

ელოზგარ ელოზგარაშვილი



ქიმიური ექსპერიმენტის ტექნიკა

კახა ბენდუქიძის
საუნივერსიტეტო კამპუსი



KAKHA BENDUKIDZE
UNIVERSITY CAMPUS



თბილისი
2016

ელიზბარ ელიზბარაშვილი

ქიმიური ექსპერიმენტის ტექნიკა

2016

წინამდებარე სახელმძღვანელოში განხილულია ქიმიურ ლაბორატორიაში მუშაობის უსაფრთხოების წესები, ძირითადი ლაბორატორიული ჭურჭელი და მოწყობილობები, მათი დანიშნულება და სპეციფიკაციები. მკითხველი მასში გაეცნობა ლაბორატორიული ექსპერიმენტის ჩატარების ტექნიკას, როგორცაა გაზების მიღება, ნივთიერებათა ფიზიკური მახასიათებლების გაზომვა, ნივთიერებათა გამოყოფა და გასუფთავება და სხვა.

“ქიმიური ექსპერიმენტის ტექნიკა” დიდ დახმარებას გაუწევს სტუდენტებსა და ქიმიის მასწავლებლებს.

ავტორი:

ელიზბარ ელიზბარაშვილი - ქიმიის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი, საქართველოს პროფესიონალ ქიმიკოსთა ასოციაციის თავმჯდომარე.

ავტორი დიდ მადლობას უხდის დოქტორებს თეა მათითაიშვილს და ნათია ოჩიკიძეს სახელმძღვანელოს მომზადებისას გაწეული დახმარებისათვის.

რედაქტორი:

გია ხატისაშვილი - ბიოქიმიკოსი, ბიოლოგიის მეცნიერებათა დოქტორი, საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტის პროფესორი.

მარიამ ელიზბარაშვილი - დიზაინი, ფოტოგრაფია, მხატვრობა.



50
YEARS



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confederation suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Cooperation Office
South Caucasus

WITH FUNDING FROM
 AUSTRIAN
DEVELOPMENT
COOPERATION

Empowered lives. Resilient nations.

პრაქტიკული სახელმძღვანელო მომზადდა აგრარული უნივერსიტეტის პროექტის „მასწავლებელთა პროფესიული გადამზადების ცენტრის შექმნის“ ფარგლებში, საქართველოს პროფესიონალ ქიმიკოსთა ასოციაციასთან პარტნიორობით.

გამოცემულია პროექტის „რეგიონული და ადგილობრივი განვითარების მხარდაჭერა საქართველოში“ ფარგლებში, რომელსაც ახორციელებს გაეროს განვითარების პროგრამა (UNDP) სამხრეთ კავკასიაში შვეიცარიის განვითარების ოფისის (SCO) და ავსტრიის განვითარების თანამშრომლობის (ADC) ფინანსური მხარდაჭერით.

სახელმძღვანელოში გამოთქმული მოსაზრებები ავტორისეულია და არ გამოხატავს გაეროს განვითარების პროგრამის (UNDP), სამხრეთ კავკასიაში შვეიცარიის განვითარების ოფისის (SCO) და ავსტრიის განვითარების თანამშრომლობის (ADC) შეხედულებებს.

1

პირველი დღე ქიმიურ ლაბორატორიაში



უსაფრთხოების ტექნიკა ქიმიურ ლაბორატორიაში

ქიმიურ ლაბორატორიებში მუშაობა საჭიროებს სპეციალური უნარ-ჩვევების ქონას. ქიმიური ექსპერიმენტის ჩატარებისათვის ექსპერიმენტატორი უნდა ფლობდეს ლაბორატორიული ექსპერიმენტის შესრულების ტექნიკას. ამასთანავე, ლაბორატორიაში არსებული ქიმიური რეაქტივები, ჭურჭელი, დანადგარები და მოწყობილობები თავის მხრივ მოითხოვენ კვალიფიციურ მოპყრობას. ამიტომ, ექსპერიმენტატორი ვალდებულია ასევე ფლობდეს უსაფრთხოების ტექნიკას, ხანძარსა და ნაღმდევო წესებს, უნდა შეეძლოს უბედურების შემთხვევაში დაზარალებულისთვის პირველადი დახმარების აღმოჩენა.

გვახსოვდეს!

ქიმიურ ლაბორატორიაში ექსპერიმენტის დაწყების წინ უნდა გავეცნოთ უსაფრთხოების ტექნიკას.

- 1) ლაბორატორიაში არსებული ნივთიერებები მეტ-ნაკლებად მომწამვლელი და ცეცხლსაშიშაა, ამიტომ აუცილებელია სისუფთავის დაცვა და წესრიგი.
- 2) არ უნდა დავუშვათ ნივთიერებების კანთან შეხება, ხელებით არ უნდა შევებოთ სახესა და თვალებს, მუშაობის დროს არ უნდა მივიღოთ კვების პროდუქტები.
- 3) კატეგორიულად აკრძალულია მოქმედი დანადგარის უყურადღებოდ მითრება და ლაბორატორიაში მართო ერთი პირის მუშაობა.
- 4) ყველა ჭურჭელზე, რომელშიც რეაქტივი ინახება, უნდა იყოს ზუსტი დასახელება. რეაქტივების გამოყენება უნარწიერო ჭურჭლიდან აკრძალულია.
- 5) არავითარ შემთხვევაში არ შეიძლება ცდის ჩატარება ჭუჭყიან ჭურჭელში. ცდის დამთავრებისთანავე ჭურჭელი უნდა გაირეცხოს.
- 6) ჭურჭელთან, რომელშიც რაიმე ხსნარი დუღს ან რომელშიც რაიმე ხსნარის დამატება ხდება არ შეიძლება სახის ახლოს მიტანა; სინჯარის პირი, რომელშიც ხდება ხსნარის ან სითხის გაცხელება, არ უნდა იყოს მიმართული ვინმეს მიმართ.
- 7) კატეგორიულად აკრძალულია ქიმიური ნივთიერებების გემოს გასინჯვა; მათი ყნოსვა შეიძლება იმ შემთხვევაში, თუ დარწმუნებული ხართ, რომ ნაერთი არ არის შხამიანი ან მომწამვლელი. ამასთან არ შეიძლება პირდაპირ შესუნთქვა, არამედ საჭიროა ხელის მოძრაობით მივიტანოთ ორთქლი სასუნთქ ორგანოსთან.
- 8) ზოგიერთი ექსპერიმენტის ჩატარებისას უსაფრთხოების მიზნით მიზანშეწონილია დამცველი სათვალით ან ორგანული მინისაგან დამზადებული სპეციალური საფარით სარგებლობა.
- 9) მინის ან სხვა ქიმიური ჭურჭლის გამოყენებისას უნდა დავიცვათ შემდეგი წესები:
 - a) სქელკედლიანი ქიმიური ჭურჭელი არ უნდა ცხელდებოდეს ღია ცეცხლზე, არამედ - გამანაწილებელ ბადეზე. ამ დროს ყურადღება უნდა მიექცეს სითხის თანაბარ გაცხელებას. არათანაბარი გაცხელების დროს შესაძლებელია სითხის გაშხიფება და ჭურჭლის გაბზარვა!
 - b) დიდ ქიმიურ ჭურჭელს საჭიროა ორივე ხელი მოგვიდოთ, ამასთან ერთ-ერთი ხელი ჭიქის ძირს!
 - c) მინის მილების ბასრი ნაწილები უნდა იქნეს შემღვალი სპირტ- ან გაზქურის ალზე! მინის დეტალებზე რეზინის მილების ჩამოცმის დროს მინის გატეხვის თავიდან აცილების მიზნით აუცილებელია მათი წინასწარ წყლით დასველება, გლიცერინის ან ვაზელინის წასმა და შემაერთებელ ნაწილებზე ორივე ხელის თითების მაქსიმალურად ახლოს განლაგება (სურათი 1.2) .
 - d) სამუშაოს დაწყების წინ აუცილებელია შემოწმდეს დანადგარი, თუ რამდენად სწორად არის აწყობილი, ხოლო შემრევის გამოყენების წინ საჭიროა შემოწმდეს, მუშაობს თუ არა ის.
 - e) ავტოკლავეებით, შეკუმშული და გათხევადებული გაზის ბალონებით

გვახსოვდეს!

ქიმიურ ლაბორატორიაში თვალსაჩინო ადგილს უნდა იყოს განთავსებული უსაფრთხოების ტექნიკის ინსტრუქცია.

გვახსოვდეს!

ლაბორატორიაში ხანძარსა და ნაღმდევო საშუალებები და აფთიაქი თვალსაჩინო ადგილას უნდა იყოს განთავსებული.



სურათი 1.1.
ქიმიური რეაქტივის სუნის
მეგრძნება სინჯარის
ცხვირთან მიტანით არ
შეიძლება



სურათი 1.2.
მინის დეტალებზე
რეზინის მიღების
ჩამოცმის დროს მინის
გატეხვის თავიდან
აცილების მიზნით
აუცილებელია
მათი წინასწარ
წყლით დასველება,
გლიცერინის ან
ვაზელინის წასმა
და შემაერთებელ
ნაწილებზე ორივე
ხელის თითების
მაქსიმალურად ახლოს
გახლაგება



სინჯარის
გაცხელებისას მისი
ღია თავის მიმართვა
ლაბორატორიაში
მყოფი ადამიანებისაკენ
არ შეიძლება, რადგან
შესაძლებელია
ამოშვება.

- მუშაობა შესაძლებელია მხოლოდ უსაფრთხოების ტექნიკის სპეციალური ინსტრუქციის გავლის შემდეგ.
- f) ვაკუუმ-ექსიკატორიდან ჰაერის ამოტუმბვა შეიძლება მხოლოდ წყალჭაღლიანი ტუმბოს საშუალებით. ამ დროს საჭიროა ვაკუუმ-ექსიკატორის შემოხვეული ჰქონდეს ქსოვილი.
 - g) საჭიროა უსაფრთხოების ტექნიკის სპეციალური ინსტრუქტაჟის გავლა, ვიდრე ვაკუუმზე გამოხდას შეუდგებოდეთ.
 - h) გამწოვი კარადის ფანჯრები მუშაობისას არ უნდა იყოს კარადის მუშა ფართობის 1/3-ზე მეტად გახსნილი.
 - i) გამწოვ კარადაში აფეთქების შემთხვევაში პირველ რიგში უნდა გამოირთოს ვენტილაცია და დაიხუროს დროსელ-სარქველი, რათა არ მოხდეს სავენტილაციო ხაზზე ხანძრის გავრცელება.
 - j) მუავების ან ტუტეთა ხსნარების ჩამოსხმა უნდა ხდებოდეს გამწოვ კარადაში. ამ დროს მომუშავეს უნდა ეკეთოს დამცველი სათვალე, ხოლო გამწოვი კარადის ფანჯარა უნდა იყოს დაწეული ისე, რომ ფარავდეს მომუშავეს სახეს.
 - k) ბრომთან ყოველგვარი სამუშაო ტარდება გამწოვ კარადაში. ამ დროს აუცილებელია რეზინის ხელთათმანებისა და დამცველი სათვალის გამოყენება.
 - l) მინის დიდი ბოცები, რომლებშიც კონცენტრირებული მუავები, ტუტეები ან ამიაკია, საჭიროა იდგეს კალათებში ან ხის ჩარჩოებში. ამ ნივთიერებების გადმოსხმისას საჭიროა დამცავი სათვალის, რეზინის ხელთათმანების, წინსაფრისა და რეზინის ჩექმების გამოყენება.
 - m) თუ ორი სითხის შერევა საჭირო, მაშინ სითხეს, რომელსაც მეტი ხვედრითი წონაა ექვს, მორევის პირობებში ახსამენს სითხეში, რომლის ხვედრითი წონა ნაკლებია, მაგალითად, კონცენტრირებული გოგირდმუავს განზავებისას, კონცენტრირებული გოგირდმუავს და ამოტუმბავს შერევისას და ა.შ.
 - n) ნივთიერებების შერევისას, რომლის დროსაც ადგილი აქვს სითხის გამოყოფას, საჭიროა მხოლოდ თერმომდგრადი მინის ან ფაიფურის ქიმიური ჭურჭლის გამოყენება.
 - o) ნარჩენი სითხეების ჩასხმა ნიჟარაში კატეგორიულად აკრძალულია. ისინი უნდა განეიტრალდეს ან ჩაისხას სპეციალურ ჭურჭელში.
 - p) ქლორთან, ბრომთან, გოგირდის ან ამოტის ოქსიდებთან, გოგირდწყალბადთან და სხვა მომწამლავ ნივთიერებებთან მუშაობა აუცილებლად უნდა წარმოებდეს გამწოვ კარადაში.
 - q) ეთერის გაცხელება, გამოხდა, აორთქლება მიმდინარეობს წყლის აბაზანის საშუალებით. გამოხდისას უნდა გამოვიყენოთ მაქსიმალურად გრძელი მაცივრები, ხოლო მიმღები უნდა მოთავსდეს ღია ცეცხლისაგან მოშორებით. რამდენიმეჯერ გამოყენებულ ეთერთან მუშაობის წინ, აფეთქების თავიდან აცილების მიზნით, საჭიროა მას მოშორდეს პეროქსიდები, მაგალითად, რკინის სულფატთან შენჯღრევით. არ შეიძლება გამოსახდელი კოლბიდან ეთერის გამოხდა სიმშრალემდე (ბოლომდე) და გამოხდილი ეთერის დიდი რაოდენობით შეგროვება ერთ მიმღებში (არა უმეტეს 300-400 მლ). ეთერის შენახვა (განსაკუთრებით აბსოლუტური ეთერის), შეიძლება მხოლოდ სქელკედლიან, უმჯობესია მეჭი ფერის ჭურჭელში, რომელიც დაცობილია საცობით კალციუმის ქლორიდიანი მილით.
 - r) მეტალურ ნატრიუმთან მუშაობისას აუცილებელია აბსოლუტურად მშრალი ჭურჭლის გამოყენება. არ შეიძლება ნატრიუმთან მუშაობა წყლის სიახლოვეს (შეიძლება მოხდეს აფეთქება).

სამუშაოს დამთავრების შემდეგ აუცილებელია შეგროვდეს რეაქციაში შეუსვლელი ნატრიუმის ნარჩენები ნავთიან ჭურჭელში. ნატრიუმის ნარჩენებს ხსნიან სპირტში.

- 10) ლაბორატორიაში თვალსაჩინო ადგილას უნდა იყოს განთავსებული ხანძარსაწინააღმდეგო საშუალებები - ქვიშის ყუთები და ცეცხლმაქრობები. ხანძრის გაჩენის შემთხვევაში პირველ რიგში საჭიროა ყველა გამახურებლის გამორთვა, მოშორებულ უნდა იქნას ცეცხლის კერასთან ახლოს მდებარე აალებადი ნივთიერებები, ხოლო შემდეგ მოხდეს ცეცხლის ჩაქრობა ცეცხლსაქრობით, ქვიშით ან ხანძარსაწინააღმდეგო საბნით. ცეცხლზე წყლის დასხმა არ არის მიზანშეწონილი, რადგან უმეტეს შემთხვევებში ეს იწვევს ხანძრის კერის გაფართოებას.

პირველი დახმარება უბედური შემთხვევის დროს

უსაფრთხოების ტექნიკის წესების დაუცველობას მიყვავართ უბედურ შემთხვევებამდე.

- 1) I ხარისხის თერმული დამწვრობის (სინითლე, უმნიშვნელო შენითლება) დროს საჭიროა დამწვარი ადგილის სპირტით განმწმუნა. II და III ხარისხის დამწვრობისას - სტერილური სახვევით ან სუფთა ტილოთი შეხვევა.
- 2) კიდურების დამწვრობისას საჭიროა მათი განთავისუფლება მჭიდრო ტანსაცმლისაგან, რადგან შესაძლებელია გასიება.
- 3) ტუტით ან მუავით კანის დამწვრობის დროს საჭიროა წყლის ნაკადით დაახლოებით 20-30 წუთის განმავლობაში ჩარეცხვა, ხოლო ძლიერი დამწვრობის შემთხვევაში ჩარეცხვა ხდება 1.5-2 საათის განმავლობაში (წყალი არ უნდა იყოს ცივი). ჩატარებული პროცედურის შემდეგ დაზარალებულს ისევე ექცევიან, როგორც თერმული დამწვრობის შემთხვევაში.
- 4) ბრომით დამწვრობისას ადებენ სპირტის საფენს ხანგრძლივი დროით.
- 5) ტუტის ან მუავის წვეთების თვალში მოხვედრისას, თვალს დიდი ხნის განმავლობაში იბანენ ოთახის ტემპერატურის წყლის დიდი რაოდენობით.
- 6) ფენოლთი დამწვრობის შემთხვევაში დაზიანებული ადგილი საჭიროა დამუშავდეს სამედიცინო ეთილის სპირტით.
- 7) ნაჭრილობევ ადგილებს იოდის სპირტის 5%-იანი ხსნარით ამუშავებენ და ადებენ სტერილურ საფენს.



სურათი 1.3.
ტუტის ან მუავის
ხელზე მოხვედრისას
პირველ რიგში
წყლის დიდი
ნაკადით უნდა
ჩამოვიბანოთ



სურათი 1.4.
მენზურების
გაცხელება არ
მეიძლება

კარგი ექსპერიმენტული უნარ-ჩვევები

ლაბორატორიაში მუშაობა ერთი შეხედვით წარმოადგენს მზა რეცეპტურის ან წინასწარ დაგეგმილი ოპერაციების სკურპულოზურ შესრულებას, თუმცა რეალურად ექსპერიმენტატორის საქმიანობა შემოქმედებით, ხშირად კი ინოვაციური გადაწყვეტილებების მიღებას მოითხოვს. მიუხედავად ცდის ჩატარების წინასწარ გაწერილი მეთოდისა, კარგ ექსპერიმენტატორს ყოველთვის შეუძლია გარკვეული კორექტივების შეტანა, რაც მას ექსპერიმენტის ჩატარებას გაუადვილებს ან მის ხელთ არსებული საშუალებების პირობებში შესაძლებელს გახდის.

ექსპერიმენტატორს ყოველთვის უნდა ახსოვდეს:

1. ექსპერიმენტის დაწყებამდის აუცილებლად წაიკითხოს მეთოდის გულდასმით. ეს საშუალებას მისცემს სწორად დაგეგმოს ცდა და თავიდან აიცილოს გაუთვალისწინებელი გართულებები.
2. არ ჩააგდოს ასანთის ღერი, ლაკმუსის ქაღალდი ან სხვა უხსნადი ნაერთები ნიჟარაში. მყარი ნარჩენები უნდა შეგროვდეს სპეციალურ, მათთვის გამოყოფილ ურნაში.
3. საჭირო რეაქტივები ჩამოასხას ადგილზე ჭიქებში ან მენზურებში და რეაქტივების ბოთლები დატოვოს თაროებზე ან გამოყენების შემდეგ დაუყონებლივ დააბრუნოს პირვანდელ ადგილზე.
4. ბოთლიდან რეაქტივის ამოღებისას ეტიკეტზე წარწერა წაიკითხოს ორჯერ.
5. ეცადოს, არ იმუშაოს ნივთიერებების დიდ რაოდენობებთან. კარგი ექსპერიმენტატორი 1-3 მლ-ზე დიდი რაოდენობით არ იყენებს ნივთიერებას.
6. არასოდეს დააბრუნოს ბოთლში გამოუყენებელი ნივთიერება. ამიტომ ყოველთვის ჩამოასხას მხოლოდ ექსპერიმენტისათვის საჭირო რაოდენობა.
7. ეცადოს, ბოთლის მიხეხილი საცობი არ დადოს ძირს (მაგიდაზე).
8. არ გააცხელოს სქელკედლიანი მინის ჭურჭელი ან მენზურები, მზომი კოლები ცეცხლის ალზე.
9. ეცადოს, ფეხზე არ ჩაიცვას სანდლები ან სხვა ღია ფეხსაცმელი. ლაბორატორიაში ხშირია იატაკზე მინის ნატეხების მიმოხვევა.
10. ეცადოს, ეცვას ბამბის ტანსაცმელი ან ხალათი. სინთეზური ბოჭკოს ტანსაცმელი ტემპერატურაზე ადვილად ლღვება და იწვის.
11. მინის ჭურჭელი გამოყენების წინ გულდასმით დაათვალიეროს, რომ არ ჰქონდეს ბზარები. გაბზარული მინის ჭურჭელი გაცხელებისას ან ვაკუუმის ქვეშ ადვილად ტყდება.

2

ლაბორატორიული ჭურჭელი და დანადგარები



ქიმიური ჯურჯალი

წკირები

ქიმიურ ლაბორატორიაში წკირები ერთ-ერთი ყველაზე მარტივი ჯურჯალის სახეა. იგი შეიძლება იყოს მინის ან პოლიმერის. იშვიათად გამოიყენება უჟანგავი ფოლადის წკირებიც.

წკირები წარმოადგენენ ცილინდრულ ან გაბრტყელებული თავის მქონე მასიურ ღეროს.

წკირები ძირითადად გამოიყენება ხსნარების ან სუსპენზიების დასამზადებლად. თხევადი-თხევადი ან მყარი-თხევადი სისტემების შერევის დასაჩქარებლად.

წკირით ასევე შეიძლება საცავიდან (ბოთლიდან) მყარი ფხვიერი მასის მცირე ულუფის ამოღება. ასეთ შემთხვევაში უმჯობესია გამოყენებული იქნას ისეთი წკირები, რომელთაც ერთი (ან ორივე) ბოლო გაბრტყელებული აქვს.

წკირებს იყენებენ ასევე სარეაქციო სისტემიდან სინჯის ამოსაღებად (ფილტრის ქაღალდზე ლაქის დატანა).

ექსპერიმენტში წკირების გამოყენებისას მისი მაგიდაზე დადება არ შეიძლება. უნდა ვიქონიოთ ფაიფურის ჭიქა (ფაიფურის ჭიქა მძიმეა მინისაზე და გრძელი წკირის ჩადებისას ჭიქა ადვილად არ წაიქცევა), რომელშიც მოვათავსებთ წკირს.



სურათი 2.1.
მინის წკირები

შპატელი

შპატელები დამზადებულია მოჭიქურებული ფაიფურის, პლასტმასის ან უჟანგავი ფოლადისაგან. იგი სხვადასხვა ზომის შეიძლება შეგვხვდეს. მას ორივე ბოლო ბრტყელი აქვს ან ერთი ბოლო კოვზის ფორმისაა.

შპატელები გამოიყენება მყარი ფხვიერი მასის ამოსაღებად და სარეაქციო სისტემაში დასამატებლად.

მისი საშუალებით ასევე შესაძლებელია ქვიშის აბაზანაში მოთავსებული კოლბისათვის ქვიშის მოცილება ან დამატება. ამ დროს უკეთესია ფაიფურის შპატელის გამოყენება. პლასტმასის შეიძლება გალღვეს, ხოლო მეტალის სითბოს სწრაფად გამტარებლობის გამო არაპრაქტიკულია.

შპატელით ასევე შესაძლებელია ბრტყელი ზედაპირიდან მყარი ნივთიერების მოხვეტა ან აფხევა.



სურათი 2.2.
მეტალის შპატელი



სურათი 2.3.
ფაიფურის სხვადასხვა ზომის შპატელი

სინჯარები

ქიმიურ ექსპერიმენტებში ერთ-ერთი ყველაზე ხშირად გამოყენებადი ჭურჭელი არის სინჯარა.

სინჯარა წარმოადგენს მინის ან პლასტმასის მილს, რომელსაც ერთი ბოლო დახშული აქვს.



სურათი 2.4.
პოლიმერული სინჯარები
თავსახურავებით

სინჯარა შეიძლება იყოს ცილინდრული ან კონუსური. კონუსური სინჯარები ცენტრიფუგირებისას გამოიყენება.

სინჯარები შეიძლება იყოს თავსახურის გარეშე ან თავსახურით. თავსახურის მორგებისათვის სინჯარების ყელი მიხეხილია, რომელშიც ასევე მიხეხილი საცობი თავსდება.

თანამედროვე წარმოების სინჯარების უმეტესობას სახურავი ეხრახნება. შესაბამისად მათი სახურავები პლასტმასისაგან მზადდება, რომელიც ჰერმეტიკულად ეხურება.

ზოგჯერ სინჯარა გრადუირებულია, თუმცა მისი გამოყენება მოცულობის დიდი სიზუსტით ათვლისთვის მაინც არ არის რეკომენდირებული.

მინის ყველა სინჯარა თერმოგამძლე მინისაგან არის დამზადებული და მისი შიგთავსის გაცხელება შესაძლებელია როგორც ალზე, ისე სინჯარების სპეციალურ გამახურებელში.

სინჯარებს იყენებენ:

- ტესტური რეაქციების ჩატარებისათვის (ნივთიერებების მცირე რაოდენობებზე)
- მცირე რაოდენობის ხსნარების დასამზადებლად
- სინჯის შესანახად
- ცენტრიფუგირებისათვის (კონუსურძირიანი სინჯარა)



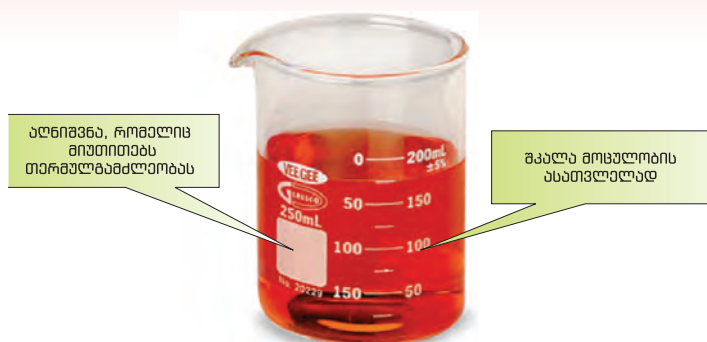
სურათი 2.5.
პოლიმერული სინჯარები
თავსახურავებით და შკალით.
სინჯარები მოთავსებულია სპეციალურ
სადგამში

ჭიქები

ქიმიური ჭიქები, სინჯარების მსგავსად, ხშირად გამოყენებადი ქიმიური ჭურჭელია. ამიტომ ლაბორატორიაში ხშირად ვხვდებით სხვადასხვა ტევადობის, ფორმისა და მასალის ჭიქებს. ტევადობის მიხედვით ჭიქები შეიძლება იყოს 25 მლ-დან 2 ლ-მდე.

ჭიქები ფორმის მიხედვით შეიძლება დაიყოს ცილინდრულ და კონუსურ ჭიქებად. როგორც წესი, ცილინდრული ჭიქები თხელკედლიანია და შესაბამისად დამზადებულია თერმო და ქიმიურად მდგრადი მინისაგან. კონუსური ჭიქები ქიმიურად მდგრადი მინისაგან არის დამზადებული და

თერმულ გაცხელებას არ ექვემდებარება.



სურათი 2.7.
პოლიმერის ჭიქა

სურათი 2.6. 250 მლ ტევადობის ქიმიური თერმომდეგი ჭიქა

ქიმიური ჭიქები შეიძლება დამზადებული იყოს ასევე პოლიმერებისაგან (მათ შორის ტეფლონისაგან) და ფაიფურისაგან. ფაიფურის ჭიქები არის თხელ და სქელ კედლიანი.

