

ქიმიური ანალიზის საქმიანობა



60360 N 4



1

1. პირველი დღე ემიურ ლაბორატორიაში



1.1. უსაფრთხოების ტექნიკა ქიმიურ ლაბორატორიაში

გვახსოვდეს!

ქიმიურ ლაბორატორიაში ექსპერიმენტის დაწყების წინ უნდა გავეცნოთ უსაფრთხოების ტექნიკას.

გვახსოვდეს!

ქიმიურ ლაბორატორიაში თვალსაჩინო ადგილს უნდა იყოს განთავსებული უსაფრთხოების ტექნიკის ინსტრუქცია.

გვახსოვდეს!

ლაბორატორიაში ხანძარსა-წინააღმდეგო საშუალებები და აფთიაქი თვალსაჩინო ადგილას უნდა იყოს განთავსებული

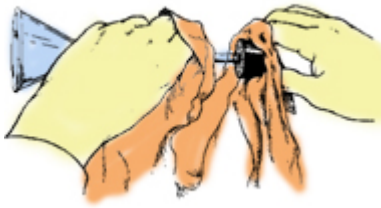


სურათი 1.1.

ქიმიური რეაქტივის სუნის შეგრძნება სინჯარის ცხვირთან მიტანით არ შეიძლება

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-წინააღმდეგო წესებს, უნდა შეეძლოს უბედურების შემთხვევაში დაზარალებულისთვის პირველადი დახმარების აღმოჩენა.

- 1) ლაბორატორიაში არსებული ნივთიერებები მეტ-ნაკლებად მომზადებული და ცეცხლსაშიშია, ამიტომ აუცილებელია სისუფთავის დაცვა და წესრიგი.
- 2) არ უნდა დავეუშვათ ნივთიერებების კანთან შეხება, ხელებით არ უნდა შევეხოთ სახესა და თვალს, მუშაობის დროს არ უნდა მივიღოთ კვების პროდუქტები.
- 3) კატეგორიულად აკრძალულია მოქმედი დანადგარის უყურადღებოდ მითრევა 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 მხამიანი ან მომწავლელი. 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 - აზბესტის ბადეზე. ამ დროს ყურადღება უნდა მიექცეს სითხის თანაბარ გაცხელებას. არათანაბარი გაცხელების დროს შესაძლებელია სითხის გაშხეფვა და ჭურჭლის გაბზარვა!
 - b) დიდ ქიმიურ ჭურჭელს საჭიროა ორივე ხელი მოვკიდოთ, ამასთან ერთ-ერთი ხელი ჭიქის ძირს!
 - c) მინის მილების ბასრი ნაწილები უნდა იქნეს შემღვალე სპირტ- ან გაბჭურის ალზე! მინის დეტალებზე რეზინის



სურათი 1.2.

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

გვახსოვდეს!

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



- 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 სარეველის გამოყენების წინ საჭიროა შემოწმდეს, მუშაობს თუ არა ის.
 - e) ავტოკლავეებით, შეკუმშული და გათხევადებული გაზის ბალონებით მუშაობა შესაძლებელია მხოლოდ უსაფრთხოების ტექნიკის სპეციალური ინსტრუქციის გავლის შემდეგ.
 - f) ვაკუუმ-ექსიკატორიდან ჰაერის ამოტუმბვა შეიძლება მხოლოდ წყალგავლიანი ტუმბოს საშუალებით. ამ დროს საჭიროა ვაკუუმ-ექსიკატორს შემოხვეული ჰქონდეს ქსოვილი.
 - g) საჭიროა უსაფრთხოების ტექნიკის სპეციალური ინსტრუქტაჟის გავლა, ვიდრე ვაკუუმზე გამოხდას შეუდგებოდეთ.
 - h) ამწოვი კარადის ფანჯრები მუშაობისას არ უნდა იყოს კარადის მუშა ფართობის 1/3-ზე მეტად გახსნილი.
 - i) ამწოვ კარადაში აფეთქების შემთხვევაში პირველ რიგში უნდა გამოირთოს ვენტილაცია და დაიხუროს დროსელ-სარეველი, რათა არ მოხდეს სავენტილაციო ხაზზე ხანძრის გავრცელება.
 - j) მუჯების ან ტუტეთა ხსნარების ჩამოსხმა უნდა ხდებოდეს გამწოვ კარადაში. ამ დროს მომუშავეს უნდა ეკეთოს დამცველი სათვალე, ხოლო ამწოვი კარადის ფანჯარა უნდა იყოს დაწეული ისე, რომ ფარავდეს მომუშავეს სახეს.
 - k) ბრომთან ყოველგვარი სამუშაო ტარდება გამწოვ კარადაში. ამ დროს აუცილებელია რეზინის ხელთათმანებისა და დამცველი სათვალეს გამოყენება.
 - l) მინის დიდი ბოცები, რომლებშიც კონცენტრირებული მუჯები, ტუტეები ან ამიაკია, საჭიროა იდგეს კალათებში ან ხის ჩარჩოებში. ამ ნივთიერებების გადმოსხმისას საჭიროა დამცველი სათვალეს, რეზინის ხელთათმანების, წინსაფარისა და რეზინის ჩექმების გამოყენება.
 - m) თუ ორი სითხის შერევა საჭიროა, მაშინ სითხეს, რომელსაც მეტი ხვედრითი წონა აქვს, მორევის პირობებში ასხავენ სითხეში, რომლის ხვედრითი წონა ნაკლებია, მაგალითად, კონცენტრირებული გოგირდმუჯავს განზავებისას, კონცენტრირებული გოგირდმუჯავს და ამოტმუჯავს შერევისას და ა.შ.
 - n) ნივთიერებების შერევისას, რომლის დროსაც ადგილი აქვს სითბოს გამოყოფას, საჭიროა მხოლოდ თერმომდგრადი მინის ან ფაიფურის ქიმიური ჭურჭლის გამოყენება.
 - o) ნარჩენი სითხეების ჩასხმა ნიჟარაში კატეგორიულად აკრძალულია. ისინი უნდა განეიტრალებინოს ან ჩაისხას სპეციალურ ჭურჭელში.
 - p) ქლორთან, ბრომთან, გოგირდის ან ამოტის ოქსიდებთან, გოგირდწყალბადთან და სხვა მომწავლავე ნივთიერებებთან მუშაობა აუცილებლად უნდა წარმოებდეს ამწოვ კარადაში.
 - q) ეთერის გაცხელება, გამოხდა, აორთქლება მიმდინარეობს წყლის აბაზანის საშუალებით. გამოხდისას უნდა გამოვიყენოთ მაქსიმალურად გრძელი მაცივრების, ხოლო მომლები უნდა მოთავსდეს ღია ცეცხლისაგან მოშორებით. რამდენიმე-

ჯერ გამოყენებული 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 მუქი ეთერის ჭურჭელში, რომელიც დაცობილია საცობით - კალციუმის ქლორიდიანი მილით.

- რ) 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 ნახშირმუყავიანი ცეცხლსაქრობით, სილით ან ხანძარსაწინააღმდეგო საბნით. ცეცხლზე წყლის დასხმა არ არის მიზანშეწონილი, რადგან უმეტეს შემთხვევებში ეს იწვევს ხანძრის კერის გაფართოებას.

1.2. პირველი დახმარება უბედური შემთხვევის დროს



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

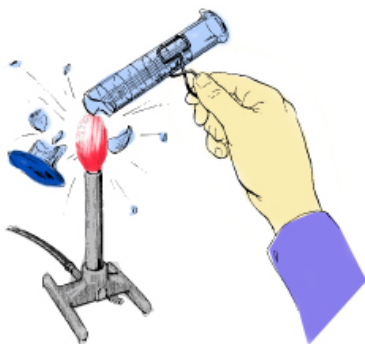
უსათრთხოების ტექნიკის წესების დაუცველობას მივყავართ უბედურ შემთხვევებამდე.

- 1) I ხარისხის თერმული დამწვრობის (სინითლე, უმნიშვნელო შეწითლება) დროს საჭიროა დამწვარი ადგილის სპირტით განმენდა. II და III ხარისხის დამწვრობისას - სტერილური სახვევით ან სუფთა ტილოთი შეხვევა.
- 2) კიდურების დამწვრობისას საჭიროა მათი განთავისუფლება მჭიდრო ტანსაცმლისაგან, რადგან შესაძლებელია გასივება.
- 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 მუჟავის წვეთების თვალში მოხვედრისას, თვალს დიდი ხნის განმავლობაში იბანენ ოთახის ტემპერატურის წყლის დიდი რაოდენობით.
- 6) ფენოლით დამწვრობის შემთხვევაში დაზიანებული ადგილი საჭიროა დამუშავდეს სამედიცინო ეთილის სპირტით.
- 7) ნაჭრილობეგ ადგილებს იოდის სპირტის 5%-იანი ხსნარით ამუშავებენ და ადებენ სტერილურ საფენს.

1.3. კარგი ექსპერიმენტული უნარ-ჩვევები

ლაბორატორიაში მუშაობა ერთი შეხედვით წარმოადგენს მზა რეცეპტურის ან წინასწარ დაგეგმილი ოპერაციების სკურპულიზმურ შესრულებას, თუმცა რეალურად ექსპერიმენტატორის საქმიანობა შემოქმედებით, ხშირად კი ინოვაციურ გადანყვეტილებების მიღებას მოითხოვს. მიუხედავად ცდის ჩატარების წინასწარ განერილი მეთოდიკისა, კარგ ექსპერიმენტატორს ყოველთვის შეუძლია გარკვეული კორექტივების შეტანა, რაც მას ექსპერიმენტის ატარებას გაუადვილებს ან მის ხელთ არსებული საშუალებების პირობებში შესაძლებელს გახდის.



სურათი 1.4.
მენზურების გაცხელება არ შეიძლება

ექსპერიმენტატორს ყოველთვის უნდა ახსოვდეს:

1. ექსპერიმენტის დაწყებამდის აუცილებლად წაიკითხოს მეთოდიკა 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 ჩამოსახსას ადგილზე ჭიქებში ან მენზურებში და რეაქტივების ბოთლები დატოვოს თაროებზე ან გამოყენების შემდეგ დაუყენებლივ დააბრუნოს პირვანდელ ადგილზე.
4. ბოთლიდან რეაქტივის ამოღებისას ეტიკეტზე წარწერა წაიკითხოს ორჯერ.
5. ეცადოს, არ იმუშავოს ნივთიერებების დიდ რაოდენობებთან. კარგი ექსპერიმენტატორი 1-3 მლ-ზე დიდი რაოდენობით არ იყენებს ნივთიერებას.
6. არასოდეს დააბრუნოს ბოთლში გამოუყენებელი ნივთიერება. ამიტომ ყოველთვის ჩამოსახსას მხოლოდ ექსპერიმენტი-სათვის საჭირო რაოდენობა.
7. ეცადოს, ბოთლის საცობი არ დადოთ ძირს (მაგიდაზე).

8. არ გაცხელოს სქელკედლიანი მინის ჭურჭელი ან მენზურები, მზომი კოლბები ცეცხლის ალზე.
9. ეცადოს, ფეხზე არ ჩაიცვას სანდლები ან სხვა ღია ფეხსაცმელი. ლაბორატორიაში ხშირია იატაკზე მინის ნატეხების მიმოხევა.
10. ეცადოს, ეცვას ბაბმის ტანსაცმელი ან ხალათი. სინთეზური ბოჭკოს ტანსაცმელი ტეპერატურაზე 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

2. ლაბორატორიული ჯურჯელი და დანადგარები



2.1. ემიური ფრჯალი

წკირები



სურათი 2.1.
მინის წკირები

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

წკირები წარმოადგენენ ცილინდრულ ან გაბრტყელებულ თავის მქონე მასიური 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 ამოღებისას (ფილტრის ქალაღდზე 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.

შპატელი

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



სურათი 2.2.
მეტალის შპატელი

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 2.3.
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 სინჯარებს 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 ათვლისათვის 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 ჩაატრებისათვის (ნივთიერებების მცირე რაოდენობებზე)
- მცირე რაოდენობის ხსნარების დასამზადებლად
- სინჯის შესანახად
- ცენტრიფუგირებისათვის (კონუსურ ძირიანი სინჯარა)

სურათი 2.5.

პოლიმერული სინჯარები თავსახურავებით და შკალით. სინჯარები მოთავსებულია სპეციალურ სადგამში



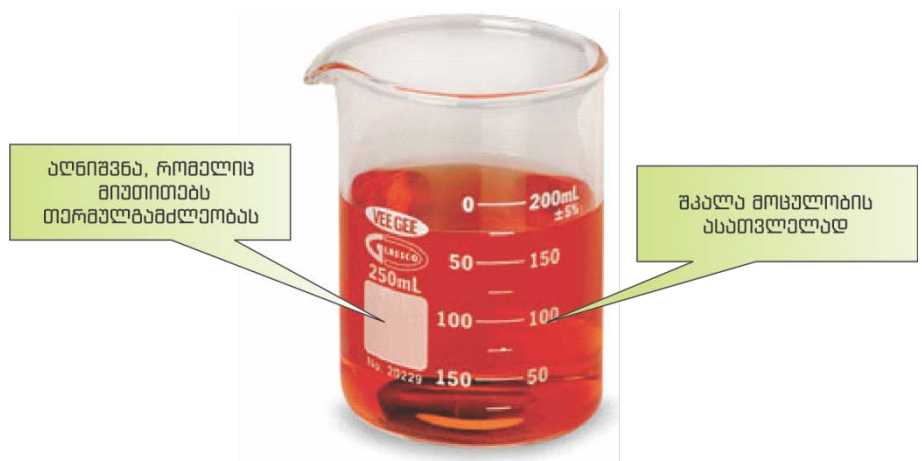
ჭიქები

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 მედეგი მინისაგან. კონუსური ჭიქები ქიმიურად მედეგი მინისაგან არის დამზადებული და თერმულ გაცხელებას არ ექვემდებარება.

სურათი 2.6.

250 მლ ტევადობის ქიმიური თერმომედეგი 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 შესათობად, ზოგიერთი სახის რეაქციების ჩატარებისათვის.



სურათი 2.9.
მინის დაბრი



სურათი 2.11.
ბიუნერის დაბრი



სურათი 2.10.
ნუტჩის მინის დაბრი



სურათი 2.7.
პოლიმერის ჭიქა



სურათი 2.8.
ფაიფურის ჭიქა

დაბრები

ლაბორატორიაში დაბრი ძირითადად გამოიყენება მყარი და თხევადი ფაზის ერთმანეთთან დასაცელებლად. იგი ასევე შეიძლება გამოიყენებულ იქნას ვიწრო დიამეტრის ჭურჭელში სითხის ჩასახმელად (მაგალითად სვეტის შევსება).

დაბრები დამზადებულია მინის, პოლიმერის და ფაიფურისაგან. დანიშნულების მიხედვით, დაბრებს აქვს განსხვავებული კონსტრუქცია.

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

ფაიფურის მასალისაგან დამზადებულ დაბრებს ბიუნერის დაბრებს უწოდებენ. მათ შედარებით რთული კონსტრუქცია აქვთ. აღნიშნულ დაბრებშიც 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 2.11).

შედარებით უფრო სრულყოფილი და შესაბამისად რთული კონსტრუქცია აქვთ ნუტჩის მინის დაბრს. ასეთი ტიპის დაბრების გამოყენებისას საჭირო არ არის დამატებითი მფილტრავი ელემენტის (მაგ. ფილტრის ქაღალდის) გამოყენება, რადგან იგი თავად მოიცავს ფოროვან მინას, რომელიც ასრულებს ფილტრის ფუნქციას (სურათი 2.10).

ექსიკატორი



სურათი 2.12.
ვაკუუმ-ექსიკატორი

ექსიკატორი წარმოადგენს დიდი ზომის მინის ან მკვრივი პოლიმერის ჭურჭელს, რომლის დანიშნულებაცაა ნაერთების შენახვა ატმოსფერულ ან ვაკუუმის პირობებში გამშრობების (ჰიგროსკოპული ნაერთების) თანაობისას.

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



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.

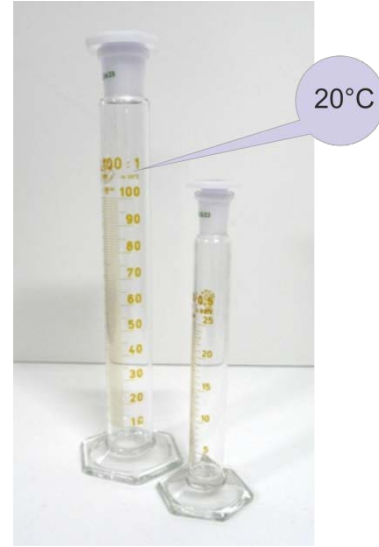
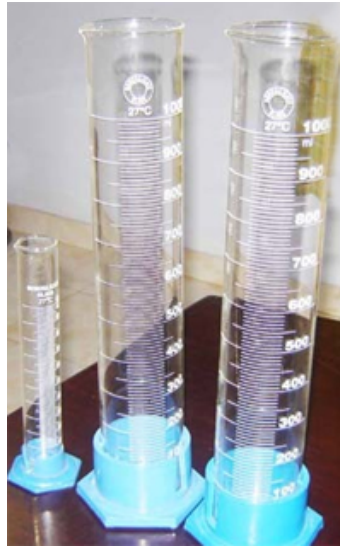
მენზურები ტევადობის მიხედვით შეიძლება იყოს 10 მლ-დან 2 ლ-მდე. როგორც წესი, ლაბორატორიაში ხშირად გამოიყენება 10, 25, 50, 100, 250, 500 მლ-იანი მენზურები.

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

გვახსოვდეს!

მენზურების გაცხელება ან ძალიან ცხელი სითხის ჩასხმა არ შეიძლება

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



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

გვახსოვს!

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

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 ვზომავთ, მაშინ რეკომენდირებულია საცობიანი მენზურების გამოყენება.

