

Eiropas Sociālā fonda Plus projekts Nr. 4.2.2.3/1/24/I/001 "Pedagogu profesionālā atbalsta sistēmas izveide"

Kods: _____

1.	2.	3.	4.	5.	6.

ĶĪMIJAS 67. OLIMPIĀDES

VALSTS POSMA 9. KLASES UZDEVUMU ATRISINĀJUMI

1. uzdevums *Saldā ķīmija* **8 punkti**

Cukuru (saharozī, $C_{12}H_{22}O_{11}$) ražo no cukurbiešu sulas. No sulas vispirms iegūst piesātinātu saharozes ūdens šķīdumu (sīrupu) pie 70 °C. Šo sīrupu atdzesējot, saharoze sāk kristalizēties. Saharozes šķīdība ūdenī 70 °C ir 320 g saharozes uz 100 g H_2O , savukārt 20 °C tā ir 204 g uz 100 g H_2O . Piesātināta cukura sīrupa blīvums 70 °C ir 1,32 g/mL.



1. Aprēķini cik gramu cukura atrodas 100 g piesātināta cukura sīrupa pie 70°C? Kāda ir saharozes masas daļa šajā šķīdumā? (2p)

Pie 70 °C 100 g ūdens izšķīst 320 g saharozes.

Tātad šķīdums satur 100 g ūdens un 320 g saharozes, tā kopējā masa ir 420 g.

Aprēķinām saharozes masas daļu šķīdumā:

$$w = 320/420 \cdot 100\% = 76,2\% \quad (1p)$$

Tātad 100 g šķīduma satur 76,2 g saharozes. (1p)

2. Aprēķini cik liela masa cukura izkristalizējas, 100 g ūdens saturošu sīrupu atdzesējot līdz 20°C! (1p)

Ja apskatām 100 g ūdens, tad 70 °C tajā ir iešķīduši 320 g saharozes, bet 20 °C šķīdība samazinās līdz 204 g, tātad uz 100 g ūdens izkristalizēsies 320 – 204 = 116 g saharozes.

3. Aprēķini cukura masu, kuru iespējams iegūt, līdz 20 °C atdzesējot 1,00 L 70 °C piesātināta cukura sīrupa! (2p)

Aprēķinām cukura sīrupa masu:

$$M = d \cdot V = 1,32 \cdot 1000 \text{ mL} = 1320 \text{ g} \quad (0,5p)$$

Aprēķinām ūdens saturu tajā: $m(H_2O) = w \cdot m(\text{šķ}) = 23,8 \cdot 1320 / 100\% = 314,2 \text{ g} \quad (0,5p)$

Tātad izkristalizēsies saharozes masu varam aprēķināt kā $314,2 \cdot 116 / 100 = 364,5 \text{ g} \quad (1p)$

Atbalstītāji:

Grindex

Olpha

kinetics

PharmIdea
Professional & Innovative

Latvijas Organiskās
sintēzes institūts



4. Aprēķini kristalizācijas efektivitāti (kristalizācijā iegūtā cukura masu attiecībā pret šķīdumā esošo cukura masu)! (1p)

Varam izmantot datus no 100 g ūdens, no kura mno 320 g izkristalizējās 116 g, tātad efektivitāte ir:
 $116/320 = 0,363 = 36,3\%$

5. Iesaki divus padomus, kā cukura kristalizācijas procesā “nepazaudēt” šķīdumā palikušo cukuru! (2p)

Tipiskākie varianti būtu:

- pēc kristalizācijas iegūto šķīdumu izmantot atkārtoti, šķīdinot saharozi nevis tīrā ūdenī bet šajā šķīdumā

- pēc kristalizācijas ūdeni iztvaicēt, lai atgūtu tajā palikušo saharozi.

Bet ieskaitāmi arī citas versijas.

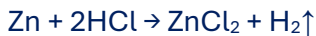
2. uzdevums

Nākotnes sakaussējums

7 punkti

Biosaderīgu un biodegradējamu implantu izgatavošanai var izmantot magnija un cinka sakaussējumu. Profesora Taurentiņa laboratorijā analizēja perspektīvu implanta paraugu - magnija un cinka sakaussējumu. 10,0 g šāda sakaussējuma pilnībā izšķīstot sālsskābē izdalījās 4,48 L ūdeņraža (normālos apstākļos).

1. Uzraksti notikušo ķīmisko reakciju vienādojumus! (2p)



2. Aprēķini katra metāla daudzumu paraugā un maisījuma sastāvu masas daļās! (5p)

Varam atrast kopējo metālu daudzumu

$$n(\text{H}_2) = V/V_0 = 4,48/22,4 = 0,200 \text{ mol}$$

$$n(\text{Zn}) + n(\text{Mg}) = 0,200 \text{ mol}$$

Sakaussējuma masa savukārt ir:

$$m(\text{sak}) = m(\text{Zn}) + m(\text{Mg}) = M(\text{Zn}) \cdot n(\text{Zn}) + M(\text{Mg}) \cdot n(\text{Mg}) = 65,4n(\text{Zn}) + 24,3n(\text{Mg})$$

Sastādam un atrisinām vienādojumu sistēmu:

$$\begin{cases} n(\text{Zn}) + n(\text{Mg}) = 0,200 \\ 65,4n(\text{Zn}) + 24,3n(\text{Mg}) = 10,0 \end{cases}$$

$$n(\text{Mg}) = 0,200 - n(\text{Zn})$$

$$65,4n(\text{Zn}) + 24,3(0,200 - n(\text{Zn})) = 10,0$$

$$41,1n(\text{Zn}) = 10,0 - 4,86 = 5,14$$

$$n(\text{Zn}) = 0,125 \text{ mol}$$

$$m(\text{Zn}) = M(\text{Zn}) \cdot n(\text{Zn}) = 65,4 \cdot 0,125 = 8,18 \text{ g}$$

$$n(\text{Mg}) = 0,200 - n(\text{Zn}) = 0,075 \text{ mol}$$

$$m(\text{Mg}) = M(\text{Mg}) \cdot n(\text{Mg}) = 24,3 \cdot 0,075 = 1,82 \text{ g}$$

Tātad sastāvs masas daļās ir $w(\text{Zn}) = 81,8\%$ un $w(\text{Mg}) = 18,2\%$

Kods: _____

3. uzdevums

Netīrā enerģija

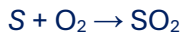
11 punkti

Gāze, kas pamatā atbildīga par skābo lietus veidošanos, ir kurināmā degšanā iegūts sēra dioksīds. Zināms, ka daļa no tā atmosfērā oksidējas par kādu citu gāzi **A**, kas reaģējot ar ūdeni veido stipru skābi **B**.

1. Nosaki vielas **A** un **B**! (2p)



2. Uzraksti visu 3 aprakstīto reakciju vienādojumus! Sēra dioksīds veidojas, sadegot sēram. (1,5p)



Sadedzināja 1000 kg akmeņogļu, kuru sastāvs masas daļās procentos bija šāds: ogleklis (85%), sērs (2,5%), mitrums (8%), citi nedegoši piemaisījumi. No iegūtā sēra dioksīda daudzuma 40% pārvērtās par skābi **B**, kas nonāca uz Zemes skābā lietus veidā.

3. Nosaki, kāda ir oglekļa dioksīda un sēra dioksīda molārā attiecība, kas veidojas, pilnībā sadegot šādam akmeņogļu paraugam! (1,5p)

Varam noteikt, kāda ir akmeņogļu sastāvā ietilpstošā oglekļa masa ir $1000 \cdot 85\% / 100\% = 850$ kg, savukārt sēra masa $1000 \cdot 2,5\% / 100\% = 25$ kg

Gāzu daudzums būs vienāds ar katra elementa daudzumu:

$$n(\text{CO}_2) = n(\text{C}) = m/M = 850000(\text{g})/12(\text{g/mol}) = 70\,833 \text{ mol}$$

$$n(\text{SO}_2) = n(\text{S}) = m/M = 25000(\text{g})/32(\text{g/mol}) = 781 \text{ mol}$$

Tātad molārā attiecība ir 90,7 : 1

4. Nosaki kāda ir sēra dioksīda masa, kas tiks iegūta, sadedzinot 1000 kg šādu akmeņogļu! (2p)

Aprēķinam dioksīda masa masu:

$$m(\text{SO}_2) = n \cdot M = 781 \cdot 64 = 49\,985 \text{ g jeb } 49,985 \text{ kg}$$

5. Kāda ir uz Zemes nonākušā skābes **B** masa? (1p)

Tā kā 40% no SO_2 pārvēršas par skābi, tās masa aprēķināma kā:

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = n \cdot M = 40\% \cdot 781 \cdot 98 / 100\% = 30\,620 \text{ g jeb } 30,62 \text{ kg}$$

Ar šādi veidoto skābi **B** reaģē kaļķakmens (kalcija karbonāts). Šāda reakcija ir viens no negatīvajiem skābo lietus izraisītām pārvērtībām, taču to izmanto sēra dioksīda uztveršanai. Dūmgāzu attīrīšanā lieto skruberus, kuros sēra dioksīds tiek uztverts, izmantojot reakciju ar kalcija karbonātu. Tipiskā skruberī šādi tiek absorbēti 95% no dūmgāzē esošā sēra dioksīda.

6. Uzraksti reakcijas vienādojumu **B** reakcijai ar kalcija karbonātu! (1p)



7. Aprēķini kāda ir kalcija karbonāta masa, kas patērēta, šādi uztverot 95% no sēra dioksīda, kas izdalījās, sadegot 1000 kg akmeņogļu ar sēra masas daļu 2,5%! (2p)

Tā kā uztverti tika 95% no izdalītā sēra dioksīda, tad patērētā kalcija karbonāta masu aprēķinam kā:

$$n(\text{CaCO}_3) = n(\text{SO}_2_{\text{uztv.}}) = 0,95 \cdot n(\text{SO}_2_{\text{izdal.}}) = 742 \text{ mol}$$

$$m(\text{CaCO}_3) = n \cdot M = 742 \cdot 100 = 74\,000 \text{ g jeb } 74,0 \text{ kg}$$

4. uzdevums

Riņķa deļa

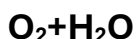
15 punkti

Tev ir dota neorganisko vielu pārvērtību shēma. Shēmā jau ir ievietota viela dzelzs (Fe). Aizpildi tukšās kastītes, ierakstot tajās atbilstošos savienojumus no piedāvātā saraksta. Virs katras reakcijas bultas ieraksti piemērotos reakcijas apstākļus vai reaģentus, izvēloties tos no dotā saraksta. Katru savienojumu un katru reaģentu/reakcijas apstākļus izmanto tikai vienu reizi.

Vielu saraksts:



Reaģentu/reakcijas apstākļu saraksts:



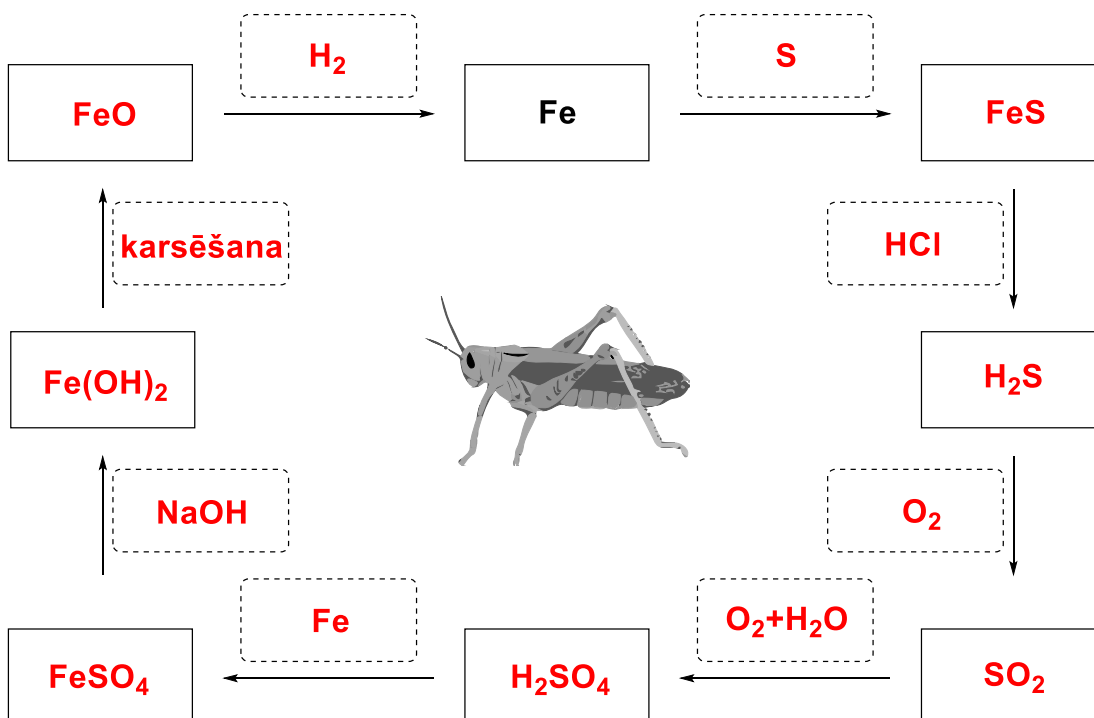
karsēšana



Piezīme: "karsēšana" nozīmē tikai karsēšanu bez reaģentu pievienošanas, savukārt izvēloties kādu no reaģentiem, reaģents var tikt izmantots kā tīra viela, gāze, šķīdums, kā arī var veikt papildus karsēšanu, ja tas nepieciešams reakcijas norisei.

1. Aizpildi doto shēmu, ievadot gan pareizās vielas, gan reakcijas apstākļus no dotā saraksta!

Atrisinājums: Punktus piešķir nevis par pareizu vietu tabulā (vielām vai reaģentiem), bet par katru korektu reakciju, kura norādīta. Punktus par reakciju piešķir tikai tad, ja ir pareizs gan produkts/izejviela un reaģents. Ja kāds no šiem iztrūkst vai ir nepareizs, tad punkti netiek piešķirti ne par reaģentu ne izejvielu/produktu.



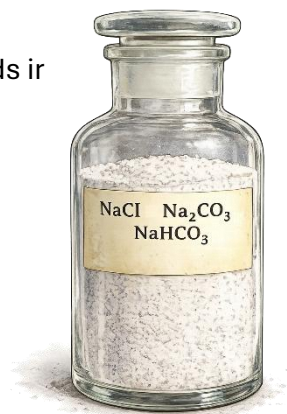
Kods: _____

5. uzdevums

Trīs vielas, kas burciņā stāv

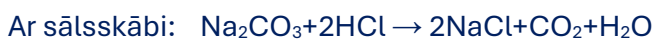
8 punkti

Gvido ziņkāre nekad nerimās. Tā vienudien viņam nedeļa mieru jautājums par to, kāds ir sastāvs nātrija hlorīda, nātrija karbonāta un nātrija hidroģēnkarbonāta maisījumam, kas, neviena netraucēts, sēdēja ķīmijas kabineta skapī. Tā nu viņš slepus šo burciņu "aizņēmas" un veica trīs eksperimentus:



- Pēc izkarsēšanas 100 °C temperatūrā 5,00 g maisījuma masa bija samazinājusies līdz 4,63 g.
- Apstrādājot 5,00 g maisījuma ar sālsskābes šķīdumu izdalījās 0,795 L gāzes (n.a.).
- Izšķīdinot 5,00 g maisījuma ūdenī un pievienojot sudraba (I) nitrāta šķīdumu pārākumā iegūst nogulsnes, kuru masa pēc žāvēšanas ir 3,677 g.