ქიმიური ჭიქები გამოიყენება ხსნარებისა და სუსპენზიების მოსამზადებლად, თხევადი ნაერთებისა და ხსნარების შესატობად, ზოგიერთი სახის რეაქციების ჩატარებისათვის.



სურათი 2.8.
ფაიფურის ჭიქა

ძაბრები

ლაბორატორიაში ძაბრი ძირითადად გამოიყენება მყარი და თხევადი ფაზის ერთმანეთთან დასაცელებლად. იგი ასევე შეიძლება გამოყენებული იქნას ვიწრო დიამეტრის ჭურჭელში სითხის ჩასასხმელად (მაგალითად სვეტის შევსება).

ძაბრები დამზადებულია მინის, პოლიმერის და ფაიფურისაგან. დანიშნულების მიხედვით, ძაბრებს აქვს განსხვავებული კონსტრუქცია.

ყველაზე მარტივ ძაბრს წარმოადგენს მინის ან პოლიმერის კონუსური ჭურჭელი, რომელიც ქვევიდან ვიწრო მილთან არის შეერთებული. ასეთი ძაბრის საშუალებით გაფილტვრა წარმოებს სპეციალური მფილტრავი საშუალებების (ფილტრის ქაღალდი, ქსოვილი) გამოყენებით (სურათი 2.9).



სურათი 2.9.
მინის ძაბრი

ფაიფურის მასალისაგან დამზადებულ ძაბრებს ბიუხნერის ძაბრებს უწოდებენ. მათ შედარებით რთული კონსტრუქცია აქვთ. აღნიშნულ ძაბრებშიც მფილტრავ ელემენტს ფილტრის ქაღალდი ან სხვა რაიმე ფოროვანი მასალა წარმოადგენს. კონსტრუქციული სხვაობიდან გამომდინარე, მათში ფილტრის ქაღალდი თავსდება ჰორიზონტალურად და შესაძლებელია მაღალი წნევის ქვეშ გაფილტვრა (სურათი 2.10).

შედარებით უფრო სრულყოფილი და შესაბამისად რთული კონსტრუქცია აქვს ნუტჩის მინის ძაბრს. ასეთი ტიპის ძაბრების გამოყენებისას საჭირო არ არის დამატებითი მფილტრავი ელემენტის (მაგ. ფილტრის ქაღალდის) გამოყენება, რადგან იგი თავად მოიცავს ფოროვან მინას, რომელიც ასრულებს ფილტრის ფუნქციას (სურათი 2.11).



სურათი 2.10.
ბიუხნერის ძაბრი

ექსიკატორი

ექსიკატორი წარმოადგენს დიდი ზომის მინის ან მკვრივი პოლიმერის ჭურჭელს, რომლის დანიშნულებაცაა ნაერთების შენახვა ატმოსფერულ



სურათი 2.11.
ნუტჩის მინის ძაბრი



სურათი 2.12.
ვაკუუმ-ექსიკატორი

ან ვაკუუმის პირობებში გამშრობების (ჰიგროსკოპიული ნაერთების) თანაობისას.

შესაბამისად არსებობს ორი ტიპის ექსიკატორი - ჩვეულებრივი და ვაკუუმ-ექსიკატორი. მათ შორის არსებითი სხვაობა მხოლოდ თავსახურავის კონსტრუქციაშია. ვაკუუმ-ექსიკატორს ჩვეულებრივისაგან განსხვავებით დამონტაჟებული აქვს აირგამყვანი მილი ონკანით, საიდანაც წარმოებს ჰაერს ამოტუმბვა.



სურათი 2.13. ექსიკატორები: ვაკუუმ-ექსიკატორი (მარცხნივ) და ჩვეულებრივი ექსიკატორი (მარჯვნივ)

მენზურა

მენზურა წარმოადგენს მინის ცილინდრულ ჭურჭელს მოცულობის შკალით. მენზურები ძირითადად მინისაგან მზადდება, თუმცა შეიძლება სპეციფიურ პირობებში გამოვიყენოთ პოლიმერული მენზურებიც (მაგალითად, HF-თან მუშაობისას). მენზურები მზადდება ქიმიურად მდგრადი მინისაგან, ამიტომ მათი გაცხელება და ძალიან ცხელი სითხის ჩასხმა არ შეიძლება.

მენზურები ტევადობის მიხედვით შეიძლება იყოს 10 მლ-დან 2 ლ-მდე. როგორც წესი, ლაბორატორიაში ხშირად გამოიყენება 10, 25, 50, 100, 250, 500 მლ-იანი მენზურები.

მენზურას შეიძლება ჰქონდეს საკუთარი მინისავე დასადგამი ან დამატებითი პლასტმასისაგან დამზადებული სადგარი.

მენზურაზე შკალა დატანილია მინის მიხედვით ან თერმული საღებავით, რომელიც შეესაბამება სტანდარტულ ან ნორმალურ პირობებს.

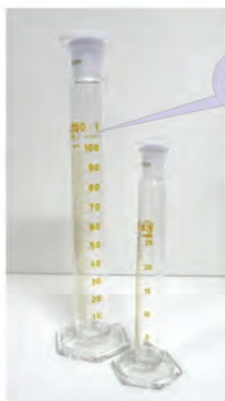
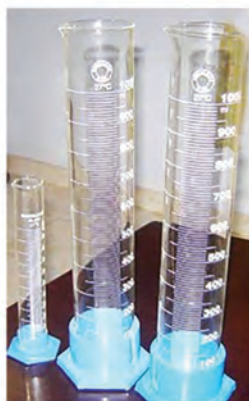
მენზურებს იყენებენ სითხეების მოცულობის დასადგენად, ხსნარების მომზადებისას, ქიმიურ ექსპერიმენტში რეაგენტის ან გამხსნელის დამატებისას, არეომეტრით სითხის სიმკვრივის განსაზღვრისას და ა.შ.

თუ ადვილად აქროლად და არასასიამოვნო სუნის მქონე ნაერთების მოცულობას ვგზომათ, მაშინ რეკომენდირებულია საცობიანი მენზურების გამოყენება.

აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ანალიტიკური მიზნებისათვის სითხის მოცულობის გაზომვისათვის მენზურის გამოყენება არ შეიძლება.

გვახსოვდეს!

მენზურების გაცხელება ან ძალიან ცხელი სითხის ჩასხმა არ შეიძლება



სურათი 2.14.
მენზურები პლასტმასის სადგართ (მარცხნივ)
და მინის სადგართ (მარჯვნივ). შკალის
თავზე მითითებულია ტემპერატურა,
რომელსაც შეესაბამება შკალა

ბიურეტი

ბიურეტი წარმოადგენს გრძელ გრადუირებულ მინის მილს ონკანით. იგი მიეკუთვნება მოცულობის გამზომ მოწყობილობას, რომელთა საშუალებით შესაძლებელია სითხის მოცულობის განსაზღვრა დიდი სიზუსტით.

ბიურეტები გამოიყენება ტიტრაციის პროცესის ჩასატარებლად.

ბიურეტები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან ტევადობის, დიამეტრის, სიგრძის, ჩამკეტი სისტემის მიხედვით.

ტევადობის მიხედვით შეიძლება შეგვხვდეს 1 მლ-დან 100 მლ-მდე ბიურეტები.



გვახსოვდეს!

თუ დიდი სიზუსტით გვინდა სითხის მოცულობის განსაზღვრა, მაშინ მენზურის ნაცვლად გამოიყენება პიპეტი ან ბიურეტი.

სურათი 2.15. ბიურეტი

პიპეტი

პიპეტი წარმოადგენს მინის ან პოლიმერის პატარა მილს წამახვილებული ბოლოთი.

პიპეტები შეიძლება იყოს გრადუირებული ან მის გარეშე. უკანასკნელ შემთხვევაში პიპეტი გამოიყენება ხსნარის ან თხევადი ნივთიერების



სურათი 2.17.
პიპეტები



სურათი 2.18.
პიპეტებში ნივთიერების
ამოსატუმბი
მოწყობილობა



სურათი 2.19
პეტრის ჯამი
თავსახურით

წვეთობით დამატებისათვის.

გრადუირებული პიპეტები გამოიყენება მიკრო ან მილი რაოდენობით ნივთიერების დამატებისათვის.

პიპეტში ნივთიერების ამოღება ხდება პირით შეწოვით ან სპეციალური რეზინის ან ავტომატიზებული მოწყობილობის საშუალებით.

პირით ამოსაწოვ პიპეტებში მილის ბოლოს მოთავსებულია ბამბის ან დოლბანდის ტამპონი ან პიპეტის მილაკი შევიწროვებულია, რათა თავიდან ავიცილოთ სითხის პირის ღრუში მოხვედრა.



სურათი 2.16. პიპეტი. ნივთიერების წვეთობით დამატებისას გამოიყენება პიპეტი

პეტრის ჯამები

პეტრის ჯამი წარმოადგენს წრიულ ან მართკუთხა ფორმის მინის ან პოლიმერის მცირედ ჩაღრმავებულ ჭურჭელს თავსახურით ან მის გარეშე. პეტრის ჯამის თავსახური ძირის ანალოგიურია, მხოლოდ მისი დიამეტრი მცირედ აღემატება ძირს. ამიტომ, საჭიროების შემთხვევაში თავსახური პეტრის ჯამადაც გამოიყენება.

პეტრის ჯამებს იყენებენ სინჯის დასატანად, მცირე რაოდენობის ნივთიერების გასაშრობად საშრობ კარადაში ან ექსიკატორში მოსათავსებლად.

პეტრის ჯამები დამზადებულია ქიმიურად მდგრადი მინისაგან და ამიტომ მათი მოთავსება ქურაზე ან ცეცხლის ალზე არ შეიძლება.



სურათი 2.20. მრგვალი და მართკუთხა ფორმის პეტრის ჯამები

ტიგელი

ტიგელები წარმოადგენენ ვიწრო, მაღალ წაკვეთილ ძირიან ჭურჭელს. იგი, როგორც წესი, დამზადებულია ფაიფურისაგან, თუმცა სპეციალური მიზნებისათვის იყენებენ უჟანგავი მეტალის, პლატინის და გრაფიტის ტიგელებს. ზოგჯერ ტიგელებს აქვთ თავსახურიც, რომელიც იგივე მასალისა-

გან არის დამზადებული.

ტიგელებს იყენებენ ნივთიერებების მაღალ ტემპერატურაზე გასაშრობად, გამოსადნობად, ატმოსფერულ წნევაზე მიმდინარე შეცხოვის რეაქციების ჩასატარებლად და ა.შ.



სურათი 2.22.
ფაიფურის ტიგელები



სურათი 2.23.
მოლიბდენის ტიგელი



სურათი 2.21.
ფაიფურის
გამოსადნობი ტიგელი

ფაიფურის ჯამი

ფაიფურის ჯამი წარმოადგენს გაშლილი პირის მქონე ჭურჭელს ოვალური ძირით. მას ხშირად ასაორთქლებელ ჯამსაც უწოდებენ.

ფაიფურის ჯამები არის სხვადასხვა ზომის. მათ ძირითადად იყენებენ ხსნარების აორთქლებისათვის. იგი დამზადებულია ცეცხლგამძლე მასალისაგან, თუმცა პირდაპირ ჭურჭელზე მათი მოთავსება არ არის რეკომენდირებული ძირის ფორმის გამო. ამიტომ მათ წყლის ან სხვა ტიპის აბაზანებთან ერთად იყენებენ.



სურათი 2.24.
ასაორთქლებელი
ფაიფურის ჯამები.

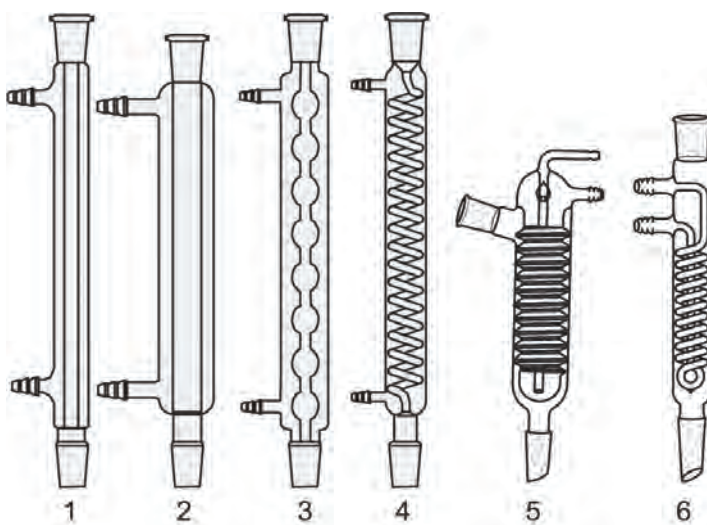
მაცივრები

მაცივრები წარმოადგენენ ლაბორატორიულ მილი მილში ტიპის თბომცველებს, რომელთა დანიშნულებაა სითბოს ართმევა.

მაცივრები შეიძლება დაიყოს გამაცივებელი აგენტის (წყალი, ჰაერი), დანიშნულების (პირდაპირი, უკუ), კონსტრუქციის (ბურთულოვანი, სპირალური, ორმაგი გაცივების და ა.შ.) მიხედვით.



სურათი 2.25.
ლიბიხის (პირდაპირი)
მაცივარი



ნახაზი 2.1. მაცივრები:
1-ლიბიხის (პირდაპირი),
2 ვესტის (პირდაპირი და უკუ),
3 ალინის (ბურთულოვანი)
უკუმაცივარი,
4 ნრაჰმსის უკუმაცივარი, 5,6
დიმროტის (შეგაგაცივების
უკუმაცივარი)

მაცივრის შიგა მილში მიენოდება ორთქლი. გარე მილს წყლის პერანგი ენოდება. წყლის პერანგში მუდმივად უნდა ცირკულირებდეს გამდინარე წყალი, რომელიც ნებისმიერ შემთხვევაში მიენოდება ქვევიდან და გამოედინება ზემოდან.

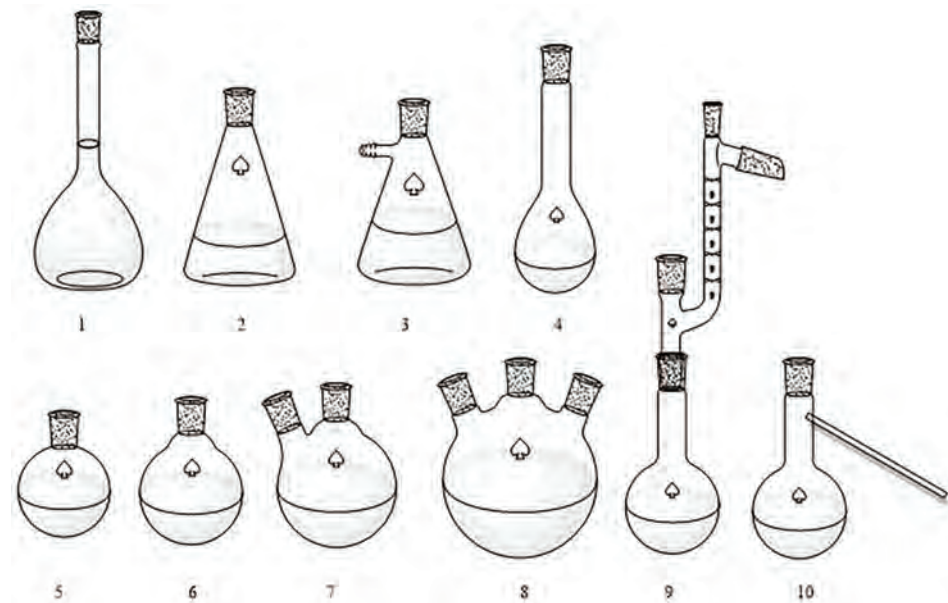
კონდენსატის მოძრაობის მიხედვით მაცივრები არის ორი სახის: დაღმავალი (პირდაპირი) და უკუმაცივარი.

დაღმავალ მაცივარში ნივთიერების ორთქლის მოწოდება ხდება ზემოდან, რომელიც კონდენსირდება და მაცივრის მეორე ბოლოდან ჩაედინება მიმღებში.

უკუმაცივარში კი ორთქლი მიენოდება ქვემოდან, რომელიც დაკონდენსირების შემდეგ მაცივრის იმავე ბოლოდან უკანვე უბრუნდება კოლბას.

კოლბები

ქიმიურ ლაბორატორიაში უამრავი ფორმის, ზომის და შესაბამისად, დანიშნულების კოლბა გამოიყენება. მიუხედავად ამისა, შედარებით უფრო ხშირად იყენებენ მხოლოდ რამდენიმე სახის კოლბას.



ნახაზი 2.2. კოლბები:

- 1- მზომი,
- 2- კონუსური (ერლენ-მეიერის),
- 3- ბუნზენის,
- 4- კენდალის,
- 5- მრგვალიძირა,
- 6- მსხლისებრი,
- 7- ორყელა მრგვალიძირა,
- 8- სამყელა მრგვალიძირა,
- 9- კლაიზენის,
- 10- ვიურცის

მზომი კოლბები. მზომი კოლბები წარმოადგენენ ბრტყელიძირა, ვიწრო მაღალი ყელის მქონე კოლბებს მინის ან პოლიმერული საცობით. ტევადობის მიხედვით მზომი კოლბები შეიძლება შეგვხვდეს 25 მლ-დან 2 ლ-მდე.



სურათი 2.26.
მზომი კოლბები

ყველა მზომ კოლბაზე დატანილია ჭდე, რომელიც შეესაბამება მოცულობას.

მიუხედავად იმისა, რომ მზომი კოლბები შეიძლება პირექსის თერმომედევი მინისგანაც იყოს დამზადებული, მათი გაცხელება მაინც არ შეიძლება. მზომი კოლბები ანალიტიკური დანიშნულების ერთ-ერთ ზუსტ გამზომ საშუალებას წარმოადგენს და გაცხელებამ შეიძლება მინის სტრუქტურის და შესაბამისად, მოცულობის ცვლილება გამოიწვიოს.

მზომი კოლბების დანიშნულებაა გამსხნელის ან ხსნარის ზუსტი რაოდენობით (მოცულობით) ათვლა. ასევე შესაძლებელია მათი გამოყენება ხსნარების დამზადებისას.



გვახსოვდეს!

მზომი კოლბის
გაცხელება არ
შეიძლება.

სურათი 2.27.
მზომი კოლბები. მზომი კოლბის
ყველაზე დატანილია მოცულობის
აღმნიშვნელი ჭდე

კონუსური (ერლენ-მეიერის) კოლბები. კონუსური კოლბები წარმოადგენენ პირექსის მინის კონუსური ფორმის ბრტყელძირა კოლბებს. ტევადობის მიხედვით კონუსური კოლბები შეიძლება შეგვხვდეს 25 მლ-დან რამდენიმე ლიტრამდე. გარდა ამისა, ერლენ-მეიერის კოლბებზე შეიძლება დატანილი იყოს მოცულობის შკალა. კონუსური კოლბები იწარმოება სახურავით და სახურავის გარეშე.

მათ იყენებენ სხვადასხვა მიზნებით: გატიტვრისას, გამოხდისას მიმღებ კოლბად, ხსნარების დამზადებისას, ზოგიერთი დაბალტემპერატურული რეაქციის ჩასატარებლად და ა.შ.

მიუხედავად იმისა, რომ კონუსურ კოლბებზე ზოგჯერ დატანილია მოცულობის შკალა, მათი გაცხელება დასაშვებია, რადგან ასეთი კოლბების მოცულობის ათვლის სიზუსტის კოეფიციენტი ძალიან დაბალია.

ბრტყელძირა კოლბა. ბრტყელძირა კოლბები წარმოადგენენ მრგვალ წაკვეთილი ძირის მქონე კოლბებს, რომელთა მაგიდაზე დადგმა არის შესაძლებელი. ბრტყელძირა კოლბები დამზადებულია თერმომედეგი მინისაგან, ამიტომ მათ იყენებენ ხსნარების გასაცხელებლად და მოსამზადებლად. როგორც წესი, რეაქციებს არ ატარებენ ბრტყელძირა კოლბებში.

მრგვალძირა კოლბა. მრგვალძირა კოლბები ერთ-ერთი ყველაზე ხშირად გამოყენებადი კოლბებია ქიმიურ ლაბორატორიაში.

მათ იყენებენ ქიმიური რეაქციების ჩასატარებლად, გამოხდის პროცესების განსახორციელებლად და ა.შ.

მრგვალძირა კოლბები არსებობს სხვადასხვა ზომის. ყველაზე მცირე ზომის შეიძლება იყოს 2-3 მლ-იანი ნივთიერებების მიკრორაოდენობის გამოსახდელად.

ყველა მრგვალძირა თხელკედლიანი კოლბა თერმომედეგია და შესაძლებელია მათი გაცხელება როგორც ელექტროქურაზე, ისე ცეცხლის ალზე.

მრგვალძირა კოლბები შეიძლება იყოს ერთ- და მრავალ (ორ, სამ და ოთხ) ყელიანი.

ვიურცის კოლბა. ვიურცის კოლბა წარმოადგენს მრგვალძირა კოლბას,



სურათი 2.29.
ბრტყელძირა კოლბა



სურათი 2.30.
ვიურცის კოლბა

რომელსაც აქვს გვერდითი გამომყვანი მილი.

ვიურცის კოლბები დამზადებულია პირექსის ან ბოროსილის მინებისაგან და ყველა თერმომდეგია. მათ ძირითადად იყენებენ გამოხდის ჩასატარებლად. ასევე შესაძლებელია ვიურცის კოლბა გამოვიყენოთ აირების მისაღებად.

ბუნზენის კოლბა. ბუნზენის კოლბა წარმოადგენს გვერდითი მილის მქონე კონუსურ კოლბას. იგი დამზადებულია სქელკედლიანი მინისაგან, ამიტომ ბუნზენის კოლბის გაცხელება არ შეიძლება.

ბუნზენის კოლბას იყენებენ ვაკუუმის პირობებში გაფილტვრისას (სურათი 2.32).



სურათი 2.32
ბუნზენის კოლბა



სურათი 2.31. მრგვალძირა კოლბები

გამყოფი და საწვეთი ძაბრი

გამყოფი და საწვეთი ძაბრი წარმოადგენს ცილინდრულ ან “მსხლის” ფორმის ჭურჭელს, რომელსაც ქვემოთ დამონტაჟებული აქვს ონკანი.

გამყოფი და საწვეთი ძაბრი ერთმანეთისაგან განსხვავდება პირობითად ზომების მიხედვით. როგორც წესი, გამყოფი ძაბრი უფრო დიდი ზომისაა, თუმცა ექსპერიმენტის მასშტაბიდან გამომდინარე ზომა ფარდობითია.



სურათი 2.34.
ცილინდრული
გამყოფი ძაბრი.



სურათი 2.34. ცილინდრული გამყოფი ძაბრი.

დეფლეგმატორი

დეფლეგმატორი წარმოადგენს მინის მილს, რომლის ხერხელში მოთავსებულია ჩანაწყოები (ნახაზი 2.3).

დეფლეგმატორის დანიშნულებაა მასში გამავალმა ორთქლმა გამოსვლამდე რაც შეიძლება დიდი გზა გაიაროს და გადალახოს წინააღობები. ამიტომ დეფლეგმატორები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან დიამეტრის, სიგრძისა და ჩანაწყოების ფორმის მიხედვით.

დეფლეგმატორებს იყენებენ გამოხდის პროცესის მაღალეფექტურად

ჩატარებისათვის.

ფორშტოსები (ადაპტორები)

ფორშტოსები წარმოადგენენ მინის დეტალებს ორი ან მეტი გამოყვანილი ვერტიკალური ან გარკვეული კუთხით მოხრილი ყელით. მათ იყენებენ კოლბებისა და სხვა დეტალების (მაგ. მაცივრების, საწვითი ძაბრების, სარეველების და ა.შ.) შეერთებისას შუალედურ რგოლებად.

ფორშტოსები არსებობს უამრავი ფორმის სხვადასხვა სპეციალური დანიშნულების გამო. ზოგიერთი ფართოდ გავრცელებული ადაპტორი მოცემულია სურათი 2.35-ზე.



სურათი 2.35. ფორშტოსები (ადაპტორები):
ა - კლავიზის, ბ - სამყელა; გ - ორყელა

ალონჟე

ალონჟე წარმოადგენს მინის მოხრილ მილს, რომელიც გამოიყენება გამოხდის პროცესში დისტილატის წვეთის მიმართულების მისაყვამად. გარდა ამისა, ალონჟეებს იყენებენ ვაკუუმ გამოხდის დროსაც. ვაკუუმ გამოხდელი სისტემის ალონჟე დამატებით აღჭურვილია ასევე ჰაერის გამოდევნის გამოყვანილი მილით (სურათი 2.36-ბ).

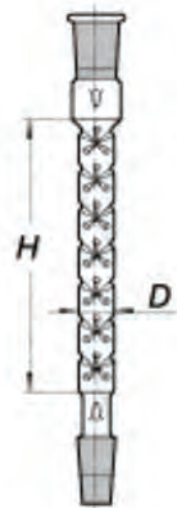


სურათი 2.36. ა - მარტივი გამოხდის ალონჟე, ბ - ვაკუუმგამოხდის ალონჟე

როდინი

როდინი წარმოადგენს სქელკედლიან ჯამისმაგვარ ჭურჭელს, რომელიც დამზადებულია ფაიფურისაგან. არსებობს სპეციალური დანიშნულების როდინებიც, რომელიც მზადდება აგატისაგან, მეტალისაგან და ა.შ.

როდინი შედგება ორი ნაწილისაგან: ფაიფურის ჯამისაგან და სანაყისაგან. სანაყი წარმოადგენს მასიურ ღეროს მომრგვალებული თავით. ამასთანავე, ჯამის ჩაღრმავების რადიუსი და სანაყის ამოზნექის რადიუსი ერთნაირი უნდა იყოს. ამიტომ ყოველ როდინს საკუთარი სანაყი ახლავს. სხვადასხვა ზომის როდინების დეტალებისაგან დაკომპლექტებული როდინი ნაკლებ ეფექტურობით ხასიათდება.



ნახაზი 2.3.
ნაძვისხისმაგვარი
დეგლემატორი

როდინი გამოიყენება მშრალი კრისტალური ნივთიერების დასაქუცმაცებლად ან დასაფუჭავად. მას ასევე იყენებენ ორი მყარი ნივთიერების ან მყარი და თხევადი ნაერთების (მაგ. ზეთი) ერთმანეთში შესაზღვლად.