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

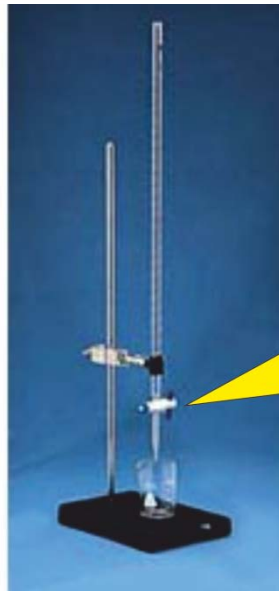
ბიურეტი

ბიურეტი წარმოადგენს გრძელ გრადუირებულ მინის მილს ონკანით. იგი მიეკუთვნება მოცულობის გამზომ მონაცობილობას, 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.



სურათი 2.15.
ბიურეტი

პიპეტი

პიპეტი წარმოადგენს მინის ან პოლიმერის ჰატარა მილს წამახვილებული ბოლოთი.

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

გრადუირებული პიპეტები გამოიყენება მიკრო ან მილი რაოდენობით ნივთიერების დამატებისათვის.

პიპეტში ნივთიერების ამოღება ხდება პირით შეწოვით ან სპეციალური რეზინის ან ავტომატიზირებული მონწყობილობის საშუალებით.

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



ნივთიერების წვეთობით დამატებისას გამოიყენება პიპეტი



სურათი 2.16.
პიპეტი



სურათი 2.17.
პიპეტები



სურათი 2.18.
პიპეტებში ნივთიერების ამოსატუმბი მონწყობილობა

პეტრის ჯამები

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



სურათი 2.19
პეტრის ჯამი თავსახურავით



სურათი 2.20. მრგვალი და მართკუთხა ფორმის პეტრის ჯამები

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.

ტიგული

ტიგელები წარმოადგენენ ვიწრო, მაღალ წაკვეთილ ძირიან ჭურჭელს. იგი, როგორც წესი, დამზადებულია ფაიფურისაგან, თუმცა სპეციალური მიზნებისათვის იყენებენ უჟანგავი მეტალის, პლატინის და გრაფიტის ტიგელებს. ზოგჯერ ტიგელებს აქვს თავსახურავიც, რომელიც იგივე მასალისაგან არის დამზადებული.

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



სურათი 2.21.
ფაიფურის გამოსადნობი ტიგელი



სურათი 2.22.
ფაიფურის ტიგელები



სურათი 2.23.
მოლიბდენის ტიგელი

ფაიფურის ჯამი

ფაიფურის ჯამი წარმოადგენს გაშლილი პირის მექანე ჭურჭელს ოვალური ძირით. მას ხშირად ასაორთლებელ ჯამსაც უწოდებენ.

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



სურათი 2.24.

ფაიფურის ასაორთლებელი ჯამები. მარჯვენა სურათზე ფაიფურის ჯამი სახელურით

მაცივრები

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



სურათი 2.25.
ლიბისის (პირდაპირი)
მაცივარი

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

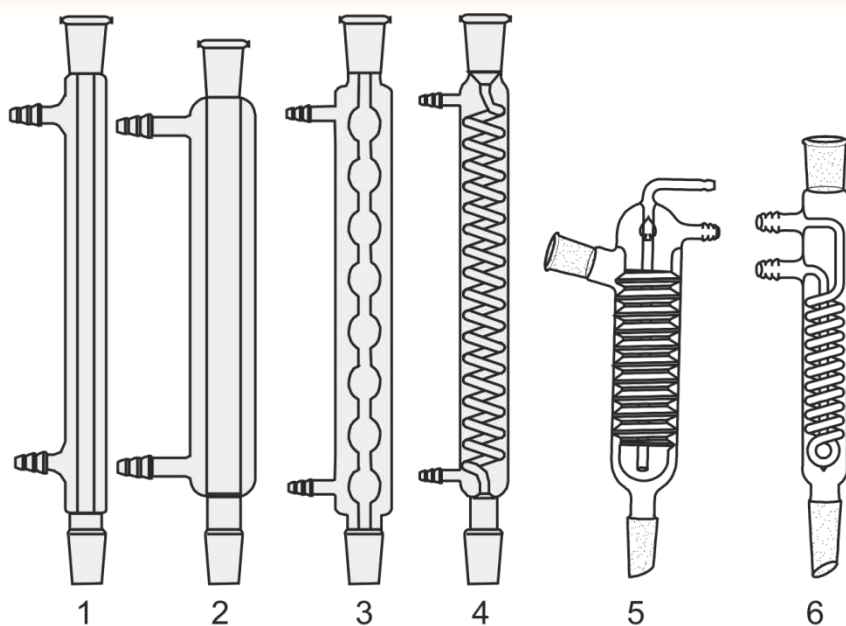
მაცივრის შიგა მილში მიეწოდება ორთქლი. გარე მილს წყლის პერანგი ეწოდება. წყლის პერანგში მუდმივად უნდა ცირკულირებდეს წყალი, რომელიც ნებისმიერ შემთხვევაში მიეწოდება ქვევიდან და გამოედინება ზემოდან.

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.

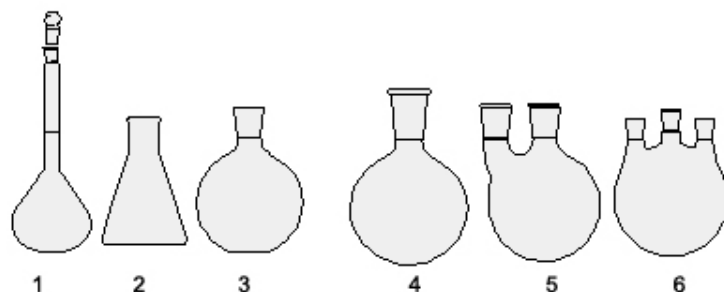
უკუმაცივარში კი ორთქლი მიეწოდება ქვემოდან, რომელიც დაკონდენსირების შემდეგ მაცივრის იმავე ბოლოდან უკანვე უბრუნდება კოლბას.

ნახაზი 2.1. მაცივრები:
 1-ლიბიხის (პირდაპირი),
 2- ვესტის (პირდაპირი და უკუ),
 3-ალინის (ბურთულეებიანი)
 უკუმაცივარი,
 4-ნრაჰამისის უკუმაცივარი,
 5,6-დიმროტის (შიგაგაცივების
 უკუმაცივარი)



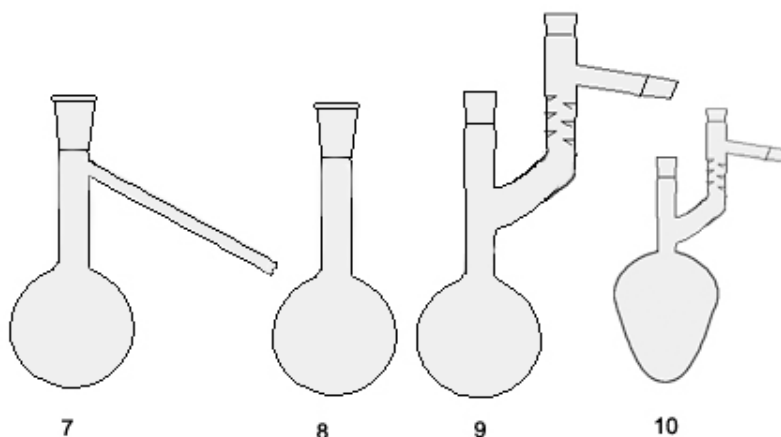
კოლბები

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



ნახაზი 2.2. კოლბები:

1- მზომი,
 2-კონუსური (ერლენმეიერის),
 3-ბრტყელძირა,
 4-მრგვალძირა,
 5-ორყელა მრგვალძირა,
 6-სამყელა მრგვალძირა,
 7-ვიურცის,
 8-კენდალის,
 9-კლაიზენის,
 10-მსხლისებური კლაიზენის





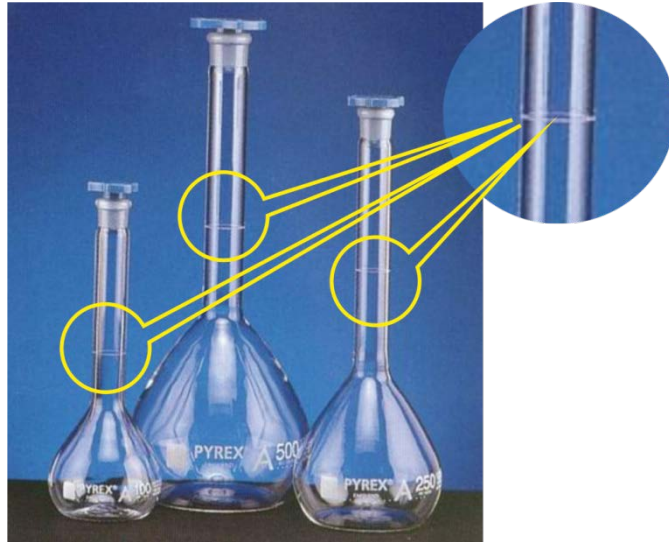
სურათი 2.26.
მზომი კოლბები

გვახსოვდეს!

მზომი კოლბის გაცხელება არ შეიძლება.

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

ყველა მზომ კოლბაზე დატანილია ჭდე, რომელიც შეესაბამება მოცულობას.



სურათი 2.27.

მზომი კოლბები. მზომი კოლბის ყელზე დატანილია მოცულობის აღმნიშვნელი ჭდე მიუხედავად იმისა, რომ მზომი კოლბები შეიძლება პირექსის თერმომედეგი მინისაგანაც იყოს დამზადებული, მათი გაცხელება მაინც არ შეუძლება. მზომი კოლბები ანალიტიკური დანიშნულების ერთ-ერთ ზუსტ გამზომ საშუალებას წარმოადგენს და გაცხელებამ შეიძლება მინის სტრუქტურის და შესამაბისად, მოცულობის ცვლილება გამოიწვიოს.

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



სურათი 2.28.
კონუსური (ერლენმეიერის) კოლბები

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

მათ იყენებენ სხვადასხვა მიზნებით: გატიტრებისას, 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.



სურათი 2.29.
ბრტყელძირა კოლბა

ბრტყელძირა კოლბა. ბრტყელძირა კოლბები წარმოადგენენ მრგვალ წაკვეთილი ძირის მქონე კოლბებს, რომელთა მაგიდაზე დადგმა არის შესაძლებელი. ბრტყელძირა კოლბები დამზადებულია თერმომედევი მინისაგან, ამიტომ მათ იყენებენ ხსნარების გასაცხელებლად, 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.



სურათი 2.30.
ვიურცის კოლბა



სურათი 2.31.
მრგვალჭირა კოლბები

ვიურცის კოლბა. ვიურცის კოლბა წარმოადგენს მრგვალძირა კოლბას, რომელსაც აქვს გვერდითი გამომყვანი მილი.

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



სურათი 2.32
ბუნზენის კოლბა

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).

გამყოფი და საწვეთი ძაბრი

გამყოფი და საწვეთი ძაბრი წარმოადგენს ცილინდრულ ან "მსხლის" ფორმის ჭურჭელს, რომელსაც ქვემოთ დამონაწეული აქვს ონკანი.

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



სურათი 2.33.
"მსხლის" ფორმის
გამყოფი ძაბრი.



სურათი 2.34.
ცილინდრული გამყოფი ძაბრი.

დეფლემატორი

დეფლემატორი წარმოადგენს მინის მილს, რომლის ხვრელში მოთავსებულია ჩანაწყოები (ნახაზი 2.3).

დეფლემატორის დანიშნულებაა მასში გამავალი ორთქლმა გამოსვლამდე რაც შეიძლება დიდი გზა გაიაროს და გადალახოს წინაღობები. ამიტომ დეფლემატორები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან დიამეტრის, სიგრძისა და ჩანაწყოების ფორმის მიხედვით.

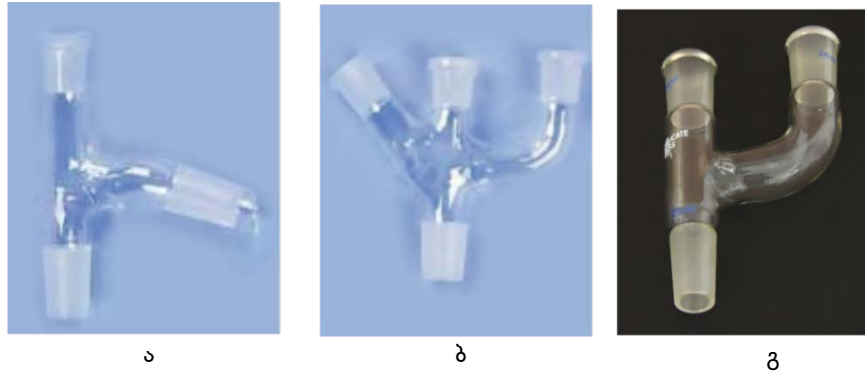
დეფლემატორებს იყენებენ გამოხდის პროცესის მაღალეფექტურად ჩატარებისათვის.

ფორმტოსები (ადაპტორები)

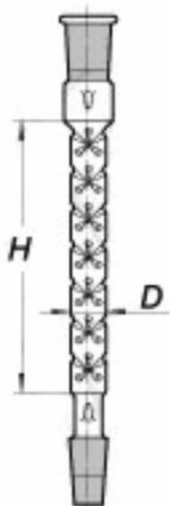
ფორმტოსები წარმოადგენენ მინის დეტალებს ორი ან მეტი გამოყვანი ვერტიკალური ან გარკვეული კუთხით მოხრილი ყელით. მათ

იყენებენ კოლბებისა და სხვა დეტალების (მაგ. მაცივრების, საწვეთი ძავრების, სარეველების და ა.შ.) შეერთებისას შუალედურ რგოლებად.

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



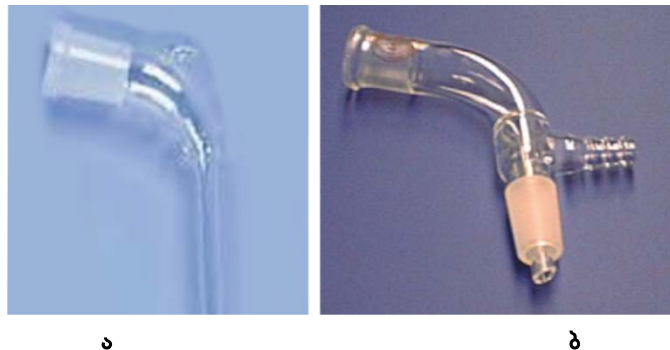
სურათი 2.35.
ფორმტოსები (ადაპტორები): ა - კლაიზმის, ბ - სამყელა; გ - ორყელა



ნახაზი 2.3.
ნაძვისხისმაგვარი
დეგლეგმატორი

ალონჟე

ალონჟე წარმოადგენს მინის მოხრილ მილს, რომელიც გამოიყენება გამოხდის პროცესში დისტილატის წვეთის მიმართულების მისაცემად. გარდა ამისა, ალონჟეებს იყენებენ ვაკუუმგამოხდის დროსაც. ვაკუუმგამოხდელი სისტემის ალონჯე დამატებით აღჭურვილია ასევე ჰაერის გამოდევნის გამომყვანი მილით (სურათი 2.36-ბ).



სურათი 2.36.
ალონჯე; ა - მარტივი გამოხდის, ბ - ვაკუუმგამოხდის

როდინი

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

როდინი შედგება ორი ნაწილისაგან: ფაიფურის ჯამისაგან და სანაყისაგან. სანაყი წარმოადგენს მასიურ ღეროს მომრგვალებული თა-

ვით. ამასთანავე, ჯამის ჩალრმავეების რადიუსი და სანაყის ამოზნეყის რადიუსი ერთნაირი უნდა იყოს. ამიტომ ყოველ როდინს საკუთარი სანაყი ახლავს. სხვადასხვა ზომის როდინების დეტალებისაგან დაკომპლექტებული როდინი ნაკლებ ეფექტურობით ხასიათდება.

როდინი გამოიყენება მშრალი კრისტალური ნივთიერების დასაქუც-მაცებლად ან დასაფქვავად. მას ასევე იყენებენ ორი მყარი ნივთიერების ან მყარი და თხევადი ნაერთების (მაგ. ზეთი) ერთანეთში შესაზელად.



სურათი 2.37.
ფაიფურის როდინი

თერმომეტრები და თერმონყვილები

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



სურათი 2.38.
ვერცხლისწყლისა და სპირტის თერმომეტრები



სურათი 2.39
სპირტის თერმომეტრი



სურათი 2.40
ელექტრო თერმომეტრი (თემონყვილი)

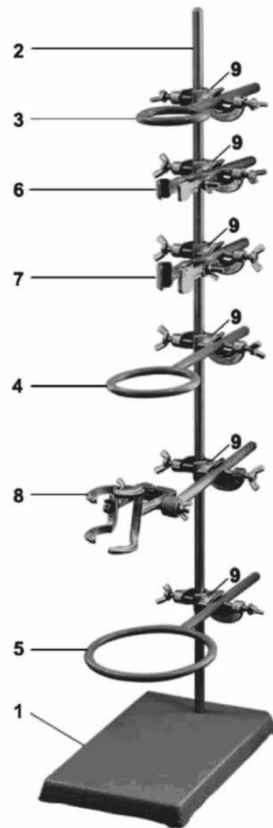
მაღალი ტემპერატურების (400 °C-ზე ზევით) გასაზომად თერმონყვილები გამოიყენება. გარდა ამისა, დაბალი ტემპერატურების გასაზომდაც ხშირ შემთხვევაში ძალიან მოსახერხებელია თერმონყვილების გამოყენება.

2.2. ლაბორატორიული დანადგარები

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

შტატივი

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



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

მაგნიტური სარეველა

მაგნიტური სარეველა წარმოადგენს მოწყობილობას, რომლის დანიშნულებაცაა სითხეების მორევა. იგი შედგება სტაციონარული აპარატისაგან და მაგნიტური სარეველისაგან. ეს უკანასკნელი წარმოადგენს პატარა მაგნიტურ ღეროს, რომელიც დაფარულია მინის ან პოლიმერის დანაფარით.

