

V Ķīmiķu dārzs (2025)

11. – 12. klase

2. kāрта

Uzdevumu komplekts

Risinot uzdevumus, lūdzam ievērot:

- uzdevumu risināšanas laiks ir **no 11.00 līdz 15.30**;
- olimpiādes laikā atļauts izmantot tikai šajā komplektā iekļautās ķīmisko elementu periodiskās tabulas, savienojumu šķīdības tabulas un formulu lapas;
- olimpiādes laikā atļauts izmantot rakstāmpiederumus un kalkulatorus, kā arī komandas locekļiem sazināties savā starpā. Jebkādu citu palīglīdzekļu lietošana vai saziņa ar ārpus komandas esošām personām nav atļauta;
- visas atbildes un risinājumus rakstīt tam paredzētajās vietās atbilžu lapās. **Nepareizajā vietā norādītas atbildes vai risinājumi netiks vērtēti**;
- ja kāda uzdevuma atbildēm vai risinājumam nepieciešama papildus vieta, to rakstīt uz atsevišķas lapas, skaidri norādot komandas kodu, risinātā uzdevuma numuru un apakšpunktu numurus;
- vietās, kur tas prasīts, norādīt pilnu risinājuma gaitu, nevis tikai atbildi;
- ja uzdevumā nav norādīts citādi, hlora atommasu pieņemt kā 35,5, visu pārējo elementu atommasas noapaļot līdz tuvākajam veselajam skaitlim;
- ja uzdevumā nav norādīts citādi, pieņemt, ka visas reakcijas norisinās kvantitatīvi (pilnībā), visas nogulsnes izkrīt pilnībā un nesatur šķīdinātāja paliekas un visu gāzu tilpumi doti normālos apstākļos (n.a.: 1 atm, 0 °C).

Jums tiek piedāvāti uzdevumi piecās kategorijās – neorganiskā ķīmija (N), organiskā ķīmija (O), analītiskā ķīmija (A), fizikālā ķīmija (F), vispārīgā ķīmija (V); eksperimentālais uzdevums (E) būs pieejams norādītajā laika intervālā. Šajā komplektā ir 9 uzdevumi (neskaitot eksperimentālo), 23 lappuses ar uzdevumiem un 19 atbilžu lapas. Lūdzu, pārbaudiet, vai esat saņēmuši pilnu komplektu, un uzrakstiet komandas kodu uz katras atbilžu lapas!

Visticamāk, jūs dotajā laikā neizpildīsiet visus uzdevumus perfekti. Tādēļ atcerieties strādāt komandā, sadalīt darbu un koncentrēties uz tiem uzdevumiem, ko jūs varat izpildīt.

Vēlam veiksmi!



V Kīmīķu dārzs

11.–12. klase

2. kārtā

Neorganiskā ķīmija (27%)

N1. Sulfīds, kas gribēja būt metāls (13 punkti)

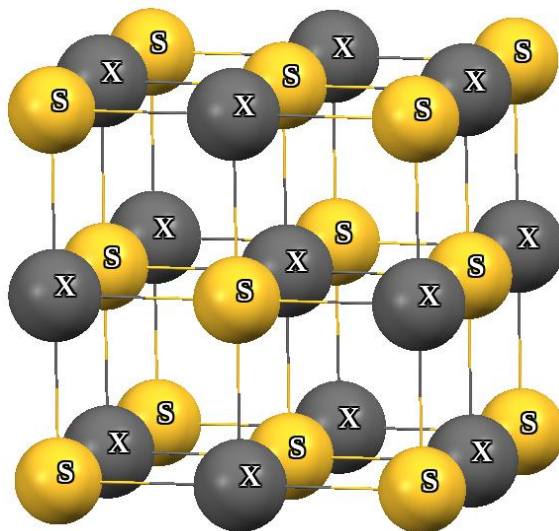
Pastāv vairākas īpašības, kas ir kopīgas visiem metāliem cietā agregātstāvoklī:

- spīdīga virsma;
- velmējamība (tos var deformēt nesalaužot);
- siltumvadītspēja;
- elektrovadītspēja.

N1.1. Izmantojot zināšanas par metālu kristālisko struktūru, pamatojiet, kāpēc tie labi vada elektrisko strāvu. (2 punkti)

Tomēr iepriekš nosauktās īpašības var novērot ne tikai metālos. Tālāk apskatīsim kādu piemēru.

Elementam **X** ir zināmi vairāki sulfīdi. Sulfīdā **A** elements **X** ieņem tam raksturīgāko oksidēšanās pakāpi. Savukārt cits **X** sulfīds **B** ir zeltainas krāsas cieta viela ar metālisku spīdumu un augstu elektrovadītspēju. Tā kristāliskā struktūra attēlota zemāk:



Elementāršūna ir kubiska ar režģa parametru (malas garumu) $a = 5,19 \text{ \AA}$ ($1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$). Savienojuma **B** blīvums ir $3,66 \text{ g/cm}^3$.

N1.2. Nosakiet elementu **X**, uzrakstiet **A** un **B** ķīmiskās formulas. (3 punkti)



V Ķīmiku dārzs

11.–12. klase

2. kārtā

N1.3. Piedāvājiet pamatojumu, kāpēc **B** piemīt metāliem līdzīgas īpašības. (2 punkti)

Pastāv arī virkne **X** sulfīdu ar jauktām oksidēšanās pakāpēm. To kristāliskās struktūras iegūst, no **B** struktūras noņemot daļu **X** atomu. Kā vienkāršāko piemēru varam aplūkot jaukto sulfīdu **C**, kura blīvums ir $3,12 \text{ g/cm}^3$ (pieņemiet, ka režģa parametrs ir tāds pats kā **B** struktūrā).

N1.4. Aprēķiniet **C** empīrisko formulu. Kāda ir **X** vidējā oksidēšanās pakāpe šajā savienojumā? (3 punkti)

N1.5. Uzzīmējiet **C** elementāršūnu, skaidri parādot, kurā/-s vietā/-s ir iztrūkstoši **X** atomi salīdzinājumā ar **B** struktūru. *Padoms: atcerieties, ka elementāršūna ir mazākā vienība, kuru atkārtojot visos virzienos, iegūst kristālu!* (3 punkti)



V Ķīmiķu dārzs

11.–12. klase

2. kārtā

N2. Olava mistērija (29 punkti)

Reiz kāds ķīmiķis vārdā Olavs pieteicās ķīmijas kursiem, kuros mācīja ne tikai teorētiskās zināšanās, bet arī praktiskās. Kādu dienu praktiskajā nodarbībā viņam izsniedza divus analītiski tīrus šķīdumus hermētiski noslēgtos traukos – vielu **X** un vielu **Y**. Zināms, ka abas ir superskābes, tas ir, īpaši spēcīgas skābes, kuras ir spēcīgākas par sērskābi. Abas skābes ir vienvērtīgas. Olava uzdevums bija noskaidrot, kas ir šīs mistiskās skābes!

X sastāvā ir tikai nemetāli, turklāt skābes veidotajā anjonā ir 5 atomi, no kuriem 4 ir identiski. Šī skābe, atšķirībā no daudzām citām superskābēm, tik viegli nehidrolizējās, tāpēc to bija iespējams titrēt. Lai neitralizētu 1,00 g **X**, Olavs patērēja 22,73 mL KOH šķīduma ar koncentrāciju 0,5 mol/L.

N2.1. Aprēķiniet skābes **X** molmasu! (2 punkti)

Tomēr **X** hidrolīzi bija iespējams panākt, vārot koncentrētā KOH šķīdumā. Pēc pilnīgas hidrolīzes šķīduma pH izmainīja līdz neitrālam un šķīdumu sadalīja divās daļās. Pirmajai daļai pievienojot LiNO₃ šķīdumu, novēroja nogulšņu **A** rašanos. Savukārt otrai daļai pievienoja koncentrētu HCl. No šī šķīduma izgulsnējās bezkrāsaina ūdenī grūti šķīstoša viela **B**, kuru ievietojot liesmā, novēro izteikti zaļu krāsojumu.

N2.2. Kas ir skābe **X**? Uzrakstiet ķīmisko formulu! (2 punkti)

N2.3. Uzrakstiet reakciju vienādojumus **X** hidrolīzei un **B** izgulsnēšanai! (3 punkti)

Y sastāvā bija četri dažādi nemetāli, no kuriem viens bija ūdeņradis. Zinot, ka **Y** var hidrolizēties, Olavs 1,00 g **Y** lēnām pievienoja 50 mL dejonizēta ūdens. Pēc hidrolīzes viņš iegūtajam šķīdumam pievienoja KOH šķīdumu līdz neitrālam pH. Pēc tam šķīdumu sadalīja trīs vienādās daļās.

Pirmajai daļai viņš pievienoja koncentrētu LiNO₃ šķīdumu pārākumā, izveidojās baltas nogulsnes **A** (masa 0,087 g). Otrajai daļai viņš pievienoja AgNO₃ šķīdumu pārākumā, iegūstot baltas nogulsnes **C** (masa 1,04 g). Trešajai daļai pievienoja Ca(NO₃)₂ ūdens šķīdumu pārākumā, radās baltas nogulsnes **D** un **E** (kopējā masa 0,583 g). Tālākas analīzes rezultātā varēja noteikt, ka **D** satur tādu pašu anjonu kā **A**, savukārt **E** – tādu pašu anjonu kā **C**.

N2.4. Atšifrējiet vielu **A–E** ķīmiskās formulas! (5 punkti)

N2.5. Kas ir skābe **Y**? Uzrakstiet ķīmisko formulu! (2 punkti)

N2.6. Uzrakstiet vienādojumus visām **Y** analīzes gaitā notikušajām reakcijām (**Y** hidrolīzes, neitralizēšanas un izgulsnēšanas)! (10,5 punkti)



V Ķīmiku dārzs

11.–12. klase

2. kārtā

N2.7. Uzzīmējiet skābju **X** un **Y** anjonu Luisa struktūras! (3 punkti)

N2.8. Piedāvājiēt vienu iegūšanas veidu vienai (pēc jūsu izvēles) no Olava superskābēm! (1,5 punkti)



V Ķīmiku dārzs

11.–12. klase

2. kārtā

N3. Sarkanais vēršis labirintā (30,5 punkti)

Redoksreakcijas var iedalīt vairākās apakškategorijs – piemēram, disproporcionēšanās (izejvielās kāds elements ir vienā oksidēšanās pakāpē, bet produktos divās dažādās), komproporcionēšanās (pretējais disproporcionēšanās reakcijai) utt. Šajā uzdevumā runāsim par *iekšmolekulārām* un *starpmolekulārām* redoksreakcijām.

Vispirms apskatīsim reakciju, ko mēdz izmantot tenisa bumbiņu iegūšanai. Pirms tenisa bumbiņas puslodes salīmē kopā, tajā ievieto mazliet sāli **A** un sāli **B**. Starp tiem notiek apmaiņas reakcija, kurā veidojas NaCl un sāls **C**. 60 °C temperatūrā **C** termiski sadalās – notiek iekšmolekulāra komproporcionēšanās reakcija, kurā rodas gāze **D** un ūdens. 0,0290 moliem **C** sadaloties, veidojās 0,813 gramu gāzes **D**. Bumbiņu (ar diametru 6,5 cm) atdzesēja līdz 25 °C temperatūrai un noteica, ka tās iekšienē bija 5,0 bar liels spiediens.

N3.1. Aprēķiniet gāzes **D** molmasu un izdariet minējumu, kāda gāze tā varētu būt (uzrakstiet ķīmisko formulu)! *Padoms:* $V_{\text{odei}} = 4\pi r^3/3$ (3 punkti)

N3.2. Uzrakstiet vienādojumus **C** sadalīšanās reakcijai un reakcijai starp **A** un **B**! (3 punkti)

Mēģinot iegūt savienojumus, kas satur gan labu oksidētāju, gan labu reducētāju, bieži sintēze neizdosies. Piemēram, dzelzs(II) permanganāts neeksistē, jo MnO_4^- jons oksidētu Fe^{2+} jonu par Fe^{3+} . Citos gadījumos var novērot, ka oksidētāju un reducētāju saturošs savienojums istabas temperatūrā ir stabils, bet, paaugstinot temperatūru, notiek iekšmolekulāra redoksreakcija un savienojums sadalās; viens piemērs ir jau minētais sāls **C**.

