილირებული წყლით.

სამუშაო ხსნარის (10 მგ/ლ NO_2^-) განზაყებით ამზადებენ საგრადუირო ხსნარებს. ამისათვის NaNO_2 -ის ხსნარის საჭირო დოზას გადაიტანენ 1000 მლ ტევადობის მქონე საზომ კოლბაში და შეაესებენ ჭლემდე დისტილირებული წყლით.

გრისის რეაქტივის 10% -იანი ხსნარი მზადდება 10 გ გრისის რეაქტივის გახსნით 90 მლ დისტილირებულ წყალში, რის შემდეგაც ხსნარს გაფილტრავენ.

დასაკალიბრებელი მრუდის აგება. დასაკალიბრებელი მრუდის ასაგებად მოამზადებენ $50-50$ მლ ექვს საგრადუირო ხსნარს $0,01$; $0,02$; $0,05$; $0,1$; $0,2$; $0,3$ მგ/ლ NO_2^- კონცენტრაციებით, დაუმატებენ 3 მლ გრისის რეაქტივს და 20 წუთის შემდეგ ჩა-

ატარებენ ფოტომეტრირებას “ФК-110” მარკის ფოტოკოლორი-
მეტრით. გატარების ფენის სისქვა 30 მმ.

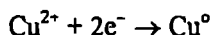
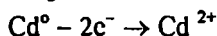
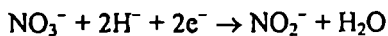


სურ. 31. გატარების და-
მოკიდებულება NO_2^- -ის
კონცენტრაციაზე.

სამუშაოს მსვლელობა. წყალში NO_2^- განსასვრვისათვის 10 მლ საანალიზო წყალს დაუმატებენ 40 მლ დისტილირებულ წყალს, 3 მლ გრისის რეაქტივს (10%-იანი ხსნარი), ან 0,3 გ მშრალ რეაქტივს, შეურევენ ერთმანეთს და დაადგენენ შუქგატარების პროცენტს საანალიზო წყალთან შედარებით. გაზომვები უნდა ჩატარდეს “ФК-110” მარკის ფოტოკოლორიმეტრზე $\lambda=520$ ნმ ტალღის სიგრძისა და 30 მმ გატარების ფენის სისქის პირობებში.

ცდების ჩატარების შემდეგ საკალიბრებელი მრუდის საშუალებით ადგენენ ნიტრიტების შემცველობას.

ნიტრატების განსაზღვრა. წინამდებარე მეთოდიკა გამოყენებულია წყალში NO_3^- განსაზღვრის სახელმძღვანელოდ “ФК-110” ტიპის ფოტოკოლორიმეტრის საშუალებით. ეს განსაზღვრა დაფუძნებულია NO_3^- აღდგენაზე NO_2^- -მდე კადმიუმით, რომელიც დამუშავებულია სპილენძის მარილით.

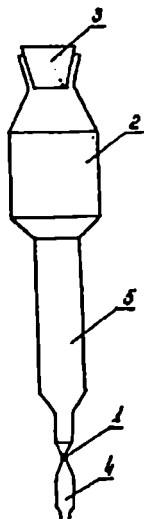


წარმოქმნილ ნიტრიტებს განსაზღვრავენ ფოტომეტრულად გრისის რეაქტივის გამოყენებით. კადმიუმის, როგორც აღმდგენის ეფექტურობა იზრდება, თუ მას წინასწარ დავამუშავებთ

სპილენძის მარილის ხსნარით. ამ დროს აღდგენილი სპილენძი დაუფინება კადმიუმის ზედაპირს და მასთან ერთად წარმოქმნის გალვანურ წყვილს.

მოწყობილობა და რეაქტივები. 1. ფოტოკოლორიმეტრი $\Phi K-110$; 2. მეტალური კადმიუმი; 3. გოგირდმუაყა სპილენძი $CuSO_4 \cdot 5H_2O$; 4. ამონიუმის ქლორიდი NH_4Cl ; 5. ნატრიუმის ჰიდროქსიდი $NaOH$.