გვახსოვდეს!

მაგნიტური სარეველის დანადგარის ზედაპირი შესახვისას აუცილებლად უნდა იყოს მაგნიტური ველის მუდმივი მოქმედების ქვეშ. ამიტომ იგი უნდა შევინახოთ მაგნიტური მეტალის ან მაგნიტის თანაობისას.



სურათი 2.43.
მაგნიტური სარეველები

თანამედროვე მაგნიტური სარეველები ასევე აღჭურვილია გაცხელებისა და/ან გაცივების ფუნქციებითაც.



სურათი 2.42.
მაგნიტური სარეველა

მექანიკური სარეველა

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

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



სურათი 2.44.
მექანიკური სარეველა შტატივით



სურათი 2.45.
მექანიკური სარეველები

სარეველები შეიძლება იყოს ლუზისმაგვარი, პროპელერისებული, სეგმენტებიანი და ა.შ. სარეველას ფორმას არჩევენ მოსარევი სითხის სიბლანტისა და რაოდენობის მიხედვით.

სანჯღრევი აპარატი

სანჯღრევი აპარატი წარმოადგენს ელექტროდრავასთან ბარბაცა მექანიზმით დაკავშირებულ ბრტყელ პლატფორმას, რომელის ჰორიზონტალურ რხევით მოძრაობას ასრულებს.

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



ა



ბ

სურათი 2.46.

სანჯღრევი აპარატები: თერმოსტატირების გარეშე (ა), თერმოსტატირებით (ბ)



სურათი 2.47.

კოლბის გამახურებელი

კოლბის გამახურებლები

კოლბის გამახურებლები წარმოადგენენ ელექტროქურის მოდიფიკაციას, რომელშიც შესაძლებელია მრგვალი კოლბის ჩადგმა. კოლბის გამახურებლის მართვის პანელი საშუალებას იძლევა ვმართოთ მისი სიმძლავრე (ტემპერატურა). გარდა ამისა, მას დახურული სისტემის ელექტროგამახურებელი ელემენტი უყენია და ადვილად აქროლად ნაერთებთან გამოყენებისას უსაფრთხოა.



სურათი 2.48.

ანალიზური სასწორის საწონები

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.

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



სურათი 2.49.
კიპის აპარატი



სურათი 2.50.
სასწორები: მექანიკური (მარცხნივ), ელექტრო (მარჯვნივ)

კიპის აპარატი

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

როტაციული ამორთქლებელი

როტაციული ამორთქლებელი წარმოადგენს რთულ კომპლექსურ მოწყობილობას, რომლის დანიშნულება ნარევიდან გამოსნელების სწრაფად და ეფექტურად (გადახურებისა და დანაკარგების გარეშე) აორთქლებისათვის.

როტაციული ამორთქლებლის ძირითადი კვანძებია: სადგარი, ძრავა, მართვის ბლოკი, მინის ჭურჭელისაგან შემდგარი გამოსახლეული სისტემა (გამოსახლეული კოლბა, მაცივარი, მიმღები კოლბა), რედუქტორი და ვაკუუმ ტომბო.



სურათი 2.51.
როტაციული ამორთქლებლები

3. ლაბორატორიული ექსპერიმენტის ტექნიკა

3



3.1. ჭურჭლის ბასუფთავება

ექსპერიმენტში გამოყენებული ქიმიური ჭურჭელი აუცილებლად უნდა იყოს სათანადო სისუფთავის. ამიტომ, იგი ყოველთვის უნდა გაირეცხოს ექსპერიმენტის დამთავრებისთანავე და გაშრეს 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

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 შერჩევას 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.

გვახსოვდეს!

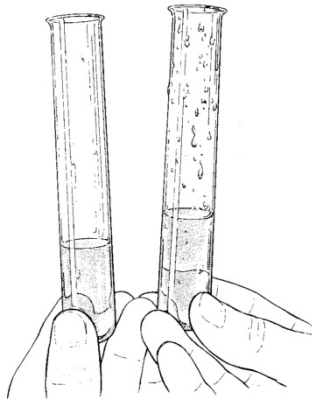
ჭურჭელი ირეცხება ექსპერიმენტის დამთავრებისთანავე, და არა ექსპერიმენტის წინ!

გვახსოვდეს!

დაუშვებელია, ორგანული გამხსნელების საკანალიზაციო სისტემაში ჩაშვება რეცხვის შემდეგ

ქრომის ნარევის მოქმედების შედეგად იჟანგება ჭურჭლის კედელზე მიკროული ჭუჭყი და გარდაიქმნება ხსნად ნივთიერებად, ხოლო კალიუმის პერმანგანატის ტუტე ხსნარი გამოიყენება ზოგიერთი სპეციფიური სუნიის 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. გოგირდმჟავას (**საჭიროა სიფრთხილე, მიმდინარეობს ნარევის ვაცხელება**). წარმოიქმნება მუქი ნარინჯისფერი ხსნარი. თუ ბიქრომატი სრულად არ გაიხსნება, ნარევს უმატებენ გოგირდმჟავას და აცხელებენ ქერაზე.



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

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

მოზრდილ კოლებებს და ჭიქებს შიგნიდან უნდა გამოვალოთ 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 დამჟანგავი მოქმედება და საჭიროა ახალი ხსნარის დამზადება.

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

KMnO₄-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 სუნიის მქონე ნაერთები იჟანგება და კარგავს სუნს).

KMnO₄-ის მოქმედების შედეგად ჭურჭელი ყავისფერდება, რაც ადვილად შორდება კონცენტრირებული მარილმჟავის გამოვლენებით.



სურათი 3.2.
საშრობი კარადა

3.2. ჭურჭლის გაწმენდა

გარეცხილ ჭურჭელს გამოავლებენ გამოხდილ წყალს და ჰაერზე გასაშრობად ათავსებენ თაროზე, უმჯობესია თუ თარო ნიჟარასთან დამაგრებული იქნება დახრილად. უფრო სწრაფად გაშრობისათვის

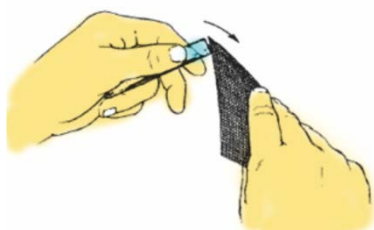
კი გამოიყენება საშრობი კარადები, სადაც 100-200 °C-ზე ჭურჭელი რამოდენიმე წუთში შრება.

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

3.3. მინის მიღებისა და წკირების დამუშავება

ქიმიურ ლაბორატორიაში ზოგჯერ საჭიროა მინის წკირების ან მინის მიღების დამუშავება, კერძოდ, დაბოლოებების მოქლიბვა, შელლო-ბა, საჭირო სიგრძის წკირის, სარეველას ან მილის მოხერხვა და ა.შ.

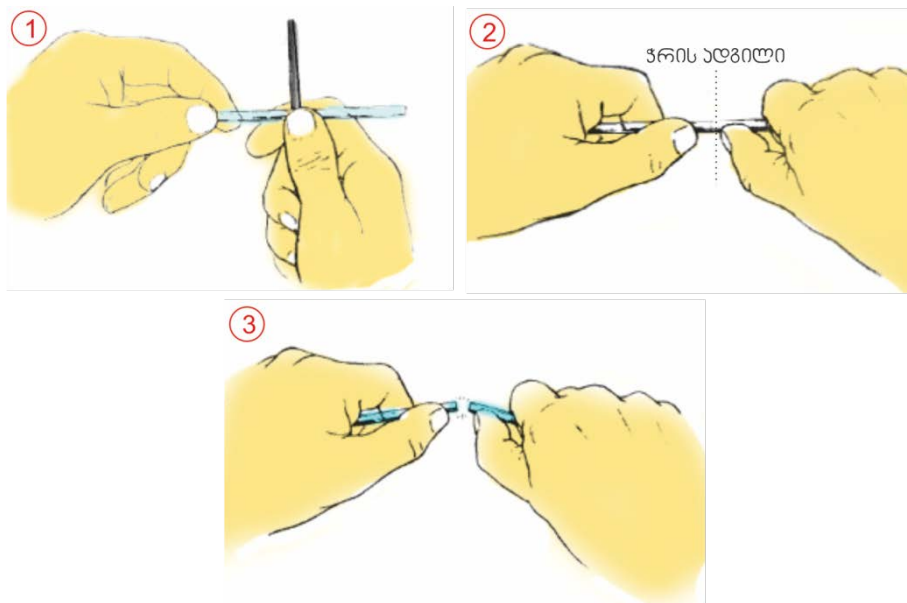
ლაბორატორიაში გამოყენებული ჭურჭელი და მასალები ძირითადად დამზადებულია ორი სახის მინისაგან: სოდა-კირიანი მინისაგან და ბოროსილიკატური (მაგ. პირექსი, კიმაქსი) მინისაგან. პირველი მათგანი შედარებით ადვილად ლღობადა. პლასტიურობას იძენს 300-400°C-ზე, მაშინ როდესაც ბოროსილიკატური მინა 700-800°C-ზე იწყებს დარბილებას. ამიტომ სოდა-კირიანი მინების დამუშავება შესაძლებელია ჩვეულებრივი გაზქურის საშუალებით, ხოლო ბოროსილიკატური მინის დამუშავებისათვის კი უნდა გამოვიყენოთ გამახურებლები უნდა გამოვიყენოთ.



ნახაზი 3.1.
მინის დეტალის კუთხეების მოქლიბვა ზუმფარის საშუალებით

წკირებისა და მინის მილაკების ჭრა

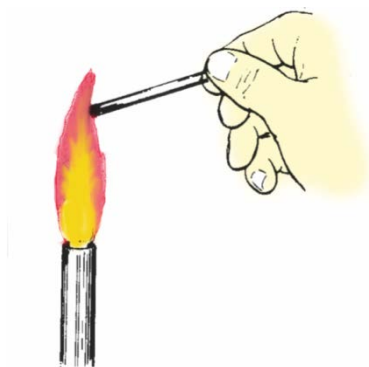
მინის მასალის ჭრისათვის ლაბორატორიაში გამოიყენება სამკუთხა ქლიბი. ქლიბის წახნაგით მინის მილზე უნდა გავაკეთოთ ერთი ნაკანრი. შემდეგ ცერა თითები უნდა დავიკავოთ რაც შეიძლება ძალიან ახლოს გასატეხ ადგილთან ნაქლიბის საპირისპირო მხარეს და სწრაფი მოძრაობით "გადავლუნოთ".



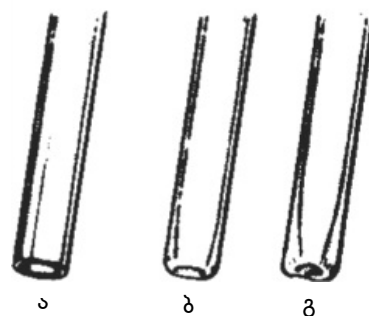
ნახაზი 3.2.
მინის ჭრა:
1 –სამკუთხა ქლიბით გაქლიბვა
2 - თითების ახლოს განთავსება
3- სწრაფი მოძრაობით გადატეხვა

მინის წკირის გადატეხვის შემდეგ აუცილებელია აუცილებელია მისი ბოლოების მოქლიბვა. მოქლიბვისათვის გამოიყენება ზუმტუარის ქალაღდი (ნახაზი 3.1).

2-3 მმ დიამეტრის მქონე მიღებისათვის ან წკირებისათვის დაბოღეობის მახვილი შვერიღების მოციღება შესაძღლებელია შელღობითაც. სპირტ- ან გაზქურის აღში შვერეტანოთ მინის კაპიღარი და მუღმივად ვატრიაღოთ წითელ ვარვარებამღე (სურათი 3.3). პერიოღულად გამოვიტანოთ იგი ცვეხლის აღიღან და დავაკვირღეთ გაცხეღების აღვიღს. თუ კაპიღარმა უნდა შინარჩუნოს მიღის ფორმა, მაშინ საჭიროა თავიღან ავირიღოთ მისი სრული შელღობა (სურათი 3.4)



სურათი 3.3.
მინის მიღის შელღობა აღში

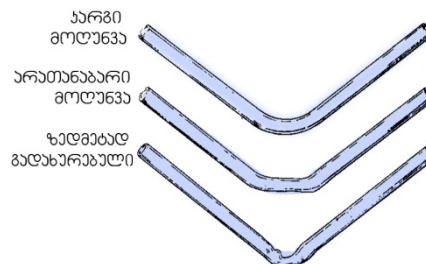
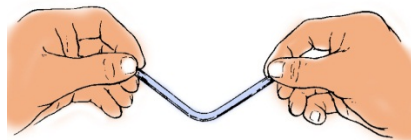
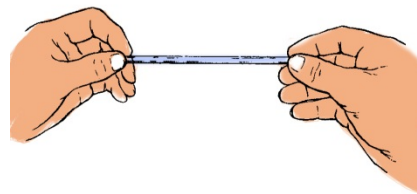
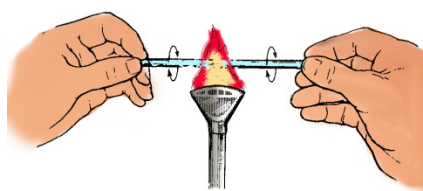


სურათი 3.4.
ა - მინის მიღი შელღობამღე
ბ - მინის მიღი შელღობის შემღევ
გ - ზემეტად გადახურებული მიღი

მინის დეტაღების მოღუნვა

მინის დეტაღების მოღუნვისათვის გამოიყენება გაზქურა. მოღუნვის პროცეღურა ნაჩვენებია სურათი 3.5-ზე და მოივაცს შემღევ ეტაპებს:

1. შვერეტანოთ მიღი ცვეხლის აღში და მუღვივად ვატრიაღოთ 360 გრადუსით სანამ არ დარბიღდება კარგად;
2. კარგად დარბიღების შემღევ გამოვიტანოთ ცვეხლის აღიღან და მცირე ხნით დავაყოვნოთ
3. ფრთხიღად მოვხაროთ თანაბრად და დავაფიქსიროთ გაცივებამღე



სურათი 3.5.
მინის მილის მოღუნვა

3.4. საცავიდან ნივთიერების აღება

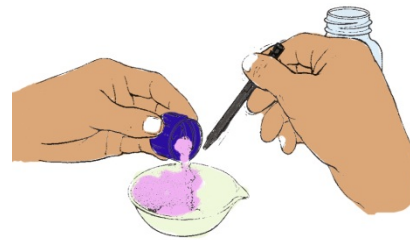
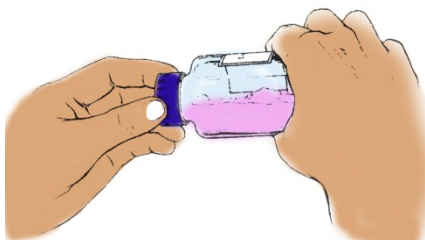
მყარი ნივთიერების ამოღება საცავიდან

ექსპერიმენტისათვის საჭირო მყარი ნივთიერება შემდეგი პროცედურების დაცვით უნდა ამოვიღოთ ბოთლიდან:

1. გადავხაროთ ბოთლი ისეთი კუთხით, რომ მცირე რაოდენობით ფხვნილი სახურავში გადაიყაროს:

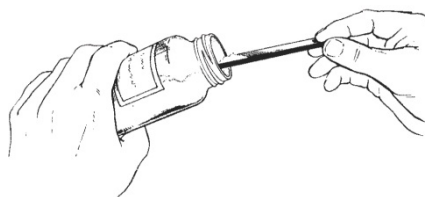
2. ფრთხილად მოვხნათ სახურავი ისე, რომ მცირე რაოდენობით ფხვნილი დარჩეს მასში.

3. შპატელით გადმოვყაროთ ფაისურის ჯამზე ექსპერიმენტისათვის საჭირო რაოდენობა



მყარი ნივთიერების ამოღება ბოთლიდან ასევე შესაძლებელია ორი შპატელის საშუალებით.

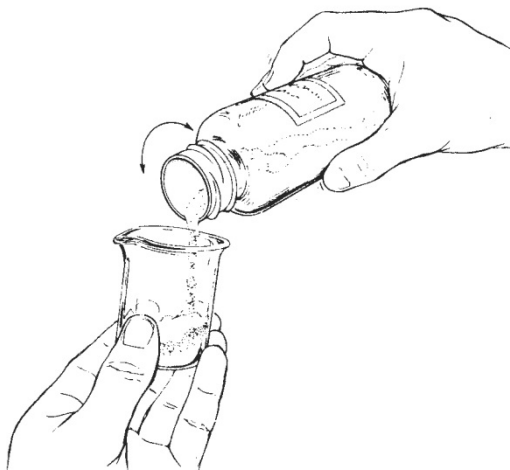
1. დიდი ზომის შპატელით ამოვიღოთ ფხვნილი ბოთლიდან



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.



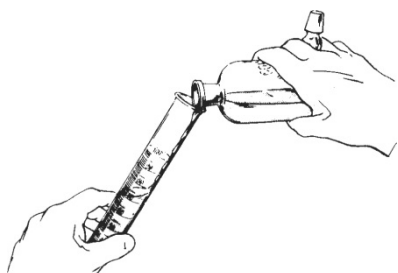
თხევადი ნაერთების ჩამოსხმა საცავიდან

თხევადი ნაერთების ჩამოსხმისათვის უნდა დავიცვათ შემდეგი პროცედურები:

1. ნივთიერების ჩამოსხმამდე ორჯერ წაიკითხეთ დასახელება.

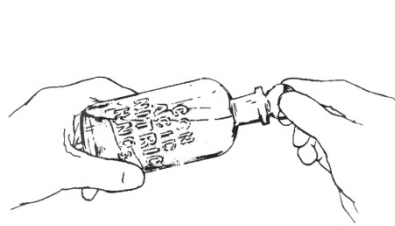


ჩამოსხმით საჭირო რაოდენობის სითხე მენზურაში.



