

## Latvijas 48. Nacionālā ķīmijas olimpiāde

2007. gada 21. martā

### Teorētiskie uzdevumi.

#### Cienījamais olimpieti!

Latvijas 48. Nacionālās ķīmijas olimpiādes Rīcības komiteja apsveic Tevi ar panākumiem rajona ķīmijas olimpiādē un vēl vislabākos panākumus finālturnīrā!

Lai katrs olimpiādes dalībnieks pilnīgāk varētu parādīt un izmantot savas zināšanas ķīmijā un tās robežzinātnēs, mēs piedāvājam salīdzinoši lielu uzdevumu skaitu. Lai sasniegtu iespējami labāko rezultātu un nezaudētu punktus neuzmanības vai pārpratuma dēļ, **uzmanīgi izlasi šos norādījumus, pirms keries pie uzdevumu risināšanas!**

1. Pavisam risināšanai tiek piedāvāti **19** uzdevumi. Katrs dalībnieks risināšanai saņem tikai tos uzdevumus, kurus viņš drīkst rēķināt. Tas, kurai klasei paredzēts uzdevums, norādīts rāmītī aiz uzdevuma numura.
2. Jaunāko klašu dalībnieki var papildus risināt vecākajām klasēm paredzētos uzdevumus.

*Piemērs.*

12.	Klase: 11	19 p.
-----	-----------	-------

*Šis uzdevums paredzēts 11. klašu skolēniem. To drīkst risināt arī dalībnieki no 9. un 10. klasēm, ja uzskata par atbilstošu savām zināšanām, taču nedrīkst risināt 12. klašu skolēni.*

3. Ja skolēns vēlas risināt augstāku klašu uzdevumus, tad to risinājumam no darba telpā dežurējošajiem rīcības komitejas pārstāvjiem ir jāpalūdz papildus lapas. **Katra augstākas klases uzdevuma risinājums ir jāraksta uz atsevišķas lapas. Uz visām lapām jānorāda savs kods, lapas bez koda netiks vērtētas.**
4. Aiz klašu norādes katram uzdevumam dots maksimālais punktu skaits. (šajā gadījumā 19 punkti)
5. Uzdevumu risinājumi jācenšas **rakstīt latviešu valodā.**
6. Ja, iepazīstoties ar uzdevumiem, rodas neskaidrības teksta izpratnē vai šaubas par kāda izteikuma vai skaitļa pareizību, jautājiet atbildīgajai personai no olimpiādes Rīcības komitejas, kura ir klāt uzdevumu risināšanas laikā. Dalībnieku savstarpējas konsultācijas nav atļautas.
7. **Pēc uzdevuma atrisināšanas (pilnīgas vai daļējas) apvelciet ar aplīti attiecīgā uzdevuma numuru dalībnieka kartītē. To uzdevumu numurus, kurus neesi risinājis, dalībnieka kartītē pārsvītrot.**
8. Olimpiādes uzdevumu risināšanā var tikt izmantoti kalkulatori (ne programmējamie) un olimpiādes rīkotāju izsniegtas **formulu lapas** un elementu periodiskās tabulas.
9. Atgādinām, ka bieži uzdevumos tiek vērtēta ne tikai atbilde, bet arī tās pamatojums ar spriedumiem un/vai aprēķiniem, tādēļ centieties savā darbā to parādīt.
10. Darba izpildes laiks – 4 astronomiskās stundas.

Olimpiāžu uzdevumus, rezultātus un citu informāciju Tu vari atrast mūsu Interneta mājas lapā [www.liis.lv/chem](http://www.liis.lv/chem) un [www.lu.lv/skoleniem/kim](http://www.lu.lv/skoleniem/kim) Veiksmi uzdevumu risināšanā!

1.	Klase: 9	8 p.
----	----------	------

Ar sālsskābes šķīdumu apstrādāja 9,00 g dolomīta ( $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ ), kas saturēja 9,00% piemaisījumu, kuri nereaģē ar sālsskābi.

- 1) Uzrakstiet reakciju vienādojumus, izlieciet koeficientus!
- 2) Cik liels tilpums metāna ir jāsadedzina, lai izdalītos tāds pats tilpums oglekļa dioksīda?
- 3) Cik liela masa kalcija oksīda jāizmanto, lai saistītu visu ūdeni, kas rodas, sadegot aprēķinātajam tilpumam metāna?

2.	Klase: 9	9 p.
----	----------	------

Elementu **A** oficiāli atklāja 1766.gadā H. Kavendišs, taču pirmo reizi tas tika iegūts jau agrāk. Pirmais to izdarīja R. Boils jau 1671.gadā. Tas tika iegūts metālu reakcijā ar kādas neorganisko vielu klases pārstāvjiem un tika nodēvēts par „degošo gaisu”, neapzinoties to, ka tā ir jaunatklāta ķīmiska elementa veidota vienkārša viela.

- 1) *Kas ir šis elements A un iegūtais tā veidotā vienkāršā viela?*
- 2) *Uzrakstīt vispārīgo reakcijas vienādojumu veiktajai reakcijai, kurā tikai iegūta elementa A veidotā vienkāršā viela un minēt, kas ir izmantojamā vielu klase reakcijās ar metāliem.*
- 3) *Kādu vēl citas klases neorganisko vielu reakcijās ar dažiem metāliem var iegūt to pašu A veidoto vienkāršo vielu?*

Atklātais elements **A** ķīmiskās reakcijās var būt gan oksidētājs, gan reducētājs.

- 4) *Uzrakstiet reakciju piemērus, kur A ir oksidētājs un reducētājs! Kādas ir A oksidēšanās pakāpes reakciju galaproduktos?*

Elements **A** veido kādu bināru savienojumu klasi.

- 5) *Kas šī ir par savienojumu klasi? Kāda oksidēšanās pakāpe elementam A ir šajā klasē?*

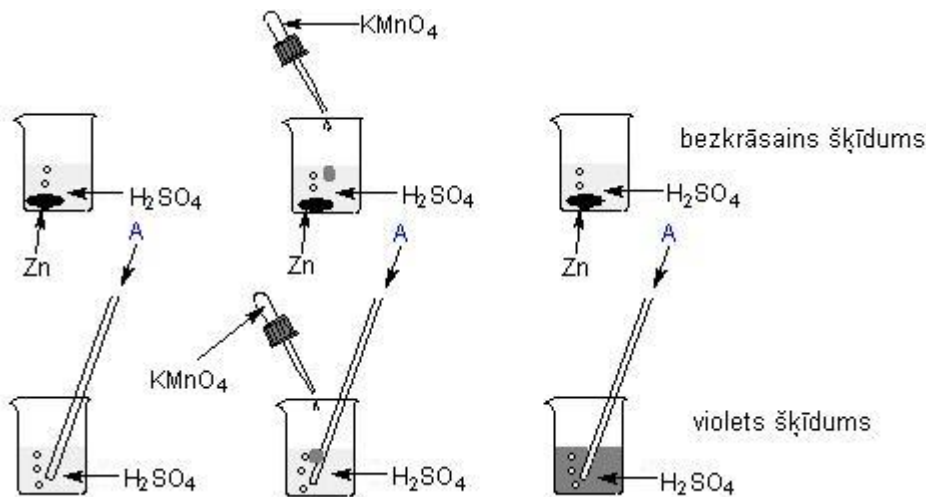
Šo savienojumu klasi var sadalīt vairākās apakšklasēs. Katrai no tām ir raksturīgas atšķirīgas ķīmiskās un fizikālās īpašības. Daži savienojumi ir molekulāri, to viršanas temperatūras ir zemas, tie nereaģē ar ūdeni.

- 6) *Miniet kādu no šiem savienojumiem!*

Citi savienojumi turpretī ir ar augstām kušanas temperatūrām, tie ir jonu tipa savienojumi un aktīvi reaģē ar ūdeni, izdalot to pašu **A** savienojumu, ko pirmajā reakcijā.

- 7) *Uzrakstiet kādu šādas reakcijas piemēru.*

Sākotnējā reakcijā iegūtā elementa **A** veidotā vienkāršā viela nav ar izteiktām reducētāja īpašībām. Tomēr, iegūstot to tieši reakcijas maisījumā, tas darbojas kā reducētājs un atkrāso  $\text{KMnO}_4$  šķīdumu (Skatīt attēlu).



8) *Izskaidrojiet zīmējumā attēloto parādību, ja zināms, ka Zn nereducē  $\text{KMnO}_4$ .*

<b>3.</b>	<b>Klase: 9</b>	<b>8 p.</b>
-----------	-----------------	-------------

1,00 g kāda metāliskā elementa X pilnīgi izreaģējot ar atšķaidītu sērskābi, izdalījās 400 mL gāzes. Iegūtajam šķīdumam pievienoja nātrija hidroksīdu pārākumā, nogulsnes nofiltrēja, dienu žāvēja gaisā, bet nākamajā dienā izkarsēja 500 °C temperatūrā. Ieguva 1,43 g cietas vielas Y.

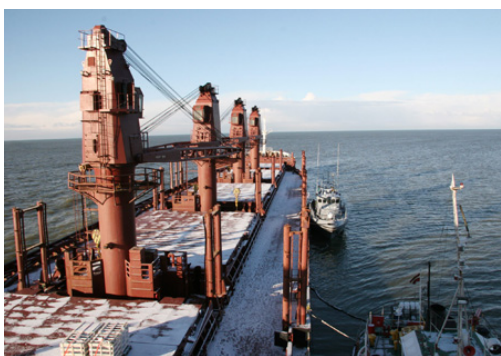
Nosakiet:

- 1) *Kas ir metāls X?*
- 2) *Kas ir viela Y?*

Atbildi pamatojiet ar attiecīgo reakciju vienādojumiem un aprēķiniem.

<b>4.</b>	<b>Klase: 9</b>	<b>7 p.</b>
-----------	-----------------	-------------

2007. gada 15. janvāra vētrā uz sēkļa netālu no Ventspils uzskrēja zem Kipras karoga braucošais kuģis "Golden Sky" (attēlā). Tā tvertnes bija pildītas ar mazutu (500 tonnas) un minerālmēsliem (25 000 tonnas kālija hlorīda). Tā kā vairākas dienas pēc šā notikuma Baltijas jūrā plosījās vētra, tad pastāvēja bažas par jūras piesārņošanu.



- 1) *Baltijas jūras vidējais sāļums ir 8,00 promiles, tilpums 21000 km<sup>3</sup>. Aprēķināt, par cik promilēm mainītos jūras sāļums pēc minētā kuģa nogrimšanas! Baltijas jūras ūdens blīvums 1,025 g/mL.*
- 2) *Kādas sekas tomēr varētu izraisīt liela daudzuma kālija hlorīda nokļūšana jūras ūdenī?*
- 3) *Kāda veida maisījums izveidotos pēc naftas produktu (mazuta) nokļūšanas ūdenī (suspensija, emulsija, īstais šķīdums)? Kā šādu maisījumu ir iespējams sadalīt laboratorijas apstākļos? Kāpēc šis sadalīšanas veids nav piemērots jūras ūdens attīrīšanai?*

- 4) *Kā viens no variantiem, lai izvairītos no vides katastrofas, kas arī tika praktiski realizēts, bija mazuta atsūkņēšana no kuģa. Taču darbus apgrūtināja aukstais laiks, jo mazuts kuģa tilpnēs sasala. Kādā veidā varēja panākt mazuta sašķidrīnāšanos?*

5.	Klase: 9	12 p.
----	----------	-------

Degviela sastāv no heptāna un oktāna. Zināms, ka sadedzinot kādu vielu, izdalītais siltuma daudzums ir tieši proporcionāls vielas daudzumam. Tāpat ir zināms, ka sadedzinot vienu molu heptāna, izdalās  $4,81 \cdot 10^6$  J siltuma, bet sadedzinot vienu molu oktāna -  $5,45 \cdot 10^6$  J siltuma.

Sadedzinot 1 L degvielas, patērēja 8167 L gaisa un izdalījās  $33,46 \cdot 10^6$  J siltuma.

- 1) Uzrakstiet vielu sadegšanas vienādojumus!
- 2) Aprēķiniet degvielas procentuālo sastāvu masas daļās!
- 3) Cik lielu tilpumu produktu (pieņemot, ka visi ir gāzveida un n.a.) ieguva?

Tomēr ir zināms, ka degvielas uzpildes stacijās nopērkamās degvielas sastāvs ir krietni sarežģītāks un tā sastāvā var būt pat 250 dažādu savienojumu. Daļa no tiem, papildus ogleklim, ūdeņradim un skābeklim, satur arī slāpekli un sēru. Tāpat zināms, ka sadegšana cilindrā mēdz nebūt pilnīga.

- 4) Uzrakstiet, kādi varētu būt reakcijas produkti, sadegot slāpekli saturošiem organiskajiem savienojumiem un sēru saturošiem organiskiem savienojumiem! Uzrakstiet arī, kādi produkti varētu rasties, parastiem ogļūdeņražiem nesadedgot pilnīgi! Katram atzīmējiet, cik kaitīgi vai nekaitīgi tie ir apkārtējai videi.

Lai risinātu šo problēmu, izmanto izplūdes gāzu katalizatoru izpūtējā, kas kaitīgos produktus pārvērš nekaitīgākos.

- 5) Par kādiem savienojumiem pārvēršas kaitīgie sadegšanas produkti uz katalizatora?

6.	Klase: 9-10	9 p.
----	-------------	------

### Dāvinājums skolai

Kādai skolai uzdāvināja astoņas dažādas ķimikālijas: Ag, Fe, Cu, Mg,  $\text{AgNO}_3$ ,  $\text{FeSO}_4$ ,  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  un  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ . Diemžēl transportēšanas laikā etiķetes bija nolipušas nost no reaģentu pudelītēm un nebija iespējams pateikt, kura viela ir kura. Tādēļ skolniekam Mārim lika ar vielu savstarpējām reakcijām noteikt, kurā pudelītē ir katra no vielām. Lai to izdarītu Māris izšķīdināja sāļus un pa vienam sāļiem pievienoja metālus. Ja reakcija notika tad Māris tabulā atzīmēja „+“, ja nenotika „-“. Protokolā skaitļi apzīmē sāļus, bet burti Metālus. Kad Māris bija pabeidzis eksperimentus, viņš netīšām apgāza pudelīti koncentrētas sērskābes uz sava protokola. Tikai divi papīra gabali bija palikuši pāri.

	A	B	C	D
1				
2				
3				
4				

Māra skolotāja domāja, ka darbs būs jāatkārto nākamajā dienā. Bet nākamajā dienā Māris atnāca uz skolu, un teica skolotājai, ka ir noteicis visus metālus un sāļus, kā arī, ka divi lauciņi nemaz nav bijuši vajadzīgi, lai noteiktu vielas.

	B	C	D
3	-	+	+
4	-	+	+

- 1) Kas ir vielas 1., 2., 3., 4., A., B., C., D.?
- 2) Norādiet, kā jūs noteicāt vielas!
- 3) Kurus divus lauciņus varēja neizmantot nosakot vielas?

7.	Klase: 10	12 p.
----	-----------	-------

Magnija un cinka sakausējuma paraugu sadedzināja gaisā, sadegšanas produktus savāca un nosvēra; to masa bija 6,99 g. Degšanas produktus izšķīdināja 180 gramos 15,0 % sālsskābes šķīduma, iegūto šķīdumu ietvaicēja līdz pusei no tā sākotnējās masas. Nosakot cietvielu masas daļu šķīdumā, tā izrādījās 15,05 %. Tad šķīdumam pievienoja nātrija hidroksīda šķīdumu ievērojamā pārākumā un ieguva baltas nogulsnes, kuras nofiltrēja, uz filtra nomazgāja ar ūdeni, izžāvēja istabas temperatūrā un nosvēra.

Aprēķiniet:

- 1) vai sālsskābes bija pietiekami, lai vielas izreaģētu pilnīgi?;
- 2) magnija un cinka sakausējuma parauga masu;
- 3) magnija un cinka sakausējuma parauga sastāvu masas daļās (%);
- 4) beigās iegūto nogulšņu masu un ķīmisko sastāvu.
- 5) Uzrakstiet visu notikušo reakciju vienādojumus.

8.	Klase: 10	11 p.
----	-----------	-------

(Risinot uzdevumu, pieņemiet, ka molālā koncentrācija šādas koncentrācijas šķīdumos ir tas pats, kas molārā)

Mazais Jānītis okeānā bija noķēris kādu eksotisku zivi un vēlējās to saglabāt dzīvu, tālab pašrocīgi bija nolēmis pagatavot akvāriju. Viņam nebija tik daudz naudas, lai nopirktu speciālu ūdeni, tālab nopirka kannu destilēta ūdens un parastu vārāmo sāli. Internetā viņš atrada, ka okeānā osmotiskais spiediens ir 27 atmosfēras. Istabā, kur Jānītis bija iecerējis gatavot šķīdumu, temperatūra bija 25 °C. Jānītis tikpat labi zināja, ka viņam nepieciešams zināt, cik liela daļa no NaCl ir uzskatāma par disociējumu.

- 1) Pieņemot, ka NaCl ir pilnībā disociējis, aprēķiniet aptuveno nepieciešamo NaCl šķīduma koncentrāciju.

Jānītis tomēr baidījās, ka nelielas atšķirības varētu kaitēt zivij, tālab viņš nolēma pārlicināties, cik liela daļa no NaCl ir pilnībā disociējusi. Viņš pagatavoja 1 molālu, 0,1 molālu un 0,01 molālu NaCl šķīdumus un noteica to sasaldēšanas temperatūras, izmantojot pārdzesēšanas metodi ( $K_{kr., \text{ūd}} = 1,86 \frac{K \cdot \text{kg}}{\text{mol}}$ ). Ieguva, ka 1M šķīdumam tā pazeminās par 3,22 grādiem, 0,1M šķīdumam tā pazeminās par 0,34 grādiem, bet 0,01M šķīdumam par 0,0355 grādiem.

- 2) Uzzīmējiet kalibrācijas līkni un palīdziet Jānītim atrast pēc iespējas precīzāku nepieciešamo koncentrāciju, kā arī nosakiet NaCl šķīduma disociācijas pakāpi.

Jānīša draugs Pēterītis arī bija ticis pie okeāna zivs, un kādā mājaslapā bija izlasījis, ka nepieciešams pagatavot 5% NaCl šķīdumu. Viņš sazinājās ar Jānīti, kas viņam pateica, ka šāds šķīdums nederēs.

- 3) Kas būtu jādara ar šo šķīdumu, lai Pēterītis tajā varētu ielaist savu zivi? Kas būtu noticis ar zivi, ja Pēterītis būtu to ielicis šajā šķīdumā?
- 4) Kālab līdzīgās formulās organiskām vielām nav pieminēta vērtība  $i$ ?

Nātrija hlorīda šķīdumu blīvumi atkarībā no masas daļas.

W%	1	2	4	6	8	10
$\rho, \text{g/ml}$	1,0053	1,0125	1,0268	1,0413	1,0559	1,0707

9.	Klase: 10-11	11 p.
----	--------------	-------

Kalcija saturu minerālu paraugos var noteikt ar vairākām metodēm. Vienā no tām precīzi nosvērtu paraugu izšķīdina sālsskābes pārākumā, neutralizē atlikušo skābi ar NaOH, tad, pievienojot nātrija oksalāta  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$  šķīdumu, izgulsnē kalciju tā mazšķīstošā oksalāta  $\text{Ca C}_2\text{O}_4$  veidā. Nogulsnes filtrē, vairākkārt uz filtra nomazgā ar ūdeni, izžāvē sausas un precīzi nosver.

Jautājumi:

- 1) Kā sauc aprakstīto analīzes metodi, kurā vielu noteikšanai izmanto to precīzu svēršanu pirms un pēc ķīmiskās reakcijas?
- 2) Sastādiet matemātiskā aprēķina formulu, kā aprēķināt kalcija masas daļu paraugā  $w_{\text{Ca}}$ , ja zināma sākotnējā parauga masa  $m_p$  un iegūtā kalcija oksalāta masa  $m_o$ .

Kalcija oksalāta šķīdība ūdenī (25 °C) ir 6,2 mg/L. Nogulsnešanā un nogulšņu mazgāšanā izmanto apmēram 0,5 litrus šķīduma, tātad tajā var izšķīst līdz 3,1 mg nogulšņu. Tādejādi analīzes kļūda ievērojami pārsniedz analītisko svaru precizitāti ( $\pm 0,1$  mg).

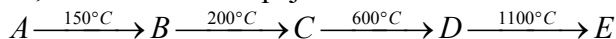
3) *Kā varētu samazināt šo kļūdu, resp., samazināt kalcija oksalāta šķīdību ūdenī?*

10.

Klase: 10-11

14 p.

Kādam ķīmiķim uz analīzi tika atnests kāds dabā atrasts minerāls. Bija zināms, ka tas ir viens individuāls savienojums. Ķīmiķis nolēma to analizēt termogravimetriski. Viņš ievietoja paraugu karsējamajā krāsnī un, pakāpeniski palielinot temperatūru, fiksēja masas izmaiņas. Sākumā, ņemot 100% parauga, tika konstatēts, ka pēc 150 °C sasniegšanas parauga masa ir 84,30%, pēc 200 °C pārsniegšanas parauga masa ir 79,07%, bet pēc 1100 °C pārsniegšanas parauga masa ir vairs tikai 32,56%. Tātad ir iespējams uzzīmēt šādu shēmu:



Ķīmiķis citā eksperimentā ik pēc temperatūras palielinājuma 100 °C paņēma paraugus. Parauga pie 500 °C un 600 °C elementanalīzes bija identiskas, taču, analizējot to ar rentģendifrakcijas metodi, tika konstatēts, ka paraugu kristāliskā struktūra ir atšķirīga.