კადმიუმის მოსპილენძება. 100 გ კადმიუმის ბურბუშელას (0,5–2მმ) ჩარეცხავენ დისტილირებული წყლით, შეამუავენ გოგირდმუაყათი, მოათავსებენ 1 ლ-იან ჭიქაში და დაუმატებენ სპილენძის სულფატის 500 მლ ხსნარს. ნარეკს დააყოვნებენ გაუფერულებამდე და მოსპილენძებულ კადმიუმს გადაიტანენ სვეტ-რედექტორში ისე, რომ კადმიუმის ფენის სისქე იყოს 15–16 სმ (სურ. 32).



სურ. 32. სვეტ-რედექტორი: 1. ონკანი; 2. წყლის დონე; 3. მიხეხილი საცობი; 4. გამშევი მილი; 5. კადმიუმის ფენა.

კადმიუმის შენახვა შეიძლება დისტილირებულ წყალში, მაგრამ დროთა განმავლობაში აღდგენის ეფექტურობა მცირდება, ამიტომ საჭიროა აღდგენის ხარისხი შემოწმდეს ხოლმე ნიტრატების სტანდარტულ ხსნარებზე. აუცილებლობის შემთხვევაში უნდა ჩატარდეს რეგენერაცია ისევე, როგორც ტარდებოდა მოსპილენძების პროცესი.

ნიტრატების აღდგენა მიმდინარეობს, როდესაც $\text{pH} = 6-10$. ამონიუმის ქლორიდის მცირე რაოდენობით დამატება ზრდის რედუქტორის მუშაობის ხანგრძლივობას.

ხსნარების მომზადება. აზოტმჟავა ნატრიუმის (NaNO_3 — 1000 მგ/ლ) ძირითადი სტანდარტული ხსნარის მომზადება ხდება 1,3709 გ NaNO_3 გახსნით დისტილირებულ წყალში და 1000 მლ-იან კოლბაში გადატანით.

აზოტმჟავა ნატრიუმის (NaNO_3 — 10მგ/ლ) სამუშაო სტანდარტული ხსნარის მოსამზადებლად 10 მლ ძირითად სტანდარტულ ხსნარს გადაიტანენ 1000 მლ-იან საზომ კოლბაში და შეავსებენ ჭდემდე დისტილირებული წყლით.

სამუშაო სტანდარტული ხსნარიდან ამზადებენ საგრადუირო ხსნარებს. NaNO_3 ხსნარის საჭირო დოზას გადაიტანენ ექვს საზომ კოლბაში და შეავსებენ 1000 მლ-მდე დისტილირებული წყლით.

ამონიუმის ქლორიდი. ამონიუმის ქლორიდის (NH_4Cl)

ხსნარის მომზადება შეიძლება შემდეგნაირად: 0,35 გ NH_4Cl გახსნიან დისტილირებულ წყალში და შეავსებენ 1000 მლ-მდე საზომ კოლბაში.

გოგირდმჟავა სპილენძი. გოგირდმჟავა სპილენძის ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) ხსნარის მოსამზადებლად 20 გ სპილენძის აჯასპს გახსნიან 1000 მლ დისტილირებულ წყალში.

მეტალური კადმიუმი. შეიძლება 0,5–2 მმ ზომის მქონე ლითონური კადმიუმის ბურბუშელას გამოყენება.

სამუშაოს მსვლელობა. აიღებენ 5 მლ გაფილტრულ საანალიზო წყალს, შეავსებენ 100 მლ-მდე დისტილირებული წყლით, დაუმატებენ 2 მლ NH_4Cl ხსნარს, 1 წვეთ 5%-იან ნატრიუმის ტუტეს ($\text{pH} = 8-10$) და გაატარებენ კადმიუმის სვეტ-რედუქტორში 8–9 მლ/წთ სინქარით. პირველ 50 მლ-ს გადააქცევენ, შემდგომ 50 მლ-ში კი განსაზღვრავენ ნიტრიტების რაოდენობას გრისის რეაქტივით.