საცობი არასოდეს დადოთ მაგიდაზე

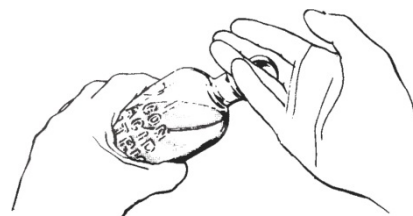
2. დახარეთ ბოთლი ისე, რომ სითხემ შეასველოს საცობი. მოხსენით საცობი და ისევ დაახურეთ მსუბუქად



ან სითხის ჭიქაში ჩამოსხმისათვის გამოიყენეთ შინის წკირი.



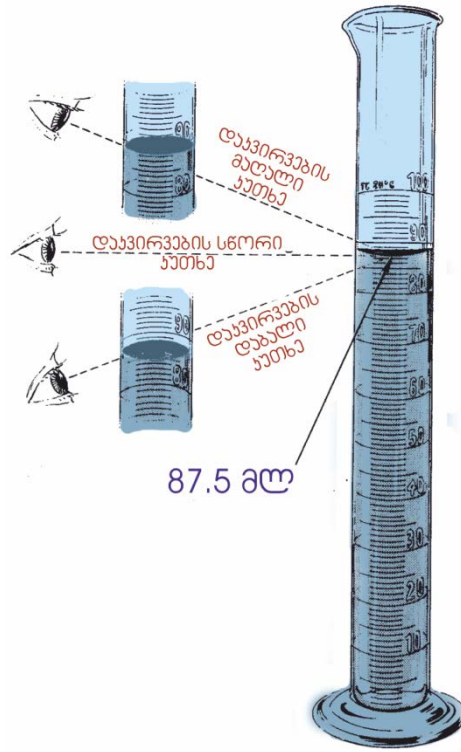
3. მოხსენით საცობი შუა და არა თითის საშუალებით



ან ჩამოსხმით ერთი ხელით, საცობი დაიკავეთ მარცხენა ხელში



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



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

3.5. 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.



სურათი 3.7.
მექანიკური მორევა ძლიერ აჩქარებს გახსნის ან შერევის პროცესს

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.

გვახსოვდეს!

თერმომეტრით მორევა არ შეიძლება



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



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

გვახსოვდეს!

მაგნიტური სარეველით შესაძლებელია მხოლოდ ბრტყელოძირიან ჭურჭელში (ჭიქა, კონუსური კოლბა, ბრტყელოძირა კოლბა) მორევა.

მაგნიტური სარეველის გამოყენება მეტად მარტივია. ამასთანავე, თანამედროვე მაგნიტური სარეველების ზედაპირი აღჭურვილია გაცხელება ან გაცხელება/გაცივების ფუნქციითაც, რაც საშუალებს იძლევა ნარევი შევათვოთ 40°C -მდე ან გავაცივოთ -5° -მდე.

მაგნიტური სარეველით მორევის შემთხვევაში, აუცილებელია მაგნიტის ღერო (განსაკუთრებით მინით დაფარული) ძალიან ფრხილად 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 გაასწორებს 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 სარეველის 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 სარეველა 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 დაუშველელია ტერმომეტრის ფსკერამდე ჩაშვება (სურათი 3.11).

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

სურათი 3.11.

თერმომეტრის ან სხვა რაიმე მონყობილობის მოთავსებისას თავიდან უნდა ავიცილოთ თერმომეტრსა და მაგნიტურ სარეველას შორის კონტაქტი.



თერმომეტრი არ უნდა ეხებოდეს მაგნიტურ სარეველას

მექანიკური სარეველა მაგნიტური სარეველისაგან განსხვავებით შემდეგი უპირატესობით ხასიათდება:

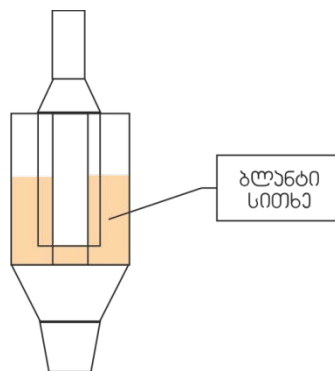
- ✓ შესაძლებელია ჰერმეტიული სისტემების მორევა;
- ✓ შესაძლებელია ბლანტი სისტემების მორევა;
- ✓ შერევა უფრო სრულყოფილი და ენერგიულია.



სურათი 3.12.

სანჯღრევი აპარატით ნარევის არევა

ორგანულ სინთეზში ისეთი სისტემების მორევისათვის, რომლებიდანაც შესაძლებელია მორეაგირე ნივთიერების აქროლვის შესაძლებლობა, გამოიყენება სპეციალური საკეტი (ზარი). აღნიშნული საკეტები ჰერმეტიულობას ინარჩუნებენ ბლანტი მაღალმდულარე სითხეების (ვერცხლისწყალი, გლიცერინი, ზეთი) საშუალებით.



ნახაზი 3.3.

მექანიკური მორევის დროს სარეაქციო სისტემის ჰერმეტიულობის შებარჩუნებისათვის გამოიყენება სპეციალური ჩამკეტი მონყობილობა

მორევის სიჩქარე რეგულირდება ავტოტრანსფორმატორების საშუალებით (სურათი 3.9).

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

3.6. მახურება

გვახსოვდეს!

ცხელი და ცივი მინა ერთნაირად გამოიყურება!

გვახსოვდეს!

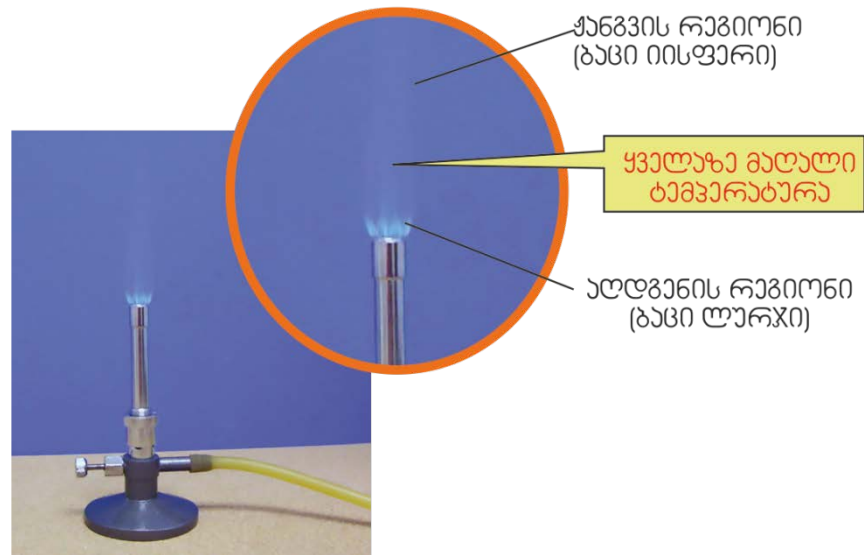
სინჯარის გაცხელებისას მისი ღია თავის მიმართვა ლაბორატორიაში მყოფი ადამიანებისაკენ არ შეიძლება, რადგან შესაძლებელია ამოშხეფება.



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

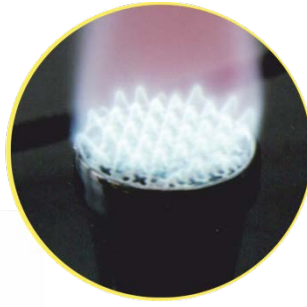
გამახურებელ მონწყობილობებად გამოიყენება ელექტროლუმელი, გაზქურა, სპირტურა, გამახურებელი ლენტი და ა.შ.

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



სურათი 3.13. ბუნზენის გაზქურა

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



სურათი 3.14.
ფიშერის გაზქურა

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



სურათი 3.15. სპირტქურა



სურათი 3.16. კოლბის გამახურებელი

გვახსოვდეს!

სპირტქურის ჩაქრობა შეუძლებელია არ შეიძლება



სურათი 3.17.
სინჯარის დამჭერი

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

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

- ექპერიმენტი. სინჯარით ნივთიერების გაცხელება**
1. მოვითავსოთ სინჯარაში ნივთიერება. ნივთიერების რაოდენობა არ შეიძლება იყოს სინჯარის ტევადობის 1/3- ზე მეტი;
 2. თუ სინჯარის კედლებზე გარედან შეინიშნება სისველე, გავამშრალოთ;
 3. მოვითავსოთ სინჯარა სპეციალურ დამჭერში;



სურათი 3.18.
სინჯარის გამახურებელი

4. ავანთოთ სპირტქურა;
5. მიუეახლოვოთ სინჯარა სპირტურის ალს მცირე მანძილზე და მუდვივად ვამოძრავოთ ისე, რომ სინჯარის რაც შეიძება დიდი თართობი შეთბეს;
6. სინჯარის შეთბობის შემდეგ შედარებით უფრო დიდი ხანი დავაყოვნოთ სპირტქურის ალში სინჯარა. თუ ხელში ვიგრძნობთ ჰიდრავლიკურ დარტყმებს ან ადვლებს 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 სადგამში (შესაძლებელია თუაიფურის ჭიქის გამოყენებაც);
8. ანთებულ სპირტქურას ვაქრობთ თავსახურის დახურებით.

ნივთიერების გახურება ასევე შესაძლებელია ქიმიურ ჭიქებში და კოლბებში.

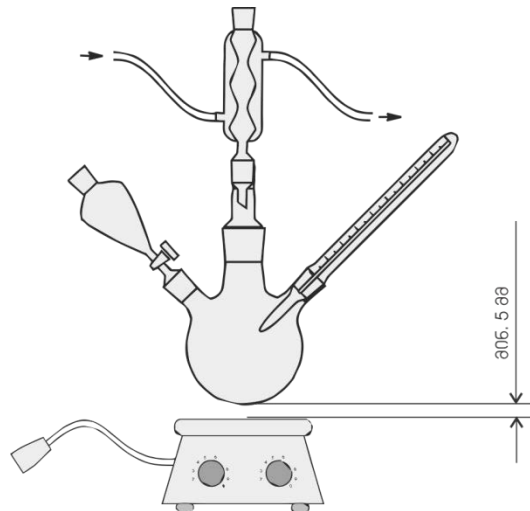
ჭიქის გამოყენების წინ, აუცილებელია დავრწმუნდეთ, რომ იგი თერმულად მედგი მინისაგან არის დამზადებული (სპეცილაური აღნიშვნა ჭიქაზე). გარდა ამისა, არ შეიძლება სველი ჭიქის მოთავსება ძლიერ გახურებულ ზედაპირზე მოთავსება ან ცხელი ჭიქის ქერიდან პირდაპირ ცივ სველ ზედაპირზე დადგმა.

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 მიმდინარებს მაღალ ტემპერატურაზე ატარებენ მრგვალძირა კოლბებში.

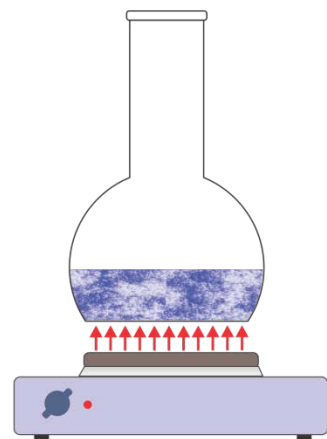
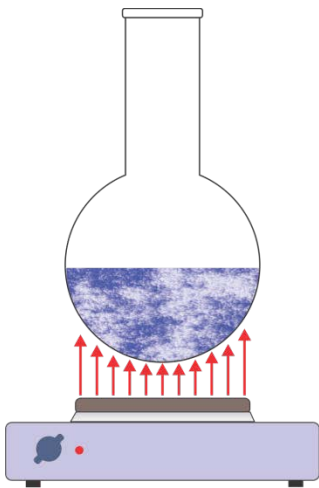
ნახაზი 3.4.

მრგვალი კოლბა არ უნდა ეხებოდეს გამახურებელ ელემენტს. ქურის სიმძლავრის და სარეაქციო მასის დუღილის ტემპერატურის მიხედვით უნდა შეირჩეს ქურის ზედაპირიდან დაშორება.



უფრო მაღალ ტემპერატურაზე გაცხელებისათვის (მაგ. შელღობა) გამოიყენება სპეცილუარი მონყობილობები - ავტოკლავეები.

ავტოკლავეები წარმოადგენენ ჰერმეტიულად დახურულ უჟანგავი ფოლადისაგან დამზადებულ ჭურჭელს.



ნახაზი 3.5.

მრგვალი კოლბაში ნივთიერების გაცხელება უფრო დიდ ფართზე წარმოებს, ვიდრე ბრტყელძირა კოლბაში



სურათი 3.19

საშუალო ზომის ლაბორატორიული ავტოკლავე (მარცხნივ), ელექტროთერმოსტატი (მარჯვნივ)

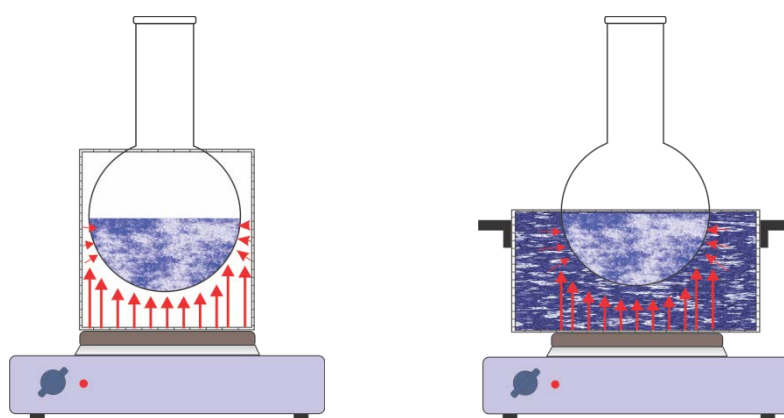
არაპირდაპირი გახურების მეთოდების გამოყენებას მთელი რიგი უპირატესობანი გააჩნია, ზემოთ აღწერილ პირდაპირი გახურების მეთოდებთან შედარებით, ვინაიდან პირდაპირი გახურების მეთოდების დროს ნივთიერების გადახურების თავიდან აცილება ძალიან ძნელია.

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 ალღედაბია, 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

ვუდის შენადნობი

- კალა 12.5%
- ტყვია - 25%
- ბისმუტი 50%
- კადმიუმი 12.5%

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 წყლისაბაზანა 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 ასანწყობი 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.

3.7. ბაზიზება

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

ამიტომ შეიძლება გაცივების პროცესი დაეყოს 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.

გვახსოვდეს!

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

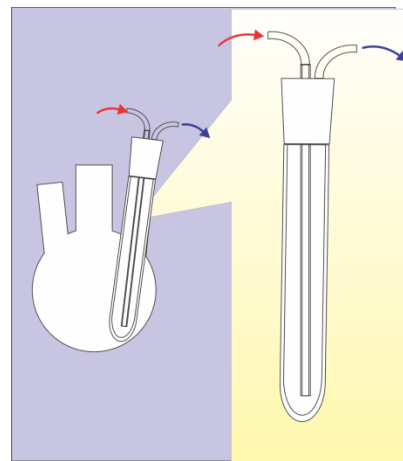
ოთახის ტემპერატურაზე უფრო დაბალ ტემპერატურაზე გასაცივებლად იყენებენ ცინულიან აბაზანას, თუმცა მისი გამოყენების შემთხვევაში 0°C-ზე დაბალი ტემპერატურა არ მიიღწევა.

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

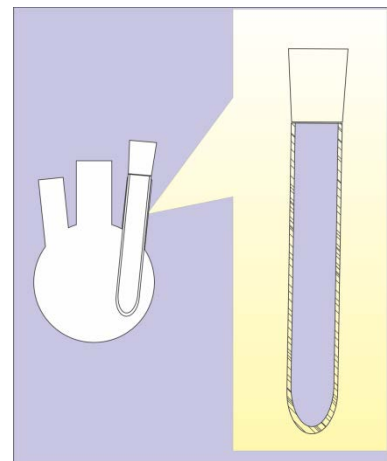
ცხრილი 3.1. მარილის აბაზანის შემცველობა

მარილი	პირობითი რაოდენობა, გ		T, °C
	მარილი	ცინული	
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 მუშაობს ან კრიოგენულ გაზზე (გათხევადებული აზოტი, "მშრალი ცინული").



ნახაზი 3.7.
კოლბის შიგთავსის გაცივება გამდინარე წყლით



ნახაზი 3.8.
კოლბის შიგთავსის გაცივება კრიოგენული გაზით

გვახსოვდეს!

წყლის მაცივარში გამაცივებული წყალი უნდა მიეწოდოს ქვევიდან!

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

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

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

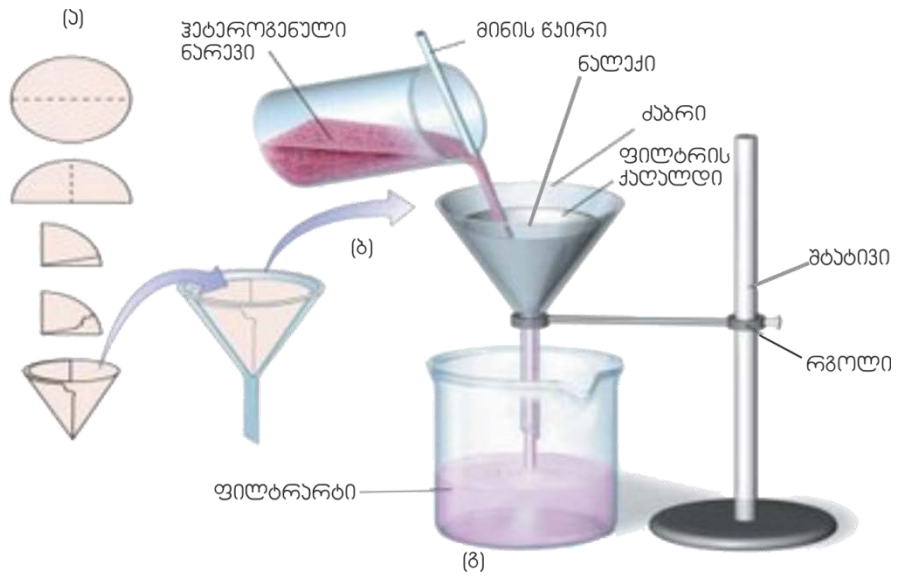
სპირალური მაცივრები უფრო ეფექტურია ადვილად აქროლადი ნივთიერებების ორთქლის კონდენსაციისათვის (150 °C-მდე).