სურათი 2.38.
ვერცხლისწყლისა
და სპირტის
თერმომეტრები



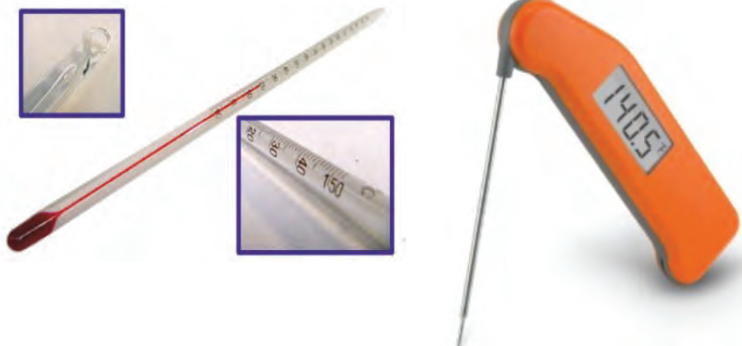
სურათი 2.37. ფაიფურის როდინი

თერმომეტრები და თერმონწყვილები

თერმომეტრები ძალიან ხშირად გამოიყენება ქიმიურ ლაბორატორიებში. თერმომეტრები შეიძლება დავყოთ სპირტისა და ვერცხლისწყლის თერმომეტრებად, ასევე მოქმედების დიაპაზონის მიხედვით (დაბალი და მაღალი ტემპერატურების თერმომეტრები).



სურათი 2.41.
ლაბორატორიული
შტატივი:
1 - სადგარი
2 - შტატივის ღერო
3 - მცირე ზომის
რგოლი
4 - საშუალო ზომის
რგოლი
5 - დიდი ზომის
რგოლი
6 - მცირე ზომის
თათი
7 - საშუალო ზომის
თათი
8 - დიდი ზომის თათი
9 - თათის დამჭერი



სურათი 2.39. სპირტის
თერმომეტრი

სურათი 2.40
ელექტრო თერმომეტრი
(თერმონწყვილი)

მაღალი ტემპერატურების (400 °C-ზე ზევით) გასაზომად თერმონწყვილები გამოიყენება. გარდა ამისა, დაბალი ტემპერატურების გასაზომადაც ხშირ შემთხვევაში ძალიან მოსახერხებელია თერმონწყვილების გამოყენება.

ლაბორატორიული დანადგარები

ქიმიურ ლაბორატორიებში გარდა ქიმიური ჭურჭლისა აქტიურად გამოიყენება სხვადასხვა მექანიკური თუ ელექტრო დანადგარები.

შტატივი

შტატივი წარმოადგენს მეტალის სადგარს. მას იყენებენ სხვადასხვა დანიშნულების ქიმიური დანადგარების მონტაჟისას. შტატივზე ქიმიური ჭურჭელი მაგრდება სხვადასხვა ფორმის თათებისა და რგოლების საშუალებით.

მაგნიტური შემრევი

მაგნიტური შემრევი წარმოადგენს მონყობილობას, რომლის დანიშნულებაცაა

თხევადი ნარევის მორევა. იგი შედგება სტაციონარული აპარატისაგან და მაგნიტური შემრევისაგან. ეს უკანასკნელი წარმოადგენს პატარა მაგნიტურ ღეროს, რომელიც დაფარულია მინის ან პოლიმერის დანაფარით.

თანამედროვე მაგნიტური შემრევები ასევე აღჭურვილია გაცხელების და/ან გაცივების ფუნქციებითაც.

მექანიკური შემრევი

მექანიკური შემრევი წარმოადგენს ელექტრო ძრავას, რომელიც დამაგრებულია სპეციალურ შტატივზე (ან მაგრდება სტანდარტულ შტატივებზე) და მიერთებულია მართვის ბლოკთან. მართვის ბლოკის დანიშნულებაა შემრევის ბრუნთა რიცხვის ვარირება.

სარეაქციო სისტემაში მორევის განხორციელებისათვის ძრავა უერთდება შემრევს, რომელიც დამზადებულია მინისაგან ან უჟანგავი ფოლადისაგან.



სურათი 2.45. მექანიკური შემრევი

შემრევები შეიძლება იყოს ლუმისმაგვარი, პროპელერისებური, სეგმენტებიანი და ა.შ. სარეველას ფორმას არჩევენ მოსარევი სითხის სიბლანტისა და რაოდენობის მიხედვით.

სანჯღრევი აპარატი

სანჯღრევი აპარატი წარმოადგენს ელექტრო ძრავასთან ბარბაცა მექანიზმით დაკავშირებულ ბრტყელ პლატფორმას, რომელიც ჰორიზონტალურ რხევით მოძრაობას ასრულებს.

სანჯღრევი აპარატების მართვის პანელის საშუალებით შესაძლებელია რხევის სიხშირის ცვლილება. არსებობს სანჯღრევი აპარატები, რომლებიც შერწყმულია წყლის აბაზანებთან, რაც საშუალებას იძლევა სარეაქციო ნარევის შერევა ვანარმოთ გარკვეულ მუდმივ ტემპერატურაზე.



სურათი 2.46. სანჯღრევი აპარატები: თერმოსტატირების გარეშე (მარცხნივ), თერმოსტატირებით (მარჯვნივ)
კოლბის გამახურებლები

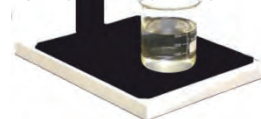
კოლბის გამახურებლები წარმოადგენენ ელექტროქურის მოდიფიკაციას,



სურათი 2.42.
მაგნიტური სარეველა



სურათი 2.43.
მაგნიტური შემრევი



სურათი 2.44.
მექანიკური
სარეველა
შტატივით

გვანახოვდი

მაგნიტური შემრევის დანადგარის გედაპირი შენახვისას აუცილებლად უნდა იყოს მაგნიტური ველის მუდმივი მოქმედების ქვეშ. ამიტომ იგი უნდა შევინახოთ მაგნიტური მეტალის ან მაგნიტის თანაობისას.



სურათი 2.47.
კოლბის
გამახურებელი

რომელშიც შესაძლებელია მრგვალძირა კოლბის ჩადგმა. კოლბის გამახურებლის მართვის პანელი საშუალებას იძლევა ვმართოთ მისი სიმძლავრე (ტემპერატურა). გარდა ამისა, მას დახურული სისტემის ელექტრო გამახურებელი ელემენტი უყენია და ადვილად აქროლად ნაერთებთან გამოყენებისას უსაფრთხოა.

სასწორები

სასწორი ქიმიური ლაბორატორიის ერთ-ერთი ყველაზე მთავარი ატრიბუტია.

სასწორები იყოფა მოქმედების პრინციპისა და სიზუსტის კლასების მიხედვით. სასწორები შეიძლება იყოს ორ პინიანი ან ერთ პინიანი.

ორპინიან სასწორებზე აწონვისათვის გამოიყენება საწონები, ხოლო ერთპინიანი სასწორები ძირითადად ელექტრო სასწორებია და საწონების გამოყენებას არ საჭიროებს.



სურათი 2.48.
ანალიზური
სასწორის საწონები



სურათი 2.49. სასწორები: მექანიკური (მარცხნივ), ელექტრო (მარჯვნივ)



სურათი 2.50.
კიპის აპარატი

კიპის აპარატი

კიპის აპარატი წარმოადგენს გაზების გენერატორს. მისი საშუალებით შესაძლებელია ორი რეაგენტის ურთიერთქმედებით მიღებული იქნას გაზი. მისი კონსტრუქცია საშუალებას იძლევა იმართოს გაზის გენერირება.

როტაციული ამოერთქლებელი

როტაციული ამოერთქლებელი წარმოადგენს რთულ კომპლექსურ მოწყობილობას, რომლის დანიშნულებაცაა ნარევიდან გამხსნელის სწრაფად და ეფექტურად (გადახურებისა და დანაკარგების გარეშე) აორთქლება.

როტაციული ამოერთქლებლის ძირითადი კვანძებია: სადგარი, ძრავა, მართვის ბლოკი, მინის ჭურჭლისაგან შემდგარი გამოსახდელი სისტემა (გამოსახდელი კოლბა, მაცივარი, მიმღები კოლბა), რედუქტორი და ვაკუუმტუმბო.



სურათი 2.51.
როტაციული
ამოერთქლებლები

3

ლაბორატორიული ექსპერიმენტის ტექნიკა



ჭურჭლის გასუფთავება

ექსპერიმენტში გამოყენებული ქიმიური ჭურჭელი აუცილებლად უნდა იყოს სათანადო სისუფთავის. ამიტომ, იგი ყოველთვის უნდა გაირეცხოს ექსპერიმენტის დამთავრებისთანავე და გამრეს სათანადო პირობებში (საშრობ კარადაში ან ჰაერზე). ექსპერიმენტის დამთავრებისთანავე ჭურჭლის გარეცხვა განპირობებულია რამდენიმე ფაქტორით:

- ახლადგამოყენებული ჭურჭელი შედარებით მარტივად ირეცხება;
- წინასწარ გარეცხილი ჭურჭელი შემდეგი ექსპერიმენტის დაწყებამდის შრება. ხშირად, არაწყლიან სისტემებში მიმდინარე რეაქციებში, სველი ჭურჭლის გამოყენება არ შეიძლება

გვახსოვდეს!

ჭურჭელი ირეცხება ექსპერიმენტის დამთავრებისთანავე და არა ექსპერიმენტის წინ!

ჭურჭლის გასუფთავების მრავალი საშუალება არსებობს. შერჩეული მეთოდი და საშუალებები დამოკიდებულია, თუ რაში იხსნება როგორც რეაქციის დროს გამოყენებული ნაერთები, ისე რეაქციის შედეგად წარმოქმნილი ძირითადი თუ თანაური პროდუქტები. ამასთანავე, რეცხვის მეთოდი არ უნდა ეფუძნებოდეს ძვირადღირებული გამხსნელების გამოყენებას.

როგორც წესი, ჭურჭელს პირველ რიგში რეცხავენ ჯაგრისის მეშვეობით ცხელ და ცივ წყალში დეტერგენტების გამოყენებით. დაუშვებელია, ისეთი სახეხი საშუალებების გამოყენება, რამაც შეიძლება მინის ზედაპირი გახაზოს. ასეთი ჭურჭელი ადვილად გატყდება პირველივე თერმულ თუ მექანიკურ ზემოქმედებაზე.

ხშირად მისაღებია ჭურჭლის გარეცხვა იაფფასიანი (მაგალითად სპირტით) ან გამოყენებული განმხსნელებით. რეცხვის შემდეგ ნახშირწყალბადოვანი ან სხვა ორგანული გამხსნელები უნდა შეგროვდეს სპეციალურ ჭურჭელში. დაუშვებელია, მათი საკანალიზაციო სისტემაში ჩაშვება.

გამხსნელების შერჩევისას ასევე უნდა იყოს გათვალისწინებული, რომ გამხსნელი არ შევიდეს ენერგიულ რეაქციაში მოსაცილებელ ნაერთთან. მაგალითად, ნატრიუმის გამოყენების შემდეგ კოლბა უნდა გაირეცხოს სპირტით და არა წყლით.

ზოგიერთ შემთხვევებში შესაძლებელია გამოყენებული იქნას აგრეთვე წყლის ორთქლი. მას იყენებენ განსაკუთრებით მაშინ, როდესაც ჭურჭლის ფორმა არ იძლევა ჯაგრისით გასუფთავების საშუალებას.

ეფექტური გამწმენდი საშუალებებია ქრომის ნარევი და KMnO_4 -ის ტუტე ხსნარი.

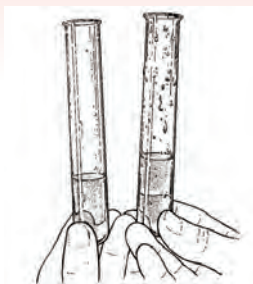
ქრომის ნარევის მოქმედების შედეგად იუანგება ჭურჭლის კედელზე მიკრული ჭუჭყი და გარდაიქმნება ხსნად ნივთიერებად, ხოლო კალიუმის პერმანგანატის ტუტე ხსნარი გამოიყენება ზოგიერთი სპეციფიური სუნის მქონე ნაერთის მოსაცილებლად.

ქრომის ნარევის მომზადება. ფაიფურის ან ცეცხლგამძლე ჭიქაში 10 გ კალიუმის ბიქრომატს და 15-20 მლ წყალს მექანიკური მორევის პირობებში უმატებენ 60 მლ კონც. გოგირდმუავას (**საჭიროა სიფრთხილე, მიმდინარეობს ნარევის გაცხელება**). წარმოიქმნება მუქი ნარინჯისფერი ხსნარი. თუ ბიქრომატი სრულად არ გაიხსნება, ნარევს უმატებენ გოგირდმუავას და აცხელებენ ქერაზე.

სასურველია ჭურჭელს წინასწარ გამოვალოთ წყალი, რათა მექანიკურად მოვაშოროთ ის ნაერთები, რომლებიც სწრაფად იუანგებიან ბიქრომატით და ქრომის ნარევი უვარგისი ხდება ხელმეორედ გამოყენებისათვის.

გვახსოვდეს!

დაუშვებელია, ორგანული გამხსნელების საკანალიზაციო სისტემაში ჩაშვება რეცხვის შემდეგ.



სურათი 3.1.
სუფთა და ჭუჭყიანი
სინჯარა. ჭურჭლის
კედლებზე
დარჩენილი წყლის
წვეთები მიუთითებს,
რომ ჭურჭელი არ
არის სუფთა



სურათი 3.2.
საშრობი კარადა

მოზრდილ კოლებს და ჭიქებს შიგნიდან უნდა გამოვავლოთ ქრომის ნარევი, ხოლო მცირე მოცულობის ჭურჭელს მთლიანად ვათავსებთ მასში. შემდეგ ვიღებთ მაშის საშუალებით და ვავლებთ წყალში. უფრო ეფექტურია ჭურჭლის გარეცხვა შემთბარი ქრომის ნარევით.

ქრომის ნარევი ინახება ხუფიან ფაიფურის ჭურჭელში. როდესაც ქრომის ნაზავის მუქი ნარინჯისფერი გადავა მომწვანო ფერში, ნიშნავს, რომ მან დაკარგა მჟანგავი მოქმედება და საჭიროა ახალი ხსნარის დამზადება.

დაუშვებელია გამოყენებული ქრომის ნარევის ნიჟარაში ჩასხმა. იგი უნდა ჩავასხათ სპეციალურად გამოყოფილ ჭურჭელში.

KMnO_4 -ის ტუტე ხსნარის მომზადება. 10 გ კალიუმის პერმანგანატს უმატებენ 10 გ ნატრიუმის ტუტეს და 150 მლ წყალს. ამ ხსნარში გასასუფთავებელ ჭურჭელს ტოვებენ რამდენიმე დღის განმავლობაში (სპეციფიური სუნის მქონე ნაერთები იჟანგება და კარგავს სუნს).

KMnO_4 -ის მოქმედების შედეგად ჭურჭელი ყავისფერდება, რაც ადვილად შორდება კონცენტრირებული მარილმუავის გამოვლებით.

ჭურჭლის გაშრობა

გარეცხილ ჭურჭელს გამოავლებენ გამოხდილ წყალს და ჰაერზე გასაშრობად ათავსებენ თაროზე, უმჯობესია თუ თარო ნიჟარასთან დამაგრებული იქნება დახრილად. უფრო სწრაფად გაშრობისათვის კი გამოიყენება საშრობი კარადები, სადაც $100-200^\circ\text{C}$ -ზე ჭურჭელი რამდენიმე წუთში შრება.

გასუფთავებული და გამშრალი ჭურჭელი უნდა შევინახოთ ჭურჭლის კარადაში, რათა დავიცვათ ხელმეორედ გაჭუჭყიანებისაგან.

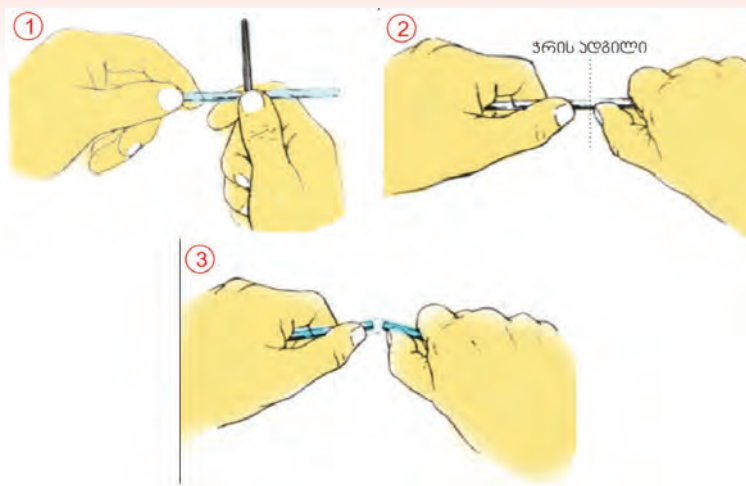
მინის მიღებისა და წკირების დამუშავება

ქიმიურ ლაბორატორიაში ზოგჯერ საჭიროა მინის წკირების ან მინის მილების დამუშავება, კერძოდ, დაბოლოებების მოქლიბვა, შელლობა, საჭირო სიგრძის წკირის, შემრევის ან მილის გახერხვა და ა.შ.

ლაბორატორიაში გამოყენებული ჭურჭელი და მასალები ძირითადად დამზადებულია ორი სახის მინისაგან: სოდა-კირიანი მინისაგან და ბორ-სილიკატური (მაგ. პირექსი, კიმაქსი) მინისაგან. პირველი მათგანი შედარებით ადვილად ლღობადია. პლასტიურობას იძენს $300-400^\circ\text{C}$ -ზე, მაშინ როდესაც ბორისილიკატური მინა $700-800^\circ\text{C}$ -ზე იწყებს დარბილებას. ამიტომ სოდა-კირიანი მინების დამუშავება შესაძლებელია ჩვეულებრივი გაზქურის საშუალებით, ხოლო ბოროსილიკატური მინის დამუშავებისათვის კი უანგბადის ნაკადიანი გამახურებლები უნდა გამოვიყენოთ.

წკირებისა და მინის მილაკების ჭრა

მინის მასალის ჭრისათვის ლაბორატორიაში გამოიყენება სამკუთხა ქლიბი. ქლიბის წახნაგით მინის მილზე უნდა გავაკეთოთ ერთი ნაკანრი. შემდეგ ცერა თითები უნდა დავიკავოთ რაც შეიძლება ძალიან ახლოს გასატეხ ადგილთან ნაქლიბის საპირისპირო მხარეს და სწრაფი მოძრაობით “გადავლუნოთ”.



ნახაზი 3.1.
მინის დეტალის
კუთხეების
მოქლიბვა ზუმფარის
საშუალებით

ნახაზი 3.2. მინის ჭრა: 1 –სამკუთხა ქლიბით დამუშავება; 2 - თითების ახლოს განთავსება; 3- სწრაფი მოძრაობით გადატეხვა

მინის წკირის გადატეხვის შემდეგ აუცილებელია მისი დაბოლოების მოქლიბვა. მოქლიბვისათვის გამოიყენება ზუმფარის ქაღალდი (ნახაზი 3.1).

2-3 მმ დიამეტრის მქონე მილებისათვის ან წკირებისათვის დაბოლოების მახვილი შვერილების მოცილება შესაძლებელია შელლობითაც. სპირტ- ან გაზქურის ალში შევიტანოთ მინის კაპილარი და მუდმივად ვატრიალოთ წითელ ვარვარებამდე (სურათი 3.3). პერიოდულად გამოვიტანოთ იგი ცეცხლის ალიდან და დავაკვირდეთ გაცხელების ადგილს. თუ კაპილარმა უნდა შეინარჩუნოს მილის ფორმა, მაშინ საჭიროა თავიდან ავირიდოთ მისი სრული შელლობა (სურათი 3.4)



სურათი 3.3.
მინის მილის
შელლობა ალში

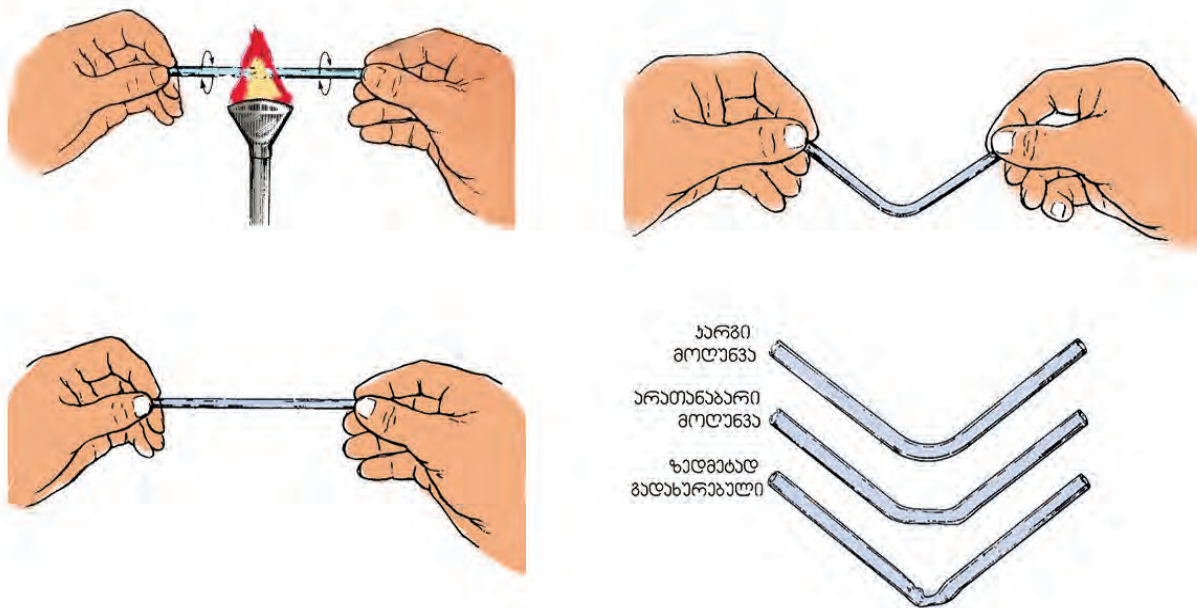


სურათი 3.4.
ა - მინის მილი შელლობამდე
ბ - მინის მილი შელლობის შემდეგ
გ - ზედმეტად გადახურებული მილი

მინის დეტალების მოლუნვა

მინის დეტალების მოლუნვისათვის გამოიყენება გაზქურა. მოლუნვის პროცედურა ნაჩვენებია სურათი 3.5-ზე და მოიცავს შემდეგ ეტაპებს:

1. შევიტანოთ მილი ცეცხლის ალში და მუდმივად ვატრიალოთ 360 გრადუსით სანამ არ დარბილდება კარგად
2. კარგად დარბილების შემდეგ გამოვიტანოთ ცეცხლის ალიდან და მცირე ხნით დავაყოვნოთ
3. ფრთხილად მოვხაროთ თანაბრად და დავაფიქსიროთ გაცივებამდე



სურათი 3.5. მინის მილის მოღუნვა

სასაჰვიდან ნივთიერების აღება

მყარი ნივთიერების ამოღება სასაჰვიდან

ექსპერიმენტისათვის საჭირო მყარი ნივთიერება შემდეგი პროცედურების დაცვით უნდა ამოვიღოთ ბოთლიდან:

1. გადავხაროთ ბოთლი ისეთი კუთხით, რომ მცირე რაოდენობით ფხვნილი სახურავში გადაიყაროს.
2. ფრთხილად მოვხსნათ სახურავი ისე, რომ მცირე რაოდენობით ფხვნილი დარჩეს მასში.
3. შპატელით გადმოვყაროთ ფაიფურის ჯამზე ექსპერიმენტისათვის საჭირო რაოდენობა



მყარი ნივთიერების ამოღება ბოთლიდან ასევე შესაძლებელია ორი შპატელის საშუალებით.

1. დიდი ზომის შპატელით ამოვიღოთ ფხვნილი ბოთლიდან



2. პატარა ზომის შპატელით დიდი შპატელიდან ფაიფურის ჯამში გადავიტანოთ მცირე რაოდენობა



ძლიერ ფხვიერი მასალებისათვის შესაძლებელია გამოვიყენოთ შემდეგი მეთოდი. მცირედ დავხაროთ ბოთლი და წინ და უკან მოძრაობით ჩამოვყაროთ ფხვნილი ჭიქაში.



თხევადი ნაერთების ჩამოსხმა საცავიდან

თხევადი ნაერთების ჩამოსხმისათვის უნდა დავიცვათ შემდეგი პროცედურები:

1. ნივთიერების ჩამოსხმამდე ორჯერ წაიკითხოთ დასახელება.

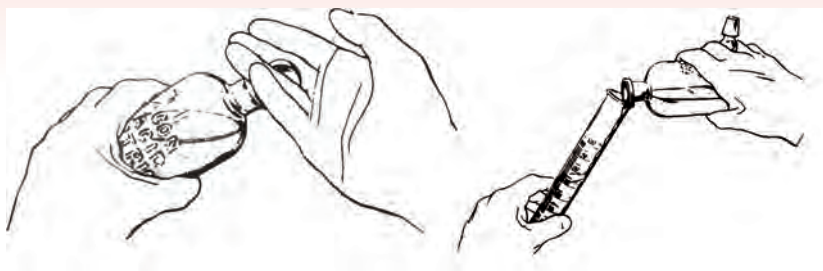
2. დახარეთ ბოთლი ისე, რომ სითხემ შეასველოს საცობი.

3. მოხსენით საცობი და ისევ დაახურეთ მსუბუქად



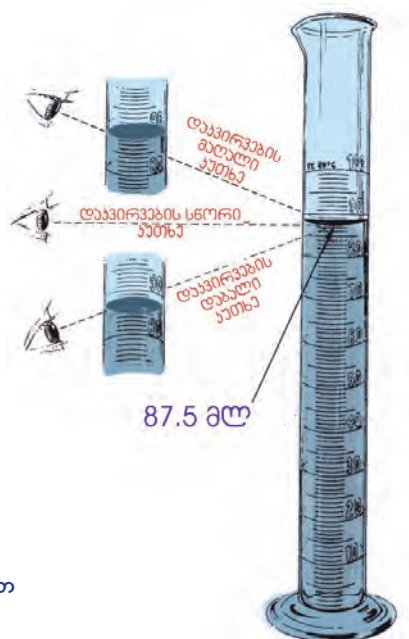
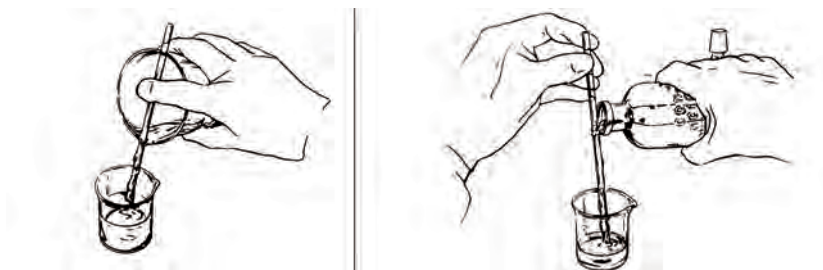
თხევადი ნივთიერების მენზურაში ჩამოსხმისას მენზურა უნდა დავიკავოთ მარცხენა ხელში თვალის გასწვრივ და მარჯვენა ხელით ჩამოვასხათ სითხე. რაოდენობა უნდა ავითვალოთ მენისკის ქვედა ხაზის მიხედვით.

მოხსენით საცობი შუა და არა თითის საშუალებით და ჩამოასხით საჭირო რაოდენობის სითხე მენზურაში.



საცობი არასოდეს
დადოთ მაგიდაზე

ან სითხის ჭიქაში ჩამოსხმისათვის გამოიყენეთ მინის წკირი.