NO_3^- კონცენტრაციის გამოთვლა შეიძლება შემდეგი ფორმულით:

$$C = (\text{KC}_2 - \text{C}_1) \cdot 1,3478 \cdot K,$$

სადაც C არის NO_3^- საძიებელი კონცენტრაცია, მგ/ლ-ში; $C_1 - \text{NO}_2^-$ კონცენტრაცია საანალიზო წყალში მგ/ლ-ში; $C_2 - \text{NO}_2^-$ კონცენტრაცია სვეტიდან გამომდინარე წყალში, მგ/ლ-ში; 1,3478 - NO_2^- -ის NO_3^- -ში გადასაყვანი კოეფიციენტი; K - განსაყვების ფერადობა.

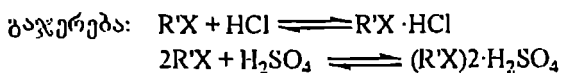
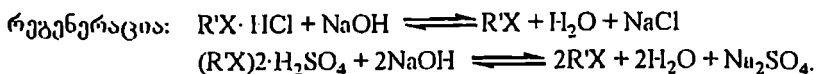
ს ა მ უ შ ა ო 28

სამდინარე წყლების გასუფთავება გოგირდშემცველი იონებისაგან ანიონიტ "AH-1" გამოყენებით

ანიონიტები წარმოადგენს ამინოფისებს, რომლებიც შეიცავენ ალიფატურ ან არომატულ ნაერთებში ძირითად ფუნქციებს: $-\text{NH}_2$, $=\text{NH}$ და იშვიათად $\equiv \text{N}$; თუ ანიონიტი ძლიერ დისოცირდება იონებად, მაშინ ის ხასიათდება ძლიერფუნქციურ თვისებებით, ხოლო თუ სუსტად - სუსტფუნქციურ თვისებებით.

იონმიმოცვლითი პროცესების განსახორციელებლად ყველა ანიონიტი არ გამოდგება. ისინი უნდა აკმაყოფილებდნენ შემდეგ მოთხოვნებს: მათ უნდა ჰქონდეთ მაღალი მიმოცვლითი თვისება (მიმოცვლითი ტევადობა), კარგი კინეტიკური თვისებები (იონმიმოცვლის დიდი სიჩქარე), მექანიკური სიმტკიცე, ქიმიური მდგრადობა მუქაყვების, ტუტეების, მუანგაყვებისა და აღმდგენების მიმართ, უხსნადობა წყალში, ორგენულ გამხსნელებსა და ელექტროლიტების ხსნარებში, შეზღუდული გაჯირჯვებადობა.

იონმიმოცვლითი პროცესების გამოყენებისას მრეწველობაში და განსაკუთრებით ანალიზურ პრაქტიკაში, ძალიან დიდი მნიშვნელობა აქვს იონმიმოცვლითი ფისის წინასწარ მომზადებას და ცდის ჩატარების პირობებს. როცა იონურ მიმოცვლას იყენებენ ხსნარიდან ნივთიერების მოსაცილებლად, ასეთ პროცესს ფისის "გაჯერებას" უწოდებენ, ხოლო გაჯერებული ფისის პირუანდელი სახის აღდგენას რეაგენტით დამუშავების საშუალებით "რეგენერაციას" უწოდებენ. გაჯერებისა და რეგენერაციის მთლიან პროცესს "ციკლს" უწოდებენ. საილუსტრაციოდ მოყვანილია მაგალითი ანიონმიმოცვლითი ციკლისა წყალხსნარში:



კომპლექსონომეტრული განსაზღვრა. წყლის სინჯს ღეჭავენ $BaCl_2$ -ის ტიტრიანი ხსნარით. ბარიუმის სიჭარბეს საზღვრავენ კომპლექსონომეტრული ტიტვრით კომპლექსონ III-ის ტიტრიანი ხსნარით, ამიაკურ გარემოში ვრიოქრომშავის თანაობისას. ბარიუმის ქლორიდის ხსნარით უკუტიტრვით საზღვრავენ ეკვივალენტობის წერტილს.