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

3.8. 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 ქალაღი, შტატივი, წკირი, რგოლი დამჭერთ, სუფთა ჭიქა ან ერლენმეიერის კოლბა ფილტრატისათვის. გაფილტვრა მოიცავს სამ ძირითად პროცედურას: ფილტრის ქალაღის მომზადებას (ა), გაფილტვრას (ბ) და ფილტრატისა და ნალექის შეგროვებას (გ) (სურათი 3.22).



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

მაგალითი 3.1.

მოცემულია სალიცილმუყავას ზენაჯერი ხსნარი. გამოყავით კრისტალები მინიმალური დანაკარგებით.

- ექსპერიმენტი. სალიცილმუყავის ნაჯერი ხსნარის გაფილტვრა.**
1. ავიღოთ ფილტრის ქალაქი და გადავკვეცოთ შუაზე. ვეცადოთ, არ მოვახდინოთ დანოლა ფილტრის ცენტრალურ ნაწილში;
 2. კიდევ ერთხელ გადავკვეცოთ ფილტრის ქალაქი. მივიღებთ ოთხად მოკვილ ფილტრის ქალაქს;
 3. მოვათავსოთ ფილტრის ქალაქი ძაბრში. ძაბრის ზომა მცირედ უნდა აღემატებოდეს ფილტრის ქალაქს;
 4. შტატივზე დავამაგროთ რგოლი, რომლის დიამეტრი ძაბრის გაშლილი ნაწილის დიამეტრზე მცირეა;
 5. რგოლის ქვეშ მოვათავსოთ ერლენმეიერის კოლბა ან ჭიქა. მიმღები ჭურჭლის სიმაღლის მიხედვით შევარჩიოთ რგოლის სიმაღლე შტატივის ღეროზე;
 6. ჩავდოთ ძაბრი ფილტრთან ერთად რგოლში, ისე, რომ ძაბრის ცხვირი ოდნავ ჩაეშვას მიმღებ ჭურჭელში;
 7. გასაფილტრ ნარევის ენერგიულად მოვუროთ წვირით;
 8. ნალექის სედიმენტაციის თავიდან აცილების მიზნით შეძლებისდაგვარად სწრაფად დავავიტანოთ გასაფილტრი ხსნარი ძაბრში, რომელიც უნდა ჩავასხათ მინის წვირის საშუალებით
 9. გაფილტვრის დასრულების შემდეგ, რაზეც მიუთითებს წვეთების ჩამოვარდნის შეწყვეტა ძაბრის წვერიდან, ფილტრის ქალაქი ნალექიანად გადავიტანოთ პეტრის ჯამზე და გავაშროთ.
 10. გაშრობის შემდეგ შპატელით ჩამოვფხიკოთ ფილტრის ქალაქიდან.

გვახსოვდეს!

გაფილტვრის სიჩქარე ფილტრაციის ხარისხის უკუპროპორციულია



ნახაზი 3.9.
ნალექის ჩამორეცხვა წყლის მცირე რაოდენობით

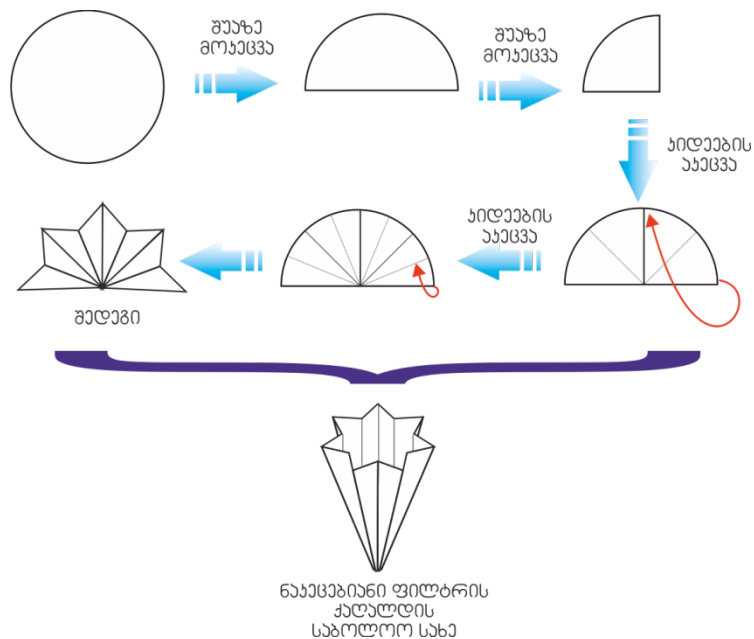
რა უნდა გვახსოვდეს გაფილტვრისას?

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 ნაკვეციანი ფილტრის ქაღალდი. მისი დამზადება სქემატურად ნაჩვენებია ნახაზი 3.10-ზე. ყოველი გადაკვეცვისას უნდა ვეცადოთ, რომ ხელი არ მოვუჭიროთ 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 ჩამოვრეცხოთ (თუ ნარევი წყალხსნარია ან მიზანი ნალექის შეგროვებაა და არა ფილტრატის) სპეციალური მონყობილობის საშუალებით (ნახაზი 3.9).



ნახაზი 3.10.
ნაკვეციანი ფილტრის ქაღალდის მომზადება

ნახევრებიანი ფილტრის ქაღალდის საბოლოო სახე

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

ვაკუუმ-ფილტრაციისათვის საჭირო მონაცობილობებია: ბუნზენის კოლბა, ბიუნენის ძაბრი, ფილტრის ქალაღდი, წყალ- ან ჰაერჭავლიანი ტუმბო, შტატივი და დამჭერი თათი.

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



1. დავამაგროთ ბუნზენის კოლბა შტატივზე



2. ბუნზენის კოლბაში მოვათავსოთ ფართო ხვრელის მქონე რეზინის საცობი



3. მოვარგოთ ფაიფურის (ბიუნენის) ძაბრი ბუნზენის კოლბას მჭიდროდ



4. მოვათავსოთ ფილტრის ქალაღდი ძაბრში



5. შევავერთოთ ბუნზენის კოლბა რეზინის მილით ვაკუუმ-ტუმბოსთან



6. შევასველოთ ფილტრის ქალაღდი გამხსნელის (წყლის) მცირე რაოდენობით

გვახსოვდეს!

ჯერ უნდა მოიხსნას ვაკუუმის მილი, ხოლო შემდეგ დაიკეტოს ონკანი



7. დავიტანოთ გასაფილტრი ნარევი ძაბრზე



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



9. გაფილტვრის გამთავრების შემდეგ ჩაფრეცხოთ ნალექი მცირე რაოდენობის გამხსნელით ან ფილტრატით



10. ძაბრიდან წვეთების ჩამოვარდნის შეწყვეტის შემდეგ მოვხსნათ ვაკუუმთან შემაერთებელი მილი და შემდეგ გადავკეტოთ წყლის ონკანი



11. პინცეტის ან შპატელის საშუალებით ძაბრიდან ამოვიღოთ ნალექი ფილტრის ქაღალდიანად



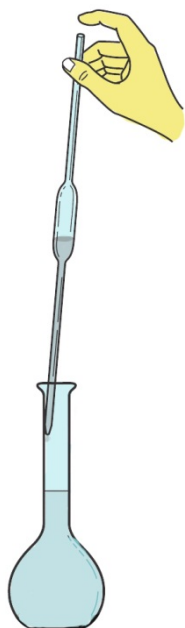
12. ფილტრის ქაღალდი ნალექთან ერთად მოვათავსოთ პეტრის ჯამზე გასაშრობად.

რა უნდა გვახსოვდეს ვაკუუმის ქვეშ გაფილტვრისას?

ვაკუუმ გაფილტვრისას მნიშვნელოვანია ფილტრის ქაღალდის ზომის ზუსტად შერჩევა. ფილტრის ქაღალდის დიამეტრი მცირედ უნდა აღემატებოდეს ფილტრის ნასფრეტებიანი რეგიონის დიამეტრს. ასევე დაუშვებელია ფილტრის 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.



სურათი 3.23.
ბიურეტის დახმარებით სითხის რაოდენობის შევსება მენისკამდე

3.9. 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 შესვსებას ახორციელებენ პიპეტით (სურათი 3.23).

შემსებულ მენზურას ხელახლა აწონიან და დაადგენენ ჯურჯლის წონას (m_2).

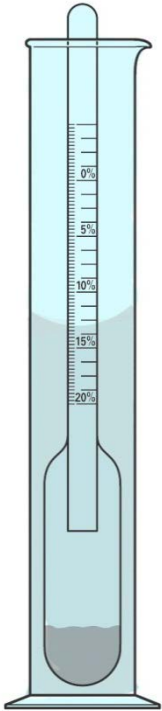
სიმკვრივეს ანგარიშობენ შემდეგი ფორმულით:

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

მყარი ნივთიერების სიმკვრივის გამოთვლა

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

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



სურათი 3.24.
არეომეტრით სიმკვრივის განსაზღვრა

გვახსოვდეს!

სიმკვრივის გაზომვისას არეომეტრი მენზურის კედელს არ უნდა ეხებოდეს.

სითხეების სიმკვრივის განსაზღვრა არეომეტრით

სითხეების სიმკვრივის განსაზღვრისათვის გამოიყენება სპეცილური მონწყობილობა, 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 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 შეეცვალოს: უნდა ავიღოთ უფრო მძიმე, თუ არეომერი არ ჩაიძირა და ტივტივებს, ან უფრო მსუბუქი, თუ არეომეტრი მთლიანად ჩაიძირა.

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

ხსნარის კონცენტრაციის დადგენა არეომეტრით

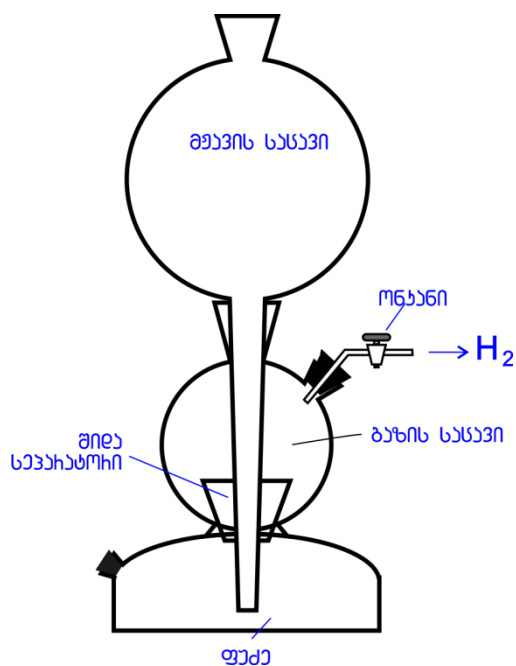
ხსნარის კონცენტრაციის დადგენა შესაძლებელია არეომეტრის საშუალებით, თუ არსებობს ამ ხსნარის კონცენტრაციის სიმკვრივეზე დამოკიდებულების ცხრილი. როგორც წესი, ასეთი ცხრილები თავმოყრილია ქიმიურ საცნობარო ლიტერატურაში, ხოლო სიმკვრივის დადგენა ხდება წინა პარაგრაფის მიხედვით.

3.10. გაზების მიღება

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

გაზების მიღება შესაძლებელია სხვადასხვა ლაბორატორიული ჭურჭელის გამოყენებით. დიდი რაოდენობით გაზის მისაღებად ყველაზე ხელსაწყო დანადგარია კიპის აპარატი.

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



ნახაზი 3.11.
კიპის აპარატი

წყალბადის მიღება კიპის აპარატით



1. მოვსხნათ გაზგამომცემი მილის საცობი და ძაბრის საშუალებით ჩაეტვირთოთ 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. ჩაუვასხათ მუავა (HCl) მუავის რეზერვუარში



5. გადაკვეტოთ ონკანი



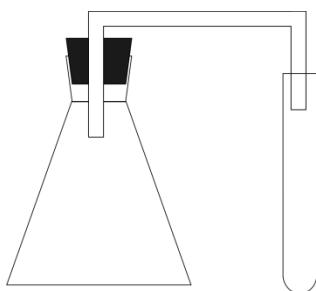
6. ან გამოვიყენოთ გაზი დანიშნულებისამებრ

ნახაზი 3.12.
გაზის მისაღები
მიკრომონწყობილობა

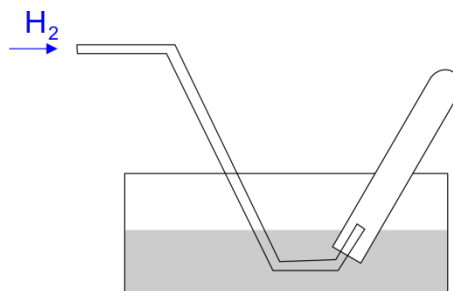
კიპის აპარატიდან გაზის გამოყოფის შეჩერებისათვის საკმარისია დაიკეტოს ონკანი. ონკანის გადაკეტვის შემდეგ გამოყოფილი გაზი გროვდება კიპის აპარატის ქვედა ნაწილში. გაზრდილი წნევა აწვება მარილმუავას და გამოდევნის მას კიპის აპარატის ქვედა ნაწილიდან. მარილმუავა ადის მუავის რეზერვუარში. იგი აღარ ეხება თუთიას და 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 უნდა გამოიყენება მოხრილი მილი და სინჯარა. მოხრილი მილის ფორმა დამოკიდებულია გაზის სიმკრივეზე. მძიმე გაზების შეგროვებისათვის გამოიყენება ნახაზი 3.13-ზე მოცემული დანადგარი, ხოლო მსუბუქი გაზების შემთხვევაში ნახაზი 3.14-ზე ნაჩვენები მონაცემილობა.



ნახაზი 3.13.
მძიმე გაზების შესაგროვებელი
დანადგარი



ნახაზი 3.14
მსუბუქი გაზების შესაგროვებელი
დანადგარი

3.11. ბატიტვრა

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 არ ქონის 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. გამორეცხვის 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. გავიმეორეოთ ეს მოქმედება რამდენჯერმე (ხსნარის ერთგვაროვნების მიღწევამდე)
10. დავდგათ კოლბა ვერტიკალურ ზედაპირზე და ვაცალოთ ბუშტების (მათი არსებობის შემთხვევაში) გაქრობა.
11. მოვხსნათ საცობი
12. შევავსოთ მენისკამდე ბიურეტით სურათი 3.23-ის მიხედვით
13. დავახუროთ საცობი და შევინახოთ

ბიურეტის შუქსება

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

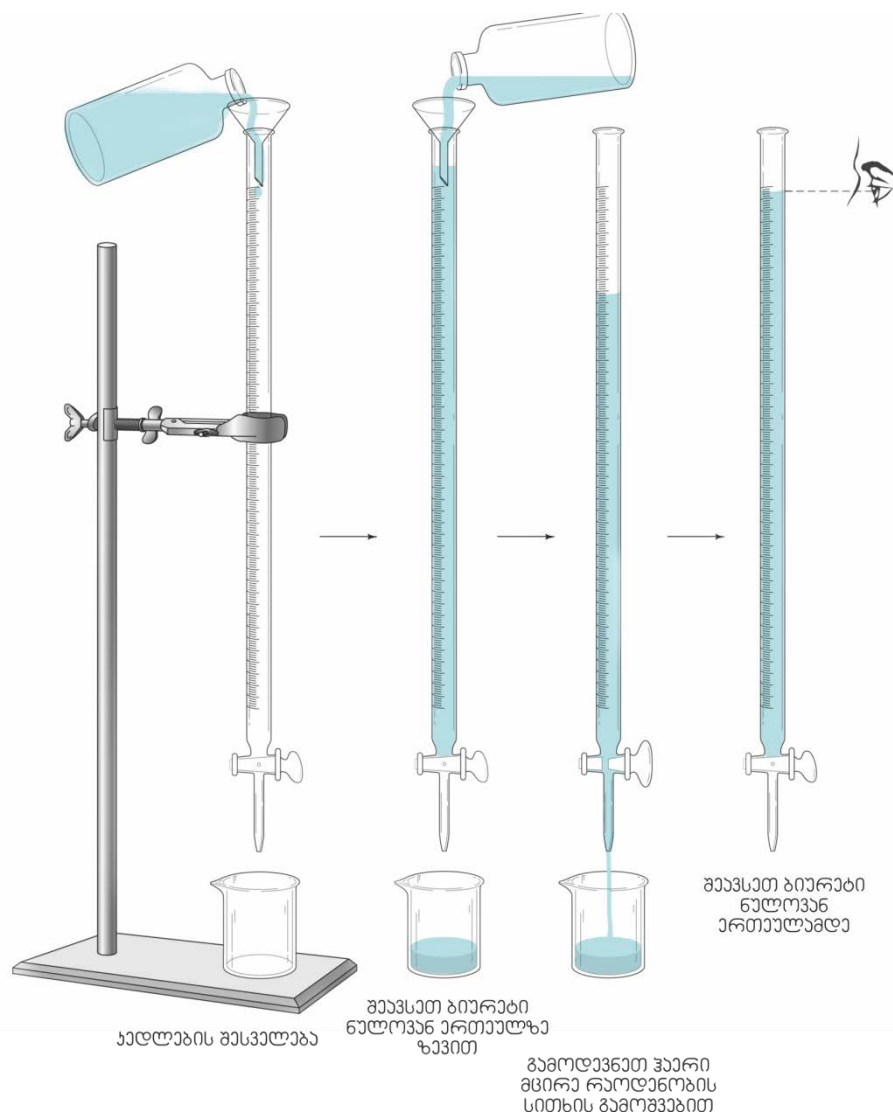
$$0.05 \text{ (1 წვეთის მოცულობა)}/50 \text{ მლ} \times 100\% = 0.1\%$$

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 შეასვლოს
6. დავკვეთოთ ონკანი
7. შევავსოთ ბიურეტი 0-ოვან დანაყოფს ზევით
8. გავაღოთ ონკანი ფართოდ და გამოვდევნოთ ჰაერი, რისთვისაც ხსნარის 1/3 გამოვუშვათ
9. დავკვეთოთ ონკანი და შევავსოთ ხელახლა ნულოვან დანაყოფამდე.

