



PROFESIONĀLĀS IZGLĪTĪBAS
KOMPETENCES CENTRS
**RĪGAS VALSTS
TEHNIKUMS**



IEGULDĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ

izstrādāts: ESF projekta "Rīgas Valsts tehnikuma sākotnējās profesionālās izglītības programmu īstenošanas kvalitātes uzlabošana" (2010/0106/1DP/1.2.1.1.3/09/APIA/VIAA/047) ietvaros

Kristīne Šalma-Ancāne

Praktisko darbu materiāls „Laboratorijas darbu tehnika”

SATURS

1. SVARI UN SVĒRŠANA.....	2
1.1. Teorētiskais pamatojums.....	2
1.2. Laboratorijas darbs „Analītiskie sviri”	8
1.3. NOGULSNĒŠANA UN FILTRĒŠANA (skat. arī Gravimetrija).....	9
1.4. Laboratorijas darbs „Filtrēšana”.....	18
1.5. Praktiskais uzdevums „Bārija sulfāta nogulsnešana”.....	19
1.6. Laboratorijas darbs „Bārija sulfāta nogulsnešana un filtrēšana”.....	19

1. SVARI UN SVĒRŠANA



1.1. TEORĒTISKAIS PAMATOJUMS




Masa ir fundamentāls lielums fizikā, kas atbilst pamatidejai „cik daudz vielas ir objektā?”. Parasti masu apzīmē ar simbolu **m**, kuras mērvienība SI sistēmā (*Starptautiskā mērvienību sistēma*) ir kilograms [kg]. Visi ar analītiskām metodēm noteiktie lielumi ir balstīti uz masas mērījumiem. Tiek izmantoti arī citas masas mērvienības, tādas kā grams – 10^{-3} kg [g], miligrams – 10^{-6} kg [mg], mikrograms – 10^{-9} kg [μg], tonna – 10^3 kg [t] vai atommasas vienība u.c.

Svēršana ir objekta masas noteikšana, izmantojot svarus. Laboratorijā bieži lieto tehniskos svarus, kas atbilsts „klasiskajai” svaru konstrukcijai. Šie svāri salīdzina paraugu, kas novietots svaru kausā un piekārts vienā sviras galā, ar standarta masu – atsvaru vai atsvaru kombināciju, kas novietots svaru kausā otrā sviras galā. Lai nosvērtu objektu, atsvari tiek pievienoti svaru kausā līdz brīdim, kad svira atrodas maksimāli līdzsvarā ar svaru kausiem. Svaru galvenā sastāvdaļa ir vienādplecu horizontāla *svira*, pie kuras piestiprināta *šautra*, kas rada iespēju novērot sviras svārstības. Tās nosaka aiz šautras pie sviras atbalsta statņa piestiprināta skala ar iedaļām. Sviras galos iekārti svaru *kausi*. Sviras vidū atrodas tērauda *prizma*, kuras asā šķautne ir sviras atbalsta vieta. Lai prizmas šķautne nenodiltu, svāriem pierīkota īpaša ierīce, ko sauc par *aretieri*. To darbina, grozot skrūvi. Aretētā stāvoklī svira ir pacelta uz augšu un nesvārstās. Kaut ko uzlikt uz svāriem, kā arī noņemt no tiem drīkst tikai tad, ja svāri aretēti. Pie svāriem atrodas *atsvaru komplekts*. Atsvarus atļauts ņemt tikai ar *pinceti*. Pirms katras svēršanas jānosaka svaru *nullpunkts*, t.i., šautras stāvoklis uz skalas, kas, nenoslogojot svarus, atbilst to līdzsvaram. Svaru nullpunkta noteikšanai ar skrūvi uzmanīgi nolaiž aretieri, lai svira svārstītos, un atzīmē šautras novirzi uz labo un kreiso pusi. Svāri ir lietošanas kārtībā, ja šī novirze uz abām pusēm ir vienāda vai atšķiras par 1 vai 2 iedaļām. Ja novirze uz abām pusēm nav vienāda, tad jāraugās, lai arī nosakot vielas masu, svāri līdzsvarotos tādā pašā stāvoklī. Ja novirze uz kādu pusi ir lielāka par 2 iedaļām, tad svāri jānoregulē. Cietas vielas svēršanai lieto *pulksteņstiklus* vai *sverglāzītes*. Šķidrums sver vārglāzēs vai kolbiņās. Uz svaru kausiem nedrīkst izbērt vai izliet vielas. Karsti priekšmeti pirms svēršanas jāatdzesē. Sveramo priekšmetu novieto uz kreisā svaru kausa, uz labā ar pinceti liek atsvarus, kamēr svāri ir līdzsvarā. Pēc svēršanas svarus aretē, noņem atsvarus un sveramo priekšmetu, tad svaru kausus noslauka ar sausu lupatiņu vai filtrpapīra gabaliņu.

Korekta svēršanas tehnika nodrošina precīzu ķīmisko eksperimentu iznākumu. Mūsdienās ir pieejams plašs klāsts dažādu svēršanas ierīču – sākot ar kompaktiem, pārnēsājamiem precīzitātes svāriem dabas zinātnēm, līdz pat augstas izšķirtspējas analītiskajiem svāriem ar automātisku kalibrēšanu. Vielas, kas paredzētas ķīmijas eksperimentiem, sver uz laboratorijas svāriem. Ar šiem svāriem var mērit masu, nepārsniedzot $\pm 0,01$ g (± 10 mg) lielu kļūdu. Veicot kvantitatīvo analīzi, svēršanu izdara uz analītiskajiem svāriem, un tad kļūda nepārsniedz $\pm 0,0001$ g ($\pm 0,1$ mg). Jaunās paaudzes rūpnieciskie un platformu svāri atbilst rūpniecības sektora prasībām. Svēršanas diapazons no 6 kg līdz 300 kg ar 3 dažādiem platformu izmēriem. Svaru platformām ir izturīgā konstrukcija un pārslodzes aizsardzība. Svaros iebūvētas aplikāciju programmas, kuras var viegli izvēlēties nospiežot vienu taustiņu, kā piemēram, skaitīšana, kontroļsvēršana, masas vienību pārrēķins un pārslēgšanās starp parauga un kopējo svaru. Laboratorijās tiek lietoti dažādi svāri, kas atšķiras pēc maksimālās svēršanas masas (kapacitātes) un svēršanas precīzitātes. Svēršanas precīzitāte vienmēr ir tieši apgriezti proporcionāla svaru kapacitātei (1. tab.).

1.tab.

Svāri	Maksimālā svēršanas masa	Precīzitāte
<p>Tehniskie svāri</p> 	Daži kilogrami	Daži grāmi
<p>Precīzitātes svāri</p> 	Daži kilogrami līdz dažiem grāmiem	1 mg

<p>Analītiskie svāri</p> 	<p>200-100 g</p>	<p>~ 0,1 mg</p>
<p>Mikroanalītiskie svāri</p> 	<p>Daži grāmi vai mazāk</p>	<p>10-1 μg</p>
<p>Ultramikrosvāri</p> 	<p>Daži miligrami vai mazāk</p>	<p>~ 0,1 μg</p>

