



Valsts izglītības satura centrs

NACIONĀLAIS
ATTĪSTĪBAS
PLĀNS 2020



EIROPAS SAVIENĪBA

Eiropas Sociālais
fonds

I E G U L D Ī J U M S T A V Ā N Ā K O T N Ē

Projekta numurs: 8.3.2.1/16/I/002

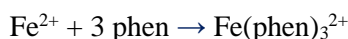
Nacionāla un starptautiska mēroga pasākumu īstenošana izglītojamo talantu attīstībai

ĶĪMIJAS 64. VALSTS OLIMPIĀDES OTRĀ POSMA UZDEVUMI 12. KLASEI

(Kopā 66 punkti)

1. uzdevums. *Krāsainais ūdens* (Kopā 11 punkti)

Lai noteiktu dzelzs koncentrāciju ūdenī, plaši izmanto spektrofotometrijas metodi, mērot gaismas absorbciju pie gaismas viļņu garuma 508 nm šķīdumam, kas satur krāsainus jonus $\text{Fe}(\text{phen})_3^{2+}$, ko iegūst Fe^{2+} jonu reakcijā ar 1,10-fenantrolīnu (saīsināti - phen):

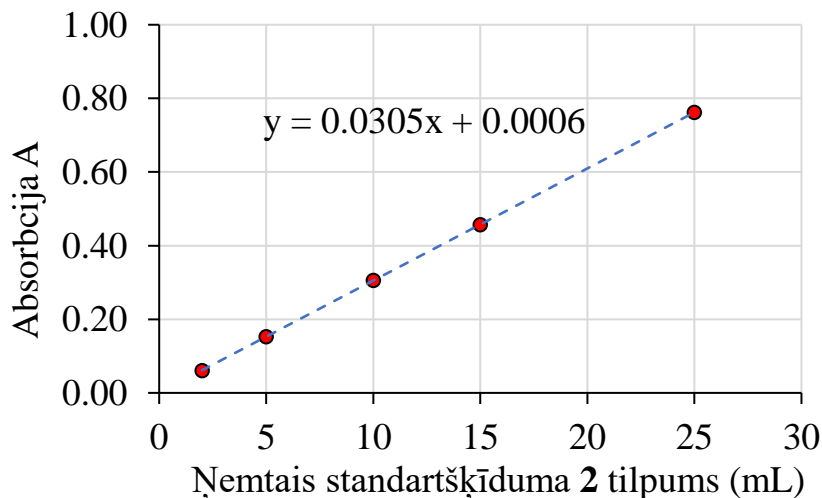


Zināms, ka ne Fe^{2+} , ne Fe^{3+} , ne 1,10-fenantrolīns gaismu pie 508 nm neabsorbē. Tāpat zināms, ka 1,10-fenantrolīns selektīvi veido krāsanu savienojumu tikai ar Fe^{2+} joniem.

Gaismas absorbcija A ir atkarīga no absorbcējošās vielas un tātad dzelzs jonu koncentrācijas šķīdumā, ko izsaka Bēra likums, kurā c ir gaismas absorbcējošās vielas koncentrācija ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$), b ir šķīduma slāņa biezums (cm) un ϵ vielas molārais absorbcijas koeficients ($\text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$):

$$A = \epsilon \cdot b \cdot c$$

Parasti koncentrācijas noteikšanai izmanto kalibrēšanas grafiku, ko iegūst, mērot gaismas absorbciju šķīdumiem ar zināmu jonu koncentrāciju. Šim nolūkam sākumā no Mora sāls $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 250 mL mērkolbā pagatavoja standartšķīdumu **1** ar Fe^{2+} jonu koncentrāciju 5,00 mmol/L (jeb mM). Tad no šī šķīduma ņēma 20 mL un to pārnesa 1,00 L mērkolbā un atšķaidīja līdz atzīmei, iegūstot standartšķīdumu **2**. No standartšķīduma **2** ņēma attiecīgi 2, 5, 10, 15 un 25 mL, tos pārnes katru savā 100 mL mērkolbā, pievienoja 1,10-fenantrolīnu pārākumā, atšķaidīja līdz atzīmei un mērīja gaismas absorbciju 1,00 cm biežās kivetēs, iegūstot šādus datus:



V (mL)	A
2	0.061
5	0.153
10	0.306
15	0.457
25	0.762

1. Aprēķini, kāda Mora sāls masa (g) bija nepieciešama standartšķīduma pagatavošanai un to, kāda ir Fe^{2+} jonu koncentrācija (mmol/L) standartšķīdumā **2**. (2 punkti)
2. Aprēķini Fe^{2+} jonu kompleksa ar 1,10-fenantrolīnu molāro absorbcijas koeficientu ϵ ($\text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$)! (2 punkti)

Ņēma 50 mL analizējamā ūdens parauga un to pārnese 100 mL mērkolbā, pievienoja tam 1,10 fenantrolīnu pārākumā, atšķaidīja līdz atzīmei un mērīja gaismas absorbciju 1,00 cm biežā kivetē, iegūstot, ka gaismas absorbcija ir **0,095**.

3. Aprēķini dzelzs jonu koncentrāciju (mmol/L) šajā ūdens paraugā! (2 punkti)
4. Kāda ir dzelzs jonu masas koncentrācija mg/L ūdens paraugā? Salīdzini to ar dzeramā ūdens obligātajās nekaitīguma un kvalitātes prasības norādīto dzelzs jonu maksimāli pieļaujamo koncentrāciju 0,20 mg/L! (2 punkti)

Šajā noteikšanas metodē dzelzs jonus saturošam šķīdumam sākumā vienmēr pievieno arī hidroksilamīnu NH_2OH (pārākumā, parasti tā hidrogēnhlorīda formā) un absorbciju mēra ne ātrāk kā pēc 10 minūtēm, kuru laikā šķīdumu ik pa laikam sakrata.

5. Kādam nolūkam šķīdumam pievieno hidroksilamīnu? Zināms, ka ar hidroksilamīnu slāpekļa (II) oksīdu var pārvērst par slāpekļa (I) oksīdu un vara (II) hidroksīdu par vara (I) oksīdu. (1 punkts)
 - a. Tas visus šķīdumā esošos dzelzs jonus reducē par Fe^{2+} joniem
 - b. Tas visus šķīdumā esošos dzelzs jonus oksidē par Fe^{3+} joniem
 - c. Tas katalizē $\text{Fe}(\text{phen})_3^{2+}$ veidošanās reakciju
 - d. Tas ļauj iestāties līdzsvaram starp Fe^{2+} un Fe^{3+} joniem
6. Kāda dzelzs koncentrācija ūdenī visticamāk tiktu noteikta, ja hidroksilamīnu nepievienotu, mērot vizuālo ūdens paraugu? (1 punkts)
 - a. Izteikti pazemināta vai tuva nullei
 - b. Nedaudz pazemināta
 - c. Pilnībā korekta
 - d. Nedaudz palielināta
 - e. Izteikti palielināta
7. Kāda dzelzs koncentrācija ūdenī visticamāk tiktu noteikta, ja hidroksilamīnu nepievienotu, mērot pazemes ūdens paraugu? (1 punkts)
 - a. Izteikti pazemināta vai tuva nullei
 - b. Nedaudz pazemināta
 - c. Pilnībā korekta
 - d. Nedaudz palielināta
 - e. Izteikti palielināta

2. uzdevums. *Oksimorons* (Kopā 15 punkti)

Četras gāzveida vielas **A** - **D** satur vienu un to pašu ķīmisko elementu **X** katrā ar atšķirīgu oksidēšanās pakāpi. **A** ir gāze ar raksturīgu smaku, ko, sadedzinot skābeklī, rodas **B**, kā arī viela **E** gāzveida stāvoklī. **B** ar skābekli reaģē tikai ļoti augstā temperatūrā katalizatora klātienē vai arī elektriskās izlādes procesā, veidojoties **C**. **C** ar skābekli savukārt ātri reaģē jau istabas temperatūrā, veidojoties **D**, kas ir sarkanbrūna gāze ar raksturīgu asu smaku. Zināms, ka **X** masas daļa **A** ir 82,4%, **X** masas daļa **D** ir 30,4% un gan **A**, gan **D** ir bināri savienojumi.