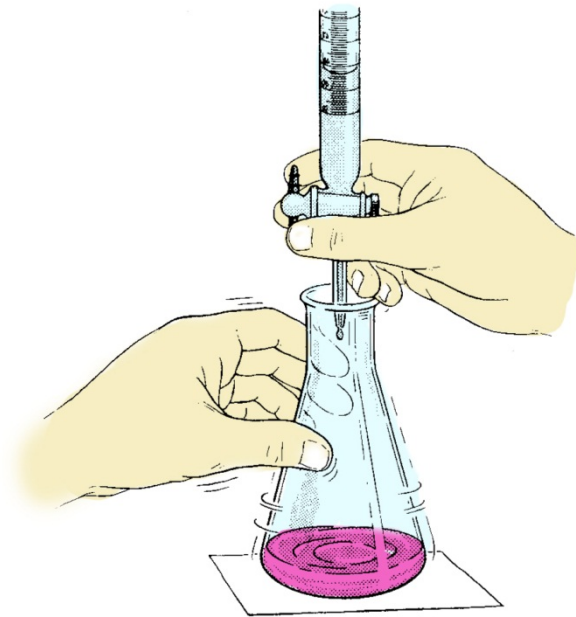


სურათი 3.25.
ბიურეტის შევსება

ბატიტვრა

ნივთიერების (ან ხსნარის) გატიტვისას საანალიზო ხსნარს ვათავსებთ ერლენმეირის 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 გავალოთ ონკანი და წვეთ-წვეთობით დავამატოთ ხსნარი ბიურეტიდან. ყოველი ულუფის დამატება უნდა წარმოებდეს საანალიზო ხსნარის მუდმივი მორევის პირობებში.

ყურადღებით დავაკვირდეთ ფერის ცლილებას. 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 ავილოთ ანათვალი.



სურათი 3.26.
გატიტვრა

3.12. ბამოხდა

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 დაბალ-მდულარე კომპონენტი, რომელიც გამოიყოფა თავისუფალი სახით -

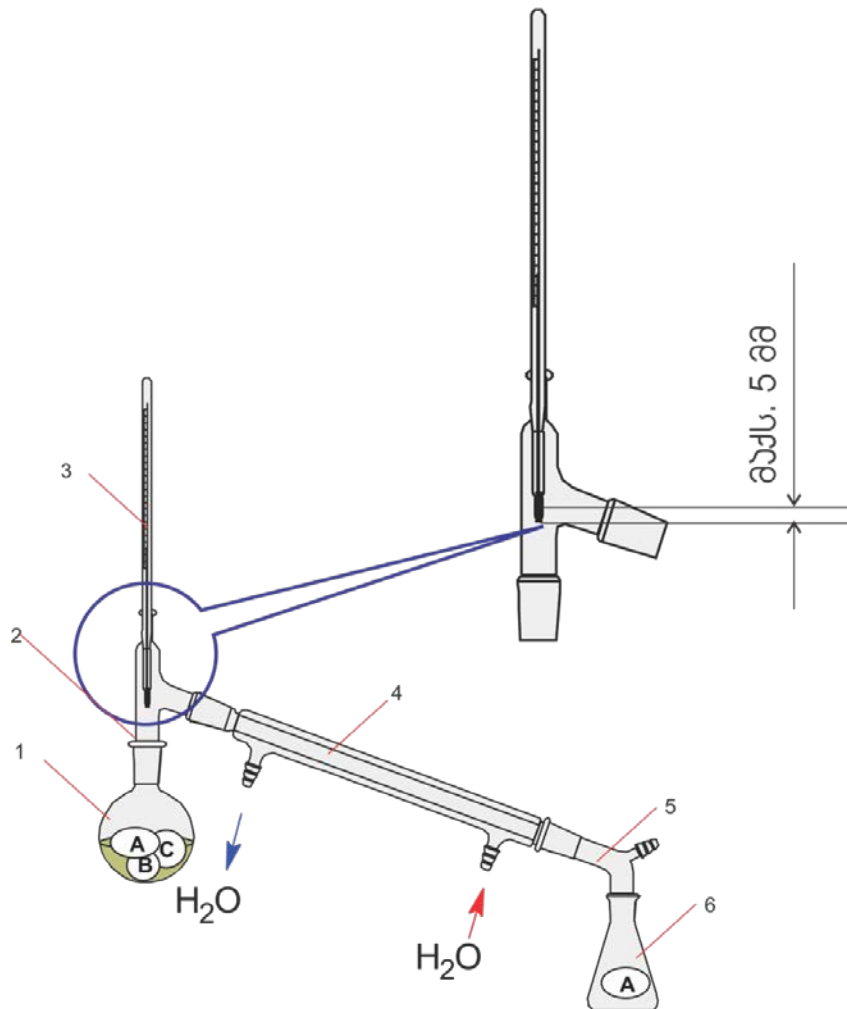
მისი ორთქლი შეედინება მაცივარში, სადაც კონდენსირდება, ცივდება და ჩაედინება მიმღებ კოლბაში. გამონახად ნივთიერებას დისტილატი ეწოდება.

გვასხოვდეს!

გამოხდისას თერმომეტრის რეზერვუარი უნდა იყოს ორთქლის გამოსავლის გასწვრივ ან 5 მმ-ით ქვევით.

გამოხდის უმარტივესი მონწყობილობა 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 მონწყობილობა.
 1- გამოსახდელი კოლბა;
 2- გადამყვანი ყელი (ფორმოსი)
 3- თერმომეტრი
 4-ლიბიხის მაცივარი
 5- ალონჟე
 6- მიმღები კოლბა

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 მიხეხილთავიანი, რათა თავიდან ავიცილოთ რეზინის საცობების გამოყენება დეტალების შეერთებებისას.

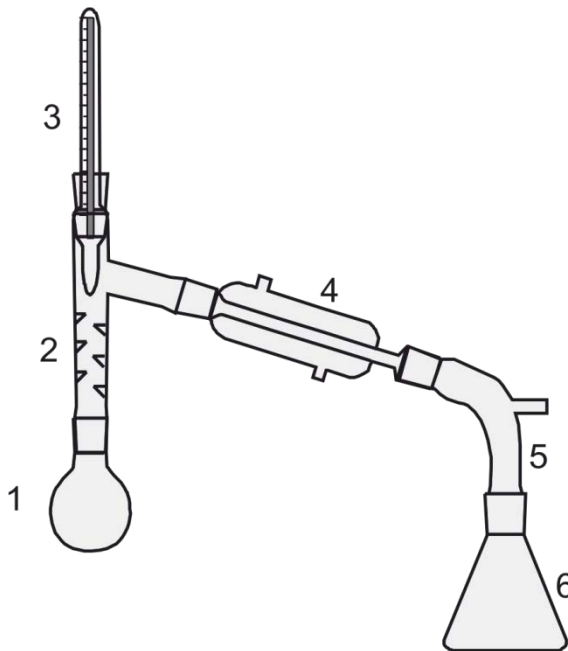
დანადგარის აწყობის პროცედურა:

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 ალონჟს და საჭიროების შემთხვევაში კოლბაზე ვამაგრებთ სპეციალური ზამბარით ან რეზინის რგოლით
6. ალონჟის მილს ჩავეშვებთ 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)

თუ გამოხდით ერთმანეთს უნდა დავაცილოთ ორი თხევადი ნივთიერება, რომელთა დუღილის ტემპერატურები ერთმანეთთან ახლოსაა, მაშინ სასურველია გამოსახდელ კოლბას მოვარგოთ დეფლექტორი (ნახაზი 3.16).

ნახაზი 3.16.
გამოსახდელი კოლბა
დეფლექტორით:

1. მრგვალი კოლბა,
2. დეფლექტორი,
3. პირდაპირი მაცივარი,
4. ალონუი,
5. მიმღები



გვახსოვდეს!

გამოსახდელი სითხის მოცულობა არ უნდა აღემატებოდეს კოლბის ორ მესამედს.

დეფლექტორში მიმდინარეობს ორთქლის ნაწილობრივი კონდენსირება და გამოსახდელ კოლბაში ბრუნდება ძნელად აქროლადი ნივთიერება, შესაბამისად ორთქლი მდიდრდება ადვილად აქროლადი ნივთიერებით. კოლბის ან დეფლექტორის 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 ნატებს.

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 ცაკ-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 ნარევიდან 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, დულ. ტემპ. 80 °C, 2 წილი
2. ტოლუოლი, დულ. ტემპ. 110 °C, 1 წილი
3. ქსილოლები:

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

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

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

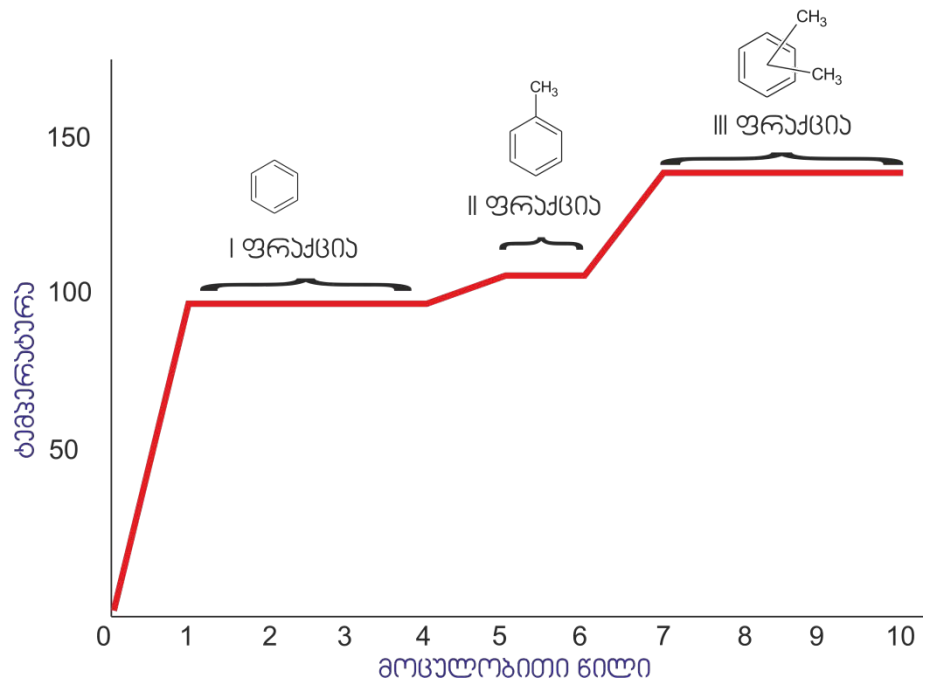
ამ ნარევის გამოხდა ხდება ჩვეულებრივ გამოსახდელ აპარატში. მიიღება სამი ფრაქცია:

I ფრაქცია - ბენზოლი (77-80 °C);

II ფრაქცია - ტოლუოლი (106-111 °C);

III ფრაქცია - ქსილოლების ნარევი (130-144 °C).

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 ქსილოლებს სუფთა სახით მიღებას, მეორედ გამოხდას აწარმოებენ დეფლევმატორის საშუალებით და ფრაქციებს შეაგროვებენ თითოეული იზომერის დუღილის ტემპერატურაზე.

3.13. 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.

გვახსოვდეს!

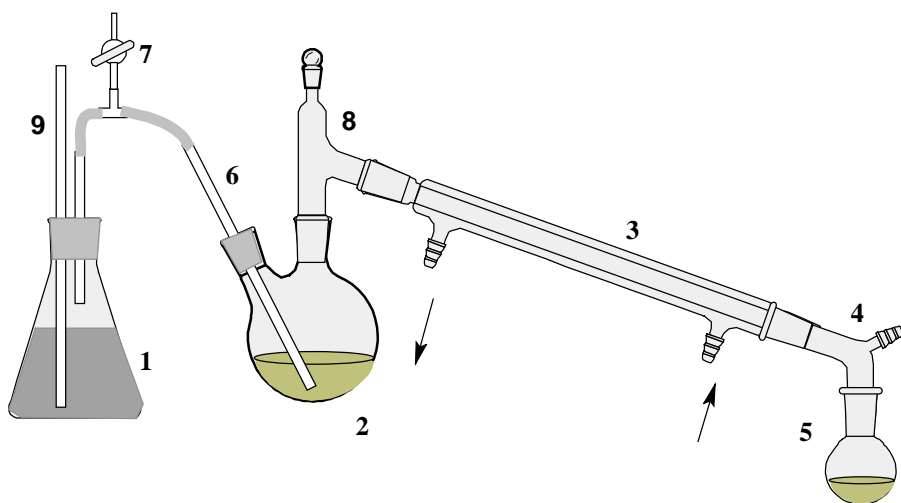
წყლის ორთქლით გამოხდას თერმომეტრი არ არის საჭირო.

როდესაც საერთო წნევა ატმოსფერულ წნევას უტოლდება, ნარევი იწყებს ღუღილს. რადგან P მეტია, ვიდრე P_A ან P_B , ასეთი ნარევის ღუღილის 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- ალონჟის; 5- მიმღების; 6- მინის მილის, 7- მინის სამკაპისაგან, რომელსაც მორგებული აქვს ონკანი, 8-გადაამყვანი მილისა და 9- ბარომეტრული მილისაგან.

მაღალეულიან დიდი ზომის მრგვალი კოლბაში (კოლბა ავსებული უნდა იყოს მისი მოცულობის არაუმეტეს 1/3 ნაწილისა) მცირეოდენ 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 ბოლომდე ჩამვებული 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 გამოხდას.



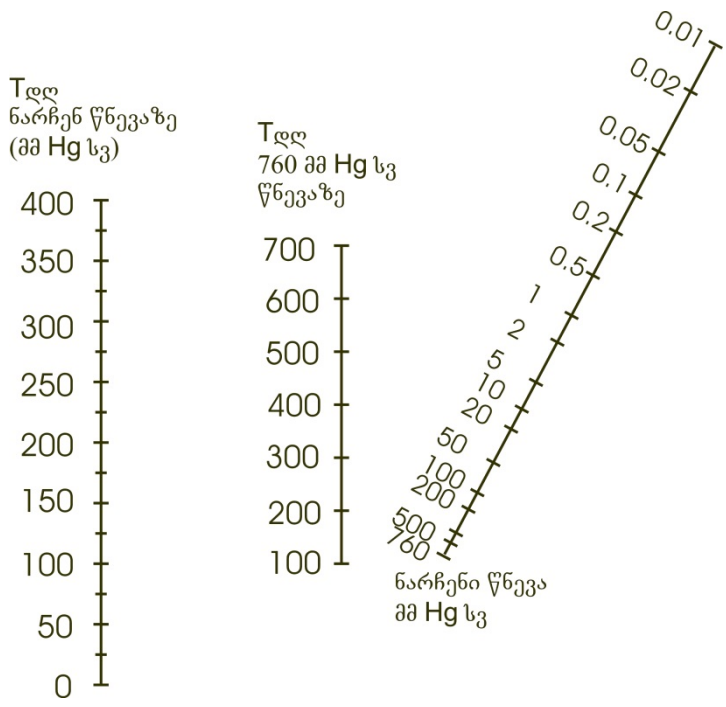
ნახაზი 3.18.

ხელსაწყო წყლის ორთქლით გამოხდისათვის: 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

3.14. ვაკუუმ ბამოსდა

დუღილის მაღალი ტემპერატურის მქონე ორგანული ნაერთი გამოხდის დროს სშირად იშლება თავის დუღილის ტემპერატურაზე, ზოგიერთ შემთხვევაში კი უფრო დაბალ ტემპერატურაზეც. ასეთი ნივთიერებების გამოხდისათვის 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 3.17-ზე.



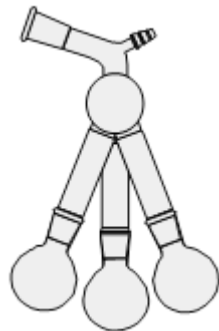
ნახაზი 3.19. ნარჩენ წნევაზე დუღილის ტემპერატურის განსაზღვრის დიაგრამა

მრავალი ორგანული მაღალმდულარე ნაერთის გამოხდისათვის საკმარისია ვერცხლისწყლის სვეტის 1-2 მმ წნევამდე გაუხშობება,

რომელიც შეიძლება შეიქმნას სხვადასხვა ტიპის ზეთის ტუმბოს საშუალებით. ზეთის ტუმბო უნდა დავიცვათ, რომ მასში არ მოხვდეს გამსხნელების, წყლისა და მუაგების 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 მრგვალძირა კოლბა, ხოლო მცირე რაოდენობის ნივთიერებებისათვის - მსხლისებური ფორმის კოლბები. როგორც გამოსახდელი, ასევე მიმღები კოლბები უნდა იყოს მხოლოდ მრგვალძირა, რადგან ბრტყელძირა კოლბა ვერ უძლებს წნევის დანოლას. გამოსახდელი კოლბის პირდაპირ ყელში ათავსებენ წვრილად წაგრძელებულ კაპილარს, ხოლო გვერდით მილში თერმომეტრს, რომლის ვერცხისწყლის რეზერვუარი მოთავსებულია გადამყვანი მილის 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".