სურათი 3.6.
მენზურაში სითხის
რაოდენობის ათვლა
წარმოებს მენისკის
ქვედა ხაზის მიხედვით

მექანიკური არევა

მექანიკური არევა ქიმიურ ლაბორატორიაში ერთ-ერთი ყველაზე ხშირად გამოყენებადი პროცედურაა.

მექანიკური არევის დანიშნულებაა გახსნის პროცესის დაჩქარება, სუსპენზიების მიღება, ქიმიური რეაქციის დაჩქარება ან წარმართვა და ა.შ.

მექანიკური არევის განსახორციელებლად შესაძლებელია გამოყენებული იქნას წკირი, მაგნიტური ან მექანიკური სარეველა. ასევე შესაძლებელია სანჯღრევი აპარატის გამოყენება.

თუ ნივთიერებების შერევა ხანგრძლივ მორევას საჭიროებს, მაშინ იყენებენ მაგნიტურ ან მექანიკურ სარეველებს.

მაგნიტური შემრევის გამოყენება მეტად მარტივია. ამასთანავე, თანამედროვე მაგნიტური შემრევების ზედაპირი ალჭურვილია გაცხელება ან გაცხელება/გაცივების ფუნქციითაც, რაც საშუალებს იძლევა ნარევი გავაცხელოთ ან გავაცივოთ -5° -მდე.

მაგნიტური შემრევით მორევის შემთხვევაში, აუცილებელია მაგნიტის ღერო (განსაკუთრებით მინით დაფარული) ძალიან ფრთხილად ჩავეშვათ ჭურჭელში. დაუშვებელია მისი პირდაპირ ჩაგდება. ხშირად სითხის სიბლანტე არ არის საკმარისი, ჭურჭლის ფსკერს დიდი სიჩქარით ეჯახება და ტყდება. ასევე შესაძლებელია თვით ჭურჭლის გატეხვა.

ამიტომ, მიზანშეწონილია მაგნიტის ღერო წინასწარ მოთავსდეს კოლბაში, რისთვისაც ჭურჭელს გადახრიან, ჩადებენ მაგნიტს და შემდეგ ფრთხილად გაასწორებენ ჭურჭელს.

ასევე შესაძლებელია მისი მოთავსება დამატებითი მაგნიტის საშუალებით. მაგნიტურ სარეველას ათავსებენ კოლბის შიგნით, ხოლო გარედან დამატებით მაგნიტს. შემდეგ, გარე მაგნიტის საშუალებით ფრთხილად ჩააცურებენ ფსკერისაკენ. ეს მეთოდი სასარგებლოა ასევე სარეაქციო ნარევიდან მაგნიტური სარეველას ამოსაღებად.



სურათი 3.10. მაგნიტური სარეველას ჩადება გარე მაგნიტის საშუალებით. უკუ მოძრაობით შესაძლებელია მისი ამოღება სარეაქციო ნარევიდან

მაგნიტური შემრევის მოთავსების შემდეგ ბრუნი რაც შეიძლება ნელა უნდა გავუშვათ, სასურველი სიჩქარის მიღწევაც ბრუნვის სიჩქარის ნელი მატებით უნდა მოხდეს. ერთბაშად დიდი ბრუნთა რიცხვის დაყენებამ შეიძლება გამოიწვიოს მაგნიტურ სარეველასა და როტორს შორის ჩაჭიდებულობის დაკარგვა. ასეთ შემთხვევაში, უნდა გამოვრთოთ შემრევი ან ბრუნთა რიცხვი ნულამდე დავიყვანოთ, სარეველას გაჩერების შემდეგ კი ნელა გავზარდოთ ბრუნთა რიცხვი.

ზოგჯერ გახსნის პროცესის პარალელურად საჭიროა ტემპერატურის მონიტორინგი. ასეთ შემთხვევაში ნარევი ათავსებენ თერმომეტრს, მაგრამ დაუშვებელია თერმომეტრის ფსკერამდე ჩაშვება (სურათი 3.11).

ყველა ქიმიური პროცესის ჩატარება მრგვალი ან კონუსურ კოლბაში არ ხერხდება. მაღალტემპერატურულ ხანგრძლივ რეაქციებს ატარებენ ერთ ან მრავალყელა მრგვალი კოლბებში. ასეთ სისტემებში მორევის განხორციელებისათვის საჭიროა მექანიკური შემრევის გამოყენება.



სურათი 3.7. მექანიკური მორევა ძლიერ აჩქარებს გახსნის ან შემრევის პროცესს



სურათი 3.8. მაგნიტური სარეველა. მორევა წარმოებს მინით ან პოლიმერთი დაფარული მაგნიტის ღეროთი



სურათი 3.9. მექანიკური სარეველა. მორევა წარმოებს ელექტროძრავასთან მიერთებული მინის ან უჟანგავი ფოლადის სარეველით



მექანიკური სარეველა მაგნიტური შემრევისაგან განსხვავებით შემდეგი უპირატესობით ხასიათდება:

- შესაძლებელია ჰერმეტიკული სისტემების მორევა;
- შესაძლებელია ბლანტი სისტემების მორევა;
- შერევა უფრო სრულყოფილი და ენერგიულია.



სურათი 3.12.
სანჯღრევი
აპარატით ნარევის
არევა

ორგანულ სინთეზში ისეთი სისტემების მორევისათვის, რომლებიდანაც შესაძლებელია მორევაგირე ნივთიერების აქროლვის შესაძლებლობა, გამოიყენება სპეციალური საკეტი (ზარი). აღნიშნული საკეტები ჰერმეტიკობას ინარჩუნებენ ბლანტი მაღალმდულარე სითხეების (ვერცხლის-წყალი, გლიცერინი, ზეთი) საშუალებით.

მორევის სიჩქარე რეგულირდება ავტოტრანსფორმატორების საშუალებით (სურათი 3.9).

ნივთიერებების შერევისათვის გარკვეული მიზნებით ზოგჯერ მოსახერხებელია სანჯღრევი აპარატის გამოყენება (სურათი 3.12).

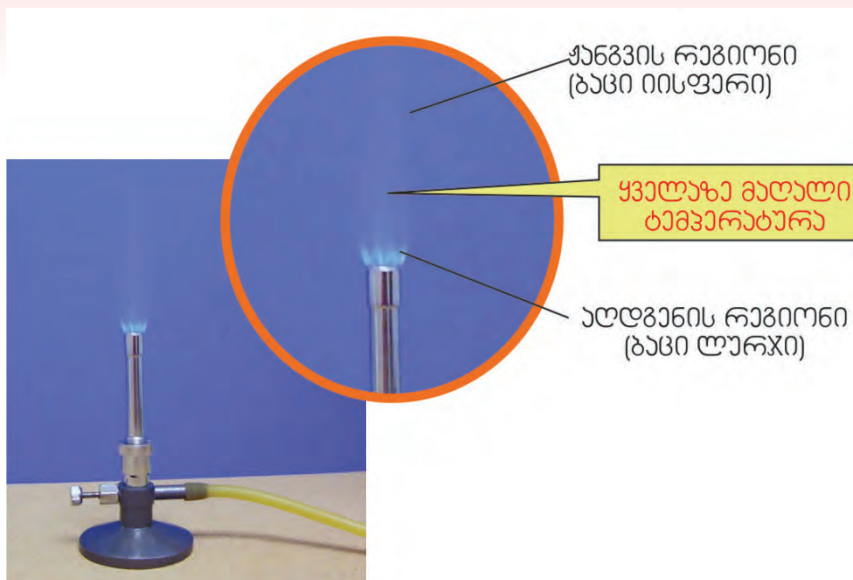
გახურება

ქიმიურ ლაბორატორიაში გახურება ხშირად გამოიყენება. მას იყენებენ ქიმიური რეაქციის წარმართვისათვის სასურველი მიმართულებით, აგრეთვე კრისტალიზაციის, გამოხდის, ზოგიერთი ფიზიკური კონსტანტის დადგენის და სხვა მსგავსი პროცედურების ჩატარებისას.

გამახურებელ მოწყობილობებად გამოიყენება ელექტროლუმელი, გაზქურა, სპირტქურა, გამახურებელი ლენტი და ა.შ.

გაზქურებიდან ცნობილია ლაბორატორიული დანიშნულების ბუნზენისა და ფიშერის გაზქურები. ბუნზენის გაზქურა მოცემულია სურათი 3.13-ზე.

ფიშერის გაზქურა წარმოადგენს შედარებით თანამედროვე, მოდერნიზებულ მოწყობილობას. იგი დიდ ფართზე იძლევა უფრო მაღალ ტემპერატურას, ვინაიდან ჟანგბადის მიწოდება მაღალი წნევით ხდება.



სურათი 3.13. ბუნზენის გაზქურა



სურათი 3.14.
ფიშერის გაზქურა

ლაბორატორიული ჭურჭლის უშუალოდ გამახურებელ ელემენტზე მოთავსება, როგორც წესი, არ შეიძლება.



სურათი 3.15. სპირტქურა



სურათი 3.16. კოლბის
გამახურებელი

სინჯარების გაცხელებისათვის უკეთესია სპირტ- ან გაზქურის გამოყენება. სინჯარის ცეცხლის ალში შეტანამდე გარედან უნდა გავამშრალოთ. ზედაპირზე წყლის წვეთების არსებობისას სინჯარა არათანაბრად ცხელდება, რაც იწვევს მინის არათანაბარ დაძაბულობებს და ადვილი შესაძლებელია მისი გატეხვა.

სინჯარაში ნივთიერების გაცხელებისას აუცილებელია სინჯარა მთლიანად შევათბოთ ცეცხლის ალში, სანამ უშუალოდ მისი შიგთავსის ინტენსიურ გაცხელებაზე გადავალთ.

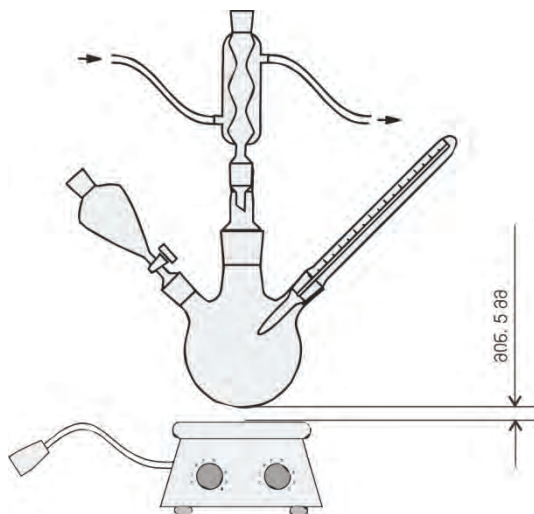
ექპერიმენტი. სინჯარით ნივთიერების გაცხელება

1. მოვათავსოთ სინჯარაში ნივთიერება. ნივთიერების რაოდენობა არ შეიძლება იყოს სინჯარის ტევადობის 1/3- ზე მეტი;
2. თუ სინჯარის კედლებზე გარედან შეინიშნება სისველე, გავამშრალოთ;
3. მოვათავსოთ სინჯარა სპეციალურ დამჭერში;
4. ავანთოთ სპირტქურა;
5. მივუახლოვოთ სინჯარა სპირტქურის ალს მცირე მანძილზე და მუდმივად ვამოძრავოთ ისე, რომ სინჯარის რაც შეიძლება დიდი ფართობი შეთბეს;
6. სინჯარის შეთბობის შემდეგ შედარებით უფრო დიდი ხანი დავაყოვნოთ სპირტქურის ალში სინჯარა. თუ ხელში ვიგრძნობთ ჰიდრაულიკურ დარტყმებს ან ადულების სპეციფიურ ხმას გავიგონებთ, სინჯარა სასწრაფოდ უნდა იქნას გამოტანილი ცეცხლის ალიდან, რათა თავიდან ავიცილოთ ამოშხეფება ან ნივთიერების დანვა/გადახურება;
7. გაცხელების დასრულების შემდეგ სინჯარას ვათავსებთ მეტალის მშრალ სადგარში (შესაძლებელია ფაიფურის ჭიქის გამოყენებაც);
8. ანთებულ სპირტქურას ვაქრობთ თავსახურის დახურებით.

ნივთიერების გახურება ასევე შესაძლებელია ქიმიურ ჭიქებში და კოლბებში.

ჭიქის გამოყენების წინ, აუცილებელია დავრწმუნდეთ, რომ იგი თერმულად მედეგი მინისაგან არის დამზადებული (სპეციალური აღნიშვნა ჭიქაზე). გარდა ამისა, არ შეიძლება სველი ჭიქის ძლიერ გახურებელ ზედაპირზე მოთავსება ან ცხელი ჭიქის ქურიდან პირდაპირ ცივ სველ ზედაპირზე დადგმა.

ნივთიერებების გაცხელებისათვის გამოიყენება სხვადასხვა ფორმის კოლბები. თუ ქიმიურ რეაქციას არ ვატარებთ და გამიზნული გვაქვს ნივთიერების მხოლოდ შეთბობა და გაცხელება, მაშინ მოსახერხებელია კონუსური (ერლენმეიერის) ან ბრტყელძირა კოლბის გამოყენება, ვინაიდან მათ არ ესაჭიროებათ სპეციალური დამჭერების გამოყენება.



მიუხედავად ამისა, ნივთიერებების გაცხელება მრგვალძირა კოლბებში უფრო უსაფრთხოა ნივთიერების გადახურების თავიდან აცილების თვალსაზრისით. ამიტომ რეაქციებს, რომელიც ორგანულ გამხსნელებში

მიმდინარეებს მაღალ ტემპერატურაზე ატარებენ მრგვალძირა კოლბებში.

უფრო მაღალ ტემპერატურაზე გაცხელებისათვის (მაგ. შეღებვა) გამოიყენება სპეციალური მოწყობილობები - ავტოკლავები.

ავტოკლავები წარმოადგენენ ჰერმეტიკულად დახურულ უჟანგავი ფოლადისაგან დამზადებულ ჭურჭელს.



სურათი 3.19. საშუალო ზომის ლაბორატორიული ავტოკლავი (მარცხნივ), ელექტროთერმოსტატი (მარჯვნივ)

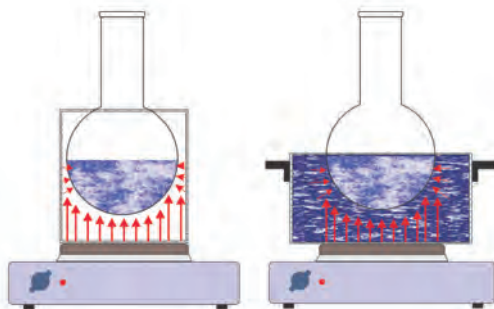
არაპირდაპირი გახურების მეთოდების გამოყენებას მთელი რიგი უპირატესობანი გააჩნია, ზემოთ აღწერილ პირდაპირი გახურების მეთოდებთან შედარებით, ვინაიდან პირდაპირი გახურების მეთოდების დროს ნივთიერების გადახურების თავიდან აცილება ძალიან ძნელია.

არაპირდაპირი გახურების მეთოდების უპირატესობა მდგომარეობს შემდეგში:

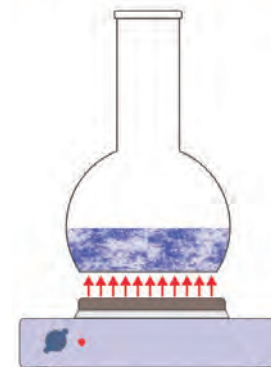
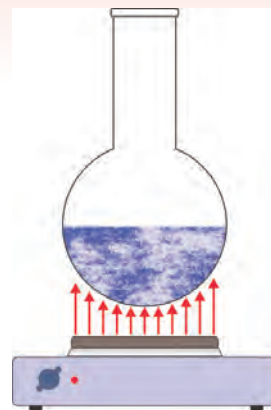
- კოლბის შიგთავსის გაცხელება წარმოებს უფრო თანაბრად
- შედარებით ადვილად ხდება გადახურების თავიდან აცილება

თუ გასაცხელებელი ნივთიერების დუღილის ტემპერატურა დაბალია და ამასთან ადვილად ააღებია, მაშინ გაცხელება უნდა წარიმართოს არაპირდაპირი მეთოდით.

არაპირდაპირი მეთოდით გაცხელებისათვის გამოიყენება სპეციალური აბაზანები. ყველაზე მარტივი აბაზანა არის ჰაერაბაზანა, რომელიც წარმოადგენს მეტალის ცილინდრს, რომლის დიამეტრი მცირედ აღემატება კოლბის დიამეტრს.



ნახაზი 3.6. არაპირდაპირი გახურება ჰაერისა (მარცხნივ) და წყლის აბაზანის (მარჯვნივ) გამოყენებით



ნახაზი 3.5. მრგვალძირა კოლბაში ნივთიერების გაცხელება უფრო დიდ ფართზე წარმოებს, ვიდრე ბრტყელძირა კოლბაში

წყლისა და ორთქლის აბაზანები გამოიყენება 100 °C-მდე გაცხელებისათვის, სილის აბაზანა - 100 - 400 °C-მდე, ზეთის აბაზანა 100-250 °C-მდე, ვუდის აბაზანა (სპეციალური შენადნობი) – 68.5 - 500°C-მდე.

მარტივი კონსტრუქციის წყლის აბაზანა მოცემულია სურათი 3.20-ზე. რგოლის დიამეტრი შეირჩევა კოლბის დიამეტრის მიხედვით. თუ გამაცხელებლად ვიყენებთ წყალს, მაშინ დიამეტრი ისე უნდა შეირჩეს, რომ კოლბას მცირედ აღემატებოდეს, თუ გამაცხელებლად ორთქლს ვიყენებთ, მაშინ რგოლის დიამეტრი კოლბის დიამეტრზე პატარა უნდა იყოს.



სურათი 3.20.
წყლისა და ორთქლის
აბაზანა ასაწყობი რგოლებით



სურათი 3.21.
წყლის აბაზანა ავტომატური
გამაცხელებლით

იმ შემთხვევაში, როდესაც საჭიროა მუდმივი ტემპერატურული რეჟიმის მკაცრად დაცვა შედარებით ხანგრძლივი დროის განმავლობაში, გამოიყენება სხვადასხვა ტიპის ელექტროთერმოსტატები ან კონტაქტური თერმომეტრები.

ბაზიზება

გარკვეული ექსპერიმენტები ლაბორატორიაში მიმდინარეობს დაბალ ტემპერატურაზე (მაგ. ეგზოთერმული რეაქციები). ამიტომ გაცხელებასთან ერთად ქიმიკოს-ექსპერიმენტატორს ხშირად უწევს გაცივების პროცესის წარმართვაც. ხშირად გაცივება გაცხელების თანამდევი პროცესია (მაგ. გამოხდა).

ამიტომ შეიძლება გაცივების პროცესი დავყოთ ორ ჯგუფად: სარეაქციო მასის გაცივება და აორთქლებული მასის კონდენსაცია/გაცივება.

სარეაქციო მასის გაცივება წარმოებს სპეციალური გამაცივებელი აბაზანების გამოყენებით. გამაცივებელ აბაზანაში გასაცივებელი მასის საწყისი ტემპერატურისა და მისაღწევი ტემპერატურის მნიშვნელობის მიხედვით შეიძლება მოვათავსოთ ცივი წყალი, ყინულიანი წყალი, გამდინარე წყალი.

აბაზანაში წყალს და გამდინარე წყალს იყენებენ სარეაქციო მასის ოთახის ტემპერატურამდე გასაცივებლად ან რეაქციის შედეგად გამოყოფილი ზედმეტი სითბოს ასართმევად.

ზოგიერთი სითხე შეგვიძლია თავისი ჭურჭლით გავაცივოთ წყლის ჭავლის ქვეშ ან მოვათავსოთ წყლის აბაზანაში. წყალხსნარების გაცივებისას ზოგიერთ შემთხვევაში დასაშვებია უშუალოდ გასაცივებელ მასაში ჩავამატოთ სუფთა ყინული ან ვისარგებლოთ ყინულის აბაზანით.

ოთახის ტემპერატურაზე უფრო დაბალ ტემპერატურაზე გასაცივებლად იყენებენ ყინულიან აბაზანას, თუმცა მისი გამოყენების შემთხვევაში 0°C-ზე დაბალი ტემპერატურა არ მიიღწევა.

უფრო ღრმა გაცივებისათვის საჭიროა გამოვიყენოთ სპეციალური გამაცივებელი აგენტები ან კრიოგენულად გათხევადებული (აზოტი) ან გამყარებული (ნახშირორჟანგი) გაზები (იხ. ცხრილი 3.1).

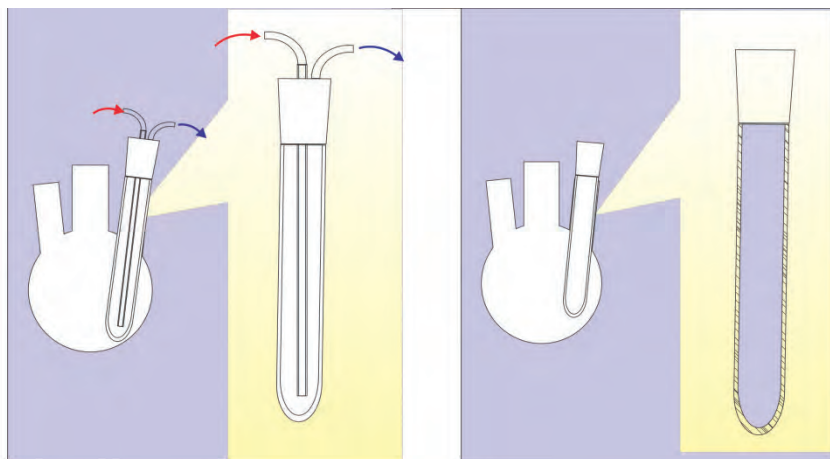
გვახსოვდეს!

"მშრალი ყინული" წარმოადგენს გამყარებულ ნახშირორჟანგს. კანზე მოხვედრისას იწვევს მოყინვას.

ცხრილი 3.1. მარილის აბაზანის შემცველობა

მარილი	მარილი, გ	ყინული, გ	T, °C
NaCl	30	100	-21.3
NH ₄ Cl	25	100	-15.8
NaNO ₃	59	100	-18.5

სარეაქციო კოლბის შიგთავსის გაცივება გარდა გარეგანი გამაცივებელი აგენტებისა, შესაძლებელია გაცივდეს შინაგანი გაცივების სისტემებითაც, რისთვისაც გამოიყენება სპეციალური რეაქტორები ცივი თბომატარებლის პერანგებით, ან ჩამონტაჟებული გამაცივებელი სპირალით. შიგა გაცივების უზრუნველსაყოფად ლაბორატორიაში ხშირად იყენებენ გამაცივებელ "თითს", რომელიც კონსტრუქციის მიხედვით გამდინარე წყალზე ან კრიოგენულ გაზზე (გათხევადებული აზოტი, "მშრალი ყინული") მუშაობს.



ნახაზი 3.7.
კოლბის შიგთავსის გაცივება
გამდინარე წყლით

ნახაზი 3.8.
კოლბის შიგთავსის გაცივება
კრიოგენული გაზით

გვახსოვდეს!

წყლის მაცივარში გამაცივებელი წყალი უნდა მიენოდოს ქვევიდან!

გამოხდისას ორთქლად ქცეული ნივთიერების კონდენსაციისათვის აუცილებელია გაცივება, რისთვისაც გამოიყენება სხვადასხვა სახის სპეციალური მოწყობილობები - მაცივრები.

ლაბორატორიაში გამოყენებულ მაცივრებში ადგილი აქვს მასში გატარებული ორთქლის კონდენსაციას და გაცივებას.

პირდაპირი მაცივრები გამოიყენება ისეთი ნაერთების გამოსახდელად, რომელთა დუღილის ტემპერატურა 30-35 °C-ზე ზევით არის. ამასთანავე, დიდი მნიშვნელობა აქვს მაცივრის სიგრძეს და იგი უნდა იყოს არანაკლებ 7-8 სმ ისა.

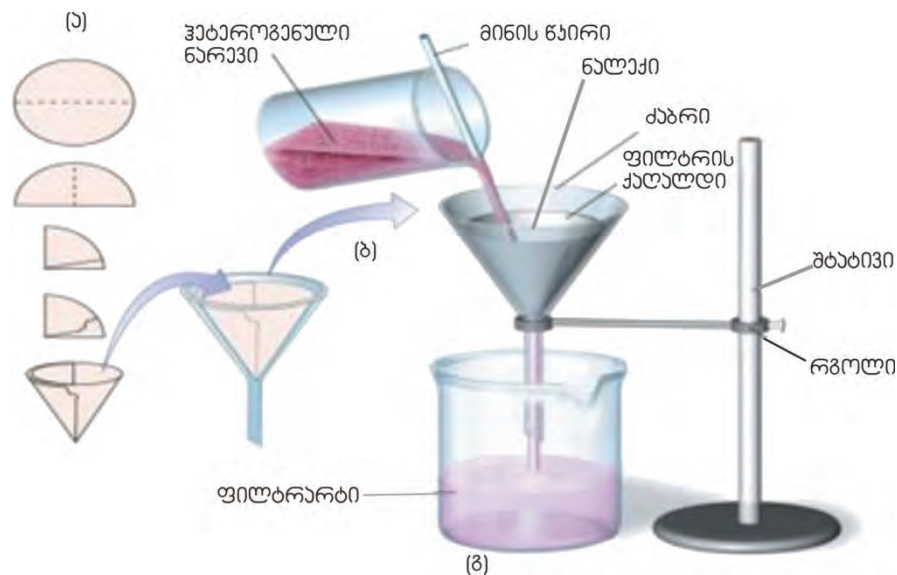
სპირალური მაცივრები უფრო ეფექტურია ადვილად აქროლადი ნივთიერებების ორთქლის კონდენსაციისათვის (150 °C-მდე).

მაღალი ტემპერატურის მქონე ორთქლის კონდენსაციისათვის გამოიყენება ჰაერის მაცივარი, ვინაიდან გამაცივებელ აგენტად წყლის გამოყენებამ შეიძლება გამოიწვიოს მაცივრის გატეხვა.

გაფილტვრა

მყარი და თხევადი ფაზის დაცილებისათვის გამოიყენება გაფილტვრა. გაფილტვრა შეიძლება წარმართოს ატმოსფერული წნევის ქვეშ (გრავიტაციული გაფილტვრა) ან ვაკუუმის პირობებში.

ატმოსფერული წნევის ქვეშ გაფილტვრისათვის საჭირო ჭურჭელია: მინის ან პოლიმერის ჩვეულებრივი ძაბრი, ფილტრის ქაღალდი, შტატივი, წკირი, რგოლი დამჭერთ, სუფთა ჭიქა ან ერლენ-მეიერის კოლბა ფილტრატისათვის. გაფილტვრა მოიცავს სამ ძირითად პროცედურას: ფილტრის ქაღალდის მომზადებას (ა), გაფილტვრას (ბ) და ფილტრატისა და ნალექის შეგროვებას (გ) (სურათი 3.22).



სურათი 3.22.
გაფილტვრა მოიცავს
სამ ძირითად
პროცედურას:
ფილტრის ქაღალდის
მომზადებას (ა),
გაფილტვრას (ბ) და
ფილტრატისა და
ნალექის შეგროვებას
(გ)

რა უნდა გვახსოვდეს გაფილტვრისას?