1. Uzraksti visu aprakstīto ķīmisko pārvērtību reakciju vienādojumus! (3p)



2. Aprēķini maisījuma sastāvu masas daļās % un moldaļās. (5p)

Redzams, ka karsējot masas samazinājums ir $5,00 - 4,63 = 0,37$ g. Tas atbilst reakcijā izdalītajam CO₂ un H₂O. Tā kā tie rodas attiecībā 1:1, varam aprēķināt kopējo to molmasu kā $M = 44 + 18 = 62$ g/mol. No tā varam noteikt maisījumā ietilpstošā NaHCO₃ daudzumu:

$$n(\text{NaHCO}_3) = 2 \cdot n(\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot m/M = 2 \cdot 0,37/62 = 0,0119 \text{ mol}$$

$$\text{Tā masa tātad ir } m(\text{NaHCO}_3) = n(\text{NaHCO}_3) \cdot M(\text{NaHCO}_3) = 0,0119 \cdot 84 = 1,00 \text{ g}$$

NaCl daudzumu varam aprēķināt no reakcijā ar sudraba(I) nitrātu iegūto AgCl:

$$n(\text{NaCl}) = n(\text{AgCl}) = m/M = 3,677/143,3 = 0,02566 \text{ mol}$$

$$\text{Tā masa tātad ir } m(\text{NaCl}) = n(\text{NaCl}) \cdot M(\text{NaCl}) = 0,02566 \cdot 58,4 = 1,50 \text{ g}$$

Lai gan NaHCO₃ masu varam aprēķināt jau šobrīd, izmantojot kopējo masu, izmantosim doto informāciju par CO₂ daudzumu:

$$n(\text{CO}_2) = V/V_0 = 0,795/22,4 = 0,03549 \text{ mol}$$

Gan NaHCO₃, gan Na₂CO₃ dod pa 1 ekvivalentam CO₂, tātad:

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n(\text{CO}_2) - n(\text{NaHCO}_3) = 0,03549 - 0,0119 = 0,02359$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n(\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,02359 \cdot 106 = 2,50 \text{ g}$$

Tātad atrodam maisījuma sastāvu masas daļās % un moldaļās:

	Na ₂ CO ₃	NaHCO ₃	NaCl
w / %	50,0	20,0	30,0
X	0,385	0,195	0,420

6. uzdevums

Pa Mendelējeva pēdām

8 punkti

Liela daļa "smago elementu", piemēram, gandrīz visi 7.perioda elementu atomi iegūti mākslīgi, kodolsintēzes ceļā. Vairākus gadus notiek arī aktīvs darbs pie 119. elementa atomu iegūšanas. Šī

elementa pagaidu nosaukums ir ununennijs, bet simbols - Uue. Ununennijs būtu īpašs ar to, ka būtu pirmais elements 8.periodā.

Šobrīd paredzams, ka sintezētā ununennija izotopa simbols būs ${}_{119}^{295}\text{Uue}$ vai ${}_{119}^{296}\text{Uue}$.

1. Paskaidro, kas atšķirīgs ${}_{119}^{295}\text{Uue}$ un ${}_{119}^{296}\text{Uue}$ atomu uzbūvē! (1p)

Atomiem ir atšķirīgs neitronu skaits

Iedomāsimies, ka tiek iegūts stabils ununennija izotops.

2. Prognozē, kāda būtu ununennija oksidēšanās pakāpe savienojumos! (1p)

+1

3. Uzraksti prognozējamo ununennija reakcijas vienādojumu ar dotajām trim vielām! (3p)

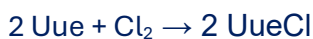
a) ar ūdeni:



b) ar sērskābi:



c) ar hloru:



4. Uzraksti ununennija oksīda formulu! Pamato kādai oksīdu klasei (skābie, bāziskie, amfotērie vai sāļus neradošie) ununennija oksīds **visticamāk** piederētu! (1,5p)

Uue_2O . Tā kā ununennijs būtu IA grupas metāls, tam visticamāk būtu līdzīgas īpašības, kā pārējiem IA grupas metālu oksīdiem, līdz ar to, tas būtu **bāziskais oksīds**.

5. Uzraksti formulu bināram savienojumam, kurā ununennija masas daļa ir 99,66% (pieņem, ka ununennija atommasa ir 295)! (1,5p)

Pieņemot, ka savienojuma molekulformula ir UueX :

$$w(\text{X}) = 0,34\% \quad A(\text{X}) = \frac{295 \cdot 0,34}{99,66} = 1,00 \Rightarrow \text{X} = \text{H} \quad \text{Formula: UueH}$$

$$\text{UueX}_2: \quad w(\text{X}) = 0,34\% \quad A(\text{X}) = \frac{295 \cdot 0,34}{2 \cdot 99,66} = 0,50 \rightarrow \text{pārāk maza atommasa}$$

$$\text{Uue}_2\text{X}: \quad w(\text{X}) = 0,34\% \quad A(\text{X}) = \frac{2 \cdot 295 \cdot 0,34}{99,66} = 2,00 \rightarrow \text{nav tāda elementa}$$

$$\text{Uue}_3\text{X}: \quad w(\text{X}) = 0,34\% \quad A(\text{X}) = \frac{3 \cdot 295 \cdot 0,34}{99,66} = 3,00 \rightarrow \text{nav tāda elementa}$$

Eiropas Sociālā fonda Plus projekts Nr. 4.2.2.3/1/24/I/001 "Pedagogu profesionālā atbalsta sistēmas izveide"

Kods: _____

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.

KĪMIJAS 67. OLIMPIĀDES

VALSTS POSMA 10. KLASES UZDEVUMI

1. uzdevums

Cietais ūdens

10 punkti

Ūdens cietība ir nozīmīgs parametrs, kas ietekmē gan sadzīves procesus, gan tehnoloģiskās sistēmas, piemēram, siltumapmaiņas iekārtu darbību un nogulšņu veidošanos. Tā saistīta ar kalcija un magnija jonu klātbūtni ūdenī un izsakāma kā kalcija un magnija jonu koncentrācija milimolos litrā. Izšķir pārejošo cietību, kuru iespējams samazināt ar vienkāršām fizikālām metodēm, piemēram, ūdens karsēšanu, un nepārejošo cietību, kas saglabājas arī pēc šādas apstrādes un prasa sarežģītākas attīrīšanas metodes.

Ūdens cietību nereti izsaka arī ekvivalentos mg/L CaCO₃.

Šādā gadījumā gan kalcija, gan magnija jonu koncentrācijas tiek pārrēķinātas tā, lai tās varētu izteikt kā kalcija karbonāta daudzumu.

Laboratorijā noteica šādu ūdens parauga sastāvu: [Ca²⁺] = 3,20 mmol/L; [Mg²⁺] = 1,50 mmol/L; [HCO₃⁻] = 5,00 mmol/L; [SO₄²⁻] = 1,20 mmol/L.

- Aprēķini ūdens cietību milimolos litrā un izmanto augstāk doto tabulu, lai noteiktu, kāda ir ūdens cietības pakāpe. (1,5p)

$$\text{Cietība} = [\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}] = 3,20 + 1,50 = \underline{4,70 \text{ mmol/L}}$$

Tas atbilst cietam ūdenim.

- Aprēķini ūdens cietību milimolos litrā ekvivalentos mg/L CaCO₃. (1p)

$$\text{Cietība(ekvivalentos mg/L CaCO}_3) = ([\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}]) \cdot M(\text{CaCO}_3) = 4,70 \cdot 100 = 470 \text{ mg/L}$$

- Matemātiski pārbaudi, vai dota pilna informācija par ūdenī esošo jonu sastāvu? Ja nē, nosaki kāda veida joni vēl ietilpst šajā ūdenī un mini ticamāko(-s) izlaisto(-s) jonu(s)! (1,5p)

$$\text{Sarēķinām kopējo "+" lādiņa koncentrāciju} = 2 \cdot [\text{Ca}^{2+}] + 2 \cdot [\text{Mg}^{2+}] = 2 \cdot 3,20 + 2 \cdot 1,50 = \underline{9,40 \text{ mekv/L}}$$

$$\text{Sarēķinām kopējo "-" lādiņa koncentrāciju} = [\text{HCO}_3^-] + 2 \cdot [\text{SO}_4^{2-}] = 5,00 + 2 \cdot 1,20 = \underline{7,40 \text{ mekv/L}}$$

Redzam, ka šķīdumā jābūt vēl kādiem anjoniem.

Visticamākie anjoni, kas varētu būt tipiskā ūdens paraugā ir hlorīdjoni Cl⁻.



Cietības pakāpe	mmol/L	mg/L CaCO ₃
Ļoti mīksts	< 0,75	< 75
Mīksts	0,75 – 1,5	75 – 150
Vidēji ciets	1,5 – 3,0	150 – 300
Ciets	3,0 – 4,5	300 – 450
Ļoti ciets	> 4,5	> 450

Atbalstītāji:

Grindex

Alpha

kinetics

PharmIdea
Professional & Innovative

Latvijas Organiskās
sintēzes institūts

SAKRET®

4. Kādi joni atbild par pagaidu cietību? Uzraksti ķīmiskās pārvērtības reakciju, kura ataino pārejošās cietības novēršanu ūdens paraugu karsējot. Paskaidro, kādēļ sadzīvē šī reakcija parasti ir nevēlama! (2p)

Tie ir HCO_3^- joni



Rodas kalcija/magnija karbonāta nogulsnes – katlakmens, kas pārklāj sildelementus un citas virsmas.

5. Aprēķini šī ūdens parauga pārejošo un nepārejošo cietību (mmol/L). (1,5p)

Pārejošā cietība ir $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ koncentrācija, kas atbilstu HCO_3^- koncentrācijai, tātad:

$$\text{Pārejošā cietība} = [\text{HCO}_3^-]/2 = 2,50 \text{ mmol/L}$$

$$\text{Nepārejošā cietība} = \text{kopējā cietība} - \text{pārejošā cietība} = 4,70 - 2,50 = 2,20 \text{ mmol/L}$$

6. Mūsdienās ūdens mīkstināšanai izmanto jonapmaiņas sveķus, kuros pie polimēra ir saistīti Na^+ joni. Uzraksti principiālo reakciju! Paskaidro, kāpēc jonapmaiņas sveķus reģenerē ar NaCl šķīdumu? (1,5p)

Reakciju var uzrakstīt dažādos veidos, divas no iespējam šādas:



Lai tos atjaunotu, kalciju nepieciešams aizstāt ar nātriju. Caur tiem laiž šķīdumu ar gana lielu Na^+ jonu koncentrāciju, lai īstenotu pretēju reakciju:



7. Uzraksti vēl kādu veidu, kā iespējams novērst ūdens nepārejošo cietību. (1p)

Kalcija un magnija jonus iespējams izgulsnēt karbonātu formā, pievienojot nātrija karbonātu (sodu). Iespējamas arī citas pieejas, t.sk. reversā osmoze.

2. uzdevums

Ķīmiķis virtuvē

9 punkti

Cepamais pulveris ir sadzīvē plaši lietots maisījums, ko izmanto kūku un citu konditorejas izstrādājumu cepšanā. Tā sastāvā ietilpst nātrija hidrogēnkarbonāts, skābes komponents (citronskābe, kalcija dihidrogēnfosfāts $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ vai vīnskābe) un ciete kā pildviela.

Apskatīsim cepamo pulveri, kura sastāvs masas daļās procentos ir šāds: 30% nātrija hidrogēnkarbonāts, 20% citronskābe un 50% kukurūzas ciete. Citronskābe ir trīsvērtīga skābe, kuras formulu varam saīsināti pierakstīt kā H_3A un kuras molmasa ir 192,1 g/mol.



1. Nosaki kādā molārā attiecībā šajā cepamajā pulverī ir sajaukti nātrija hidrogēnkarbonāts un citronskābe. (1,5p)

Izvēlamies, ka esam paņēmuši 10,0 g cepamā pulvera. Aprēķinam abu vielu masu un daudzumu:

$$m(\text{NaHCO}_3) = 10,0 \cdot 30\% / 100\% = 3,00 \text{ g}$$

$$n = m/M = 3,00/84 = 0,0357 \text{ mol}$$

$$m(\text{H}_3\text{A}) = 10,0 \cdot 20\% / 100\% = 2,00 \text{ g}$$

$$n = m/M = 2,00/192 = 0,0104 \text{ mol}$$

Tātad molārā attiecība nātrija hidrogēnkarbonāts : citronskābe ir 3,43 : 1,00

Kods: _____

2. Uzraksti ķīmiskās reakcijas vienādojumu reakcijai starp nātrija hidroģēnkarbonātu un citronskābi! Pieraksti skābi formā H_3A . (1,5p)



3. Aprēķini ogļskābās gāzes tilpumu (n.a.), kur izdalīsies, ja mīklas pagatavošanā izmantos 12,0 g (3 tējkarotes) cepamo pulveri (tipisks daudzums receptēs, gatavojot 4 personām). (2p)

Tā kā vielas reaģēs attiecībā 3:1, tad redzams, ka cepamajā pulverī nātrija hidroģēnkarbonāts ir pārākumā, līdz ar ko izdalītā CO_2 tilpumu noteiks citronskābes daudzums.

$$m(H_3A) = 12,0 \cdot 20\% / 100\% = 2,40 \text{ g} \quad n = m/M = 2,40 / 192 = 0,0125 \text{ mol}$$

$$n(CO_2) = 3n(H_3A) = 3 \cdot 0,0125 = 0,0375 \text{ mol}$$

$$V(CO_2) = n(CO_2) \cdot V_0 = 0,0375 \cdot 22,4 = 0,840 \text{ L}$$

Senākās receptēs cepamā pulvera vietā izmantoja arī briežraga sāli jeb amonija hidroģēnkarbonātu, kas karsējot sadalās $58^\circ C$ temperatūrā. Tas gan pamatā piemērots plānu, sausu produktu, kā cepumi, krekeri, piparkūkas, pagatavošanā.

4. Aprēķini ogļskābās gāzes tilpumu (n.a.), kur izdalīsies, ja receptē izmantos 12,0 g briežraga sāls. (2p)

Sadalīšanās reakcijas vienādojums:



$$n(CO_2) = n(\text{sāls}) = m/M = 12,0 / 79,0 = 0,152 \text{ mol}$$

$$V(CO_2) = n(CO_2) \cdot V_0 = 0,152 \cdot 22,4 = 3,40 \text{ L}$$

5. Kādas kulinārijā ir briežraga sāls izmantošanas priekšrocības un kāds varētu būt trūkums? (2p)

Priekšrocības: izdalās lielāks gāzes daudzums uz identisku masu (lielāks CO_2 tilpums + papildus arī amonjaks), nepaliek pāri nātrija sāļi.

Trūkumi: Amonjakam nepieciešams aizkļūt no konditorejas izstrādājuma, lai nemainītu garšu.

3. uzdevums

Riņķa deļa

15 punkti

Tev ir dota neorganisko vielu pārvērtību shēma. Shēmā jau ir ievietota viela ūdeņradis (H_2). Aizpildi tukšās kastītes, ierakstot tajās atbilstošos savienojumus no piedāvātā saraksta. Virs katras reakcijas bultas ieraksti piemērotos reakcijas apstākļus vai reaģentus, izvēloties tos no dotā saraksta. Katru savienojumu un katru reaģentu/reakcijas apstākļus izmanto tikai vienu reizi.