რეაქტივები: 1. ბარიუმის ქლორიდის 0,05 მოლი ხსნარი; 12,21 გ ანალიზისათვის სუფთა $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ -ს ხსნიან დისტილირებულ წყალში, რომელიც შემუავებულია 1 მლ კონცენტრირებული მარილმუავით და დისტილირებული წყალით აესკებენ 1 ლიტრამდე; 2. კომპლექსონ III-ის 0,05 მოლარობის ხსნარი, 18,6 გ კომპლექსონ III ხსნიან დისტილირებულ წყალში და აზავენენ 1 ლიტრამდე; 3. ანალიზისათვის სუფთა კონცენტრირებული ამიაკი; 4. ვრიოქრომშავი; 5. გოვირღმუავას ხსნარი (სინჯი): 1 მლ H_2SO_4 (კონც.) 500 მლ წყალში.

განსაზღვრის მსკვლელობა. გასატიტრ კოლბაში ასხამენ 10 მლ სინჯს (H_2SO_4 -ის ხსნარი) სინჯს უმატებენ ბარიუმის ქლორიდის 2 მლ-ს. ნარევს ადუღებენ 2-5 წუთის განმავლობაში და ტოკებენ არანაკლებ 5 საათისა. შემდეგ უმატებენ მას 2 მლ კონცენტრირებულ ამიაკს და ცოტა ინდიკატორს. ტიტრავენ 0,02 მლ დანაყოფიანი მიკრობიურეტიდან კომპლექსონ III-ის ხსნარით წითელ-იისფერიდან ცისფერში გადასკვლამდე. ჩაიწერენ დახარჯული კომპლექსონ III-ის მლ-ების რაოდენობას. შემდეგ ხელმეორედ ტიტრავენ ბარიუმის ქლორიდის ხსნარით (ფერის უკუგადასკვლამდე - ცისფერიდან წითელ-იისფერში). ჩაიწერენ დახარჯული ბარიუმის ქლორიდის მოლების რაოდენობას.

ანგარიში: სულფატ-იონების შემცველობას მგ/ლ-ში (%) ანგარიშობენ ფორმულით:

$$X = \frac{[(a + b)h_1 - dh_2] \cdot 0,05 \cdot 96,06 \cdot 1000}{V} = \frac{[(a + b)h_1 - dh_2] \cdot 4803}{V}$$

სადაც a – ბარიუმის ქლორიდის 0.05 მოლი ხსნარის დამატებული მოცულობაა მლ-ში; b – 0.05 მოლი ბარიუმის ქლორიდის დახარჯული მლ-ები ხელმეორედ გატიტრის დროს; d – 0.05 მოლი კომპლექსონ III მლ-ის რაოდენობა, დახარჯული გატიტრება; h_1 – შესწორება ბარიუმის ქლორიდის კონცენტრაციისა 0,05 მოლი სიზუსტესთან; h_2 – კომპლექსონ III ხსნარის კონცენტრაციის შესწორება 0,05 მოლი სიზუსტესთან; 96,06 – SO_4^{2-} იონების მოლკუვლური მასა; V – შუშის მოცულობა.

სულფატ-იონებს განსაზღვრავენ ჩამდინარე წყლების ანიონტში გაკლამდე და გაკლის შემდეგ.

ზედაპირულ წყლებში სულფიტიონები შეიძლება მოხვდნენ ჩამდინარე წყლების შედეგად.

სულფიტები განისაზღვრება იოდომეტრული მეთოდით, იოდის ხსნარით წინასწარი დაუნგვით სულფატებამდე. იოდის რაოდენობას, რომელიც აუცილებელია დასაუნგად, პოულობენ დამატებული და დარჩენილი (თიოსულფატით გატიტრა) რაოდენობის სხვაობით.