გაფილტვრის ხარისხი (და დრო) დამოკიდებულია ფილტრის ქაღალდის სწორად შერჩევაზე. ფილტრის ქაღალდი წარმოადგენს ფოროვან მასალას. არსებობს ფორის სხვადასხვა დიამეტრის მქონე ფილტრის ქაღალდები. წითელი ლენტის მქონე ფილტრის ქაღალდები გამოიყენება სწრაფი ფილტრაციისათვის, თეთრი ლენტის - საშუალო სიჩქარის და ლურჯი ლენტის - დაბალი სიჩქარის ფილტრაციის დროს.

გაფილტვრის სიჩქარის გაზრდისათვის სასურველია გამოვიყენოთ ნაკვეცებიანი ფილტრის ქაღალდი. მისი დამზადება სქემურად ნაჩვენებია ნახაზი 3.10-ზე. ყოველი გადაკვეცვისას უნდა ვეცადოთ, რომ ხელი არ მოვეჭიროთ ფილტრის წვეროს.

საწყისი ნარევის ჭურჭლის კედლებზე დარჩენილი მყარი მასის გამოსატანად უმჯობესია გამოვიყენოთ მცირე რაოდენობის ფილტრატი, ვიდრე გამხსნელის ახალი ულუფა;

საწყისი ნარევის ჭურჭლის კედლებზე დარჩენილი მყარი მასა

შესაძლებელია კედლებიდან ჩამოვრეცხვით (თუ ნარევი წყალხსნარია ან მიზანი ნალექის შეგროვებაა და არა ფილტრატის) სპეციალური მოწყობილობის საშუალებით (ნახაზი 3.9).



ნახაზი 3.9.
ნალექის ჩამოვრეცხვა
წყლის მცირე
რაოდენობით

მაგალითი 3.1.

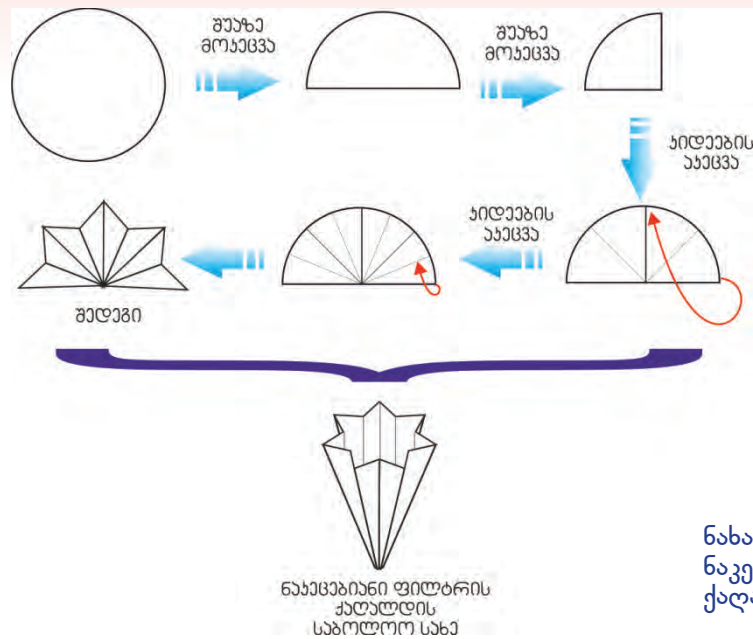
მოცემულია სალიცილმუავას ზენაჯერი ხსნარი. გამოყავით კრისტალები მინიმალური დანაკარგებით.

ექსპერიმენტი. სალიცილმუავის ნაჯერი ხსნარის გაფილტვრა.

1. ავიღოთ ფილტრის ქაღალდი და გადავკეცოთ შუაზე. ვეცადოთ, არ მოვახდინოთ დანოლა ფილტრის ცენტრალურ ნაწილში;
2. კიდევ ერთხელ გადავკეცოთ ფილტრის ქაღალდი. მივიღებთ ოთხად მოკეცილ ფილტრის ქაღალდს;
3. მოვათავსოთ ფილტრის ქაღალდი ძაბრში. ძაბრის ზომა მცირედ უნდა აღემატებოდეს ფილტრის ქაღალდს;
4. შტატივზე დავამაგროთ რგოლი, რომლის დიამეტრი ძაბრის გაშლილი ნაწილის დიამეტრზე მცირეა;
5. რგოლის ქვეშ მოვათავსოთ ერლენ-მეიერის კოლბა ან ჭიქა. მიმღები ჭურჭლის სიმაღლის მიხედვით შევარჩიოთ რგოლის სიმაღლე შტატივის ღეროზე;
6. ჩავდოთ ძაბრი ფილტრის ქაღალდთან ერთად რგოლში, ისე, რომ ძაბრის ცხვირი ოდნავ ჩაეშვას მიმღებ ჭურჭელში;
7. გასაფილტრ ნარევეს ენერგიულად მოვუერიოთ წკირით;
8. ნალექის სელიმენტაციის თავიდან აცილების მიზნით შეძლებისდაგვარად სწრაფად გადავიტანოთ გასაფილტრი ხსნარი ძაბრში, რომელიც უნდა ჩავასხათ მინის წკირის საშუალებით
9. გაფილტვრის დასრულების შემდეგ, რაზეც მიუთითებს წვეთების ჩამოვარდნის შეწყვეტა ძაბრის წვერიდან, ფილტრის ქაღალდი ნალექიანად გადავიტახოთ პეტრის ჯამზე და გავაშროთ.
10. გაშრობის შემდეგ შპატელით ჩამოვფხიკოთ ფილტრის ქაღალდიდან.

გვახსოვდეს!

გაფილტვრის
სიჩქარე
ფილტრაციის
ხარისხის
უკუპროპორ-
ციულია



ნახაზი 3.10.
ნაკვეციანი ფილტრის
ქაღალდის მომზადება

გაფილტვრის პროცესი შეიძლება ჩატარდეს ვაკუუმის პირობებში. ვაკუუმს იყენებენ გაფილტვრის დაჩქარების მიზნით.

ვაკუუმ-ფილტრაციისათვის საჭირო მოწყობილობებია: ბუნზენის კოლბა, ბიუნზერის ძაბრი, ფილტრის ქაღალდი, წყალ- ან ჰაერჭავლიანი ტუმბო, შტატივი და დამჭერი თათი.

ვაკუუმ-ფილტრაციის მოწყობილობის აწყობა და გაფილტვრის პროცედურა სქემატურად ნაჩვენებია ქვემოთ:



1. დავამაგროთ ბუნზენის კოლბა შტატივზე



2. ბუნზენის კოლბაში მოვათავსოთ ფართო ხვრელის მქონე რეზინის საცობი



3. მოვარგოთ ფაიფურის ძაბრი ბუნზენის კოლბას მჭიდროდ



4. მოვათავსოთ ფილტრის ქაღალდი ძაბრში



5. შევადერთოთ ბუნზენის კოლბა რეზინის მილით ვაკუუმ-ტუმბოსთან



6. შევასველოთ ფილტრის ქაღალდი გამსხნელის (წყლის) მცირე რაოდენობით



7. დავიტანოთ გასაფილტრი ნარევი ძაბრზე



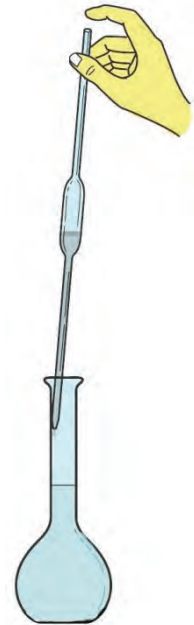
8. დავაკვირდეთ, რომ ვაკუუმ-ტუმბო ფილტრის გავლით იწოვს ჰაერს. წინააღმდეგ შემთხვევაში შევასწოროთ შეერთება კოლბასა და ძაბრს შორის



9. გაფილტვრის დამთავრების შემდეგ ჩავრეცხოთ ნალექი მცირე რაოდენობის გამსხნელით ან ფილტრატით.



10. ძაბრიდან წვეთების ჩამოვარდნის შეწყვეტის შემდეგ მოვხსნათ ვაკუუმ-თან შემადერთებული მილი და შემდეგ გადავკეტოთ წყლის ონკანი



პიპეტის დახმარებით სითხის რაოდენობის შევსება მენისკამდე



11. პინცეტის ან შპატელის საშუალებით ძაბრიდან ამოვიღოთ ნალექი ფილტრის ქაღალდიანად.

12. ფილტრის ქაღალდი ნალექთან ერთად მოვათავსოთ პეტრის ჯამზე გასაშრობად.

რა უნდა გვახსოვდეს ვაკუუმ გაფილტვრისას?

ვაკუუმ გაფილტვრისას მნიშვნელოვანია ფილტრის ქაღალდის ზომის ზუსტად შერჩევა. ფილტრის ქაღალდის დიამეტრი მცირედ უნდა აღემატებოდეს ფილტრის ნასვრეტებიანი რეგიონის დიამეტრს. ასევე დაუშვებელია ფილტრის ქაღალდის უფრო დიდი დიამეტრით აღება, რადგან ვაკუუმის შექმნის შემდეგ იგი გადაიკეცება და გასაფილტრი სითხე მისი გვერდის ავლით მოხვდება კოლბაში.

უნდა გვახსოვდეს, რომ წყალჭავლიანი ტუმბოს ონკანის გადაკეტვა არ შეიძლება მანამ, სანამ არ გავათანაბრებთ წნევას კოლბის შიგნით და კოლბის გარეთ. ამიტომ ჯერ უნდა მოვხსნათ რეზინის მილი, ხოლო შემდეგ დავკეტოთ ონკანი.

ნივთიერების სიმკვრივის დადგენა

ნივთიერების მოცულობასა და მასას შორის ურთიერდამოკიდებულება გამოიხატება შემდეგი ფორმულით:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

სითხეების სიმკვრივის გამოთვლა

სითხეების სიმკვრივის გამოთვლისათვის ავიღოთ მენზურა (ან უმჯობესია მზომი კოლბის გამოყენება), მოვათავსოთ სასწორზე და ავწონოთ (m_1).

შემდეგ შევავსოთ იგი მენისკამდე დიდი სიზუსტით. მენისკამდე შესავსებად შეიძლება გამოყენებული იქნას სხვადასხვა მეთოდი. ერთ-ერთი მეთოდის თანახმად, მენზურას ავსებენ ნივთიერებით ისე, რომ მენისკამდე შესავსებად დარჩეს რამდენიმე მილილიტრი, ხოლო მენისკამდე შევსებას ახორციელებენ პიპეტით (სურათი 3.23).

შევსებულ მენზურას ხელახლა აწონიან და დაადგენენ ჭურჭლის წონას (m_2).

სიმკვრივეს ანგარიშობენ შემდეგი ფორმულით:

$$\rho = \frac{m_2 - m_1}{V}$$

მყარი ნივთიერების სიმკვრივის გამოთვლა

მყარი ნივთიერების სიმკვრივის გამოთვლისთვის წონიან მყარ სხეულს (m). შემდეგ იღებენ ისეთი დიამეტრის მენზურას, რომელშიც საანალიზო მყარი სხეულის მოთავსება იქნება შესაძლებელი და ავსებენ ნახევრად. აითვლიან მოცულობას (V_1). შემდეგ მენზურაში ჩაძირავენ საანალიზო სინჯს და ხელახლა აითვლიან მოცულობას (V_2). სიმკვრივეს ანგარიშობენ შემდეგი ფორმულით:

$$\rho = \frac{m}{V_2 - V_1}$$

სითხეების სიმკვრივის განსაზღვრა არეომეტრით

სითხეების სიმკვრივის განსაზღვრისათვის გამოიყენება სპეცილური მოწყობილობა, რომელსაც არეომეტრი ეწოდება.

არეომეტრით სითხის სიმკვრივის განსაზღვრისათვის საჭიროა მენზურა (არეომეტრის დიამეტრზე მინიმუმ ერთი სანტიმეტრით ფართე) და არეომეტრების ნაკრები.

იღებენ მენზურას და შეავსებენ მის 2/3 ნაწილს საანალიზო სითხით. სითხის ტემპერატურა უნდა იყოს 20-25 °C (აიღება ცხრილში მოყვანილი მონაცემის მიხედვით). სინჯარაში მოათავსებენ არეომეტრს. პირველად ირჩევენ არეომეტრს, რომლის განსაზღვრის ზედა ზღვარი ახლოსაა სითხის სიმკვრივის მოსალოდნელ მნიშვნელობასთან. არეომეტრი უნდა ჩაიძიროს მენზურაში იმდენად, რომ სითხის მენისკი მოხვდეს არეომეტრის ათვლის შკალაზე. წინააღმდეგ შემთხვევაში არეომეტრი უნდა შევცვალოთ: უნდა ავიღოთ უფრო მძიმე, თუ არეომეტრი არ ჩაიძირა და ტივტივებს, ან უფრო მსუბუქი, თუ არეომეტრი მთლიანად ჩაიძირა.

შკალაზე აიღებენ ანათვალს მენისკის შეხების ადგილას. შემდეგ თითის მსუბუქი დარტყმით არეომეტრს ჩაძირავენ. არეომეტრის ტივტივის შეწყვეტის შემდეგ კვლავ აიღებენ ანათვალს. მოქმედებას იმეორებენ რამდენჯერმე. სიმკვრივის მნიშვნელობად მიიღებენ საშუალო არითმეტიკულ სიდიდეს.

ხსნარის კონცენტრაციის დადგენა არეომეტრით

ხსნარის კონცენტრაციის დადგენა შესაძლებელია არეომეტრის საშუალებით, თუ არსებობს ამ ხსნარის კონცენტრაციის სიმკვრივეზე დამოკიდებულების ცხრილი. როგორც წესი, ასეთი ცხრილები თავმოყრილია ქიმიურ საცნობარო ლიტერატურაში, ხოლო სიმკვრივის დადგენა ხდება წინა პარაგრაფის მიხედვით.

გაზების მიღება

ქიმიურ ლაბორატორიაში ხშირად საჭიროა გაზების (წყალბადის, ჟანგბადის, ნახშირორჟანგის, ქლორის და ა.შ.) გამოყენება. გაზები ექსპერიმენტში შეიძლება გამოვიყენოთ შესაბამისი ბალონებიდან ან მივიღოთ უშუალოდ ექსპერიმენტის მსვლელობისას სპეციალურ დანადგარში.

გაზების მიღება შესაძლებელია სხვადასხვა ლაბორატორიული ჭურჭლის გამოყენებით. დიდი რაოდენობით გაზის მისაღებად ყველაზე ხელსაყრელი დანადგარია კიპის აპარატი.

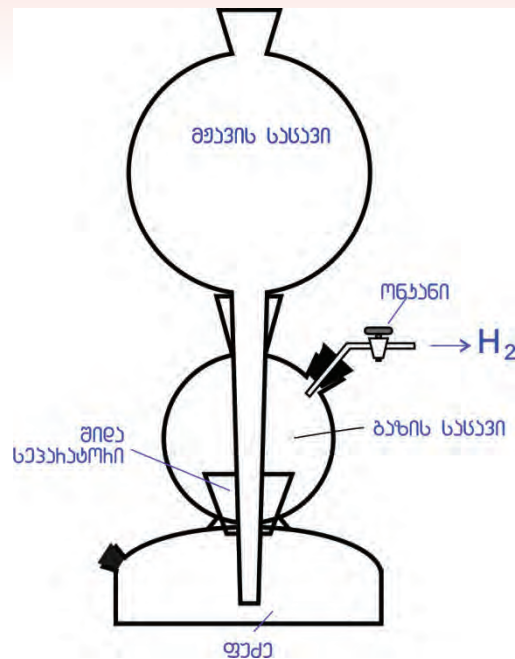
კიპის აპარატი შედგება სამი ნაწილისაგან: ფუძისაგან, გაზისა და მუავის საცავებისაგან (ნახაზი 3.11).



სურათი 3.24.
არეომეტრით
სიმკვრივის
განსაზღვრა

გვახსოვდეს!

სიმკვრივის
გაზომვისას
არეომეტრი
მენზურის კედელს
არ უნდა ეხებოდეს.



ნახაზი 3.11. კიპის აპარატი

წყალბადის მიღება კიპის აპარატით

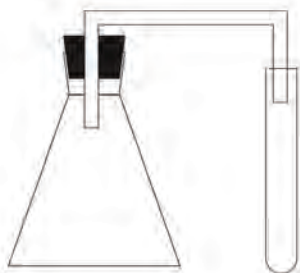
1. მოვსხნათ გაზგამომცემი მილის საცობი და ძაბრის საშუალებით ჩავტვირთოთ თუთიის გრანულები
2. მოვსხნათ ბაზის რეზერვუარი და გრძელი წკირის საშუალებით თანაბრად გადავანაწილოთ შიგა სეპარატორის გარშემო თუთიის გრანულები
3. მოვარგოთ მუავის რეზერვუარი მჭიდროდ კიპის აპარატს.
4. ჩავასხათ მუავა (HCl) მუავის რეზერვუარში
5. გადავკეტოთ ოწკანი
6. ან გამოვიყენოთ გაზი დანიშნულებისამებრ



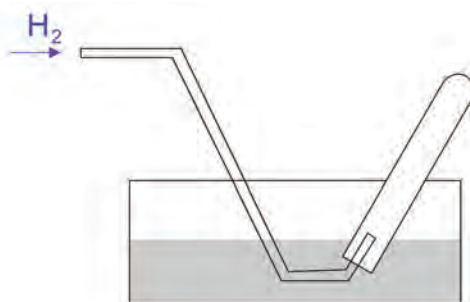
კიპის აპარატიდან გაზის გამოყოფის შეჩერებისათვის საკმარისია დაიკეტოს ონკანი. ონკანის გადაკეტვის შემდეგ გამოყოფილი გაზი გროვდება კიპის აპარატის ქვედა ნაწილში. გაზრდილი წნევა აწვება მარილმუავას და გამოდევნის მას კიპის აპარატის ქვედა ნაწილიდან. მარილმუავა ადის მუავის რეზერვუარში. იგი აღარ ეხება თუთიას და შესაბამისად მიმდინარე რეაქციაც ჩერდება. პროცესის ხელახალი დაწყებისათვის საკმარისია ონკანის გაღება.

თუ საჭიროა მცირე რაოდენობის გაზების მიღება, მაშინ მიზანშეწონილია გაზის გენერირებისათვის ვიურცის კოლბის ან გვერდით ტუბუსიანი განიერი სინჯარის გამოყენება (ნახაზი 3.12).

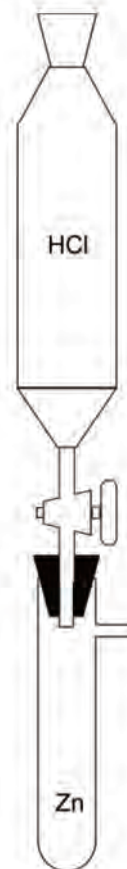
გაზის სინჯარაში შესაგროვებლად გამოიყენება მოხრილი მილი და სინჯარა. მოხრილი მილის ფორმა დამოკიდებულია გაზის სიმკვრივეზე. მძიმე გაზების შეგროვებისათვის გამოიყენება ნახაზი 3.13-ზე მოცემული დანადგარი, ხოლო მსუბუქი გაზების შემთხვევაში ნახაზი 3.14-ზე ნაჩვენები მოწყობილობა.



ნახაზი 3.13.
მძიმე გაზების შესაგროვებელი
დანადგარი



ნახაზი 3.14
მსუბუქი გაზების შესაგროვებელი
დანადგარი



ნახაზი 3.12.
გაზის მისაღები
მიკრო
მოწყობილობა

გატიტვრა

გატიტვრის ტექნიკას ყველა ქიმიკოსი უნდა ფლობდეს, რადგან რაოდენობრივი განსაზღვრის ერთ-ერთი ფუნდამენტური მეთოდია, რომელსაც ტიტრიმეტრული ანალიზი ეწოდება. ტიტრიმეტრული ანალიზი მოიცავს შემდეგ ძირითად ეტაპებს:

- საანალიზო ხსნარების დამზადება
- ბიურეტის შევსება
- გატიტვრა
- ანგარიში

საანალიზო ხსნარების მომზადება

საანალიზო ხსნარების დამზადება ითვალისწინებს ზუსტი კონცენტრაციის (პროცენტული, ნორმალური, მოლალური, ექვივალენტური) დამზადებას. ხსნარების ზუსტი კონცენტრაციის დამზადებისათვის გამოიყენება შესაბამისი ფიქსონალები. ფიქსონალების არქონის შემთხვევაში საჭიროა

ნივთიერება აიწონოს ანალიზურ სასწორზე (მყარი ნაერთის შემთხვევაში) ან მოცულობა აიზომოს მიკრობიურეტიების საშუალებით. განზავებული ხსნარები აუცილებლად მზადდება მზომ კოლბებში.

ექსპერიმენტი. ხსნარის დამზადება

1. ავიღოთ 1 ლ მოცულობის სუფთა მშრალი მზომი კოლბა
2. ჩავასხათ გამხსნელი (წყალი) 500-600 მლ
3. მოვარგოთ ძაბრი
4. ძაბრის ზემოთ დავიკავოთ ფიქსონალის ამპულა და გავტეხოთ სპეციალური წკირით
5. ჩავასხათ ამპულის შიგთავსი შესაძლებლობის ფარგლებში მაქსიმალური რაოდენობით კოლბაში
6. გამოვრეცხოთ ამპულა გამხსნელის საშუალებით რამდენჯერმე და ხსნარი ჩავასხათ კოლბაში. გამოვრეცხვის დროს ამპულა უნდა გვეკავოს ძაბრის თავზე
7. ჩავრეცხოთ ძაბრი და ამოვიღოთ
8. კოლბას მოვარგოთ საცობი, დავიკავოთ ორივე ხელში და გადავხაროთ ისე, რომ ხსნარი ჩამოიღვაროს ყელის ნაწილში. ერთი ხელით აუცილებლად უნდა ვაფიქსირებდეთ საცობს.
9. გავიმეოროთ ეს მოქმედება რამდენჯერმე (ხსნარის ერთგვაროვნების მიღწევამდე)
10. დავდგათ კოლბა ვერტიკალურ ზედაპირზე და ვაცალოთ ბუბტების (მათი არსებობის შემთხვევაში) გაქრობა.
11. მოვხსნათ საცობი
12. შევავსოთ მენისკამდე ბიურეტით სურათი 3.23-ის მიხედვით
13. დავახუროთ საცობი და შევინახოთ

ბიურეტის შევსება

გატიტრის პროცესის ჩასატარებლად დიდი მნიშვნელობა აქვს ბიურეტის სწორად შერჩევას. ბიურეტები, ისევე როგორც ნებისმიერი სხვა გამზომი მოწყობილობა, ხასიათდება ცდომილებით. ბიურეტის ცდომილებად მიღებულია დანაყოფის ფასისა და საერთო მოცულობის ფარდობა. აქედან გამომდინარე 50 მლ ტევადობის ბიურეტის ცდომილება არის

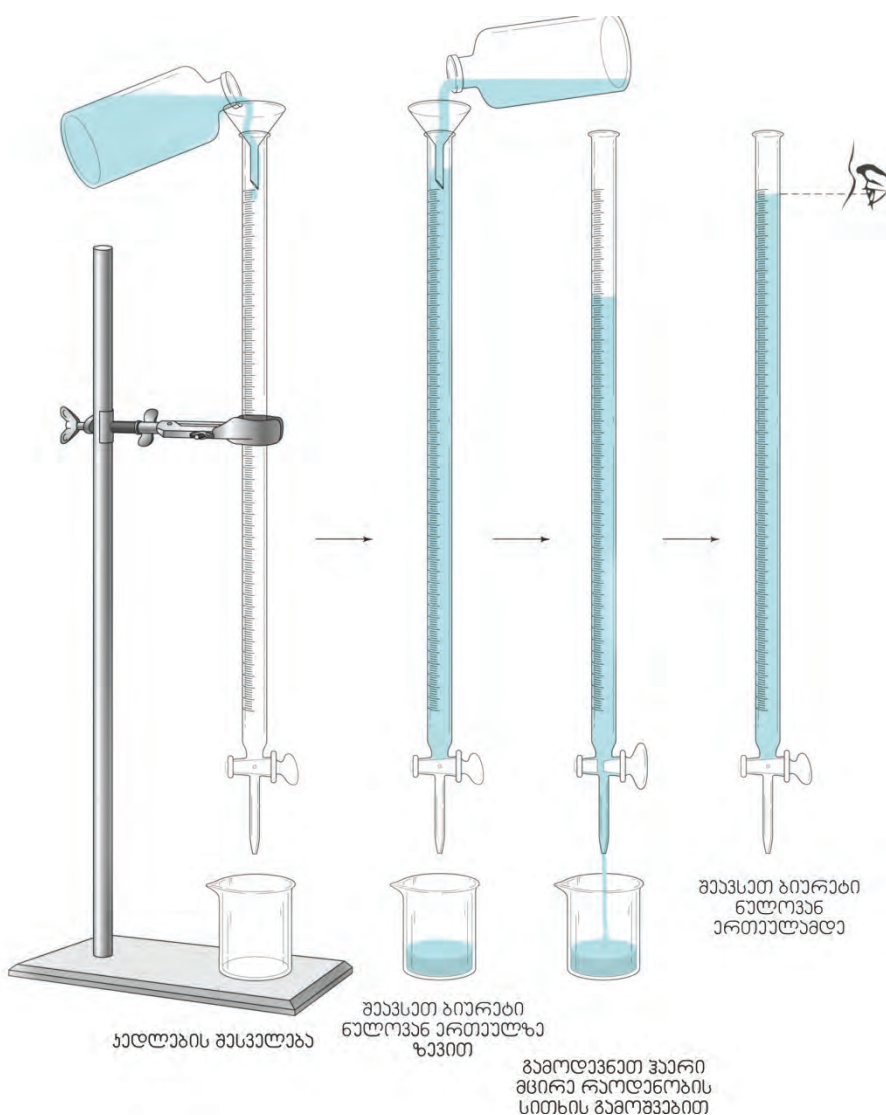
$$0.05 \text{ (1 წვეთის მოცულობა)}/50 \text{ მლ} \times 100\% = 0.1\%$$

ხოლო 25 მლ-იანი ბიურეტის

$$0.05 \text{ (1 წვეთის მოცულობა)}/25 \text{ მლ} \times 100\% = 0.2\%$$

ექსპერიმენტი. ბიურეტის შევსება

1. ავიღოთ 50 მლ მოცულობის სუფთა მშრალი ბიურეტი და დავამაგროთ შტატივზე
2. ბიურეტზე მოვარგოთ ძაბრი
3. გავაღოთ ონკანი
4. დავდგათ ჭიქა ბიურეტის ქვეშ
5. ჩავასხათ ისეთი მცირე რაოდენობის ხსნარი, რომ ბიურეტის კედლები შეასველოს
6. დავკეტოთ ონკანი
7. შევავსოთ ბიურეტი 0-ოვან დანაყოფს ზევით
8. გავაღოთ ონკანი თუართოდ და გამოვდევნოთ ჰაერი, რისთვისაც ხსნარის $\frac{1}{3}$ გამოვუშვათ
9. დავკეტოთ ონკანი და შევავსოთ ხელახლა ნულოვან დანაყოფამდე.