Vielu saraksts:

H_2SO_4
 ZnO

SO_2
 H_2S

$Zn(OH)_2$
 $ZnSO_4$

Zn

Reaģentu/reakcijas apstākļu saraksts:

$NaOH$
 S

karsēšana
 H_2

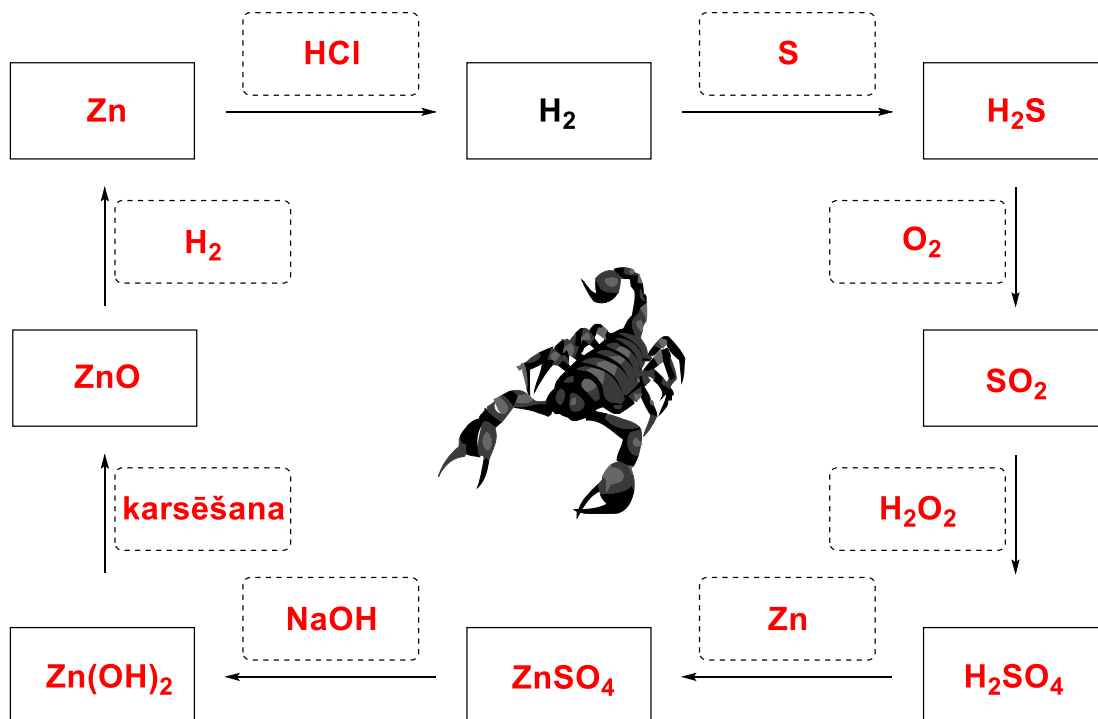
H_2O_2
 HCl

O_2
 Zn

Piezīme: “karsēšana” nozīmē tikai karsēšanu bez reaģentu pievienošanas, savukārt izvēloties kādu no reaģentiem, reaģents var tikt izmantots kā tīra viela, gāze, šķīdums, kā arī var veikt papildus karsēšanu, ja tas nepieciešams reakcijas norisei.

1. Aizpildi doto shēmu, ievadot gan pareizās vielas, gan reakcijas apstākļus no dotā saraksta!

Atrisinājums: Punktus piešķir nevis par pareizu vietu tabulā (vielām vai reaģentiem), bet par katru korektu reakciju, kura norādīta. Punktus par reakciju piešķir tikai tad, ja ir pareizs gan produkts/izejviela un reaģents. Ja kāds no šiem iztrūkst vai ir nepareizs, tad punkti netiek piešķirti ne par reaģentu ne izejvielu/produktu.



Kods: _____

4. uzdevums

Ārpus kastes

10 punkti

Kāds metāls **X** dažādos apstākļos ar skābeklis veido trīs binārus savienojumus **A**, **B** un **C**, kuros skābekļa masas daļa ir 17,0 (**A**), 29,0 (**B**) un 45,0 (**C**). Zināms, ka visi šie savienojumi reaģē ar ūdeni, veidojot vienu un to pašu savienojumu **D**. **C** reakcijā ar ūdeni rodas arī atmosfērā plaši sastopama gāze **E**, savukārt **B** reakcijā veidojas sadzīvē un medicīnā izmantota šķidra viela **F**.

1. Nosaki kas ir metāls **X** kā arī vielas **A – E!** (7p)

Mēģinām noteikt **X**, balstoties uz informāciju par **A**, uzdodot **A** formā X_2O_n , kur n ir oksidēšanās pakāpe, indeksiem daloties ar 2 pie pāra oksidēšanās pakāpes.

Tā kā skābekļa masas daļa vispārīgi ir:

$$w = \frac{16,0 \cdot n}{2A(Me) + 16,0 \cdot n}$$

Atrodam, ka metāla atommasu var aprēķināt kā:

$$A(Me) = \frac{16 \cdot n(1 - w)}{2 \cdot w}$$

Atommasu, kas atbilst eksistējošam metālam atrodam tikai pie $n = 1$: **A = 39,05 X = K**, kā arī pie $n = 5$ ($A = 195$ g/mol, kas atbilst platinam, taču tā nav stabila šī metāla oksidēšanās pakāpe un tas neveido savienojumus ar skābekli, kuros masas daļa atbilst savienojumiem B un C dotajai).

Tātad **X = K, A = K₂O**.

Varam pārbaudīt, ka **B** atbilst KO, tātad **B = K₂O₂** (kālija peroksīds) un **C = KO₂** (kālija superoksīds)

Tas savukārt nozīmē, ka:

D = KOH, E = O₂ un F = H₂O₂.

2. Uzraksti vienādojumus savienojumu **A – C** reakcijām ar ūdeni! (3p)



5. uzdevums

Rēbuss

12 punkti

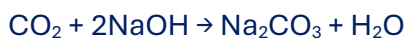
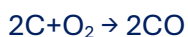
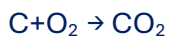
Slēgtā 10,0 L traukā ievietoja 12,0 g grafitu un 25 °C temperatūrā iepildīja skābekli. Paaugstinātā temperatūrā iniciēja grafitu degšanu, pēc tā sadegšanas traukā radās 22,4 L (n.a.) gāzu **A** un **B** maisījums. Gāzu maisījumu izvadot cauri 40 g NaOH šķīduma (NaOH masas daļa šķīdumā 40%) novēroja, ka gāze **A** pilnībā izreaģēja un šķīduma masa palielinās par 13,2 g. Gāzi **B** savukārt nekādas reakcijās neiesaistījās. Reakcijas rezultātā NaOH pilnībā izreaģēja, šķīdumā rodoties divām vielām **C** un **D**.

1. Uzraksti gāzu **A** un **B** un vielu **C** un **D** ķīmiskās formulas un uzraksti notikušo ķīmisko pārvērtību reakciju vienādojumus! (5p)

Degot grafitam var rasties tikai CO vai CO₂. Pēc reakcijas ar NaOH šķīdumu nosakām, ka

A = CO₂ un B = CO.

C un D ir Na₂CO₃ un NaHCO₃ (jebkurā secībā)



2. Aprēķini iegūtā gāzu **A** un **B** maisījuma sastāvu moldaļās! (1p)

Kopējais gāzu daudzums vienāds ar grafīta daudzumu: $n(\text{CO}) + n(\text{CO}_2) = n(\text{C}) = m/M = 12,0/12,0 = 1,00 \text{ mol}$

Šķīduma masas palielināšanās notika reaģējot ar CO_2 , tātad varam noteikt tā daudzumu:

$n(\text{CO}_2) = m/M = 13,2/44,0 = 0,300 \text{ mol}$

Tātad CO_2 moldaļa bija 0,300 un CO moldaļa 0,700.

3. Aprēķini kāds bija traukā ievadītā skābekļa daudzums (mol)! (2p)

Izmantojam degšanas reakcijas vienādojumus aprēķinām:

$n(\text{O}_2) = n(\text{CO}_2) + n(\text{CO})/2 = 0,300 + 0,700/2 = 0,650 \text{ mol}$

Iegūto **C** un **D** šķīdumu ietvaicēja.

4. Aprēķini iegūtā maisījuma sastāvu moldaļās un masas daļās! (3p)

NaOH masa šķīdumā bija $m = m(\text{šķ}) \cdot w = 40 \cdot 40\% / 100\% = 16,0 \text{ g}$

Tā daudzums tātad $n = m/M = 0,400 \text{ mol}$

Sākotnēji notika reakcija $\text{CO}_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$, kurā izreaģēja viss NaOH un 0,200 mol CO_2 .

Tālāk, pārējais CO_2 reaģēja ar iegūti karbonātu: $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightarrow 2\text{NaHCO}_3$

Tā kā pēc pirmās reakcijas bija 0,200 mol Na_2CO_3 un reakcijai pieejami 0,100 mol CO_2 , pēc reakcijas palika 0,100 mol Na_2CO_3 un bija radies 0,200 mol NaHCO_3 .

Sastāvs moldaļās, tātad, bija $x(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,333$ un $x(\text{NaHCO}_3) = 0,667$

Aprēķinām katras vielas masu un masas daļu:

$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n \cdot M = 0,100 \cdot 106 = 10,6 \text{ g}$

$m(\text{NaHCO}_3) = n \cdot M = 0,200 \cdot 84 = 16,8 \text{ g}$

Sastāvs masas daļās, tātad, bija $w(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 38,7\%$ un $w(\text{NaHCO}_3) = 61,3\%$

5. Aprēķini kāds skābekļa spiediens bija jānodrošina 10,0 L traukā 25 °C temperatūrā, lai sadegšanā iegūto gāzi izvadot caur identisku NaOH šķīdumu tā masa nemainītos! (1p)

Lai tas izpildītos, reakcijā bija jāiegūst tikai CO. Tam nepieciešamais skābekļa daudzums ir 0,500 mol.

$$p = \frac{nRT}{V} = \frac{0,500 \text{ mol} \cdot 8,314 \frac{\text{L} \cdot \text{kPa}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 298 \text{ K}}{10,0 \text{ L}} = 123,9 \text{ kPa}$$

Jeb 1,22 atm.

Kods: _____

6. uzdevums

Osvalda skābie piedzīvojumi

11 punkti

Zinātkārais Osvalds pagatavoja 100 mL sālsskābes šķīduma, kura pH tika nomērīts kā 2,8.

1. Aprēķini, kāda ir skābes koncentrācija (mol/L) šajā šķīdumā. (1p)

$$\begin{aligned} & \text{HCl disociē pilnīgi, tāpēc} \\ & [H^+] = 10^{-pH} = 10^{-2,8} = 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ (1 punkts)} \end{aligned}$$

2. Aprēķini, kāds tilpums koncentrētas sālsskābes ($w = 37\%$, $\rho = 1,18 \text{ g/mL}$) bija nepieciešams, lai pagatavotu šo šķīdumu. (2p)

$$\begin{aligned} c(\text{HCl}) &= 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}, & V &= 0,100 \text{ L} \\ n(\text{HCl}) &= c \cdot V = 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L} \cdot 0,100 \text{ L} = 1,6 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \\ M(\text{HCl}) &= 36,5 \text{ g/mol} \\ m(\text{HCl}) &= n \cdot M = 1,6 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot 36,5 \text{ g/mol} = 5,84 \cdot 10^{-3} \text{ g} \text{ (1 punkts)} \\ w = 0,37 &\Rightarrow m(\text{šķ.}) = \frac{m(\text{HCl})}{w} = \frac{5,84 \cdot 10^{-3} \text{ g}}{0,37} = 1,58 \cdot 10^{-2} \text{ g} \\ \rho = 1,18 \text{ g/mL} &\Rightarrow V = \frac{m(\text{šķ.})}{\rho} = \frac{1,58 \cdot 10^{-2} \text{ g}}{1,18 \text{ g/mL}} = 1,34 \cdot 10^{-2} \text{ mL} \\ V &\approx 1,3 \cdot 10^{-2} \text{ mL} \text{ (1 punkts)} \end{aligned}$$

Osvaldam bija nepieciešams iegūt šķīdumu ar pH 4,0. Osvalds šim mērķim apsvēra izmantot divas metodes: pievienot cietu nātrija hidroksīdu vai pievienot nātrija hidroksīda šķīdumu.

3. Aprēķini, kāda masa cietā nātrija sārma jāpievieno, lai iegūtu šķīdumu ar pH 4,0. Ignorē jebkādas izmaiņas šķīduma tilpumā. (2p)

$$\begin{aligned} n(\text{HCl}_{\text{sākotnēji}}) &= c \cdot V = 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L} \cdot 0,100 \text{ L} = 1,6 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \\ pH = 4,0 &\Rightarrow [H^+]_{\text{beigās}} = 1,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L} \\ n(H^+_{\text{beigās}}) &= [H^+]_{\text{beigās}} \cdot V = 1,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L} \cdot 0,100 \text{ L} = 1,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \\ \text{HCl} + \text{NaOH} &\rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} \\ n(\text{NaOH}) &= n(\text{HCl}_{\text{sākotnēji}}) - n(H^+_{\text{beigās}}) = 1,6 \cdot 10^{-4} \text{ mol} - 1,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol} = 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \text{ (1 punkts)} \\ M(\text{NaOH}) &= 40,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \\ m(\text{NaOH}) &= n(\text{NaOH}) \cdot M(\text{NaOH}) = 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot 40,0 \text{ g/mol} = 6,0 \cdot 10^{-3} \text{ g} \\ m(\text{NaOH}) &= 6,0 \text{ mg} \text{ (1 punkts)} \end{aligned}$$

4. Aprēķini, kāds tilpums 0,10 M nātrija sārma šķīduma jāpievieno, lai iegūtu šķīdumu ar pH 4,0. Pieņem, ka sajaucot šķīdumus, kopējais tilpums ir vienāds ar atsevišķo tilpumu summu. (3p)

$$\begin{aligned} n(\text{HCl}_{\text{sākotnēji}}) &= c \cdot V = 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L} \cdot 0,100 \text{ L} = 1,6 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \\ pH = 4,0 &\Rightarrow [H^+]_{\text{beigās}} = 1,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L} \\ n(H^+_{\text{beigās}}) &= [H^+]_{\text{beigās}} \cdot V_{\text{beigās}} = 1,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L} \cdot 0,100 \text{ L} + 1,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L} \cdot V \text{ (1 punkts)} \\ n(\text{NaOH}) &= c \cdot V = 0,10 \text{ mol/L} \cdot V \\ \text{HCl} + \text{NaOH} &\rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} \\ 1,6 \cdot 10^{-4} \text{ mol} - 0,10 \text{ mol/L} \cdot V &= 1,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol} + 1,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L} \cdot V \text{ (1 punkts)} \\ 1,5 \cdot 10^{-4} &= 0,1001 \cdot V \\ V &= \frac{1,5 \cdot 10^{-4}}{0,1001} \approx 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ L} \end{aligned}$$

$$V \approx 1,5 \text{ mL (1 punkts)}$$

Pēc cieta nātrija sārma pievienošanas, šķīdumam tika nomērīts pH un tas izrādījās 3,7 nevis 4,0! Zināms, ka pievienotā cietā sārma masa tika pareizi aprēķināta un nosvērta, kā arī iegūtais šķīdums bija dzidrs.

5. Izskaidro novēroto atšķirību pH vērtībās. (1p)

NaOH laika gaitā reaģē ar gaisā esošo CO_2 un veido Na_2CO_3 (vai NaHCO_3), kuri attiecīgi ir vājākas bāzes. (1 punkts)

0,5 punkti, ja minēts, ka NaOH ir higroskopisks un tas ir saistījis ūdeni no gaisa.

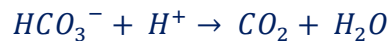
3. apakšpunktā iegūtajam šķīdumam ar pH 4,0 Osvalds pievienoja cietu nātrija hidrogēnkarbonātu pārākumā.