- 1) *Kas ir analizējamais minerāls, ja zināms, ka tas ir hidrāts?*
- 2) *Uzrakstīt visu notikušo reakciju vienādojumus, uzrakstīt A – E formulas un nosaukt tos.*
- 3) *Kāda ir atšķirība starp C un D? Vai tā ir viena un tā pati viela?*

11.

Klase: 10-11

12 p.

Bors ir viens no cilvēces visnenāk zināmajiem ķīmiskajiem elementiem, to pazina jau arābu alķīmiķi 8. gadsimtā, taču boru brīvā veidā pirmo reizi ieguva franču ķīmiķi Ž.L.Gē-Lisaks un L.Tenārs, reducējot no borskābes iegūtu bora oksīdu ar kāliju.

- 1) *Uzrakstiet minēto ķīmisko reakciju vienādojumus!*
- 2) *Izvēlieties pareizo atbildi! Lielāko daļu bora izmanto:*
  - *stikla ražošanā*
  - *lauksaimniecībā kā minerālmēslojumu*
  - *metālu reducēšanai no to oksīdiem*
  - *pagrabu dezinfekcijai*

Bors zemes garozā ir ļoti maz, tikai aptuveni 9 miljoni daļas. Svarīgākais bora minerāls ir boraks, kura ķīmiskā formula ir  $\text{Na}_2[\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4] \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ . No šā minerāla nosaukuma, arī cēlies paša ķīmiskā elementa nosaukums.

- 3) *Uzrakstīt ķīmiskās reakcijas vienādojumu, kas parādītu kā no boraka ir iespējams iegūt borskābi! Kur izmanto borskābi? Nosauciet trīs borskābes izmantošanas veidus!*

Dabā sastopamais bors sastāv no diviem stabiliem izotopiem:  $^{10}\text{B}$  un  $^{11}\text{B}$ , kuru savstarpējās attiecības dabā sastopamajos paraugos ir ļoti mainīgas, piemēram, Kalifornijā iegūtais bors ir ar mazu izotopa  $^{10}\text{B}$  saturu, kamēr Turcijā iegūtajā borā šī izotopa ir daudz.

- 4) *Zinot bora relatīvo atommasu, aprēķiniet  $^{10}\text{B}$  izotopa masas daļu procentos visā uz zemes atrodamajā borā!*
- 5) *Boru izmanto kodolenerģētikā, jo tā izotops  $^{10}\text{B}$  efektīvi saista neitronus, veidojot kādu sārnu metālu un cēlgāzi. Uzrakstiet notiekošās kodolreakcijas vienādojumu!*
- 6) *Bors šķīst gan koncentrētā slāpekļskābes, gan koncentrētā nātrija hidroksīda šķīdumā. Šajā reakcijā veidojas borskābe vai nātrija metaborāts  $\text{NaBO}_2$  un izdalās gāze. Kādā gāze veidojas katrā no ķīmiskajām reakcijām? Uzrakstiet abu notikušo ķīmisko reakciju vienādojumus!*

- 7) *Vieni no interesantākajiem bora savienojumiem ir borāni. Tos var iegūt, boram reaģējot ar metāliem, piemēram, ar magniju, un tad iegūtos metālu borīdus šķīdinot sālsskābē. Uzrakstiet borānu iegūšanas reakciju vienādojumus!*
- 8) *Borāni ir ķīmiski aktīvas vielas ar nelielu blīvumu. Atzīmējiet pareizās atbildes par borānu izmantošanu! Borānus lieto:*
- *par raķešu degvielu*
  - *kā katalizatorus organiskajā sintēzē*
  - *augšnes mēslošanai*
  - *pagrabu dezinfekcijai*

<b>12.</b>	<b>Klase: 11</b>	<b>16 p.</b>
------------	------------------	--------------

Analizēja sakausējumu, kuru mēdz saukt par jaunsudrabu. Tas sastāv no niķeļa, vara un cinka. Cietā veidā tas atgādina sudrabu, tādēļ to izmanto lētu rotaslietu un monētu izgatavošanā. 2,500 gramus lielu sakausējuma iesvaru izšķīdināja sālsskābē.

1) *Kādā krāsā ir iegūtais šķīdums?*

Pēc tam šķīdumam pievienoja NaOH šķīdumu, līdz pH bija 8 – 9 un tad vēl 3 mL šī nātrija sāra šķīdumu pārākumā un 6% ūdeņraža peroksīda šķīdumu, tad šķīdumu filtrēja un filtrātu pārnesa 250 mL mērkolbā(Nr1), paskābināja ar sālsskābes šķīdumu un atšķaidīja līdz atzīmei ar destilētu ūdeni un rūpīgi samaisīja. Nogulsnes izšķīdināja sālsskābē un pārnesa citā 250 mL mērkolbā(Nr2), atšķaidīja ar destilētu ūdeni līdz atzīmei un rūpīgi samaisīja.

2) *Uzrakstiet visas notikušās ķīmiskās reakcijas!*

3) *Kāds savienojums tika pārnestas 1. mērkolbā!*

Titrējot 25,00 mL šķīduma no pirmās mērkolbas tika izlietoti vidēji 13,04 mL kompleksona III šķīduma ar molāro koncentrāciju 0,06450 mol/L

4) *Uzrakstiet titrēšanas reakciju (kompleksonu apzīmējot ar  $Na_2H_2Y$  (disociācija  $2Na^+ + H_2Y^{2-}$ ), sastādiet formulu cinka masas aprēķināšanai un veiciet aprēķinus (pieņemiet, ka atdalīšana ir pilnīga un ka varš un niķelis dotajos apstākļos hidroksokompleksus neveido)!*

Vara saturu nosaka jodometriki, jo vara(II) joni skābā šķīdumā spēj oksidēt jodīdjonus līdz jodam, turklāt joda daudzums ir stehiometrisks. Jodu pēc tam titrē ar nātrija tiosulfāta šķīdumu. Nātrija tiosulfāts  $Na_2S_2O_3$  tiek oksidēts līdz nātrija tetrationsātam  $Na_2S_4O_6$ .

25,00 mL šķīduma no otrās mērkolbas pievienoja pārākumā kālija jodīda šķīdumu un atšķaidītas sērskābes šķīduma un izdalīto jodu tūlīt titrēja ar nātrija tiosulfāta šķīdumu. Izlietoja vidēji 14,05 mL nātrija tiosulfāta šķīduma ar molāro koncentrāciju 0,1456 mol/L. Lai saistītu vara(I) jonus, kas rodas reakcijā starp vara(II) un jodīdjoniem, šķīdumā vēl papildus ievada pārākumā rodanīdjonus, un rodas nešķīstošas vara(I) rodanīda nogulsnes.

5) *Uzrakstiet visu notikušo ķīmisko reakciju vienādojumus (niķeļa(II) joni šajā reakcijā nepiedalās)!*

6) *Sastādiet vara(II) jonu masas izskaitļošanas formulu un veiciet aprēķinus!*

7) *Pēc masu starpības aprēķiniet niķeļa masu analizējamajā paraugā!*

8) *Aprēķiniet katra elementa procentuālo masas daļu analizējamajā paraugā!*

<b>13.</b>	<b>Klase: 11-12</b>	<b>17 p.</b>
------------	---------------------	--------------

Vienkārša viela **A** ir eksplozīva, zila gāze, kuras relatīvais blīvums pret gaisu ir 1,655 un kuru var pazīt pēc tās smaržas (to var sajukt jau 0,01 μmol/mol koncentrācijā). Gāze **A** ir ļoti reaģētspējīga,

to laižot caur melnajām PbS nogulsnēm, tās maina krāsu uz baltu. Tā spēj oksidēt slāpekļa(IV) oksīdu par augstāko slāpekļa oksīdu.

Reaģējot **A** ar KOH zemā temperatūrā rodas binārs savienojums **B**, kurā elementu masu attiecība 1:1,23, un vielu **A** veidojošā elementa masa ir lielākā. Bez tam reakcijā izdalās gāze **C**, kas ir vielu **A** veidojošā elementa alotropiskais veids. Savienojumu **B** sadalīja divās daļās. Pirmo no tām izkarsēja un ieguva savienojumu **D**, turklāt cietās fāzes masa samazinājās par 18,4%. Savienojumu **D** apstrādājot ar ūdeni izdalās gāze **C**. Iegūtajam šķīdumam ir sārmaina reakcija, kā arī tas uzrāda oksidētāja īpašības. Otru savienojuma **B** daļu apstrādāja ar ūdeni. Pēc reakcijas šķīdums kļuva sārmais un izdalījās gāze **C**.

Savienojumu **A** var pierādīt ar KI šķīdumu. Reakcijas laikā novēro gāzes **C** izdalīšanos, vides pH vērtība mainās, turklāt dēļ savienojuma **E** rašanās šķīdums kļūst brūngans. Pievienojot tam kādu analītisku reaģentu **F**, ko plaši izmanto arī sadzīvē, šķīduma krāsa kļūst tumši zila.

**A** laboratorijā visērtāk ir iegūt, veicot savienojuma **G** reakciju ar koncentrētu H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Reakcijā rodas baltas nogulsnes **H**, kuru sastāvā konstatēja SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> jonus, un notiek gāzes **A** izdalīšanās. Savienojums **G** ir binārs un tajā elementu masu attiecības ir 1:4,28.

- 1) Uzrakstīt visus savienojumu no **A** līdz **H** formulas un to nosaukumus.
- 2) Uzrakstīt visu notikušo reakciju vienādojumus.
- 3) Kādēļ pēc reaģenta **F** pievienošanas šķīduma krāsa mainās uz zilu?
- 4) Kāda ir savienojuma **A** molekulas forma? Uzzīmējiet **A** molekulas struktūru, attēlojot nedalītos elektronu pārus un lādiņus (t.s. Luisa struktūru).

14.	Klase: 11-12	22 p.
-----	--------------	-------

Reaģējot savā starpā diviem **A** grupu metāliem **A** un **B** masu attiecībās 1:2,44 ir iespējams iegūt intermetālisku savienojumu **C**. To apstrādājot ar sālsskābi novēro gāzes **D** izdalīšanos. Uzkrājot to slēgtā traukā pēc laika tur novēro metālisku nogulšņu izdalīšanos. Kad nogulšņu masa vairs nepalielinās var konstatēt, ka traukā spiediens ir palielinājies divas reizes (reakcijas siltumefektu neievērot).

No metāla **B** paņem paraugus ar vienādu masu. Pirmo no tiem apstrādā ar HCl, iegūst savienojumu **E**, taču veicot to pašu skābekļa klātienē rodas savienojums **F**. Tika noteikts, ka abi savienojumi ir metāla **B** hlorīdi, šajā eksperimentā tie radās masu attiecībā  $\frac{m_F}{m_E} = 1,3743$ , turklāt  $M_F <$

$300 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ . Gan savienojums **E**, gan **F** viegli hidrolizējas veidojot attiecīgi **G** un **H**. No 1g **E** iegūst 0,902g **G**, savukārt **F** hidrolizē veidojas divas skābes. Viena no iegūtajām skābēm ir visai neparasta, jo tā ir amfotēra – tā reaģējot ar NaOH veido savienojumu **I**, bet ar H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> veido savienojumu **J**.

*Uzdevuma risināšanā izmantot molmasas ar 3 zīmīgajiem cipariem.*

- 1) Atrodiet visus savienojumus **A – J**, pamatojiet savus spriedumus ar aprēķiniem!
- 2) Uzrakstiet visu notikušo reakciju vienādojumus!
- 3) Paskaidrojiet, kas ir intermetāliski savienojumi?

15.	Klase: 12	14 p.
-----	-----------	-------

Zināms, ka organiskais savienojums **A** reaģē ar kālija dihromāta un sērskābes maisījumu, veidojot savienojumu, kuram ir skābes īpašības. Tāpat savienojums **A** spēj reducēt arī citus oksidējošus reaģentus, piemēram, vara(II) hidroksīdu un sudraba oksīda amonjakālo šķīdumu. Spirta šķīdumā savienojums **A** ar 2,4-dinitrofenilhidrazīnu veido dzeltenas krāsas nogulsnes.

- 1) Pie kādas savienojumu klases pieder šis organiskais savienojums?

Ar 1,818 gramiem šī savienojuma reducēja vara(II) hidroksīdu un reakcija beigās radās 4,480 grami vara(I) oksīda.



- 2) Uzrakstiet vispārīgā veidā šo reakciju!
- 3) Atrodiet šī savienojuma molekulformulu, ja zināms, ka savienojums A ir piesātināta ogļūdeņraža atvasinājums. Nosauciet šo savienojumu!
- 4) Uzrakstiet savienojuma A reakciju ar kālija dihromātu sērskābā šķīdumā, kā arī tā reakciju ar 2,4-dinitrofenilhidrazīnu, nosauciet reakciju produktus!
- 5) Aprēķiniet, cik lielu masu kalcija karbonāta ir jāšķīdina sālsskābē, lai rastos tikpat oglekļa dioksīda, cik sadedzinot 1,818 gramus savienojuma A! Uzrakstiet ķīmisko reakciju vienādojumus!
- 6) Aprēķiniet, cik liela masa  $P_2O_5$  ir nepieciešama, lai saistītu visu ūdeni, kas rodas, sadegot dotajai savienojuma A masai! Uzrakstiet šīs reakcijas vienādojumu!
- 7) Kā vēl dēvē reakciju starp šīs klases savienojumiem un vara(II) hidroksīdu? Kā vēl sauc šīs klases savienojumu reakciju ar sudraba oksīda amonjakālo šķīdumu?

16.

Klase: 12

25 p.

Dots vielu maisījums, kas sastāv no glikozes, aspirīna, novokaīna un paracetamola. Lai šo maisījumu sadalītu sastāvdaļās var izmantot šo vielu atšķirīgo šķīdību.

**5,000 g** lielu analizējamā parauga iesvaru pārnesa 100 mL vārglāzē, pievienoja 15,00 mL etanola, samaisīja, un filtrēja. Nogulsnes pārnesa 1. trauciņā. Filtrātu pārnesa koniskajā kolbā. Filtrātam pievienoja 50 mL destilēta ūdens, samaisīja, un filtrēja. Nogulsnes pārnesa vārglāzē, savukārt filtrātu 100 mL mērkolbā, kur to atšķaidīja ar destilētu ūdeni līdz atzīmei. Nogulsnēm vārglāzē pievienoja piesātināta  $NaHCO_3$  šķīdumu līdz vairs nevarēja novērot putošanu. Neizšķīdušo daļu filtrēja un pārnesa 2. trauciņā. Filtrātam pievienoja sālsskābi līdz beidzās putošana un nogulšņu daudzums vairs nepalielinājās. Filtrēja pazeminātā spiedienā. Nogulsnes pārnesa 3. trauciņā, savukārt filtrātu 100 mL mērkolbā, kur to atšķaidīja ar destilētu ūdeni līdz atzīmei.

Tagad uz darba galda ir trīs trauciņi ar baltām kristāliskām vielām un divas 100 mL mērkolbas ar dzidriem šķīdumiem.

- 1) *Uzzīmējiet shēmu, parādot kā vielu maisījums tiek sadalīts un norādot, kura viela ir katrā filtrātā un kura ir katrās nogulsnēs!*

Glikozei ir aldehīdgrupa, tā var reducēt dažādus oksidējošos reaģentus, piemēram, Samogi reaģentu –  $CuSO_4$  šķīdina šķīdumā, kas satur  $NaHCO_3$  un  $Na_2CO_3$ . Pēc tam šajā šķīdumā šķīdina kālija nātrija tartrātu. Samogi reaģents reakcijā veido  $Cu_2O$  un nooksidē glikozi. Savukārt  $Cu_2O$  reakcijā ar Nelsona reaģentu skābā šķīdumā veido molibdēnzilo –  $Mo_2O_3$ .

- 2) *Uzrakstiet Samogi reaģenta iegūšanas reakcijas, un šī reaģenta reakciju ar glikozes aldehīdgrupu un šajā reakcijā iegūtā  $Cu_2O$  reakciju ar Nelsona reaģentu –  $(NH_4)_3[As(Mo_3O_{10})_4]$ , pierakstiet arī pēdējai reakcijai elektronu bilances vienādojumu!*

Novokaīns satur aromātisko aminogrupu, turklāt tas ir arī sāls – hidrohlorīda formā, tādēļ tas ļoti labi šķīst ūdenī un skābju šķīdumos, savukārt tas nešķīst stipru bāzu šķīdumos. Aromātiskā aminogrupa spēj veidot diazonija sāļus.

- 3) *Uzrakstiet novokaīna reakciju ar nātrija hidroksīda šķīdumu, kā arī tā diazotēšanas reakciju!*

Novokaīna spēju veidot diazonija sāļus izmanto tā titrimetriskai noteikšanai. Titrē ar nātrija nitrīta šķīdumu sālsskābā vidē pazeminātā temperatūrā, papildus izmanto indikatoru maisījumu. 25,00 mL no iepriekš izdalītā novokaīna šķīduma pārnesa 250 mL koniskajā kolbā, ar mērcilindru tur iemērija 50 mL atšķaidītas sālsskābes, reakcijas maisījumu atdzesēja, pievienoja trīs pilienus indikatora šķīduma un titrē **lēnām** ar  $NaNO_2$  šķīdumu līdz indikatoru krāsas maiņai.  $NaNO_2$  šķīdumu pagatavoja 3,4848 g  $NaNO_2$  iesvaru, kurā ir 99% standartvielas, šķīdinot 0,5 L destilēta ūdens. Ar šo šķīdumu titrēja novokaīnu un vidēji izlietoja 17,13 mL šķīduma.

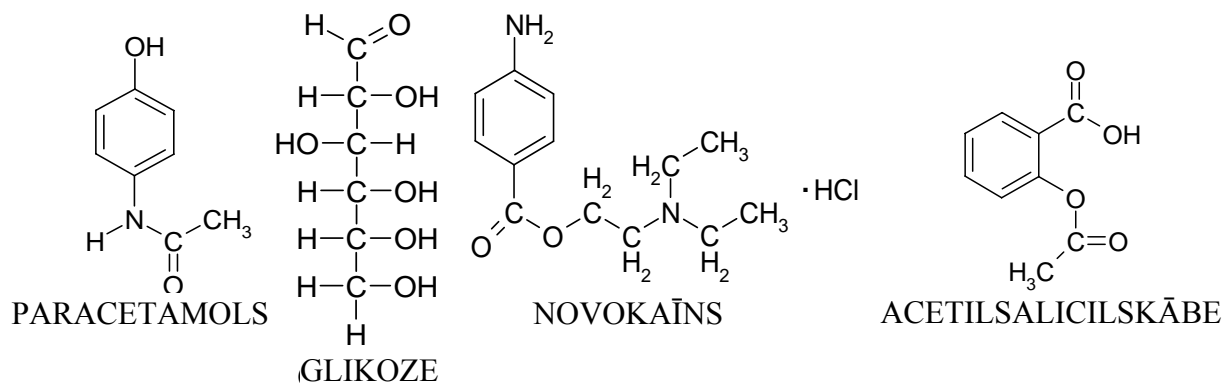
- 4) Uzrakstiet novokaīna titrēšanas reakciju, aprēķiniet nātrija nitrāta šķīduma koncentrāciju! Aprēķiniet novokaīna masu 100 mL mērkolbā!
- 5) Kādas vēl novokaīna titrimetriskās noteikšanas metodes Jūs ieteiktu?
- 6) Kāpēc titrēšana ir jāveic lēnām un kāpēc reakcijas maisījums ir stipri atdzesēts?

Ja aspirīns ir tīrs, tad tas nedod krāsu reakciju ar dzelzs(III) joniem, kā to dara salicilskābe.

- 7) Kas notiks, ja iegūto aspirīnu karsējot hidrolizēs sārmainā šķīdumā, neutralizēs un pēc tam pievienos dzelzs(III) hlorīdu? Uzrakstiet notikušo reakciju vienādojumus!

Uz pirmā trauciņa pēc izžāvēšanas ir 1,2050 g baltas kristāliskas vielas, uz otrā savukārt ir 1,1450 g baltas kristāliskas vielas, un uz trešā ir balti adatveida kristāli. Ceturtais komponents ir šķīdumā.

- 8) Aprēķiniet katra komponenta masas daļu analizējamajā paraugā, pieņemot, ka atdalīšana ir pilnīga un iznākums ir 100%!
- 9) Šķīdumi no abām mērkolbām veido baltas nogulsnes ar sudraba nitrātu, kādu vēl reakciju izmantosiet, lai noteiktu, kurā no tām ir novokaīns?
- 10) Nosauciet paracetamolu, glikozi, acetilsalicilskābi pēc IUPAC nomenklatūras!



17.	Klase: 12	20 p.
-----	-----------	-------

Savienojums **A** ir kāda cēlmetāla slāpekļskābes sāls. Tam reaģējot ar sārnu metāla halogenīdu **B**, veidojas šī cēlmetāla halogenīds **B<sub>1</sub>**. Tas šķīst gaistošas vielas **C**, kurai ir raksturīga asa, nepatīkama smaka, ūdens šķīdumā – izveidojas kompleksais savienojums **C<sub>1</sub>**. Ja **C<sub>1</sub>** ūdens šķīdumam pievieno slāpekļskābi, atkal iegūst **B<sub>1</sub>**. Ja **A** reaģē ar KOH un pēc tam ar **C**, tad izveidojas cits kompleksais savienojums **C<sub>2</sub>**, kas ir nestabils un laika gaitā sadalās veidojot eksplozīvu vielu **C<sub>3</sub>**, no kuras tālāk veidojas šis cēlmetāls brīvā veidā un gāze, kas ietilpst gaisa sastāvā.