N3.3. Miniēt divus iemeslus, kāpēc iekšmolekulāras redoksreakcijas var nenotikt istabas temperatūrā, bet kļūt iespējamās paaugstinātā temperatūrā! (2 punkti)

N3.4. Nosauciet vēl kādu piemēru savienojumam, kurš istabas temperatūrā ir stabils, bet augstākā temperatūrā sadalās, notiekot redoksreakcijai! (1 punkts)

Kādu baltu sāli **E** apstrādāja ar šķidru, brūnīgi sarkanu halogēnu **F**, gribot iegūt sāli **G**, bet sintēze neizdevās (reakcija nenotika). **E** katjons ir kāds metāls, bet anjons satur to pašu elementu, ko **F**. Anjona masas daļa savienojumā **E** ir 43,6%. Vēlamajam produktam **G** ir analogisks savienojums **H**, kuru patiešām var iegūt no balta sāls **I** un gāzveida dzeltenzaļgana halogēna **J**. Molmasu attiecība $M(\text{G}) / M(\text{H}) = 1,51$.

N3.5. Atšifrējiet vielu **E–J** ķīmiskās formulas! (6 punkti)

N3.6. Izskaidrojiet, kāpēc savienojums **G** nepastāv, bet **H** pastāv! (2 punkti)



V Ķīmiku dārzs

11.–12. klase

2. kārts

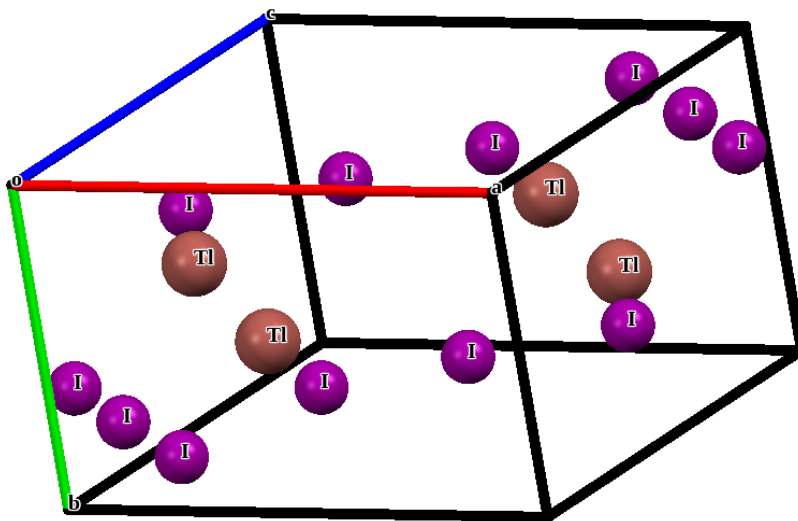
Reiz tika sintezēta virkne tallija trihalogenīdu: TlF_3 , TlCl_3 , TlBr_3 un TlI_3 . Tallijs ar oksidēšanās pakāpi +3 ir spēcīgs oksidētājs. Piemēram, $\text{Tl}(\text{NO}_3)_3$ ūdens šķīdumā var oksidēt sulfīdjonus par sēru, tallija oksidēšanās pakāpei samazinoties līdz +1. Tallija savienojumus nereti sastop arī organiskajā ķīmijā – tallija(III) triflāts ir reaģents t.s. Mizoroki-Heka reakcijā, tallija(III) nitrātu izmanto kā oksidētāju fenolu atvasinājumu iegūšanā u.c.

Tallija trifluorīdu TlF_3 var iegūt no metāliska tallija. Sākumā metālisks tallijs tiek izšķīdināts sērskābē, iegūstot sāli **K**. Pievienojot $\text{Ba}(\text{OH})_2$ šķīdumu, rodas baltas nogulsnes un dzeltenīgs šķīdums, kas satur **L**. Nogulsnes nofiltrē; filtrātā esošais **L** reaģē ar atšķaidītu slāpekļskābi, iegūstot **M**. Vielu **M** apstrādājot ar KOH šķīdumu un gāzveida hloru, iegūst talliju saturošu oksīdu **N**. Šis oksīds 300°C temperatūrā reaģē ar SF_4 un veido tallija trifluorīdu.

N3.7. Atšifrējiet vielu **K–N** ķīmiskās formulas! (4 punkti)

N3.8. Uzrakstiet visu iepriekšējā rindkopā (par TlF_3 iegūšanu) minēto reakciju vienādojumus! (7,5 punkti)

Tallija trihlorīds un tribromīds jau 40°C temperatūrā sadalās par tallija(I) hlorīdu vai bromīdu un attiecīgo halogēnu. Toties TlI_3 šādā temperatūrā neveido tallija(I) jodīdu. TlI_3 arī vairākas citas ķīmiskās īpašības (kristāliskā struktūra – sk. attēlu zemāk, reaģētspēja u.c.) ir ievērojami atšķirīgas no TlBr_3 un TlCl_3 .



N3.9. Piedāvājiat skaidrojumu, kāpēc TlI_3 atšķiras no citiem tallija trihalogenīdiem! (2 punkti)



V Ķīmiku dārzs

11.–12. klase

2. kārtā

Analītiskā ķīmija (10%)

A1. Ignata buferi (26 punkti)

Buferšķīdumi ir šķīdumi, kas sastāv no konjugēta vājas bāzes un vājas skābes pāra. Par kādas bāzes A^- konjugēto skābi sauc skābi HA, ko iegūst, attiecīgajai bāzei pievienojot H^+ jonu. Piemēram, CH_3COOH ir CH_3COO^- konjugētā skābe, tāpēc etiķskābes un nātrija acetāta šķīdums ir buferšķīdums.

Šādu šķīdumu pH aprēķināšanai izmanto Hendersona-Haselbaha vienādojumu:

$$pH = pK_a + \lg \frac{[A^-]}{[HA]}$$

kur pK_a ir skābes disociācijas konstantes negatīvais decimāllogaritms ($-\lg K_a$) un $\frac{[A^-]}{[HA]}$ ir bāzes un tās konjugētās skābes koncentrāciju attiecība.

Mazais Ignats bioloģijas stundā klausījās par buferšķīdumiem, to dažādību un plašo pielietojumu. Tas viņu ieinteresēja tikt pie saviem buferiem. Lai Ignats varētu pagatavot buferšķīdumus, viņam draugs iedeva divas nezināmas skābes un divas nezināmas bāzes:

S1: Skābe **S1** ir bieži sastopama fermentētos, raudzētos produktos un piedalās svarīgos bioķīmiskos procesos gan dzīvniekos, gan baktērijās. Šīs skābes triviālais nosaukums ir cēlies no balta šķidrums (istabas temperatūrā), ko ekstrahē no govīm. Skābes molmasa ir 90 g/mol.

Lai noteiktu šīs skābes pK_a , Ignats pagatavoja 10,0% (pēc masas daļas) **S1** šķīdumu, kuram izmērīja blīvumu (1,0199 g/ml) un pH (1,905).

*A1.1. Norādiet (pēc izvēles) skābes **S1** vai nu triviālo, vai IUPAC nosaukumu! (1 punkts)*

*A1.2. Kāds ir skābes **S1** pK_a ? Norādiet ar diviem cipariem aiz komata! Ja šo jautājumu neizdodas atrisināt, tālākos aprēķinus varat pieņemt, ka $pK_a(\mathbf{S1}) = 2,37$. (3 punkti)*

S2: Stipra ($pK_a < 1$) skābe **S2** sastāv no diviem atomiem. Viena elementa nosaukums ir veidots no grieķu valodas par godu tā dzeltenai zaļajai krāsai. Otrs elements nosaukts pēc tā, ka sadegot tas veido ūdeni.

*A1.3. Kāda ir skābes **S2** ķīmiskā formula? (1 punkts)*



V Ķīmiku dārzs

11.–12. klase

2. kārtā

B1: Bāze **B1** ir sārmu metāla hidroksīds (stipra bāze), kuru lieto tīrīšanas līdzekļos. Šīs bāzes katjoni liesmu krāso izteikti dzeltenu.

A1.4. Kāda ir bāzes **B1** ķīmiskā formula? (1 punkts)

B2: Bāze **B2** ir trīsvērtīga, fosforu saturoša bāze, kas satur to pašu katjonu, ko bāze **B1**. Bāzei **B2** radniecīgus savienojumus plaši izmanto kā minerālmēslus.

A1.5. Kāda ir bāzes **B2** ķīmiskā formula? (1 punkts)

A1.6. Kāda ir **B2** konjugētās skābes ķīmiskā formula? (1 punkts)

Lai noteiktu **B2** konjugētās skābes pK_a vērtības, Ignats pagatavoja 100 mL bāzes šķīduma, 10,0 g **B2** izšķīdinot ūdenī. Šī šķīduma pH ir 13,09. Lai gan **B2** ir trīsvērtīga bāze, tās disociācijas konstantes ir gana atšķirīgas viena no otras, lai varētu pieņemt, ka šķīduma pH nosaka tikai **B2** un tās konjugētā skābe.

A1.7. Kāda ir **B2** konjugētās skābes pK_a vērtība? (Aprēķinātā vērtība var nesakrist ar skābes reālo pK_a .) Atbildi dot ar 2 cipariem aiz komata. Ja šo jautājumu neizdodas atrisināt, tālākos aprēķinos varat pieņemt, ka $pK_a(\text{B2 konjugētā skābe}) = 9,37$. (3 punkti)

Ticis galā ar skābju un bāzu identificēšanu, mazais Ignats beidzot varēja ķerties pie buferšķīdumiem. Buferšķīdumu pagatavošanai Ignats izmantoja iepriekš iegūtos **S1** un **B2** šķīdumus, kā arī pagatavoja 1,00 mol/L **S2** šķīdumu un 40 g/L **B1** šķīdumu. Tos sajauc dotajās attiecībās:

Buferšķīdums 1: 150 mL skābes **S1** šķīduma un 85 mL bāzes **B1** šķīduma

Buferšķīdums 2: 75 mL skābes **S2** šķīduma un 164 mL bāzes **B2** šķīduma

Stiprā bāze **B1** pilnībā izreaģēja ar skābi **S1**, bet stiprā skābe **S2** – ar bāzi **B2**. Rezultātā buferšķīdums 1 saturēja **S1** un tās konjugēto bāzi, savukārt buferšķīdums 2 saturēja **B2** un tās konjugēto skābi.

A1.8. Aprēķiniet katra buferšķīduma pH! Ja nenoteicāt bāzi **B1**, pieņemiet, ka tās molmasa ir 40 g/mol. (6 punkti)

A1.9. Vai, sajaucot **S2** un **B1** šķīdumus, iegūtu buferšķīdumu? Kāpēc / kāpēc ne? (2 punkti)

Svarīgākā buferšķīdumu īpašība ir stabilitāte pret pH izmaiņām. Lai novērtētu šo īpašību saviem buferšķīdumiem, Ignats katru no tiem sadalīja divās vienādās daļās. Vienai daļai pievienoja 0,010 mol stipras skābes, otrai – 0,010 mol stipras bāzes.



V Ķīmiku dārzs

11.–12. klase

2. kārtā

A1.10. Aprēķiniet katra buferšķīduma pH izmaiņu (ΔpH) pēc skābes pievienošanas un pēc bāzes pievienošanas! Pieņemiet, ka šķīduma tilpums neizmainās. Ievērojiet izmaiņas virzienu – ja pH samazinās, tabulā norādiet negatīvu skaitli. *Tīrrakstā tabulu aizpildiet atbilžu lapā! (6 punkti)*

	ΔpH pēc skābes	ΔpH pēc bāzes
Buferšķīdums 1		
Buferšķīdums 2		

A1.11. Kur ikdienā var sastapties ar buferšķīdumiem? Nosauciet vienu piemēru. *(1 punkts)*



V Ķīmiku dārzs

11.–12. klase

2. kārtā

Organiskā ķīmija (18%)

O1. Kūst uz mēles karameles (22,5 punkti)

Hidroksimetilfurfurals jeb HMF ir viela, kas laika gaitā dabīgi rodas pārtikas produktos un arī cukura karamelizācijas procesā.