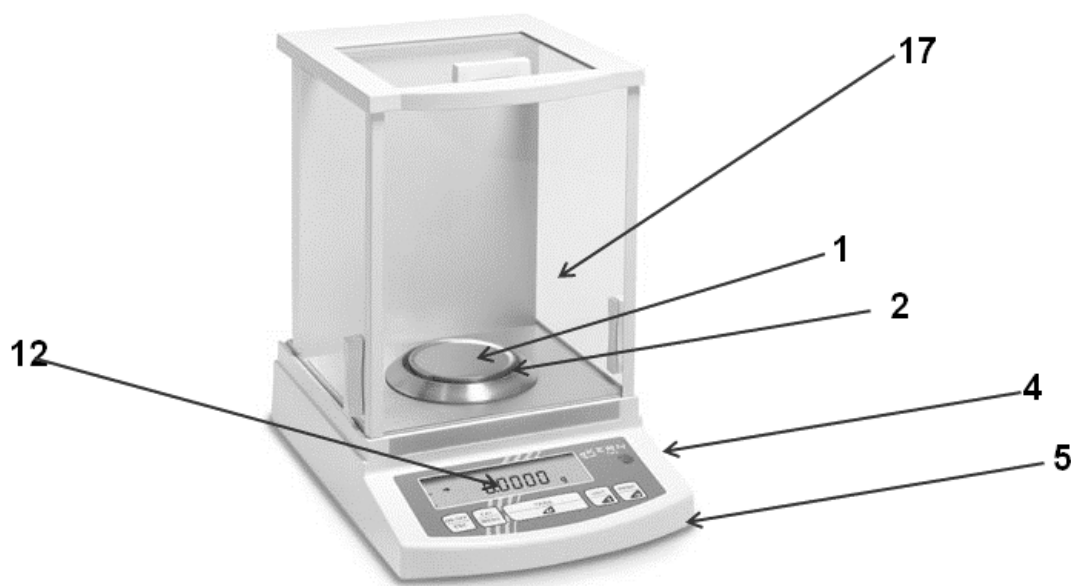
Pamatprincipi, lietojot jebkurus laboratorijas svārus:

1. Nekad nelietojiet svārus, lai nosvērtu objektu ar lielāku masu, kāda ir svāru kapacitātei. Informācija par svāru kapacitāti ir norādīta svāru tehniskajā specifikācijā.
2. Pirms analītisko svāru lietošanas, izmantojiet precizitātes svārus, lai noteiktu objekta masu ar ~ 1 mg precizitāti.
3. Pirms svēršanas, svēru platformai jābūt tukšai, tīrai. Svāru iekšpuse un platforma jānotīra ar dabīgu sārū birstīti.
4. Pārbaudīt, lai svāri būtu nulles pozīcijā.

5. Analītisko svaru augstas precizitātes (0,1 mg vai vairāk) svēršanas platforma ir izolēta ar stikla sienām; svaru durvīm vienmēr ir jābūt noslēgtām, lai nekrātos putekļi un gaisa plūsma neietekmētu svaru rādījumus. Sveramajam objektam ir jābūt istabas temperatūrā, lai novērstu dabisku konvekciju – gaisa apmaiņu, kas ietekmē svēršanu. Nekad nenovietojiet reaģentus vai mitrus objektus tieši uz svaru platformas.
6. Svēršanai paredzētos objektus uz svariem novieto uz filtrpapīra vai svēršanas traukā: pudelītē, mērglāzē, uz pulksteņstikla. Pirms objekta ievietošanas traukā, filtrpapīru vai svēršanas trauku nosver, tad veic „tarēšanu” (svari tiek nostatīti nulles punktā; svēršanas trauka svars paliek svaru atmiņā; sverot objektu svēršanas traukā, uz svariem parādās tikai objekta svars)!
7. Pēc svēršanas beigšanas, svaru platformai jābūt brīvai un tīrai, svariem nolīmeņotiem.

Analītisko svaru novietošanas pamatprincipi (adaptēts no analītisko svaru KERN 770 [precizitāte 0,1/0,001 mg] lietošanas instrukcijas):

Analītisko svaru sastāvdaļas (1. att.):



1.att. Analītiskie svāri KERN 770

- 1 – svēršanas platforma;
- 2 – svēršanas platformas turētājs;
- 3 – metroloģiskās identifikācijas uzlīme;
- 4 – pārslēgšanas slēdzis;
- 5 – nolīmeņošanas „kājiņa” (pamatne);

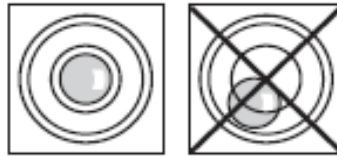
- 6 – taras taustiņš TARE;
- 7 – datu izvadīšanas taustiņš PRINT;
- 8 – funkciju taustiņš F;
- 9 – kalibrēšanas taustiņš CAL;
- 10 – dzēšanas funkcijas taustiņš CF;
- 11 – ieslēgšanas/izslēgšanas taustiņš ON/OFF;
- 12 – informācijas ekrāns;
- 13 – sertifikācijas identifikācijas uzlīme ar metroloģiskajiem datiem, kas iegūti, lietojot legālas mērīšanas ierīces;
- 14 – svaru ligzda (barošanas tīkla pieslēgšanai);
- 15 – rūpnīcas uzlīme ar atbilstības zīmi;
- 16 – funkciju kopa, kas nodrošina datu apmaiņu starp divām ierīcēm;
- 17 – līmeņošanas indikators.

Lai nodrošinātu visu funkciju atbilstošu darbību, jāievēro **svaru novietošanas kritēriji**:

1. Svari tiek novietoti uz plakanas, stabilas virsmas netiešā intensīvas gaismas un siltuma ietekmē. Analītiskajiem svāriem ir paredzēts speciāls svēršanas galds, kas paredzēts tikai analītisko svaru novietošanai un svēršanai.
2. Jāaizsargā svāri no netīrumiem, kas nokļūst telpā caur atvērtu logu un durvīm, un agresīvām ķīmiskām vielām. Šim nolūkam paredzēts svaru futlāris, kas tiek noņemts no svāriem uzsākot darbu.
3. Svāri jānovieto istabas temperatūrā, nenovietot telpā, kurā ir paaugstināts gaisa mitrums.
4. Svarus nedrīkst novietot spēcīgā elektriskajā un magnētiskajā laukā.
5. Ja svāri tiek ienesti no siltākas telpas aukstākā (vai otrādi), nepieciešams pirms svaru lietošanas nodrošināt divu stundu uzglabāšanu pie attiecīgajiem apstākļiem, atslēdzot barošanas tīklu.

Līmeņošana:

Lai svāri funkcionētu pareizi, tiem jāatrodas precīzi horizontālā stāvoklī. Svāriem ir līmeņošanas indikators un divas grozāmas kājiņas līmeņa regulēšanai. Ar to iespējams kompensēt nelielas virsmas novirzes. Ar skrūvējamo kājiņu palīdzību jāpanāk, lai līmeņošanas indikators atrastos indikatora lodziņā iezīmētā apļa centrā. Līmeņošana jāveic katru reizi, ja iekārta tiek pārvietota citā vietā. Vienmēr uzsākot darbu ar analītiskajiem svāriem ir jāpārbauda, vai līmeņošanas indikators atrodas pareizā vietā indikatora lodziņā (2.att.).



2.att. Līmeņošanas indikatora lodziņš ar indikatoru („burbuli”)

Uzsākot svēršanu:

1. Uzlikt svēršanas platformas turētāju un svēršanas platformu.
2. Pievienot ierīci, kas nodrošina sadarbību starp divām atšķirīgām iekārtām un sistēmām. Svaru pieslēgšanai lietot tikai oriģinālos strāvas pārveidotājus.
3. Pievienoto ierīci pieslēgt barošanas strāvas tīklam (strāvas pārveidotāju savienot ar tuvāko kontaktligzdu).
4. Vismaz 30 minūtes pēc pieslēgšanas barošanas tīklam svariem jāuzsilst.
5. Izmanto ON/OFF taustiņu, lai ieslēgtu/izslēgtu svaru informācijas ekrānu.
6. Ieslēdzot svarus, notiek to automātiska paštestēšana – sistēma pārbauda savu darbību, lai konstatētu, vai tā var izpildīt paredzētās funkcijas (pēc tam informācijas ekrānā parādās 0.0000 g).
7. Nospiežot taustiņu „TARE”, tiek veikta tarēšana, informācijas ekrānā parādās 0.0000 g. Materiāla svars, uz kura tiks svērts, netiek ievērots!