რეაქტივები. ფოსფორმუჟაყა 25%-იანი ხსნარი: 175 მლ 85%-იანი ანალიზისათვის სუფთა H_3PO_4 უმატებენ დისტილირებულ წყალს და ავსებენ 1 ლიტრამდე; 0,1 ნ იოდის ხსნარი: 12,7 გ სუბლიმირებულ იოდს ხსნიან 25 გ KI და 30–40 მლ დისტილირებულ წყალში და ავსებენ 1 ლიტრამდე. ნატრიუმის თიოსულფატის 0,1 ნ ხსნარი: ანალიზისათვის სუფთა 24,8 გ $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ ხსნიან 900 მლ დისტილირებულ წყალში, უმატებენ ანალიზისათვის სუფთა 0,2 გ Na_2CO_3 -ს და გახსნის შემდეგ დისტილირებული წყლით მოცულობა მაჟავთ 1 ლიტრამდე; სახამებლის 0,5%-იანი ხსნარი: 5 გ გახსნილ სახამებელს ურევენ 50 მლ დისტილირებულ წყალში და შემდეგ უმატებენ 950 მლ მღულარე წყალს.

განსაზღვრის მსყლელობა. მიხეხილსაცობიან კოლბაში ასხამენ ცნობილ ხსნარს საცობმდე. კოლბის ძირზე პიპეტით შეჰყავთ 3 მლ ფოსფორმუჟაყა, მეორე პიპეტით უმატებენ 3 მლ

იოდის ხსნარს. კოლბას ახურავენ საცობს ისე, რომ საცობის ქვეშ არ დარჩეს ჰაერის ბუშტულები; კოლბაში არსებულ ხსნარს ურევვენ კოლბის შენჯღღრევითა და გადაბრუნებით და სიბნელეში 5 წუთის დაყოვნების შემდეგ რაოდენობრივად გადააქვთ გასატიტრ კოლბაში და ტიტრავენ 0,1 ნ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ხსნარით ღია-ყვითელ შეფერილობამდე. შემდეგ უმატებენ სახამებლის ხსნარს და ტიტრავენ გაუფერულებამდე.

ერთდროულად პოულობენ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ხსნარის მოცულობას, რომელიც დაიხარჯა ყრუ ცდის დროს გამოხდილ წყალთან; მას უმატებენ იოდს იგივე მოცულობით, როგორიც იყო სინჯის ანალიზის დროს.

ანგარიში. სულფიტ-იონების შემცველობა (X) მგ/ლ-ში ინგარიშიება ფორმულით:

$$X = \frac{(a - b) \cdot n \cdot N \cdot 40,03 \cdot 100}{V_1 - V_2 - V_3},$$

სადაც a არის $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ხსნარი, რომელიც დაიხარჯა ყრუ ცდის დროს; b – $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ხსნარი, რომელიც დაიხარჯა სინჯის გატიტრვისას; n – კონცენტრაციის შესწორება; n – $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ხსნარის ნორმალობა; V_1 – კოლბის მოცულობა მლ-ში სინჯისათვის; V_2 – სინჯზე დამატებული I_2 ხსნარის მოცულობა; V_3 – სინჯზე დამატებული H_3PO_4 ხსნარის მოცულობა.

სულფიტ-იონების კონცენტრაციას ზომავენ ორჯერ, იონიტში გავლამდე და გავლის შემდეგ.

გოგირდწყალბადი, როგორც თავისუფალ მდგომარეობაში, ისე მარილების სახით გეხვდება ზელაპირულ და მიწისქვეშა წყლებში, თანაც მისი შემცველობა (გადათვლილი H_2S -ზე) არც თუ იშვიათად აღწევს რამდენიმე ათეულ მგ-ს 1 ლ-ზე. H_2S , HS^- და S^{2-} შეფარდებითი შემცველობა წყალში დამოკიდებულია წყლის pH-ის სიდილეზე და განისაზღვრება გამოთვლებით გოგირდწყალბადმუყავას დისოციაციის კონსტანტის დახმარებით.

გოგირდწყალბადი განისაზღვრება კოლორიმეტრული მეთოდით, რომელიც დამყარებულია მომწვანო-იისფერის წარმოქმნაზე, გოგირდწყალბადის ურთიერთქმედებისას დიმიტილპარა-

ფენილენამინ ჰიდროქლორიდის რკინის მარილებით ჟანგკის პროდუქტებთან.