O1.1. Pieredzējuši ķīmiķi bieži vien spēj saprast savienojumu struktūras pēc to nosaukumiem. HMF nosaukums pēc IUPAC nomenklatūras ir 5-(hidroksimetil)furān-2-karbaldehīds. Katrai nosaukuma sastāvdaļai apvelciet (*tīrrakstā atbilžu lapā!*) atbilstošo molekulas fragmentu, uz ko tā attiecas. (4 punkti)

Fragmenta nosaukums	Fragmenti molekulā
hidroksi-	
-metil-	
furān-	
karbaldehīds	

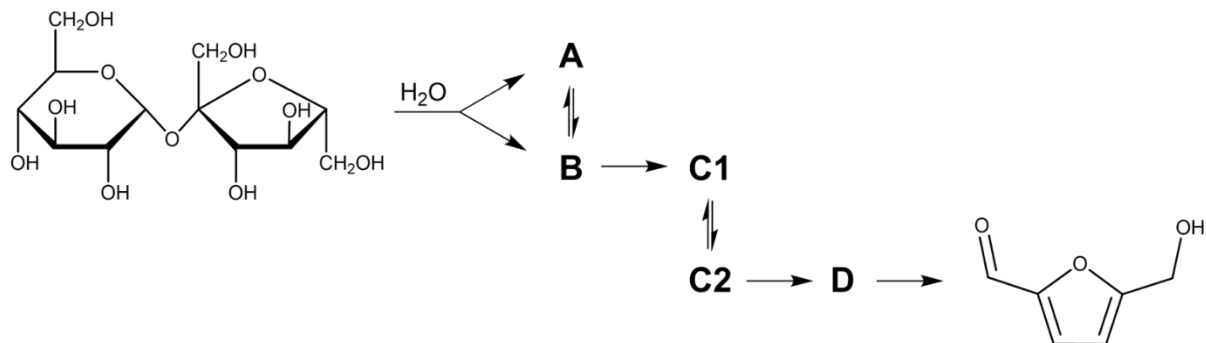
Zemāk parādīta shēma HMF iegūšanai no saharozes. Saharozes hidrolīzē veidojas vielas **A** un **B**, starp kurām notiek izomerizācija caur cikla atvēršanos. **C1** pēc izveidošanās uzreiz tautomerizējas uz savu stabilāko formu **C2**, kas satur aldehīda funkcionālo grupu. Savienojumā **D** ir konjugētas dubultās saites. Soļos **B** → **C1**, **C2** → **D** un **D** → **HMF** notiek viena un tā paša veida reakcija; to veicina paaugstināta temperatūra un skābi apstākļi.



V Kīmiku dārzs

11.–12. klase

2. kārtā



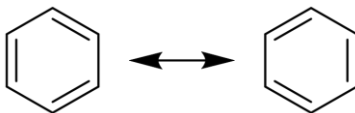
01.2. Kā sauc reakcijas veidu, kas notiek soļos **B** → **C1**, **C2** → **D** un **D** → **HMF**? (2 punkti)

- Aizvietošanās
- Dimerizēšanās
- Oksidēšanās
- Fragmentēšanās
- Eliminēšanās
- Reducēšanās

01.3. Uzzīmējiet vielu **A**, **B**, **C1**, **C2** un **D** struktūras! Stereoķīmiju norādīt nav nepieciešams. (10 punkti)

01.4. Uzzīmējiet vēl kādu (bez shēmā parādītās) HMF rezonanses formu, kurā visiem elementiem izpildās okteta likums! (2 punkti)

Vislabāk zināmais aromātiskais savienojums ir benzols. Tam izpildās viens no vairākiem aromātiskuma nosacījumiem – ir iespējama rezonanse.



01.5. Atzīmējiet visus patiesos apgalvojumus: (2 punkti)

- Visi aromātiskie savienojumi ir cikliski
- Visos aromātiskos savienojumos ir $4n$ π -elektroni, kur n – vesels skaitlis
- Visos aromātiskos savienojumos ir $4n+2$ π -elektroni, kur n – vesels skaitlis
- HMF ir aromātisks savienojums
- Saharoze ir aromātisks savienojums
- Aromātiski savienojumi parasti ir stabili



V Ķīmiku dārzs

11.–12. klase

2. kāрта

Ol.6. Atzīmējiet visas vielas, ar kurām HMF reaģētu. (2,5 punkti)

- $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ sērskābes šķīdumā
- CH_3COOH sērskābes šķīdumā
- CrO_3 piridīna šķīdumā
- NaBH_4
- H_2 ar Pd katalizatoru
- NH_2OH
- Acetons bāzes klātienē



V Ķīmiku dārzs

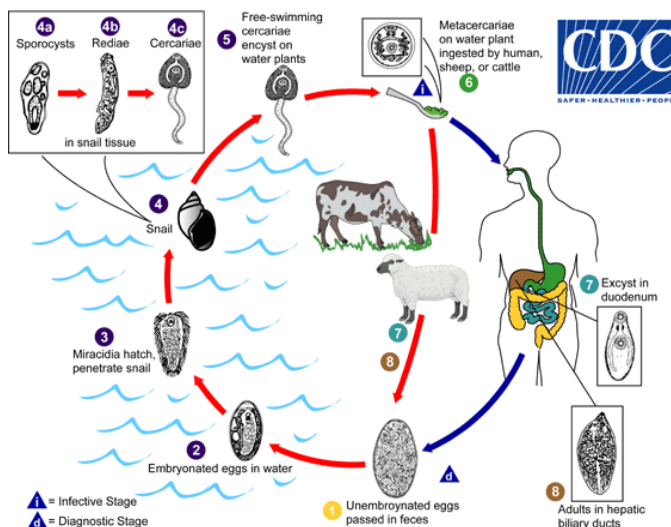
11.–12. klase

2. kārtā

O2. Organika pret Šaihuludu (27 punkti)

Triklabendazols ir zāles, ko lieto fasciolozes ārstēšanai. Fascioloze ir invāzijas slimība, ko ierosina plakantārpu tipa sūcējtārpu klases parazīts – *aknu fasciola*. Latvijā aknu fasciolas ļoti izplatītas govīm un aitām. Tās parazitē dzīvnieku, atsevišķos gadījumos cilvēku aknu žultsvados, retāk plaušās. Parazīta olas no invadētā dzīvnieka vai cilvēka aknām ar žulti nokļūst zarnās un tālāk ar izkārnījumiem izdalās ārējā vidē.

Triklabendazols ir benzimidazola prettārpu līdzekļu pārstāvis. Šīs klases medikamenti saistās ar enzīmu beta-tubulīnu, novēršot mikrotubulu polimerizāciju, kas tālāk noved pie parazītu bojāejas vai apdullināšanas, kas rezultējas ar to izvadīšanu no organisma.



Aknu fasciolas dzīves cikls.

Triklabendazols ir sintezējams pēc zemāk dotās shēmas.

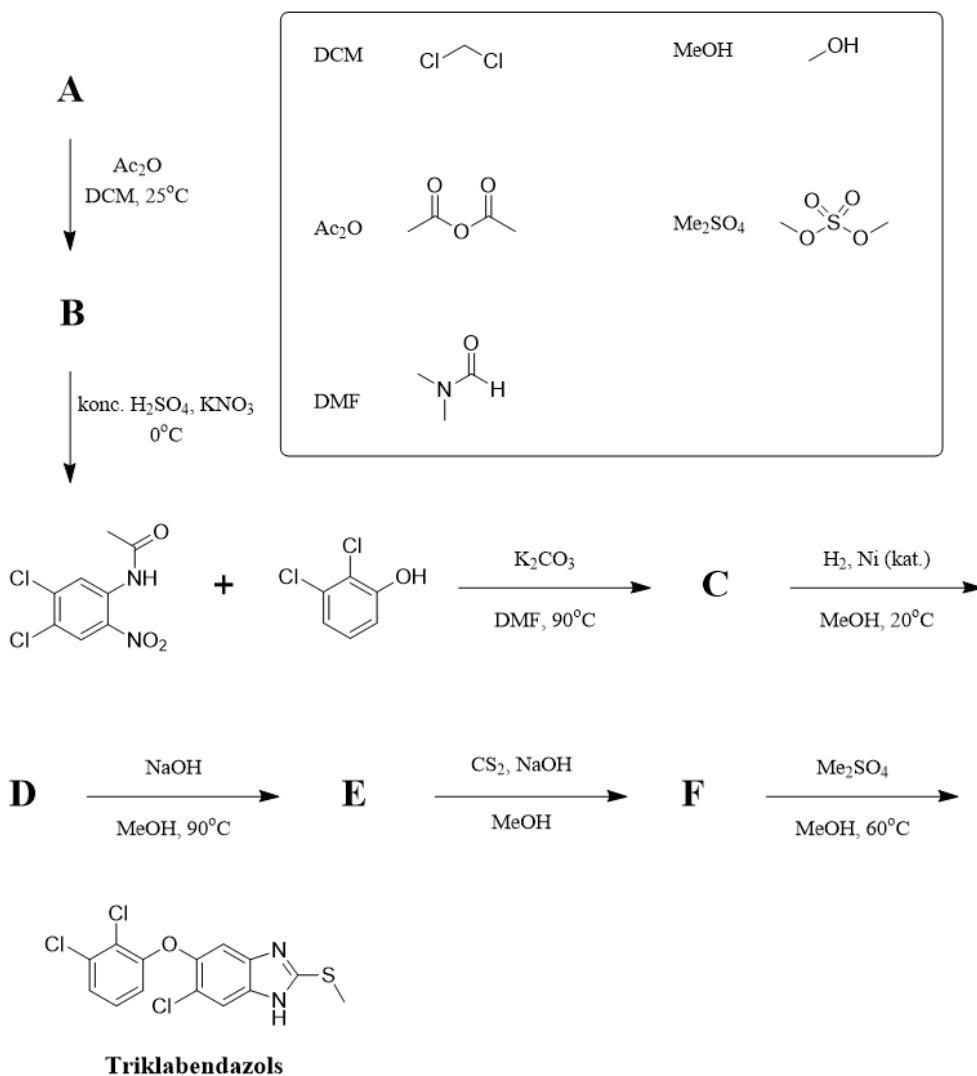
Aromātisku savienojumu **A** apstrādājot ar etiķskābes anhidrīdu, veidojas **B**, kurai pazeminātā temperatūrā pievienojot koncentrētu sērskābi un kālija nitrātu, iegūst shēmā parādīto būvbloku. Tālāk reakcijā ar 2,3-dihlorfenolu veidojas **C**, kuru hidrogenējot niķeļa katalizatora klātienē rodas **D**. Deacilējot **D** ar NaOH šķīdumu metanolā, iegūst savienojumu **E**, kurā oglekļa masas daļa ir 47,4%. Tālāk viela **E** reaģē ar CS₂ bāziskā vidē. Pēc paskābināšanas rodas **F**, kuram pievienojot dimetilsulfātu, iegūst gala produktu triklabendazolu.



V Ķīmiku dārzs

11.–12. klase

2. kārtā



O2.1. Atšifrējiet vielu A–F struktūras! (12 punkti)

O2.2. Uzzīmējiet reakcijas mehānismu solim no A uz B! (3 punkti)

O2.3. Uzzīmējiet reakcijas mehānismu reakcijai, kurā B reaģē ar H_2SO_4 un KNO_3 ! (3 punkti)

O2.4. Piedāvāji, kādu vēl reaģentu/-s varētu izmantot H_2 un Ni vietā pārvērtībai no C uz D! (1 punkts)

O2.5. Dihlormetāns ir organiskajā sintēzē bieži izmantots šķīdinātājs, bet to parasti neiegūst tiešā veidā no naftas produktiem. Piedāvāji vienu veidu (reakciju), kā to varētu iegūt no naftā esošām vielām! (1,5 punkti)



V Ķīmiku dārzs

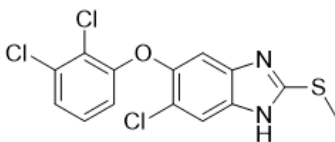
11.–12. klase

2. kārtā

O2.6. Atzīmējiet visus pareizos apgalvojumus par triklabendazola sintēzi! (1,5 punkti)

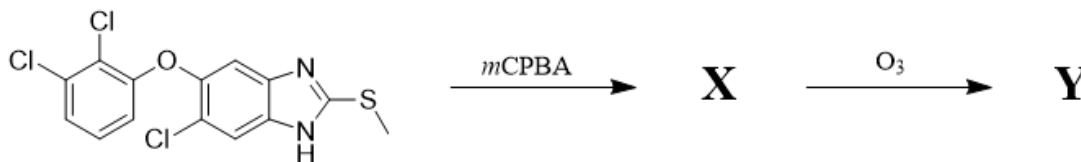
- Reakcija, kurā rodas savienojums C, ir eliminēšanas reakcija;
- Reakcija, kurā rodas savienojums C, ir aizvietošanas reakcija;
- Stadijā, kurā parādās DMF, tas tiek izmantots kā oksidētājs;
- Me_2SO_4 var iegūt no sērskābes un metanola ūdens šķīdumiem;
- Visās reakcijās, kurās šajā shēmā parādās NaOH, tas kalpo kā bāze;
- Hidrogenēšanas reakcija ir reducēšanas reakcijas veids;
- C sastāvā ir sekojošas funkcionālās grupas: amīds, alkilhlorīds, nitro- jeb nitrozogrupa un ketons;
- F iegūšanas solī metanols tiek izmantots kā reaģents;
- Hidrogenēšanas solī ūdeņradis ir sašķidrinātā veidā.