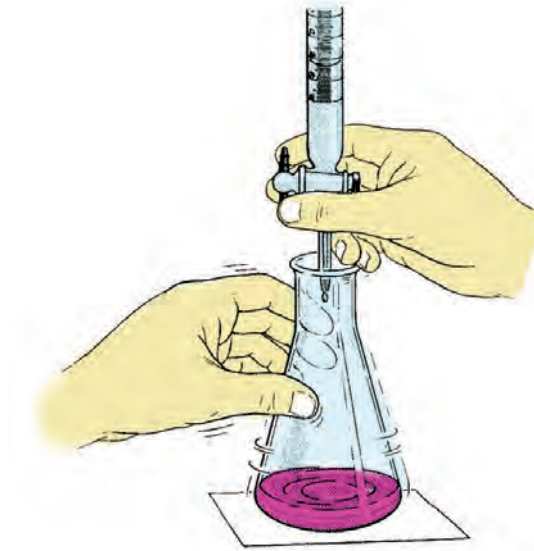


სურათი 3.25.
ბიურეტის შევსება

გატიტვრა

ნივთიერების (ან ხსნარის) გატიტვრისას საანალიზო ხსნარს ვათავსებთ ერლენ-მეირის კოლბაში და ვიკავებთ მარცხენა ხელში. კოლბის ქვეშ უნდა შევქმნათ თეთრი ფონი, რისთვისაც შეიძლება თეთრი ფურცელი დავაფინოთ კოლბის ძირში. მარჯვენა ხელი მოვკიდოთ ონკანს, როგორც ნაჩვენებია სურათი 3.26-ზე. თითების ფრთხილი მოძრაობით გავაღოთ ონკანი და წვეთ-წვეთობით დავამატოთ ხსნარი ბიურეტიდან. ყოველი ულუფის დამატება უნდა წარმოებდეს საანალიზო ხსნარის მუდმივი მორევის პირობებში.

ყურადღებით დავაკვირდეთ ფერის ცვლილებას. ბიურეტიდან წვეთის ჩავარდნის მომენტში კოლბაში ჩნდება ფერადი ლაქა, რომელიც მორევის შედეგად მალევე ქრება. გარკვეული დროის შემდეგ დადგება მომენტი, როდესაც ერთი წვეთის დამატება გამოიწვევს საანალიზო ხსნარის შეფერვას, რომელიც მორევის შემდეგ აღარ გაქრება. ითვლება, რომ ხსნარი გადაიტიტრა. ამიტომ უნდა შევწყვიტოთ დამატება და ავიღოთ ანათვალი.



სურათი 3.26.
გატიტვრა

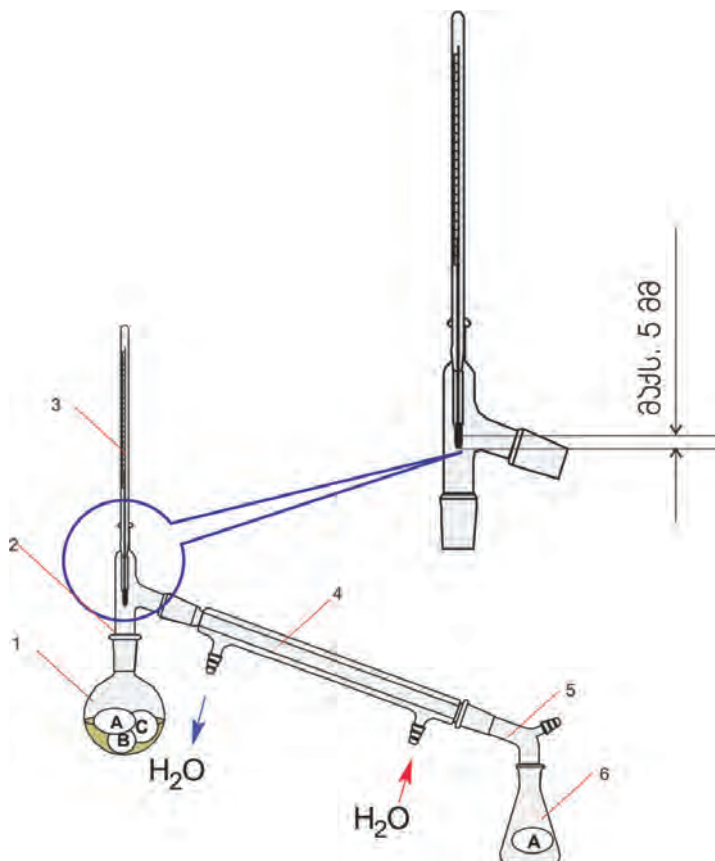
გამოხდა

თხევადი ნაერთების გამოყოფისა და გასუფთავების ერთ-ერთ ძირითად მეთოდს წარმოადგენს გამოხდა. გამოხდის პროცესი ეფუძნება სხვადასხვა ნივთიერების დუღილის განსხვავებულ ტემპერატურას. თხევადი ნივთიერებების ნარევიდან გაცხელებით, პირველ რიგში, ორთქლად გარდაიქმნება ყველაზე დაბალმდულარე კომპონენტი, რომელიც გამოიყოფა თავისუფალი სახით - მისი ორთქლი შეედინება მაცივარში, სადაც კონდენსირდება, ცივდება და ჩაედინება მიმღებ კოლბაში. გამონახად ნივთიერებას დისტილატი ეწოდება.

გამოხდის უმარტივესი მოწყობილობა მოცემულია ნახაზი 3.15-ზე. ვთქვათ გვაქვს სამი ნივთიერებისაგან A, B, C შემდგარი ნარევი, რომლიდანაც A ნივთიერებას აქვს ყველაზე დაბალი დუღილის ტემპერატურა. მაშინ თუ ამ ნარევის მოვათავსებთ გამოსახდელ კოლბაში და გავაცხელებთ A ნივთიერების დუღილის ან მცირედ უფრო მაღალ ტემპერატურაზე, გამოიხდება მხოლოდ A ნივთიერება. ასეთი გამოხდის მეთოდს მარტივი გამოხდა ეწოდება.

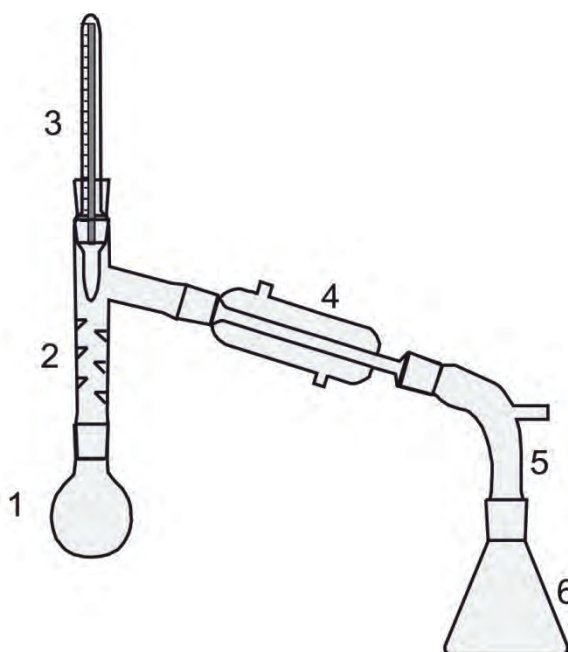
მარტივი გამოხდის სახეს მიუკუთვნება მაგალითად ონკანის წყლის

გამოხდა. დისტილატის სახით მიიღება წყალი (გამოხდილი წყალი), ხოლო კოლბაში ნარჩენის სახით რჩება მყარი მასა (ძირითადად მარილები).



ნახაზი 3.15.
მარტივი გამოხდის მოწყობილობა.
1- გამოსახდელი კოლბა;
2- გადამყვანი ყელი (ფორშტოსი)
3- თერმომეტრი
4-ლიბისის მაცივარი
5- ალონჟე
6- მიმღები კოლბა

თუ გამოხდით ერთმანეთს უნდა დაეცაილოთ ორი თხევადი ნივთიერება, რომელთა დუდილის ტემპერატურები ერთმანეთთან ახლოსაა, მაშინ სასურველია გამოსახდელ კოლბას მოვარგოთ დეფლეგმატორი (ნახაზი 3.16).



ნახაზი 3.16.
გამოსახდელი კოლბა
დეფლეგმატორით:
1. მრგვალი კოლბა,
2. დეფლეგმატორი,
3. პირდაპირი მაცივარი,
4. ალონჟე,
5. მიმღები

ექსპერიმენტი. გამოსახდელი დანადგარის აწყობა

გამოსახდელი დანადგარის მონტაჟისათვის საჭიროა შემდეგი ჭურჭელი:

- ვიურცის კოლბა (ან მრგვალძირა კოლბა და გვერდითი მილის მქონე გადამყვანი)
- თერმომეტრი
- პირდაპირი მაცივარი
- ალონჟე
- მიმღები კოლბა (კონუსური ან ბრტყელძირა კოლბა)
- რეზინის მილები
- ორი შტატივი
- ორი თათი

სასურველია ყველა დეტალი იყოს მიხეხილ თავიანი, რათა თავიდან ავიცილოთ რეზინის საცობების გამოყენება დეტალების შეერთებებისას.

დანადგარის აწყობის პროცედურა:

1. შტატივზე თათის საშუალებით ვამაგრებთ გამოსახდელ კოლბას (ვიურცის კოლბა)
2. პირდაპირ მაცივარს ვარგებთ რეზინის მილებს
3. მეორე შტატივზე თათის საშუალებით ვამაგრებთ პირდაპირ მაცივარს
4. ვარჩევთ კოლბისა და მაცივრის დახრილობის კუთხეს და ვაერთებთ ერთმანეთთან კოლბასა და მაცივარს.
5. კოლბას ვარგებთ ალონჟეს და საჭიროების შემთხვევაში კოლბაზე ვამაგრებთ სპეციალური ზამბარით ან რეზინის რგოლით
6. ალონჟეს მილს ჩავუშვებთ მიმღებ კოლბაში
7. კოლბას ვარგებთ თერმომეტრს ისე, რომ თერმომეტრის რეზერვუარი იყოს გვერდითი მილის პირდაპირ ან 5 მმ-ით ქვემოთ
8. მაცივრის ქვედა რეზინის მილს ვაერთებთ ონკანის წყალთან
9. მაცივრის ზედა მილს ვუშვებთ კანალიზაციაში
10. გამოსახდელი კოლბის ქვეშ ვათავსებთ გამახურებელს (ელექტროქურა, გაზქურა ან სპირტქურა)

დეფლექტატორში მიმდინარეობს ორთქლის ნაწილობრივი კონდენსირება და გამოსახდელ კოლბაში ბრუნდება ძნელად აქროლადი ნივთიერება, შესაბამისად ორთქლი მდიდრდება ადვილად აქროლადი ნივთიერებით. კოლბის ან დეფლექტატორის ზედა ყელში საცობის საშუალებით ამაგრებენ თერმომეტრს, ისე, რომ მისი ვერცხლისწყლიანი ბურთულა კოლბის გადამყვანი მილის ოდნავ ქვევით მდებარეობდეს. გამოსახდელი სითხის მოცულობა არ უნდა აღემატებოდეს კოლბის ორ მესამედს. იმისათვის, რომ

დუღილი თანაბარი იყოს და არ მოხდეს ხსნარის გადახურება, გამოხდის წინ კოლბაში ათავსებენ რამოდენიმე მინის კაპილარს ან ფორებიანი თიხის პატარა ნატეხს.

თუ ნივთიერება დუღს არაუმეტეს 80 °C ტემპერატურაზე, კოლბას აცხელებენ წყლის აბაზანაზე, ხოლო თუ ტემპერატურა 80 °C-ზე მეტია, მაშინ - ელექტროქურაზე, სილის ან ზეთის აბაზანის, ან ვუდის შენადნობის გამოყენებით.

გამოხდის პროცესში აკვირდებიან თერმომეტრის მაჩვენებელს და მიმღებში დისტილატის მიღებას. აღნიშნავენ იმ ტემპერატურას, რომლის დროსაც მიმღებში გადავა დისტილატის პირველი წვეთი.

გამოხდის სიჩქარე უნდა იყოს დაახლოებით 1-2 წვეთი წმ-ში. თერმომეტრის ბურთულაზე კი გამოხდის პროცესში ყოველთვის უნდა შეიმჩნეოდეს სითხის წვეთები.

გამოხდით შესაძლებელია ნარევიდან არა მხოლოდ ერთი ნივთიერების გამოხდა, არამედ ნარევი შემაჯავალი კომპონენტების დაყოფა და ცაჟ-ცალკე შეგროვება. ასეთი გამოხდის მეთოდს ფრაქციული გამოხდა ეწოდება. მაგალითად, თუ გვაქვს A, B, C, D სითხეთა ნარევი, ფრაქციული გამოხდით მივიღებთ ოთხ ფრაქციას.

ფრაქციული გამოხდის დანადგარი მსგავსია მარტივი გამოხდის დანადგარის.

ფრაქციული გამოხდის საშუალებით შესაძლებელია სითხეთა ნარევებიდან თითოეული ნივთიერება გამოყოფილ იქნას სუფთა სახით. ამ დროს პირველად გამოიყოფა დაბალმდულარე ნივთიერება, შემდეგ იცვლება მიმღები და იწყება მომდევნო ფრაქციის შეგროვება და ა.შ. განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს იმას, რომ ფრაქცია გამოიხადოს ვიწრო ტემპერატურულ ინტერვალში.

ნარევიდან სუფთა სახის ნივთიერების გამოყოფის ნათელ მაგალითს წარმოადგენს არომატული ნახშირწყალბადების გამოყოფა მათი ნარევიდან.

მაგალითად მოცემულია შემდეგი ნარევი:

1. ბენზოლი, დუღ. ტემპ. 80 °C, 2 წილი
2. ტოლუოლი, დუღ. ტემპ. 110 °C, 1 წილი
3. ქსილოლები:

ორთო- ქსილოლი, დუღ. ტემპ. 144 °C 1 წილი

მეტა- ქსილოლი, დუღ. ტემპ. 139 °C 1 წილი

პარა- ქსილოლი, დუღ. ტემპ. 138 °C 1 წილი

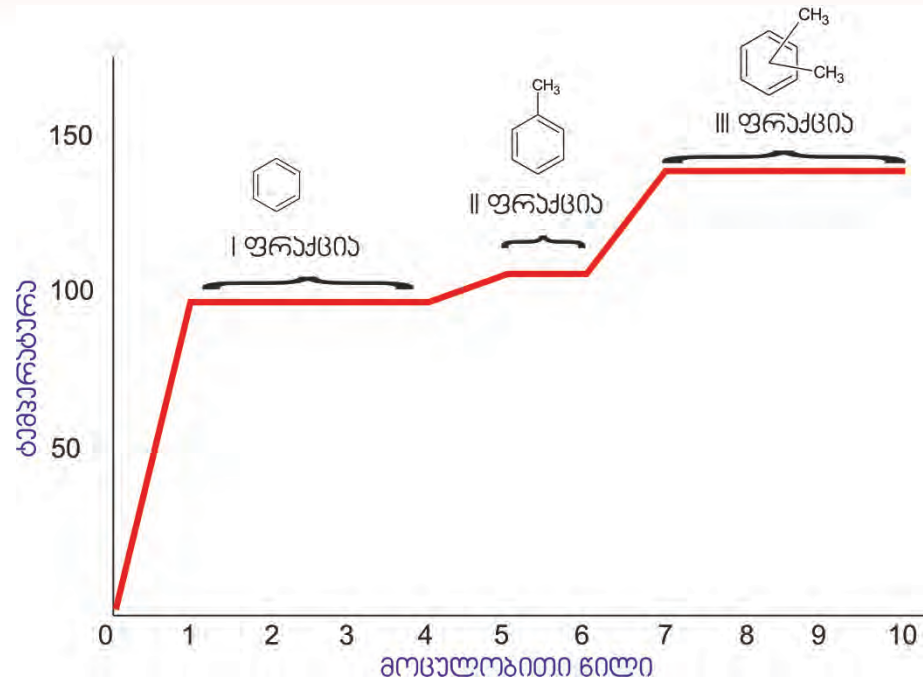
ამ ნარევის გამოხდა ხდება ჩვეულებრივ გამოსახდელ აპარატში. მიიღება სამი ფრაქცია:

- I ფრაქცია - ბენზოლი (77-80 °C);
- II ფრაქცია - ტოლუოლი (106-111 °C);
- III ფრაქცია - ქსილოლების ნარევი (130-144 °C).

გვახსოვდეს!

გამოსახდელი სითხის მოცულობა არ უნდა აღემატებოდეს კოლბის ორ მესამედს.

გამოხდის პროცესი შეიძლება გამოვსახოთ მრუდის საშუალებით:



ნახაზი 3.17.
ნარევის
შედგენილობაზე
დუღილის
ტემპერატურის
დამოკიდებულების
მრუდი

ბენზოლისა და ტოლუოლის სუფთა სახით მისაღებად მათ შესაბამის ცალკეულ ფრაქციებს ხელმეორედ გამოხდიან, ვინაიდან მათი დუღილის ტემპერატურები ერთმანეთთან ახლოსაა.

რაც შეეხება იზომერული ქსილოლების სუფთა სახით მიღებას, მეორედ გამოხდას ანარმოებენ დეფლექტატორის საშუალებით და ფრაქციებს შეაგროვებენ თითოეული იზომერის დუღილის ტემპერატურაზე.

წყლის ორთქლით გამოხდა

წყლის ორთქლით გამოხდა გამოიყენება ისეთი სითხეებისათვის, რომლებიც წყალში ძნელად იხსნებიან და არ ურთიერთქმედებენ მასთან. მეთოდი განსაკუთრებით ეფექტურია, როცა რეაქციის პროდუქტი შეიცავს ძნელად აქროლად ფისოვან მინარევებს. ამ დროს თითოეული სითხის (წყლის, ორგანული ნივთიერების) აორთქლება მიმდინარეობს ერთმანეთისაგან დამოუკიდებლად. ამიტომ ორი ნივთიერების საერთო წნევა P უდრის თითოეული კომპონენტის ნაჯერი ორთქლის წნევების ჯამს:

$$P = P_A + P_B$$

რომელიც არ არის დამოკიდებული A და B კომპონენტების თანაფარდობაზე.

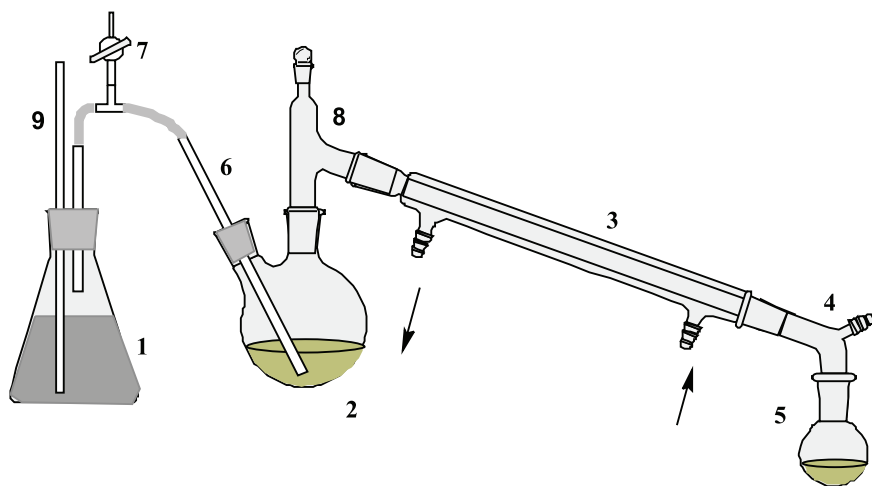
როდესაც საერთო წნევა ატმოსფერულ წნევას უტოლდება, ნარევი იწყებს დუღილს. რადგან P მეთია, ვიდრე P_A ან P_B , ასეთი ნარევის დუღილის ტემპერატურა ყოველთვის დაბალია, ვიდრე მისი ცალკე აღებული შემადგენელი ნაწილებისა.

წყლის ორთქლით გამოხდისათვის გამოიყენება მონწყობილობა (ნახაზი 3.18), რომელიც შედგება: 1-ორთქლის ქვაბის (წყლის ორთქლის გენერატორი), 2- გამოსახდელი კოლბის; 3- მაცივრის; 4- ალონუის; 5- მიმღების; 6- მინის მილის, 7- მინის სამკაპისაგან, რომელსაც მორგებული აქვს ონკანი, 8-გადაწყვანი მილისა და 9-ბარომეტრული მილისაგან.

გვახსოვდეს!
წყლის ორთქლით
გამოხდისას
თერმომეტრი არ
არის საჭირო.

მაღალყელიან დიდი ზომის მრგვალი კოლბაში (კოლბა ავსებული უნდა იყოს მისი მოცულობის არაუმეტეს 1/3 ნაწილისა) მცირედენ წყალთან ერთად შეაქვთ გამოსახდელი ნივთიერება და კოლბას უერთებენ მაცივარს, რომელშიც ატარებენ წყლის ძლიერ ნაკადს. მაცივართან მიერთებულია ალონჟი მიმღებით.

კოლბაში მოთავსებულ სითხეში ატარებენ წყლის ორთქლის ძლიერ ნაკადს. მილი, რომლის საშუალებითაც შეჰყავთ წყლის ორთქლი, თითქმის კოლბის ძირამდე უნდა ჩაიდოს. ორთქლი მიეწოდება სპეციალური ორთქლის გენერატორიდან (მადულარიდან), რომელშიც ასხავენ მისი მოცულობის 2/3 წყალს და ენერგიულად ადუღებენ. მასში თითქმის ბოლომდეა ჩაშვებული დამცველი (ბარომეტრული) მილი. მადულარასა და გამოსახდელ კოლბას შორის სასურველია მოთავსდეს მინის სამკაპი, რომლის გვერდით მილს არგებენ რეზინის მოკლე მილს მომჭერით ან ონკანით, ეს მილი მუშაობის დაწყების წინ გახსნილი უნდა იყოს. როდესაც მადულარში წყალი ადუღდება, რეზინის მილს დაკეტავენ და იწყებენ გამობდას.



ნახაზი 3.18.
ხელსაწყო წყლის ორთქლით
გამობდისათვის:
1 ორთქლის ქვაბი (წყლის
ორთქლის გენერატორი),
2 გამოსახდელი კოლბა,
3 მაცივარი,
4 ალონჟი,
5 მიმღები,
6 მინის მილი,
7 მინის სამკაპი,
8 გადამყვანი მილი,
9 ბარომეტრული მილი

ვაკუუმი გამოხდა

დუღილის მაღალი ტემპერატურის მქონე ორგანული ნაერთი გამობდის დროს სხირად იმლება თავის დუღილის ტემპერატურაზე, ზოგიერთ შემთხვევაში კი უფრო დაბალ ტემპერატურაზეც. ასეთი ნივთიერებების გამობდისათვის იყენებენ ვაკუუმ გამოხდას. წნევის შემცირება იწვევს დუღილის ტემპერატურის დაწევას. ნივთიერება ვერცხლისწყლის სვეტის 760 მმ წნევაზე (1 ატმ) თუ დუღს 350°C-ზე, 10 მმ Hg სვ. -ზე იგი გამოიხდება 160-210 °C-ზე, 0.01 მმ-ზე 100-130 °C-ზე და 0.0001 მმ ვერცხლისწყლის სვეტის წნევის დროს კი 40-50 °C-ზე.

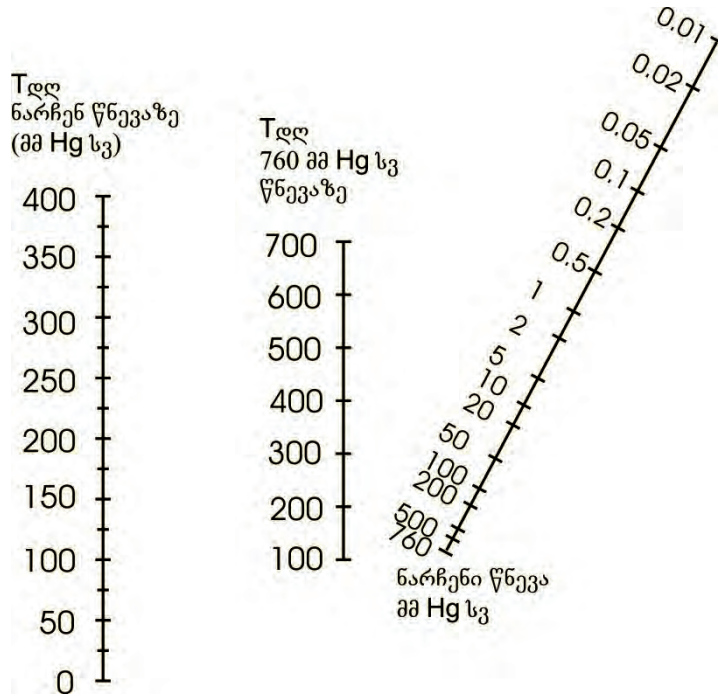
ზოგიერთი ნივთიერების დუღილის ტემპერატურის დამოკიდებულება წნევაზე მოცემულია ნახაზი 3.19-ზე.

მრავალი ორგანული მაღალმდულარე ნაერთის გამობდისათვის საკმარისია ვერცხლისწყლის სვეტის 1-2 მმ წნევამდე გაუხშოება, რომელიც შეიძლება შეიქმნას სხვადასხვა ტიპის ზეთის ტუმბოს საშუალებით. ზეთის ტუმბო უნდა დავიცვათ, რომ მასში არ მოხვდეს გამხსნელების, წყლისა და მუავების ორთქლი. ამ მიზნით ტუმბოს წინ ქსელში რთავენ მშთანთქმელ სვეტს NaOH ითა და გააქტივებული ნახშირით (ან დამჭერით, რომელიც

ცივდება თხევადი აზოტით).

ვაკუუმ გამოხდისათვის ხშირად იხმარება კლაიზენის მრგვალიძირა კოლბა, ხოლო მცირე რაოდენობის ნივთიერებებისათვის - მსხლისებური ფორმის კოლბები. როგორც გამოსახდელი, ასევე მიმღები კოლბები უნდა იყოს მხოლოდ მრგვალიძირა, რადგან ბრტყელიძირა კოლბა ვერ უძლებს წნევის დანოლას. გამოსახდელი კოლბის პირდაპირ ყელში ათავსებენ წვრილად წაგრძელებულ კაპილარს, ხოლო გვერდით მილში თერმომეტრს, რომლის ვერცხისწყლის რეზერვუარი მოთავსებულია გადამყვანი მილის

ნახაზი 3.19. ნარჩენ წნევაზე დუღილის ტემპერატურის განსაზღვრის დიაგრამა



ოდნავ უფრო დაბლა. გამოსახდელი სითხის თანაბარი დუღილის შესანარჩუნებლად კოლბაში ჩაშვებულია კაპილარი, რომლის ბოლო თითქმის კოლბის ძირამდე ჩადის. გამოხდის დროს კაპილარიდან საჭიროა უწყვეტად შედიოდეს ჰაერი ან რომელიმე ინერტული აირი წვრილი პერიოდული ბუშტების სახით.