Ja **C<sub>1</sub>** šķīdumam pievieno sārnu metāla halogenīda **D** šķīdumu, tad veidojas iedzeltenas cēlmetāla halogenīda **D<sub>1</sub>** nogulsnes. Tās šķīst savienojuma **E** šķīdumā un rodas kompleksais savienojums **E<sub>1</sub>**. Vielas **E** molekula sastāv no 7 atomiem – 2 ir sārnu metāla atomi, savukārt atlikušie 5 ir halkogēni. **E** ir reducētājs – tam reaģējot ar cieta halogēna **F** šķīdumu, veidojas nātrija halogenīds un savienojums Na<sub>2</sub>S<sub>4</sub>O<sub>6</sub> – nātrija tetratiōnāts. Ja savienojumam **E** pievieno sērskābes šķīdumu, tad rodas atbilstošā vājā skābe **H**, kas sadalās par brīvu halkogēnu **E<sub>2</sub>** un šī halkogēna dioksīdu **E<sub>3</sub>**. Papildus rodas nātrija sulfāts un ūdens. Savienojums **A** reaģē ar savienojumu **E**, veidojas nešķīstošs savienojums **E<sub>4</sub>**, kas ir baltas nogulsnes, taču tās ūdens šķīdumā laika gaitā kļūst brūnas un beigās izveidojas melns savienojums **E<sub>5</sub>**, kā arī sērskābe.

Ja kompleksajam savienojumam **E<sub>1</sub>** pievieno sārnu metāla halogenīdu **F<sub>1</sub>**, tad rodas dzeltenas cēlmetāla halogenīda **F<sub>2</sub>** nogulsnes, kuras šķīst sārnu metāla un vājas vienvērtīgas skābes sāls šķīdumā **G**, veidojoties kompleksajam savienojuma **G<sub>1</sub>**. Ja **G** pievieno atšķaidītu sālskābes šķīdumu, rodas gāzveida viela **G<sub>2</sub>**, kas ir ļoti indīga.

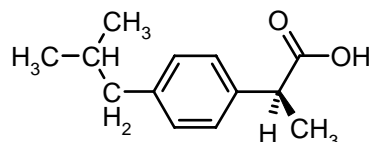
Ja savienojumus **B<sub>1</sub>** un **D<sub>1</sub>** apstaro ar ultravioletajiem stariem, rodas brīvs metāls un atbilstošie halkogēni **B<sub>0</sub>** un **D<sub>0</sub>**.

1) Nosauciet savienojumus A; B; B<sub>0</sub>; B<sub>1</sub>; C; C<sub>1</sub>; C<sub>2</sub>; C<sub>3</sub>; D; D<sub>0</sub>; D<sub>1</sub>; E; E<sub>1</sub>; E<sub>2</sub>; E<sub>3</sub>; E<sub>4</sub>; E<sub>5</sub>; F; F<sub>1</sub>; F<sub>2</sub>; G; G<sub>1</sub>; G<sub>2</sub>; H!

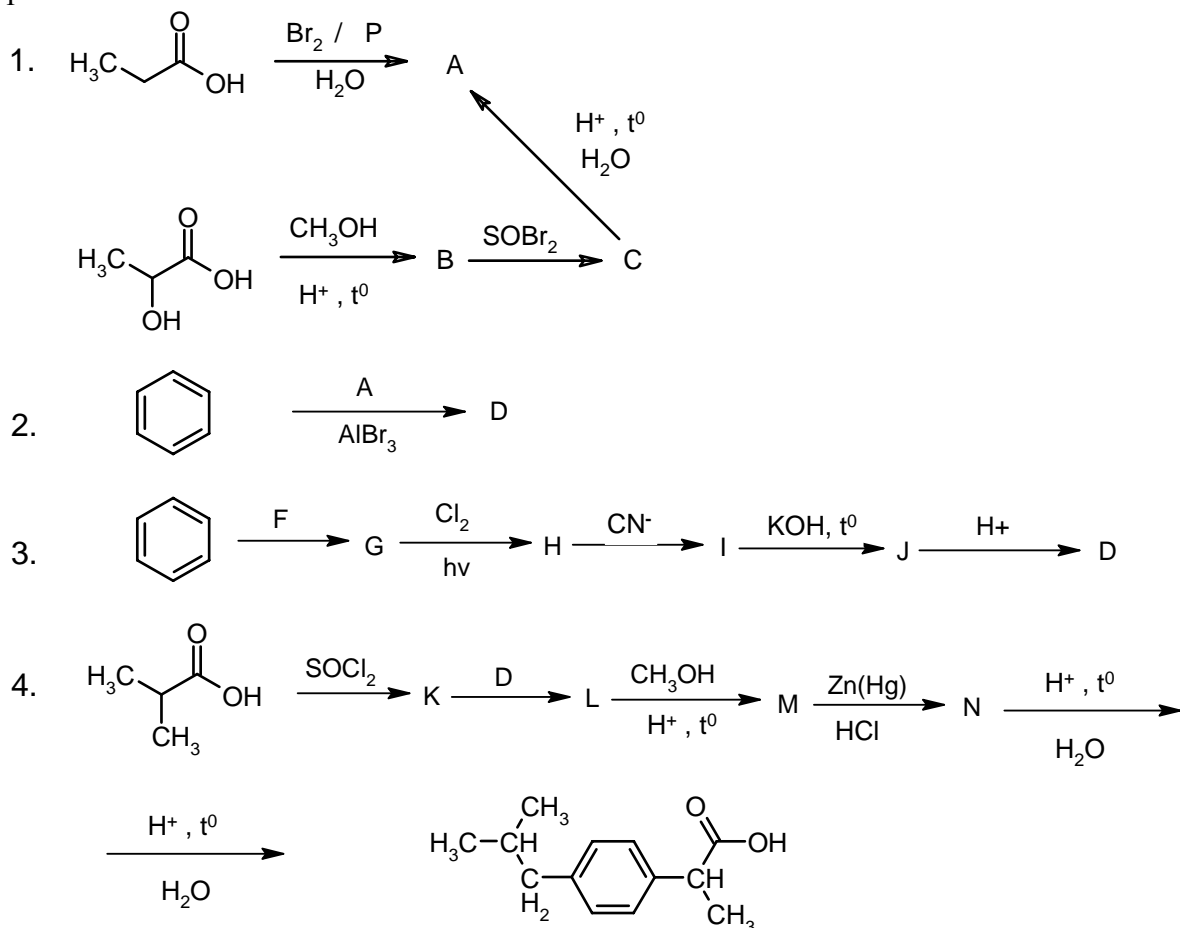
2) Uzrakstiet visas aprakstītās ķīmiskās reakcijas!

18. Klase: 12 31 p.

Daudzu pretsāpju līdzekļu sastāvā, aktīvā zāļu viela ir S-ibuprofēns, kura struktūrformula ir redzama attēlā.



Ibuprofēnu var iegūt no benzola Frīdela-Kraftsa alkilēšanas un acilēšanas procesā. To var veikt vairākās stadijās, kā izejvielas izmantojot: benzolu, propānskābi vai pienskābi un 2-metilpropānskābi, kā tas attēlots 1. 2. un 4. reakciju pārvērtību rindā. To var veikt arī pēc 3. pārvērtību rindā attēlotās shēmas.



1) Nosauciet ibuprofēnu pēc IUPAC nomenklatūras!

2) Kā atšķirās savā starpā R un S izomēri? Kura molekulas vieta dod šo atšķirību?

3) Vai kādā no minētajiem sintēzes ceļiem iegūst tieši S-ibuprofēnu? Ja nē, tad ko iegūst un kādēļ?

4) Uzrakstiet visu notiekošo reakciju vienādojumus, atšifrējiet savienojumus A – N!

5) Kādēļ pirmajā un pēdējā pārvērtību rindā reaģentus apstrādā ar metanolu skābes klātbūtnē?

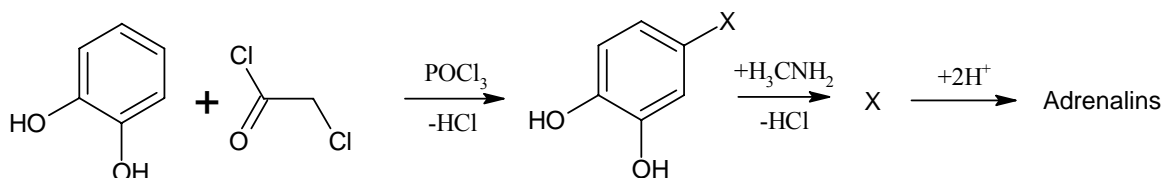
- 6) Ceturtajā pārvērtību rindā pirmajā mirklī varētu šķist 2-metilpropānskābi varētu aizstāt ar 2-metilpropilhlorīdu-1, taču tā nav iespējams iegūt ibuprofēnu. Kādēļ? Kāds produkts rodas ibuprofēna vietā?
- 7) Kādus blakusproduktus iegūst ceturtajā pārvērtību virknē reakcijā  $K \rightarrow L$ ?
- 8) Kādu katalizatoru Jūs ieteiktu lietot pārvērtībā  $K \rightarrow L$ . Kāpēc?
- 9) Kas ir Zn(Hg) un kādam nolūkam to lieto?
- 10) Pēc kuras shēmas 1-2 vai 3 rūpniecībā iegūst starpsavienojumu D?

19.	Klase: 12	14 p.
-----	-----------	-------

Adrenalīns jeb epinefrīns ir bioloģiski aktīva viela - hormons, kuram piemīt būtiska loma cilvēka organismā, kad tas atrodas īslaicīga stresa stāvoklī. Kad adrenalīns nonāk asinīs, tas iedarbojas uz vairākiem receptoriem, izraisot tādas parādības kā sirds ritma palielināšanos, asinsvadu paplašināšanos, cukura līmeņa paaugstināšanos un citas.

Adrenalīnu pirmo reizi izdalīja no cilvēka organisma 1895. gadā, bet laboratorijā pirmo reizi ieguva 1904. gadā.

Laboratorijā to var iegūt pēc sekojošas shēmas:

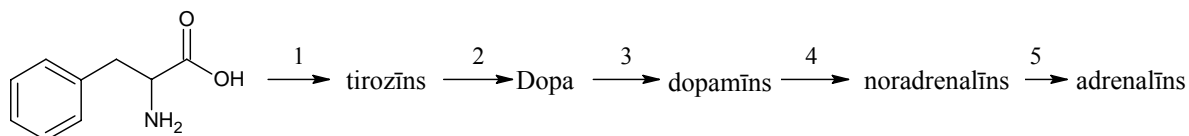


1) Uzrakstiet reakciju vienādojumus, norādot kāds savienojums ir apzīmēts ar X.

Pēc dotās shēmas iegūtajam un attīrītajam adrenalīnam bioloģiskā aktivitāte ir apmēram divreiz mazāka, nekā tām, kas tika izdalīts no cilvēka organisma.

2) Izskaidrojiet šo parādību!

Organismā adrenalīns tiek sintezēts no fenilalanīna:

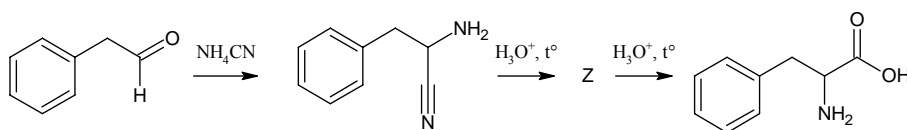


Ar cipariem apzīmēti fermenti, kuri piedalās adrenalīna sintēze:

- 1 fenilalanīnhidroksilāze – ievieš hidroksilgrupu para stāvoklī metilēngrupai fenilalanīnā
- 2 tirozīnhidroksilāze – ievieš vienu hidroksilgrupu orto stāvoklī pret jau esošo
- 3 aromātisko aminoskābju dekarboksilāze – dekarboksilē karbonskābes ( $\text{RCOOH} \rightarrow \text{RH}$ )
- 4 dopamīn- $\beta$ -hidroksilāze – ievieš hidroksilgrupu benzilstāvoklī.
- 5 Feniletanolamīn-N-metil-transferāze – pievieno aminogrupai vienu metilgrupu.

3) Uzrakstiet notikušo reakciju vienādojumus!

Māris nolēma laboratorijā sintezēt fenilalanīnu pēc Štrekera reakcijas:



4) Šajā reakcijā Z ir stabils starpprodukts, uzrakstiet tā formulu.

Māris paveicot šo reakciju un attīrot galaproduktu ieguva 1,21g tīras vielas. Viņš to ievadīja organismā.

- 5) Aprēķiniet adrenalīna masu, kas radīsies organismā, pieņemot, ka katras reakcijas iznākums ir 10% (reakciju shēmu sk. adrenalīna sintēze organismā).
- 6) Kāds ir kopējais reakcijas fenilalanīns→adrenalīns iznākums?
- 7) Kādu masu adrenalīna iegūtu un kāds būtu reakcijas iznākums (dopamīns→adrenalīns), ja paņemtu 1mg dopamīna?

<b>20.</b>	<b>Klase: 12</b>	<b>19 p.</b>
------------	------------------	--------------

Sadegot 1,000g vielai **A**, rodas 1,416L CO<sub>2</sub>, 0,7080L H<sub>2</sub>O tvaika un 0,1416L kāda ķīmiski inerta gāze (t=0°C, P=1atm). Zināms, ka vielai **A** ir nepatīkama smaka un tā ir ļoti stabils savienojums.

1) *Nosakiet, kas ir viela A un uzrakstiet tās struktūrformulu! Uzrakstiet lādiņu sadalījumu pa molekulu.*

PP vitamīns, kurš ir vielas **A** atvasinājums, ir nozīmīgs organisma vielmaiņas procesos, jo tā trūkums izraisa pelagru un nervu sistēmas darbības traucējumus.

Kondensējot divus molus vielu **B** ar vienu molu NH<sub>3</sub> paaugstinātā temperatūrā, iegūst vielu **C**.

Oksidējot vielu **C**, rodas viela **D**, kurai reaģējot ar NH<sub>3</sub> paaugstinātā temperatūrā rodas viela **E**, kas ir PP vitamīns.

Vielu **B** var iegūt karsējot kādu spirtu, kurš ir plaši izplatīts dabas vielu grupas struktūrelements un kurš rodas cilvēka barības traktā. Viela **B** reaģē ar Cu(OH)<sub>2</sub> sārmainā vidē kālija tartrāta klātbūtnē.

Viela **B** ir lakrimators (izraisa acu asarošanu), un tas izdalās, cepot gaļas produktus.

2) *Uzrakstiet vielu B, C, D un E struktūrformulu!*

3) *Uzrakstiet visu reakciju vienādojumus!*

### 1. uzd



Tā kā dolomīta saturs paraugā ir tikai 91% tad reakcijā piedalās  $0,91 \cdot 9,00 \text{ g} = 8,19 \text{ g}$

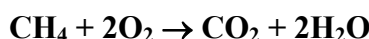
Var aprēķināt dolomīta daudzumu:

$$n(\text{DOL}) = m(\text{DOL})/M(\text{DOL}) = 8,19\text{g}/184,39\text{g/mol} = 0,0444 \text{ mol}$$

No dolomīta reakcijas ar sālsskābi redzams, ka no viena mola dolomīta rodas divi moli oglekļa dioksīda, tādējādi var secināt:

$$n(\text{DOL})/n(\text{CO}_2) = 1/2 \rightarrow n(\text{CO}_2) = 2 \cdot n(\text{DOL}) = 2 \cdot 0,0444 \text{ mol} = 0,0888 \text{ mol}$$

Uzraksta metāna degšanas reakciju:



No šī vienādojuma redzams, ka no viena mola metāna rodas viens mols  $\text{CO}_2$  tādējādi var secināt, ka  $n(\text{CH}_4) = n(\text{CO}_2) = 0,0888 \text{ mol}$

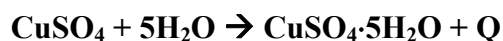
No izteiksmes  $n = V/V_0$  var aprēķināt metāna tilpumu:

$$V(\text{CH}_4) = n(\text{CH}_4) \cdot V_0 = 0,0888 \text{ mol} \cdot 22,4 \text{ L/mol} = \mathbf{1,989 \text{ L}}$$

No metāna degšanas reakcijas vienādojuma ir redzams, ka rodas divas reizes vairāk ūdens nekā ir metāns, tādēļ var rakstīt:

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot n(\text{CH}_4) = 2 \cdot 0,0888 \text{ mol} = 0,1776 \text{ mol}$$

Uzraksta reakcijas vienādojumu reakcijai starp bezūdens vara sulfātu un ūdens molekulām:



No tā ir redzams, ka lai saistītu šādu daudzumu ūdens, vajag piecas reizes mazāk bezūdens vara(II) sulfāta:

$$n(\text{CuSO}_4) = n(\text{H}_2\text{O})/5 = 0,1776 \text{ mol}/5 = 0,03552 \text{ mol}$$

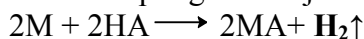
Un tālāk var aprēķināt nepieciešamo bezūdens vara(II) sulfāta masu:

$$m(\text{CuSO}_4) = n(\text{CuSO}_4) \cdot M(\text{CuSO}_4) = 0,03552 \text{ mol} \cdot 159,60 \text{ g/mol} = \mathbf{5,669 \text{ g}}$$

### 2. uzd

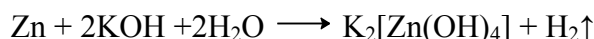
1) Metāli var reaģēt ar skābēm, sāļiem, daži ar sārmjiem. Lielākajai daļai metālu reaģējot ar skābēm izdalās gāze – ūdeņradis, kas ir sprāgstošs. Tātad elements ir ūdeņradis, un tā savienojums –  $\text{H}_2$ .

2) Tātad izmantojamā vielu klase ir skābes un vispārīgā reakcijas shēma izskatās šādi:

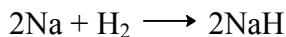


ja skābe un metāls ir vienvērtīgi. Piemērs:  $\text{Zn} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$

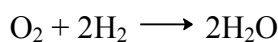
3) Vēl ūdeņradi var izdalīt **amfotēro metālu** reakcijās ar **sārmjiem**, piem., cinka reakcija ar koncentrētu kālija hidroksīda šķīdumu:



4)  $\text{H}_2$  kā oksidētājs darbojas metālu reakcijās ar ūdeņradi. Rodas hidrīdi, kuros ūdeņraža oksidēšanās pakāpe ir  $-1$ , piem.:



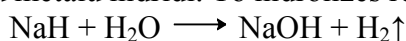
$\text{H}_2$  kā reducētājs darbojas nemetālu reakcijās ar to, tā oksidēšanās pakāpe šajos savienojumos ir  $+1$ , piem.:



5) Ūdeņradis veido savienojumu klasi hidrīdus, kuros tā oksidēšanās pakāpe ir  $-1$  vai  $+1$ .

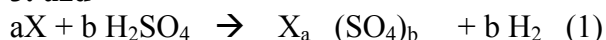
6) Pie molekulārajiem hidrīdiem var pieskaitīt ūdeņraža savienojumus ar nemetāliem, piemēram, - ūdeni, metānu un pārējos ogļūdeņražus, silānu, borhidrīdus u.c.

7) Sālsveida hidrīdi ir I un II A grupu metālu hidrīdi. To hidrolīzes reakcijas piemērs:



8) Kā redzams, ja šķīdumam cauri laiž ūdeņradi, tas nereducē kālija permanganātu. Taču tikko radies ūdeņradis reakcijā  $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2$  spēj reducēt permanganāta jonus. Šādu ūdeņradi mēdz dēvēt par “ūdeņradi rašanās momentā” jeb “status nascendi”. Šāds ūdeņradis ir daudz aktīvāks par parastu  $\text{H}_2$ . Uzskata, ka tas patiesībā ir atomārais ūdeņradis **H**, kas vēl nav paspējis veidot stabilāko  $\text{H}_2$ .

### 3. uzd



Pēc izdalītā  $H_2$  daudzuma:  $n(H_2) = v / V = 0,400 / 22,4 = 0,0179 \text{ mol}$

1) Ja X – vienvērtīgs metāls,  $a = 2b$  un  $n(X) = 0,0358 \text{ mol}$ ;  $M = m / n = 27,9 \text{ g / mol}$  – nav atbilstoša metāla;

2) Ja X – divvērtīgs metāls,  $a = b$  un  $M = 1,00 / 0,0179 = 55,86 \text{ g/mol}$  (atbilst Fe);

3) Ja X – trīsvērtīgs metāls,  $a = \frac{2}{3} b$  un  $M = 83,8 \text{ g / mol}$  (nav atbilstoša metāla)

Tātad metāls X ir Fe. Reakciju secība rāda, ka iegūts dzelzs oksīds (viela Y). FeO neatbilst nosacījumiem, jo masai vajadzētu būt 1,29 g. Bet  $Fe(OH)_2$  žāvējot un karsējot gaisā var oksidēties. Tā kā oksīda sastāvā ir 1,00 g Fe, aprēķinām tā stehiometrisko formulu:

$$n_{Fe} : n_O = 0,0179 : (0,43 / 16) = 0,0179 : 0,0269 = 1,00 : 1,50 = 2 : 3$$

Tātad oksīda Y formula ir  $Fe_2O_3$ .

#### 4. uzd

1. Aprēķināsim sāļu masu Baltijas jūras ūdenī:

$$w = \frac{m(\text{vielai})}{m(\text{šķīdumam})}$$

$$m(\text{vielai} - \text{sāļiem}) = 0,008 \cdot m(\text{jūras}) = 0,008 \cdot 1,025 \cdot 21000 \cdot 100000^3 = 1,722 \cdot 10^{17} \text{ g}$$

$$m(\text{jūras}) = 1,025 \cdot 21000 \cdot 100000^3 = 2,15 \cdot 10^{19} \text{ g}$$

Pēc kālija hlorīda izšķīšanas:

$$w = \frac{m(\text{vielai})}{m(\text{šķīdumam})} = \frac{1,722 \cdot 10^{17} + 25\,000 \cdot 10^6}{2,15 \cdot 10^{19}} = 8,00000012 \text{ ‰} = 8,00 \text{ ‰}$$

Kā redzams jūras sāļums praktiski nav mainījies.