O2.7. Kā jau iepriekš minēts, triklabendazols pieder benzimidazolu klasei. Apvelciet molekulas struktūrā benzimidazola fragmentu! (1 punkts)



Triklabendazols

O2.8. No triklabendazola ir iespējams iegūt divus citus ļoti līdzīgus medikamentus – X un Y. Triklabendazolu oksidējot ar *m*-hlorperoksibenzoskābi, iespējams iegūt X, kas satur sulfoksīda fragmentu. To oksidējot tālāk ar ozonu, iegūst Y, kas satur sulfona fragmentu. Gan pirmajā, gan otrajā reakcijā izejvielas un reaģenta molārā attiecība ir 1:1. Atšifrējiet X un Y struktūras! (4 punkti)



Triklabendazols



V Ķīmiku dārzs

11.–12. klase

2. kārtā

Fizikālā ķīmija (16%)

F1. Termodinamikas hronika: Sāls, hidrāts un šķīdums (42,5 punkti)

Vielas šķīdību var izteikt ar izšķīdināmās vielas masu uz 100 g ūdens (apzīmēsim s) vai ar piesātināta šķīduma molāro koncentrāciju (apzīmēsim $c_{\text{šķ}}$), vai ar šķīdības rezinājumu (apzīmē K_{sp}). Pēdējais ir lielums, ko aprēķina no jonu molārajām koncentrācijām un to daudzumiem sāls formulā, piemēram:

$$K_{\text{sp}}(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = [\text{Al}^{3+}]^2[\text{SO}_4^{2-}]^3$$

kur ar $[\text{Al}^{3+}]$ un $[\text{SO}_4^{2-}]$ apzīmē šo jonu molārās koncentrācijas. Varam saskatīt, ka K_{sp} ir līdzsvara konstante šķīšanas reakcijai:



(iekavās aiz formulas raksta agregātstāvokli: (c) = ciets, (šķ) = šķidr, (g) = gāzveida, (aq) = ūdens šķīdumā). Šī atziņa ļauj aprēķināt vielas šķīdību no termodinamiskajiem parametriem.

F1.1. Uzrakstiet PbCl_2 šķīšanas līdzsvara reakcijas vienādojumu, norādot agregātstāvokļus. (1,5 punkti)

F1.2. 25 °C temperatūrā PbCl_2 šķīdība ir 1,09 g/100 g ūdens. Pieņemot, ka blīvumi $\rho(\text{šķīduma}) = \rho(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ g/mL}$, aprēķiniet:

a) piesātināta šķīduma molāro koncentrāciju $c_{\text{šķ}}$ (mol L^{-1});

b) $K_{\text{sp}}(\text{PbCl}_2)$;

c) šķīšanas reakcijas ΔG šajā temperatūrā (kJ mol^{-1}).

(8 punkti)

F1.3. Zinot, ka PbCl_2 šķīšanas reakcijas $\Delta S = 72,2 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$, aprēķiniet šī savienojuma šķīdību (visus parametrus: K_{sp} , $c_{\text{šķ}}$, s) 70 °C temperatūrā. (6 punkti)

F1.4. Uzskicējiet PbCl_2 šķīdības līkni (temperatūra uz x ass, s uz y ass). Skaitliskās vērtības nav jāatliek, taču jāparāda grafika aptuvenais izskats. (2 punkti)

Interesantākas šķīdības parādības raksturīgas citam sālim – nātrija sulfātam. Tā biežāk sastopamās formas ir dekahidrāts ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, glaubersāls) un bezūdens Na_2SO_4 .

F1.5. Uzrakstiet šķīšanas līdzsvara vienādojumus abām formām, norādot agregātstāvokļus. (3 punkti)



V Ķīmiku dārzs

11.–12. klase

2. kārtā

Šķīdinot ūdenī 1 g bezūdens Na_2SO_4 , izdalās 18 J siltuma. Savukārt, šķīdinot 1 g $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, patērējas 247 J siltuma. (Pievērsiet uzmanību mērvienībām!)

F1.6. Aprēķiniet ΔH (kJ mol^{-1}) katras nātrija sulfāta formas šķīšanai. (3 punkti)

F1.7. Aprēķiniet ΔH (kJ mol^{-1}) dekahidrāta sadalīšanās reakcijai $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O (c)} \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{SO}_4 \text{ (c)} + 10\text{H}_2\text{O (s)}$. (5 punkti)

Dotas dažu vielu standartentropijas:

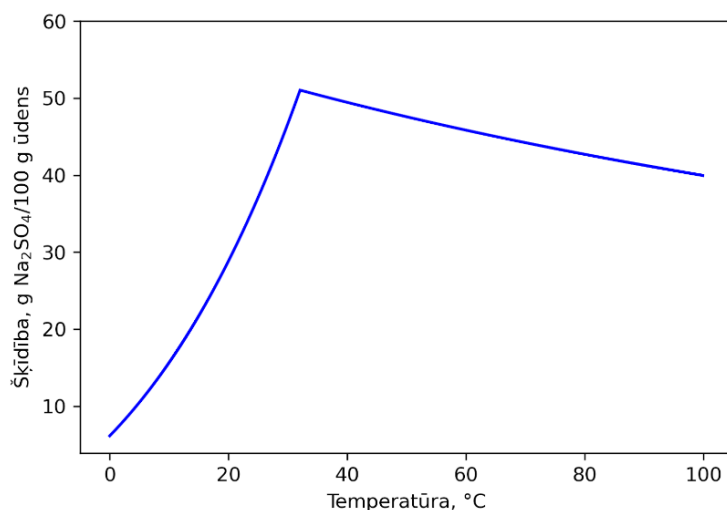
Vielā	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \text{ (c)}$	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O (c)}$	$\text{H}_2\text{O (s)}$	$\text{Na}^+ \text{ (aq)}$	$\text{SO}_4^{2-} \text{ (aq)}$
$S^\circ, \text{J K}^{-1} \text{mol}^{-1}$	149,6	592,0	69,9	59,0	20,1

Zināms, ka no piesātināta šķīduma kristalizējas tā vielas forma, kas noteiktā temperatūrā ir visstabilākā.

F1.8. Aprēķiniet ΔG (kJ mol^{-1}) reakcijai $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O (c)} \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{SO}_4 \text{ (c)} + 10\text{H}_2\text{O (s)}$ a) 25°C ; b) 70°C temperatūrā. Seciniet, kura nātrija sulfāta forma ir stabilāka katrā no temperatūrām. (5 punkti)

F1.9. Aprēķiniet nātrija sulfāta K_{sp} katrā no iepriekšējā punktā prasītajām temperatūrām. Pievērsiet uzmanību, kuru formu jāizvēlas par izejvielu šķīšanas reakcijai! (5 punkti)

Dota nātrija sulfāta šķīdības līkne:



F1.10. Izmantojot aprēķinos iegūto informāciju, pēc iespējas pilnīgāk paskaidrojiet šīs līknes izskatu! (4 punkti)



V Kīmiku dārzs

11.–12. klase

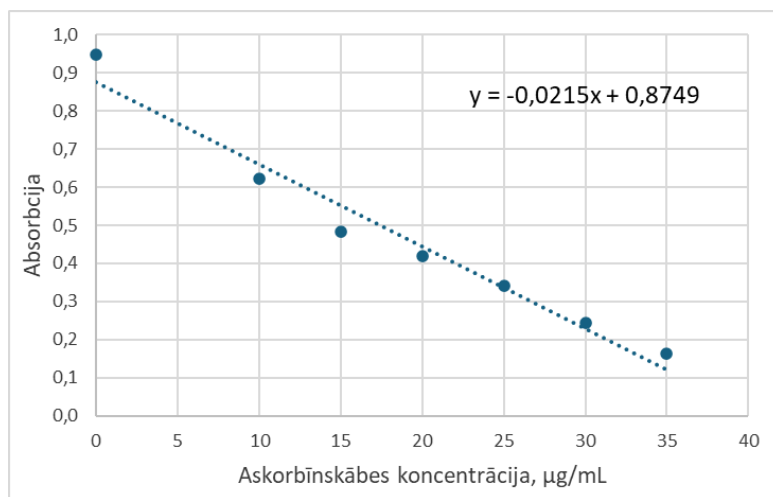
2. kārta

DPPH–H (sk. shēmu augstāk) ir dzeltenīgā krāsā. Šīs krāsu maiņas dēļ to labi var izmantot, testējot antioksidantu aktivitāti ar spektrofotometriju. Ar šo metodi var noteikt antioksidantu raksturojošo IC_{50} – antioksidanta molārā koncentrācija, pie kuras tiek sasniegta 50% aktivitāte. Aktivitāte norāda, kāda daļa no DPPH ir izreaģējusi pēc antioksidanta pievienošanas.

Jirģerts pagatavoja 400 $\mu\text{g/mL}$ ($1 \mu\text{g} = 10^{-6} \text{ g}$) DPPH šķīdumu. Sākumā viņš laboratorijā pieejamo DPPH izšķīdināja 50 mL dejonizēta ūdens un no šī šķīduma 5 mL pārnesa uz 25 mL mērkolbu. Atšķaidot līdz atzīmei ar dejonizētu ūdeni, Jirģerts ieguva vēlāmās koncentrācijas šķīdumu.

VI.4. Cik mg pārkristalizētā DPPH jāņem, lai pagatavotu nepieciešamo šķīdumu? Ja neiegūvāt atbildi iepriekšējā jautājumā, pieņemiet, ka kristālos molārā attiecība starp DPPH un acetonu ir 1 : 1,5. (2 punkti)

Jirģerts vēlējās noskaidrot askorbīnskābes ($M = 176 \text{ g/mol}$) antioksidatīvo aktivitāti. Sākumā viņš izmērīja 1 mL 400 $\mu\text{g/mL}$ DPPH šķīduma absorbciju (pie viļņa garuma 517 nm) bez askorbīnskābes. Tālākos mērījumos paraugam pievienoja dažādas koncentrācijas askorbīnskābes šķīdumu. Iegūtos datus Jirģerts attēloja grafikā.



VI.5. Izmantojot grafikā parādīto taisnes vienādojumu, aprēķiniet, kādai teorētiski vajadzētu būt pievienotajai askorbīnskābes koncentrācijai ($\mu\text{g/mL}$), lai antioksidanta aktivitāte būtu 100%! (2 punkti)

VI.6. Kāda ir askorbīnskābes IC_{50} vērtība (μM)? (1,5 punkti)



V Ķīmiku dārzs

11.–12. klase

2. kārtā

VI.7. Pēc kādas formulas var aprēķināt antioksidanta aktivitāti (%a)? A_p – absorbcija pētāmajam paraugam, A_k – absorbcija kontroles paraugam (bez pievienotas askorbīnskābes). (2 punkti)

- $\%a = \frac{A_p}{A_k} \cdot 100\%$
- $\%a = \frac{(A_k - A_p)}{A_p}$
- $\%a = \left(1 - \frac{A_p}{A_k}\right) \cdot 100\%$
- $\%a = \left(\frac{A_k}{A_p} - 1\right) \cdot 100\%$

Ja pētāmajam antioksidantam piemīt bāziskas īpašības, absorbcijas mērījumi var būt traucēti, jo veidosies sārtas krāsas DPPH⁻ anjons. 1 mol DPPH⁻ jonu pārejai ierosinātā stāvoklī nepieciešama kopējā gaismas enerģija 280,63 kJ. Gaismas viļņa krāsu ar tā enerģiju saista vienādojums $E = \frac{hc}{\lambda}$, kur E – gaismas viļņa enerģija [J], h – Planka konstante $6,6261 \cdot 10^{-34}$ [J·s], c – gaismas ātrums vakuumā $2,998 \cdot 10^8$ [m/s], λ – viļņa garums [m]. Avogadro skaitlis $N_A = 6,022 \cdot 10^{23}$ [1/mol].