მოწყობილობა და დანადგარები: ფოტომეტრი ФЭК-60 'შუქფილტრი ($\lambda = 630-656$ ნმ), 100-200 მლ ტევადობის მიხეხილ საცობიანი შუშები.

რეაქტივები: დიმეთილჰარაფენილენდიამინ ჰიდროქლორიდის 0,3%-იანი ხსნარი. რეაქტივი ინახება მაცივარში. რეაქტივი იხსნება 100 მლ 50%-იან H_2SO_4 ხსნარში.

რკინის ქლორიდი: 50 გ $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ ხსნიან დისტილირებულ წყალში, მოცულობა მიჰყავთ 50 მლ-მდე; დაყოვნების შემდეგ ხსნარს აშორებენ ნალექს და ინახავენ მაცივარში.

ნატრიუმის სულფიდი. სტანდარტული ხსნარი: 0,3 გ (ანალიზისათვის სუფთა) $Na_2S \cdot 9H_2O$ ხსნიან 150 მლ დისტილირებულ წყალში და უმატებენ 150 მლ გლიცერინს. სულფიდების შემცველობას სასდურაყენ იოდომეტრული ტიტერით და შემდეგ ხსნარს აზავებენ ეტალონური ხსნარების მისაღებად. 100-200 მლ ტევადობის მიხეხილ საცობიან შუშაში ასხამენ 2,2 მლ (1 : 9) HCl -ს, 50 მლ 0,05 ნ იოდის ხსნარს და უმატებენ სულფიდის მომსადებულ ხსნარს შუშის ყელამდე. 10 წუთით სიბნელეში დაყოვნების შემდეგ, ტიტრაყენ ჭარბ იოდს 0,05 ნ თიოსულფატის ხსნარით. ანალოგიურად დგამენ ყრუ ცდას იოდთან, უმატებენ რა შუშაში სულფიდის ხსნარის მაგივრად დისტილირებულ წყალს.

გოგირდწყალბადის მთლიან შემცველობას სტანდარტულ ხსნარში (მგ/ლ) ანგარიშობენ ფორმულით:

$$X = \frac{(a - b)h \cdot 0.85 \cdot 1000}{V \cdot 52,5},$$

სადაც a არის $Na_2S_2O_3$ ხსნარის მოცულობა მლ-ში, რომელიც დაიხარჯა გატიტრაზე ყრუ ცდის დროს; b - იგივე, რაც დაიხარჯა საცდელ ხსნარზე; h - შესწორება $Na_2S_2O_3$ ხსნარის კონცენტრაციის დასაყვანად ზუსტად 0,05 ნ-ზე; 0,85 - გოგირდწყალბადზე გადათვლის კოეფიციენტი; V - შუშის მოცულობა მლ-ში.

H_2S შემცველობის Na_2S დამზადებული ხსნარიდან განსავე-
ბით ამსადებენ ეტალონურ ხსნარებს. ეს ხსნარები გამოიყენება
საკალიბრო მრუდის შესადგენად.

განსაზღვრის მსვლელობა: გოგირდწყალბადის (H_2S)
განსაზღვრისათვის სინჯს ასხამენ მიხეხილ საცობიან შუშაში.
შუშაში წყლის დონის ქვეშ შეაქეთ დიმეთილპარაფენილენდი-
ამინ ჰიდროქლორიდის ხსნარის 1 მლ და შემდეგ მორეკით
უმატებენ $FeCl_3$ 0,5 მლ ხსნარს. 30 წუთის განმავლობაში ვითარ-
დება მოცისფრო-მომწვანო შეფერილობა. საზღვრავენ ოპტიკურ
სიმკვრივეს, საკალიბრო მრუდით გამოთვლიან H_2S შემცვე-
ლობას.

ანგარიში: H_2S შემცველობას (X) მგ/ლ ანგარიშობენ
ფორმულით: $X = aC$, სადა C სინჯში საკალიბრო მრუდით
ნაპოვნი H_2S რაოდენობაა, მგ/ლ; a განსავეების ჯერადობა.