D reakcijā ar karstu ūdeni veidojas **C** un stipra oksidējoša skābe **F**, kurā **X** oksidēšanās pakāpe ir vēl pieaugusi. Reakcijā starp **A** un **F** iegūst baltu kristālisku vielu **G**, kas ir viena no ķīmiskajā rūpniecībā visvairāk saražotajām vielām, un kurā **X** masas daļa ir 35,0%. **G** karsējot spontāni sadalās, kas laika gaitā ir izraisījis daudz traģiskus nelaimes gadījumus, tālab to uzglabājot un transportējot jāievēro piesardzība. Vienā no iespējamajām **G** sadalīšanās reakcijām paaugstinātā temperatūrā rodas **B** un **C**, savukārt zemākā temperatūrā šajā procesā rodas **X** oksīds **H**, kurā **X** ir vēl cita oksidēšanās pakāpe, kā arī **E**. Zināms, ka **H** izmanto gan medicīnā, gan kā degvielu dažādās sfērās.

1. Uzraksti elementa **X** un vielu **A** – **H** ķīmiskās formulas! (9 punkti)
2. Kāds ir visu reakcijas stehiometrisko koeficientu summa reakcijām, kurās
 - a. **A** sadeg skābeklī (3 punkti)
 - b. **D** reaģē ar karstu ūdeni
 - c. **G** sadalās, rodoties **B** un **C**
 - d. **G** sadalās, rodoties **H**
3. Uzraksti simbolu elementam, kurš ir oksidētājs un kurš reducētājs reakcijām, kurās:
 - a. **A** sadeg skābeklī (1 punkts)
 - b. **D** reaģē ar karstu ūdeni (1 punkts)
 - c. **G** sadalās, rodoties **H** (1 punkts)

3. uzdevums. *Mineralizē* (Kopā 10 punkti)

Ķīmiķis Aivis saņēma divus minerālu paraugus **A** un **B**. Viņš noteica, ka tie abi ir veidoti no viena un tā paša anjona, kā katjoni tajos ietilpst tikai IIA grupas metāli, un neviens no tiem nav hidrāts. Tāpat viņš noteica, ka **A** satur vienu metālu, bet **B** – divus metālus. Lai noteiktu katra minerāla sastāvu, Aivis tos apstrādāja ar sālsskābi pārākumā. Sākumā viņš ņēma 2,00 g saberzta minerāla **A** paraugu, un apstrādājot to ar sālsskābi, novēroja putu veidošanos un minerāla izšķīšanu. Iegūtajam šķīdumam viņš pievienoja nātrija sulfātu pārākumā un novēroja baltu nogulšņu veidošanos. Nogulšņu masa pēc žāvēšanas bija 2,49 g.

1. Nosaki, kāds metāls ietilpst minerāla **A** sastāvā? (2 punkti)
2. Uzraksti minerālam **A** atbilstošā savienojuma ķīmisko formulu! (1 punkts)

Tad Aivis ņēma 2,00 g saberzta minerāla **B** paraugu, un apstrādāja to ar nelielu daudzumu koncentrētas sālsskābes, novērojot putu veidošanos un minerāla izšķīšanu. Iegūtajam šķīdumam viņš pievienoja koncentrētu nātrija sulfāta šķīdumu nelielā pārākumā un novēroja baltu nogulšņu **N1** veidošanos. Nogulsnes **N1** nofiltrēja, kārtīgi izkarsēja un noteica, ka pēc žāvēšanas to masa bija 1,48 g. Filtrātā Aivis pievienoja nātrija fosfāta šķīdumu, un novēroja papildus nogulšņu **N2** veidošanos, kuru masa pēc žāvēšanas bija 0,947 g.

3. Nosaki, kādi metāli ietilpa minerāla **B** sastāvā? (2 punkti)
4. Uzraksti nogulsnēs **N1** ietilpstošā savienojuma ķīmisko formulu! (1 punkts)
5. Uzraksti nogulsnēs **N2** ietilpstošā savienojuma ķīmisko formulu! (1 punkts)
6. Uzraksti minerālam **B** atbilstošā savienojuma ķīmisko formulu! (2 punkti)
7. Aprēķini, kādu masu nogulšņu iegūtu, ja pēc minerāla **B** izšķīdināšanas sālsskābē uzreiz pievienotu nātrija fosfāta šķīdumu! (1 punkts)

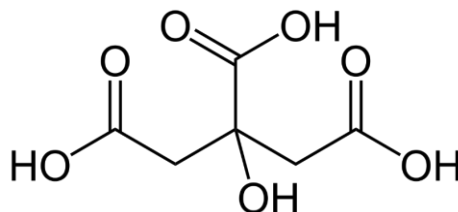
Lai pamatotu savus spriedumus, vari izmantot informāciju par IIA grupas metālu sulfātu šķīdību ūdenī 20 °C temperatūrā.