Kalibrēšana:

1. Svaru kalibrēšanu var veikt uzstādīšanas vietā pēc uzsilšanas perioda un pēc pirmās svēršanas, kā arī, ja svari tiek novietoti citā telpā vai apkārtējie apstākļi izmainās (īpaši temperatūra).
2. Svaru kalibrēšanas veidi:

Svaru iekšējā kalibrēšana ar iebūvētajiem kalibrēšanas atsvariem – kad informācijas ekrāna rādījums ir 0.0000 g, tiek nospiests taustiņš „CAL”, lai aktivizētu kalibrēšanas funkciju. Ja dažādi traucējumi ietekmē kalibrēšanas procesu, tad informācijas ekrānā parādās kļūdas kods „Err 02”, šajā gadījumā vēlreiz spiest taustiņu „CAL”. Kalibrēšanas laikā svaru platformai jābūt tukšai!

Svaru ārējā kalibrēšana – ārējās kalibrēšanas atsvars ir standarta piederums analītiskajiem svariem. Kad informācijas ekrāna rādījums ir 0.00 g, tiek nospiests taustiņš „CAL”, lai aktivizētu kalibrēšanas funkciju. Ja dažādi traucējumi ietekmē kalibrēšanas procesu, tad informācijas ekrānā parādās kļūdas kods „Err 02”, šajā gadījumā vēlreiz spiest taustiņu „CAL”. Kalibrēšanas atsvars jānovieto svaru platformas centrā.

1.2. LABORATORIJAS DARBS „ANALĪTISKIE SVARI”

1.daļa „Objekta masas noteikšana”

Darba uzdevums:

1. Pirms un pēc katras svēršanas, pārbaudīt nulles punktu.
2. Noteikt svaru tīram, sausam svēršanas traukam (bez vāka) ar precizitāti $\pm 0,1$ mg.
3. Noteikt svaru svēršanas trauka vākam ar precizitāti $\pm 0,1$ mg.
4. Noteikt svēršanas trauka kopējo svaru ar precizitāti $\pm 0,1$ mg.
5. Atkārtot 2-4 punktam 2 reizes, lai pārliecinātos par svēršanas mērījumu atkārtotamību.

2.daļa „Apkārtējās vides ietekme uz objekta masas noteikšanu”

Objekta, kas ir nozīmīgi aukstāks vai karstāks par apkārtējās vides temperatūru, masas noteikšana – svēršana vienmēr ievieš kļūdu, tieši tāpat kā sverot paraugu uz analītiskākiem svāriem ar atvērtām svaru durtiņām. Kļūdas rašanās iemesls ir vienāds – gaisa plūsmas iedarbojas ar augšupejošiem vai lejupejošiem spēkiem uz svaru platformu. Objekta svārs ir mazāks vai lielāks par patieso svaru, atkarībā no gaisa plūsmas virziena. Apkārtējais gaisa mitrums vai parauga mitrums var izmainīt parauga masu.

Darba uzdevums:

1. Karsēt svēršanas trauku mikroviļņu krāsni 2 min vai žāvēt žāvskapī 110°C 1–2 h. Nosvērt karstu svēršanas trauku un atzīmēt sākotnējo trauka masu.
2. Karstu svēršanas trauku noņemt no svāriem un novietot eksikatorā atdzišanai uz 10 min. Pēc trauka atdzišanas, atkal to nosvērt uz analītiskajiem svāriem ar precizitāti $\pm 0,1$ mg.
3. Noņemt svēršanas trauku no svāriem un paviļāt to plaukstās. Atstāt svēršanas trauku dažas minūtes uz laboratorijas galda un tad nosvērt.
4. Nolikāt svēršanas trauku tuvu mutei un uzpūst tam vairākas reizes. Atkārtoti nosvērt trauku.

Noteikt, kura no visiem svēršanas rezultātiem ir precīzākā svēršanas trauka masa. Salīdzināt trauka masas, kas noteiktas dažādos apstākļos. Izskaidrot atšķirīgo svēršanas rezultātu cēloņus.

1.3. NOGULSNĒŠANA UN FILTRĒŠANA (skat. arī Gravimetrija)

Vielu koncentrēšana un atdalīšana. Populārākās atdalīšanas, t.sk. fizikālās atdalīšanas, un koncentrēšanas metodes ir atdestilēšana, nogulsnēšana, elektrolīze, sublimācija, centrifugēšana, filtrēšana, ekstrakcija un hromatogrāfija. Ja atdalāmās sastāvdaļas sākumā atrodas vienā fāzē, cenšas izveidot divfāzu sistēmu tā, lai šīs sastāvdaļas atrastos katra savā fāzē, kuras mehāniski viegli varētu atdalīt. Tā, piemēram, no cietas vai šķidrās fāzes nosakāmā sastāvdaļa var pāriet gāzveida fāzē (atdestilēšana, sublimācija), no šķidrās fāzes – cietā fāzē (nogulsnēšana, līdzgulsnēšana, elektrolīze) vai citā šķidrā fāzē, kas ar iepriekšējo nesajaucas (ekstrakcija). Pirms atdalīšanas sastāvdaļas bieži vien iepriekš ķīmiski jāpārveido. Atdalīšanu var veikt, izmantojot termodinamisko un ķīmisko līdzsvaru.

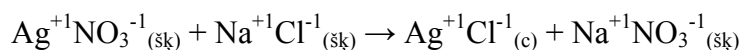
Nogulsnēšana (kristalizācija) ir otra senākā metode aiz atdestilēšanas. Vienā pakāpē atdalīšanu var realizēt tad, ja atdalāmo bināro elektrolītu šķīdības konstantes atšķiras vismaz par 6 pakāpēm. (sk. Frakcionēto nogulsnēšana). Tā, piemēram, ar sudraba joniem viegli var atdalīt jodīdjonus no hlorīdjoniem, bet grūti atdalīt bromīdjonus kā no hlorīdjoniem, tā arī no jodīdjoniem, kā to var secināt, salīdzinot šo savienojumu šķīdības konstantes ($K_{AgCl} = 1,8 \cdot 10^{-10}$, $K_{AgBr} = 5,3 \cdot 10^{-13}$, $K_{AgI} = 8,3 \cdot 10^{-17}$). Atdalīšanu, nogulsnējot ar vāju skābju anjoniem, var realizēt, regulējot vides pH. Piem., nogulsnējot ar H_2S no šķīduma, kura pH 0,5 var izgulsnēt ļoti mazšķīstošos sudraba, dzīvsudraba, vara, kadmija, bismuta, svina, arsēna (III,V), antimona (III,V) un alvas sulfīdus. Šādā vidē $[S^{2-}] = 10^{-19}$ mol/l. Daudz labāk šķīstošie dzelzs, kobalta, niķeļa un mangāna sulfīdu kvantitatīvi izgulsnējas tikai pie pH 9...10, kad sulfīdjonu koncentrācija šķīduma sasniedz $10^{-4} \dots 10^{-5}$ mol/l. Kvalitatīvajā analīzē nogulsnēšanu plaši lieto jonu atdalīšanai. To izmanto arī kvantitatīvajā analīzē. *Piemēram, Fe^{3+} jonus atdala no Cu^{2+} , Zn^{2+} , Ni^{2+} , Mg^{2+} un citiem joniem, nogulsnējot $Fe(OH)_3$ viedā.* Parasti kvalitatīvajā analīzē izmanto gravimetrisko nogulsnēšanas metodi, kura ietver sekojošus soļus:

1. Izžāvē un nosver analizējamo paraugu uz analītiskajiem svāriem.
2. Izšķīdina analizējamo paraugu.
3. Nogulsnē analizējamo sastāvdaļu zināma ķīmiska savienojuma veidā, izmantojot piemērotus reaģentus.
4. Atdala nogulsnes no šķīduma filtrējot.
5. Mazgā nogulsnes no piemaisījumiem.
6. Žāvē nogulsnes līdz konstantai masai, lai iegūtu analītiski masu zināmai vielai.
7. Procentuāli aprēķina vēlamo sastāvdaļu no parauga un nogulšņu masas.