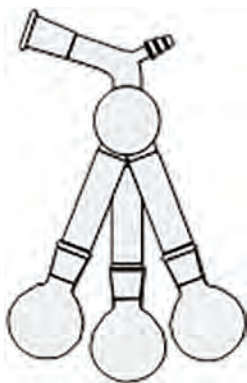
ვაკუუმ-გამოხდის დროს ცალკეული ფრაქციის შესაგროვებლად გამოიყენება სხვადასხვა სახის ალონჟე ე.წ. "ობობა".

გამოხდის დაწყების წინ ამონზმებენ დანადგარის ჰერმეტიულობას.

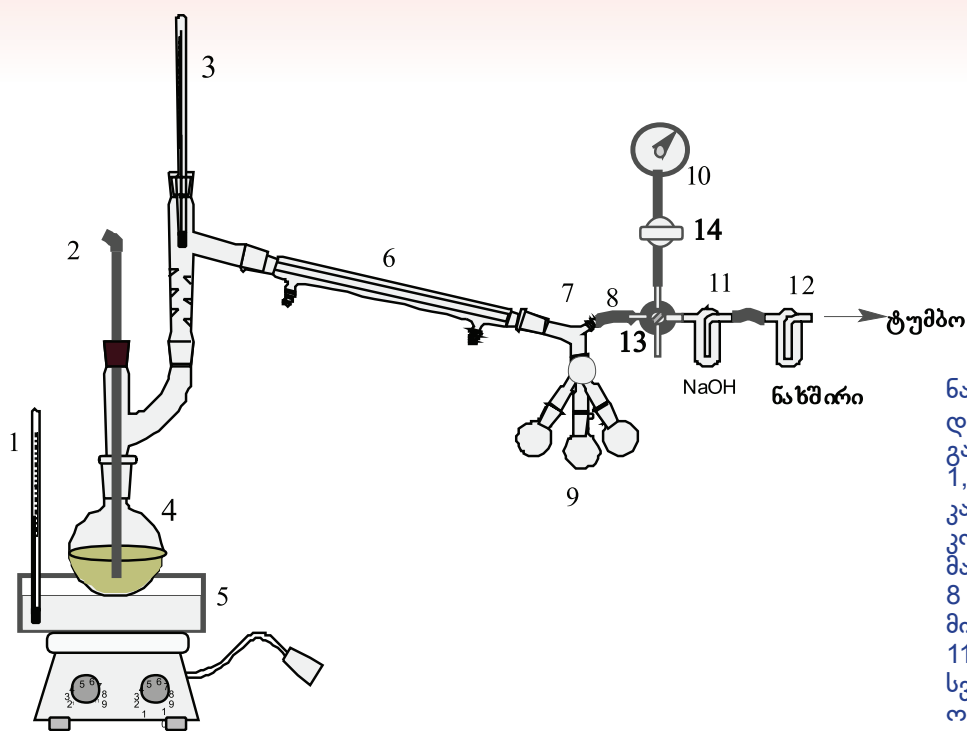
ვაკუუმ-ტუმბოს ჩართვისას მანომეტრისაკენ მიმართული ონკანი 14 დაკეტილია, ხოლო სამსვლიანი ონკანი 13 გადართულია ატმოსფეროსკენ (კოლბა გამოთიშულია ტუმბოსაგან). შემდეგ მას ფრთხილად გადართავენ სისტემისაკენ. გამოსახდელი კოლბა ცხელდება წყლის, ზეთის, ან ვუდის შენადნობიან აბაზანებზე.

ვაკუუმ გამოხდას იმავე სიჩქარით აწარმოებენ, როგორც ატმოსფერული წნევის დროს. გამოხდის დამთავრების შემდეგ საჭიროა დანადგარი გაცივდეს, ონკანი 14 დაიკეტოს და 13 გაიღოს (შეუერთდეს ატმოსფეროს), შემდეგ გამოირთვება ვაკუუმ ტუმბო. ონკანი 14 უნდა გაიღოს თანდათანობით, რათა ატმოსფერული ჰაერის ერთბაშად დანოლამ არ გატეხოს ვერცხლისწყლის მანომეტრი.

ვაკუუმ-გამოხდისას აუცილებელია დამცველი სათვალით მუშაობა. სასტიკად აკრძალულია ვაკუუმის ჩართვის შემდეგ რაიმე შესწორების გაკეთება გამოსახდელ დანადგარში.



ნახაზი 3.20. "ობობა" ვაკუუმ გამოხდისათვის



ნახაზი 3.21.
დანადგარი ვაკუუმ
გამოხდისთვის:
1, 3-თერმომეტრები, 2
კაპილარი, 4 კლაიზენის
კოლბა, 5 აბაზანა, 6
მაცივარი, 7 "ობობა",
8 "ობობის" ტუბუსი, 9
მიმღები, 10 მანომეტრი,
11, 12 მშთანთქმელი
სვეტები, 13 სამსვლიანი
ონკანი, 14 ონკანი

გამხსნალების აორთქლება და ხსნარების კონცენტრირება

გამხსნელების დაბალ ტემპერატურაზე ასაორთქლებლად და ხსნარების დასაკონცენტრირებლად ფართოდ გამოიყენება როტაციული ტიპის ამაორთქლებლები (სურათი 3.27)



სურათი 3.27.
როტაციული
ამაორთქლებელი

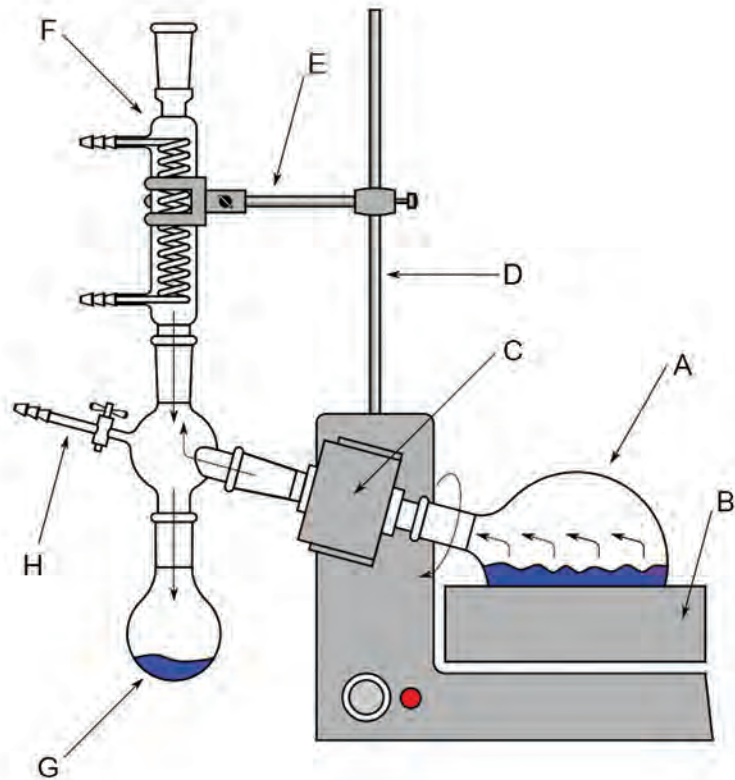
არსებობს სხვადასხვა კონსტრუქციის როტაციული ამაორთქლებელი, რომელთა მუშაობა ერთი და იგივე პრინციპს ემყარება.

ასაორთქლებელ ხსნარს ათავსებენ კოლბაში, რომელიც დახრილ მდგომარეობაში ბრუნავს თავისი ღერძის გარშემო. კოლბა მიერთებულია უკუმაცივართან, რომელშიც ცირკულირებს ცივი წყალი. უკუმაცივარი თავის მხრივ შეერთებულია ვაკუუმის დანადგართან (მაგ. წყალჭაველიან

ტუმბოსთან). კოლბის წრიული მოძრაობისას შიგა ზედაპირზე წარმოიქმნება ხსნარის თხელი ფენა. კოლბა თანაბრად ცხელდება აბაზანაში. ამასთან ერთად გამორიცხულია ხსნარის გადახურება და ამორტყოცნა.

როტაციულ ამორტყლებელში დიდი ასაორტყლებელი ფართის გამო აორტყლების პროცესი სწრაფად მიმდინარეობს. როტაციულ ამორტყლებელში, კარგი ჰერმეტიულობის შედეგად, დამყარებული ვაკუუმი შეადგენს 0.1 მმ ვერცხ.წყ.სვეტს. ხსნარების აორტყლების სიჩქარე 1 ლ ტევადობის კოლბიდან შეადგენს დაახლოებით 500 მლ/სთ-ში.

ნახაზი 3.22. როტაციული ამორტყლებელის პრინციპული სქემა:
 A – კოლბა
 ასაორტყლებელი ხსნარით
 B წყლის (ზეთის) აბაზანა
 C-როტორი
 D- შტატივი
 E - თათი
 F- უკუმაცივარი
 G- მიმღები
 H-ვაკუუმის ხაზი ონკანით



გადაკრისტალეზა

მყარი ნაერთების გასუფთავების მნიშვნელოვან მეთოდს წარმოადგენს კრისტალიზაცია (გადაკრისტალეზა)

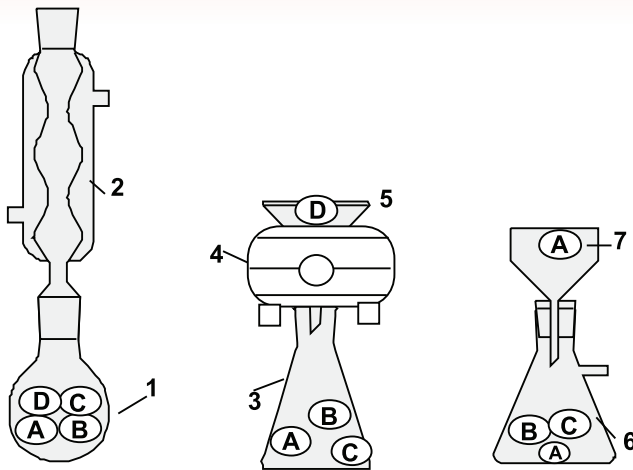
გადაკრისტალეზის საშუალებით ხდება ქიმიური მინარევეების მოცილება და მიზნობრივი ნივთიერების სუფთა სახით მიღება.

გადაკრისტალეზის მეთოდი ეყრდნობა მიზნობრივი ნივთიერების და მინარევეების განსხვავებულ ხსნადობას ერთსა და იმავე გამხსნელში (მაგალითად წყალში) სხვადასხვა ტემპერატურაზე.

გადაკრისტალეზის პროცესის არსი შემდეგში მდგომარეობს:

ვთქვათ საწყის ნივთიერებათა ნარევი შედის A ნივთიერება - 95%, B-3%, C-1%, D-მეფანიკური მინარევეები - 1%. ამასთან A- გასასუფთავებელი (მიზნობრივი) ნივთიერებაა, რომლის ხსნადობა მკვეთრად იზრდება ტემპერატურის ზრდასთან ერთად. B და C-მინარევეებია, რომლებიც ასევე

იხსნებიან გამხსნელში ოთახის ტემპერატურაზე, D - არ იხსნება გამხსნელში.



ნახაზი 3.23.

გადაკრისტალეზაციის საჭირო ხელსაწყოები:

- 1- მრგვალი კოლბა,
- 2- უკუმაცივარი,
- 3- ერლენ-მეიერის კოლბა, 4- ძაბრის გამახურებელი,
- 5- მინის ძაბრი,
- 6- ბუნუნის კოლბა,
- 7- ბიუნუნის ძაბრი

ზოგადად, გადაკრისტალეზის პროცესი შეიძლება შემდეგი სახით ჩამოვყალიბოთ: საკვლევ ნივთიერებას გამხსნელში (მაგალითად, წყალში) ისეთი რაოდენობით ხსნიან, რომ 100 °C-ზე გაცხელებით იგი იძლევა A ნივთიერების მიმართ ნაჯერ, ხოლო B და C ნივთიერებების მიმართ უჯერ ხსნარს. გაცივებით ხსნარი გადადის A ნივთიერების მიმართ ზენაჯერ ხსნარში. ამის გამო ეს ნივთიერება გამოკრისტალდება, B და C - კი მცირე პროცენტული შემცველობის გამო რჩებიან ხსნარში (მათ მიმართ ხსნარი უჯერი რჩება).

გვახსოვდეს!

ორგანულ გამხსნელებში გადაკრისტალეზა გამწვან კარადაში უნდა ჩატარდეს!

პრაქტიკულად გადაკრისტალეზა უნდა ჩატარდეს შემდეგი სქემით:

ექსპერიმენტი. გადაკრისტალეზა

1. ქიმიური ცნობარის საშუალებით უნდა შეირჩეს ისეთი გამხსნელი, რომელშიც მიზნობრივი ნაერთი შეზღუდულად იხსნება;
2. ავზონოთ გადასაკრისტალეზელი ნარევი
3. შტატივზე თათის საშუალებით დავამაგროთ ერთყელა მრგვალი კოლბა;
4. კოლბაში მოვათავსოთ გადასაკრისტალეზელი ნარევი;
5. დავამატოთ შერჩეული გამხსნელის მცირე რაოდენობა და შევანჯღრიოთ კოლბა ან წვირის საშუალებით მოვუვრიოთ. გამხსნელი უნდა დაემატოს იმდენი, რომ საკვლევი ნარევის მხოლოდ მცირე ნაწილი გაიხსნას!
6. კოლბას მოვარგოთ უკუმაცივარი, რომელსაც მორგებული აქვს რეზინის მილები;
7. ქვედა რეზინის მილი მივაერთოთ ონკანის წყალთან;
8. ზედა რეზინის მილი ჩავუშვათ კანალიზაციაში;
9. კოლბის ქვეშ მოვათავსოთ ქურა და ხსნარი გავაცხელოთ;
10. დავაკვირდეთ, მთლიანი მასა გაიხსნება თუ არა. თუ არ გაიხსნა, უკუმაცივრის გავლით დავამატოთ გამხსნელის მცირე ულუფა. გავითვალისწინოთ, რომ გამხსნელის ახალი ულუფის დამატების შემდეგ ხსნარი ცივდება და დაველოდოთ მის ხელახლა წამოღულებას.

11. წინა მოქმედება გავიმეორეთ მანამ, სანამ თითქმის მთლიანად არ გაიხსნება ნივთიერება. გავითვალისწინოთ, რომ გადასაკრისტალებელი ნარევი შეიძლება შეიცავდეს უხსნად მინარევებს. ამიტომ თუ გამხსნელის მორიგი პორციის დამატების შემდეგ გასახსნელი ნარევის რაოდენობა არ შემცირდება, შევწყვიტოთ გამხსნელის დამატება.
12. ვადულოთ ხსნარი რამდენიმე წუთს. პარალელურად მოვამზადოთ ცხლად გაფილტვრის ძაბრი და შევათბოთ.
13. მოვხსნათ უკუმაცივარი კოლბიდან, გავათავისუფლოთ თათი შტატივიდან და მიღებული ნაჯერი ხსნარი ჩავასხათ ძაბრში. თუ ძაბრის ტევადობა უფრო მცირეა, ვიდრე მიღებული ხსნარი, მაშინ კოლბა დავაბრუნოთ შტატივზე, ხელახლა მოვარგოთ უკუმაცივარი და დავტოვოთ ქურაზე.
14. ცხლად გავილტვრის შემდეგ მიღებული ფილტრატი გავაცივოთ
15. დაველოდოთ გამორკისტალებას.
16. მიღებული ზენაჯერი ხსნარი ხელახლა გავფილტროთ ცივ მდგომარეობაში.
17. ფილტრის ქალაღზე დარჩენილი კრისტალები შევაგროვოთ, გავაშროთ და ავწონოთ
18. ვიანგარიშოთ ძირითადი ნივთიერების შემცველობა საწყის ნარევაში.

თუ შესაფერისი გამხსნელი ვერ შეირჩა, მაშინ იღებენ გამხსნელების ნარევს, რომელთაგან ერთი კარგად, ხოლო მეორე ცუდად ხსნის გასასუფთავებელ ნივთიერებას. ამ დროს ხშირად გამოიყენება განზავებული სპირტის, ბენზოლის, ნაჯერი ნახშირწყალბადებისა და ქლოროფორმის ნარევი.

გემოალნიშნულ პროცესს იმეორებენ რამოდენიმეჯერ, სანამ საკვლევი ნივთიერება სუფთა სახით (99,9%) არ მიიღება. სისუფთავის ხარისხს ამოწმებენ ამ ნივთიერების ფიზიკური კონსტანტების დადგენით (ლღობის ტემპერატურა, ქრომატოგრაფია და სხვა).

ექსტრაქცია

გვახსოვდეს!

განაწილების
კოეფიციენტი
მოცემულ
ტემპერატურაზე
მუდმივ სიდიდეს
წარმოადგენს.

ხსნარიდან ან მყარი ნივთიერების ნარევიდან ნივთიერების გამოყოფას სხვადასხვა გამხსნელების საშუალებით ექსტრაქცია (ანუ გამოწვლილვა) ეწოდება. მას საფუძვლად უდევს სხვადასხვა ნივთიერების განსხვავებული ხსნადობა ერთსადაიმავე გამხსნელში ან ორ შეურევად გამხსნელში ერთი და იგივე ტემპერატურაზე.

წყალხსნარიდან ორგანული ნაერთების გამოსაყოფად აწარმოებენ გამოწვლილვას ისეთი გამხსნელებით, რომლებიც წყალში უხსნადნი არიან, ხოლო მოცემული ნივთიერებები მათში კარგად იხსნებიან.

ექსტრაქციის დროს გამხსნელად ხშირად იყენებენ ადვილად აქროლად ნივთიერებებს - დიეთილის ეთერს, ბენზოლს, ქლოროფორმს და სხვ.

გახსნილი ნივთიერების განაწილება ორ თხევად ფაზას შორის (მაგ. წყალი და ორგანული გამხსნელი) განისაზღვრება ნერსტის განაწილების კანონის მიხედვით:

$$\frac{S_A}{S_B} = K$$

სადაც K - განაწილების კოეფიციენტი, S_A და S_B - განაწილებული ნივთიერებების ხსნადობა ორივე გამხსნელში (S_A -ორგანულ გამხსნელებში, S_B - წყალში).

K განაწილების კოეფიციენტი მოცემულ ტემპერატურაზე მუდმივ სიდიდეს წარმოადგენს.

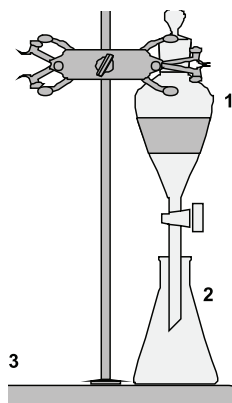
ნივთიერების წყლიდან ექსტრაგირებისათვის იყენებენ ისეთ ორგანულ გამხსნელს, რომელშიც მოცემული ნივთიერება იხსნება ბევრად უფრო ადვილად, ვიდრე წყალში, ე.ი. $S_A > S_B$. იმ შემთხვევაში, როდესაც $K > 20$, ნივთიერების წყლიდან გამოსაწვლილვად საკმარისია ერთჯერადი ექსტრაქცია.

თუ $K < 20$, ექსტრაქცირებას რამოდენიმეჯერ აწარმოებენ გამხსნელის ახალი ულუფების დამატებით. წყალხსნარებიდან ორგანული ნივთიერების ექსტრაგირებას და ერთმანეთში შეურევადი სითხეების გამოყოფას აწარმოებენ ცილინდრისებრი ან მსხლისებრი გამყოფი ძაბრების საშუალებით. ექსტრაქციის დაწყებამდე საჭიროა შემოწმდეს გამყოფი ძაბრის ონკანის გამართულობა. ამისათვის მასში ასხავენ წყალს, თუ ონკანი წვეთავს, მას გაპოხავენ ვაზელინით. ძაბრს ამაგრებენ შტატივზე, ჩვეულებრივი ძაბრის საშუალებით ასხავენ საკვლევ სითხეს, უმატებენ მცირეოდენ გამხსნელს და მჭიდროდ ახურავენ საცობს. შემდეგ გამყოფ ძაბრს გადმოაბრუნებენ, თან ხელს უჭერენ საცობს, ონკანს და ფრთხილად შეანჯღრევენ, ამ დროს გამხსნელის აორთქლების შედეგად წარმოქმნილი ჭარბი წნევის შესამცირებლად საჭიროა ონკანი გაილოს მცირე ხნით, შემდეგ რამოდენიმე წუთის განმავლობაში ენერგიულად ანჯღრევენ ძაბრს და დროდადრო აღებენ ონკანს.

შენჯღრევის დამთავრების შემდეგ გამყოფ ძაბრს ამაგრებენ შტატივზე, ქვეშ შეუდგამენ კოლბას ან ქიმიურ ჭიქას. ფენების მკაფიოდ გაყოფის შემდეგ ძაბრიდან საცობს იღებენ, აღებენ ონკანს და ჩამოასხამენ ქვედა ფენას, ხოლო ზედა ფენას ძაბრის ზედა ხვრელიდან სხვა კოლბაში გადმოასხამენ.

ექსტრაქციის დამთავრების შესამოწმებლად ექსტრაქტის ბოლო წვეთს ათავსებენ საათის მინაზე და გამხსნელს აორთქლებენ. თუ სინჯი აორთქლდა ნარჩენის გარეშე, მაშინ ექსტრაქცია დამთავრებულად ითვლება.

ეთერთან და სხვა ადვილად აალებად გამხსნელებთან მუშაობა არ შეიძლება ჩატარდეს ცეცხლთან ახლოს.



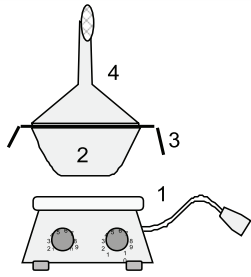
ნახაზი 3.24.
ექსტრაქციის
მონაცემილობა.
1- გამყოფი ძაბრი
2- ერლენ-მეიერის
კოლბა
3-შტატივი

გვახსოვდეს!

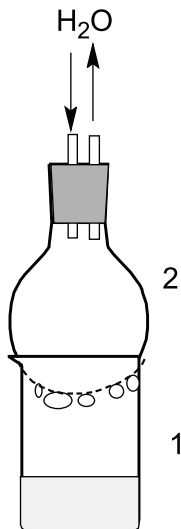
ეთერთან და სხვა ადვილად აალებად გამხსნელებთან მუშაობა არ შეიძლება ჩატარდეს ცეცხლთან ახლოს.

სუბლიმაცია (გარტვილვა)

ზოგიერთ ნივთიერებას (მაგ. იოდი, ქინონი, ბენზომუჟავა, ნაფთალინი) მყარ მდგომარეობაში იმდენად მაღალი ორთქლის წნევა აქვს, რომ მათი გამოხდა შესაძლებელია გაღლების გარეშე – ზერთვილვით (სუბლიმაციით). ამ ნივთიერების ორთქლი გაცივებისას, თხევადი ფაზის გაუვლელად მყარ მდგომარეობაში გადადის. ზერთვილვას მყარი ნივთიერების გასუფთავების მიზნით მხოლოდ იმ შემთხვევაში იყენებენ,



ნახაზი 3.25.
სუბლიმაციის
მონწყობილობა.
1- ელექტროქურა,
2 ფაიფურის ჯამი, 3
ფილტრის ქაღალდი,
4 მინის ძაბრი



ნახაზი 3.26.
სუბლიმაციის
მონწყობილობა:
1-ქიმიური ჭიქა,
2-მრგვალიძირა
კოლბა საცობით და
ორი მილით, ერთი
მილი მიერთებულია
ონკანთან და
ხოლო მეორე -
კანალიზაციასთან

როდესაც მოცემული ნივთიერების მეტისმეტად დიდი ან მცირე ხსნადობის გამო ჩვეულებრივ გამხსნელებში მისი გადაკრისტალდება გაძნელებულია ან სრულიად არ ხერხდება.

ნივთიერების ზერთვილვას შემდეგნაირად აწარმოებენ. ნივთიერებას ათავსებენ ფაიფურის ჯამზე. ზევიდან ახურავენ რამდენიმე ადგილას გახვრეტილ (ნასვრეტებიან) ფილტრის ქაღალდს. ფილტრის ქაღალდს ზევიდან უფრო ნაკლები დიამეტრის მქონე მინის ძაბრს ახურავენ, რომლის ვიწრო ბოლოში მოთავსებულია ბამბა. ძაბრს გარედან ახვევენ სველ ქსოვილს. ჯამში მოთავსებულ ნივთიერებას ფრთხილად აცხელებენ. ძაბრის ცივ შიდა ზედაპირზე გამოიყოფა კრისტალები, ფილტრი ხელს უშლის კრისტალების უკან ჩაცვენას.

ნივთიერების დიდი რაოდენობის სუბლიმაცია მოსახერხებელია ჩატარდეს ჭიქაში, რომლის ფსკერზე ასაქროლებელ ნივთიერებას ათავსებენ (ნახაზი 3.26). ჭიქას ჰაერის ან ზეთის აბაზანაზე აცხელებენ. ჭიქაში 1 ჩაშვებულია კოლბა 2, რომელიც შიგნიდან გამდინარე წყლით ცივდება.

კოლბის გარეთა ზედაპირზე გამოიყოფა სუბლიმირებული კრისტალები. უნდა აღინიშნოს, რომ სუბლიმაცია ჩვეულებრივად საშუალებას იძლევა მივიღოთ ზესუფთა ნივთიერება.

ლღობის ტემპერატურის განსაზღვრა

ტემპერატურას, რომლის ზემოთ მყარი ნივთიერება გადადის თხევად აგრეგატულ მდგომარეობაში ლღობის ტემპერატურა ეწოდება. ამ ტემპერატურაზე ერთდროულად არსებობენ და წონასწორობაში იმყოფებიან როგორც თხევადი, ისე მყარი ფაზები.

ლღობის ტემპერატურა წარმოადგენს ნაერთის მნიშვნელოვან მახასიათებელ ფიზიკურ კონსტანტას. ითვლება, რომ ყველა ნივთიერებას ინდივიდუალური ლღობის ტემპერატურა გააჩნია, ამიტომ ეს პარამეტრი შესაძლებელია გამოვიყენოთ ნაერთის ინდივიდუალობისა და სისუფთავის დასადგენად.

მინარევები მყარი ნივთიერების ლღობის ტემპერატურას დაბლა სწევს. ამიტომ ჭუჭყიანი ნივთიერების ლღობის ტემპერატურა ყოველთვის უფრო დაბალია, ვიდრე შესაბამისი სუფთა ნივთიერებისა.

ლღობის ტემპერატურის განსაზღვრას აწარმოებენ სხვადასხვა ხელსაწყოში, ერთ-ერთი ხელსაწყო მოცემულია ნახაზი 3.27-ზე.

თერმომეტრი სინჯარის ფსკერიდან უნდა იყოს დაშორებული 5-10 მმ-ით და არ უნდა ეხებოდეს კედლებს.

ექსპერიმენტი: ლღობის კაპილარის მომზადება

1. ავიღოთ გრძელი კაპილარი, დავიკავოთ ორივე ხელში და შევიტანოთ სპირტქურის ალში.
2. ვატრიალოთ კაპილარი მუდმივად მინის განითლებამდე
3. გავქაჩოთ კალიპარი ორივე ხელით განყვეტამდე მუდმივი ტრიალის პირობებში.
4. განყვეტის შემდეგ კაპილარის ორივე ბოლო მიიღება წამახვილებული. შევიტანოთ კვლავ სპირტქურის ალში და მუდმივი ტრიალით მივუჩილოთ ერთი ბოლო სრულად.