6. Aprēķini tilpumu gāzei, kura izdalījās reakcijā (normālos apstākļos). (2p)

$$V_{\text{šķīduma}} = 0,100 \text{ L}$$

$$pH = 4,0 \Rightarrow [H^+] = 1,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$$

$$n(H^+) = [H^+] \cdot V = 1,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L} \cdot 0,100 \text{ L} = 1,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

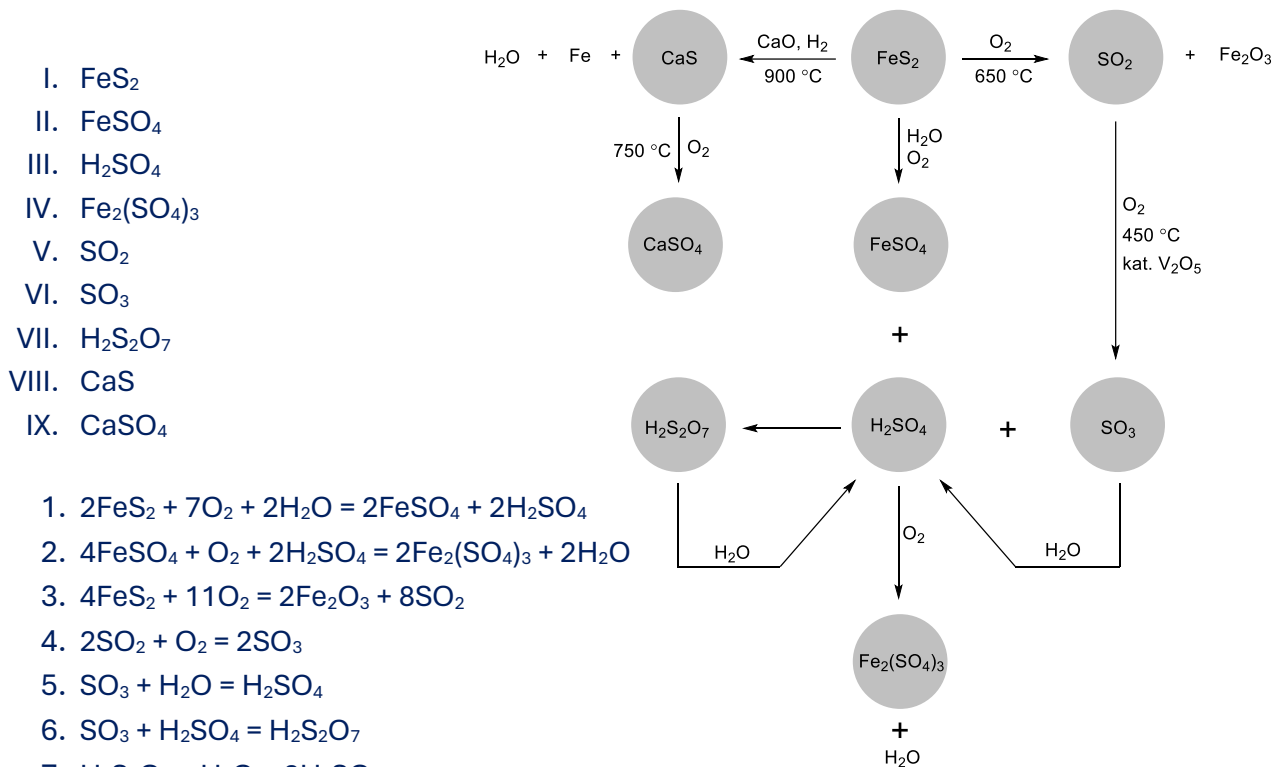


$$n(\text{CO}_2) = n(H^+) = 1,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol (1 punkts)}$$

$$V(\text{CO}_2) = n \cdot 22,4 \text{ L/mol} = 1,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot 22,4 \text{ L/mol} = 2,24 \cdot 10^{-4} \text{ L}$$

$$V(\text{CO}_2) = 0,224 \text{ mL (1 punkts)}$$

1. Atšifrē vielas **I–IX** un uzraksti visas deviņās aprakstītas reakcijas! (15p)



2. Kāds ir minerāla **I** nosaukums? Ar kuru dārgmetālu šo minerālu var sajaukt? (1p)

Minerāls **I** ir pirīts jeb muļķu zelts – pateicoties savai līdzībai ar zeltu, to viegli sajaukt, no kā arī cēlies tautas nosaukums.

3. Kāds ir **VII** triviālais nosaukums? Kāda apsvēruma dēļ vielu **III** neiegūst pa tiešo no **VI**? (1p)

Vielu **VII** ir oleums. Reakciju starp SO₃ un H₂O neveic lielā eksotermiskā efekta dēļ; ērtāk ir sašķelt šo summāroreakciju divos mazāk eksotermiskos posmos: oleuma pagatavošana un oleuma atšķaidīšana.

Eiropas Sociālā fonda Plus projekts Nr. 4.2.2.3/1/24/I/001 "Pedagogu profesionālā atbalsta sistēmas izveide"

Kods: _____

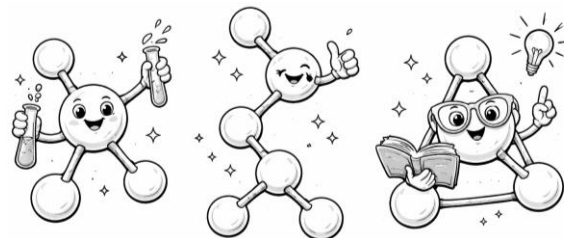
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.

ĶĪMIJAS 67. OLIMPIĀDES

VALSTS POSMA 11. KLASES UZDEVUMI

1. uzdevums Saimnieks meklē sievu 12 punkti

Pēteris nupat skolā bija mācījies par organisko savienojumu izomēriem. Lai labāk izprastu šo tēmu, viņš nolēma pārbaudīt zināšanas praksē, pētot trīs savienojumus – **A**, **B** un **C**, kas savā starpā ir izomēri.



Pēteris noskaidroja, ka sadedzinot 1,000 g jebkura no šiem savienojumiem, iegūst 1,30 L (n.a.) CO₂ un 1,046 g H₂O. Tāpat viņš noskaidroja, ka šo vielu molmasa nav lielāka par 100 g/mol.

1. Nosaki šo vielu molekulformulu! (3p)

Aprēķina iegūto C un H daudzumu:

$$n(\text{C}) = n(\text{CO}_2) = V(\text{CO}_2)/V_0 = 1,30/22,4 = 0,05804 \text{ mol}$$

$$n(\text{H}) = 2 \cdot n(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot m(\text{H}_2\text{O})/M(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot 1,046/18,0 = 0,1162 \text{ mol}$$

Aprēķina skābekļa masu un daudzumu:

$$m(\text{O}) = m(\text{kop}) - m(\text{C}) - m(\text{H}) = 1,000 - n(\text{C}) \cdot M(\text{C}) - n(\text{H}) \cdot M(\text{H}) = 1,000 - 0,05804 \cdot 12,0 - 0,1162 \cdot 1,01 = 0,1862 \text{ g}$$

$$n(\text{O}) = m(\text{O})/M(\text{O}) = 0,1862/16,0 = 0,01164 \text{ mol}$$

Aprēķina elementu daudzumattiecību: $n(\text{C}):n(\text{H}):n(\text{O}) \approx 5:10:1$

Tātad empīriskā formula ir C₅H₁₀O, kas reizē ir arī molekulformula, jo šāda savienojuma molmasa ir 86 g/mol.

Pētot **A** – **C** ķīmiskās pārvērtības, Pēteris noskaidroja, ka **A** nav iespējams oksidēt bez oglekļa atomu skeleta sagraušanas, tas neatkrāso bromūdeni, taču tas viegli reducējas par **A-red**. Turpretī gan **B**, gan **C** samērā viegli oksidējas par **B-ox** un **C-ox** un reaģē ar nātriju, izdalot gāzi. Tomēr tikai **B** atkrāso bromūdeni.

2. Izmanto doto informāciju un nosaki, kādas funkcionālās grupas ietilpst **A** – **C** struktūrā! (3p)

Viens skābekļa atoms norāda, ka savienojumi satur hidroksilgrupu, ētera grupu vai karboksilgrupu. Formula C₅H₁₀ norāda, ka savienojumā ir arī viena nepiesātinātība – dubultsaite vai ciklisks fragments.

Atbalstītāji:

Grindex

Alpha

kinetics

 PharmIdea
Professional & Innovative Latvijas Organiskās
sintēzes institūts

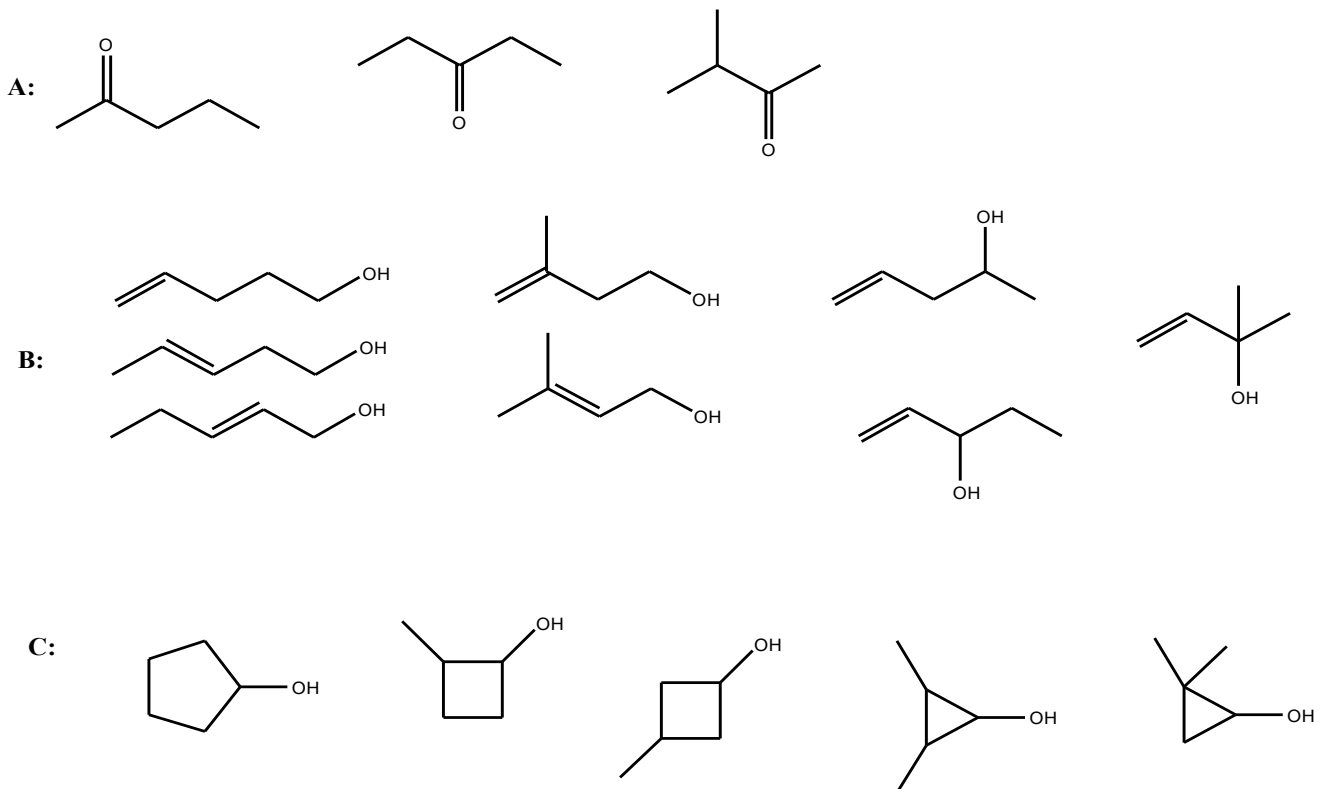
A: nav iespējams oksidēt, neatkrāso bromūdeni, viegli reducējas. Šāda informācija norāda uz to, ka savienojumā ir ketona karboksilgrupa.

B samērā viegli oksidējas un reaģē ar nātriju, izdalot gāzi, atkrāso bromūdeni. Tātad savienojums satur hidroksilgrupu un C=C dubultsaiti.

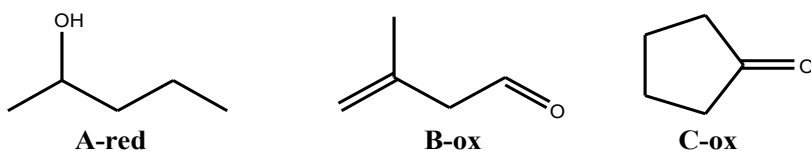
C samērā viegli oksidējas un reaģē ar nātriju, izdalot gāzi, bet neatkrāso bromūdeni. Tātad savienojums satur hidroksilgrupu, bet nesatur C=C dubultsaiti.

3. Uzraksti visas iespējamās **A – C** struktūrformulas! Ja kādam to ir vairāk nekā 5, uzzīmē 5! (3p)

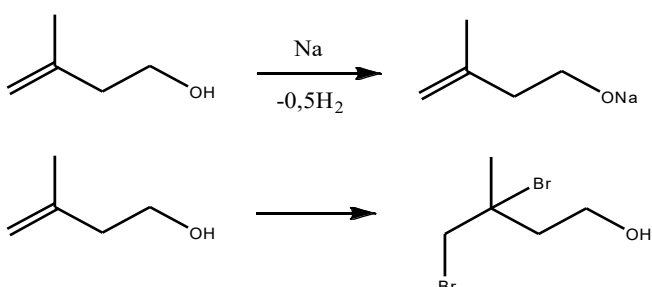
Līdz ar to secinām ka **A** ir ketons, **B** – nepiesātinātais spirts, savukārt **C** – ciklisks spirts.



4. Uzraksti **A-red**, **B-ox** un **C-ox** struktūrformulas (vienu no izomēriem)! (1,5p)



5. Uzraksti ķīmiskās reakcijas vienādojumu **B** (vienu no izomēriem) reakcijai ar nātriju un bromūdeni! (1,5p)



Kods: _____

2. uzdevums

Div' skābītes

12 punkti

Kārļa draugs Rēbuss meta Kārlim izaicinājumu – noteikt maisījumā ietilpstošo sālsskābes un etiķskābes ($pK_a = 4,76$) koncentrāciju. Rēbuss pieņēma, ka noteikt katras skābes koncentrāciju ar laboratorijā pieejamo aprīkojumu būs tikpat kā neiespējami. Tomēr apķērīgais Kārlis uzreiz ieraudzīja risinājumu. Viņš nolēma veikt maisījuma titrēšanu, pievienojot tam dažādus indikatorus. Kārlis laboratorijā atrada vairākus skābju-bāzu indikatorus, informācija par kuriem dota tabulā. Indikatora pK_a vērtība norāda pH, pie kura puse no indikatora ir pārvērusies no tā skābes formas bāzes formā.

Indikators	Krāsu pāreja	pK_a	M / g/mol
Metilvioletais	Dzeltens - violets	0,8	408,0
metiloranžs	Sarkans - dzeltens	3,4	327,3
Bromkrezola violetais	Dzeltens – violets	6,3	540,2
Fenolptaleīns	Bezkrāsains - rozā	9,5	318,3
Indigokarmīns	Zils - dzeltens	12,2	466,4

Labi padomājis, Kārlis skābes šķīduma pievienoja divus no šiem indikatoriem un 20,00 mL skābju maisījuma titrēja ar 0,0200 M nātrija hidroksīda šķīdumu. Kārlis novēroja, ka šķīduma krāsas maiņa notiek divas reizes – kad pievienoti 4,80 mL titranta, kā arī kad kopā pievienoti 8,00 mL titranta.

Zināms, ka Rēbuss skābju maisījuma pagatavošanai izmantoja 0,0100 M sālsskābes un 0,0050 M etiķskābes šķīdumu. *Vāju skābju pH aptuveni iespējams aprēķināt kā $pH = \frac{1}{2}pK_a - \frac{1}{2}lg(c)$!*

1. Aprēķini pH tīram 0,0100 M sālsskābes un tīram 0,0050 M etiķskābes šķīdumam! (2p)

Izmantojam, ka sālsskābe ir stipra skābe, bet etiķskābe – vāja skābe.

$$pH(HCl) = -lg([H^+]) = -lg(c) = 2,00$$

$$pH(etik) = -lg([H^+]) \approx \frac{1}{2}(pK_a - lg(c)) = \frac{1}{2}(4,75 + 2,30) = 3,52$$

2. Uzraksti kura būs dominējošā forma, kādā tīrajos šķīdumos eksistēs hlorūdeņradis (sālsskābes šķīdums) un kādā eksistēs etiķskābe. (1p)

Tā kā sālsskābe ir stipra skābe, tās šķīdumos eksistēs hlorīdioni Cl^- . Etiķskābe savukārt ir vāja skābe ar gana mazu disociācijas konstanti, līdz ar to tās šķīdumos pamatā eksistēs nedisociējusi skābe CH_3COOH (to redzam arī pēc aprēķina, jo no pH atrodam, ka $[H^+] = 0,0003$ M, tātad disociējusi daļa ir $[H^+]/c = 0,06$ jeb 6%).