ნახაზი 3.20. "ობობა"
ვაკუუმ გამოხდისათვის

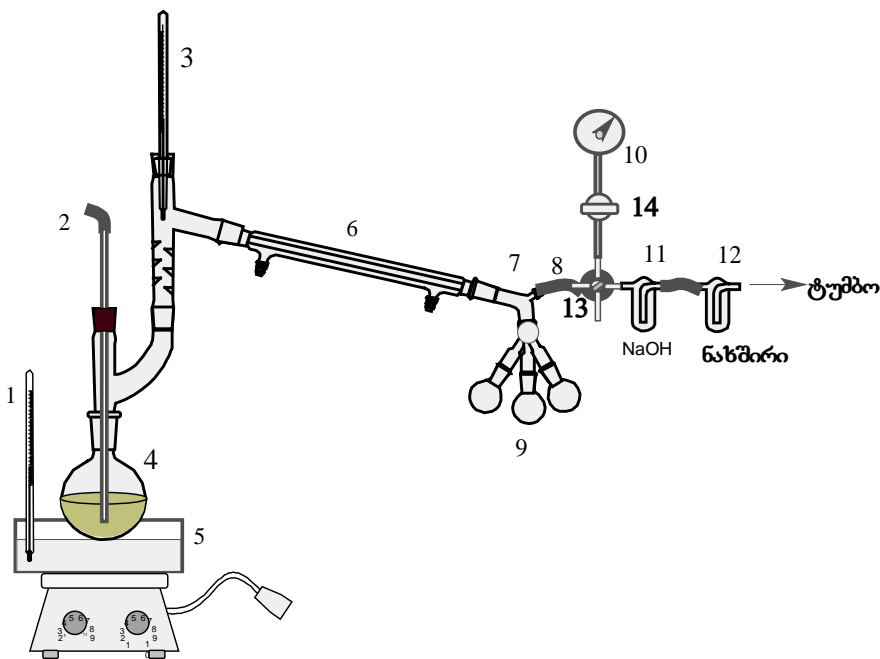
გამოხდის დანყების წინ ამოწმებენ დანადგარის ჰერმეტიულობას.

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

ჰერის ერთბაშად დანოლამ არ გატეხოს ვერცხლისწყლის მანომეტრი.

ნახაზი 3.21.
 დანადგარი ვაკუუმ გამოხდისათვის:
 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



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

3.15. გამხსნელების აორთქლება და ხსნარების კონცენტრირება

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

სურათი 3.27.
 როტაციული ამორთქლებელი



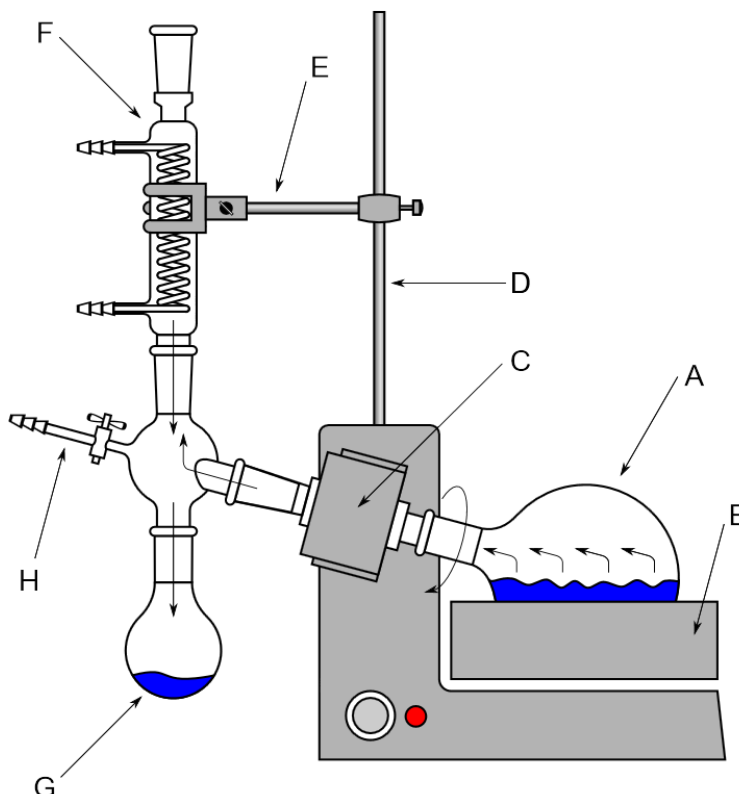
არსებობს სხვადასხვა კონსტრუქციის როტაციული ამორთქლებელი, რომელთა მუშაობა ერთი და იგივე პრინციპს ემყარება.

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

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

ნახაზი 3.22. როტაციული ამორთქლებელის პრინციპული სქემა:

- A - კოლბა ასაორთქლებელი ხსნარით
- B-წყლის (ზეთის) აბაზანა
- C-როტორი
- D- შტატივი
- E - თათი
- F- უკუმაცივარი
- G- მიმღები
- H-ვაკუუმის ხაზი ონკანით



3.16. მადაკრისტალეზა

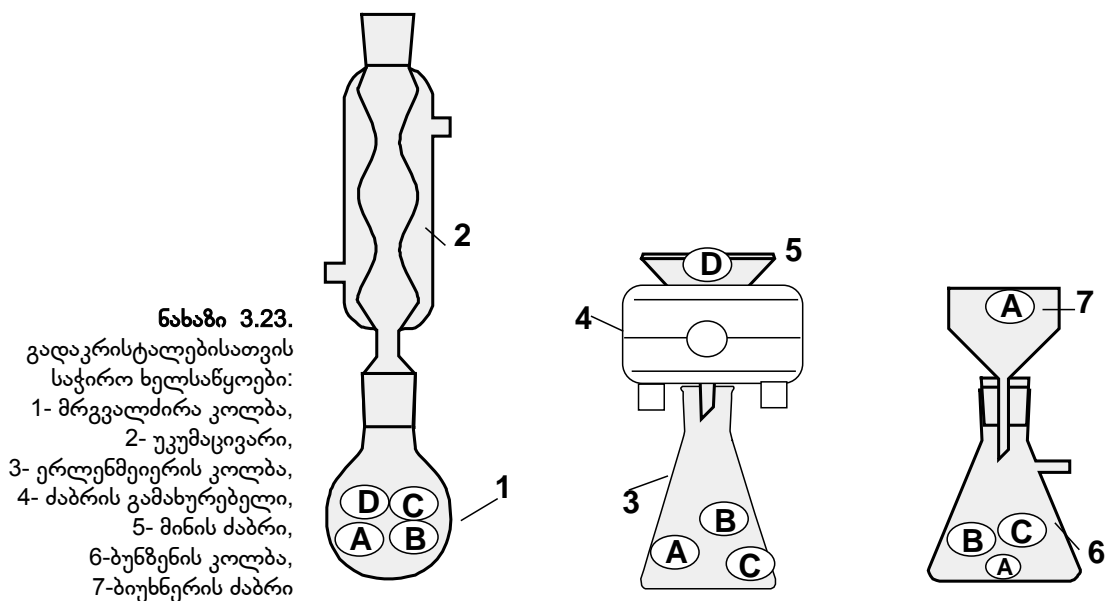
მყარი ნაერთების გასუფთავების მნიშვნელოვან მეთოდს წარმოადგენს კრისტალიზაცია (გადაკრისტალეზა)

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

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

გადაკრისტალეზის პროცესის არსი შემდეგში მდგომარეობს:

ვთქვათ საწყის ნივთიერება ნარევი შედის A ნივთიერება - 95%, B- 3%, C-1%, D-მექანიკური მინარევები - 1%. ამასთან A- გასასუფთავებელი (მიზნობრივი) ნივთიერებაა, რომლის ხსნადობა მკვეთრად იზრდება ტემპერატურის ზრდასთან ერთად. B და C-მინარევებია, რომლებიც ასევე იხსნებიან გამხსნელში ოთახის ტემპერატურაზე, D - არ იხსნება გამხსნელში.



ზოგადად, გადაკრისტალეზის პროცესი შეიძლება შემდეგი სახით ჩამოვაყალიბოთ: საკვლევი 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).

პრაქტიკულად გადაკრისტალდება უნდა ჩატარდეს შემდეგი სქემით:

ექსპერიმენტი. გადაკრისტალდება

1. ქიმიური ცნობარის საშუალებით უნდა შეიჩეს ისეთი გამხსნელი, რომელშიც მიზნობრივი ნაერთი შეზღუდულად იხსნება;
2. ავწონოთ გადასაკრისტალებელი ნარევი
3. შტატივზე თათის საშუალებით დავამაგროთ ერთყელა მრგვალი კოლბა;
4. კოლბაში მოვათავსოთ გადასაკრისტალებელი ნარევი;
5. დავამატოთ შერჩეული გამხსნელის მცირე რაოდენობა და შევანტროთ კოლბა ან წვირის საშუალებით მოვურიოთ. 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 დაველოდეთ მის ხელახლა წამოდულებას.
11. წინა მოქმედება გავიმეოროთ მანამ, სანამ თითქმის მთლიანად არ გაიხსნება ნივთიერება. გავითვალისწინოთ, რომ გადასაკრისტალბელი ნარევი შეიძლება შეიცავდეს უხსნად მინარევებს. ამათომ თუ გამხსნელის მორიგი პორციის დამატების შემდეგ გასახსნელი ნარევის რაოდენობა აღარ მცირდება, გამხსნელის დამატება უნდა შეწყდეს.
12. ვადულოთ ხსნარი რამდენიმე წუთს. პარალელურად მოვაშობლოთ ცხლად გაფილტვრის ძაბრი და შევათბოთ.
13. მოვხსნათ უკუმაცივარი კოლბიდან, გავანთავისუფლოთ 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 გაფილტვრის შემდეგ მიღებული ფილტრატი გავაცივოთ
15. დაველოდეთ გამორკრისტალებას.
16. მიღებული ზენაჯერი ხსნარი ხელ-ახლა გავფილტროთ ცივ მდგომარეობაში.
17. ფილტრის ქაღალდზე დარჩენილი კრისტალები შევავროვოთ, გავაშროთ და ავწონოთ
18. ვიანგარიშოთ ძირითადი ნივთიერების შემცველობა საწყის ნარევაში

გვახსოვდეს!

ორგანულ გამხსნელებში გადაკრისტალდება ამწოვ კარადაში უნდა ჩატარდეს!

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

ზემოაღნიშნულ 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).

3.17. ექსტრაქცია

ხსნარიდან ან მყარი ნივთიერების ნარევიდან ნივთიერების გამოყოფას სხვადასხვა გამსხნელების საშუალებით **ექსტრაქცია** (ანუ **გამონვლილვა**) ეწოდება. მას საფუძვლად უდევს სხვადასხვა ნივთიერების განსხვავებული ხსნადობა ერთსადაიმევე გამსხნელში ან ორ შეურევედ გამსხნელში ერთიდაიგივე ტემპერატურაზე.

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

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

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

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

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

K განაწილების კოეფიციენტი მოცემულ ტემპერატურაზე მუდმივ სიდიდეს წარმოადგენს.

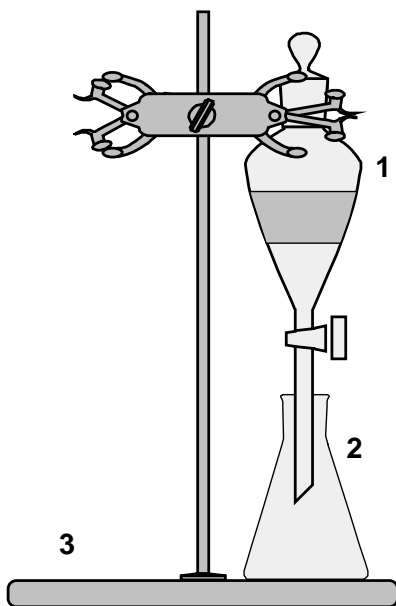
ნივთიერების წყლიდან ექსტრაქციისათვის იყენებენ ისეთ ორგანულ გამსხნელს, რომელშიც მოცემული ნივთიერება იხსნება ბევრად უფრო ადვილად, ვიდრე წყალში, ე.ი. $S_A > S_B$. იმ შემთხვევაში,

გვახსოვდეს!

განაწილების კოეფიციენტი მოცემულ ტემპერატურაზე მუდმივ სიდიდეს წარმოადგენს

როდესაც $K \geq 20$, ნივთიერების წყლიდან გამოსაწვლილვად საკმარისია ერთჯერადი ექსტრაქცია.

თუ $K < 20$, ექსტრაქციას რამოდენიმეჯერ აწარმოებენ გამსხნელის ახალი ულუფების დამატებით. წყალხსნარებიდან ორგანული ნივთიერების ექსტრაქციას და ერთმანეთში შეურევადი სითხეების გამოყოფას აწარმოებენ ცილინდრისებრი ან მსხლისებრი გამყოფი ძაბრების საშუალებით. ექსტრაქციის დაწყებამდე საჭიროა შემონმდეს 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 გამსხნელს და მჭიდროდ ახურავენ საცობს. შემდეგ გამოყოფ ძაბრს გადმოაბრუნებენ, თან ხელს უჭერენ საცობს, ონკანს და ფრთხილად შეანჯღრევენ, ამ დროს გამსხნელის აორთქლების შედეგად წარმოქმნილი ჭარბი წნევის შესამცირებლად საჭიროა ონკანი გაილოს მცირე ხნით, შემდეგ რამოდენიმე წუთის განმავლობაში ენერგიულად ანჯღრევენ ძაბრს და დროდადრო აღებენ ონკანს.



ნახაზი 3.24.
ექსტრაქციის მოწყობლობა.
1- გამყოფი ძაბრი
2- ერლენმეიერის კოლბა
3- შტატივი

გვახსოვდეს!

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

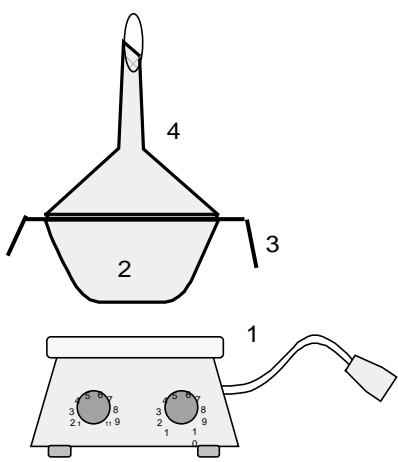
შენჯღრევის დამთავრების შემდეგ გამოყოფ ძაბრს ამაგრებენ შტატივზე, ქვეშ შეუდგამენ კოლბას ან ქიმიურ ჭიქას. ფენების მკაფიოდ გაყოფის შემდეგ ძაბრიდან საცობს იღებენ, აღებენ ონკანს და ჩამოასხამენ ქვედა ფენას, ხოლო ზედა ფენას ძაბრის ზედა ხვრელიდან ან სხვა კოლბაში გადმოასხამენ.

ექსტრაქციის დამთავრების შესამოწმებლად ექსტრაქციის ბოლო წვეთს ათავსებენ საათის მინაზე და გამსხნელს აართქლებენ. თუ სინჯი აორთქლდა ნარჩენის გარეშებ მაშინ ექსტრაქცია დამთავრებულია ითვლება.

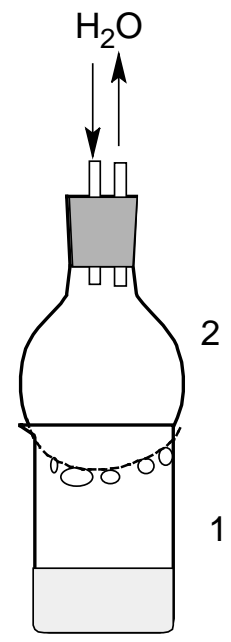
ეთერთან და სხვა ადვილად აალებად გამხსნელებთან მუშაობა არ შეიძლება ჩატარდეს ცეცხლთან ახლოს.

3.18. სუბლიმაცია (ფერთვილვა)

ზოგიერთ ნივთიერებას (მაგ. იოდი, ქინონი, ბენზომჟავა, ნაფთალინი) მყარ მდგომარეობაში იმდენად მაღალი ორთქლის წნევა აქვს, რომ მათი გამოხდა შესაძლებელია ვაქვობის გარეშე – *ზერთვილვით (სუბლიმაციით)*. ამ ნივთიერების ორთქლი გაცივებისას, თხევადი ფაზის გაუვლელად, მყარ მდგომარეობაში გადადის. ზერთვილვას მყარი ნივთიერების გასუფთავების მიზნით მხოლოდ იმ შემთხვევაში იყენებენ, როდესაც მოცემული ნივთიერების მეტისმეტად დიდი ან მცირე ხსნადობის გამო ჩვეულებრივ გამხსნელებში მისი გადაკრისტალევა გაძნელებულია ან სრულიად არ ხერხდება.



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-მრგვალი კოლბა საცობით და ორი შილით, ერთი შილი მიერთებულია ონკთან და კანალიზაციასთან

ნივთიერების ზერთვილვას შემდეგნაირად აწარმოებენ. ნივთიერებას ათავსებენ ფაიფურის ჯამში. ზვიდან ახურავენ რამდენიმე ადვილას გახვრეტილ (ნასვრეტებიან) ფილტრის ქაღალდს. ფილტრის

ქალაქებს ზევიდან უფრო ნაკლები დიამეტრის მქონე მინის ძაბრს ახურავენ, რომლის ვიწრო ბოლოში მოთავსებულია ბამბა. ძაბრს გარედან ახვევენ სველ ქსოვილს. ჯამში მოთავსებულ ნივთიერებას ფრთხილად აცხელებენ აზბესტის ბადეზე. ძაბრის ცივი 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.

3.19. ლღობის ტემპერატურის განსაზღვრა

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

გვახსოვდეს!

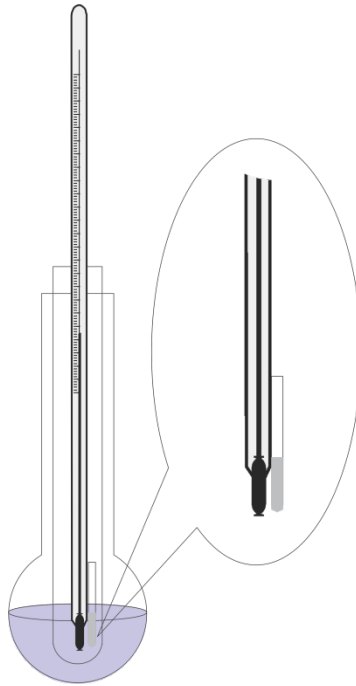
მინარევეები მყარი ნივთიერების ლღობის ტემპერატურას დაბლა სწევს.