VI.8. Kādu gaismas viļņa garumu (nm) absorbē DPPH⁻ anjons? (1,5 punkti)



V Ķīmiku dārzs

11.–12. klase

2. kārtā

V2. Ķīmiku šifrs (25 punkti)

Šogad, kārtojot materiālus uzdevumiem, starp tiem negaidīti tika atrasts noslēpumains ziņojums. Tajā nebija neviena parasta teikuma, tikai skaitļi. Pirmais mēģinājums to atšifrēt bija neveiksmīgs – pat pieredzējušie ķīmiķi nesaprata tā īsto nozīmi. Taču vakar pie universitātes durvīm parādījās sūtījums, kurš saturēja pavedienus šifra atrisināšanai.

Tagad šis uzdevums ir jūsu priekšā. Vai spēsiet palīdzēt atrisināt ķīmiku ziņojumu un atklāt, ko tas vēsta? Varbūt tajā ir apslēpta svarīga norāde, varbūt kāda atbilde uz citu uzdevumu, bet varbūt novēlējums nākamajiem izcilajiem prātiem?

Dota tabula ar faktiem; katram jānosaka ķīmiskais elements, ko tas apraksta. Tad pēc elementa novietojuma periodiskajā tabulā atrod atbilstošo burtu elementu šifrā un ieraksta ziņojumā pie attiecīgā skaitļa.

Piemērs:

Numurs	Fakts	Elements
0	Šī elementa anjons ir vārāmajā sāļī.	

No fakta varam secināt, ka tas ir hlors (Cl). Salīdzinot hlora novietojumu ķīmisko elementu periodiskajā tabulā ar elementu šifra tabulu, redzam, ka Cl apzīmē burts Ī. Šo burtu ieraksta šifrētajā ziņojumā vietā, kura apzīmēta ar ciparu 0.

Risinot uzdevumu, jāatceras, ka:

- Katram numuram atbilst tikai viens elements un attiecīgi viens burts.
- Ziņojumā pie vienādiem numuriem jāraksta vienādi burti.

Slepenais ziņojums:

10	18	14	7	4	5	19	4	3	10	12	2	20	3	4	15	21	19
19	6	11	7	6	9	20	19	4	2	12	4	11	2	14	6	19	
16	8	13	15	4	2	13	19	17	9	22	1	19					



V Ķīmiku dārzs

11.–12. klase

2. kārta

Fakti par elementiem:

Numurs	Fakts	Elements
1	Šis elements ir pirīta un čuguna sastāvā.	
2	Šis elements labi vada elektrisko strāvu, tāpēc to izmanto elektrības vados.	
3	Šis elements sastāda ~75% Visuma masas.	
4	Agrāk šis metāls bija dārgāks par zeltu, jo to bija grūti attīrīt.	
5	Halogēns, kas veido visstiprāko (ūdens šķīdumā) halogēnūdeņražskābi.	
6	Šo elementu saturošie organiskie savienojumi deg zaļā krāsā.	
7	Šis ir nestabils (radioaktīvs), bet relatīvi viegls elements, ko izmanto medicīnā.	
8	Sabrūkot vienam atomam ^{103}Ru , rodas daļiņa ar masu $9,11 \cdot 10^{-28}$ g un šis elements.	
9	Dārgmetāls, kuru izmanto elektronikā, lai pasargātu kontaktus no oksidēšanās.	
10	Zināmākais šī elementa savienojums ir stiprs oksidētājs, kas veido trīs dažādus reducēšanās produktus atšķirīgos pH.	
11	Šīs gāzes blīvums normālos apstākļos ir 0,179 g/L.	
12	Viens no blīvākajiem metāliem, tā viršanas temperatūra ir 5930 °C.	
13	Šī elementa vārdā nosaukta 15 elementu kopa periodiskajā tabulā.	
14	Šis nemetāls reaģē ar tā paša perioda IA grupas metālu. Reakcijā rodas savienojums ar trīsvērtīgu anjonu, kura masas daļa ir 40,0%.	
15	Šo elementu izmanto dažādu metālu iegūšanai no to rūdām. Reakcijas blakusprodukts – kāda veselībai kaitīga viela – veido kompleksus ar pārejas metāliem.	
16	Šī zeltaini metāliskā elementa kušanas temperatūra ir 25,8 °C.	
17	Veido vienatomu gāzi, kā arī tā perioda (1–7) un grupas (1–18) numuru summa ir 23.	
18	Rotaslietas no šī metāla laika gaitā apsūbē, jo uz tā veidojas melna sulfīda kārtiņa.	
19	Šis elements ir atrodams vitamīnā B ₁₂ un arī litija jonu baterijās.	
20	Elementārā formā atrodams vulkānu zonās, bet savienojumos ir bieža minerālu sastāvdaļa.	
21	Šī elementa organiskos savienojumus agrāk pievienoja degvielām, bet pats elements joprojām ir automašīnu akumulatoru sastāvā.	
22	Šis mitoloģiskas būtnes vārdā nosauktais elements ir perspektīva kodoldegviela nākotnes AES.	



V Ķīmiku dārzs

11.–12. klase

2. kārtā

Eksperimentālais uzdevums (15%)

E1. Laiks uzlādēties (42 punkti)

Metālu iegremdējot tā sāls šķīdumā, rodas elektriskais potenciāls. Ja divus šādus metālu šķīdumus savieno ar elektrolītisko tiltiņu, tiek izveidots *galvaniskais elements* – starp abiem elektrodiem pastāv spriegums, kas vienāds ar to potenciālu starpību. Vienkārši galvaniskie elementi bija pirmie cilvēcei zināmie strāvas avoti, un līdzīgs princips (tiesa, sarežģītākā izpildījumā) ir visu mūsdienu bateriju tehnoloģiju pamatā.

Potenciālu, kas veidojas, kad vara stienīti iegremdē Cu^{2+} saturošā šķīdumā, apraksta Nernsta vienādojums:

$$E = E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}}^0 + \frac{RT}{zF} \ln[\text{Cu}^{2+}]$$

kur $E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}}^0$ ir redokspāra standartpotenciāls (V), R ir universālā gāzu konstante ($8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$), T ir šķīduma temperatūra (K), z ir pārnests elektronu skaits (šajā gadījumā 2), F ir Faradeja konstante ($96\,485 \text{ C mol}^{-1}$) un $[\text{Cu}^{2+}]$ ir Cu^{2+} jonu koncentrācija (mol L^{-1}).

Šo potenciālu nevar izmērīt tiešā veidā – ir jāizveido galvaniskais elements, kur otram elektrodam ir zināms potenciāls (t.s. salīdzināšanas elektrods). Šoreiz salīdzināšanai izmantosim Pt elektrodu, kas iemērķts $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ un $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ šķīdumā. **Jūsu uzdevums – noteikt redokspāra Cu^{2+}/Cu standartpotenciālu!**

Uzdevumam ir trīs daļas. Praktisko un teorētisko daļu var pildīt vienlaikus (paralēli). Datu analīzi veic pēc eksperimenta pabeigšanas, paralēli ieteicams mazgāt traukus un kārtot darba vietu.

Teorētiskā daļa

Jūsu pētītajā sistēmā salīdzināšanas elektrods ($\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ un $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ šķīdums) būs katods (pozitīvais), vara elektrods – anods (negatīvais).

E1.1. Uzrakstiet pusreakcijas vienādojumus katram elektrodam un summāro reakcijas vienādojumu, kas notiks galvaniskajā elementā. (7 punkti)

Galvaniskā elementa spriegums (jeb elektrodzinējspēks, EDS) vienāds ar:

$$EDS = E_{\text{sal}} - E_{\text{Cu}}$$

Ievietojot augstāk parādīto Nernsta vienādojumu un nedaudz pārkārtojot, iegūst:

$$E_{\text{sal}} - EDS = \frac{RT}{2F} \ln[\text{Cu}^{2+}] + E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}}^0$$



V Kīmiku dārzs

11.–12. klase

2. kārtā

Datu analīzes daļā jūs šo sakarību pielīdzināsi lineārai funkcijai $y = ax + b$, par mainīgo y ņemot $E_{\text{sal}} - \text{EDS}$, bet par x ņemot $\ln[\text{Cu}^{2+}]$.

E1.2. Ar ko būs vienāds taisnes virziena koeficients a un brīvais loceklis b ? Uzrakstiet izteiksmes. (5 punkti)

Praktiskā daļa

- 100 mL mērkolbā pagatavo CuSO_4 sākuma šķīdumu ar koncentrāciju $0,20 \text{ mol L}^{-1}$. Aprēķina nepieciešamo $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ masu, iesver, pārnes mērkolbā un izšķīdina dejonizētā ūdenī.
- Trijās 50 mL mērkolbās pagatavo CuSO_4 šķīdumus ar koncentrācijām: $0,040$; $0,020$; $0,010 \text{ mol L}^{-1}$. Ar mērpipeti katrā no mērkolbām pārnes nepieciešamo tilpumu sākuma šķīduma un atšķaida ar dejonizētu ūdeni.
- Cu stienīti notīra ar smilšpapīru, līdz tā virsma ir spīdīga. Noskalo ar dejonizētu ūdeni un nosusina ar filtrpapīru.
- Vienā vārglāzē no pudeles ielej asinssāļu standartšķīdumu un ievieto Pt elektrodu. Otrā vārglāzē ielej zemākās koncentrācijas CuSO_4 šķīdumu un ievieto Cu stienīti.
- Elektrolītisko tiltiņu izņem no uzglabāšanas traukiem un **uzmanīgi** nosusina ar filtrpapīru. Ievieto vārglāzēs, pabeidzot galvanisko elementu. **Ievērojiet tiltiņa galus – mērāmajā Cu šķīdumā jāliek tas pats gals, kas uzglabāts Cu šķīdumā!**
- Voltmetru ieslēdz. Pozitīvo spaili (sarkanais vads) savieno ar Pt elektrodu, negatīvo (melns vads) – ar Cu stienīti. Uzgaida neilgu laiku, līdz voltmetra rādījums ir stabils, un pieraksta to tabulā. *Rādījums “...xxx” jāsaprot kā “0,xxx”.*
- Salīdzināšanas elektrodu un tā šķīdumu neaiztiek; Cu stienīti atvieno no voltmetra, noskalo ar dejonizētu ūdeni, nosusina. Tiltiņa Cu daļu izņem no vārglāzes, uzmanīgi nosusina ar filtrpapīru (**neskalo!**). CuSO_4 šķīdumu izlej, vārglāzi izskalo ar dejonizētu ūdeni, izslauka no iekšpuses ar filtrpapīru. Ielej nākamo CuSO_4 šķīdumu; EDS mērījumu šādi atkārto ar visiem četriem šķīdumiem, beidzot ar $0,20 \text{ mol L}^{-1}$ šķīdumu.
- Pēc mērījumiem pēdējā šķīdumā ievieto termometru, pieraksta šķīduma temperatūru.

E1.3. Aizpildiet tabulu atbilžu lapā ar mērījumu datiem! (5 punkti)

Pēc mērījumiem vārglāzes, mērkolbas, mērpipeti izmazgā ar dejonizētu ūdeni; Cu un Pt elektrodus noskalo ar dejonizētu ūdeni; elektrolītiskā tiltiņa abus galus nosusina ar filtrpapīru (**neskalo!**) un ievieto atpakaļ uzglabāšanas traukos. Voltmetru izslēdz.



V Ķīmiku dārzs

11.–12. klase

2. kārtā

Datu analīze

Laboratorijā pieejams dators ar *Excel*. Piedāvātā datu apstrādes gaita:

- Kolonnā A ievada Cu^{2+} koncentrācijas (*decimālskaitļiem lieto punktu, nevis komatu*).
- Kolonnā B ievada EDS vērtības (*decimālskaitļiem lieto punktu, nevis komatu*).
- Kolonnā C aprēķina $\ln[\text{Cu}^{2+}]$ (*Excel funkcija LN*).
- Kolonnā D aprēķina $E_{\text{sal}} - \text{EDS}$ (šajā darbā izmantotajam salīdzināšanas elektrodam $E_{\text{sal}} = 0,519 \text{ V}$).
- Iezīmē kolonnas C un D, izveido grafiku: *Insert > Chart > Scatter*. Grafikā nospiež uz jebkura no datu punktiem ar labo peles pogu, izvēlas *Add Trendline*. Parādītajā logā pārbauda, vai tiek zīmēta taisne (*Linear*), ieliek ķekšus pie opcijām *Display Equation on chart* un *Display R-squared value on chart*.