Sāls	Šķīdība (g sāls uz 100 mL ūdens)
BeSO ₄	Šķīstošs (40,0 g 100 mL ūdens)
MgSO ₄	Šķīstošs (35,1 g 100 mL ūdens)
CaSO ₄	Ļoti mazšķīstošs (0,21 g 100 mL ūdens)
SrSO ₄	Praktiski nešķīstošs (0,013 g 100 mL ūdens)
BaSO ₄	Praktiski nešķīstošs (0,00024 g 100 mL ūdens)

4. uzdevums. **Skābulīši** (Kopā 11 punkti)

Organiskās vielas var saturēt vairākas tā paša veida funkcionālās grupas. Viena no šādām vielu klasēm ir daudzvērtīgas karbonskābes. Šajā uzdevumā apskatīsim daudzvērtīgās karbonskābes, kas bez karboksilgrupām satur arī hidroksilgrupas.

Viena no šādām skābēm ir citronskābe, ko izmanto pārtikas rūpniecībā un farmācijā. Tās struktūrformula dota attēlā.



1. Uzraksti citronskābes molekulformulu (elementu simbolus uzdod alfabēta secībā)! (1 punkts)
2. Cik vērtīga skābe ir citronskābe? (1 punkts)

Citronskābe var veidot sāļus ar dažādu stehiometriju. Viens no šādiem sāļiem ir nātrija dihidrogēncitrāts. Zināms, ka tas var veidot vairākus hidratus. Analizējot vienu no tā hidratu (nātrija dihidrogēncitrāts $\cdot x\text{H}_2\text{O}$) noteica, ka nātrija masas daļa tajā ir 9,904%.

3. Uzraksti bezūdens nātrija dihidrogēncitrāta molekulformulu! *Elementu simbolus uzdod alfabēta secībā!* (1 punkts)
4. Nosaki analizētā hidrāta stehiometriju (x vērtību)! (1 punkts)

Dabā plaši sastopama arī kāda cita hidroksilgrupas saturoša daudzvērtīgā karbonskābe **A**, kuras sāls **B** veidojas dažu uzturā lietotu produktu gatavošanā, kā arī tiek izmantots kā pārtikas piedeva. Zināms, ka sāls **B** molmasa nav lielāka par nātrija dihidrogēncitrāta molmasu. Regīna ņēma 2,000 g šīs vielas un to šķīdināja skābā ūdens šķīdumā. Viņai izdevās no šķīduma izdalīt tīru skābi **A**, un šķīdumā palika sāls katjoni **X**. Sadedzinot iegūto skābi **A** skābekļa pārākumā ieguva 0,9522 L (n.a.) ogļskābās gāzes un 0,5745 g ūdens. Savukārt pie katjonus **X** saturošā šķīduma Regīna pievienoja reaģentu nātrija tetrafenilborātu $\text{NaB}(\text{C}_6\text{H}_5)_4$, nogulsnēs iegūstot 3,808 g nešķīstoša savienojuma $\text{XB}(\text{C}_6\text{H}_5)_4$, kurā **X** masas daļa ir 10,91%. Zināms arī, ka **X** krāso liesmu violetā krāsā.

5. Nosaki katjona **X** ķīmisko formulu un skābes **A** un sāls **B** molekulformulu! *Elementu simbolus uzdod alfabēta secībā!* (5 punkti)
6. Izmanto skābes molekulformulu un nosaki, cik karboksilgrupu un cik hidroksilgrupu tā satur! (2 punkti)

5. uzdevums. **Daudzpusīgais ogleklis** (Kopā 19 punkti)

Binārus oglekļa savienojumus ar dažādiem ķīmiskajiem elementiem, lielākoties metāliem, sauc par karbīdiem. Karbīdi uzbūves ziņā savā starpā var ievērojami atšķirties, un pastāv gan joniskie karbīdi, gan kovalentie karbīdi. IA – IIIA grupas metālu karbīdi ir veidoti no attiecīgā metāla jona tā parastajā oksidēšanās pakāpē un oglekļa veidota anjona. Savienojumus ar dažādiem metāliem anjona uzbūve ir atšķirīga, līdz ar ko tas reakcijā ar ūdeni veido dažādus ogļūdeņražus. Anjoni C^{4-} reakcijā ar ūdeni veido metānu, anjoni C_2^{2-} acetilēnu, savukārt C_3^{4-} metilacetilēnu un propāndiēnu.