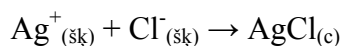
Var apskatīt divu vielu atdalīšanu, vienu no tām nogulsņējot. Sākotnēji abas šīs vielas ir šķīdumā. Pēc nogulsnētāja ievadīšanas otrā viela izveido nogulsnes, t. i., cietās vielas fāzi. Pirmajai vielai šķīdības konstante nav pārsniegta, un tā paliek šķīdumā. Pēc līdzsvara iestāšanās aina atbilst: šķīdumā ir palikusi pirmā viela un nogulsnēs atrodas otrā viela. Niecīga otrās vielas daļa atrodas arī šķīdumā. To nosaka šīs vielas šķīdības konstante. Jo mazāka ir šķīdības konstante, jo pilnīgāk otrā viela ir pārgājusi nogulsnēs. Pirmā viela ideālā gadījumā atrodas tikai šķīdumā. Taču reālos apstākļos tā vairāk vai mazāk līdzgulsnējas un arī nokļūst nogulsnēs. Ar nogulsnētāju var reaģēt vairāki šķīdumā esoši joni, un tad notiek kopīga nogulsnēšanās. Taču, ja šķīdības konstantes pietiekami atšķiras, tad ir iespējama *frakcionētā nogulsnēšana*. Šāds nogulsnēšanas piemērs ir mazšķīstošo sulfīdu sadalīšana divās grupās, tās nogulsņējot tad, kad pH 0,5 un kad pH 9-10. Ja pH 0,5 un sērūdeņraža summārā koncentrācija ir 0,1 mol/l, tad nogulsnētāja, t.i., sulfīdjonu koncentrācija ir aptuveni 10^{-21} mol/l, bet, ja pH 9, tā ir aptuveni 10^{-6} mol/l. Frakcionēta nogulsnēšana notiek arī tad, kad šķīdumā, kas satur hlorīdjonus (0,1 mol/l) un jodīdjonus (0,1 mol/l) pa nelielām porcijām ievada sudraba jonus. Vispirms gulsnējas AgI, šķīdumā jodīdjonu koncentrācija mazinās un sudraba jonu koncentrācija aug.

Frakcionētā nogulsnēšana. Par frakcionētu nogulsnēšanu dēvē tādu nogulsnēšanu, kad noteiktos apstākļos ar vienu un to pašu reagentu, liekot to klāt nelielās devās, secīgi vienu pēc otra nogulsnē divus (vai vairākus) šķīdumā esošus jonus. Tas iespējams tādos gadījumos, ja nogulsnējamo savienojumu šķīdība (šķīdības konstantes) ievērojami atšķiras. Tā, piemēram, bināru savienojumu gadījumā šķīdības konstanšu skaitliskajām vērtībām jāatšķiras ne mazāk par 5...6 pakāpēm.

Nogulsnēšanas reakcijas. Ja savieno divus dažādu jonu saturošus šķīdumus, var veidoties cieta viela nogulsņu formā. Tas notiek tādā gadījumā, ja pozitīvs katjons no viena šķīduma un negatīvs anjons no otra šķīduma veido nešķīstošu savienojumu. Pievilkšanās spēks starp pretēji lādētiem joniem ir daudz stiprāks kā pievilkšanās spēks starp individuāliem joniem ar polārām ūdens molekulām – šķīdumu šķīdinātājiem. Rezultātā veidojas nogulsnes, kas nogulsnējas no šķīduma. Piem., ja AgNO₃ un NaCl savieno, notiek aizvietošanās reakcija un veidojas baltas nogulsnes – AgCl:



vai



Ja starp joniem neeksistē nešķīstoša kombinācija, tad nogulsnes neveidojas. Tā vietā visi joni paliek šķīdumā un nekāda reakcija nenotiek. Nogulsnēšanas reakcijās visbiežāk

izmanto neorganiskus katjonus un anjonus. Pazīstamākie neorganiskie savienojumi – nogulsnētāji un nogulsnējamās formas apkopotas 2.tabulā.

2.tab. Nogulsnēšanas reakcijas

Nosakāmie joni	Nogulsnētājs	Nogulsnējamā forma	Sveramā forma
Ba ²⁺	(NH ₄) ₂ CrO ₄	BaCrO ₄	BaCrO ₄
Pb ²⁺	K ₂ CrO ₄	PbCrO ₄	PbCrO ₄
Ag ⁺	HCl	AgCl	AgCl
Hg ₂ ²⁺	HCl	Hg ₂ Cl ₂	Hg ₂ Cl ₂
Al ³⁺	NH ₃	Al(OH) ₃	Al ₂ O ₃
Be ²⁺	NH ₃	Be(OH) ₂	BeO
Fe ³⁺	NH ₃	Fe(OH) ₃	Fe ₂ O ₃
Ca ²⁺	(NH ₄) ₂ C ₂ O ₄	CaC ₂ O ₄	CaCO ₃ or CaO
Sb ³⁺	H ₂ S	Sb ₂ S ₃	Sb ₂ S ₃
As ³⁺	H ₂ S	As ₂ S ₃	As ₂ S ₃
Hg ²⁺	H ₂ S	HgS	HgS
Ba ²⁺	H ₂ SO ₄	BaSO ₄	BaSO ₄
Pb ²⁺	H ₂ SO ₄	PbSO ₄	PbSO ₄
Sr ²⁺	H ₂ SO ₄	SrSO ₄	SrSO ₄
Be ³⁺	(NH ₄) ₂ HPO ₄	NH ₄ BePO ₄	Be ₂ P ₂ O ₇
Mg ²⁺	(NH ₄) ₂ HPO ₄	NH ₄ MgPO ₄	Mg ₂ P ₂ O ₇
Zn ²⁺	(NH ₄) ₂ HPO ₄	NH ₄ ZnPO ₄	Zn ₂ P ₂ O ₇
Sr ²⁺	KH ₂ PO ₄	SrHPO ₄	Sr ₂ P ₂ O ₇
CN ⁻	AgNO ₃	AgCN	AgCN
I ⁻	AgNO ₃	AgI	AgI
Br ⁻	AgNO ₃	AgBr	AgBr
Cl ⁻	AgNO ₃	AgCl	AgCl
ClO ₃ ⁻	FeSO ₄ /AgNO ₃	AgCl	AgCl
SCN ⁻	SO ₂ /CuSO ₄	CuSCN	CuSCN
SO ₄ ²⁻	BaCl ₂	BaSO ₄	BaSO ₄

Filtrēšanas procesa raksturojums ķīmijas tehnoloģijā. Filtrēšana – viens no izplatītiem ķīmijas tehnoloģijas procesiem, t.sk., pārtikas rūpniecībā. Filtrēšana ir mehānisks vai fizikāls process, kuru izmanto cietu vielu (cietu daļiņu) atdalīšanai no šķidrumiem (šķīdumiem vai gāzēm), radot atdalīšanas procesu ar porainu šķērssienu, kura aiztur suspensijas cieto fāzi un izlaiž tās šķidro fāzi. Filtrēšana ir viens no šķidro neviendabīgo sistēmu atdalīšanas veidiem. Suspensijas atdalīšanai filtrējot lieto porainu slāni, kas aiztur disperso fāzi un laiž cauri šķidrumu. Rūpnieciski šo procesu veic dažādas konstrukcijas aparātos (iekārtas, kurās atdala suspensiju filtrējot), kurus sauc par filtriem. Rūpniecībā pielietojamiem filtriem nav vienotas klasifikācijas, tos iedala pēc vairākām pazīmēm:

1. Pēc darbības veida- periodiskas un nepārtrauktas darbības.
2. Pēc darba spiediena- hidrostatiskā, vakuuma, spiediena.
3. Pēc filtrējoša slāņa rakstura- graudains, cieta auduma, porainu slāni.