Iegūto *Excel* failu saglabā uz darbvirsmas, nosaucot ar jūsu komandas kodu.

E1.4. Norādiet iegūto taisnes vienādojumu ($y = \dots x + \dots$) un sakritības faktora R^2 vērtību. (R^2 ir skaitlis starp 0 un 1, kas rāda, cik labi dati atbilst izvēlētajai sakarībai.) (9 punkti)

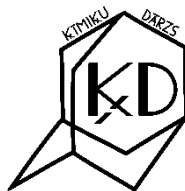
E1.5. Kāds pēc jūsu mērījumiem ir redokspāra standartpotenciāls $E^{\circ}_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}}$? (1,5 punkti)

E1.6. No izmērītās šķīduma temperatūras aprēķiniet, kādam būtu jābūt taisnes virziena koeficientam. Cik labi tas sakrīt ar jūsu novēroto? (4 punkti)

E1.7. Nosauciet (izvērstu paskaidrojumu nevajag) divus iespējamās kļūdas cēloņus jūsu mērījumos. (4,5 punkti)

Neaizmirstiet pēc uzdevuma pabeigšanas sakārtot darba vietu un izmāzāt izmantotos traukus! Ievērojiet darba drošības noteikumus laboratorijā!

E1.8. Punkti par darba drošības noteikumu ievērošanu (vērtē laboratorijas novērotājs) (6 punkti)



V Kīmiku dārzs

11.–12. klase

2. kārtā

ATBILŽU LAPA

N1. Sulfīds, kas gribēja būt metāls (13 punkti)

N1.1. (2 punkti)

Elektriskā strāva ir lādiņa nesēju kustība. Metālu kristāliskajā struktūrā ir brīvi elektroni (t.s. elektronu gāze), kas var viegli pārvietoties, pieliekot potenciāla starpību.

N1.2. (3 punkti)

X – Sc

A – Sc₂S₃

B – ScS

N1.3. (2 punkti)

Skolas līmenī iespējami divi aptuveni ekvivalenti skaidrojumi: vai nu Sc³⁺ joni ir daudz stabilāki nekā Sc²⁺, tāpēc kristālstruktūrā īstenībā ir Sc³⁺ joni un “liekais” elektrons delokalizējas pa visu struktūru tāpat kā metālos.

vai

Sc²⁺ jona elektronu konfigurācijā ir locekļi 3d¹; šī orbitāle nav tik stingri turēta pie kodola, tāpēc tur esošais elektrons var brīvi kustēties, vadot strāvu. (precīzāks)

N1.4. (3 punkti) *Norādiet risinājuma gaitu!*

$$V_{\text{EŠ}} = (5,19 \cdot 10^{-10})^3 = 1,398 \cdot 10^{-28} \text{ m}^3 = 1,398 \cdot 10^{-22} \text{ cm}^3$$

$$m_{\text{EŠ}} = V \cdot \rho = 1,398 \cdot 10^{-22} \cdot 3,12 = 4,362 \cdot 10^{-22} \text{ g}$$

$$M_{\text{EŠ}} = m \cdot N_A = 4,362 \cdot 10^{-22} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} = 263 \text{ g/mol}$$

Tā kā no **B** (ScS = Sc₄S₄ pēc EŠ satura) noņemti tikai Sc atomi, tad $N_S = 4$.

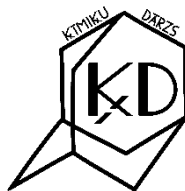
$$N_{\text{Sc}} = \frac{M - 4 \cdot M_S}{M_{\text{Sc}}} = \frac{263 - 4 \cdot 32}{45} = 3$$

C empīriskā formula: Sc₃S₄

X vidējā oksidēšanās pakāpe: +8/3 (+2,666...)

N1.5. (3 punkti)

Jānoņem centrālais Sc atoms (vienīgais veids, kā iegūt derīgu EŠ).



V Kīmiku dārzs

11.–12. klase

2. kārtā

ATBILŽU LAPA

N2. Olava mistērija (29 punkti)

N2.1. (2 punkti) *Norādiet risinājuma gaitu!*

$$n(\text{X}) = n(\text{KOH}) = c \cdot V = 0,5 \cdot 0,02273 = 0,01137 \text{ mol}$$

$$M(\text{X}) = \frac{m}{n} = \frac{1,00}{0,01137} = 88 \text{ g/mol}$$

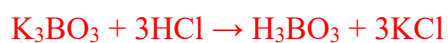
N2.2. (2 punkti)

X – HBF_4

N2.3. (3 punkti)



(vai kāds cits borāts, ūdens šķīdumā tie pastāv daudzās formās)



N2.4. (5 punkti)

A – LiF

B – H_3BO_3

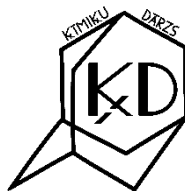
C – Ag_2SO_4

D – CaF_2

E – CaSO_4

N2.5. (2 punkti)

Y – HSO_3F



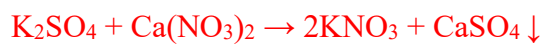
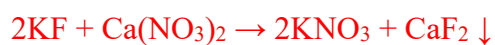
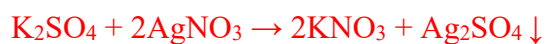
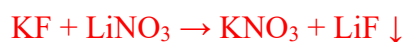
V Kīmiku dārzs

11.–12. klase

2. kārtā

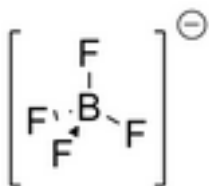
ATBILŽU LAPA

N2.6. (10,5 punkti)

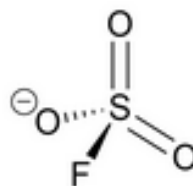


N2.7. (3 punkti)

X anjons:



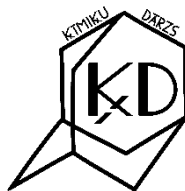
Y anjons:



N2.8. (1,5 punkti)

X iegūšanai: piemēram, $\text{BF}_3 + \text{HF} \rightarrow \text{HBF}_4$

Y iegūšanai: piemēram, $\text{SO}_3 + \text{HF} \rightarrow \text{FSO}_3\text{H}$ vai $2\text{KHF}_2 + \text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{FSO}_3\text{H} + 3\text{HF}$



V Kīmiku dārzs

11.–12. klase

2. kārtā

ATBILŽU LAPA

N3. Sarkanais vēršis labirintā (30,5 punkti)

N3.1. (3 punkti) *Norādiet risinājuma gaitu!*

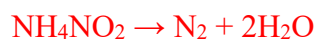
$$M = \frac{m}{n} \quad \text{un} \quad n = \frac{pV}{RT}$$
$$M = \frac{mRT}{pV} = \frac{3mRT}{4\pi r^3 p} = \frac{3 \cdot 0,813 \cdot 8,314 \cdot 298}{4 \cdot \pi \cdot \left(\frac{0,065}{2}\right)^3 \cdot 500\,000} = 28 \text{ g/mol}$$

(uzmanīgi ar mērvienībām!)

$M(\text{D}) = 28 \text{ g/mol}$

D ķīmiskā formula: N_2

N3.2. (3 punkti)



N3.3. (2 punkti)

- Paaugstinātā temperatūrā daļiņām ir vidēji augstāka enerģija, tāpēc vieglāk pārvarēt reakcijas aktivācijas enerģijas barjeru.
- Izmainot temperatūru, mainās $\Delta_r G$ (līdz ar to arī redoksreakciju potenciāli), tāpēc reakcija var kļūt termodinamiski iespējama ($\Delta_r G < 0$) tikai augstākā temperatūrā.
- Ja viela spēj izkust bez sadalīšanās, reakcijas šķidrā fāzē parasti ir ātrākas nekā cietā.

N3.4. (1 punkts)

Daudzi piemēri: $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$; NH_4NO_3 ; SnI_4 utt.

N3.5. (6 punkti)

E – PbBr_2

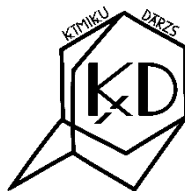
H – PbCl_4

F – Br_2

I – PbCl_2

G – PbBr_4

J – Cl_2



V Kīmiku dārzs

11.–12. klase

2. kārtā

ATBILŽU LAPA

N3.6. (2 punkti)

Cl_2 ir spēcīgāks oksidētājs nekā Br_2 ; no tā izriet, ka Br^- jons ir spēcīgāks reducētājs nekā Cl^- un hipotētiskā savienojumā PbBr_4 tas spontāni reducētu Pb^{4+} par Pb^{2+} .

N3.7. (4 punkti)

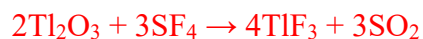
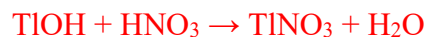
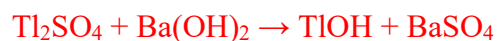
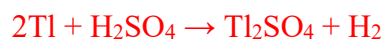
K – Tl_2SO_4

L – TlOH

M – TlNO_3

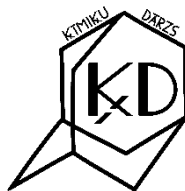
N – Tl_2O_3

N3.8. (7,5 punkti)



N3.9. (2 punkti)

TlI_3 sastāv no joniem Tl^+ un I_3^- (I^- un I_2 komplekss, kristālstrukturā var labi redzēt šī anjona lineāro uzbūvi). Tāpat kā iepriekš, tas skaidrojams ar to, ka I^- ir spēcīgs reducētājs un nevar līdzpastāvēt ar Tl^{3+} joniem. Savukārt TlBr_3 un TlCl_3 sastāv, kā būtu sagaidāms, no Tl^{3+} un Br^- vai Cl^- joniem, tāpēc tie reaģē kā tallija(III) savienojumi.



V Kīmiku dārzs

11.–12. klase

2. kārtā

ATBILŽU LAPA

A1. Ignata buferi (26 punkti)

A1.1. (1 punkts)

S1 nosaukums: pienskābe vai 2-hidroksipropānskābe

A1.2. (3 punkti) *Norādiet risinājuma gaitu!*

$$c(\text{HA}) = \frac{n}{V} = \frac{m}{M \cdot V} = \frac{w \cdot m_{\text{sk}}}{M \cdot V} = \frac{w \cdot \rho_{\text{sk}}}{M} = \frac{0,100 \cdot 1019,9}{90} = 1,133 \text{ mol/L}$$

$\text{HA} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{A}^-$, tātad $[\text{H}^+] = [\text{A}^-]$ un $c(\text{HA}) = [\text{HA}] + [\text{A}^-]$.

$$[\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-1,905} = 0,01245 \text{ mol/L}$$

$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = \frac{0,01245^2}{1,133 - 0,01245} = 1,383 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{p}K_a = -\lg(1,383 \cdot 10^{-3}) = 3,86$$

A1.3. (1 punkts)

S2 – HCl

A1.4. (1 punkts)

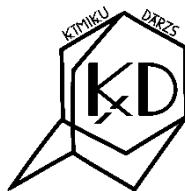
B1 – NaOH

A1.5. (1 punkts)

B2 – Na₃PO₄

A1.6. (1 punkts)

B2 konjugētā skābe – Na₂HPO₄



V Kīmiku dārzs

11.–12. klase

2. kārtā

ATBILŽU LAPA

A1.7. (3 punkti) *Norādiet risinājuma gaitu!*

$$c(\text{Na}_3\text{PO}_4) = \frac{n}{V} = \frac{m}{M \cdot V} = \frac{10,0}{164 \cdot 0,100} = 0,6098 \text{ mol/L}$$

$\text{PO}_4^{3-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HPO}_4^{3-} + \text{OH}^-$, tātad $[\text{OH}^-] = [\text{HPO}_4^{3-}]$ un $[\text{HPO}_4^{3-}] + [\text{PO}_4^{3-}] = c(\text{Na}_3\text{PO}_4)$.