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.

მინარევეები 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.

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



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 განტვეტამდე მუდმივი ტრიალის პირობებში.
4. განყვეტის შემდეგ კაპილარის ორივე ბოლო მიიღება ნამახცილებული. შევიტანოთ კვლავ სპირტქურის ალში და მუდმივი ტრიალით მივუჩრთილოთ ერთი ბოლო სრულად.

გვახსოვდეს!

ლღობის ტემპერატურა შეიძლება გამოვყენოთ ნივთიერების ინდივიდუალობის დასადგენად

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 ჩააგდებენ 50-70 სმ სიგრძის მშრალი მინის მილში, რომელიც ვერტიკალურად იკავებენ მაგიდაზე (სასურველია მინის ზედაპირზე). პროცედურას იმეორებენ, მრავალჯერადი ვარდნის შედეგად ნივთიერება კაპი-

ლარში იტკეუნება და წარმოიქმნება მისი მკვერივი სვეტი (ნივთიერებამ უნდა შეავსოს 2-3 მმ)

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

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

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

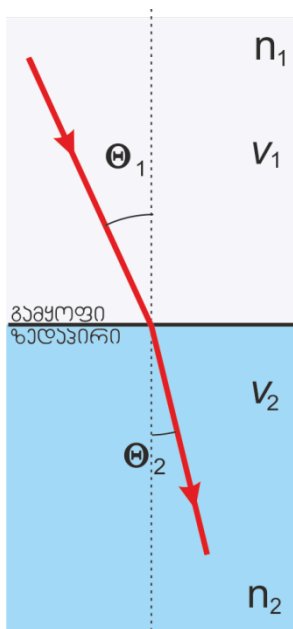
რაც უფრო ნაკლებია ტემპერატურის ინტერვალის ლლობის დაწყებასა და დამთავრებას შორის, მით უფრო სუფთაა ნივთიერება.

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

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

ვთქვათ, საანალიზო ნივთიერების ლლობის ტემპერატურა უნდა იყოს 156-158°C. ანალიზის ჩატარების შემდეგ დადგინდა, რომ ლლობის ტემპერატურ 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 ლლობის ტემპერატურა უნდა იყოს 156-158°C. ანალიზის ჩატარების შემდეგ დადგინდა, რომ



სურათი 3.28.
სინათლის გარდატეხა
ორი გარემოს გაყოფის
საზღვარზე

ლღობის ტემპერატურ არის 160-170°C. მიღებული მონაცემებიდან შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ საანალიზო ნივთიერება მოიცავს მინარევებს (ინტერვალი 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 უნდა ჩატარდეს დამცველი სათვალისით.

3.20. ბარდათხის (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 ეფუძვნება 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 $4 \cdot 10^{-4}$ - $5 \cdot 10^{-4}$ ერთეულით შემცირებას.

რეფრაქტომეტრის გამოყენებით შესაძლებელია ხსნარების კონცენტრაციის განსაზღვრა და ნივთიერებების სისუფთავის დადგენა.

გვახსოვდეს!

გარდატეხის მაჩვენებელი, როგორც დუღილის და ლღობის ტემპერატურები, წარმოადგენს ნივთიერების სპეციფიკურ მახასიათებელს.

გარდატეხის მაჩვენებელი ჩაინერება შემდეგნაირად: n_D^{20} , სადაც n - ბომვის ტემპერატურა არის 20 °C. D-ნატრიუმის ატომის გამოსხივების ხაზი. გარდატეხის მაჩვენებელი, როგორც დუღილის და ლღობის ტემპერატურები, გვევლინება ნივთიერების სპეციფიკურ მახასიათებლად.

მოლეკულური რეფრაქცია განისაზღვრება ლორენტე-ლორენცის ფორმულით

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

სადაც n - გარდატეხის მაჩვენებელია; 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.

3.21. 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:

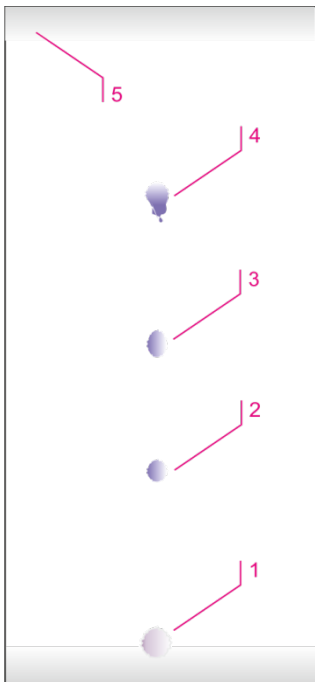
- ნივთიერებათა რთული ნარევების დაყოფა ცალკეულ კომპონენტებად.
- ნივთიერებათა თვისებითი და რაოდენობითი შედგენილობის განსაზღვრა.
- ნივთიერებათა ინდივიდუალობის დადგენა და სუფთა სახით გამოყოფა.

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;



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

- ადსორბენტი უნდა ხასიათდებოდეს შემავალი ნარევის შემადგენელი კომპონენტების მიმართ სხვადასხვა ადსორბციის უნარით;

დიდი მნიშვნელობა აქვს ადსორბენტის დისპერსულობას. ადსორბენტის ნაწილაკების ზომების შემცირებასთან ერთად იზრდება შთანთქმის უნარი.

გამსხნელის შერჩევასა და ყურადღება ექცევა შემდეგ მოთხოვნებს:

- ინერტულობას საანალიზო ნარევისა და ადსორბენტის მიმართ;
- მაქსიმალურად უარყოფითი ადსორბირების უნარს მოცემული ადსორბენტის მიმართ. ეს თვისებები ეყრდნობა გამსხნელების პოლარობას.

ქვემოთ ჩამოთვლილია გამსხნელები, რომლებიც ფართოდ გამოიყენება ქრომატოგრაფიაში:

პეტროლეინის ეთერი
ციკლოჰექსანი
ოთხქლორიანი ნახშირბადი
ბენზოლი
ქლორმეთანი
ქლოროფორმი
დიეთილეთერი
ეთილაცეტატი

პირიდინი
აცეტონი
ნ-პროპანოლი
ეთანოლი
მეთანოლი
წყალი
ძმარმჟავა

თხელფენოვანი ქრომატოგრაფია

თხელფენოვანი ქრომატოგრაფიის საშუალებით შეისწავლება ნივთიერებების ნარევათა 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 გამსხნელის საშუალებით. ექსპერიმენტის შედეგად ლებულობენ თხელფენოვან ქრომატოგრაფებს. სამ კომპონენტიანი სისტემისათვის მიიღება შემდეგი სახის ქრომატოგრაფა (სურათი 3.29)

თხელფენოვანი ქრომატოგრაფიისათვის გამოიყენება თხელფენოვანი ქრომატოგრაფიული ფირფიტა, კრისტალიზატორი; თხელფენოვანი ქრომატოგრაფის გასამჟღავნებელი კამერა.

ქრომატოგრაფიული ფირფიტა არსებობს მინის, პლასტმასის ან ლითონის, რომელზეც დაფენილია ადსორბენტის თხელი ფენა.

ადსორბენტად შეიძლება გამოყენებულ იქნას სხვადასხვა მშთანმოქმელი. მათ შორის ყველაზე დიდი გამოყენება აქვს ალუმინის ოქსიდს (Al_2O_3) და სილიკაგელს ($SiO_2 \cdot H_2O$). სორბენტის ფენა შეიძლება იყოს დამაგრებული ან დაუმაგრებელი.

კრისტალიზატორი წარმოადგენს მინის ჭურჭელს სახურავით, რომელშიც არის გამხსნელის მცირე რაოდენობა 3-4 მმ სიმაღლეზე. აუცილებლად უნდა შეირჩეს ადსორბენტ - 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 ქრომატოგრაფის გამომულავნება.

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

ექსპერიმენტის მსვლელობა, მუშაობის დასაწყისში ამზადებენ გამოსაკვლევი ნივთიერებების ნარევის 1-10)-იან 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 საკვლევ ნივთიერებას. საკვლევი ნივთიერების მოძრაობა ქვემოდან ზემოთ ფირფიტაზე ეყრდნობა მის ადსორბციულ თვმდებ

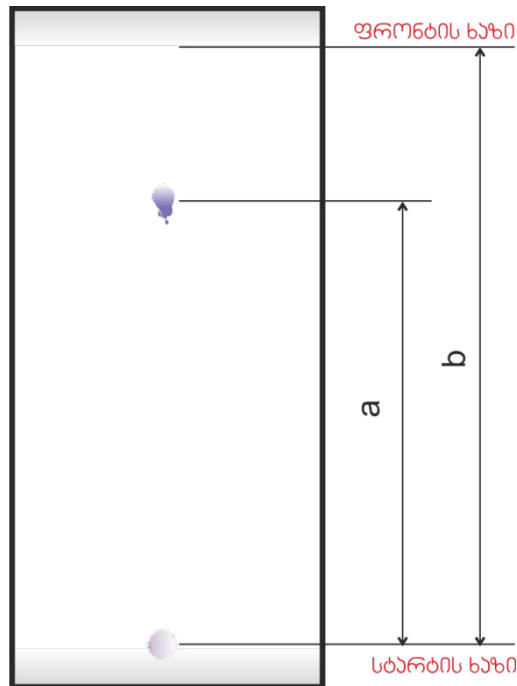
ებსა და ხსნადობას. ამიტომ სხვადასხვა კომპონენტი ფირფიტაზე განლაგდება სხვადასხვა სიმაღლეზე.

ფირფიტას იღებენ გამხსნელიდან და აღნიშნავენ გამხსნელის ფრონტს.

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

სურათი 3.30,
ქრომატოგრამა.

მხოლოდ ერთი ლაქა
ადასტურებს, რომ სინჯი
ქიმიურად სუფთაა.



გამსწელი ქრომატოგრაფიულ ფირფიტაზე ყველაზე სწრაფად
ადის სორბენტის ადსორბციული უნარის გამო და გზაზე ტოვებს
გამოსაკვლევ ნივთიერების კომპონენტებს.

ფირფიტის გაშრობის შემდეგ ხდება ქრომატოგრამის
გამომჟღავნება გასამჟღავნებელ კამერაში.

თუ გამოსაკვლევ ნივთიერება არის სუფთა, მაშინ გამომჟღავნების
შედეგად 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
გამსწელში ქრომატოგრამის გამომჟღავნებისას მიიღება ერთი
ლაქა. ეს დამადასტურებელია იმისა, რომ აღებული სინჯი სუფთაა.

გარდა ამისა, საკვლევ ნა-ერთის ინდივიდუალობა შეიძლება
დადგინდეს სტანდარტული ნაერთების გამოყენებით. საკვლევ
ნივთიერებებისათვის ირჩევენ ცნობილ სტანდარტულ ნაერთს,
რომლის შედგენილობა და აღნაგობა შეესაბამება საკვლევ
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 გამსწელის ფრონტამდე.

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

ექსპერმენტი.

თხელფენოვანი ქრომატოგრაფიის საშუალებით განვსაზღვროთ 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. ამულავენებენ გასამულავენებელ 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.

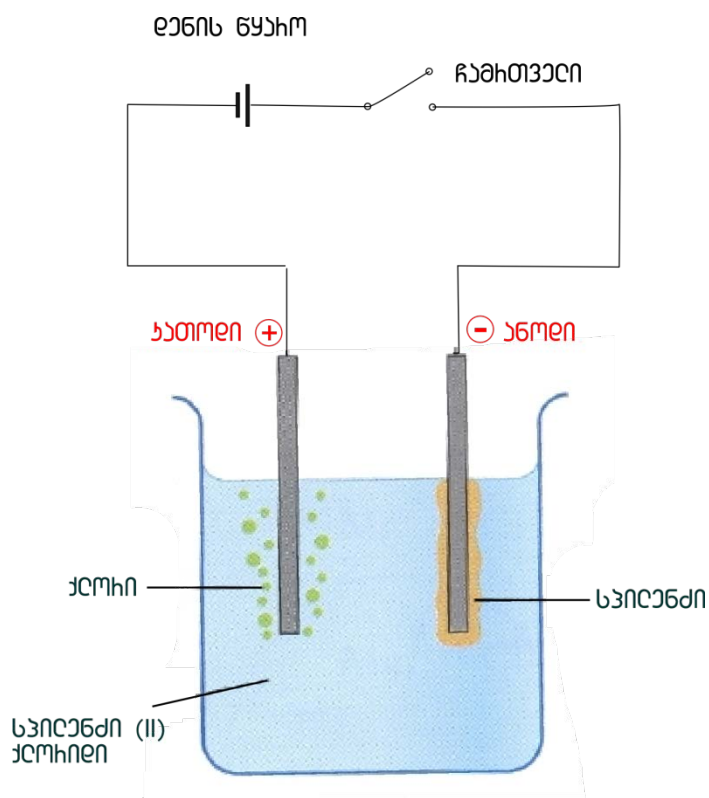
3.22. ელექტროლიზი

ელექტროლიზის პროცესის ჩატარებისათვის აუცილებელია მოწყობილობები: ელექტროლიზის აბაზანა, მუდმივი დენის წყარო სადენებით, ელექტროდები. ელექტროლიზის პროცესის სრულყოფილად ჩატარებისათვის ასევე სასურველია ვიქონიოთ რეოქორდი (დენის ძალის ვარირებისათვის) და ამპერმეტრი (დენის ძალის გაზომვისათვის).

ელექტროლიზის აბაზა ნარმოადგენს დიელექტრიკული მასალისაგან (პოლიმერი, მინა) დამზადებულ რეზერვუარს ღია თავით. აბაზანად შესაძლებელია გამოვიყენოთ კრისტალიზატორი, დიდი ზომის ჭიქა და ა.შ. ელექტროდები ნარმოადგენს 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 მონაცობილობის პრინციპული სქემა მოცემულია ნახაზი 3.28-ზე.



ნახაზი 3.28.
ელექტროლიზერი

სარევი

1. პირველი დღე ქიმიურ ლაბორატორიაში----- 1

- 1.1. უსაფრთხოების ტექნიკა ქიმიურ ლაბორატორიაში 3
- 1.2. პირველი დახმარება უბედური შემთხვევის დროს 5
- 1.3. კარგი ექსპერიმენტული უნარ-ჩვევები----- 6

2. ლაბორატორიული ჭურჭელი და დანადგარები--- 9

- 2.1. ქიმიური ჭურჭელი ----- 11
 - წკირები ----- 11
 - შპატელი ----- 11
 - სინჯარები ----- 12
 - ჭიქები ----- 13
 - ძაბრები ----- 14
 - ექსიკატორი ----- 15
 - მენზურა ----- 15
 - ბიურეტი ----- 16
 - პიპეტი ----- 17
 - პეტრის ჯამები ----- 18
 - ტიგელი ----- 18
 - ფაიფურის ჯამი ----- 19
 - მაცივრები ----- 19
 - კოლბები ----- 20
 - გამყოფი და სანვეთი ძაბრი ----- 23
 - დეფლექტორი ----- 23
 - ფორშტოსები (ადაპტორები) ----- 23
 - ალონჟე ----- 24
 - როდინი ----- 24
 - თერმომეტრები და თერმონწყვილები ----- 25
- 2.2. ლაბორატორიული დანადგარები ----- 26
 - შტატივი ----- 26
 - მაგნიტური სარეველა ----- 26
 - მექანიკური სარეველა ----- 27
 - სანჯრევი აპარატი ----- 28
 - კოლბის გამახურებლები ----- 28
 - სასწორები ----- 28
 - კიპის აპარატი ----- 29
 - როტაციული ამორთქლებელი ----- 29

3. ლაბორატორიული ექსპერიმენტის ტექნიკა ----- 31

- 3.1. ჭურჭლის გასუფთავება ----- 33
- 3.2. ჭურჭლის გაშრობა ----- 34
- 3.3. მინის მილებისა და წკირების დამუშავება ----- 35
 - წკირებისა და მინის მილაკების ჭრა ----- 35
 - მინის დეტალების მოლუნვა ----- 36
- 3.4. საცავიდან ნივთიერების აღება ----- 37
 - მყარი ნივთიერების ამოღება საცავიდან ----- 37
 - თხევადი ნაერთების ჩამოსხმა საცავიდან ----- 38
- 3.5. მექანიკური არევა ----- 39
- 3.6. გახურება ----- 43
- 3.7. გაცივება ----- 48
- 3.8. გაფილტვრა ----- 50
- 3.9. ნივთიერების სიმკვრივის დადგენა ----- 55
 - სითხეების სიმკვრივის გამოთვლა ----- 55
 - მყარი ნივთიერების სიმკვრივის გამოთვლა ----- 55
 - სითხეების სიმკვრივის განსაზღვრა არეომეტრით 56

სსნარის კონცენტრაციის დადგენა არეომეტრით	56
3.10. გაზების მიღება -----	56
წყალბადის მიღება კიპის აპარატით -----	57
3.11. გატიტვრა -----	59
საანალიზო ხსნარების მომზადება -----	59
ბიურეტის შევსება -----	60
გატიტვრა -----	62
3.12. გამოხდა -----	62
3.13. წყლის ორთქლით გამოხდა -----	67
3.14. ვაკუუმ გამოხდა -----	69
3.15. გამხსნელების აორთქლება და ხსნარების კონცენტრირება -----	71
3.16. გადაკრისტალება -----	73
3.17. ექსტრაქცია -----	75
3.18. სუბლიმაცია (ზერთვილვა) -----	77
3.19. ლლობის ტემპერატურის განსაზღვრა -----	78
3.20. გარდატეხის (რეფრაქციის) მაჩვენებელი -----	81
3.21. ქრომატოგრაფია -----	82
თხელფენოვანი ქრომატოგრაფია -----	83
3.22. ელექტროლიზი -----	86
სარევი -----	88