4. Pēc dispersās fāzes kustības virziena attiecībā pret filtrējošo slāni- uz lēju, uz augšu un sānis.
5. Pēc konstruktīva izveidojuma – plāksņu, cilindriskie, diska, lentu, un tml.

Filtrēšanas iekārta un tās ekspluatācija izmaksā dārgi. Tāpēc tehnoloģisko norišu gaitā jācenšas iegūt labi filtrējamas suspensijas. Suspensiju filtrēšanas praksē sastopamies ar diviem raksturīgiem filtrēšanas veidiem.

Pirmais filtrēšanas veids saistīts ar nogulšņu slāņa izveidošanos. Parasti to novēro, filtrējot koncentrētas suspensijas ar nelielu šķidrās fāzes viskozitāti. Filtrēšanas sākumā daļa nogulšņu izklūst cauri filtra porām, jo filtra slāņa poras ir lielākas par disperģēto daļiņu izmēriem. Ar laiku virs filtrējošā slāņa kapilāra vaļējiem galiem izveidojas nogulšņu velves, kas neļauj sīkajām daļiņām iekļūt kapilāros. Un virs filtrējošā slāņa rodas nogulšņu kārtā, kurai tālākajā filtrēšanas gaitā ir svarīga nozīme, jo tā aiztur cieto fāzi. Turpinot filtrēšanu, nogulšņu slāņa augstums nepārtraukti aug, vienlaicīgi palielinās tā pretestība un samazinās filtrēšanas ātrums.

Otrs filtrēšanas veids saistīts ar sīkdispersu atšķaidīto suspensiju vai suspensiju ar lielu šķidrās fāzes viskozitāti filtrēšanu. Minētā gadījumā disperģēto daļiņu nogulsnešanās ātrums ir mazs un nogulšņu slānis neveidojas. Tāpēc cietās daļiņas iekļūst filtrējošā slāņa kapilāros un tur pielīp sienām vai paliek kapilāru pagriezienu vietās. Daļa disperģēto daļiņu var izklūst cauri. Arī šajā gadījumā, aizsērējot filtrējošam slānim, pieaug tā pretestība un samazinās filtrēšanas ātrums.

Filtrēšanas režīms atkarīgs no nogulšņu veida. Izšķir divus nogulšņu veidus:

- 1) *kristāliskās nogulsnes*, kas sastāv no nedeformējamām daļiņām, apzīmē par *nesaspiežamām*;
- 2) *amorfās nogulsnes*, kas mainot spiedienu, deformējas, sauc par *saspiežamām*.

Nesaspiežamās nogulsnēs īpatnējo poru tilpumu neietekmē spiediens un slāņa biezums.

Saspiežamām nogulsnēm, paaugstinot spiedienu, kapilāri deformējas, un līdz ar to filtrēšanas ātrums samazinās.

Filtrējošais slānis. Filtrēšanas procesā suspensija iet caur filtru, kuram ir poraina šķērssiena no cieta materiāla. Tukšumi starp filtra daļiņām veido kanālus ar nepareizo formu, pa kuriem plūst šķīdums. Filtrēšanas procesā nosvērtās šķīduma cietās daļiņas veidojas nogulšņu veidā, pakāpeniski aizpildot filtra poras. Nogulsnes no suspensijas var veidot slāni uz filtra šķērssienas vai pašā šķērssienā. Filtrējošais slānis var būt graudaina materiāla kārtā (vai arī nogulšņu slānis, kas izveidojies filtrēšanas gaitā), audums, metāla sieti,

poraini keramikas, metālkeramikas, stikla izstrādājumi, porainas plastmasas, gumijas un citi materiāli.

Nogulšņu mazgāšanas process. Filtrēšanas process parasti beidzas ar suspensijas atdalīšanu no nogulsnēm uz filtrātu. Nogulsnes bieži vien pārmažgā, izpūš vai izžāvē.

Nogulšņu mazgāšana var veikt divos veidos:

- a) Izstumšanas paņēmiens – izskaloto šķīdumu lej uz nogulsnēm slāņa veidā vai padod disperģētā stāvoklī no smidzināmām iekārtā. Tādējādi šķīdums tiek izskaldots zem spiediena, un tad iet caur nogulšņu porām, izstumjot no tām šķidro fāzi un samaisot to.
- b) Šķaidīšanas paņēmiens – nogulsnes noņem no filtra šķērssienām un samaisa tvertnē, kas aprīkota ar maisītāju un izskalo šķīdumu, pēc kā iegūtā suspensija dalās uz filtrātu.

Filtrēšana ķīmijas laboratorijā (skat. arī Gravimetrija) ir process, kura rezultātā nogulsnes tiek nodalītas no šķidrums, izmantojot filtrpapīru vai kādu citu porainu materiālu.

Veicot filtrēšanu ķīmijas laboratorijā, jāievēro šādi noteikumi:

1. Filtra lielumam jāatbilst nogulšņu daudzumam: jo mazāk nogulšņu, jo mazākam jābūt filtram un otrādi.
2. Pirms nogulšņu pārnesšanas uz filtra tās divas vai trīs reizes jāskalo pēc dekantēšanas metodes, bet pēc tam pilnīgi jāizskalo uz filtra.
3. Filtra līmenim piltuvē jāatrodas zemāk par piltuves malām, bet nogulsnes drīkst aizņemt ne vairāk kā pusi no filtra.
4. Strādājot ar smagām nogulsnēm, jālieto filtrēšanas konuss.
5. Filtrējot ļoti sīkas nogulsnes, jālieto ļoti blīvi filtri (barīta filtri); ne katrs filtrpapīrs derīgs jebkuru nogulšņu filtrēšanai.
6. Šķidrums uz filtra jālej tikai gar stikla nūjiņu, šķidrums līmenim jāatrodas 3 – 5 mm zem filtra malas.
7. Silts šķidrums filtrējas labāk.
8. Mazgājot nogulsnes uz filtra, katru jauna ūdens vai cita šķidrums porciju pielej tikai tad, kad iepriekšējā porcija ir pilnīgi iztecējusi. Nogulsnes ieteicams mazgāt ar nelielām šķidrums porcijām.
9. Filtrēšanu var paātrināt, pagarinot piltuves cauruli, lietojot pazeminātu spiedienu un Bihnera piltuvi.
10. Salokot filtru, jāraugās, lai nesaplēstu tā virsotni. Filtram labi jāpiegulst piltuves malām, bet piltuves galam jāskaras pie vārglāzes sienas.

11. Pirms filtrēšanas filtrs uz piltuves jāsamitrina ar filtrējamo šķidrumu; samitrināšanai jālieto tikai tīrs šķidrums.

12. Filtrējot ugunsnedrošus šķidrumus, tuvumā nedrīkst atrasties degoši degļi.

13. Filtrējot pazeminātā spiedienā, jāraugās, lai kolbā neuzkrātos pārāk daudz filtrāta; nedrīkst pieļaut, ka filtrāta līmenis sniedzas līdz atzarojumam, kas kolbu savieno ar vakuumsūkni.

14. Sastādot ierīci filtrēšanai pazemināta spiedienā, starp kolbu un vakuumsūkni jāievieto drošības pudele.

15. Strādājot ar presētā stikla filtriem, nedrīkst tos aizblīvēt, jo pēc tam filtrus vairs nevar izmazgāt. Presētā stikla filtrus nedrīkst tīrīt ar sārmu šķīdumiem.

Filtrpapīrs (skat. arī pie Gravimetrijas). Izšķir vairākus filtrpapīru veidus, kuri paredzēti filtrēšanai laboratorijas apstākļos. Filtrpapīrs kvalitatīvai analīzei ražots no rafinētas celulozes (satur vairāk kā 95 % alfa celulozes), piešķir papīram iespēju lietot to plašam nogulšņu klāstam. Šo filtru pelnu saturs ir < 0.1% un tie parasti tiek lietoti kvalitatīvai analīzei. Atkarībā no filtrpapīra blīvuma, tiek piedāvāts vesels klāsts dažādu filtrpapīru ar atšķirīgu filtrēšanas ātrumu un pielietojamas iespējām (2.tab.)