3. Piedāvā kuri būs optimālākie indikatoru Kārļa iecerētās pieejas īstenošanai. Pamato izvēli! (2p)

Stipras skābes titrēšanas līkne ir ar lielāku lēcieni – pH sākumā zemāks, tad strauji samērā sasniedz lēcieni, ar stehiometrisko punktu 7,00 un pēc tam pie pārākumā pievienota sārma kļūst bāzisks.

Vājas skābes titrēšanas līkne sākas ar lielāku pH vērtību, kas pamazām pieaug, pie pa pusei notitrētā stāvoklī esot vienāds ar vājās skābes pK_a un stehiometriskais punkts tiek sasniegts līdzīgi kā stipras skābes gadījumā, taču pie augstāka pH.

Līdz ar to nepieciešams pievienot indikatoru, kas krāsu maina zem pH, pie kura sākas vājās skābes reakcija, bet tīrā skābe pa lielam jau izreaģējusi. Šim vienīgais atbilstošais indikators ir metiloranžs. Kā otrs jāņem indikators, kas norādīs, ka notitrēta arī stiprā skābe. Vienīgais derīgais

indikators ir fenolftaleīns (rozā krāsas parādīšanos būs daudz vieglāk identificēt nekā bromkrezola violetā violetās krāsas pilnīgu sasniegšanu).

4. Kāda būs šķīduma krāsa pirms titrēšanas un pēc katras no krāsas maiņām? (1p)

Tāpat šķīdums pirms titrēšanas būs sarkans, pēc vājās skābes notitrēšanas dzeltens, savukārt pēc stiprās skābes notitrēšanas sarkanīgi oranžs (rozā + dzeltens).

5. Aprēķini katras skābes koncentrāciju Rēbusa pagatavotajā skābju maisījumā! (2p)

Sālsskābes koncentrāciju aprēķinam, izmantojot pirmo stehiometrisko punktu:

$$c(\text{HCl}) = c(\text{NaOH}) \cdot V_1 / V(\text{an}) = 0,0200 \cdot 4,80 / 20,00 = 0,0048 \text{ mol/L}$$

Etiķskābes koncentrāciju aprēķinam, izmantojot starpību starp otro un pirmo stehiometrisko punktu (jo tad reaģē etiķskābe):

$$c(\text{et}) = c(\text{NaOH}) \cdot (V_2 - V_1) / V(\text{an}) = 0,0200 \cdot (8,00 - 4,80) / 20,00 = 0,0032 \text{ mol/L}$$

Kamēr Kārlis veica aprēķinus, abus ziņerus uzrunāja viņu ķīmijas skolotājs Svante. Viņš zēniem paskaidroja, ka šāda pieeja ļaus noteikt koncentrāciju tikai aptuveni. Tā vietā viņš ieteica maisījumam pievienot sudraba (I) nitrātu. Kārlis noteica, ka 20,00 mL skābju maisījuma pievienojot sudraba (I) nitrāta šķīdumu nelielā pārkumā iegūst baltas nogulsnes, kuru masa pēc žāvēšanas ir 0,0172 g.

6. Paskaidro kādēļ Kārļa sākotnējā pieeja neļauj noteikt precīzu maisījuma sastāvu! (1p)

Lai šāda pieeja strādātu, etiķskābei būtu jāsāk reaģēt, kad visa HCl jau izreaģējusi, taču realitātē tā nav. Varam papildus pārlicināties, ka 0,0032 mol/L etiķskābes šķīduma pH būtu 3,62, kamēr 0,0048 M sālsskābes šķīdumā pie šāda pH izreaģējusi būtu $(0,0048 - 10^{-3,62}) / 0,0048 = 0,95$ jeb 95% no sālsskābes. Šis aprēķins gan nav korekts, jo skābes šķīdumā nevar šādi apskatīt atsevišķi, taču redzams, ka pirmā reakcija noteikti nebūs beigusies, kamēr otrā jau sāks notikt. Papildus tam, indikatora lēciens nav nedz tik šaurs, lai precīzi noķertu tik niansētu pH vērtību, nedz arī perfekti nesakrīt ar vajadzīgo pH.

7. Aprēķini precizētu katras skābes koncentrāciju maisījumā, izmantojot Kārļa iegūtos rezultātus! (2p)

No sudraba hlorīda masas varam precīzi aprēķināt HCl daudzumu (tā kā skābe ir vāja, tās klātie neietekmēs to, ka sudraba (I) hlorīds ir praktiski nešķīstošs), savukārt no otrā titrēšanas lēciena – abu skābju kopējo daudzumu.

$$c(\text{HCl}) = n(\text{HCl}) / V(\text{an}) = n(\text{AgCl}) / V(\text{an}) = m(\text{AgCl}) / (M(\text{AgCl}) \cdot V(\text{an})) = 0,0172 / (143,3 \cdot 0,0200) = 0,0060 \text{ mol/L}$$

$$c(\text{et}) = c(\text{kop}) - c(\text{HCl}) = c(\text{NaOH}) \cdot V_2 / V(\text{an}) - c(\text{HCl}) = 0,0200 \cdot 8,00 / 20,00 - 0,00600 = 0,0020 \text{ mol/L}$$

8. Izvērtē, vai pēc Kārļa sākotnējās pieejas noteiktā koncentrācija novirzās no korektāk noteiktās koncentrācijas sagaidāmā virzienā. Paskaidro! (1p)

Tā kā pēc sākotnējās pieejas tika noteikta samazināta sālsskābes un palielināta etiķskābes koncentrācija, tas ir saskaņā ar iepriekš aprakstīto – stehiometriskais punkts tiek paņemts pirms sālsskābe pilnībā izreaģējusi.

Kods: _____

3. uzdevums

Ietvaru ķīmija

14 punkti

Skolniece Beāte interesējas par ķīmiju un uzzināja, ka Nobela prēmiju ķīmijā 2025. gadā saņēma Susumu Kitagava (*Susumu Kitagawa*), Ričards Robsons (*Richard Robson*) un Omārs Mvanness Jagi (*Omar Mwannes Yaghi*) par metālorganisko ietvaru (MOF) izveidi un attīstību. Viens no pirmajiem atklātajiem MOF bija MOF-5, kas ir perspektīvs materiāls ūdeņraža uzglabāšanai ar pielietojumu tīro enerģijas tehnoloģiju attīstībā. MOF-5 ir kubisks MOF, kas sastāv no Zn_4O klasteriem un tereftalāta (*benzola-1,4-dikarbonskābes*) dianjoniem (BDC). MOF-5 empīriskā formula ir $Zn_4O(BDC)_3$.

1. Palīdzi Beātei aprēķināt MOF-5 molmasu! (1p)

$$M = (65,38 * 4) + (16 * 1) + (164,12 * 3) = 769,88 \text{ g/mol}$$

MOF-5 pakojas kubiskā kristālrežģī ar elementāršūnas malas garumu $a=25,9 \text{ \AA}$ un tā elementāršūnā ietilpst astoņas $Zn_4O(BDC)_3$ formulvienības .

2. Palīdzi Beātei aprēķināt teorētisko MOF-5 blīvumu! (3p)

$$\delta = \frac{m}{V}$$
$$m = \frac{Z * M}{N_A} = \frac{8 * 769,88}{6,022 * 10^{23}} = 1,02 * 10^{-20} \text{ g}$$
$$V = a^3 = (25,9 * 10^{-10})^3 = 1,74 * 10^{-26} \text{ m}^3 = 1,74 * 10^{-20} \text{ cm}^3$$
$$\delta = \frac{m}{V} = \frac{1,02 * 10^{-20} \text{ g}}{1,74 * 10^{-20} \text{ cm}^3} = 0,59 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

Beāte izlasīja, ka katrs no Zn_4O klasteriem MOF-5 struktūrā spēj uztvert 6 molekulas ūdeņraža!

3. Palīdzi Beātei aprēķināt, kāds ir maksimālais uzkrātā ūdeņraža tilpums, ko spēj uzkrāt MOF-5, masas procentos! (2p)

$$m_{H_2} = 6 \frac{Z M_{H_2}}{N_A} = 6 \frac{8 * (2 * 1,008)}{6,022 * 10^{23}} = 1,61 * 10^{-22} \text{ g}$$
$$w\% = \frac{m_{H_2}}{m_{H_2} + m_{MOF}} * 100 = \frac{1,61 * 10^{-22}}{(1,61 * 10^{-22} + 1,02 * 10^{-20})} * 100 = 1,55\%$$

Beātes ķīmijas skolotājs Jānis universitātes laikos arī nodarbojās ar MOF sintēzi. Tā kā viņš bija dzimis 19..*[dinozauru skaņas]*, viņš vairs neatcerējās, kāds metāls un ligands veidoja velkmē pamesto MOF paraugu. Jānis gan atsauc atmiņā, ka ligands bija kāda organiska trīsvērtīga tikai C, H un O saturoša skābe, un tās paraugs atradās turpat blakus. Lai noskaidrotu, kādu ligandu un metālu saturēja šis MOF, Jānis paņēma 0,500 g liganda un to sadedzināja. Tā rezultātā radās 0,479 L CO_2 (n.a) un 0,128 g H_2O . Pēc tam Jānis paņēma nelielu daudzumu MOF parauga un izšķīdināja 1M HCl, iegūstot zaļu šķīdumu, kas satur sāli **A**. Iegūtajam šķīdumam Jānis pievienoja 1M NaOH un novēroja zaļu nogulšņu **B** veidošanos, ko ir iespējams izšķīdināt NaOH pārākumā. Vielā **B** metāla masas daļa ir 50,5%. Bāziskai **B** saturošai suspensijai pievienojot koncentrētu ūdeņraža peroksīdu, Jānis novēroja, ka veidojas dzeltens šķīdums, kas satur sāli **C**. Dzeltēnajam šķīdumam pievienojot 1 M H_2SO_4 novēroja oranžas krāsas veidošanos, ko noteica sāls **D** veidošanās.

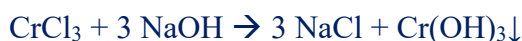
4. Palīdzi Jānim noteikt liganda molekulformulu un metālu, kas ir MOF sastāvā! Uzraksti reakcijas vienādojumus liganda sadedzināšanai un savienojumu **B**, **C** un **D** iegūšanai, kā arī identificē savienojumus **A**, **B**, **C**, **D**! (8p)

$$n(C) = n(CO_2) = \frac{V}{V_0} = \frac{0,479 \text{ l}}{22,4 \text{ l}} = 0,0214 \text{ mol}$$

$$n(H) = 2n(H_2O) = \frac{m}{M} = 2 \frac{0,128}{18} = 0,0142 \text{ mol}$$

$$n(O) = \frac{0,500 - (n(C) * M_C) - (n(H) * M_H)}{M_O} = 0,0143 \text{ mol}$$

C:H:O=1,5:1:1 tā kā tā ir trīsvērtīga skābe tad \rightarrow 9:6:6, jeb $C_9H_6O_6$



A – $CrCl_3$; **B** – $Cr(OH)_3$; **C** – Na_2CrO_4 ; **D** – $Na_2Cr_2O_7$

4. uzdevums

Kas notiek zemūdenē, paliek zemūdenē!

14 punkti

Metāls **A** reaģē ar skābekli un veido dzeltenu bināro **B**, kas satur 45,0% skābekļa. Bināro savienojumu **B** izmanto zemūdenēs, lai ražotu skābekli. Tas reaģē ar ogļskābo gāzi un veido baltu sāli **C**, kā arī skābekli. Sāls **C** šķīdumu apstrādājot ar bārija hidroksīdu iegūst baltas nogulsnes **D**, kā arī savienojumu **E**. Apstrādājot savienojumu **E** ar tumšu metāla oksīdu **F** (metāla masas daļa 63,19%) skābekļa atmosfērā ir iespējams iegūt tumši zaļu sāli **G** un ūdeni. Sāls **G** ogļskābās gāzes klātbūtnē disproporcionējas un veido oksīdu **F**, sāli **C** un violeti melnu sāli **H** (metāla masas daļa 34,76%). Apstrādājot sāli **H** ar koncentrētu sērskābi, veidojas sāls **I**, ūdens, ko absorbē sērskābe, kā arī zaļš eļļains oksīds **J**. Oksīdu **J** sērskābā vidē aplejot ar ūdeņraža peroksīdu veidojas ūdens, sāls **K**, kā arī skābeklis un zilgana gāze **L**.

1. Identificē, kas ir savienojumi **A–K!** (9p)

A – K;

B – KO_2 ;

C – K_2CO_3 ;

D – $BaCO_3$;

E – KOH ;

F – MnO_2 ;

G – K_2MnO_4 ;

H – $KMnO_4$;

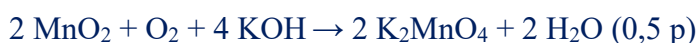
I – K_2SO_4 ;

J – Mn_2O_7 ;

K – $MnSO_4$;

L – O_3

2. Uzraksti visus aprakstītos ķīmisko reakciju vienādojumus! (5p)



Kods: _____

5. uzdevums

Kobalts kabatā

14 punkti



Par spīti tam, ka alternatīvas akumulatoru tehnoloģijas ir aktuāls pētījumu virziens jau daudzus gadus, pagaidām vēl neviena no tām nav izdevīguma un efektivitātes ziņā pārspējusi litija jonu akumulatorus. Tiem var būt dažāda uzbūve, bet ikdienas elektroniskajās ierīcēs teju vienmēr par elektroda materiālu izmanto vielu **X**.

Viens no **X** pagatavošanas ceļiem sākas ar $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ un $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ ūdens šķīdumiem. Tos salejot kopā, izgulsnējas viela **A** – kāda nešķīstoša sāls kristālhidrāts. Karsējot **A** argona atmosfērā, tas sadalās, zaudējot 67,8% masas un veidojot tīru metālisku kobaltu. Savukārt, karsējot **A** paraugu gaisa klātienē, tā masa samazinās par 56,1% un sadalīšanās cietais produkts ir oksīds **B**, kas satur kobaltu divās dažādās oksidēšanās pakāpēs.

Tīgelī iesvēra 1,000 g vielas **A** un 0,131 g cieta LiOH . Šo maisījumu karsēja gaisā, līdz novēroja, ka reakcija ir notikusi pilnībā un vienīgais cietais produkts ir 0,536 g vielas **X**.

1. Uzrakstiet vielu **A**, **B** un **X** ķīmiskās formulas! (4p)

A – $\text{CoC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ **B** – Co_3O_4 **X** – LiCoO_2

2. Uzrakstiet vienādojumus tekstā minētajām reakcijām! (3p)

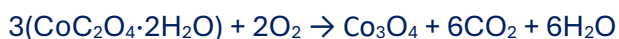
- **A** izgulsnēšana



- **A** karsēšana Ar atmosfērā



- **A** karsēšana gaisā



- **X** sintēze



3. Kādas kobalta oksidēšanās pakāpes ir sastopamas oksīdā **B** un kāda ir to daudzuma attiecība šajā savienojumā? (1p)

$\text{Co(II)} : \text{Co(III)} = 1 : 1$

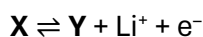
4. Ja vielas **A** izgulsnēšanai izmantotu nātrija oksalātu $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$, būtu iespējama kāda nevēlama blakusreakcija, kas samazinātu **A** iznākumu. Uzrakstiet tās vienādojumu (var rakstīt vairākos soļos) un paskaidrojiet, kāpēc $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ ir piemērotāks reaģents! (2p)

Skābeņskābes otrā disociācija ir vāja ($\text{p}K_a \sim 4$), tāpēc $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ daļēji hidrolizējas, kas rada bāzisku vidi un daļu kobalta izgulsnē hidroksīda formā.