2. Kālijs ir viens no augiem nepieciešamākajiem ķīmiskajiem elementiem, tas veicina augu augšanu, tai skaitā arī jūras augu augšanu, līdz ar to kālija hlorīda nokļūšana jūras ūdenī izraisītu pastiprinātu aļģu augšanu, īpaši jau lokālā mērogā, jo šā milzīgā daudzuma kālija hlorīda izkliešana pa visu jūras ūdeni notiktu lēni.
3. Sajaucoties mazutam un ūdenim veidojas emulsija. Laboratorijā emulsijas var sadalīt ar nostādināšanas paņēmieni, taču pateicoties lielajai jūras virsmai un vēja ietekmei (samaisa jūras ūdeni), nostādināšanas paņēmiens jūras ūdenim nav lietojams.
4. Sasalušajam mazutam tiek piejaukts benzīns, dīzeļdegviela, kam sasalšanas temperatūra ir mazāka un kur mazuts ļoti labi šķīst.

#### 5. uzd

1.  $C_7H_{16} + 11O_2 \rightarrow 7CO_2 \uparrow + 8H_2O \uparrow$ ;  $2C_8H_{18} + 25O_2 \rightarrow 16CO_2 \uparrow + 18H_2O \uparrow$  (2 p)

2. Aprēķina gaita:

i. Aprēķina, cik litru gaisa nepieciešams, lai sadedzinātu vienu molu  $C_7H_{16}$  (1p)

1. 1 mol  $C_7H_{16}$  sadedzināšanai vajag 11 mol  $O_2$  (pēc reakcijas vienādojuma)

2. 11 mol  $O_2$  tilpums ir  $11 \text{ mol} \times 22,4 \text{ L/mol} = 246,4 \text{ L}$

3.  $246,4 \text{ L } O_2$  iegūšanai nepieciešami  $246,4 \text{ L} / 0,21 = 1173 \text{ L}$  gaisa

ii. Analogiski aprēķina, cik litru gaisa nepieciešams, lai sadedzinātu vienu molu  $C_8H_{18}$

1. 1 mol  $C_8H_{18}$  sadedzināšanai vajag  $25 / 2 = 12,5 \text{ mol } O_2$  (pēc reakcijas vienād.)

2.  $12,5 \text{ mol } O_2$  tilpums ir  $12,5 \text{ mol} \times 22,4 \text{ L/mol} = 280 \text{ L}$

3.  $280 \text{ L } O_2$  iegūšanai nepieciešami  $280 \text{ L} / 0,21 = 1333 \text{ L}$  gaisa

iii. Sastāda vienādojumu sistēmu: (1p)

1. x – tik molu heptāna vienā litrā degvielas

2. y – tik molu oktāna vienā litrā degvielas

$$\begin{cases} 4,81 \cdot 10^3 x + 5,45 \cdot 10^3 y = 33,46 \cdot 10^3 \\ 1133x + 1333y = 8167 \end{cases}$$

4.  $n_1 = x = 4,87 \text{ mol}$ ,  $n_2 = y = 1,84 \text{ mol}$  (1p)

iv. Heptāna masa vienā litrā degvielas  $m_1 = n_1 \times M_1 = 4,87 \times 100 = 487,00 \text{ g}$

v. Oktāna masa vienā litrā degvielas  $m_2 = n_2 \times M_2 = 1,84 \times 114 = 209,76 \text{ g}$

- vi. Kopējā viena litra degvielas masa  $m = m_1 + m_2 = 209,76 + 487,00 = 696,76 \text{ g}$  (1p)  
vii. Oktāna masas daļa ir  $(m_2 / m) \times 100\% = (209,76 / 696,76) \times 100\% = 30 \%$  (0,5p)  
viii. Heptāna masas daļa ir  $(m_1 / m) \times 100\% = (487 / 696,76) \times 100\% = 70 \%$  (0,5p)
3. Sadegot 1 L heptāna, rodas  $n_{g1} = n_1 \times (7 + 8) = 1,84 \times 15 = 27,6$  moli gāzes (reakc. vien.) (0,5p)  
Sadegot 1 L oktāna, rodas  $n_{g2} = n_2 \times (16/2 + 18/2) = 1,84 \times 17 = 31,28$  moli gāzes (0,5p)  
Kopā rodas  $n_g = n_{g1} + n_{g2} = 27,6 + 31,28 = 58,88$  moli gāzes  
Gāzes tilpums  $V = V_0 \times n_g = 22,4 \times 58,88 = 1317,12 \text{ L}$  gāzes (1p)
4. Sadegot slāpekli saturošiem savienojumiem – rodas NO, NO<sub>2</sub> (0,5p) (veido skābos lietus, reaģējot ar skābekli – ozonu zemes tuvumā, noārda ozona slāni), sadegot sēru saturošiem – rodas SO<sub>2</sub> (0,5p) (veido skābos lietus). Nepilnīgās sadegšanas produkts – CO (tvana gāze, ļoti toksiska). Visi ir kaitīgi (0,5p).
5. NO, NO<sub>2</sub> – pārvēršas par N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> (0,5p); CO pārvēršas par CO<sub>2</sub> (0,5p); SO<sub>2</sub> nav iespējams katalītiski padarīt nekaitīgu (1p).

## 6. uzd

1. 1. – Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>; 2. – Mg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>; 3. – FeSO<sub>4</sub>; 4. – AgNO<sub>3</sub>;

A. – Ag; B. – Cu; C. – Fe; D – Mg

2. Atrisinājuma pamatā ir doto savienojumu dažāda reakciju skaits starp metāliem un sāļiem. Sudrabs nereaģē ne ar vienu sāli; varš tikai ar AgNO<sub>3</sub>; dzelzs ar diviem sāļiem (AgNO<sub>3</sub>, Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) un magnijs ar trīs sāļiem (AgNO<sub>3</sub>, Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, FeSO<sub>4</sub>). Līdzīgi arī Mg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> nereaģē ne ar vienu metālu; FeSO<sub>4</sub> reaģē ar Mg; Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> ar Mg un Fe, bet AgNO<sub>3</sub> reaģē ar trīs metāliem (Fe, Mg, Cu).

No palikušā papīra var konstatēt, ka

B, C, D reaģē vismaz vienu reizi → A=Ag

1, 3, 4 reaģē vismaz vienu reizi → 2= Mg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>

1 sāls reaģē ar divām vielām → 1 = Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>

Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> nereaģē ar Ag (A) un arī ar Cu → B=Cu

Varš (B) reaģē tikai ar AgNO<sub>3</sub> → 4=AgNO<sub>3</sub>

Seko, ka 3=FeSO<sub>4</sub>

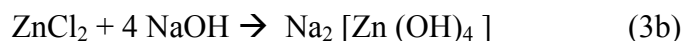
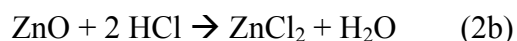
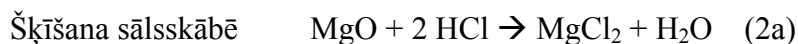
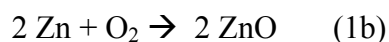
FeSO<sub>4</sub> reaģē tikai ar magniju → D=Mg

Seko, ka C=Fe

3. Varēja neizmantot lauciņus A3 un A4, jo izsecināt, ka šīs reakcijas notiek var pēc tā, ka pārējie metāli vismaz vienu reizi reaģē ar sāļiem.

## 7. uzd

Notiekošās reakcijas:



Apzīmē vielu daudzumus:  $n(\text{Mg}) = n(\text{MgO}) = n(\text{MgCl}_2) = n(\text{Mg}(\text{OH})_2) = x$

$$n(\text{Zn}) = n(\text{ZnO}) = n(\text{ZnCl}_2) = y$$

1. jautājums. Pēc (2a), ja visi 6,99 g būtu MgO, tad nepieciešamais HCl daudzums būtu  $n(\text{HCl}) = 2n(\text{MgO}) = 2 * (6,99 / 40,3) = 0,347 \text{ mol}$ . ZnO piejaukums samazina HCl patēriņu (lielāka M).

Faktiski izlietoti  $180 \text{ g} * 0,15 = 27,0 \text{ g}$  HCl jeb  $27,0 / 36,5 = 0,740 \text{ mol}$ , tātad HCl ir pārākumā.

Tad var aprēķināt reaģējošo vielu daudzumus.

Pēc (1 a,b),



$$m(\text{MgO}) + m(\text{ZnO}) = 6,99 \quad m = M \cdot n, \quad \text{tātad } 40,3x + 81,4y = 6,99$$

Pēc (2 a,b)  $m(\text{MgCl}_2) + m(\text{ZnCl}_2) = m(\text{cietv.}) - \text{cietvielu masa šķīdumā}$

$$m(\text{cietv.}) = m(\text{šķīd}) \cdot w, \quad \text{savukārt } m(\text{šķīd}) = \frac{1}{2} \cdot (180 + 6,99) = 93,5, \quad \text{tad}$$

$$m(\text{cietv.}) = 93,5 \cdot 0,1505 = 14,07 \text{ g}; \quad \text{tātad } 95,2x + 136,3y = 14,07$$

Sastāda vienādojumu sistēmu:

$$40,3x + 81,4y = 6,99$$

$$95,2x + 136,3y = 14,07$$

Atrisinot iegūst  $x = 0,0849 \text{ mol Mg}$ ,  $y = 0,0434 \text{ mol Zn}$ .

Tātad:

$$2. \text{ jautājums} - m(\text{Mg}) = 24,3x = 2,06 \text{ g} \quad m(\text{Zn}) = 65,4y = 2,84 \text{ g}$$

$$\text{Kopā sakausējuma masa } m = 2,06 + 2,84 = \mathbf{4,90 \text{ g}}$$

3. jautājums.

$$w(\text{Mg}) = m(\text{Mg}) / m = 2,06 / 4,90 = 0,420 = \mathbf{42,0\%} \quad (w(\text{Zn}) = 58,0\%)$$

4. jautājums

Pēc (3a,b) – nogulsnēs  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ .

$$m = M \cdot x = 58,3 \cdot 0,0849 = \mathbf{4,95 \text{ g}}$$

## 8. uzd

1. Pieņemot, ka NaCl ir pilnībā disociējies, atrod tā izotoniskā koeficienta vērtību:

$$i = 1 + \alpha(m - 1) = 1 + 1(2 - 1) = 2$$

Tagad var atrast aptuveno nepieciešamā šķīduma koncentrāciju. Tā kā osmotisko spiedienu mēra kPa, tad zinot, ka  $1 \text{ atm} = 101,3 \text{ kPa}$  aprēķina, ka nepieciešamais spiediens ir  $27 \cdot 101,3 = 2735,1 \text{ kPa}$ . Tātad aptuvenā

$$\text{nepieciešamā šķīduma koncentrācija ir: } C_M = \frac{\pi}{i \cdot R \cdot T} = \frac{2735,1}{2 \cdot 8,31 \cdot 298} = 0,552 \text{ mol/L}$$

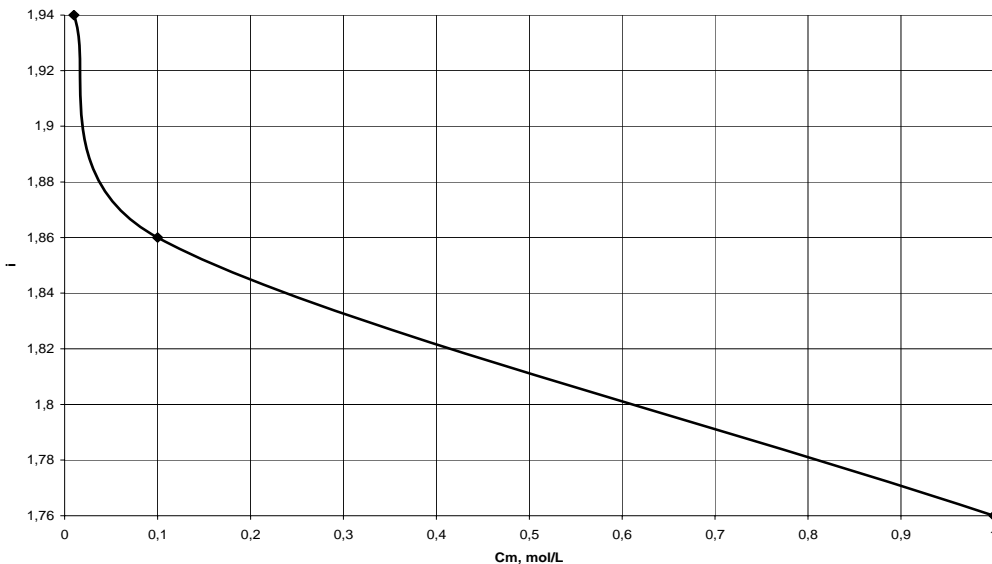
2. Zinot temperatūras pazeminājumus, var aprēķināt attiecīgās koncentrācijas šķīdumu izotoniskā koeficienta vērtības:

$$i_{1M} = \frac{\Delta T_{sas}}{K_{Kr} \cdot C_M} = \frac{3,22}{1,83 \cdot 1} = 1,76$$

$$i_{0,1M} = \frac{\Delta T_{sas}}{K_{Kr} \cdot C_M} = \frac{0,34}{1,83 \cdot 0,1} = 1,86$$

$$i_{0,01M} = \frac{\Delta T_{sas}}{K_{Kr} \cdot C_M} = \frac{0,0355}{1,83 \cdot 0,01} = 1,94$$

No tā zīmē kalibrācijas grafiku:



No grafika redzams, ka koncentrācijai  $C_M = 0,55M$ ,  $i = 1,805$ . Tagad aprēķinot nepieciešamā šķīduma molāro koncentrāciju, iegūstam:

$$C_M = \frac{\pi}{i \cdot R \cdot T} = \frac{2735,1}{1,805 \cdot 8,31 \cdot 298} = 0,612 \text{ mol/L}$$

Lai iegūtu vēl precīzāku vērtību veicam šo operāciju atkārtoti: koncentrācijai  $C_M = 0,61M$ ,  $i = 1,800$ , ar šādu vērtību  $C_M = \frac{\pi}{i \cdot R \cdot T} = \frac{2735,1}{1,800 \cdot 8,31 \cdot 298} = 0,614 \text{ mol/L}$ . Kā redzams, ar šādu koncentrāciju  $i$  vērtība vairs praktiski nemainās, tālab pieņemam šo koncentrāciju par patieso.

$$\text{Šķietamā disociācijas pakāpe aprēķināma šādi: } \alpha = \frac{i-1}{m-1} = \frac{1,800-1}{2-1} = 0,8$$

3. Lai aprēķinātu no masas daļas molāro koncentrāciju, rīkojas šādi – ņemot 100g 5% šķīduma, tajā būs 5g NaCl.  $n_{NaCl} = \frac{m}{M} = \frac{5}{58,5} = 0,0855 \text{ mol}$ . Šāda šķīduma blīvumu iegūst interpolējot:

$$\rho_{5\%} = \rho_{4\%} + \frac{\rho_{6\%} - \rho_{4\%}}{2} = 1,0268 + \frac{1,0413 - 1,0268}{2} = 1,0341 \text{ g/mL}$$

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{100}{1,0341} = 96,70 \text{ ml}$$

$$\text{un molārā koncentrācija: } C_M = \frac{n}{V} = \frac{0,0855}{0,09670} = 0,884 \text{ mol/L}$$

Tātad šāda šķīduma daudzuma tilpums ir jāatšķaida  $\frac{0,884}{0,614} = 1,44$  reizes. Piemēram, 1L šāda šķīduma ir jāatšķaida līdz tilpumam 1,44L.

Ja Pēterītis to būtu ielicis šādā šķīdumā, zivs nonāktu hipertonišķā vidē, un tā izzūtu, jo tās ķermenī būtu mazāka sāļu koncentrācija, un lai to izlīdzinātu, zivī esošais ūdens pārietu šķīdumā, cenšoties to atšķaidīt.

4.  $i$  ir izotoniskais koeficients. Tas raksturo no vienas formulvienības šķīdumā izveidojušos daļiņu skaitu. Tā kā organiskās vielas jonus nedisociē, tad tām  $i = 1$ , bet neorganiskās vielas – elektrolīti šķīdumos disociē jonus, tālab no vienas formulvienības rodas vairāk kā viena daļiņa, tālab neorganiskām vielām – elektrolītiem  $i > 1$ .

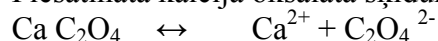
## 9. uzd

1) Šo metodi sauc par gravimetriju (gravimetrisko analīzi).

2)  $w_{Ca} = m_{Ca} / m_p$   $m_{Ca} = n_{Ca} \cdot M_{Ca} = (m_o / M_o) \cdot M_{Ca}$ , tātad:

$$w_{Ca} = (m_o / M_o) \cdot M_{Ca} / m_p \quad (*100 \%)$$

3) Piesātinātā kalcija oksalāta šķīdumā ir iestājies līdzsvars starp cieto vielu un joniem šķīdumā:



Aplūkojot līdzsvara vienādojumu, redzams, ka, lai novirzītu līdzsvaru pa kreisi (samazinātu šķīdību ūdenī), jāpalielina jonu koncentrācija šķīdumā. Tā kā kalcija daudzumu mainīt nedrīkst, jo tas ir nosakāmais lielums, iespējams palielināt oksalāta jonu koncentrāciju, piemēram, pievienojot nātrija oksalātu pārākumā.

## 10. uzd

Tā kā analizējamais minerāls ir hidrāts, tad pirmajās stadijās tas zaudēs savu ūdeni. Nozīmīgi ir apskatīt masas zudumus pirmajās stadijās: Pirmajā tas ir 15,70%, bet otrajā 5,23%. Abu zudumu attiecība ir 3:1, kas ļauj secināt, ka abas šīs stadijas ir daļa ūdens zaudēšana. Tātad pārvēršot to uz zaudētā ūdens molekulu skaitu tas varētu būt attiecīgi 1,5 : 0,5; 3 : 1; 6 : 2 utt. (Sīkāk dalīt nav vērts, jo savienojumi nevar pastāvēt mazāk kā pushidrāta veidā). Var pārlicināties, ka tālākās stadijas vairs nav ūdens zaudēšana. Pieņemot, ka savienojums C nav hidrāts, bet tas ir bezūdens sāls, tālāk tas var sadalīties par skābo un bāzisko oksīdu. Šādi gaistoši skābie oksīdi varētu būt CO<sub>2</sub> (M = 44g/mol), SO<sub>2</sub> (M = 64g/mol); SO<sub>3</sub> (M = 80 g/mol), N<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (M = 108g/mol) un daži citi.

Par pamatu ņemot otro un trešo masu zudumus, var nosakidrot, kas par gaistošu savienojumu izdalās.

$$\frac{w\%(zud2)}{w\%(zud3)} = \frac{m(H_2O)}{m(sav)}$$

Ja pieņemam, ka no 1 mol parauga izdalās 1 mol gaistošā savienojuma, nepieciešams pārbaudīt tā molmasu atkarībā no otrajā stadijā zaudēto ūdens molekulu skaita.

$$M(sav) = \frac{x \cdot M(H_2O) \cdot w\%(zud3)}{w\%(zud2)} = \frac{x \cdot 18 \cdot 46,51}{5,23}$$

Kā redzams, tad ja otrajā stadijā tiek zaudēta pus molekula ūdens, tad trešajā tiek zaudēta SO<sub>3</sub> molekula. To izdala sulfāti, tādejādi var atrast sulfāta molmasu un atrast metālu, kas to veido:

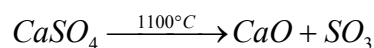
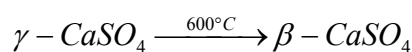
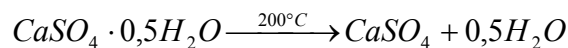
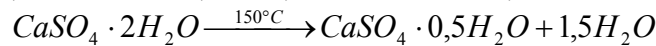
$$M(sulf) = \frac{x \cdot M(H_2O) \cdot w\%(sulf)}{w\%(zud2)} = \frac{0,5 \cdot 18 \cdot 79,07}{5,23} = 136 \text{ g/mol}$$

kur w%(sulf) ir procentuālā sulfāta masa no sākotnējā parauga masas. Un to veidojošā metāla masa ir:

$$M(Me) = M(sulf) - A(S) - 4A(O) = 136 - 32 - 64 = 40 \text{ g/mol}$$

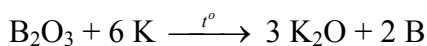
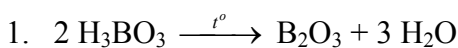
1) Analizējamais minerāls ir ģipsis

2) Tātad **A = CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O**, **B = CaSO<sub>4</sub>·0,5H<sub>2</sub>O**, **C = D = CaSO<sub>4</sub>**, **E = CaO**.



3) C un D ir kalcija sulfāta dažādas polimorfās forms, šo atšķirību var noteikt izmantojot rentģendifraktometriju kā praktiski vienīgo analīzes metodi. Tātad C un D ir viena viela, tikai dažādas tās polimorfās formas.

## 11. uzd



2. Lielāko daļu bora izmanto stikla ražošanā.



Borskābi izmanto medicīnā būču dezinfīcijai, to lieto arī speciālu stikla šķirņu ražošanai, emalju un glazūru izgatavošanā, to izmanto arī ādu rūpniecībā. Borskābi izmanto arī novusa galdu slīdmības palielināšanai.