2.tab. Filtrpapīru iedalījums (dati no ražotāja)

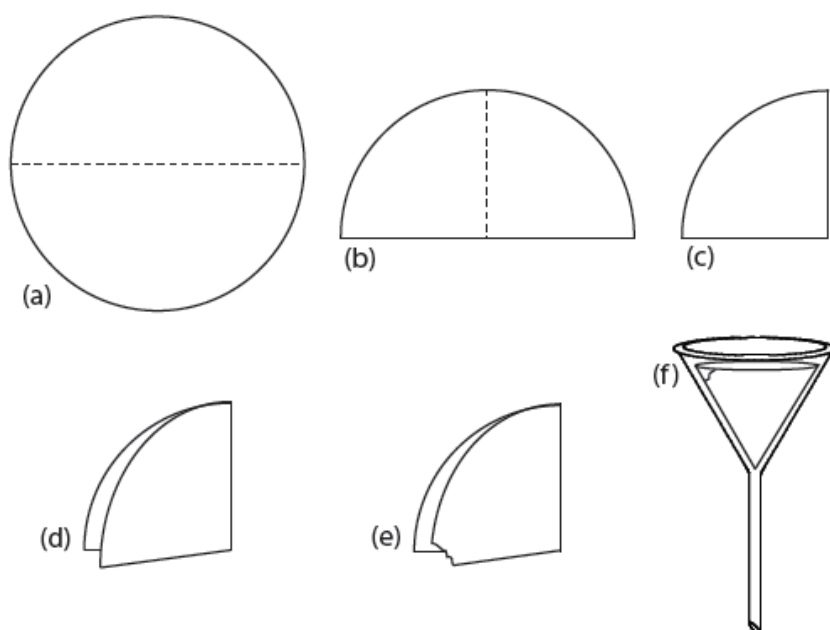
Blīvums, g/m ²	Filtrēšanas laiks, s	Filtrpapīra īpašības	Pielietojums
80/84	10	lielas poras, mīksts papīrs, ātrai filtrēšanai	pārslveida un rupjas nogulsnes, koloīdi, metālorganika
80/84	20	vidēji porains, liels filtrēšanas ātrums	augstas dispersijas nogulsnes, ļoti plašs pielietojums analītiskajā darbā
80/84	100	šauras poras, blīvs, lēna filtrēšana	smalku nogulšņu filtrēšanai: bārija sulfāts, svina molibdāts, svina dioksīds, kalcija hidroksīds, kalcija fluorīds u.c.
80/84	180	smalkas poras, ļoti blīvs, ļoti lēns filtrēšanas ātrums	smalkām nogulsnēm: auksta bārija sulfāta izgulsnēšana, vara nogulsnes u.c.
87/84	45	vidēji blīvs, vidējs filtrēšanas ātrums	smalku nogulšņu ātra filtrēšana: magnija amonija fosfāts, magnija amonija arsenāts u.c.
97	60	vidēji blīvs, normāls filtrēšanas ātrums	smalku nogulšņu filtrēšana
80	300	pats mazākais filtrēšanas ātrums, īpaši smalkas poras un liels blīvums, efektīva smalku nogulšņu filtrēšana	īpaši smagiem filtrēšanas apstākļiem, smalkām nogulsnēm: bārija sulfātam, vara nogulsnēm u.c., bieži izmanto dzidrināšanai filtrējot

Nogulšņu filtrēšana (skat. arī pie Gravimetrijas). Pēc nogulsnešanas, nogulsnes atdala no šķīduma ar filtrēšanas palīdzību. Klasiskā filtrēšanas metodē tiek izmantots filtrpapīrs, kurš tiek klasificēts pēc tā filtrēšanas ātruma, izmēra un pelnu satura tajā. Filtrpapīra izmērs ir tā diametrs. Filtrpapīra izmērs var būt: 4.25 cm, 7.0 cm, 11.0 cm, 12.5 cm, 15.0 cm, un 27.0 cm. Filtrpapīra izmērs jāizvēlas pēc piltuves izmēra. Tipiskai 65 mm stikla garkakla piltuvei labākā izvēle ir 11,0 un 12,5 cm filtrpapīrs. Ātrums, ar kādu šķīdums izies caur filtrpapīru, ir funkcija no filtrpapīra poru izmēra. Lielas poras ļauj šķīdumam ļoti ātri iziet cauri filtrpapīram, bet nenodrošina sīku daļiņu savākšanu uz filtrpapīra virsmas. Filtrpapīri tiek novērtēti pēc to filtrēšanas ātruma:

- kā ātri (notur daļiņas, kas lielākas par 20–25 mm),
- kā vidēji ātri (notur daļiņas, kas lielākas par 16 mm),
- kā vidēji (notur daļiņas, kas lielākas par 8 mm),
- kā lēni (notur daļiņas, kas lielākas par 2–3 mm).

Piemērota **filtrēšanas ātruma izvēle** ir ļoti svarīga. Ja filtrēšanas ātrums ir par ātru, var nesavākt kādu daļu no nogulsnēm, kas novedīs pie negatīvas kļūdas kvantitatīvajā analīzē, piem., gravimetrijā nogulsnējot nosakāmo komponentu mazšķīstošas vielas veidā. No otras puses, nogulsnes var aizsprostot poras, ja tiks izmantots filtrpapīrs, kas filtrē lēni. Tā kā filtrpapīrs ir higroskopisks (tāds, kas absorbē gaisa mitrumu), to nav vienkārši izžāvēt ar konstantam svaram. Ja ir svarīga precizitāte (kvantitatīvā analīze), filtrpapīrs ir jāaizvāc pirms tiek noteikta nogulšņu masa. Pēc nogulšņu un filtrpapīra pārvešanas tīģelī ar vāku, tīģelis tiek karsēts kvēles temperatūrā, kas pārvērš filtrpapīru (lai filtrs mineralizētos) $\text{CO}_2\uparrow$ (gāze) un $\text{H}_2\text{O}\uparrow$ (gāze). Šo procesu sauc par izkarsēšanu. Karsējot zemas kvalitātes filtrpapīru, nogulsnēs paliek neorganiski pelni. Kvantitatīvajā analīzē vienmēr izmantojiet filtrpapīru ar zemu pelnu saturu vai bezpelnu filtrpapīru. Bezpelnu filtrpapīri tiek apstrādāti ar HCl un HF skābju maisījumu, lai aizvāktu neorganisko daļu. Kvantitatīvajā analīzē parasti izmanto filtrpapīru ar pelnu saturu, kas mazāks par 0,010 % no svara.

Klasiskajā filtrēšanas procesā filtrpapīrs tiek salocīts konusā un ieklāts stikla piltuvē (skat. 3.att.). Izolācija starp filtrpapīra konusu un piltuvi tiek panākta, vienmērīgi samitrinot filtrpapīru ar destilētu ūdeni vai šķīdumu, vienlaicīgi piespiežot filtrpapīru pie piltuves sienām. Ja izolācija ir pareizi veikta, piltuves kakls piepildās ar šķīdumu, paaugstinot filtrēšanas ātrumu.