შ ი ნ ა ა რ ს ი

I თავი.	მადანთა გამდიდრების მეთოდები.	5
	სამუშაო 1. სპილენძის სულფიდური მადნის ფლოტაციური გამდიდრება.	8
II თავი.	მინერალური მუავეები	11
	სამუშაო 2. მარილმუავეას მიღება ქლორისა და წყალბადისაგან	11
	სამუშაო 3. გოგირდმუავეას მიღება კონტაქტუ- რი მეთოდით	17
	სამუშაო 4. გოგირდმუავეას მიღება ნიტროსუ- ლი ხერხით.	26
III თავი.	მარილები და მყარი ხსნარები	31
	სამუშაო 5. კალიუმის ქლორიდის გამოყოფა სილვინიტიდან და მისი ანალიზი	31
	სამუშაო 6. სუპერფოსფატის მიღება და მისი ანალიზი.	35
	სამუშაო 7. ამონიუმის ნიტრატის მიღება.	39
	სამუშაო 8. ამონიუმის სულფატის მიღება	42
IV თავი.	ლითონების და არალითონების მიღება.	44
	სამუშაო 9. ლითონებისა და შენადნობების მიღება ოქსიდებიდან ნახშირბადით აღდგენით	44
	სამუშაო 10. ლითონების, შენადნობების და კალციუმის კარბიდის მიღება ელექტრო- თერმული მეთოდით.	46
	სამუშაო 11. სოგეერთი ლითონის ოქსიდის აღდგენა „მდულარე ფენაში“.	49
	სამუშაო 12. ლითონებისა და არალითონების მიღება ელექტროლიტური მეთოდით.	53
	სამუშაო 13. წყალბადის მიღება მწვავე ნატრის ხსნარის ელექტროლიზით	59
V თავი.	ბუნებრივი წყლის ანალიზი და მისი დარბი- ლება იონმიმოცვლითი ან კირ-სოფის მეთო- დით.	63
	სამუშაო 14. წყლის სიხისტის განსაზღვრა.	64
	სამუშაო 15. წყლის დარბილება იონური	

	მიმოცვლის ან კირ-სოლის მეთოდებით.	73
VI თავი.	მინა და მჭიდა ნაერთები.	78
	სამუშაო 16. ალვილდნობადი მინის მომსაღება.	79
VII თავი.	მყარი, თხევადი და აირადი სათბობი.	84
	სამუშაო 17. მყარი სათბობის ნახევრად კოქსვა და აირადი პროდუქტების ანალიზი. . .	84
	სამუშაო 18. ხის მშრალი გამოხდა (ნახევრად კოქსვა).	91
	სამუშაო 19. ნაეთობპროდუქტების კრეკინგი. . .	93
VIII თავი.	კარბონმუყაების სინთეზი.	96
	სამუშაო 20. ქმარმუყაას მიღება სინთეზური უზით.	96
IX თავი.	პოლიმერული ნაერთები	105
	სამუშაო 21. ფენოლფორმალდეჰიდური ფისების მიღება.	105
	სამუშაო 22. რესორცინ-ფორმალდეჰიდის ფისის მიღება.	108
	სამუშაო 23. აზოტის, გოგირდის, ქლორისა და ფტორის განსახლვრა პოლიმერებში. . . .	111
	სამუშაო 24. სილიციუმის და ფოსფორის განსახლვრა პოლიმერებში.	113
	სამუშაო 25. ფუნქციური ჯგუფების გან- სახლვრა პოლიმერებში.	114
X თავი.	გარემოს კონტროლი და დაცვა.	119
	სამუშაო 26. იონმიმოცვლითი ფისების გამო ყენება კადმიუმის იონებისაგან წყლის გა- საწმენდად.	119
	სამუშაო 27. ჩამდინარე წყლებში NO_2^- იონების განსახლვრა ფოტოკოლორიმეტრუ ლი მეთოდით	124
	სამუშაო 28. ჩამდინარე წყლების გასუფ თავება გოგირდ შემცველი იონებისაგან ანიონიტ "AH-I" გამოყენებით.	129