4. apzīmēsim <sup>10</sup>B masas daļu ar w

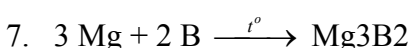
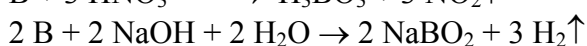
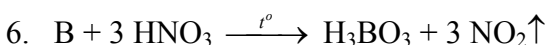
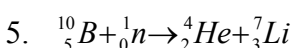
$$(1 - w) \cdot 11 + 10 w = 10,81$$

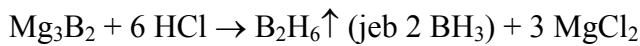
$$11 - 11 w + 10 w = 10,81$$

$$- 1 w = - 0,19$$

$$w = 0,19 = 19 \%$$

$$w(^{11}B) = 100 - 19 = 81 \%$$

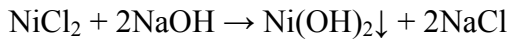
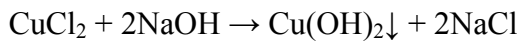
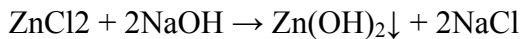
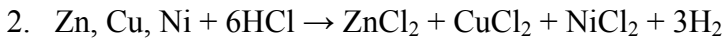




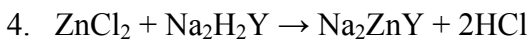
8. Borānus izmanto par raķešu degvielu un kā katalizatorus organiskajā sintēzē.

## 12. uzd

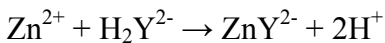
1. Iegūtais šķīdums būs zilganzaļā krāsā, jo vara(II) jonu veidotie akvakompleksi ir zili, savukārt niķeļa(II) akvakompleksi ir zaļi. Cinka akvakompleksi ir bezkrāsaini.



3. Pirmajā mērkolbā tika pārnesta nātrija tetrahidrosocinkāta(II) ūdens šķīdums



Vai arī šī reakcija vispārīgā veidā:



No reakcijas vienādojuma redzams, ka cinks ar kompleksonu reaģē attiecībā 1:1, tādēļ titrēšanai izlietotā kompleksona daudzums ir vienāds ar cinka jonu daudzumu:

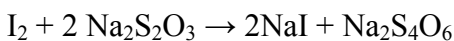
$$n(\text{kimpl}) = n(\text{Zn}^{2+}) = C(\text{kimpl}) \cdot V(\text{kimpl}) = 0,06450 \text{ mol/L} \cdot 13,04 \text{ mL} = \mathbf{0,8411 \text{ mmol}}$$

cinka masu atrod pēc tam cinka jonu daudzumu pareizinot ar cinka molmasu un alikvoto daļu:

$$\mathbf{m(\text{Zn})} = n(\text{Zn}) \cdot M(\text{Zn}) \cdot 10^{-3} \cdot 250/25 = 0,8411 \text{ mmol} \cdot 65,39 \text{ g/mol} \cdot 10^{-3} \cdot 10 = \mathbf{0,550 \text{ g}}$$



Vai arī jonu formā:



6. No reakcijas redzams, ka no diviem moliem vara(II) jonu rodas 1 mols joda, savukārt divi moli nātrija tiosulfāta ir nepieciešami, lai reducētu vienu molu joda, tādēļ var secināt,  $n(\text{Cu}) = n(\text{tiosulf}) = C(\text{tiosulf}) \cdot V(\text{tiosulf}) = 0,1456 \text{ mol/L} \cdot 14,05 \text{ mL} = \mathbf{2,0457 \text{ mmol}}$

Vara masu atrod vara daudzumu reizinot ar vara molmasu un reizinot ar alikvoto daļu:

$$\mathbf{m(\text{Cu})} = n(\text{Cu}) \cdot M(\text{Cu}) \cdot 10^{-3} \cdot 250/25 = 2,0457 \text{ mmol} \cdot 63,546 \text{ g/mol} \cdot 10^{-3} \cdot 10 = \mathbf{1,300 \text{ g}}$$

$$6. \mathbf{m(\text{Ni})} = m(\text{iesv}) - m(\text{Zn}) - m(\text{Cu}) = 2,5000 \text{ g} - 0,5500 \text{ g} - 1,3000 \text{ g} = \mathbf{0,650 \text{ g}}$$

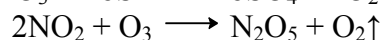
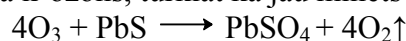
$$7. \mathbf{w\%(\text{Cu})} = (m(\text{Cu})/m(\text{iesv})) \cdot 100\% = (1,300 \text{ g}/2,500 \text{ g}) \cdot 100\% = 0,52 \cdot 100\% = \mathbf{52\%}$$

$$\mathbf{w\%(\text{Zn})} = (m(\text{Zn})/m(\text{iesv})) \cdot 100\% = (0,550 \text{ g}/2,500 \text{ g}) \cdot 100\% = 0,22 \cdot 100\% = \mathbf{22\%}$$

$$\mathbf{w\%(\text{Ni})} = (m(\text{Ni})/m(\text{iesv})) \cdot 100\% = (0,650 \text{ g}/2,500 \text{ g}) \cdot 100\% = 0,26 \cdot 100\% = \mathbf{26\%}$$

## 13. uzd.

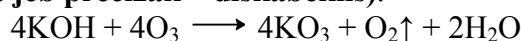
Vienīgā trīsatomu gāze – vienkārša viela ir ozons, turklāt kā jau minēts tā ir spēcīgs oksidētājs. **A = O<sub>3</sub> (ozons)**.



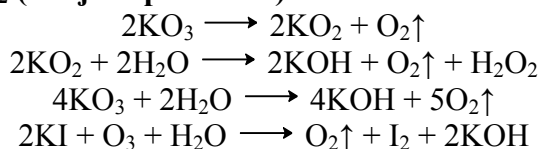
Reaģējot ar KOH zemā temperatūrā rodas binārs savienojums. Visticamāk, ka tas būs K un O savienojums,

kurā  $\frac{m_{\text{O}}}{m_{\text{K}}} = 1,23$ . Iegūst savienojuma molekulformulu KO<sub>3</sub>. **B = KO<sub>3</sub> (kālija ozonīds)**. Ozona alotropiskais

veids ir gāze O<sub>2</sub>. **C = O<sub>2</sub> (skābeklis jeb precīzāk – diskābeklis)**.

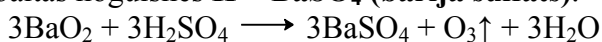


Izkarsējot  $\text{KO}_3$  tā masa samazinās par 18,4%, jeb  $\Delta M = M \cdot w = 87 \cdot 0,184 = 16 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ , tātad molekula ir zaudējusi vienu O atomu. **D =  $\text{KO}_2$  (kālija superoksīds)**.



Savienojums **E =  $\text{I}_2$  (jods)**, kas arī rada šķīduma brūngano krāsu. Joda pierādīšanai lieto tādu sadzīvē izmantojamu vielu kā ciete, kas ar jodu rada ļoti intensīvi zilu krāsu, kas rodas cietes un joda kompleksa izveides dēļ. **F = ciete (  $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$  )**.

Ar  $\text{SO}_4^{2-}$  jonu nogulsnes rada tikai  $\text{Ba}^{2+}$  un  $\text{Pb}^{2+}$  joni. Pēc elementu masu attiecības 1:4,28 var secināt, ka mazākā skaitliskā vērtība būs skābeklis (gan Ba, gan Pb atommasas ir lielākas par 100 g/mol). Pieņemot formulu MO, iegūstam, ka  $M_M = 4,28 \cdot 16 = 68,48 \text{ g/mol}$ , kas neatbilst minētajiem metāliem. Pieņemot formulu  $\text{MO}_2$ , iegūstam, ka  $M_M = 4,28 \cdot 16 \cdot 2 = 137 \text{ g/mol}$ , kas atbilst bārijam. Tātad binārais savienojums **G =  $\text{BaO}_2$  (bārija peroksīds)**, un baltās nogulsnes **H =  $\text{BaSO}_4$  (bārija sulfāts)**.

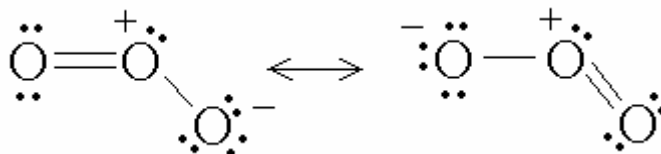


- 1) **A =  $\text{O}_3$  (ozons)**  
**B =  $\text{KO}_3$  (kālija ozonīds)**  
**C =  $\text{O}_2$  (skābeklis jeb precīzāk – diskābeklis)**  
**D =  $\text{KO}_2$  (kālija superoksīds)**  
**E =  $\text{I}_2$  (jods)**  
**F = ciete (  $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$  )**  
**G =  $\text{BaO}_2$  (bārija peroksīds)**  
**H =  $\text{BaSO}_4$  (bārija sulfāts)**

- 2)  $4\text{O}_3 + \text{PbS} \longrightarrow \text{PbSO}_4 + 4\text{O}_2\uparrow$   
 $2\text{NO}_2 + \text{O}_3 \longrightarrow \text{N}_2\text{O}_5 + \text{O}_2\uparrow$   
 $4\text{KOH} + 4\text{O}_3 \longrightarrow 4\text{KO}_3 + \text{O}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$   
 $2\text{KO}_3 \longrightarrow 2\text{KO}_2 + \text{O}_2\uparrow$   
 $2\text{KO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{KOH} + \text{O}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}_2$   
 $4\text{KO}_3 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{KOH} + 5\text{O}_2\uparrow$   
 $2\text{KI} + \text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{O}_2\uparrow + \text{I}_2 + 2\text{KOH}$

3) Kā jau minēts tekstā, ciete ar jodu veido zilu kompleksu savienojumu.

4) Ozona molekulai ir leņķiska forma. Ozona molekula eksistē rezonanses hibrīda formā, ko dod divas rezonanses struktūras:



#### 14. uzd

Tā kā E un F ir metāla B hlorīdi, un ir zināma to masu attiecība, ja abu daudzumi ir vienādi, tātad šī attiecība ir arī molmasu attiecība.  $\frac{M_F}{M_E} = 1,3743$ . Šo izteiksmi varam pārveidot, ņemot vērā B molmasu un hlora atomu

daudzumu:  $\frac{M_B + (n+x)M_{Cl}}{M_B + nM_{Cl}} = 1,3743$ , kur n = hlora atomu skaits savienojumā E, bet x = hlora atomu skaita

atšķirība abos hlorīdos. Tālāk ērtākais risināšanas paņēmiens ir izveidot tabulu, kur mainot n un x vērtības iegūsim dažādas iespējamās metāla B molmasas, ko no iepriekšējās izteiksmas var izteikt kā

$$M_B = \frac{xM_{Cl} - 0,3743nM_{Cl}}{0,3743}$$

n \ x	1	2	3
1	59,34	154,19	249,03
2	23,84	118,69	213,53
3	-	83,19	178,03
4	-	47,69	142,53

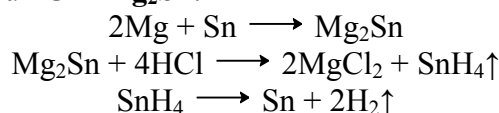
5	-	12,19	107,03
6	-	-	71,53
7	-	-	36,03

Iekrāsotās molmasu vērtības ir uzdevuma tekstam atbilstošās.  $M = 59,34$  atbilst Co, taču tas nav A grupas metāls;  $M = 23,84$  aptuveni atbilst Mg, taču tam nav zināmi divi hlorīdi;  $M = 118,69$  atbilst Sn;  $M = 47,69$  atbilst Ti, taču arī tas nav A grupas metāls. Tātad metāls **B = Sn**. Tālāk varam meklēt pārējos savienojumus: savienojumā C masu attiecība A:Sn = 2,44. Ja metāli savienojumā ir attiecībā 1:1, tad

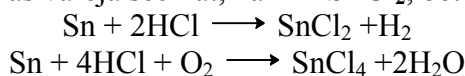
$$M_A = \frac{M_{Sn}}{2,44} = \frac{118,7}{2,44} = 48,6, \quad \text{taču šāda A grupas metāla nav. Ja attiecība ir 2:1, tad}$$

$$M_A = \frac{M_{Sn}}{2,44 \cdot 2} = \frac{118,7}{4,88} = 24,3 - \text{šis metāls ir Mg, ja attiecība ir 1:2, tad } M_A = \frac{2 \cdot M_{Sn}}{2,44} = \frac{237,4}{2,44} = 97,29, \text{ šāda}$$

metāla nav. Var secināt, ka **A = Mg** un **C = Mg<sub>2</sub>Sn**.

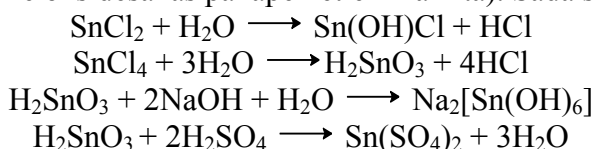


Tātad **D = SnH<sub>4</sub>**. Jau iepriekš no tabulas varēja secināt, ka **E = SnCl<sub>2</sub>**, bet **F = SnCl<sub>4</sub>**.



E hidrolīzē tā masa samazinās par 9,8%, jeb pārrēķinot to uz molmasas vienībām  $\Delta M = M \cdot w = 189,7 \cdot 0,098 = 18,59 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ . Tas sakrīt ar viena hlora aizstāšanu pret OH grupu. Tātad **G =**

**Sn(OH)Cl**. Tā kā F hidrolīzē veidojas divas skābes, viena no tām būs sāļsskābe, bet otra – skābe, kurā alvas oksidēšanās pakāpe ir +4 (hidrolīzē oksidēšanās pakāpe netiek mainīta). Šāda skābe ir alvskābe. **H = H<sub>2</sub>SnO<sub>3</sub>**.



Tātad **I = Na<sub>2</sub>[Sn(OH)<sub>6</sub>]**, bet **F = Sn(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>**

- 1) **A = Mg**  
**B = Sn**  
**C = Mg<sub>2</sub>Sn**  
**D = SnH<sub>4</sub>**  
**E = SnCl<sub>2</sub>**  
**F = SnCl<sub>4</sub>**  
**G = Sn(OH)Cl**  
**H = H<sub>2</sub>SnO<sub>3</sub>**  
**I = Na<sub>2</sub>[Sn(OH)<sub>6</sub>]**

- 2)  $2\text{Mg} + \text{Sn} \longrightarrow \text{Mg}_2\text{Sn}$   
 $\text{Mg}_2\text{Sn} + 4\text{HCl} \longrightarrow 2\text{MgCl}_2 + \text{SnH}_4\uparrow$   
 $\text{SnH}_4 \longrightarrow \text{Sn} + 2\text{H}_2\uparrow$   
 $\text{Sn} + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{SnCl}_2 + \text{H}_2$   
 $\text{Sn} + 4\text{HCl} + \text{O}_2 \longrightarrow \text{SnCl}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$   
 $\text{SnCl}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Sn(OH)Cl} + \text{HCl}$   
 $\text{SnCl}_4 + 3\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_2\text{SnO}_3 + 4\text{HCl}$   
 $\text{H}_2\text{SnO}_3 + 2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Na}_2[\text{Sn(OH)}_6]$   
 $\text{H}_2\text{SnO}_3 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{Sn(SO}_4)_2 + 3\text{H}_2\text{O}$

Intermetāliski savienojumi ir ķīmiski savienojumi starp metāliem, kas no vienkāršiem sakausējumiem (cietajiem šķīdumiem) atšķiras ar noteiktu kristālisku uzbūvi un no abiem metāliem atšķirīgām ķīmiskajām un fizikālajām īpašībām.

## 15. uzd

1. Aprakstītais organiskais savienojums pieder pie karbonilsavienojumu klases, tas ir aldehīds.
2.  $\text{R-COH} + 2\text{Cu(OH)}_2 \rightarrow \text{R-COOH} + \text{Cu}_2\text{O}\downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$

3. Lai atrastu aldehīda molekulformulu, vispirms aprēķina vara(I) oksīda daudzumu, to iegūst šī oksīda masu dalot ar tā molmasu:

$$n(\text{Cu}_2\text{O}) = m(\text{Cu}_2\text{O})/M(\text{Cu}_2\text{O}) = 4,480(\text{g})/143,09(\text{g/mol}) = \mathbf{0,0313 \text{ mol}}$$

No vispārīgā reakcijas vienādojuma redzams, ka šāds daudzums vara(I) oksīda rodas no tāda paša daudzuma aldehīda, tādēļ var rakstīt, ka  $n(\text{ald}) = n(\text{Cu}_2\text{O}) = \mathbf{0,0313 \text{ mol}}$

Var aprēķināt aldehīda molmasu:

$$M(\text{ald}) = m(\text{ald})/n(\text{ald}) = 1,818(\text{g})/0,0313(\text{mol}) = \mathbf{58,08 \text{ g/mol}}$$

Zināms, ka aldehīds ir piesātināta ogļūdeņraža atvasinājums, tādēļ vispārīga aldehīda molekulformula ir  $\text{C}_x\text{H}_{2x}\text{O}$ , un līdz ar to var sastādīt matemātisku sakarību, lai atrastu  $x$

$$X*12,01 + 2X*1,01 + 16,00 = 58,08$$

$$14,03X = 58,08 - 16,00$$

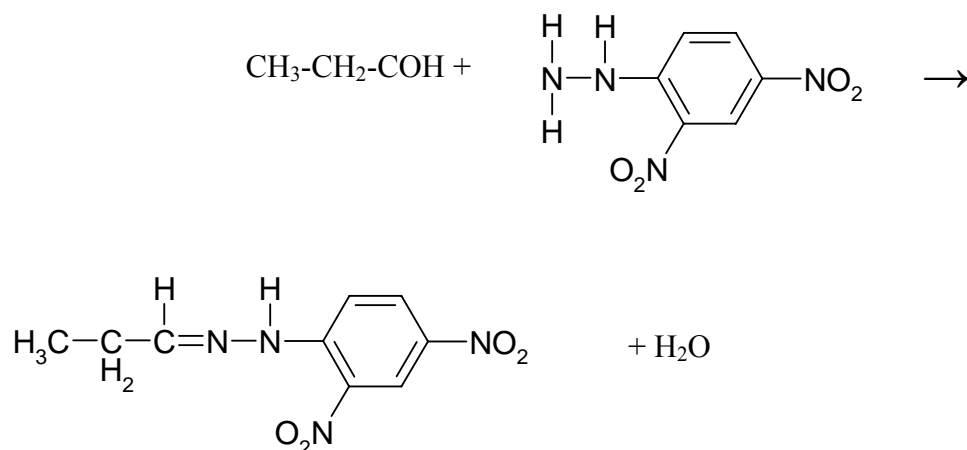
$$14,03X = 42,08$$

$$X = 42,08/14,03 = 2,999 \rightarrow X=3$$

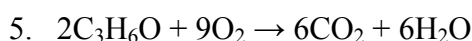
Aldehīda molekulformula līdz ar to ir:  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ , tas ir propanāls jeb propānaldehīds



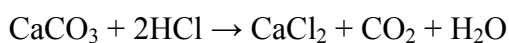
Reakcijā rodas propānskābe



Reakcijā ar 2,4-dinitrofenilhidrazīnu veidojas propanāla 2,4-dinitrofenilhidrazons.



$$n(\text{CO}_2) = 3*n(\text{ald}) = 3*0,0313\text{mol} = 0,0939 \text{ mol} = n(\text{H}_2\text{O})$$



$$n(\text{CaCO}_3) = n(\text{CO}_2) = 0,0939 \text{ mol}$$

$$m(\text{CaCO}_3) = n*M = 0,0939\text{mol}*100,09\text{g/mol} = 9,398\text{g}$$



$$n(\text{P}_2\text{O}_5) = n(\text{H}_2\text{O})/3 = 0,0939\text{mol}/3 = 0,0313$$

$$m(\text{P}_2\text{O}_5) = n(\text{P}_2\text{O}_5)*M(\text{P}_2\text{O}_5) = 0,0313\text{mol}*141,945 \text{ g/mol} = 4,443 \text{ g}$$

7. Aldehīdu reakciju ar vara(II) hidroksīdu vēl dēvē par Fēlinga reakciju, jo šo reaģentu sauc par Fēlinga reaģentu, savukārt, aldehīdu reakciju ar sudraba oksīda amonjakālo šķīdumu sauc par Tollensa reakciju jeb sudraba spoguļa reakciju. Sudraba oksīda amonjakālo šķīdumu sauc par Tollensa reaģentu.