Tā kā NH_3 ir vājāka bāze par NaOH , tad $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ šķīduma pH ir tuvāks neitrālam.

X saturošo akumulatoru darbības pamatā ir šāda elektroda pusreakcija:



Procesa apgriezeniskums ļauj akumulatoru uzlādēt un izlādēt vairākkārt. Uzlādējot Li^+ joni atstāj elektrodu – formāli to var aprakstīt kā vielas **Y** veidošanos. Savukārt izlādes gaitā tiek atgūta viela **X**.

5. Uzrakstiet **Y** ķīmisko formulu! (1p)

CoO_2

6. Kuru elektrodu veido (formāli) **X** un **Y** maisījums? (1p)

- vienmēr katodu
- vienmēr anodu
- uzlādējot – katodu, izlādējot – anodu
- uzlādējot – anodu, izlādējot – katodu**

Akumulatoru ietilpību parasti norāda miliampērstundās (mAh), kas atbilst patērētā strāvas stipruma un uzlādes/izlādes laika reizinājumam. Tipiska mūsdienu mobilā telefona akumulatora ietilpība ir aptuveni 4000 mAh. (2p)

7. Cik gramu **X** būtu nepieciešams šāda akumulatora izgatavošanai, ja uzlādi un izlādi varētu realizēt ar 100% efektivitāti (pilnībā pārvērst **X** par **Y** un otrādi)?

$$n = I \cdot t / z \cdot F$$

$$z = 1, I \cdot t = 4000 \text{ mAh} = 4 \text{ A} \cdot \text{h} = 4 \cdot 3600 = 14400 \text{ A} \cdot \text{s}$$

$$n = 14400 / 96485 = 0,149 \text{ mol}$$

$$M(\text{LiCoO}_2) = 98 \text{ g/mol}$$

$$m = n \cdot M = 0,149 \cdot 98 = 14,6 \text{ g}$$

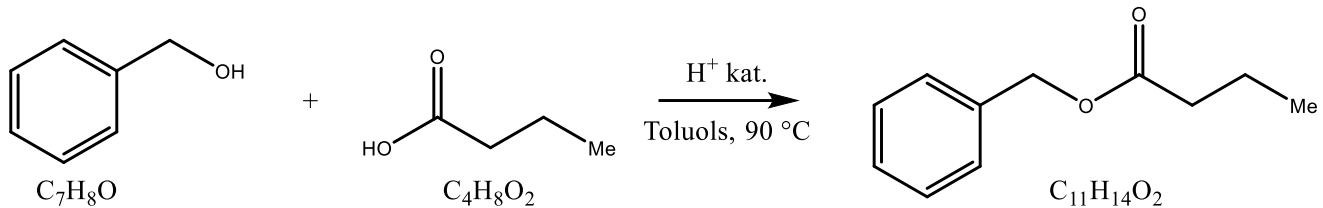
Kods: _____

6. uzdevums

The Pineapple Incident

11 punkti

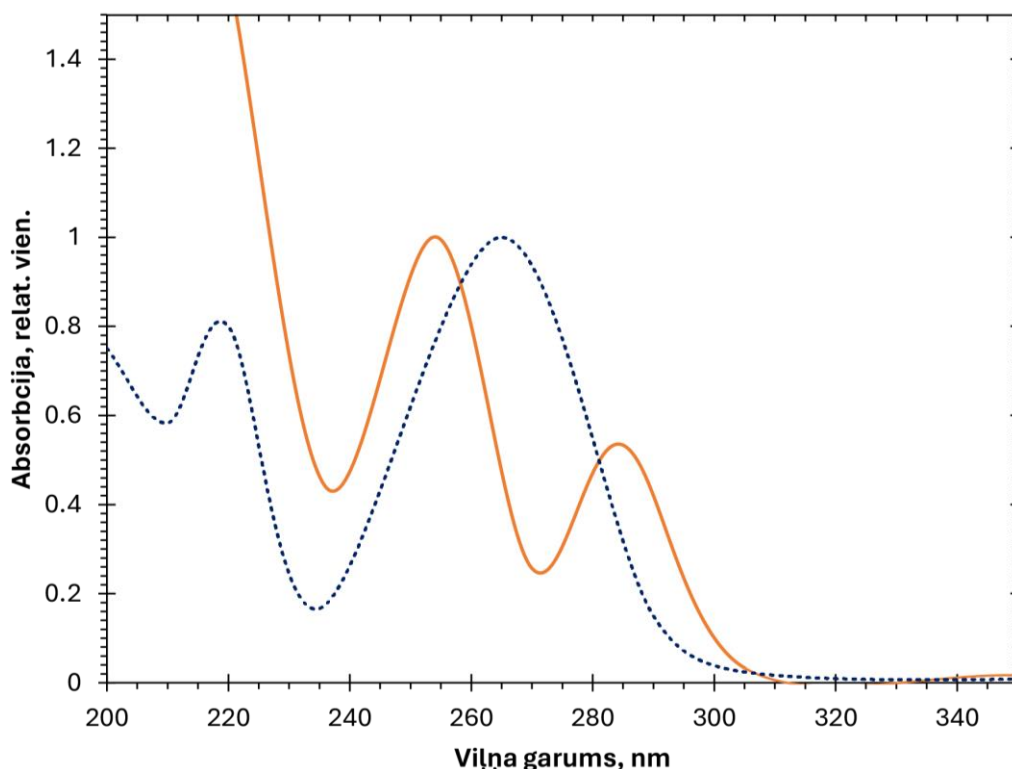
Klasesbiedri Bens un Svens vēlējās pārsteigt savu ķīmijas skolotāju ar dāvanu – sveci, kas smaržo pēc ananāsiem. Viņi ar enciklopēdijas palīdzību bija noskaidrojuši, ka sviestskābes benzilestera smarža līdzinās ananāsu aromātam. Tāpēc draugi nolēma iegūt sviestskābes benzilesteri, veicot Fišera-Špeijera esterifikācijas reakciju starp sviestskābi un benzilspirtu.



1. Kāds augšējā sintēzes shēmā nenorādīts produkts vēl veidojas reakcijas laikā? (1p)

Reakcijas laikā veidojas ūdens - H_2O . To var noteikt salīdzinot atomu skaitu abās pusēs reakcijas bultiņai.

Zināms, ka esteru iegūšanas reakcijas ir apgriezeniskas, līdz ar to reakcija noslēdzas iestājoties līdzsvara stāvoklim. Bens un Svens vēlējās noteikt, kāda ir vēlamā produkta attiecība pret izejvielām sintēzei izvēlētajos apstākļos. Tā kā viena no izejvielām un produkts absorbē UV spektra daļā viņi nolēma noteikt vielu koncentrācijas fotometriski. Izmantojot standartus, Bens un Svens ieguva benzilspirta (nepārtraukta līnija) un sviestskābes benzilestera (punktota līnija) UV-redzamās gaismas spektrus.



Zināms, ka viņi mērījumus veica 1 cm kivetē un izmantoto šķīdumu koncentrācijas bija $0,67 \cdot 10^{-4}$ M.

2. Nosaki benzilspirta un sviestskābes benzilestera absorbcijas koeficientus pie 250 un 285 nm! (2p)

Absorbāciju ar koncentrāciju saista Bugēra-Lamberta-Bēra likums:

$$A_{nm} = \varepsilon_{nm} \cdot \ell \cdot C$$

No tā izsaka absorbcijas koeficientu:

$$\varepsilon_{nm} = \frac{A_{nm}}{\ell \cdot C}$$

Aprēķinot nepieciešamos lielumus iegūst:

Benzilspirts		Svietskābes benzilesteris	
250 nm	13730 M ⁻¹ · cm ⁻¹	250 nm	9100 M ⁻¹ · cm ⁻¹
285 nm	8060 M ⁻¹ · cm ⁻¹	285 nm	4780 M ⁻¹ · cm ⁻¹

Svens un Bens tālāk noteica absorbciju savam reakcijas maisījumam pie 250 nm un 285 nm viļņa garumiem. Reakcijas veikšanai viņi izejvielas bija sajaukuši attiecībā 1:1. Puiši ieguva, ka $A_{250} = 1,20$ un $A_{285} = 0,693$.

3. *Aprēķini benzilspirta un svietskābes benzilestera koncentrāciju reakcijas maisījumā! Izmantojot iegūtās koncentrācijas nosaki reakcijas līdzsvara konstanti! (4p)*
(Padomi – Ņem vērā arī otro produktu, kas veidojas reakcijā, atceries, ka pie katra no viļņa garumiem absorbē abi savienojumi!)

Tā kā abi savienojumi absorbē gaismu pie izvēlētajiem viļņa garumiem, tad absorbcija būs summa no to individuālajām absorbcijām. Izmantojot to sastāda vienādojumu sistēmu ar diviem nezināmajiem – benzilspirta un svietskābes benzilestera koncentrācijām.

$$\begin{cases} A_{250} = \varepsilon_{250,Spirts} \cdot \ell \cdot [Spirts] + \varepsilon_{250,Esteris} \cdot \ell \cdot [Esteris] \\ A_{285} = \varepsilon_{285,Spirts} \cdot \ell \cdot [Spirts] + \varepsilon_{285,Esteris} \cdot \ell \cdot [Esteris] \end{cases}$$

Ievieto zināmos lielumus:

$$\begin{cases} 1,20 = 13730 \cdot [Spirts] + 9100 \cdot [Esteris] \\ A_{285} = 8060 \cdot [Spirts] + 4780 \cdot [Esteris] \end{cases}$$

Aprēķina nezināmos lielumus un iegūst:

$$[Spirts] = 0,736 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$

$$[Esteris] = 0,208 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$

Balstoties uz reakcijas stehiometriju un doto zināms, ka $[\text{Ūdens}] = [\text{Esteris}]$ un $[\text{Spirts}] = [\text{Skābe}]$.

Aprēķina līdzsvara konstanti:

$$K = \frac{[Esteris] \cdot [\text{Ūdens}]}{[Spirts] \cdot [Skābe]} = \frac{(0,208 \cdot 10^{-4})^2}{(0,736 \cdot 10^{-4})^2} = 0,0799$$

1 punkts par katru koncentrāciju (Spirts, Esteris). 1 punkts par ūdens un skābes koncentrācijām. 1 punkts par līdzsvara konstanti

Puiši nebija apmierināti ar iegūto iznākumu un vēlējās nobīdīt līdzsvaru produkta veidošanās virzienā. Klasesbiedrs Jans piedāvāja pievienot reakcijas maisījumam vainu vairāk, vai stiprāku skābi.

4. *Paskaidro kā mainīsies produktu koncentrācijas, sekojot Jana padomam? Kā tas ietekmēs līdzsvara konstanti? (1p)*

Kods: _____

Pievienojot reakcijai vairāk vai labāku katalizatoru nemainās produktu koncentrācijas līdzsvara stāvokli, attiecīgi arī līdzsvara konstante paliks nemainīga.

Savukārt, klasesbiedre Sendija piedāvāja pušiem reakciju veikt augstākā temperatūrā, piemēram, 110 °C. Pirms puši centās praktiski izmantot klasesbiedru ieteikumus, viņi nolēma aprēķināt līdzsvara konstanti 110 °C izmantojot van't Hofs vienādojumu. Puši bija atraduši literatūrā, ka viņu apskatītās reakcijas entalpija ir 6 kJ · mol⁻¹.

$$\ln\left(\frac{K_2}{K_1}\right) = \frac{\Delta H^\circ}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right)$$

5. *Aprēķini reakcijas līdzsvara konstanti 110 °C! Salīdzini to ar iepriekš iegūto līdzsvara konstanti (lielāka, mazāka, vienāda)! (2p) Ja nenoteici līdzsvara konstanti 90 °C temperatūrā, izmanto tās vērtību kā 0,25!*

Izmantojot doto vienādojumu aprēķina $K_{110\text{ °C}}$.

$$\ln\left(\frac{K_{110}}{0,0799}\right) = \frac{\Delta H^\circ}{8,314} \left(\frac{1}{363} - \frac{1}{383}\right)$$

$$K_{110} = 0.0886$$

Līdzsvara konstante ir nedaudz pieaugusi, bet tāpat līdzsvars ir izteikti nobīdīts izejvielu virzienā.

1,5 punkti par aprēķinu, 0,5 punkti par salīdzinājumu.

6. *Neskaitot izmaiņas līdzsvara konstantē, kāds ieguvums vēl varētu būt reakcijas veikšanai augstākā temperatūrā (> 100 °C)? (1p)*

Reakciju veicot virs 100 °C notiks ūdens vārīšanās, kas palīdzēs aizvadīt vienu no produktiem ārpus reakcijas vides, novirzot līdzsvaru produktu virzienā.

7. uzdevums

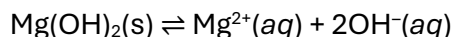
Šķīdinām mazšķīstošo

11 punkti

Lielai daļai no mazšķīstošiem sāļiem šķīdība ir atkarīga no vides pH. Apskatīsim vairāku mazšķīstošu savienojumu šķīdību un vides pH ietekmi uz to.

Kā pirmo apskati magnija hidroksīdu, kura šķīdības konstante ir $K_{sp} = 5,6 \cdot 10^{-12}$.

1. Aprēķini magnija hidroksīda šķīdību (mol/L un g/L) tīrā ūdenī! Zināms, ka magnija hidroksīda šķīdības konstante (šķīdības reizinājums) $K_{sp} = 5,6 \cdot 10^{-12}$. (2p)



Magnija hidroksīda šķīdība būs vienāda ar magnija jonu koncentrāciju.

$$S = [\text{Mg}^{2+}]$$

Tīrā ūdenī $[\text{OH}^{-}]$ jonu koncentrācija ir divas reizes lielāka saskaņā ar šķīšanas vienādojumu

$$[\text{OH}^{-}] = 2[\text{Mg}^{2+}] = 2S$$

Tad no šķīdības līdzsvara vienādojuma iegūstam šķīdību:

$$K_{sp} = [\text{Mg}^{2+}][\text{OH}^{-}]^2 = S \cdot (2S)^2 = 4S^3$$

$$4S^3 = 5,6 \cdot 10^{-12}$$

$$S = \sqrt[3]{\frac{5,6 \cdot 10^{-12}}{4}} = 1,12 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$$

$$\gamma = c \cdot M = 1,12 \cdot 10^{-4} \cdot 58,3 = 0,00652 \text{ g/L}$$

2. Aprēķini iegūtā piesātinātā šķīduma pH! (1p)

$$[\text{OH}^-] = 2S = 2,24 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$

$$[\text{H}^+] = K_w / [\text{OH}^-] = (1,0 \cdot 10^{-14}) / (2,24 \cdot 10^{-4}) = 8,94 \cdot 10^{-11} \text{ M}$$

$$\text{pH} = -\lg([\text{H}^+]) = 10,05$$

3. Pamato kā mainīsies magnija hidroksīda šķīdība šķīdumā, kurā ir zemāka pH vērtība nekā tā piesātinātā šķīdumā! (1p)

Tā palielināsies, jo zemāka pH nozīmē zemāku $[\text{OH}^-]$ jonu koncentrāciju, kamēr līdzsvara konstante nemainīsies, kas iespējams, ka $[\text{Mg}^{2+}]$ koncentrācija un līdz ar to šķīdība ir lielāka.