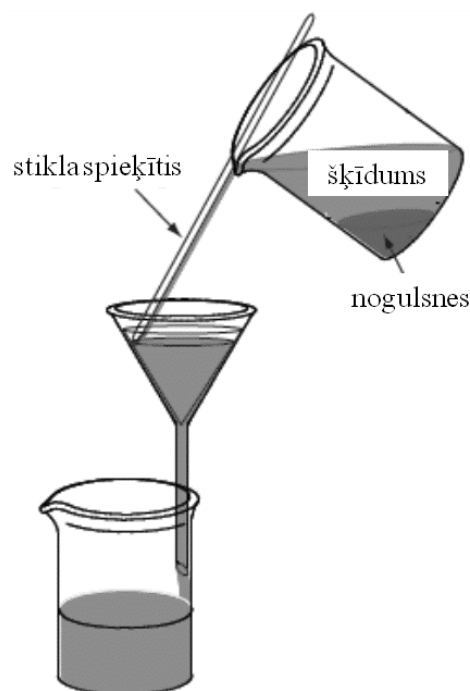
3.att. Filtrpapīra konusa izgatavošana. Izštancētais filtrpapīrs apļa formā (a) tiek salocīts uz pusēm (b) un vēlreiz salocīts uz pusēm (c). Salocītais filtrpapīrs tiek atdalīts (d) un mazs stūrītis noplēsts (e). Filtrpapīrs tiek atvērts konusa formā un ieklāts piltuvē (f).

Nogulsnes tiek pārnestas uz filtrpapīra vairākos etapos. Pirmais soli ir izliet lielāko daļu no šķīduma caur filtrpapīru, neaiztiekot nogulsnes (4.att.). Tas novērsīs filtrpapīra aizsērējumu/ aizsprostojumu rašanos filtrēšanas procesa sākumā. Nogulsnes tiek skalotas ar nogulšņu mazgātājšķīduma. Nogulšņu šķīdums tiek pilnībā noliets caur filtrpapīru, kamēr vārglazē paliek tikai nogulsnes. Beigās nogulsnes tiek pārnestas uz filtrpapīra ar nogulšņu mazgātājšķīduma strūklu.

Nogulšņu atdalīšanu no vārglāzes sienām veic ar gumijas lāpstiņu.

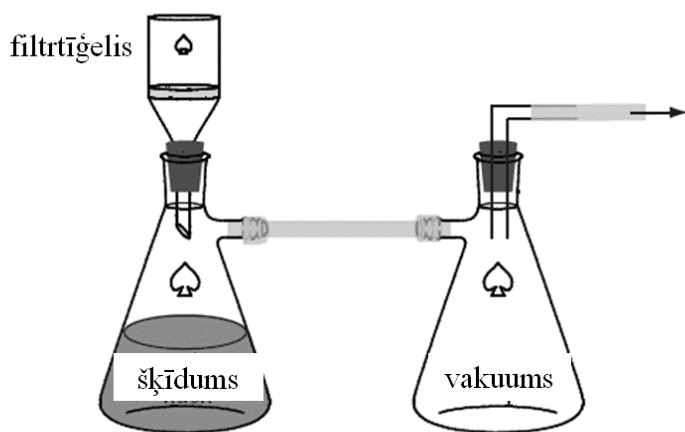
Alternatīva metode nogulšņu filtrēšanai ir stikla vai porcelāna filtrēšanas tīģelis (filtrtīģelis). Klasiskā variantā tas ir stikla filtrtīģelis, kuram vienā galā iekausēta poraina stikla plāksnīte. Stikla filtrtīģeļi tiek klasificēti pēc to porainības:

- rupjporaini (notur daļiņas, kas lielākas par 40–60 mm),
- vidēji poraini (notur daļiņas, kas lielākas par 10–15 mm),
- smalkporaini (notur daļiņas, kas lielākas par 4–5,5 mm).



4.att. Nogulšņu šķīduma pārvešana filtrpapīra konusā

Cita veida filtrtīģeļi ir porcelāna filtrtīģeļi, ar caurumotu apakšu. Stikla šķiedras plāksnīte ir iestiprināta filtrēšanas tīģelī, lai savāktu nogulsnes. Abu veidu filtrēšanas tīģeļos nogulsnes tiek pārnestas uz filtrpapīru tādā pašā manierē kā aprakstīts iepriekš. Pretstatā klasiskai filtrēšanai, šķīdums tiek izvilktis no filtrtīģeļa ar vakuuma sūkņa palīdzību (5.att.).



5.att. Filtrēšanas process filtrējot nogulsnes caur porcelāna filtrtīģeļi

Parasti laboratorijas filtrēšanas iekārta sastāv no porcelāna Bīhnera piltuves, kuru izmanto kopā ar Bunzena kolbu (vakuumkolbu) vielu paātrinātai filtrēšanai (6.att.). Starp kolbas kakliņu un Bīhnera piltuves kājiņu jābūt gumijas blīvei (aizbāzņim). Filtrpapīrs tiek izklāts Bīhnera piltuvē pa tās poraino perimetru apļveidā formā un piesūcināts ar destilēti ūdeni, lai nodrošinātu labāku izolāciju starp filtrpapīru un Bīhnera piltuvi. Bunzena kolba tiek pievienojama ūdenstrūklas vakuumsūknim.



6.att. Laboratorijas filtrēšanas iekārtas sastāvdaļas:
Bunzena kolba (pa kreisi), Bīhnera piltuve (pa labi)

Nogulšņu skalošana/mazgāšana (**skat. arī pie Gravimetrijas**). Tā kā nogulšņu šķīdums ir piesātināts ar izšķīdinātiem inertajiem joniem, ir nepieciešams aizvēkt pārpalikušos šķīduma piemaisījumus. Bieži tiek izmantoti auksti šķīdinātāji vai mazgātājšķīdumi, kas satur organiskus šķīdinātājus tādus kā etanols. Mazgātājšķīduma pH ir kritisks, ja nogulsnes satur skābes vai bāzes jonus. Pievienojot mazgātājšķīdumam viegli gaistošu

inertu elektrolītu, tiek novērsts nogulšņu pārvēršanos smalkākās daļiņās, kas var izkļūt caur filtru. Smalko daļiņu atgriešanas procesu sauc par peptizāciju. Viegli gaistošs elektrolīts tiek aizvākts – izgaist nogulšņu žāvēšanas laikā.

Nogulšņu žāvēšana. Pēc nogulšņu atdalīšanas no šķīduma, nogulsnes tiek žāvētas, lai aizvāktu atlikušo mazgātājšķīdumu un citus gaistošus piemaisījumus. Žāvēšanas temperatūra un metode ir atkarīga no filtrēšanas metodes un nogulšņu vēlamās ķīmiskās formas. Novietojot nogulsnes laboratorijas krāsnī un karsējot 110°C , tiek aizvākts ūdens un viegli gaistoši piemaisījumi. Augstākām temperatūrām ir nepieciešama mufelkrāsns, Bunzena deglis, lai veicināti nogulšņu termisko sadalīšanos pirms svēršanas (gravimetrijas metode). Tā kā filtrpapīrs absorbē gaisa mitrumu, tas ir jāaizvāc pirms nogulšņu svēršanas. Nogulsnes kopā ar filtrpapīru tiek ievietotas porcelāna vai platīna tīģelī un viegli karsētas, sākumā izžāvējot un tad pārogļojot filtrpapīru. Kad filtrpapīrs ir sācis pārogļoties, temperatūra tiek lēnām paaugstināta līdz piemaisījumi – atlikušā ogle no filtrpapīra oksidējās par $\text{CO}_2\uparrow$. Stikla filtrtīģeļi nav noturīgi augstās temperatūrās un tie jāžāvē krāsnī zem 200°C . Stikla šķiedras plāksnīti, kuru izmanto porcelāna filtrtīģeļos, var karsēt līdz 500°C .

1.4. LABORATORIJAS DARBS „FILTRĒŠANA”

Kad divas vai vairākas vielas ir „fizikāli kombinētas”, rezultātā veidojas maisījums. Ja cukuru izšķīdina ūdenī, veidojas homogēns (viendabīgs) šķīdums. Pretstatā apelsīnu sula ir heterogēna sistēma, kas satur saskatāmas daļiņas. Ja daļiņas, kas atrodas maisījumā ir saskatāmas mikroskopā, tad šis šķīdumu maisījums ir heterogēns.

Darba uzdevums: Iepazīties ar vienu no fizikālās atdalīšanas metodēm.