## 16. uzd

1. A =  $\text{AgNO}_3$ , sudraba nitrāts

B = 1A grupas elementa hlorīds

$\text{B}_0 = \text{Cl}_2$ , hlors

$\text{B}_1 = \text{AgCl}$ , sudraba hlorīds

C = NH<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O, amonjaka ūdens šķīdums

C<sub>1</sub> = [Ag(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>]Cl, diamīnsudraba(I) hlorīds

C<sub>2</sub> = [Ag(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>]OH, diamīnsudraba(I) hidroksīds; sudraba(I) oksīda amonjakālais šķīdums

C<sub>3</sub> = Ag<sub>3</sub>N, sudraba(I) nitrīds

D = 1A grupas elementa bromīds

D<sub>0</sub> = Br<sub>2</sub>, broms

D<sub>1</sub> = AgBr, sudraba bromīds

E = Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, nātrija tiosulfāts

E<sub>1</sub> = Na<sub>3</sub>[Ag(S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)<sub>2</sub>], nātrija ditionosulfātoargentāts(III)

E<sub>2</sub> = S, sērs

E<sub>3</sub> = SO<sub>2</sub>, sēra(IV) oksīds; sēra dioksīds

E<sub>4</sub> = Ag<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, sudraba(I) tiosulfāts

E<sub>5</sub> = Ag<sub>2</sub>S, sudraba(I) sulfīds

F = I<sub>2</sub>, jods

F<sub>1</sub> = 1A grupas elementa jodīds

F<sub>2</sub> = AgI, sudraba jodīds

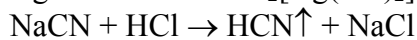
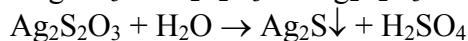
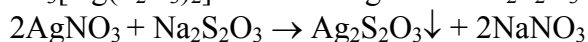
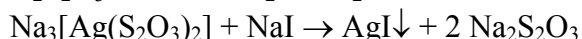
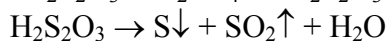
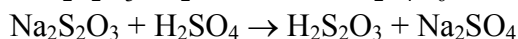
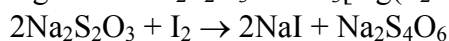
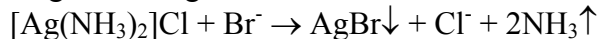
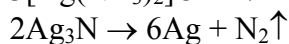
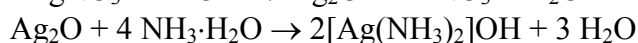
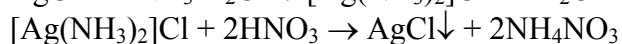
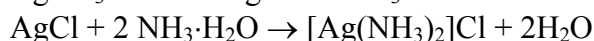
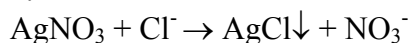
G = 1A grupas elementa cianīds

G<sub>1</sub> = Na<sub>2</sub>[Ag(CN)<sub>2</sub>], nātrija dicianoargentāts(II)

G<sub>2</sub> = HCN, ciānūdeņražskābe, zilskābe

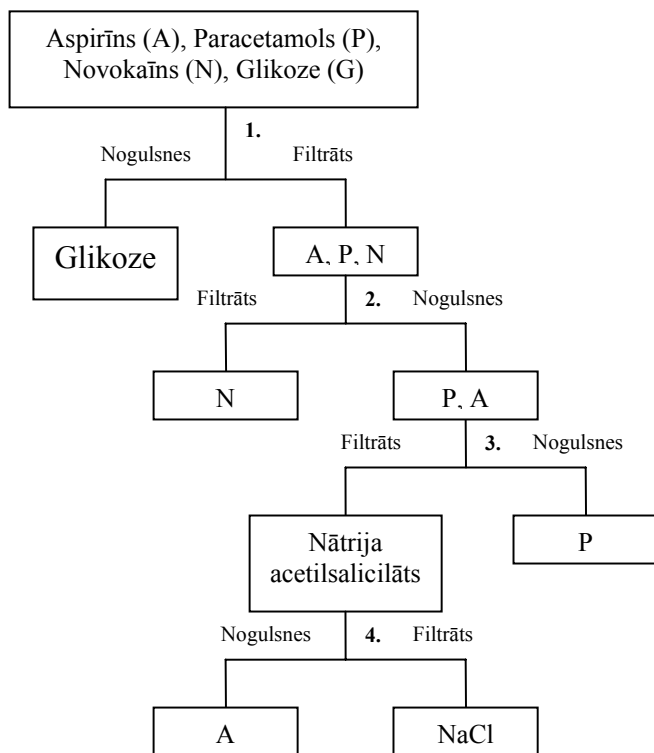
H = H<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, tiosērskābe

2.



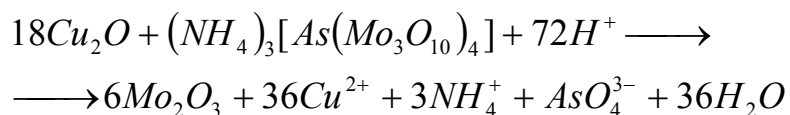
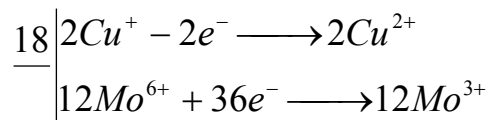
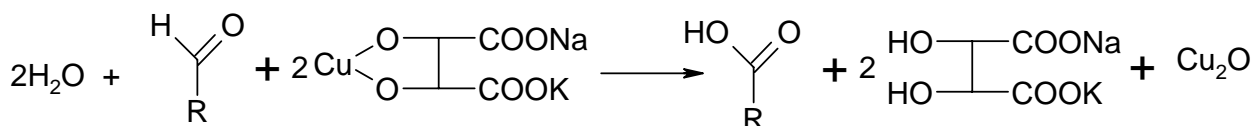
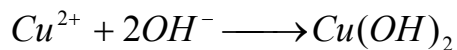
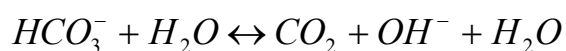
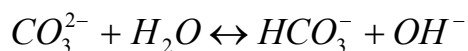


## 17. uzdevums

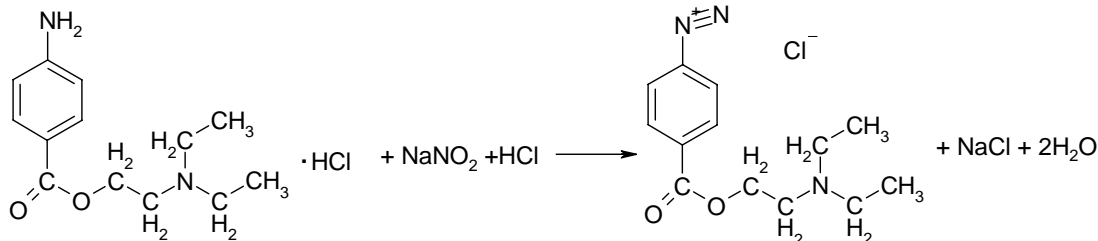
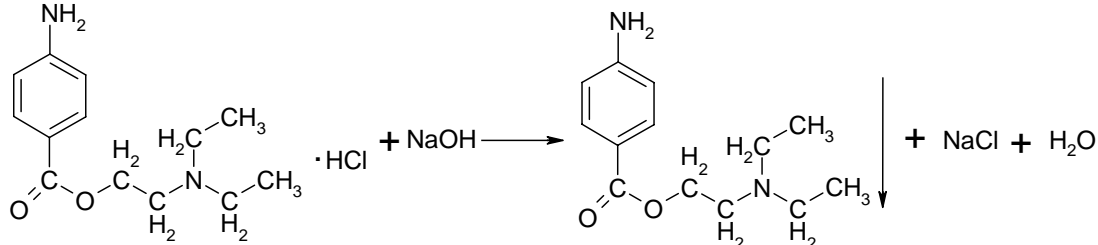


1. Etilspirts ; 2. Dest. ūdens ; 3.  $\text{NaHCO}_3$  10% šķ. ; 4. 1M HCl

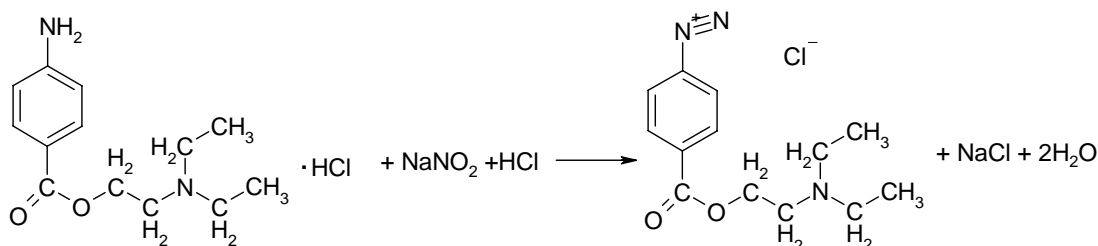
2.



3.



4.



$$c_{(\text{NaNO}_2)} = m \cdot w / M / V = 3,4848 \cdot 0,99 / 69 / 0,5 = 0,1000 \text{ M}$$

No reakcijas secina, ka reaģē 1:1.  $c_1 V_1 = c_2 V_2$

Zinot izlietoto NaNO<sub>2</sub> tilpumu un koncentrāciju, var aprēķināt novokaīna daudzumu.

$$n_{(\text{Novokaīns})} = 0,1 \cdot 17,13 / 1000 = 0,001713 \text{ mol}$$

Zinot, ka analīzei tika ņemti 25 ml šķīduma, bet visa parauga tilpums ir 100 ml, iespējams aprēķināt novokaīna masu.

$$m = n \cdot M \cdot V_k / V_p = 0,001713 \cdot 272,81 \cdot 100 / 25 = 1,869 \text{ g}$$

5. sedimetriska titrēšana ar AgNO<sub>3</sub>. Ir iespējams noteikt titrējot neūdens vidē.

6. Titrē lēni, lai būtu precīzi rezultāti un izvairītos no blakus reakcijām - slāpekļpaskābes un diazonija sāls sadalīšanās. Diazonija sāls un slāpekļpaskābe ir stabili tikai zemās temperatūrās. Titrējot ātri var veidoties NO<sub>2</sub>.

7. Radīsies violets krāsojums – dzelzs(III) salicilskābes kompleksi, kuru stabilitāte un krāsa ir atkarīgas no vides pH.

8. Glikoze 1,205 g, paracetamols 1,145 g, novokaīns 1,869 g, un aspirīns attiecīgi ir 0,7810 g.

$$w\%(G) = 1,205 / 5,000 \cdot 100\% = 24,1\%$$

$$w\%(P) = 1,145 / 5,000 \cdot 100\% = 22,9\%$$

$$w\%(A) = 1,869 / 5,000 \cdot 100\% = 37,4\%$$

$$w\%(N) = 0,7810 / 5,000 \cdot 100\% = 15,6\%$$

9. Reakcija ar nātrija hidroksīdu - novokaīns nešķīst bāziskos šķīdumos.

Diazotēšanas un azosametināšanas reakcijas.

10. Aspirīns = 2-acetoksibenzoskābe

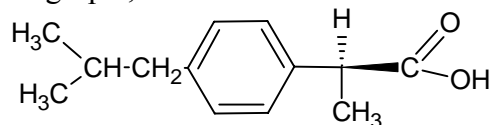
Glikoze = 2,3,4,5,6 - pentahidroksiheksanāls

Paracetamols = N-(4-hidroksifenil)-acetamīds

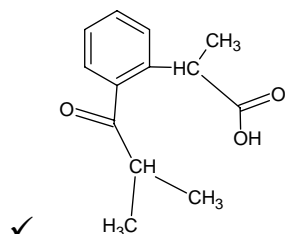
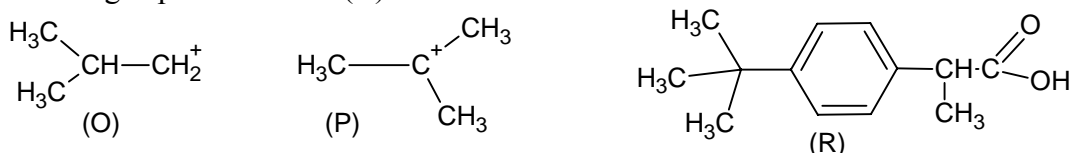
## 18. uzd

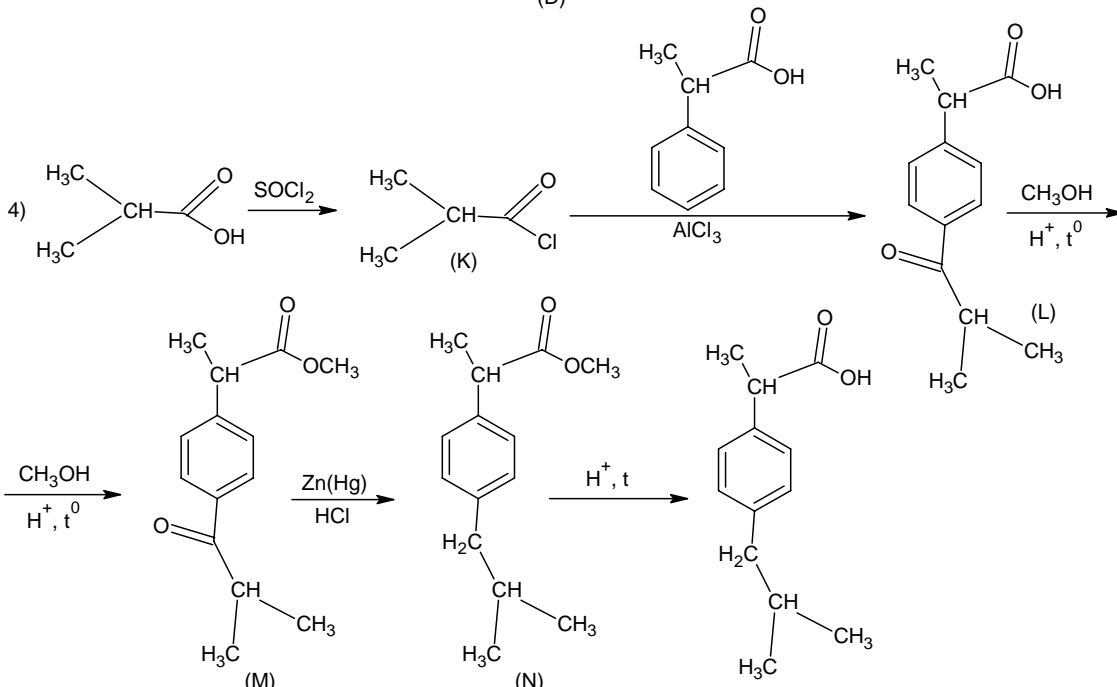
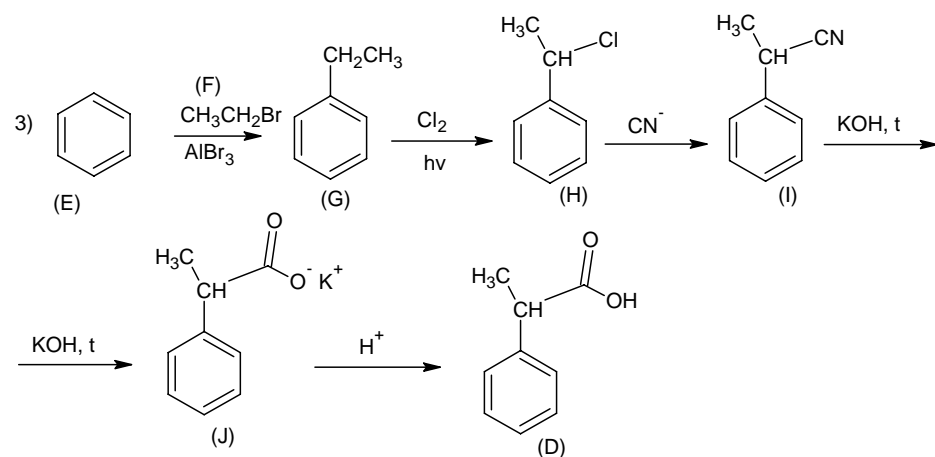
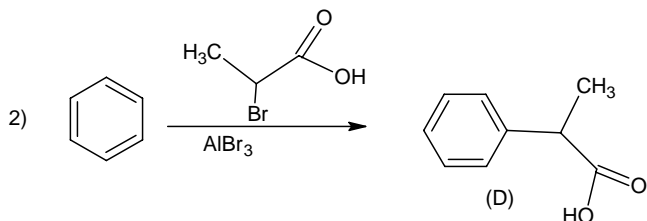
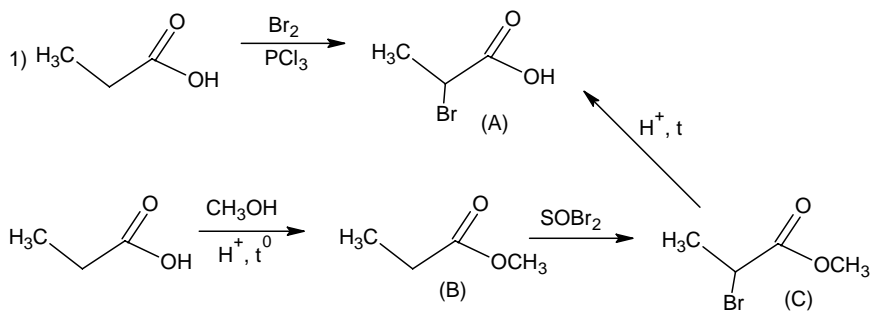
## Ibuprofēns

- ✓ Ibuprofēna nosaukums ir 2(4(2-metilpropil)fenil)propānskābe
- ✓ R un S izomēri ir optiskie izomēri. To vienīgā atšķerība ir polarizētas gaismas plaknes griešanas leņķa virziens. R un S izomērus nosaka hirālā atoma absolūtā konfigurācija. Šajā molekulā ir viens hirālais atoms – C atoms blakus karoksilgrupai, S izomērs uzskatāmi attēlots šādi:

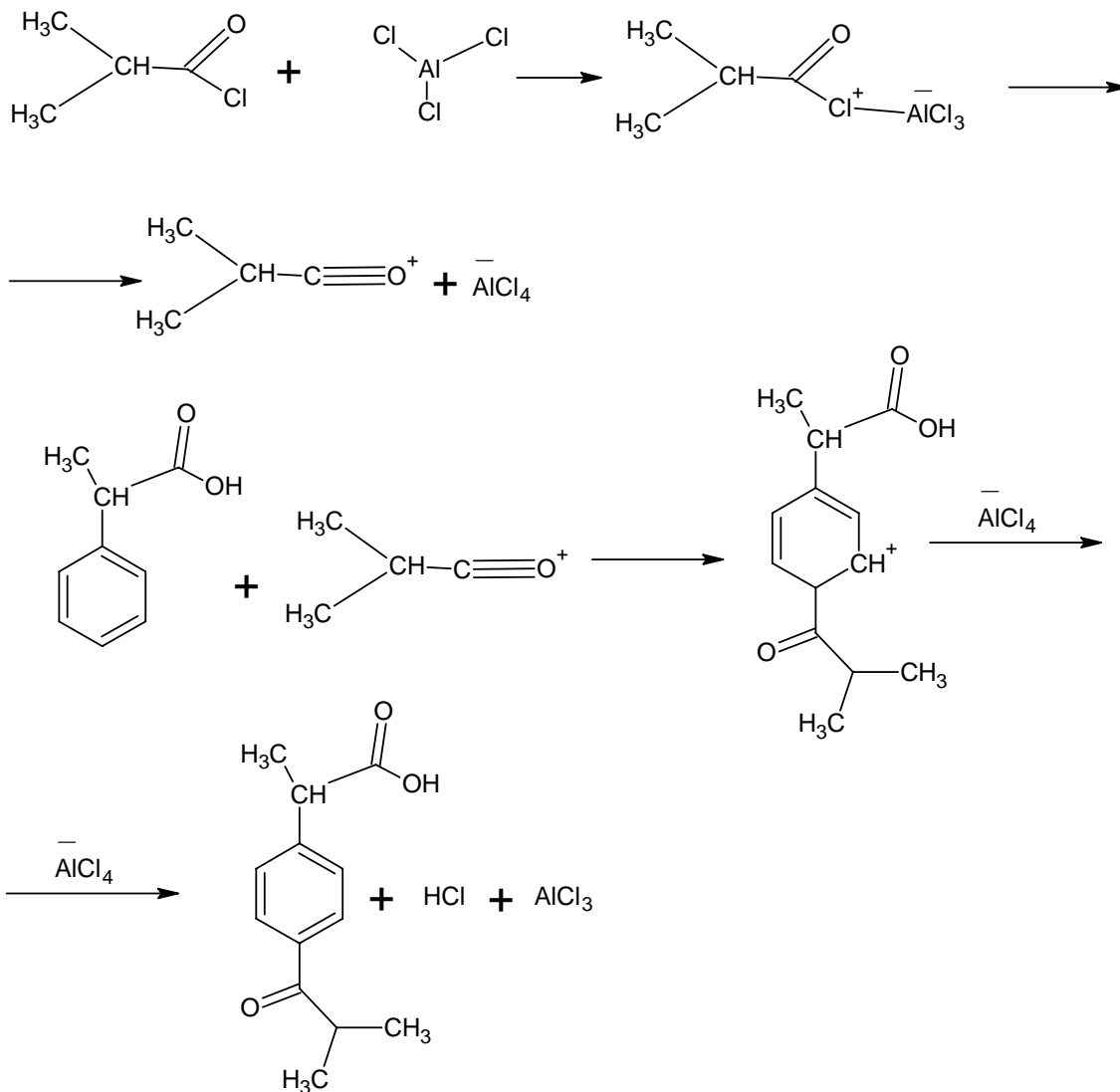


- ✓ Nevienā no sintēzes ceļiem neiegūst tieši S izomēru, jo rodas racēmiskais maisījums – maisījums, kur ietilpst abi izomēri un kurš ir optiski neaktīvs. Tas notiek, jo no ahirālas molekulas nav iespējams iegūt tīru hirālu izomēru, ja vien tas neizriet no reakcijas mehānisma, šajā gadījumā tas tā nav.
- ✓ Reakciju vienādojumi parādīti zemāk. Savienojumu formulas var atrast shēmā, to nosaukums pēc IUPAC:
  - A = 2-brompropānskābe
  - B = metilpropionāts
  - C = metil-2-brompropionāts
  - D = 2-fenilpropānskābe
  - E = benzols
  - F = etilbromīds (brometāns)
  - G = etilbenzols
  - H = (1-hloretil)benzols
  - I = 2-fenilpropānitrils
  - J = kālija 2-fenilpropionāts
  - K = 2-metilpropiohlorīds
  - L = 2-(4-(2-metilpropanon-1)fenil)propānskābe
  - M = metil-2-(4-(2-metilpropanon-1)fenil)propionāts
  - N = metil-2-(4-(2-metilpropil)fenil)propionāts
- ✓ Šajā gadījumā apstrādāšana ar metanolu un pēc tam estera hidrolīze tiek izmantota kā karboksilgrupas aizsardzība, lai tā attiecīgi nereaģētu ar tionilbromīdu un nereducētos.
- ✓ To nav iespējams iegūt, jo starpstadijā, kad rodas elektrofilā daļiņa, acīlija jons ir stabils, taču tā izveidots karbkatjons (O), kas viegli pārgrupējas par stabilāko karbkatjonu (P), un reakcijas galaprodukts būtu (R)