4. Aprēķini magnija hidroksīda šķīdību (mol/L) buferšķīdumā, kurā pH būs 7,00! (2p)

Buferšķīdumā, kurā pH = 7,00 ir spēkā: $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 1,00 \cdot 10^{-7}$

Tā kā $[\text{OH}^-]$ jonu koncentrāciju regulē bufersistēma, $\text{Mg}(\text{OH})_2$ šķīdība joprojām vienāda ar $[\text{Mg}^{2+}]$, kas raksturo izšķīdušā $\text{Mg}(\text{OH})_2$ koncentrāciju, neatkarīgi no tā, kas nodaka OH^- koncentrāciju.

$$S = [\text{Mg}^{2+}] = K_{\text{sp}} / [\text{OH}^-]^2 = (5,6 \cdot 10^{-12}) / (1,00 \cdot 10^{-7})^2 = 560 \text{ mol/L}$$

Tātad faktiski pie šāda pH magnija hidroksīds ir šķīstošs.

Šķīdības konstanti tāpat kā jebkuru līdzsvara konstanti ir iespējams izmantot, lai noteiktu kurā virzienā turpināsies process. Kādā eksperimentā ar cietu magnija hidroksīdu kontaktā esošā šķīdumā ar pH = 9,00 tika noteikta magnija jonu koncentrācija $[\text{Mg}^{2+}] = 0,0100 \text{ M}$.

5. Nosaki un matemātiski pamato vai, no tā izgulsnēsies papildus magnija hidroksīds, tajā šķīdīs papildus magnija hidroksīds, vai arī starp šķīdumu un cieto fāzi ir iestājies līdzsvars! (2p)

$$[\text{OH}^-] = K_w / [\text{H}^+] = (1,0 \cdot 10^{-14}) / (1,00 \cdot 10^{-9}) = 1,00 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

Aprēķinam, kāds ir jonu reizinājums (reakcijas koeficients):

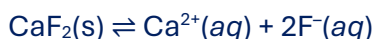
$$Q = [\text{Mg}^{2+}][\text{OH}^-]^2 = 0,0100 \cdot (1,00 \cdot 10^{-5})^2 = 1,00 \cdot 10^{-12}$$

Tā kā $Q < K_{\text{sp}}$, līdzsvara koncentrācija nav sasniegta un šķīdumā šķīdīs papildus magnija hidroksīds.

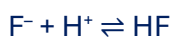
Kalcija fluorīds CaF_2 ($K_{\text{sp}} = 3,9 \cdot 10^{-11}$) ir vājas skābes – fluorūdeņražskābes ($K_a = 7,2 \cdot 10^{-4}$) – sāls.

6. Kāda būs vides pH samazināšanas ietekme uz kalcija fluorīda šķīdību? Pamato to ar reakcijas(-u) vienādojumu(-iem)! (1p)

Kalcija fluorīda šķīdības līdzsvars ir



Fluorīda jons ir vājas skābes HF konjugētā bāze, tāpēc tas reaģē ar H^+ :



Līdz ar to, samazinot pH palielinās H^+ koncentrācija, kas līdzsvaru nobīda pa labi, kā rezultātā tiek patērēti F^{-} joni. Tātad CaF_2 šķīdība palielināsies.

7. Aprēķini kalcija fluorīda šķīdību (mol/L) buferšķīdumā, kurā pH būs 4,00! (2p)

Vājas skābes līdzsvars noteiks attiecību starp HF un F^{-} :

$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{F}^{-}]}{[\text{HF}]}$$
$$\frac{[\text{F}^{-}]}{[\text{HF}]} = \frac{K_a}{[\text{H}^+]} = \frac{7,2 \cdot 10^{-4}}{1,0 \cdot 10^{-4}} = 7,2$$

Kods: _____

$$K_{sp} = [\text{Ca}^{2+}][\text{F}^-]^2$$

$$S = [\text{Ca}^{2+}]$$

Taču šķīstot kalcija fluorīdam daļa no F^- pārvēršas par HF (buferšķīdumā šīs skābes nav). Līdz ar ko šķīdību izsakot ar fluoru iegūstam:

$$2S = [\text{F}^-] + [\text{HF}] = [\text{F}^-] + [\text{F}^-]/7,2 = 1,139[\text{F}^-]$$

$$[\text{F}^-] = 1,76S$$

Tātad varam uzrakstīt šķīdības vienādojumu:

$$K_{sp} = [\text{Ca}^{2+}][\text{F}^-]^2 = S \cdot (1,76S)^2 = 3,1S^3$$

$$S = \sqrt[3]{\frac{3,9 \cdot 10^{-11}}{3,1}} = 2,33 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$$

Eiropas Sociālā fonda Plus projekts Nr. 4.2.2.3/1/24/I/001 "Pedagogu profesionālā atbalsta sistēmas izveide"

Kods: _____

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.

ĶĪMIJAS 67. OLIMPIĀDES

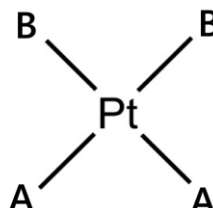
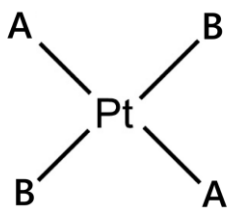
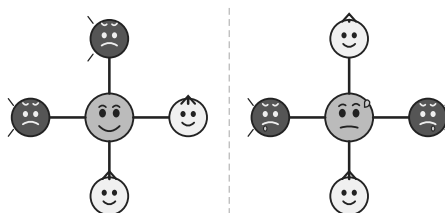
VALSTS POSMA 12. KLASES UZDEVUMI

1. uzdevums

Pāru deļa

8 punkti

Cisplatīns ir kompleksais savienojums, kurā kompleksveidotājs ir platīns, kas saistīts ar 4 ligandiem (skatīt attēlu zemāk). To pielieto ķīmijterapijā, dažādu audzēju ārstēšanai. Tam ir izomērs transplatīns, kuru medicīnā neizmanto.



1. Zinot, ka abas vielas ir izomēri (divi dažādi savienojumi), pamato, vai dotajām molekulām ir tetraedriska vai kvadrātiska planāra telpiskā uzbūve. (0,5p)

Savienojumiem ir kvadrātiska planāra uzbūve, jo tetraedriskām molekulām nav cis, trans izomēru.

2. Nosaki, kurš no savienojumiem ir cisplatīns un kurš ir transplatīns! (0,5p)

Attēlā pa kreisi ir cisplatīns, jo vienādi ligandi atrodas viens otram pretim; pa labi - cisplatīns, jo vienādi ligandi atrodas viens otram blakus (vienā pusē).

Zināms, ka gan cisplatīnam, gan transplatīnam, ir divu veidu ligandi (**A** un **B**). Ligands **A** ir neitrāla molekula, kura šķīdums ūdenī ir bāzisks. Šo vielu arī mēdz pielietot medicīnā – tās 10% šķīdumu sauc par ožamo spirtu. Cisplatīna un transplatīna molmasa ir 300 g/mol.

3. Nosaki ligandus **A** un **B**! (2p)

A - NH₃ (amonjaks);

$$B \text{ molmasa: } M_B = \frac{300 - M(\text{Pt}) - 2M(\text{NH}_3)}{2} = \frac{300 - 195 - 34}{2} = 35,5 \text{ g/mol} \implies \text{ligands B ir Cl}^-$$

4. Nosaki platīna oksidēšanās pakāpi savienojumos! (1p)

+2

Atbalstītāji:

Grindex

Olpha

kinetics

PharmIdea
Professional & Innovative

Latvijas Organiskās
sintēzes institūts



5. *Nosauc kompleksos savienojumus! (1p)*

cis-dihlorodiamīnplatīns(II) / *cis*-diamīndihloroplatīns(II)

trans-dihlorodiamīnplatīns(II) / *trans*-diamīndihloroplatīns(II)

6. *Nosaki, vai katrs izomērs ir polārs vai nepolārs. Balstoties uz to, nosaki, kuram izomēram potenciāli varētu būt labāka šķīdība ūdenī! (2p)*

Cisplatīns ir polārs, jo kopējais dipolu moments nav 0, taču transplatīns – nepolārs, jo vienādie ligandi pretējās pusēs nodrošina kopējo dipola momentu 0. Balstoties uz to, labāk ūdenī (polārā šķīdinātājā) varētu šķīst cisplatīns.

7. *Pamato, kurš ir Luisa skābe (platīns vai ligandi **A** un **B**) un kurš ir Luisa bāze veidojoties cisplatīna un transplatīna kompleksajiem savienojumiem! (1p)*

Luisa bāzes ir ligandi A un B (amonjaks un hlorīdjon), jo tiem ir nedalītie elektronu pāri, ar kuriem veidot kovalento saiti ar platīnu pēc donora-akceptora mehānisma. Platīns ir Luisa skābe, jo tam ir brīvās orbitāles, kas piesaista ligandu nedalītos elektronu pārus.

2. uzdevums

Un šis nav burvju triks

11 punkti

Šogad tiek atzīmēta 100 gadadiena kopš amerikāņu zinātnieks Roberts H. Godards 1926. gadā veica pirmo veiksmīgo ar šķidru degvielu darbinātas raķetes lidojuma demonstrāciju, liekot pamatus mūsdienu aeroinženierijas un kosmonautikas attīstībai. Savai demonstrācijas raķetei kā degvielu viņš izmantoja salīdzinoši vienkāršu degvielas un oksidētāja maisījumu – benzīnu un sašķidrinātu skābekli.

Pateicoties R. H. Godarda izgudrojumam, 43 gadus vēlāk, izmantojot šķidrās degvielas raķeti „Apollo 11” misijā, cilvēks pirmo reizi veiksmīgi tika nogādāts uz Mēness virsmas. Raķetes darbībai tika izmantoti dažādi daudz sarežģītāki degvielas un oksidētāju maisījumi, kas tika izstrādāti specifiski katram raķetes lidojuma posmam. Modulim ar kuru astronauti tika nogādāti no Mēness orbitā esoša kosmosa kuģa uz Mēness virsmu, tika izmantots ļoti enerģētisks degvielas un oksidētāja maisījums: Aerozīns-50 un dislāpekļa tetroksīds (N₂O₄).

Aerozīns-50 ir specifiska sastāva maisījums no diviem ķīmiskiem savienojumiem – hidrazīna un 1,1-dimetilhidrazīna.



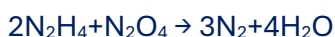
Hidrazīns



1,1-dimetilhidrazīns

Vielā	$\Delta_f H^\circ / \text{kJ/mol}$
N ₂ H ₄ (l)	50,6
C ₂ H ₈ N ₂ (l)	65,0
N ₂ O ₄ (g)	9,2
H ₂ O (g)	-241,8
H ₂ O(l)	-285,8
CO ₂ (g)	-393,5
N ₂ (g)	0

1. Uzraksti hidrazīna un dislāpekļa tetroksīda reakcijas vienādojumu! Zināms ka tajā rodas divi reakcijas produkti! (1p)

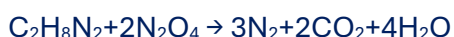


2. Kas vislabāk raksturo ar slāpekli notiekošās oksidēšanās pakāpes izmaiņas (tas oksidējas / reducējas / disproporcionējas / reproporcionējas / ...)? Pamato ar vienādojumu(-iem)! (1p)

Komproporcionēšanās



3. Uzrakstiet 1,1-dimetilhidrazīna un dislāpekļa tetroksīda reakcijas vienādojumu! Divi no reakcijas produktiem ir identiski tiem, kādus veido hidrazīns! (1p)



Kods: _____

Aerozīna 50 un slāpekļa tetroksīda reakcija ir ļoti eksotermiska, un raķetes dzinēja liesmas temperatūra sasniedz ap 3127 °C. Izmantojot datus no augstāk dotās tabulas aprēķiniet:

4. Reakcijas entalpiju dislāpekļa tetroksīda reakcijai ar a) hidrazīnu un b) 1,1-dimetilhidrazīnu! (2p)

$$\Delta H = (3 \cdot 0 - 4 \cdot 241.8) - (2 \cdot 50.6 + 9.2) = -1077.6 \text{ kJ}$$

$$\Delta H = (3 \cdot 0 - 2 \cdot 393.5 - 4 \cdot 241.8) - (65 + 2 \cdot 9.2) = -1837.6 \text{ kJ}$$

Lai pārbaudītu Aerozīna-50 īpašības, NASA laboratorijā veica testa reakcijas. Nezināmu daudzumu Aerozīna-50 degvielas pakļāva reakcijai ar dislāpekļa tetroksīdu pārākumā un konstatēja, ka izdalījās 1517,8 kJ, un tika iegūts 104,5L nezināmu gāzu maisījums ar blīvumu 1,414 kg/m³. Veicot elementu analīzi gāzes paraugam, tika noteikts, ka tās sastāvs (masas %) ir 68,28% N, 23,09% O, 8,67% C.

5. Izmantojot dotos datus un aprēķini Aerozīna-50 sastāvu (masas %). (5p)

- $m_{\text{gāzu maisījums}} = \rho_{\text{gāzu maisījums}} \cdot V_{\text{gāzu maisījums}} = 147,8 \text{ g}$
- $m_{\text{gāzu maisījums}} \cdot X_N = m_{N_2} = 100,89 \text{ g}$
 $m_{\text{gāzu maisījums}} \cdot X_C = m_C = 12,81 \text{ g}$
 $m_{\text{gāzu maisījums}} \cdot X_O = m_O = 34,12 \text{ g}$
- $m_{CO_2} = m_C + m_O$
- $n_{CO_2} = m_{CO_2} / M_{CO_2} = 1.066 \text{ mol}$
- $n_{C_2H_8N_2} = n_{CO_2} / 2 = 1.066 / 2 = 0.533 \text{ mol}$
- $|\Delta H_2 \cdot n_{C_2H_8N_2}| + |(\Delta H_1 \cdot n_{N_2H_4}) / 2| = E$
 $|-1837.4 \cdot 0.533| + |(-1077.6 \cdot n_{N_2H_4}) / 2| = 1519 \text{ kJ}$
 $979,33 + 538,8 \cdot n_{N_2H_4} = 1519 \text{ kJ}$
 $n_{N_2H_4} = 1.002 \text{ mol}$
- $m_{N_2H_4} / m_{\text{kop}} = 0.5 = 50\%$

6. Cik grammi degvielas tika izmantoti? (1p)

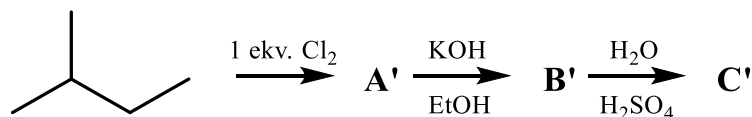
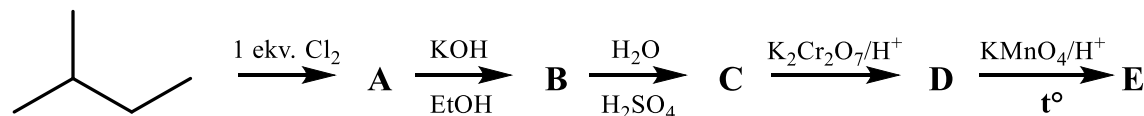
$$n_{C_2H_8N_2} \cdot M_{C_2H_8N_2} + n_{H_4N_2} \cdot M_{H_4N_2} = 64 \text{ g}$$

3. uzdevums

Organiskais statistiķis

14 punkti

Lielā daļā no organiskajām reakcijām iespējama dažādu reakcijas produktu veidošanās. Šādos gadījumos reakcijas selektivitāti nosaka dažādi faktori, piemēram, reakcijas mehānisms, galaproduktu, starpproduktu vai pārejas stāvokļu relatīvā stabilitāte, sfēriskie faktori. Aplūko divas tikpat kā identiskas pārvērtību shēmas. Izmanto to, ka skābs kālija dihromāta šķīdums ir samērā maigs reducētājs, kas nedod karbonskābes kā oksidēšanās produktus.