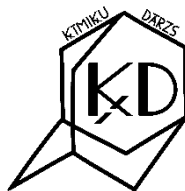
$$[\text{H}^+] = 10^{-13,09} = 8,128 \cdot 10^{-14} \text{ mol/L}; [\text{OH}^-] = \frac{10^{-14}}{[\text{H}^+]} = 0,1230 \text{ mol/L} = [\text{HPO}_4^{2-}]$$
$$[\text{PO}_4^{3-}] = 0,6098 - 0,1230 = 0,4868 \text{ mol/L}$$

$$K_a = \frac{[\text{PO}_4^{3-}][\text{H}^+]}{[\text{HPO}_4^{2-}]} = \frac{0,4868 \cdot 8,128 \cdot 10^{-14}}{0,1230} = 3,217 \cdot 10^{-13}$$
$$\text{p}K_a = -\lg(3,217 \cdot 10^{-13}) = 12,49$$

A1.8. (6 punkti) *Norādiet risinājuma gaitu!*

Aprēķins pēc Hendersona–Haselbaha vienādojuma, kas dots uzdevuma sākumā.

- 1) $\text{pH} = 3,86$
- 2) $\text{pH} = 12,01$



V Kīmiku dārzs

11.–12. klase

2. kārtā

ATBILŽU LAPA

A1.9. (2 punkti)

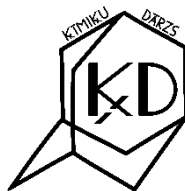
Nē, jo ne HCl, ne NaOH, ne NaCl nav vājas skābes vai bāzes.

A1.10. (6 punkti)

	ΔpH pēc skābes	ΔpH pēc bāzes
Buferšķīdums 1	−0,10	+0,10
Buferšķīdums 2	−0,28	+0,21

A1.11. (1 punkts)

Piemēram, asinis ($\text{HCO}_3^- / \text{CO}_2$ bufersistēma, uztur pH aptuveni 7,4)



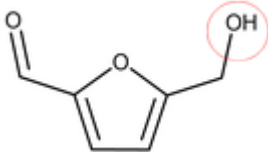
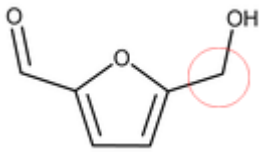
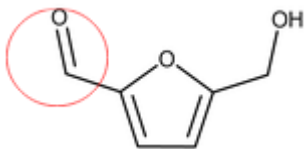
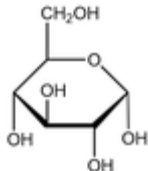
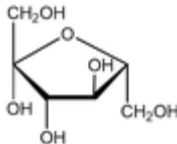
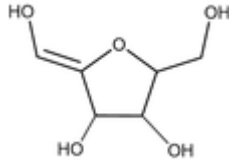
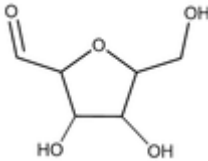
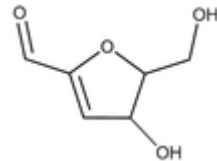
V Kīmiku dārzs

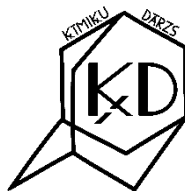
11.–12. klase

2. kārtā

ATBILŽU LAPA

O1. Kūst uz mēles karameles (22,5 punkti)

O1.1. (4 punkti)		
hidroksi-	-metil-	
		
furān-	karbaldehīds	
		
O1.2. (2 punkti)		
☐ Aizvietošanās ☐ Dimerizēšanās ☐ Oksidēšanās ☐ Fragmentēšanās ☒ Eliminēšanās ☐ Reducēšanās		
O1.3. (10 punkti)		
A 	B 	C1 
C2 	D 	<i>brīva vieta</i>



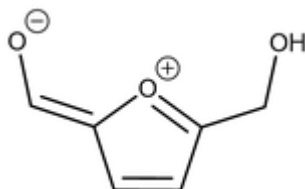
V Kīmiku dārzs

11.–12. klase

2. kārtā

ATBILŽU LAPA

O1.4. (2 punkti)

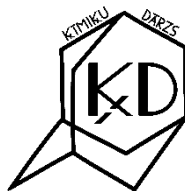


O1.5. (2 punkti)

- ☐ **Visi aromātiskie savienojumi ir cikliski**
- ☐ Visos aromātiskos savienojumos ir $4n$ π -elektroni, kur n – vesels skaitlis
- ☐ **Visos aromātiskos savienojumos ir $4n+2$ π -elektroni, kur n – vesels skaitlis**
- ☐ **HMF ir aromātisks savienojums**
- ☐ Saharoze ir aromātisks savienojums
- ☐ **Aromātiski savienojumi parasti ir stabili**

O1.6. (2,5 punkti)

- ☐ **C_2H_5OH sērskābes šķīdumā**
- ☐ **CH_3COOH sērskābes šķīdumā**
- ☐ **CrO_3 piridīna šķīdumā**
- ☐ **$NaBH_4$**
- ☐ **H_2 ar Pd katalizatoru**
- ☐ **NH_2OH**
- ☐ **Acetons bāzes šķīdumā**



V Kīmiku dārzs

11.–12. klase

2. kārtā

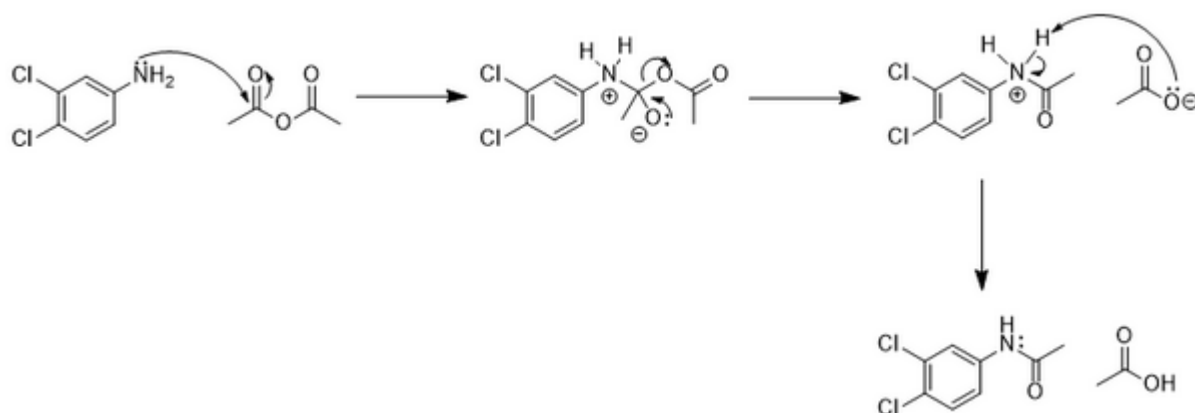
ATBILŽU LAPA

O2. Organika pret Šaihludu (27 punkti)

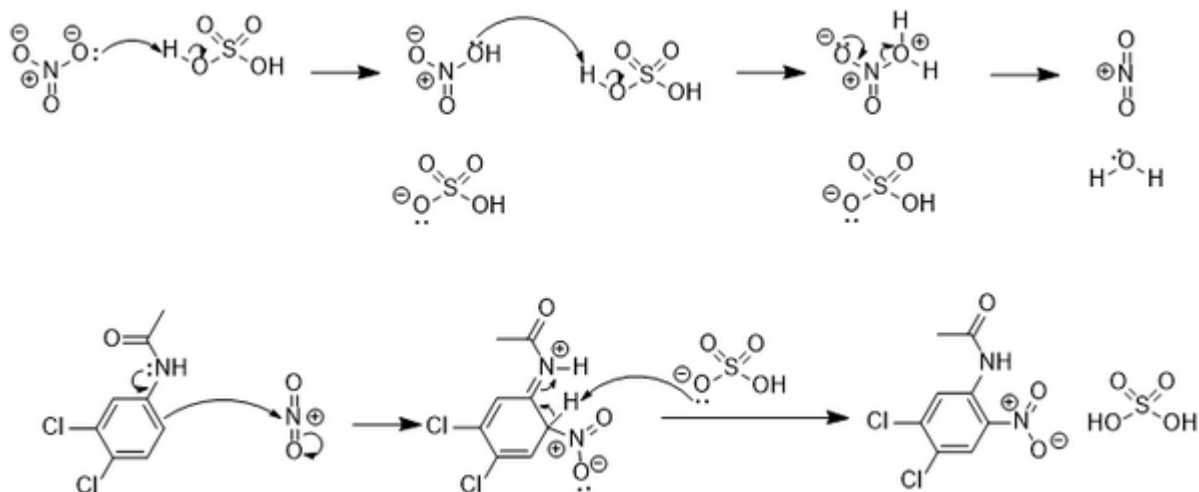
O2.1. (12 punkti)

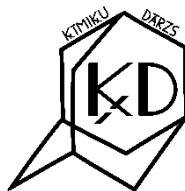
A	B	C
D	E	F

O2.2. (3 punkti)



O2.3. (3 punkti)





V Kīmiku dārzs

11.–12. klase

2. kārtā

ATBILŽU LAPA

O2.4. (1 punkts)

Piemēram, Fe/HCl vai Sn/HCl

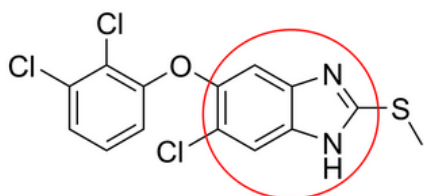
O2.5. (1,5 punkti)

Var hlorēt metānu. $\text{CH}_4 + 2\text{Cl}_2 \rightarrow \text{CH}_2\text{Cl}_2 + 2\text{HCl}$

O2.6. (1,5 punkti)

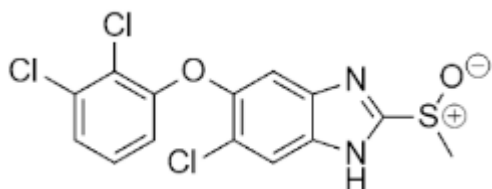
- ☐ Reakcija, kurā rodas savienojums C, ir eliminēšanas reakcija;
- ☒ **Reakcija, kurā rodas savienojums C, ir aizvietošanas reakcija;**
- ☐ Stadijā, kurā parādās DMF, tas tiek izmantots kā oksidētājs;
- ☐ Me_2SO_4 var iegūt no sērskābes un metanola ūdens šķīdumiem;
- ☒ **Visās reakcijās, kurās šajā shēmā parādās NaOH, tas kalpo kā bāze;**
- ☒ **Hidrogenēšanas reakcija ir reducēšanas reakcijas veids;**
- ☐ C sastāvā ir sekojošas funkcionālās grupas: amīds, alkilhlorīds, nitro- jeb nitrozogrupa un ketons;
- ☐ F iegūšanas solī metanols tiek izmantots kā reaģents;
- ☐ Hidrogenēšanas solī ūdeņradis ir sašķidrinātā veidā.