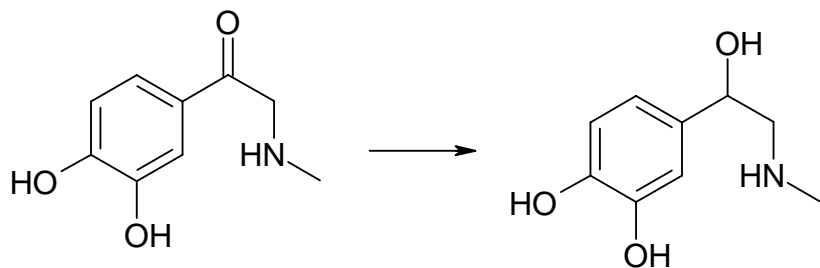
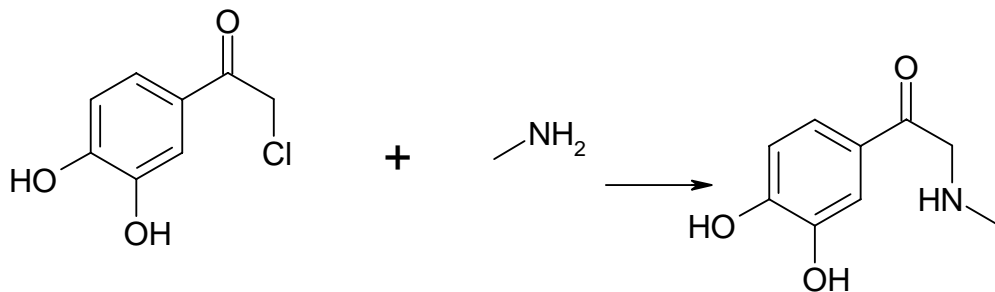
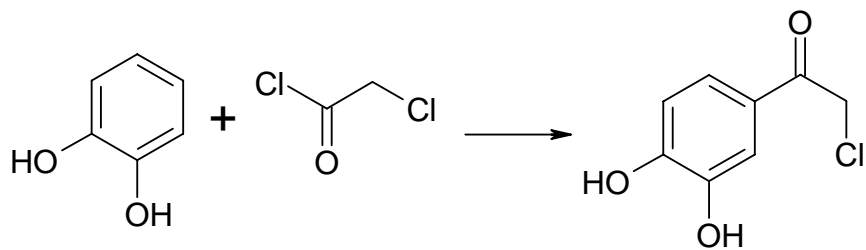
✓ Šajā reakcijā par katalizatoru jālieto Luisa skābe, piemēram, alumīnija hlorīds. Reakcijas mehānisms pārvērtībai K  $\rightarrow$  L var attēlot šādi:



- ✓ Reaģents ir cinka dzīvsudraba amalgāms koncentrētā sālsskābē. Tas ir reducētājs karbonilgrupas reducēšanai, ko galvenokārt izmanto tieši karbonilgrupu reducēšanai, kas atrodas pie benzola gredzena, kā tas ir šajā gadījumā.

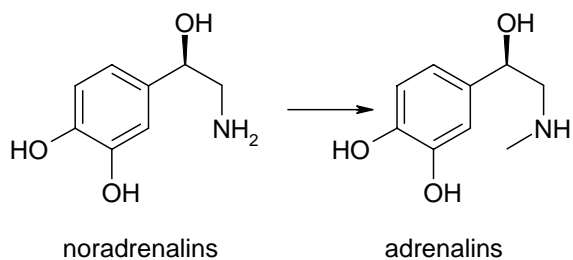
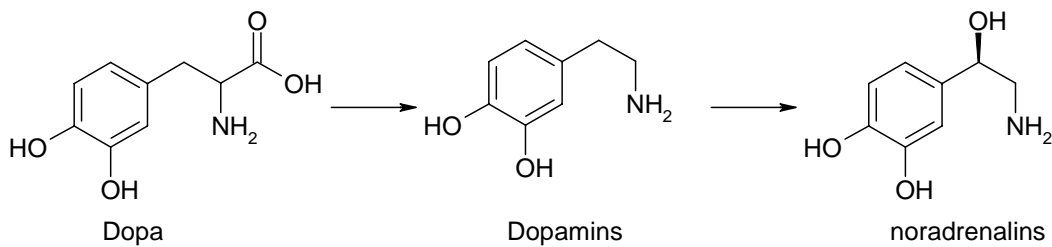
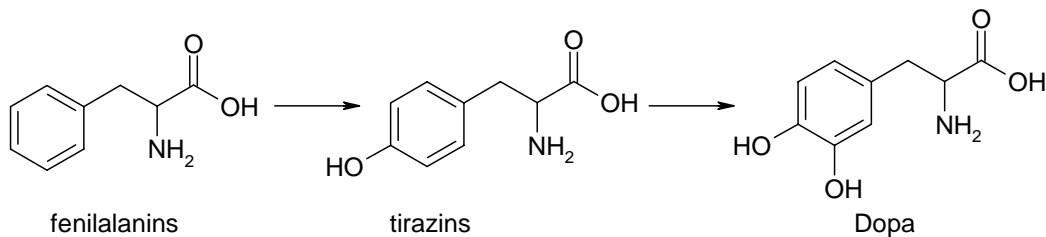
19. uzd.

→

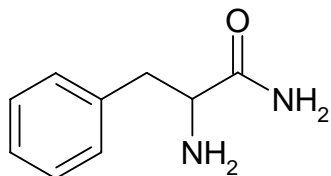


→ Iegūtā viela ir aptuveni 2x mazāk aktīva, jo 3. reakcija nav stereospecifiska, respektīvi, rodas divu enantiomēru maisījums, bet organismā aktīvs ir tikai viens no tiem.

→



→Intermediāts ir:



→Adrenalīna sintēzei organismā ir 5 stadijas, ja katra stadijā reakcijas procentuālais iznākums ir 10%, tad kopējais iznākums ir  $(0.1)^5$  jeb  $10^{-5}$ . Bet, tā kā pēc Štrekera metodes iegūtais fenilalanīns ir racemāts, tad pirmā stadijā reaģēs tikai puse no tā, respektīvi, kopējais iznākums būs divreiz mazāks, tas ir,  $0.5 \cdot 10^{-5}$  jeb **5ppm**.

Teorētiskā adrenalīna masa, kas var rasties reakcijā, ir:

$$n_{\text{fenilalanīns}} = 1.21 / 165.19 = 7.3249 \text{ mmol}$$

$$n_{\text{adrenalīns}} = n_{\text{fenilalanīns}} = 7.3249 \text{ mmol}$$

$$m_{\text{adrenalīns}} = 7.3249 \cdot 183.21 = 1.342 \text{ g.}$$

Faktiskais adrenalīna iznākums:

$$m_{\text{adrenalīna}} = 1.342 \cdot 5 \cdot 10^{-6} = 6.7 \mu\text{g}$$

→Ja organismā ievadītu 1mg dopamīna, tad reaģētu viss dopamīns, jo tam nav hirālo centru. Tātad reakcijas iznākums ir  $(0.1)^2$ , jeb **1%**.

Teorētiskā adrenalīna masa, kas var rasties reakcijā, ir:

$$n_{\text{dopamīns}} = 1000 / 153.18 = 6.52 \text{ mmol}$$

$$n_{\text{adrenalīns}} = n_{\text{dopamīns}} = 6.52 \text{ mmol}$$

$$m_{\text{adrenalīns}} = 6.52 \cdot 183.21 = 1.196 \text{ g.}$$

Faktiskais adrenalīna iznākums:

$$m_{\text{adrenalīna}} = 1.196 \cdot 0.01 = 11.96 \text{ mg}$$

## 20. uzd

Inerta gāze, kas izdalās sadegot organiskai vielai ir slāpekklis.

Jāaprēķina elementu molu attiecība savienojumā A:

$$n(\text{CO}_2) = V(\text{CO}_2) / 22.4 = 1.416 / 22.4 = 0.06321 \text{ mol}$$

$$n(\text{C}) = n(\text{CO}_2) = 0.06321 \text{ mol}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = V(\text{H}_2\text{O}) / 22.4 = 0.7080 / 22.4 = 0.03161 \text{ mol}$$

$$n(\text{H}) = 2 \cdot n(\text{H}_2\text{O}) = 0.06321 \text{ mol}$$

$$n(\text{N}_2) = V(\text{N}_2) / 22.4 = 0.1416 / 22.4 = 0.006321 \text{ mol}$$

$$n(\text{N}) = 2 \cdot n(\text{N}_2) = 0.01264 \text{ mol}$$

Pārbauda, vai A nesatur skābekli:

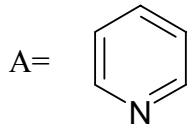
$$m(\text{C}) + m(\text{H}) + m(\text{N}) = M(\text{C}) \cdot n(\text{C}) + M(\text{H}) \cdot n(\text{H}) + M(\text{N}) \cdot n(\text{N}) = 12.01 \cdot 0.06321 + 1.008 \cdot 0.06321 + 14.01 \cdot 0.01264 = 1.000 \text{ g}$$

Tātad A skābekli nesatur.

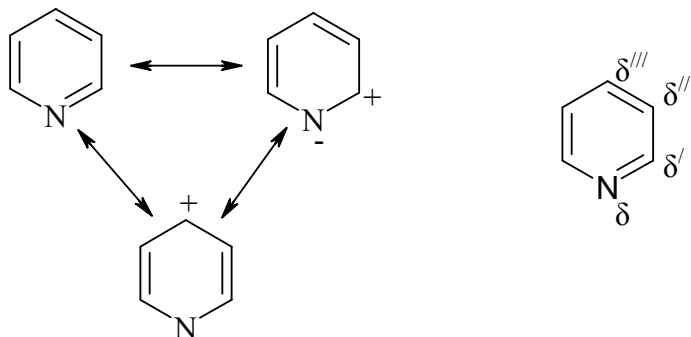
Nosaka elementu molu attiecības:

$$n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{N}) = 0.06321 : 0.06321 : 0.01264 = 5 : 5 : 1$$

Empīriskā formula ir  $\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$ . Uzdevuma nosacījumiem atbilst piridīns, kuram ir nepatīkama smaka un kurš ir stabils savienojums elektronu delokalizācijas dēļ.

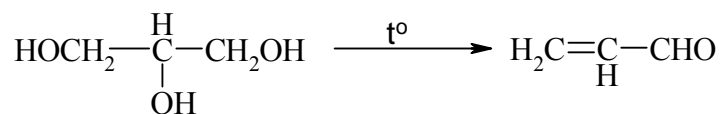


Tā kā slāpekļa atoms ir elektronegatīvāks par oglekļa atomu, tad elektroni ir nobīdīti slāpekļa atoma virzienā un  $\delta' > \delta''' > \delta''$ . Orto un para vietā ir vislielākie lādiņi, kas izskaidrojams ar rezonances formu iespējamību:

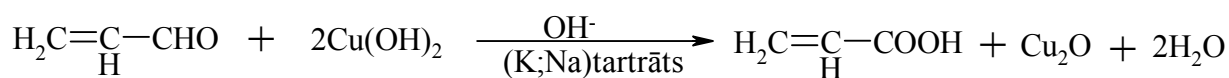


$\delta' > \delta'''$ , jo orto ogleklis ir tuvāk slāpekļa atomam nekā para ogleklis.

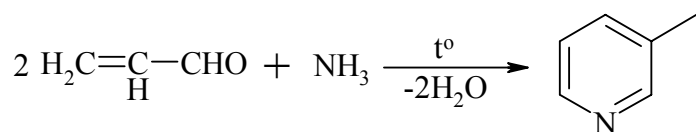
Izplatīts spirts, kurš rodas lipīdu šķelšanā ir glicerīns. To karsējot rodas akroleīns (B), kurš ir lakrimators:



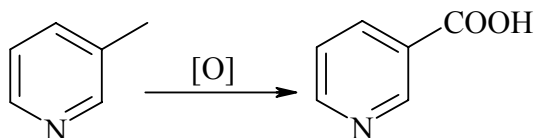
Akroleīns reaģē ar Fēlinga reaģentu, kas norāda uz aldehīdgrupas esamību molekulā:



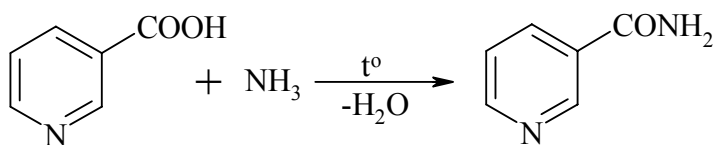
Kondensējoties divām molekulām akroleīna un vienai molekulai  $\text{NH}_3$ , rodas 3-metilpiridīns (C):



To oksidējot rodas nikotīnskābe(D):



Nicotīnskābei reaģējot ar  $\text{NH}_3$  paaugstinātā temperatūrā, rodas nikotīnskābes amīds (E):







# Latvijas 48. Nacionālā ķīmijas olimpiāde

Praktiskie darbi 10. klasei  
22.03.2007.

## DARBA APRAKSTS

*Praktiski veikt abus norādītos darba uzdevumus un noformēt protokolu! Darbā ievērot drošības noteikumus! Aizejot sakārtot savu darba vietu un izmazgāt traukus!*

### 1. uzdevums – Vielu pierādīšana

Astoņās numurētās mēģenēs atrodas šādu vielu 10 % šķīdumi: kalcija hlorīda, nātrija hidroksīda, nātrija hlorīda, magnija sulfāta, svina(II) nitrāta, sālsskābes, nātrija karbonāta un bārija nitrāta šķīdumi. Izmantojot tikai šīs vielas kā reaģentus noteikt, kura no vielām atrodas katrā mēģenē. Uzrakstīt visu notiekošo ķīmisko reakciju molekulāros vienādojumus un saīsinātos jonu vienādojumus! Eksperimentus veikt rūpīgi, jo vairākas reakcijas notiek tikai, ja kādu laiku pagaida.

### 2. uzdevums – Kristālhidrāta sastāva noteikšana ar kompleksonometrisko titrēšanu

Sāļiem ļoti plaši ir izplatīta dažādu kristālhidrātu veidošanās. Kristālhidrātu sastāvs var mainīties samērā plašās robežās atkarībā no gaisa mitruma un temperatūras. Piemēram, magnija sulfāts veido dažāda sastāva kristālhidrātus, kam lielākais ūdens molekulu skaits ir septiņi. Šāds savienojums tiek saukts par magnija sulfāta heptahidrātu jeb rūgto sāli un tas tiek izmantots kā caurejas līdzeklis.

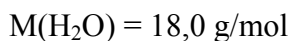
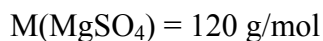
Viena no metodēm kristālhidrāta sastāva noteikšanai ir kompleksonometriskā titrēšana. Pēc šīs metodes paraugu ar zināmu masu izšķīdina ūdenī un iegūto šķīdumu titrē ar kompleksona III šķīdumu. Kompleksons III jeb etilēndiamīntetraetiķskābes dinātrija sāls (saīsināti EDTA) ir reaģents, kas ar visiem divvērtīgajiem un trīsvērtīgajiem metālu joniem reaģē daudzumu attiecībā 1:1, veidojot sarežģītas struktūras komplekso savienojumu. Par indikatoru lieto eriohrommelno, kas arī veido komplekso savienojumu ar metālu joniem, taču šis kompleksais savienojums ir ievērojami mazāk stabils nekā komplekss ar EDTA, tāpēc stehiometriskajā punktā tas noārdās un atbrīvojas brīvs indikators tādējādi mainot šķīduma krāsu.

#### *Norādījumi darba veikšanai*

Saņemto magnija sulfāta kristālhidrāta iesvaru pārnes 100 mL mērkolbā, šķīdina ūdenī un atšķaida līdz atzīmei.

Nem 10,00 mL pagatavotā šķīduma, atšķaida to ar aptuveni 30 mL destilēta ūdens, pievieno 4-5 pilienus indikatora eriohrommelnā T un ~ 0,5-1 mL amonija buferšķīduma, un titrē ar EDTA šķīdumu (precīzā koncentrācija uzrakstīta uz pudeles) līdz indikatora krāsa mainās no violetas uz gaiši zilu (lai labāk konstatētu krāsas maiņu, vēlams pagaidīt 30 sekundes). Titrēšanu atkārti vismaz trīs reizes, līdz iegūti sakrītoši rezultāti.

*Pamatojoties uz iegūtajiem titrēšanas rezultātiem un doto iesvara masu aprēķināt kristalizācijas ūdens saturu analizētajā kristālhidrātā. Uzrakstīt titrēšanas reakcijas vienādojumu!*



*Kādu metodi vēl lieto ūdens satura noteikšanai kristālhidrātos?*

*Paldies par darbu, šo lapu var aizvest savai ķīmijas skolotājai! ©*



## Latvijas 48. Nacionālā ķīmijas olimpiāde

Praktiskie darbi 10. klasei

22.03.2007.

### SKOLĒNA DARBA LAPA

*Aizpildīt doto darba protokolu, visās brīvajās vietās ierakstot prasīto informāciju!*

#### 1. uzdevums – Vielu pierādīšana {20 punkti}

Uzrakstīt visu vielu ķīmiskās formulas un pēc iespējas sīkāk norādīt, pie kuras neorganisko savienojumu klases pieder katrs no uzrakstītajiem savienojumiem!

Nr.p.k.	Vielas nosaukums	Vielas formula	Neorganisko savienojumu klase
0. (piemērs)	Sērskābe	$H_2SO_4$	Skābekli saturoša vairākvērtīga skābe
1.	Kalcija hlorīds		
2.	Nātrijs hidroksīds		
3.	Nātrijs hlorīds		
4.	Magnija sulfāts		
5.	Svina(II) nitrāts		
6.	Sālsskābe		
7.	Nātrijs karbonāts		
8.	Bārijs nitrāts		

Kādas ķīmiskās reakcijas ir iespējamās starp šiem savienojumiem? Uzrakstīt visu iespējamo reakciju molekulāros vienādojumus un saīsinātos jonu vienādojumus! *Ja pietrūkst vieta, var rakstīt šīs lapas otrā pusē!*

SKOLĒNA KODS: 

Kādi novērojumi ir sagaidāmi šajās ķīmiskajās reakcijās? Savas prognozes apkopo nākamajā tabulā.

	Kalcija hlorīds	Nātrijs hidroksīds	Nātrijs hlorīds	Magnija sulfāts	Svina(II) nitrāts	Sālsskābe	Nātrijs karbonāts	Bārijs nitrāts
Kalcija hlorīds								
Nātrijs hidroksīds								
Nātrijs hlorīds								
Magnija sulfāts								
Svina(II) nitrāts								
Sālsskābe								
Nātrijs karbonāts								
Bārijs nitrāts								

Pa pāriem uz pilienu plātes salej kopā dotos šķīdumus un pieraksta novērojumus, tos apkopo tabulā.

Mēģenes numurs								

Atbildes. Numurētajās mēģenēs atrodas šādu vielu šķīdumi:

Mēģenes numurs	Vielas nosaukums	Mēģenes numurs	Vielas nosaukums

**2. uzdevums – Kristālhidrāta sastāva noteikšana ar kompleksonometrisko titrēšanu {10 punkti}**

Titrēšanas reakcijas vienādojums:

Titrēšanā izlietotais EDTA šķīduma tilpums:

Nr.p.k.	V(sākuma), mL	V(beigu), mL	V(izlietotais), mL
1.			
2.			
3.			
...			
		VIDĒJI	

Magnija sulfāta kristālhidrāta masa: \_\_\_\_\_ g

Precīzā EDTA šķīduma koncentrācija: \_\_\_\_\_ mol / L

Aprēķini:

Atbilde. Analizētā magnija sulfāta sastāvs atbilst ķīmiskajai formulai:  $\text{MgSO}_4 \cdot \text{--- H}_2\text{O}$ .

Ūdens satura noteikšanai kristālhidrātos var izmantot arī ...



# Latvijas 48. Nacionālā ķīmijas olimpiāde

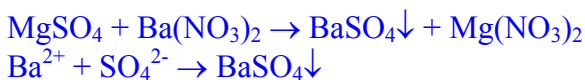
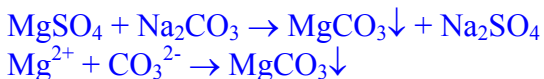
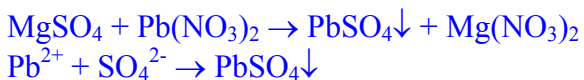
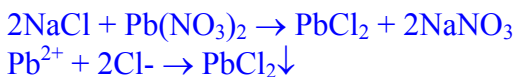
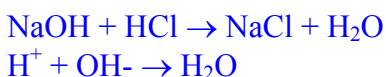
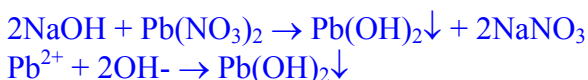
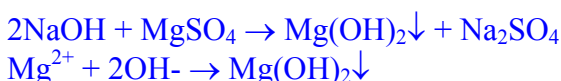
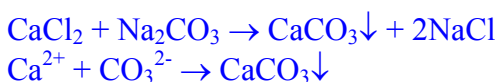
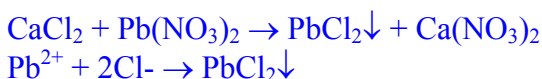
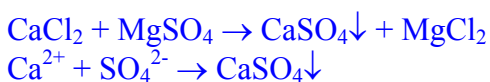
Praktiskie darbi 10. klasei  
22.03.2007.