Kāds inženieris, apstrādājot alumīnija un nātrija sakausējumu, ieguva 10,0 g nātrija karbīda Na_2C_2 un alumīnija karbīda Al_4C_3 maisījuma. Šo maisījumu viņš apstrādāja ar ūdeni, izdalījās divas gāzes, kuras viņš savāca, un noteica, ka to tilpums ir 3,50 L (25,0 °C, 119,8 kPa). Tāpat viņš noteica, ka iegūtā ūdens šķīduma neitralizēšanai nepieciešams pievienot 101 mL 5,00 M sālsskābes šķīduma.

1. Kādas gāzes veidosies maisījuma reakcijā ar ūdeni? (1 punkts)
2. Nosaki Na_2C_2 un Al_4C_3 masas daļu (%) maisījumā! (3 punkti)
3. Nosaki gāzu moldaļu iegūtajā gāzu maisījumā! (1 punkts)
4. Aprēķini, kāda bija masa un sastāvs (nātrija masas daļa %) metālu sakausējumam, kuru inženieris bija ņēmis, lai iegūtu 10,0 g karbīdu maisījuma. (2 punkti)

Gāzes, kas iegūtas Na_2C_2 un Al_4C_3 maisījuma reakcijā ar ūdeni, inženieris atdalīja. Vienu no gāzēm viņš paaugstinātā temperatūrā UV gaismas klātienē hlorēja attiecībā 1:1, iegūstot **A**. Otru no gāzēm savukārt viņš katalizatora klātienē oligomerizēja, iegūstot vielu **B**, šajā procesā vielas molmasai trīskāršojoties. Beigās viņš alumīnija hlorīda klātienē īstenoja **A** reakciju ar **B** attiecībā 1:1, iegūstot vielu **C** (iespējamās tālākās **C** reakcijas ar vienu no reaģentiem ignorē!).

5. Uzraksti vielu **A** – **C** molekulformulas! Rakstot molekulformulas sāc ar **C** un **H** skaitu un papildus elementus pievieno aiz **C** un **H** alfabētiskā secībā. (3 punkti)
6. Kādā molārā attiecībā jāņem no karbīdiem iegūtās gāzes un kādā abi karbīdi, lai viss iegūtais **A** izreaģētu ar visu iegūto **B**? Cik piemērots šādam eksperimentam ir uzdevuma sākumā apskatītais karbīdu maisījums? (2,5 punkti)

Kādā citā eksperimentā inženieris atkal veica karbīdu reakcijā ar ūdeni iegūtā gāzu maisījumu gāzu atdalīšanu. Arī šoreiz viņš vienu no tām paaugstinātā temperatūrā UV gaismas klātienē hlorēja attiecībā 1:1, iegūstot **A**. Tālāk **A** apstrādāja ar atšķaidītu $NaOH$ šķīdumu samērā maigos apstākļos, iegūstot vielu **D**. Otru no gāzēm savukārt viņš šoreiz apstrādāja ar ūdeni skābā vidē katalizatora klātienē, iegūstot viegli gaistošu savienojumu **E**. **E** oksidējot ieguva pārtikas rūpniecībā plaši lietota savienojuma **F**. **F** skābā vidē reaģē ar **D**, veidojot savienojumu **G**, kuram piemīt izteikta raksturīga smarža.

7. Uzraksti vielu **D** – **G** molekulformulas! Rakstot molekulformulas sāc ar **C** un **H** skaitu un papildus elementus pievieno aiz **C** un **H** alfabētiskā secībā. (4 punkti)
8. Pie kādām savienojumu klasēm pieder **B** un **D** – **G**? Klasi izvēlies starp šādām: alkāni, alkēni, alkīni, aromātiskie ogļūdeņraži, halogēnogļūdeņraži, spirti, aldehīdi, ketoni, karbonskābes, esteri, ēteri un sāļi. (2,5 punkti)