O2.7. (1 punkts)

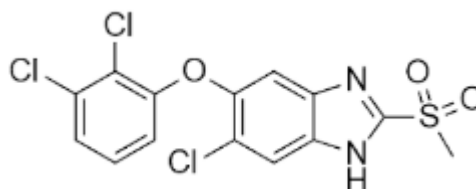


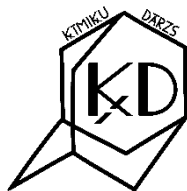
O2.8. (4 punkti)

X



Y





V Kīmiku dārzs

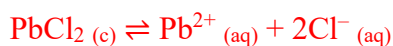
11.–12. klase

2. kārtā

ATBILŽU LAPA

F1. Termodinamikas hronika: Sāls, hidratāts un šķīdums (42,5 punkti)

F1.1. (1,5 punkti)



F1.2. (8 punkti) *Norādiet risinājuma gaitu!*

a) No 100 g ūdens pie šiem pieņēmumiem iegūst 100 mL šķīduma. Tātad:

$$c = \frac{n}{V} = \frac{m}{M \cdot V} = \frac{1,09}{278 \cdot 0,1} = 0,0392 \text{ mol L}^{-1}$$

$$b) [\text{Pb}^{2+}] = c(\text{PbCl}_2); [\text{Cl}^-] = 2c(\text{PbCl}_2); K_{\text{sp}} = [\text{Pb}^{2+}][\text{Cl}^-]^2 = 0,0392 \cdot (2 \cdot 0,0392)^2 = 2,41 \cdot 10^{-4}$$

$$c) \Delta G = -RT \ln K = -8,314 \cdot 298 \cdot \ln(2,41 \cdot 10^{-4}) = 20,64 \text{ kJ mol}^{-1}$$

F1.3. (6 punkti) *Norādiet risinājuma gaitu!*

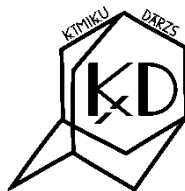
$$\Delta H = \Delta G + T\Delta S = 20,64 + 298 \cdot 72,2 = 42,16 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta G_{343 \text{ K}} = \Delta G - T\Delta S = 42\,160 - 343 \cdot 72,2 = 17,39 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$K_{\text{sp}} = \exp\left(-\frac{\Delta G}{RT}\right) = \exp\left(-\frac{17\,390}{8,314 \cdot 343}\right) = 2,246 \cdot 10^{-3}$$

$$K_{\text{sp}} = c \cdot (2c)^2 = 4c^3 \Rightarrow c = \sqrt[3]{\frac{K_{\text{sp}}}{4}} = 0,0825 \text{ mol L}^{-1}$$

$$m = 0,0825 \cdot 0,1 \cdot 278 = 2,29 \text{ g/100 g ūdens}$$



V Kīmiku dārzs

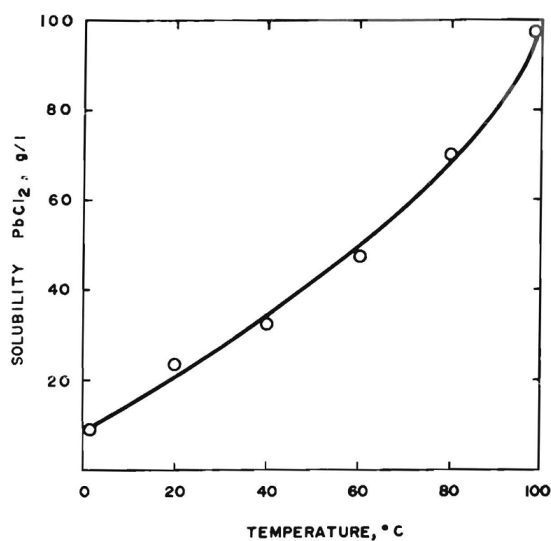
11.–12. klase

2. kārtā

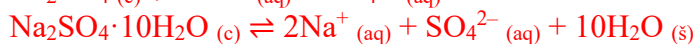
ATBILŽU LAPA

F1.4. (2 punkti)

Ievietojot un vienkāršojot izteiksmes, iegūstams, ka šķīdība proporcionāla $\exp(-\Delta H/RT)$. No tā var secināt, ka šķīdība palielinās ar temperatūru (jo $\Delta H > 0$ un $\exp(-1/x)$ ir augošs ar augošu x), turklāt grafiks būs nelineārs.



F1.5. (3 punkti)



F1.6. (3 punkti) **Norādiet risinājuma gaitu!**

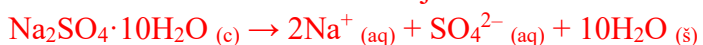
ΔH (molārā) = $-Q/n = -Q \cdot M/m$, kur Q – izdalītais siltuma daudzums. Tā kā $m = 1$ g, tad

$$\Delta H_{\text{šķ}}(\text{Na}_2\text{SO}_4) = -18 \cdot 142 = -2556 \text{ J mol}^{-1} = -2,6 \text{ kJ mol}^{-1} \text{ un}$$

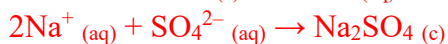
$$\Delta H_{\text{šķ}}(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = -(-247) \cdot 322 = 79534 \text{ J mol}^{-1} = 79,5 \text{ kJ mol}^{-1}.$$

F1.7. (5 punkti) **Norādiet risinājuma gaitu!**

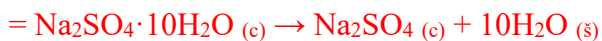
Kristālhidrāta sadalīšanās reakciju var uzrakstīt kā divu reakciju vienādojumu summu:



$$\Delta H_{\text{šķ}}(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O})$$

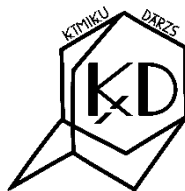


$$-\Delta H_{\text{šķ}}(\text{Na}_2\text{SO}_4)$$



$$\Delta H_{\text{sad}}$$

$$\text{Tātad } \Delta H_{\text{sad}} = \Delta H_{\text{šķ}}(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) - \Delta H_{\text{šķ}}(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 79,5 - (-2,6) = 82,1 \text{ kJ mol}^{-1}.$$



V Kīmiku dārzs

11.–12. klase

2. kārtā

ATBILŽU LAPA

F1.8. (5 punkti) *Norādiet risinājuma gaitu!*

$$\Delta S_{\text{sad}} = S^\circ(\text{Na}_2\text{SO}_4) + 10S^\circ(\text{H}_2\text{O}) - S^\circ(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 256,6 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

a) $\Delta G = \Delta H - T\Delta S = 82100 - 298 \cdot 256,6 = \mathbf{5,63 \text{ kJ mol}^{-1}}$, dekahidrāts stabilāks

b) $\Delta G = \Delta H - T\Delta S = 82100 - 343 \cdot 256,6 = \mathbf{-5,91 \text{ kJ mol}^{-1}}$, bezūdens stabilāks

F1.9. (5 punkti) *Norādiet risinājuma gaitu!*

$$\Delta S_{\text{šķ}}(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 2S^\circ(\text{Na}^+) + S^\circ(\text{SO}_4^{2-}) - S^\circ(\text{Na}_2\text{SO}_4) = -11,5 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$\Delta S_{\text{šķ}}(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 2S^\circ(\text{Na}^+) + S^\circ(\text{SO}_4^{2-}) + 10S^\circ(\text{H}_2\text{O}) - S^\circ(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 245,1 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

Tātad 25 °C, rēķinot pret dekahidrātu:

$$\Delta G_{\text{šķ}}(298 \text{ K}) = 79500 - 298 \cdot 245,1 = 6,46 \text{ kJ mol}^{-1}; K_{\text{sp}} = \exp(-6460/(8,314 \cdot 298)) = \mathbf{0,0737}$$

Savukārt 70 °C jāreķina pret bezūdens formu:

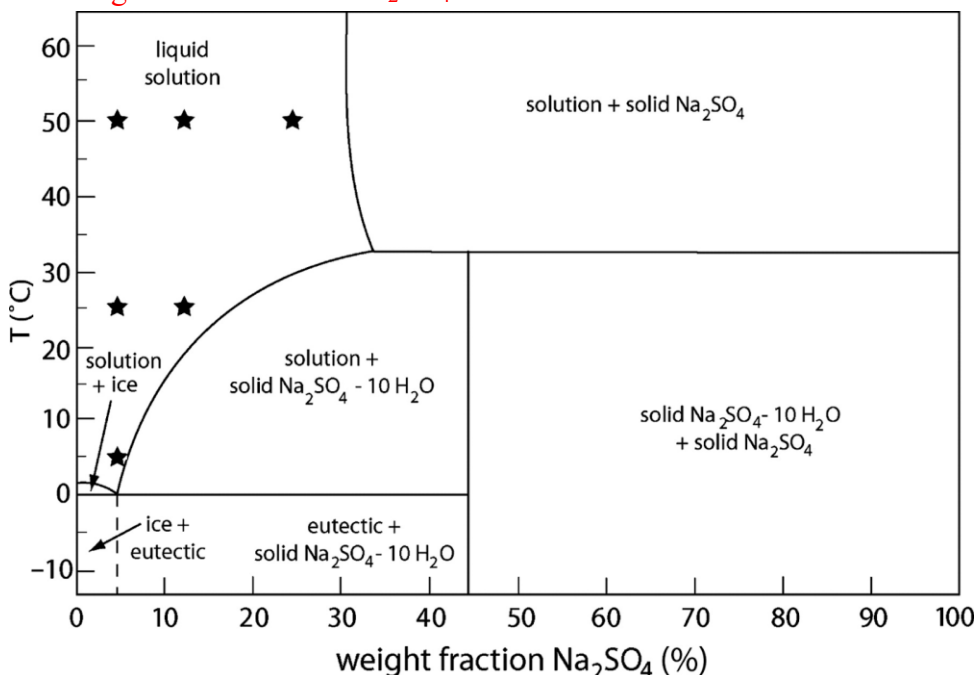
$$\Delta G_{\text{šķ}}(343 \text{ K}) = -2600 - 343 \cdot (-11,5) = 1,34 \text{ kJ mol}^{-1}; K_{\text{sp}} = \exp(-134/(8,314 \cdot 343)) = \mathbf{0,624}$$

Ja šoreiz mēģinātu no K_{sp} pāriet uz šķīdību, iegūtās vērtības var stipri atšķirties no patiesajām dažādu efektu dēļ (termodinamiskie lielumi nav gana precīzi, neideāls šķīdums, blīvuma izmaiņas u.c.). Tomēr kvalitatīvu iespaidu ir iespējams iegūt.

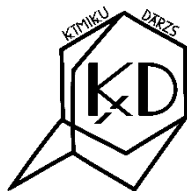
F1.10. (4 punkti)

Dekahidrāta šķīšana ir endotermiska, tāpēc šķīdība palielinās ar temperatūru (sk. 4. punkta atbildi). Bezūdens formas šķīšana ir eksotermiska, tāpēc šķīdība ar temperatūru samazinās. Grafiks faktiski ir divu šķīdības līkņu apvienojums, katrā temperatūras apgabalā ņemot stabilāko cietvielas formu.

Bieži termodinamiski stabilāko sistēmas stāvokli atkarībā no sastāva un temperatūras attēlo t.s. fāžu diagrammā. Sistēmai Na_2SO_4 –ūdens tā izskatās šādi:



Redzams, ka šķīdības līkne atbilst robežai starp šķīdumu un cieto fāzi.



V Kīmiku dārzs

11.–12. klase

2. kārtā

ATBILŽU LAPA

V1. Pārāk radikāls uzdevums (14 punkti)

V1.1. (1 punkts)

- ☐ 1, 2, 4, 3
- ☐ 4, 3, 2, 1
- ☐ 2, 1, 3, 4
- ☒ 3, 2, 1, 4

V1.2. (1 punkts)

- ☐ Radikālim blakus ir atoms ar trim aizvietotājiem,
- ☒ Radikālis ir stēriski pasargāts ar lielajām aizvietotāju grupām,
- ☒ Ir iespējama rezonanse,
- ☐ Savienojuma molmasa ir lielāka par 250 g/mol.

V1.3. (3 punkti) Norādiet risinājuma gaitu!

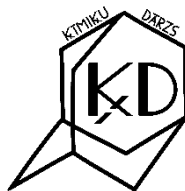
0,5 mol acetona uz 1 mol DPPH

V1.4. (2 punkti) Norādiet risinājuma gaitu!

107,4 mg

V1.5. (2 punkti) Norādiet risinājuma gaitu!

40,69 µg/mL



V Ķīmiku dārzs

11.–12. klase

2. kārtā

ATBILŽU LAPA

V1.6. (1,5 punkti) *Norādiet risinājuma gaitu!*

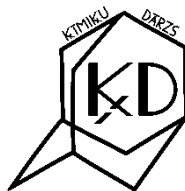
115,6 μM

V1.7. (2 punkti)

$$\%a = \left(1 - \frac{A_p}{A_k}\right) \cdot 100\%$$

V1.8. (1,5 punkti) *Norādiet risinājuma gaitu!*

426 nm



V Ķīmiku dārzs

11.–12. klase

2. kārtā

ATBILŽU LAPA

V2. Ķīmiku šifrs (25 punkti)

V2.1. (22 punkti)

Numurs	Elementa simbols	Numurs	Elementa simbols
1	Fe	12	W
2	Cu	13	Ac
3	H	14	N
4	Al	15	C
5	I	16	Cs
6	B	17	Xe
7	Tc	18	Ag
8	Rh	19	Co
9	Au	20	S
10	Mn	21	Pb
11	He	22	Th

V2.2. (3 punkti)

Vēlam jums veiksmīgu un panākumiem pilnu šo Ķīmiku dārzu!