ნივთიერებას წვრილად აფხვიერებენ და ათავსებენ კაპილარში (სიგრძე 30-40 მმ, დიამეტრი არანაკლებ 1-1.5 მმ-ისა), რომელსაც ერთი ბოლო მირჩილული აქვს. მის ღია თავს ჩაუშვებენ ფხვნილში. ამ დროს ფხვნილი თავსდება კაპილარის ზედა ნაწილში. კაპილარს გადააბრუნებენ ისე, რომ ღია თავი ზევით ჰქონდეს და ჩაადებენ 50-70 სმ სიგრძის მშრალი მინის მილში, რომელიც ვერტიკალურად იკავებენ მაგიდაზე (სასურველია მინის ზედაპირზე). პროცედურას იმეორებენ. მრავალჯერადი ვარდნის შედეგად ნივთიერება კაპილარში იტკეპნება და წარმოიქმნება მისი მკვრივი სვეტი (ნივთიერებამ უნდა შეავსოს 2-3 მმ)

შემდეგ კაპილარს რეზინის ვიწრო რგოლით ამაგრებენ თერმომეტრზე ისე, რომ ნივთიერების სვეტი ვერხცლისწყლიანი ბურთულის შუაში იყოს მოთავსებული. თერმომეტრი ჩაშვებულია სპეციალურ მრგვალძირა კოლბაში მოთავსებულ სინჯარაში (კოლბაში ჩასხმულია მაღალმდუღარე ნივთიერება, მაგალითად კონც. გოგირდმუავა ან გლიცერინი). კოლბას გაახურებენ უსათუოდ ალზე. დასაწყისში ახურებენ სწრაფად ლღობის ტემპერატურის მიღწევამდე 15-20 °C-ით ქვემოთ. ლღობის წერტილთან გახურება ძალიან ნელა უნდა ხდებოდეს. ხოლო 2-3 °C-ით მიახლოებისას, საერთოდ წყვეტენ გახურებას.

იმ შემთხვევაში, როდესაც საზღვრავენ უცნობი ნივთიერების ლღობის ტემპერატურას, გახურებას აწარმოებენ ნელა, მთელი ცდის მსვლელობის განმავლობაში.

გაღობა მიმდინარეობს ტემპერატურის გარკვეულ ზღვრებში. ლღობის ტემპერატურის ათვლას იწყებენ თხევადი ფაზის წარმოქმნის პირველი ნიშნებიდან და ამთავრებენ ნივთიერების გამჭვირვალე სითხედ გარდაქმნისას.

რაც უფრო ნაკლებია ტემპერატურის ინტერვალის ლღობის დაწყებასა და დამთავრებას შორის, მით უფრო სუფთაა ნივთიერება.

ლღობის ტემპერატურის გაზომვისას ლღობის პროცესის დაწყებისა და დამთავრების ანათვალეები დიდ და საჭირო ინფორმაციას იძლევიან. შესაძლებელია შემდეგი შემთხვევები:

ვთქვათ, საანალიზო ნივთიერების ლღობის ტემპერატურა უნდა იყოს 156-158°C. ანალიზის ჩატარების შემდეგ დადგინდა, რომ ლღობის ტემპერატურა არის 100-140°C. მიღებული მონაცემებიდან შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ საანალიზო ნივთიერება მოიცავს მინარევებს (ინტერვალის 140-100=40°C). იგი უნდა გასუფთავდეს რომელიმე მეთოდით და ხელახლა გაიზომოს ლღობის ტემპერატურა.

ვთქვათ, საანალიზო ნივთიერების ლღობის ტემპერატურა უნდა იყოს 156-158°C. ანალიზის ჩატარების შემდეგ დადგინდა, რომ ლღობის ტემპერატურა არის 102-104°C. მიღებული მონაცემებიდან შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ საანალიზო ნივთიერება არ მოიცავს მინარევებს (ინტერვალის 104-102=2°C). ამდენად მის გასუფთავებას აზრი არ აქვს, რადგან იგი წარმოადგენს სხვა ნივთიერებას.

ვთქვათ, საანალიზო ნივთიერების ლღობის ტემპერატურა უნდა იყოს 156-158°C. ანალიზის ჩატარების შემდეგ დადგინდა, რომ ლღობის ტემპერატურა არის 160-170°C. მიღებული მონაცემებიდან შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ საანალიზო ნივთიერება მოიცავს მინარევებს (ინტერვალის 170-160=10 °C), თუმცა მის გასუფთავებას კვლავ არ აქვს აზრი, რადგან მისი გასუფთავების შემთხვევაში ლღობის ტემპერატურა კიდევ უფრო გაიზრდება.

ლღობის ტემპერატურის განსაზღვრისას საჭიროა სიფრთხილე, მუშაობა



ნახაზი 3.27.
ხელსაწყო ლღობის
ტემპერატურის
განსაზღვრისათვის:
1- მრგვალძირა
კოლბა,
2-სინჯარა,
3 თერმომეტრი,
4 კაპილარი
საკვლევი
ნივთიერებით

უნდა ჩატარდეს დამცველი სათვალით.

გარდატეხის (რეფრაქციის) მაჩვენებელი

თხევადი ნივთიერებების იდენტიფიკაციისა და სისუფთავის შესამოწმებლად აგრეთვე გამოიყენება გარდატეხის მაჩვენებლის განსაზღვრა.

გარდატეხის მაჩვენებელი იზომება რეფრაქტომეტრის საშუალებით. მისი მოქმედება დამყარებულია შემდეგ პრინციპზე: მონოქრომატული სხივი ორი სხვადასხვა გარემოს გამყოფი საზღვრის გავლისას გარდატეხდება გარკვეული კუთხით. გარდატეხის კუთხის სიდიდის მნიშვნელობა ეფუძნება სნელის კანონს:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{c_1}{c_2} = n$$

სადაც c_1 და c_2 სინათლის სიჩქარეებია პირველ და მეორე გარემოში. გარდატეხის მაჩვენებლის სიდიდე დამოკიდებულია ტემპერატურაზე და ხსნარების კონცენტრაციაზე. ორგანული ხსნარებისათვის ყოველი ერთი გრადუსით ტემპერატურის გადიდება იწვევს გარდატეხის მაჩვენებლის $4 \times 10^{-4} - 5 \times 10^{-4}$ ერთეულით შემცირებას.

რეფრაქტომეტრიის გამოყენებით შესაძლებელია ხსნარების კონცენტრაციის განსაზღვრა და ნივთიერებების სისუფთავის დადგენა.

გარდატეხის მაჩვენებელი ჩაინერგება შემდეგნაირად:

$$n_D^{20},$$

სადაც n_D^{20} გარდატეხის მაჩვენებელია არის 20°C . D-ნატრიუმის ატომის გამოსხივების ხაზი.

გარდატეხის მაჩვენებელი, როგორც დუღილის და ლღობის ტემპერატურები, გვევლინება ნივთიერების სპეციფიკურ მახასიათებლად.

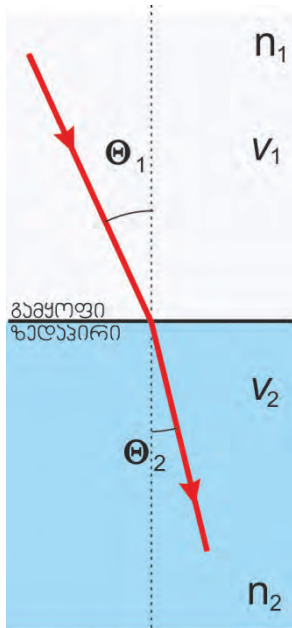
მოლეკულური რეფრაქცია განისაზღვრება ლორენც-ლორენცის ფორმულით

$$[R_i] = \frac{n_D^{20} - 1}{n_D^{20} + 2} \times \frac{M}{d}$$

სადაც n - გარდატეხის მაჩვენებელი; d სიმკვრივე იმავე ტემპერატურაზე; M - მოლეკულური მასა.

გარდა ამისა, მოლეკულური რეფრაქცია შეიძლება გამოანგარიშებული იყოს ნაერთის სტრუქტურული ფორმულიდან: მათში შემავალი ატომური და სტრუქტურული კონსტანტების და რეფრაქციის კავშირების ჯამით.

კარგი შეთანხმება მოლეკულური რეფრაქციის ექსპერიმენტული და თეორიული მნიშვნელობისა გვევლინება დადგენილი ნაერთის ფორმულის სისწორის საიმედო მტკიცებად.



სურათი 3.28.
სინათლის გარდატეხა
ორი გარემოს გაყოფის
საზღვარზე

ქრომატოგრაფია

სორბციული მეთოდებით ნივთიერებათა ნარევების დაყოფას დინამიკურ პირობებში ქრომატოგრაფია ეწოდება.

ამ მეთოდს დიდი გამოყენება აქვს მეცნიერების და ტექნიკის სხვადასხვა დარგში (ქიმია, მედიცინა, ბიოლოგია და სხვ). განსაკუთრებული როლი ენიჭება ქრომატოგრაფიულ მეთოდს თანამედროვე ორგანული ქიმიის განვითარებაში, რადგან ამ მეთოდის გამოყენებით შესაძლებელია მეტად მნიშვნელოვანი საკითხების გადაჭრა/განხორციელება:

- ნივთიერებათა რთული ნარევების დაყოფა ცალკეულ კომპონენტებად.
- ნივთიერებათა თვისებითი და რაოდენობითი შედგენილობის განსაზღვრა.
- ნივთიერებათა ინდივიდუალობის დადგენა და სუფთა სახით გამოყოფა.

აღსორბციული ქრომატოგრაფია დაფუძნებულია საკვლევ ნივთიერებათა ნარევების აღსორბენტზე ერთმანეთისაგან განსხვავებული აღსორბციის უნარზე.

დიდი მნიშვნელობა ენიჭება აღსორბენტის და გამხსნელის შერჩევას.

აღსორბენტის შერჩევისას ყურადღება უნდა მიექცეს შემდეგ მოთხოვნებს:

- აღსორბენტი უნდა იყოს ქიმიურად ინერტული საკვლევ ნარევისა და გამხსნელების მიმართ;
- აღსორბენტი უნდა ხასიათდებოდეს შემავალი ნარევის შემადგენელი კომპონენტების მიმართ სხვადასხვა აღსორბციის უნარით;

დიდი მნიშვნელობა აქვს აღსორბენტის დისპერსიულობას. აღსორბენტის ნაწილაკების ზომების შემცირებასთან ერთად იზრდება შთანთქმის უნარი.

გამხსნელის შერჩევისას ყურადღება ექცევა შემდეგ მოთხოვნებს:

- ინერტულობას საანალიზო ნარევისა და აღსორბენტის მიმართ;
- მაქსიმალურად უარყოფითი აღსორბირების უნარს მოცემული აღსორბენტის მიმართ. ეს თვისებები ეყრდნობა გამხსნელების პოლარობას.

ქვემოთ ჩამოთვლილია გამხსნელები, რომლებიც ფართოდ გამოიყენება ქრომატოგრაფიაში:

პეტროლეინის ეთერი	პირიდინი	ქლორმეთანი	მეთანოლი
ციკლოჰექსანი	აცეტონი	ქლოროფორმი	წყალი
ტეტრაქლორმეთანი	ნ-პროპანოლი	დიეთილეთერი	ძმარმუავა
ბენზოლი	ეთანოლი	ეთილაცეტატი	



სურათი 3.29.
თხელფენოვანი
ქრომატოგრაფია:
1-სტარტის ხაზი
სუსტად შესამჩნევი
ლაქა ან მისი
დატანის წერტილი;
2,3,4-კომპონენტების
ლაქები;
5- ფრონტის ხაზი

თხელფენოვანი ქრომატოგრაფია

თხელფენოვანი ქრომატოგრაფიის საშუალებით შეისწავლება ნივთიერებების ნარევთა თვისებითი და რაოდენობითი შედგენილობა. უფრო იშვიათად, თხელფენოვანი ქრომატოგრაფია გამოიყენება სუფთა ნივთიერებების გამოსაყოფად.

თხელფენოვანი ქრომატოგრაფია ეყრდნობა საკვლევე ხსნარში შემავალი კომპონენტების ადსორბციის სხვადასხვა უნარს. შემდგომი თანმიმდევრული დესორბცია და გამოყოფა შემადგენელ კომპონენტებად მიმდინარეობს სხვადასხვა გამხსნელის საშუალებით. ექსპერიმენტის შედეგად ლეულობენ თხელფენოვან ქრომატოგრამებს. სამ კომპონენტიანი სისტემისათვის მიიღება შემდეგი სახის ქრომატოგრამა (სურათი 3.29)

თხელფენოვანი ქრომატოგრაფიისათვის გამოიყენება თხელფენოვანი ქრომატოგრაფიული ფირფიტა, კრისტალიზატორი, თხელფენოვანი ქრომატოგრამის გასამულავნებელი კამერა.

ქრომატოგრაფიული ფირფიტა არსებობს მინის, პლასტმასის ან ლითონის, რომელზეც დაფენილია ადსორბენტის თხელი ფენა. ადსორბენტად შეიძლება გამოყენებულ იქნას სხვადასხვა მშთანთქმელი. მათ შორის ყველაზე დიდი გამოყენება აქვს ალუმინის ოქსიდს (Al_2O_3) და სილიკაგელს ($\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$). სორბენტის ფენა შეიძლება იყოს დამაგრებული ან დაუმაგრებელი.

კრისტალიზატორი წარმოადგენს მინის ჭურჭელს სახურავით, რომელშიც არის გამხსნელის მცირე რაოდენობა 3-4 მმ სიმაღლეზე. აუცილებლად უნდა შეირჩეს ადსორბენტი - გამხსნელის ისეთი სისტემა, რომელიც მოგვცემს კომპონენტების მკვეთრ განაწილებას მოცემულ სისტემაში.

გასამულავნებელი კამერა წარმოადგენს მინის ჭურჭელს, რომელშიც ათავსებენ იოდის კრისტალებს, რომლებიც ადვილად ორთქლდებიან და წარმოქმნის იოდის ნაჯერ ორთქლს. იოდის ორთქლის საშუალებით ხდება ქრომატოგრამის გამომულავნება.

ქრომატოგრამის გამომულავნება შეიძლება აგრეთვე ქრომატოგრამის დასხივებით ულტრაიისფერი სხივებით, გოგირდმუავით, რომელსაც ასხურებენ პულვერიზატორით და სხვა.

ექსპერიმენტის მსვლელობა. მუშაობის დასაწყისში ამზადებენ გამოსაკვლევი ნივთიერებების ნარევის განზავებულ ხსნარს წინასწარ შერჩეულ გამხსნელში. წვრილი კაპილარის ბოლოთი ეხებიან ხსნარის ზედაპირს. ამ დროს ხსნარი ადის კაპილარში კაპილარული ძალების გავლენით.

ქრომატოგრაფიული ფირფიტის ერთ-ერთ ბოლოზე აწვეთებენ (კაპილარის საშუალებით) საკვლევი ხსნარის ძალიან მცირე რაოდენობას (სტარტის ხაზი), ფირფიტას ათავსებენ გამხსნელის თხელ ფენაში იმავე ბოლოთი, რომელზეც დაწვეთებული იყო სინჯი, ისე, რომ საკვლევი ნივთიერება იყოს ახლოს გამხსნელთან.

გამხსნელი უნდა ავიდეს ფირფიტის ჩაშვებული ბოლოდან მეორე ბოლომდე, 1 სმ-ის დაშორებით (ფრონტის ხაზი).

გამხსნელი კაპილარული ძალების გავლენით მოძრაობს ქვემოდან ზემოთ (აღმავალი გზა) და თან წარიტაცებს საკვლევი ნივთიერებას. საკვლევი ნივთიერების მოძრაობა ქვემოდან ზემოთ ფირფიტაზე ეყრდნობა მის ადსორბციულ თვისებებსა და ხსნადობას. ამიტომ სხვადასხვა კომპონენტი ფირფიტაზე განლაგდება სხვადასხვა სიმაღლეზე.

ფირფიტას იღებენ გამხსნელიდან და აღნიშნავენ გამხსნელის ფრონტს.

ფირფიტას აშრობენ 5-30 წთ-ის განმავლობაში ოთახის ტემპერატურაზე.



გამხსნელი ქრომატოგრაფიულ ფირფიტაზე ყველაზე სწრაფად ადის სორბენტის ადსორბციული უნარის გამო და გზაზე ტოვებს გამოსაკვლევი ნივთიერების კომპონენტებს.

ფირფიტის გაშრობის შემდეგ ხდება ქრომატოგრამის გამომჟღავნება გასამჟღავნებელ კამერაში.

თუ გამოსაკვლევი ნივთიერება არის სუფთა, მაშინ გამომჟღავნების შემდეგად ლაქები გამოიყოფა ერთ ზონაში. ხოლო თუ ნივთიერება არ არის სუფთა, მაშინ ყოველი ნივთიერება ინდივიდუალური ლაქის სახით გამოიყოფა სხვადასხვა ზონაში.

ერთი და იმავე სინჯის სხვადასხვა სორბენტზე და სხვადასხვა გამხსნელში ქრომატოგრამის გამჟღავნებისას მიიღება ერთი ლაქა. ეს დამადასტურებელია იმისა, რომ აღებული სინჯი სუფთაა.

გარდა ამისა, საკვლევი ნაერთის ინდივიდუალობა შეიძლება დადგინდეს სტანდარტული ნაერთების გამოყენებით. საკვლევი ნივთიერებებისათვის ირჩევენ ცნობილ სტანდარტულ ნაერთს, რომლის შედგენილობა და აღნაგობა შეესაბამება საკვლევი ნივთიერების სავარაუდო აღნაგობას.

თხელფენოვანი ქრომატოგრამის ანალიზის ყველაზე ხელსაყრელი მეთოდია R_f სიდიდის განსაზღვრა. R_f გახსნილი ნივთიერების შეგვიანების ფაქტორია.

ეს სიდიდე წარმოადგენს შეფარდებას $R_f = a/b$ სადაც a არის მანძილი სტარტის ხაზიდან ლაქის ცენტრამდე, ხოლო b -მანძილი სტარტის ხაზიდან გამხსნელის ფრონტამდე.

ადსორბენტისა და გამხსნელის შერჩევისათვის თხელფენოვანი ქრომატოგრაფიით მიღებული ინფორმაცია სასარგებლოა როგორც სვეტურ, ისე აირთხევადურ ქრომატოგრაფიაში.

ექსპერიმენტი.

თხელფენოვანი ქრომატოგრაფიის საშუალებით განესაზღვროთ სტეარინამიდის სინთეზის დროს მიღებული პროდუქტის სისუფთავე

1. იღებენ 0.5 გ სტეარინამიდს და ამატებენ 5 მლ აცეტონს.
2. კაპილარის საშუალებით სინჯი დააქვთ ქრომატოგრაფიულ ფირფიტაზე.
3. ფირფიტას უშვებენ ქლოროფორმიან კიუვეტაში
4. აყოვნებენ 30 წთ-ის განმავლობაში
5. ამოიღებენ ქრომატოგრაფიულ ფირფიტას და აშრობენ ოთახის ტემპერატურაზე;
6. ამულავნებენ გასამულავნებელ კამერაში იოდის ორთქლით.

სხვადასხვა ზონაში სტარტის ხაზიდან აღინიშნება 3 ლაქა, რაც მეტყველებს იმაზე, რომ მიღებულ პროდუქტში არის სტეარინმჟავა, სტეარინამიდი და სტეარინმჟავას ქლორანჰიდრიდი

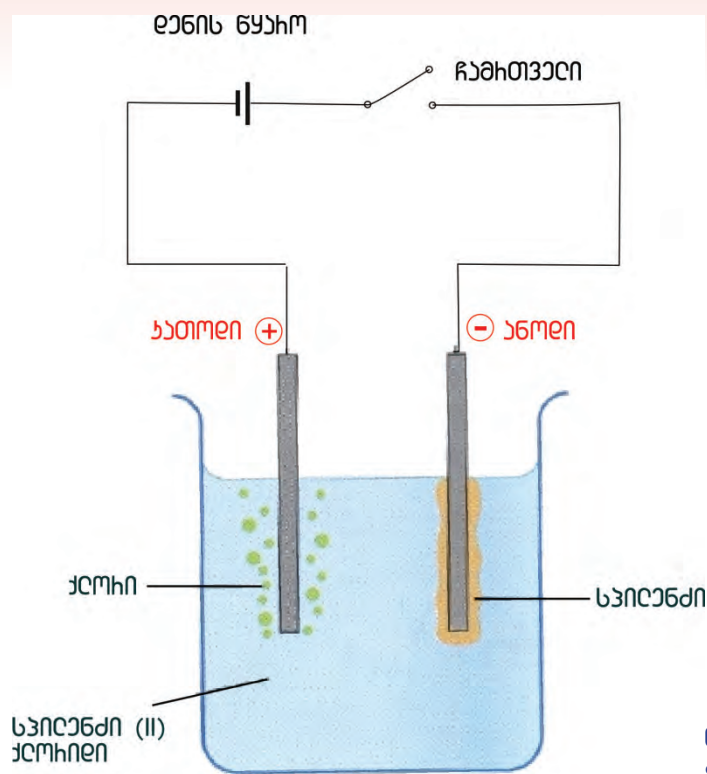
სასურველია მიღებული ნივთიერების სისუფთავე ყოველთვის განისაზღვროს თხელფენოვანი ქრომატოგრაფიით.

ელებქროლიზი

ელექტროლიზის პროცესის ჩატარებისათვის აუცილებელი მოწყობილობებია: ელექტროლიზის აბაზანა, მუდმივი დენის წყარო სადენებით, ელექტროდები. ელექტროლიზის პროცესის სრულყოფილად ჩატარებისათვის ასევე სასურველია ვიქონიოთ რეოქორდი (დენის ძალის ვარიანებისათვის) და ამპერმეტრი (დენის ძალის გაზომვისათვის).

ელექტროლიზის აბაზანა წარმოადგენს დიელექტრიკული მასალისაგან (პოლიმერი, მინა) დამზადებულ რეზერვუარს ღია თავით. აბაზანად შესაძლებელია გამოვიყენოთ კრისტალიზატორი, დიდი ზომის ჭიქა და ა.შ. ელექტროდები წარმოადგენს ელექტრული დენის გამტარი მასალისაგან დამზადებულ ღეროებს ან ფირფიტებს. ელექტროდის მასალა დამოკიდებულია ჩასატარებელი ელექტროლიზის რეაქციაზე. დენის წყაროდ შესაძლებელია გამოვიყენოთ როგორც მუდმივი დენის აკუმულატორი, ისე ცვლადი დენის გამმართველი. სასურველია ეს უკანასკნელი აღჭურვილი იყოს დენის ძალისა და ძაბვის რეგულირების სისტემებით.

ელექტროლიზის მოწყობილობის პრინციპული სქემა მოცემულია ნახაზი 3.28-ზე.



ნახაზი 3.28.
ელექტროლიზი

პირველი დღე ქიმიურ ლაბორატორიაში	3
უსაფრთხოების ტექნიკა ქიმიურ ლაბორატორიაში	5
პირველი დახმარება უბედური შემთხვევის დროს	7
პარგი ექსპერიმენტული უნარ-ჩვევები	7
ლაბორატორიული ჭურჭელი და დანადგარები	9
ქიმიური ჭურჭელი	11
წკირები	11
შპატელი	11
სინჯარები	12
ჭიქები	12
ძაბრები	13
ექსიკატორი	13
მენზურა	14
ბიურეტი	15
პიპეტი	15
პეტრის ჯამები	16
ტიგელი	16
ფაიფურის ჯამი	17
მაცივრები	17
კოლბები	18
გამყოფი და სანვეთი ძაბრი	20
დეფლეგმატორი	20
ფორშტოსები (ადაპტორები)	21
ალონჟე	21
როდინი	21
თერმომეტრები და თერმონწყვილები	22
ლაბორატორიული დანადგარები	22
შტატივი	22
მაგნიტური შემრევი	22
მექანიკური შემრევი	23
სანჯღრევი აპარატი	23
სასწორები	24
კიპის აპარატი	24
როტაციული ამოღებელი	24
ლაბორატორიული ექსპერიმენტის ტექნიკა	25
ჭურჭლის გასუფთავება	27
ჭურჭლის გაშრობა	28
მინის მილბისა და წკირების დამუშავება	28
წკირებისა და მინის მილაკების ჭრა	28
მინის დეტალების მოღუნვა	29
საცავიდან ნივთიერების აღება	30
მყარი ნივთიერების ამოღება საცავიდან	30
თხევადი ნაერთების ჩამოსხმა საცავიდან	31
მექანიკური არევა	32
გახურება	34
გაცივება	38
გაფილტვრა	40

რა უნდა გვახსოვდეს გაფილტვრისას?	40
მაგალითი 3.1.	41
რა უნდა გვახსოვდეს ვაკუუმ გაფილტვრისას?	44
ნივთიერების სიმკვრივის დადგენა	44
სითხეების სიმკვრივის გამოთვლა	44
სითხეების სიმკვრივის განსაზღვრა არეომეტრით	45
ხსნარის კონცენტრაციის დადგენა არეომეტრით	45
გაზების მიღება	45
წყალბადის მიღება კიპის აპარატით	46
გაბიტივრა	47
საანალიზო ხსნარების მომზადება	47
ბიურეტის შევსება	48
გატიტვრა	50
გამოხდა	50
წყლის ორთქლით გამოხდა	54
ვაკუუმ გამოხდა	55
გამხსნალების აორთქლება და ხსნარების კონცენტრირება	57
გადაკრისტალება	58
ექსტრაქცია	60
სუბლიმაცია (ზერთვილება)	61
ლღობის თამპერატურის განსაზღვრა	62
გარდათხის (რეფრაქციის) მაჩვენებელი	64
ქრომატოგრაფია	65
თხელფენოვანი ქრომატოგრაფია	65
ელექტროლიზი	68



პროფესორი,
ქიმიის მეცნიერებათა
დოქტორი,
საქართველოს აგრარული
უნივერსიტეტის საერთო-
საუნივერსიტეტო ლაბორატორიული
ცენტრის დირექტორი, საქართველოს
პროფესიონალ ქიმიკოსთა
ასოციაციის დამფუძნებელი და
გამგეობის თავმჯდომარე, არასამ-
თავრობო (არასამეწარმეო)
არაკომერციული კავშირის „ჩვენი
ფშაფი“ თანათავმჯდომარე, სამეცნიე-
რო-მეცნიერებითი ჟურნალის „ქიმიის
უნყებანი“ მთავარი რედაქტორი,
ინტერნეტგაზეთ „mastsavlebeli.ge“-ს
ბლოგერი.

გამოქვეყნებული აქვს 100-ზე მეტი
სამეცნიერო ნაშრომი, 80-მდე ბლოგ-
პოსტი და 9 სახელმძღვანელო.



50
YEARS

Empowered lives. Resilient nations.



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confederation suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Cooperation Office
South Caucasus



WITH FUNDING FROM
AUSTRIAN
DEVELOPMENT
COOPERATION