Darba gaita:

1. Salocīt uz pusēm filtrpapīru, noplēst mazu gabaliņu no filtrpapīra viena stūra un salocīt vēlreiz uz pusēm.
2. Atvērt filtrpapīru, lai tas veidotu konusveidīgu formu, ielikt to stikla garkakala piltuvē (kas ievietota 150 ml vārglāzē) un vienmērīgi samitrināt ar destilētu ūdeni, lai tas vienmērīgi pieliptu pie piltuves sienām.
3. 150 ml vārglāzē pievienot 10 ml 1,0 M nātrija karbonātu (Na_2CO_3 , „dzeramā soda”) un tad 10 ml 1,0 M kalcija hlorīdu (CaCl_2 , „pārtikas sāls”).
4. Samaisot abus reaģentus, pēc dažām sekundēm jāsāk veidoties nogulsnēm.
5. Šķīdumu maisījumu nofiltrē, nogulsnes ar stikla spieķīti pārnes uz pulkstenstikliņu.
6. Nofiltrētajām nogulsnēm izmantojot pipeti, strauji pievienot 10 pilienus 6 M HCl.
7. Pierakstīt novērojumus.

1.5. PRAKTISKAIS UZDEVUMS „BĀRIJA SULFĀTA NOGULSNĒŠANA”

Ūdenī nešķīstošo bārija sulfātu (BaSO_4) lieto papīra ražošanā. To var iegūt, bārija hlorīda šķīdumam (BaCl_2) pievienojot nātrija sulfāta (Na_2SO_4) šķīdumu. Notiek reakcija, kuru apraksta ķīmiskās reakcijas vienādojums: $\text{BaCl}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4\downarrow + 2\text{NaCl}$.

Eksperimenta veikšanai dotas cietas vielas: BaCl_2 un Na_2SO_4 .

Eksperimenta darba gaitas posmi:

1. Saber kopā abas vielas.
2. Bārija hlorīdu un nātrija sulfātu ieber 2 atsevišķās vārglāzēs.
3. Šķīdumus salej kopā un iegūto vielu maisījumu filtrē.
4. Pielej ūdeni un samaisa.
5. Iegūto vielu maisījumu ietvaicē.

Izvēlies 3 eksperimenta darba gaitas posmus no dotajiem un sakārto tos tādā secībā, lai iegūtu bārija sulfātu:

A. 1., 4., 3.

B. 1., 4., 5.

C. 2., 4., 3.

D. 2., 4., 5.

1.6. LABORATORIJAS DARBS „BĀRIJA SULFĀTA NOGULSNĒŠANA UN FILTRĒŠANA”

Šajā eksperimentā sulfāta saturs tiek noteikts, nogulsnējot bārija sulfātu (BaSO_4). Sulfāta sāls tiek izšķīdināta vājā sālsskābes (HCl) šķīdumā un bārija hlorīds (BaCl_2) tiek lēni pievienots, lai izgulsnētos sulfāta sāls. Nogulsnes tiek ietvaicētas, filtrētas, mazgātas no piemaisījumiem un žāvētas pirms precīzas svara noteikšanas – svēršanas. Lai iegūtu precīzu nogulšņu svaru, jā rūpējas, lai darba procesā nogulšņu zudumi nebūtu lielāki par 10%. BaSO_4

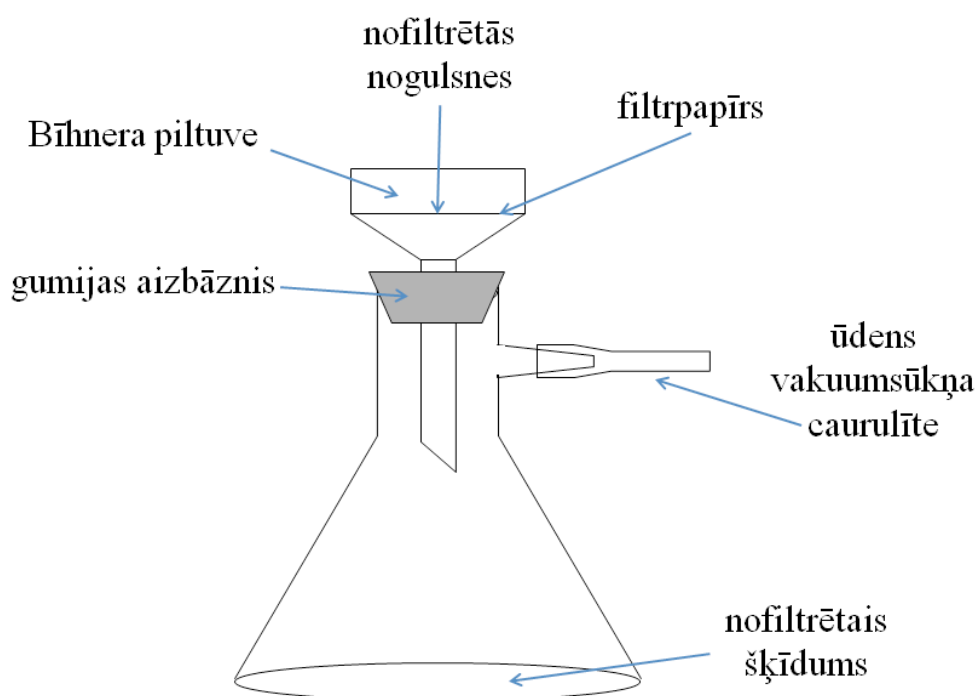
Darba gaita:

1. Šķīdumu sagatavošana.
2. Nogulsnēšana.
3. Filtrēšana.
4. Nogulšņu mazgāšana.
5. Nogulšņu žāvēšana (karsēšana).
6. Nogulšņu svēršana.

Paraugu sagatavošana un nogulsnēšanas process: Nosvērt uz svariem 0,5 g nezināma sulfāta parauga, kas pirms tam izžāvēts. Iebērt to 400 ml tīrā vārglāzē un izšķīdināt 250 ml destilētā ūdenī un 3 ml 6 M HCl. Šķīdumu karsē tuvu vārīšanās temperatūrai. Nepārtraukti maisot vārglāzē lēni pievieno 70–80 ml 0,05 M BaCl. Nogulsnes karsē vājā liesmā 30 min tuvu vārīšanās temperatūrai. Lai pārbaudītu, vai sulfāts ir pilnībā pārgājis nogulsnēs: nostādina nogulsnes (tā lai nogulsnes atrastos vārglāzes apakšā), pievieno dažus pilienus BaCl dzidrajā šķīdumā virs nogulsnēm. Ja parādās duļķes, tas liecina par sulfāta jonu klātbūtni šķīdumā. Tādā gadījumā šķīdumam pievieno vēl 5-10 ml 0,05 M BaCl un atkārtoti karsēšanas procedūru.

Nogulšņu filtrēšana un karsēšana:

Samontē laboratorijas filtrēšanas iekārtu, kā parādīts attēlā:



Sākumā caur filtru nolej šķīdumu, kas atrodas virs nogulsnēm vārglāzē. Pārnes nogulsnes pilnībā filtrēģelī. Izmantojot destilētu ūdeni, noskalo un pārnes visus nogulšņu pārpalikumus no vārglāzes filtrēģelī. Vairākas reizes mazgā nogulsnes ar dažiem ml destilēta ūdens. Lai pārbaudītu, vai nofiltrētajās nogulsnēs nav šķīstošo sāļu (BaCl) – 5–10 ml nogulsnes pārnes mēģenē, pievieno 1 ml 0,1 M HNO₃ un dažus pilienus AgNO₃. Ja hlorīds atrodas nogulsnēs, nogulsnēsies ciets AgCl. Tad nogulsnes filtrēģelī ir nepieciešamas mazgāt vēlreiz ar destilētu ūdeni. Nogulsnes pārnes uz pulksteņstikliņa, ieliek žāvskapī un žāvē 110°C pāris stundas. Izžāvētās nogulsnes nosver.