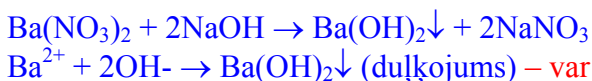
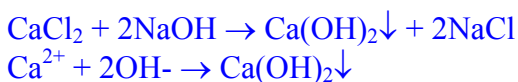
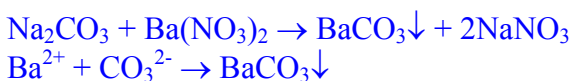
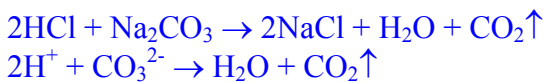
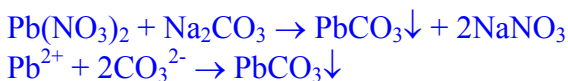
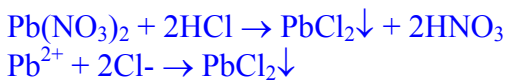
## ATBILŽU LAPA UN VĒRTĒŠANAS KRITĒRIJI

### 1. uzdevums – Vielu pierādīšana {20 punkti}

Nr.p.k.	Vielas nosaukums	Vielas formula	Neorganisko savienojumu klase
0. (piemērs)	Sērskābe	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Skābekli saturoša vairākvērtīga skābe
1.	Kalcija hlorīds	CaCl <sub>2</sub>	Normālais sāls
2.	Nātrija hidroksīds	NaOH	Šķīstošais hidroksīds (sārms)
3.	Nātrija hlorīds	NaCl	Normālais sāls
4.	Magnija sulfāts	MgSO <sub>4</sub>	Normālais sāls
5.	Svina(II) nitrāts	Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Normālais sāls
6.	Sālsskābe	HCl	Vienvērtīga skābekli nesaturoša skābe
7.	Nātrija karbonāts	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Normālais sāls
8.	Bārija nitrāts	Ba(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Normālais sāls

par katru atbildi 0,20 punkti, kopā 16 · 0,20 = 3,2 punkti





par katru molekulāro vienādojumu 0,25 punkti;  
par katru saīsināto jonu vienādojumu 0,25 punkti;  
KOPĀ – 30 · 0,2 = 6 punkti

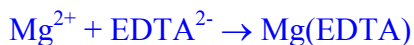
Teorētisko novērojumu tabula

	Kalcija hlorīds	Nātrija hidroksīds	Nātrija hlorīds	Magnija sulfāts	Svina(II) nitrāts	Sālsskābe	Nātrija karbonāts	Bārija nitrāts
Kalcija hlorīds		Veidojas baltas nogulsnes	-	Veidojas baltas nogulsnes (jāpagaida)	Veidojas baltas nogulsnes	-	Veidojas baltas nogulsnes	-
Nātrija hidroksīds	Veidojas baltas nogulsnes		-	Veidojas baltas nogulsnes	Veidojas baltas nogulsnes	Izdalās siltums, vizuālu pazīmju nav	-	vāji manāms duļķojums
Nātrija hlorīds	-	-		-	Veidojas baltas nogulsnes	-	-	-
Magnija sulfāts	Veidojas baltas nogulsnes (jāpagaida)	Veidojas baltas nogulsnes	-		Veidojas baltas nogulsnes	-	Veidojas baltas nogulsnes	Veidojas baltas nogulsnes
Svina(II) nitrāts	Veidojas baltas nogulsnes	Veidojas baltas nogulsnes	Veidojas baltas nogulsnes	Veidojas baltas nogulsnes		Veidojas baltas nogulsnes	Veidojas baltas nogulsnes	-
Sālsskābe	-	Izdalās siltums, vizuālu pazīmju nav	-	-	Veidojas baltas nogulsnes		Izdalās gāze (CO <sub>2</sub> ↑)	-
Nātrija karbonāts	Veidojas baltas nogulsnes	-	-	Veidojas baltas nogulsnes	Veidojas baltas nogulsnes	Izdalās gāze (CO <sub>2</sub> ↑)		Veidojas baltas nogulsnes
Bārija nitrāts	-	vāji manāms duļķojums	-	Veidojas baltas nogulsnes	-	-	Veidojas baltas nogulsnes	
par pareizi aizpildītu tabulu 2,8 punkti (arī par ½ tabulas, ja tā ir vienā pusē diagonālei)								
Pazīmes identificēšanai	4 nog.	3 nog. + siltums + duļķojums	1 nog.	5 nog.	6 nog.	1 nog. + gāze + siltums	4 nog. + gāze	2 nog.
Punkti par identificēšanu	1 p.	1 p.	1 p.	1 p.	1 p.	1 p.	1 p.	1 p.

Par praktisko novērojumu tabulas aizpildīšanu punkti netiek piešķirti. / KOPĀ 20 punkti /

## 2. uzdevums – Kristālhidrāta sastāva noteikšana ar kompleksonometrisko titrēšanu {10 punkti}

Titrēšanas reakcijas vienādojums:



1 punkts

Titrēšanā izlietotais EDTA šķīduma tilpums:

Nr.p.k.	V(sākuma), mL	V(beigu), mL	V(izlietotais), mL	Pareizi aprēķināts
1.				0,5
2.				0,5
3.				0,5
...				
		VIDĒJI	14,00	0,5 Kopā 2 punkti

Magnija sulfāta kristālhidrāta masa: 3,360 g (ja ierakstīta, tad 0,5 punkti)

**Optimālā iesvara masa 3-4 grami (titrēšanā tiek izlietoti 12-20 mL EDTA šķīduma, ja  $\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$  līdz  $\text{MgSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , ja mazāk, tad attiecīgi – vairāk)**

Precīzā EDTA šķīduma koncentrācija: 0,1000 mol / L (ja ierakstīta, tad 0,5 punkti)

Aprēķini:

$$n(\text{Mg}^{2+}) = n(\text{EDTA}) \cdot 10 = C \cdot V \cdot 10 = 0,1 \cdot 0,01400 \cdot 10 = 0,014 \text{ mol} \quad 0,5 \text{ punkti}$$

$$m(\text{MgSO}_4) = 1,4 \cdot 10^{-2} \cdot M(\text{MgSO}_4) = 1,4 \cdot 10^{-2} \cdot 120 = 1,68 \text{ g} \quad 0,5 \text{ punkti}$$

$$w(\text{MgSO}_4) = \frac{1,68}{3,36} = 0,5$$

$$0,5 = \frac{M(\text{MgSO}_4)}{M(\text{MgSO}_4) + x \cdot M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{120}{120 + 18 \cdot x}$$

$$120 = 60 + 9 \cdot x$$

$$x = 6,67$$

2 punkti

Par pareizu tiek uzskatīts arī cita veida risinājums, taču, lai saņemtu maksimālo punktu skaitu ir jābūt parādītai risinājuma gaitai.

Atbilde. Analizētā magnija sulfāta sastāvs atbilst ķīmiskajai formulai:  $\text{MgSO}_4 \cdot 6,67 \text{H}_2\text{O}$ .

Ja kļūda mazāka par 2,00 %, tad par precizitāti - 2 punkti

Ja kļūda robežās no 2,00 līdz 4,00 procentiem, tad par precizitāti – 1 punkts

Ja kļūda robežās no 4,00 līdz 6,00 procentiem, tad par precizitāti – 0,5 punkti

Ja kļūda lielāka par 6 % - 0 punkti

Ūdens satura noteikšanai kristālhidrātos var izmantot arī kristālhidrāta izkarsēšanu paaugstinātā temperatūrā (parasti virs 200°C), kur kristālhidrāts zaudē saistīto ūdeni.

1 punkts / KOPĀ 10 punkti /

**48. Latvijas skolēnu ķīmijas olimpiāde**  
**PRAKTISKAIS DARBS**  
 11.klase

- 1. uzdevums.** Ūdeņraža peroksīda satura kvantitatīva noteikšana  
**2. uzdevums.** Nezināmu cietu vielu identificēšana

***Ievērtībai!***

Tā kā 1.uzdevuma pilnīgai veikšanai sagatavotos paraugus nepieciešams izturēt 30 minūtes, rekomendējam sākt praktisko darbu ar 1.uzdevuma sagatavošanu.

Laiku izmantojiet lietderīgi un 30 minūtes varat darboties pie 2.uzdevuma izpildes.

Papildus 10 punktus var saņemt par labām, pareizām darba metodēm.

***1. uzdevums.*** Ūdeņraža peroksīda satura kvantitatīva noteikšana**TEORĒTISKAIS PAMATOJUMS.**

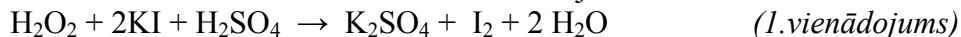
Veicot laboratorijas eksperimentus ūdeņraža peroksīdu atklāja zinātnieks Tenārs 1918.gadā. Sadaloties ūdeņraža peroksīdam  $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O} + \text{H}_2\text{O}$  izdalās skābeklis ar izteiktām oksidējošām īpašībām.

Aptiekās kā farmaceitisko preparātu (*Solutio Hydrogenii peroxydi diluta*) gatavo 2,7 –3,3 % ūdeņraža peroksīda šķīdumu, lieto kā antiseptiķi, kā arī grieztu brūču asiņošanas apturēšanai.

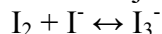
Ūdeņraža peroksīds oksidējoši iedarbojas arī uz daudzām organiskām vielām (piemēram, matiem, tekstilšķiedrām), ietilpst dažādos mazgājamos līdzekļos. Tāpēc frizētavās matu balināšanai izmanto ~ 6 % ūdeņraža peroksīda šķīdumu. Savukārt medību trofeju apstrādāšanai (piem., briežu ragu balināšanai) izmanto koncentrētāku ūdeņraža peroksīda šķīdumu, tas ir ~ 15 %.

Ūdeņraža peroksīds var reaģēt gan kā oksidētājs, gan kā reducētājs. Tieši titrēt ūdeņraža peroksīdu ar nātrija tiosulfātu nav iespējams, tādēļ izmanto aizvietotājtitrēšanu.

Vispirms skābā vidē pievienojot pārākumā KI šķīdumu pēc dotā vienādojuma ūdeņraža peroksīda daudzumu aizvieto ar stehiometrisku joda daudzumu:



Jods parastajos apstākļos ir viegli gaistošs, ūdenī jods šķīst maz, bet jodīdjona klātbūtnē šķīdība ievērojami palielinās, jo izveidojas trijodīdjoni  $\text{I}_3^-$ , taču vienkāršības labad reakciju vienādojumos var rakstīt joda molekulas.



Pēc tam jau titrē izdalīto joda daudzumu ar noteiktas koncentrācijas nātrija tiosulfāta šķīdumu. Jods oksidē tiosulfātjonu sastāvā esošo sēru un izveidojas tetracionāta jons:



Kā indikatoru jodometrijā izmanto cietes šķīdumu. Zilā krāsojuma rašanās ļauj konstatēt joda molekulas, ja to koncentrācija ir ap  $10^{-5}$  mol/L.



**DARBA GAITA:**

Analīzei saņem nezināmas koncentrācijas H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> šķīdumu Nr. ....

250 mL mērkolbā ar Mora pipeti pārnes 10,00 mL H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> šķīduma *Nr.* ..... un atšķaida ar destilētu ūdeni līdz atzīmei, rūpīgi samaisa.

Titrēšanai koniskajā kolbā iemēra ar Mora pipeti 20,00 mL atšķaidītā ūdeņraža peroksīda šķīduma. Nepārtraukti šķīdumu saskalinot ar pipeti pievieno 20 mL 10 % KI šķīduma un 10 mL 2 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Tūlīt pēc reaģentu pievienošanas hermētiski noslēdz konisko kolbu ar parafilmu, iztur 30 minūtes. Izdalīto jodu titrē ar nātrija tiosulfātu.

*(Pareizākus titrēšanas rezultātus iegūst, ja tiosulfātjonu šķīdumu pieliek pa pilienam un šķīdumu intensīvi maisa, neļaujot izveidoties lokālam reaģenta pārākumam).*

Izturēto šķīdumu titrē ar 0,1 mol/L Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> šķīdumu (pagriežot bīretes krānu ieregulē titranta pielikšanu pa pilieniem) līdz gaiši dzeltenai krāsai, aizgriež bīretes krānu, tad pievieno ar polietilēna pipetīti kā indikatoru ~ 1 mL 0,5 % cietes šķīdumu un titrē līdz šķīduma zilā krāsai mainās uz bezkrāsainu (nav redzami arī zilganie cietes graudiņi, uz kuriem absorbējies jods). Nolasa no bīretes izlietotā nātrija tiosulfāta tilpumu. Titrēšanu atkārti 3 reizes. (20 punkti)

$$V_1 = \dots \dots \dots \text{ mL}$$

$$V_2 = \dots \dots \dots \text{ mL}$$

$$V_3 = \dots \dots \dots \text{ mL}$$

$$V_{\text{vid}} = \dots \dots \dots \text{ mL}$$

1) uzrakstīt titrēšanas reakcijas vienādojumu joda reakcijai ar nātrija tiosulfātu;

(10 punkti)

2) pēc titrēšanas rezultātiem aprēķināt joda daudzumu (mmolos), kas reaģē ar nātrija tiosulfātu;

(20 punkti)

$$n_{\text{jodam}} = \dots \dots \dots \text{ mmol}$$

3) ņemot vērā, ka tika titrēts ūdeņraža peroksīdam stehiometrisks izdalītā joda daudzums pēc titrēšanas rezultātiem aprēķināt ūdeņraža peroksīda masu (gramos) 250 mL mērkolbā; ( $M_{\text{ūdeņraža peroksīds}} = 34,01 \text{ g/mol}$ )

Aprēķina formula ūdeņraža peroksīda masas izskaitļošanai un aprēķini:

**Rezultāts:**  $m_{\text{H}_2\text{O}_2} = \dots \dots \dots \text{ g}$  (paraugs Nr. ....) (30 punkti)

4) izskaitļot ūdeņraža peroksīda masas daļu (%) dotajā H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> šķīdumā *Nr.* .....  
(šķīduma blīvumu pieņemt par  $1 \text{ g/cm}^3$ )

**Rezultāts:**

H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> masas daļa (%)..... (paraugs Nr.....) (20 punkti)  
**2.uzdevums.** Nezināmu cietu vielu identificēšana

Darba vietā statīvā ir desmit numurētas mēģenes ar šādām cietām kristāliskām vielām:

<b>NaCl</b>	<b>CdSO<sub>4</sub></b>	<b>Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub></b>	<b>Ba(OH)<sub>2</sub></b>	<b>Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>
<b>BaCl<sub>2</sub></b>	<b>FeSO<sub>4</sub></b>	<b>KI</b>	<b>NaHCO<sub>3</sub></b>	<b>NH<sub>4</sub>SCN</b>

**Darba uzdevums.**

1. Izmantojot dotos 5 reaģentus, kā arī nezināmo vielu savstarpējās reakcijas noteikt 10 nezināmās vielas. (50 punkti)
2. Uzrakstīt visus iespējamās reakciju vienādojumus, kas ļauj noteikt nezināmās vielas, norādīt novērotos analītiskos signālus. (50 punkti)

Darba veikšanai ir dotas 10 tukšas mēģenes vielu šķīdināšanai, 10 polietilēna pipetītes, 1 stikla nūjiņa, vārglāze un strūklene, pilienu plate, kā arī piecas pudelītes ar šādiem reaģentiem:

**0,1 M AgNO<sub>3</sub>**

**0,6 M HCl**

**3% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>**

**0,1 M Na<sub>2</sub>S**

**0,1% Fenolftaleīns**

**Piezīme.**

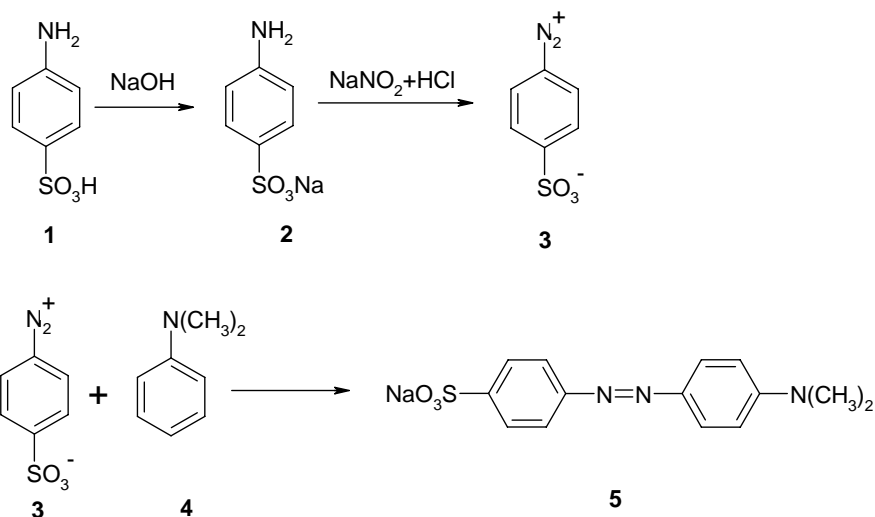
1. Izpildot laboratorijas darba uzdevumu ir jāveic pilienu reakcijas, kuras var izpildīt uz pilienu plates, uz filtrpapīra vai arī izmantot pulksteņstikliņu.
2. Atcerieties, ka ne visas reakcijas notiek uzreiz, dažām reakcijām ir vajadzīgs laiks, lai vizuāli varētu novērot analītisko signālu.
3. Kristalizācijas ūdens klātbūtne dažu vielu formulās nav parādīta, jo tā neietekmē doto vielu pierādīšanas reakcijas.

KOMPLEKTA NR. \_\_\_\_\_

Savienojums	Mēģenes Nr.	Savienojums	Mēģenes Nr.	Savienojums	Mēģenes Nr.
<b>NaCl</b>	_____	<b>Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub></b>	_____	<b>NaHCO<sub>3</sub></b>	_____
<b>BaCl<sub>2</sub></b>	_____	<b>KI</b>	_____	<b>Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	_____
<b>CdSO<sub>4</sub></b>	_____	<b>Ba(OH)<sub>2</sub></b>	_____	<b>NH<sub>4</sub>SCN</b>	_____
<b>FeSO<sub>4</sub></b>	_____				

**Uzrakstiet doto vielu pierādīšanas reakciju vienādojumus!** (50 punkti)

Vielā	Pierādīšanas reakciju vienādojumi	Novērotais signāls
<b>NaCl</b>		
<b>BaCl<sub>2</sub></b>		
<b>CdSO<sub>4</sub></b>		
<b>FeSO<sub>4</sub></b>		
<b>Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub></b>		
<b>KI</b>		
<b>Ba(OH)<sub>2</sub></b>		
<b>NaHCO<sub>3</sub></b>		
<b>Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>		
<b>NH<sub>4</sub>SCN</b>		

**Praktiskā daļa**Indikatora **metiloranža (5)** sintēze**Sintēzes apraksts**

Pagatavo trīs šķīdumus.

Šķīdums **A**: Koniskajā kolbā vai vārglāzē ielej 10 ml 2M nātrija hidroksīda šķīduma un izšķīdina tajā 4 g sulfanilskābes (**1**).

Šķīdums **B**: Koniskajā kolbā vai vārglāzē ielej 20 ml atšķaidītas (aptuveni 2 M) sālskābes un izšķīdina tajā 2,4 g N,N-dimetilanilīna ( $\rho = 0,956 \text{ g/cm}^3$ ) (**4**).

2M HCl šķīdumu pirms tam pagatavo, atšķaidot koncentrētu sālskābi (apm. 36%-īga,  $\rho = 1,18 \text{ g/cm}^3$ ).

Šķīdums **C**: Izšķīdina 1,6 g nātrija nitrīta 20 ml destilēta ūdens.

Nātrija nitrīta šķīdumu (**C**) pievieno pie sulfanilskābes šķīduma (**A**). Iegūto maisījumu atdzesē ledus vannā līdz  $0 + 5^\circ\text{C}$  un maisot pievieno 10 ml 2M sālskābes. Veidojas diazonija sāls **3**, kurš reizēm izgulsnējas, bet tas netraucē reakcijas norisi. N,N-dimetilanilīna sālskābes šķīdumu (**B**) arī atdzesē zem  $+5^\circ\text{C}$  un maisot ielej diazonija sāls **3** šķīdumā. Pēc 5-10 min izveidojas sarkana, bieza pasta. Tai pievieno 2M NaOH šķīdumu līdz bāziskai reakcijai (20-22 ml) un uzsilda līdz  $90^\circ\text{C}$ . Pēc tam maisījumu atdzesē ledus vannā.

Pēc neilga laika sāk izgulsnēties krāsvielas nātrija sāls **5** oranži brūnu kristālu veidā.

Pēc kristalizācijas beigām nogulsnes atfiltrē un pārkristalizē no ūdens (aptuveni 60 ml). Kad metiloranžs **5** izkristalizēties (10-15 min), to atfiltrē un žāvē uz filtrpapīra. Iegūto produktu nosver un aprēķina reakcijas iznākumu.

Pārbauda metiloranža **indikatora īpašības**.

Divās mēģenēs ielieti bezkrāsaini šķīdumi. Izmantojot iegūto indikatoru, nosakiet, kurš no tiem ir bāzisks, kurš skābs.

Vai varat izskaidrot metiloranža krāsu maiņu atkarībā no vides pH?

Šifrs \_\_\_\_\_

**Protokols**

1	<i>Aprēķini</i>	Vērtējums	
		Punkti	Max
			10
2	Darba gaita, darba tehnika, darba kultūra <i>Novērojumi.</i>		10
3	Produkta iznākums: masa - % no teorētiskā –		5
4	Analīzes rezultāti		5
<b>Kopā punkti</b>			30