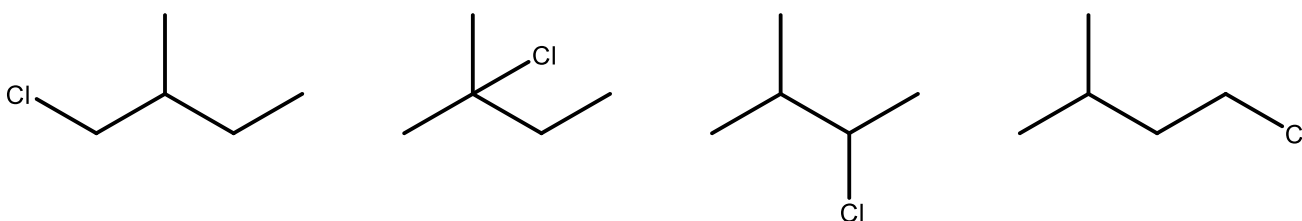


2-metilbutāna reakcija ar 1 ekvivalentu hlora ir ne visai specifiska, un tajā rodas izomēru maisījums, kurā visi izomēri ir samērā līdzīgā daudzumā. Šajā reakcijā katra produkta relatīvo daudzumu nosaka divi faktori – ūdeņraža atomu skaits, kam iesaistoties reakcijā radīsies tas pats produkts, kā arī saraujamās C-H saites stiprums (trešējais ogleklis veido vājākās saites, savukārt pirmējais ogleklis - stiprākās).

1. Uzraksti kādos apstākļos un pēc kāda mehānisma notiek šī reakcija! (1p)

Tā notiek paaugstinātā temperatūrā UV starojumā (0,5p) pēc radikāļu mehānisma (0,5p)

2. Uzraksti visus izomērus, kas tajā veidojas. (2p)



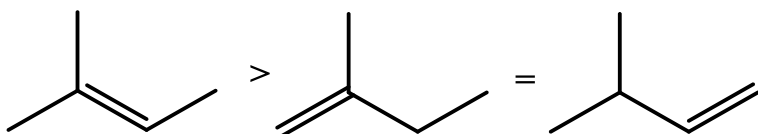
3. Aprēķini izomēru maisījumu sastāvu moldaļās, ja produktu iznākumu noteiktu tikai statistikas faktors (ūdeņraža atomu skaits). (1p)

Šādā gadījumā varam saskaitīt attiecīgo ūdeņraža atomu skaitu, kas ir 6:1:2:3, tātad moldaļas būtu 0,50:0,083:0,17:0,25. (1p)

Tā kā tālāk ar kālija hidroksīdu etanolā reaģē visi izomēri, arī šajā un tālākajās reakcijās rodas izomēru maisījums. Tomēr ir zināms, ka šajā eliminēšanas reakcijā lielākā daudzumā rodas stabilākais produkts (tāds, kurā dubultsaite ir vairāk aizvietota). Lai gan konkrētu produktu attiecību nosaka dažādi faktori, vidēji stabilākais produkts rodas 4 reizes vairāk par nestabilo (attiecība 4:1).

4. Uzraksti visus maisījumā **B** ietilpstošo izomēru struktūrformulas un sarindo tos daudzuma samazināšanās secībā, ja reakciju sāk ar **A** izomēriem identiskā daudzumu attiecībā! (2p)

1 p par izomēriem, 1 p par secību.



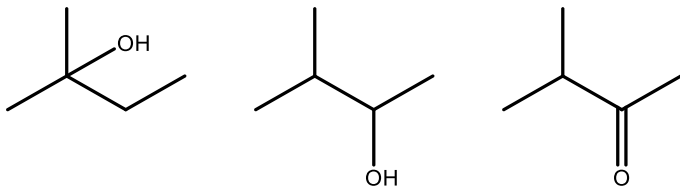
P.S. Izomēri rodas attiecībā 8:6:6

Lai gan arī **B** komponentu reakcijā ar vāju sērskābes šķīdumu iespējama dažādu izomēru veidošanās, šajā reakcijā parasti tikpat kā pilnībā selektīvi tiek iegūts tikai stabilākais reakcijas produkts.

5. Ņem vērā šo faktu un uzraksti visus potenciāli iespējamus **C** un **D** izomērus, kuri tiek iegūti aprakstītajā procesā. (2p)

par abiem spirtiem 1p, par ketonu 1 p. -0,5 par patru lieku struktūru.

Kods: _____

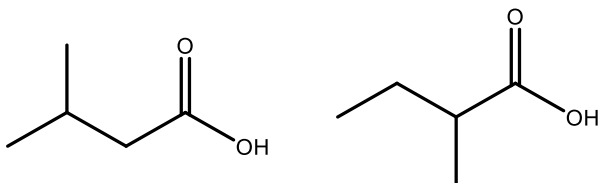


6. Kādā attiecībā tiktu iegūti produkti **C**, ja reakciju sāk ar **B** izomēriem identiskā daudzumu attiecībā? (1p)

iegūti 2:1 (trešējais spirts : otrējais spirts)

7. Ja ņem vērā dotos nosacījumus, pēdējā no reakcijām nenotiek un **E** netiek iegūts. Uzraksti kas no augstāk minētā to nosaka! Uzraksti **E** izomēru struktūrformulas, kas tiktu iegūtas, ja šo nosacījumu ignorētu. (2p)

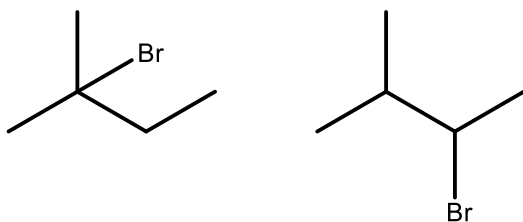
To nosaka fakts, ka ūdens pievienošana (reakcijā ar vāju sērskābes šķīdumu) notiek tikai saskaņā ar Markovņikova likumu un neizveidojas neviens pirmējais spirts. (1p). Iegūtu šādas skābes (1p):



2-metilbutāna reakcija ar 1 ekvivalentu broma ir daudz selektīvāka, jo broms reaģē tikai saraujot vājākās C-H saites. Līdz ar to **A'** satur tikai divus izomērus.

8. Uzraksti šo izomēru struktūrformulas. (1p)

par katru struktūru 0,5 p, par katru nekorektu -0,5 p:



9. Vai šajā procesā **B'** un **C'** atbildīs atšķirīgiem izomēriem nekā **B** un **C**? Paskaidro! Ja jā, uzraksti kuri no izomēriem netiks iegūti. Ja nē, vai novēros atšķirības iegūto izomēru relatīvajā daudzumā? (2p)

B' un **C'** būs identiski **B** un **C**, jo eliminēšana joprojām notiek nespecifiski (1p). Taču tā kā sākuma maisījums būs savādāks, produkti tiks iegūti atšķirīgā daudzumā (1p)

Piem., no A' attiecībā 1:1 B' (saglabājot augstāk doto secību) radīsies attiecībā 8:1:1.

4. uzdevums

Bora transformācijas

14 punkti

Nātrijs tetraborāts ir dabā visizplatītākais un visvairāk izmantotais bora savienojums. Boraka struktūra ir $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$. To plaši izmanto rūpniecībā, piemēram, emalju un keramikas

glazūras pagatavošanai, borsilikāta stiklu un optisko stiklu iegūšanai, arī lodēšanā un metināšanā. Reakcijās ar stiprākām skābēm dažādi borāti veido borskābi.

1. Uzraksti boraka reakciju ar sālsskābi! (1p)



2. Boraks ir nātrija tetraborāta dekahidrāts. Uzraksti tā ķīmisko formulu veidā, kas izskaidro šo nosaukumu! (1p)



3. Cik vērtīga skābe ir borskābe? Kāda veida skābe (Brensteda vai Luisa) tā ir? (1p)

Vienvērtīga Luisa skābe

Borskābe šķīst daudzvērtīgos spirtos, veidojot daudzkārt stiprākas kompleksās skābes, taču reakcijā ar metanolu vai etanolu veidojas esteri.

4. Uzraksti borskābes reakciju ar metanolu pārākumā koncentrētas sērskābes klātbūtnē! (1p)

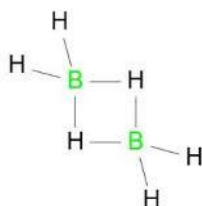


5. Šis esters, kā citi bora savienojumi, sadeg ar koši zaļu liesmu. Uzraksti tā pilnīgas sadegšanas reakciju! (1p)



Bors veido arī savienojumus ar ūdeņradi, kurus sauc par borūdeņražiem. Vienkāršākais no šiem savienojumiem ir borāns BH_3 . Tomēr šādā formā tas nepastāv bora elektronu trūkuma dēļ, tas dimerizējas un veido diborānu B_2H_6 , jo šādā formā tas ir daudz stabilāks.

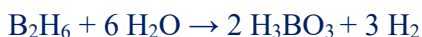
6. Uzzīmē diborāna struktūru! Paskaidro, kā tajā tiek "kompensēts" elektronu trūkums! (1,5p)



BH_3 molekulā ap boru ir tikai 6 elektroni, tātad neizpildās okteta likums.

Diborānā B_2H_6 viens ūdeņradis savieno divus bora atomus un divi elektroni tiek dalīti starp 3 atomiem (B–H–B). Kopumā tas rezukltējas ar to, ka boram pieejams vairāk elektronu nekā BH_3 gadījumā.

7. Diborāns ļoti strauji reaģē ar ūdeni. Uzraksti reakciju! Kādi elementi maina oksidēšanās pakāpi šajā reakcijā? Uzraksti elektronu bilances vienādojumus! (1,5p)



oks. pakāpi maina H

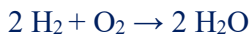


Diborāna un amonjaka gāzu maisījumu, kura masa bija 5,58 g, karsēja 11,08 L reaktorā pie 227 °C 1,00 atm spiedienā. Pēc reakcijas izveidojās savienojums **X** un bezkrāsaina gāze **Y**. Gāzi **Y** izolējot

Kods: _____

un sadedzinot iegūva 6,48 g jauna savienojuma, kura sastāvā ir 88,8% skābeklis. Savienojuma **X** molmasa ir 81 g/mol.

8. Nosaki savienojuma **X** molekulformulu! Uzraksti ķīmisko reakciju vienādojumus! (4p)



$$n_{\text{B}_2\text{H}_6} + n_{\text{NH}_3} = pV/RT = 1 \text{ atm} * 11,08 \text{ L} / 0,08206 \text{ L atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1} * (227+273)\text{K} = 0,27 \text{ mol}$$

sastāda sistēmu:

$$n_{\text{B}_2\text{H}_6} + n_{\text{NH}_3} = 0,27 \text{ mol}$$

$$n_{\text{B}_2\text{H}_6} * M_{\text{B}_2\text{H}_6} + n_{\text{NH}_3} * M_{\text{NH}_3} = 5,58 \text{ g}$$

atrisinot iegūst $n_{\text{B}_2\text{H}_6} = 0,09 \text{ mol}$ un $n_{\text{NH}_3} = 0,18 \text{ mol}$

H_2 identificē no $w\%_{\text{O}}$ atrodot, ka tas atbilst H_2O

$$n_{\text{H}_2} = n_{\text{H}_2\text{O}} = m/M = 6,48 \text{ g} / 18 \text{ g mol}^{-1} = 0,36 \text{ mol}$$

$$m_{\text{H}_2} = nM = 0,36 \text{ mol} * 2 \text{ g mol}^{-1} = 0,72 \text{ g}$$

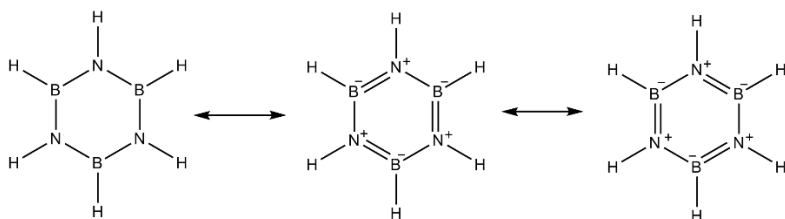
$$m_{\text{X}} = 5,58 \text{ g} - 0,72 \text{ g} = 4,86 \text{ g}$$

$$n_{\text{X}} = m/M = 4,86 \text{ g} / 81 \text{ g mol}^{-1} = 0,06 \text{ mol}$$

var salikt koeficientus vāj, iegūst molekulformulu $\text{B}_3\text{N}_3\text{H}_6$

9. Zināms, ka **X** ir ļoti simetriska molekula. Uzzīmē tā struktūru! (1p)

10. Kādam organiskam savienojumam **X** varētu būt analogs? Attēlo ar atbilstošu **X** rezonanses formulu! (1p)



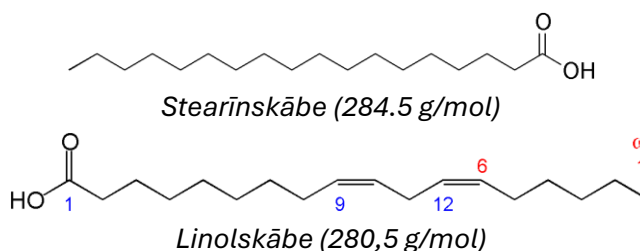
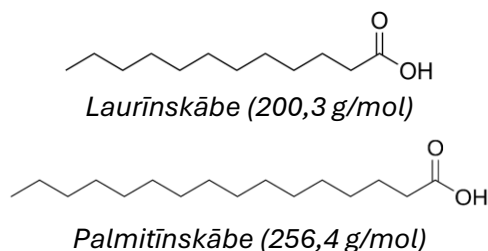
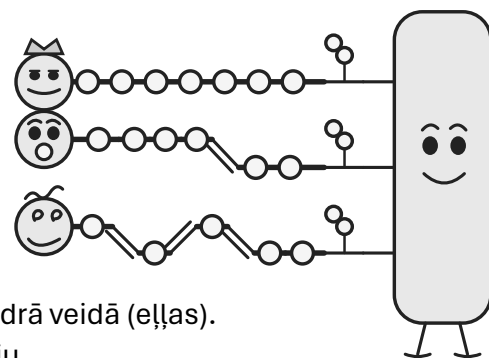
Borazols – analogs benzolam

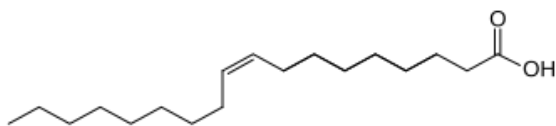
5. uzdevums

Briest ziepes

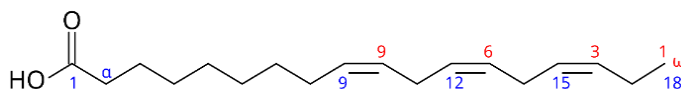
10 punkti

Tauki ir triglicerīdi – esteri, kas veidojas, reaģējot glicerīnam (propān-1,2,3-triolam) ar trim taukskābju molekulām. Dabā sastopamie triglicerīdi parasti satur dažādas taukskābes, un to sastāvs nosaka tauku fizikālās un ķīmiskās īpašības. Zemāk dotas dabiskajos augu taukos visbiežāk sastopamās taukskābes. Daļā no taukskābju molekulām ir nepiesātinātās saites. Jo to skaits lielāks, jo parasti zemāka ir vielas kušanas temperatūra, un tauki biežāk ir šķidrā veidā (eļļas). Dabiskajās taukskābju molekulās dubultsaites ieņem *cis* konfigurāciju.





Oleīnskābe (282,5 g/mol)



Linolēnskābe (278.4 g/mol)

Pētnieks analizēja kādas retāk sastopamas taukskābes **A**, kura ir sastopama cilvēka organismā, taču nav pārāk izplatīta augu taukos, sastāvu. Sadedzinot 1,000 g **A** ieguva 2,890 g CO₂ un 0,946 g H₂O. Šāds pat daudzums **A** reaģē ar 3,33 g joda I₂.

1. Nosaki šīs taukskābes empīrisko formulu un molekulformulu! (2p)

Aprēķin iegūto C un H daudzumu:

$$n(\text{C}) = n(\text{CO}_2) = m(\text{CO}_2)/M(\text{CO}_2) = 2,890/44,0 = 0,06568 \text{ mol}$$

$$n(\text{H}) = 2 \cdot n(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot m(\text{H}_2\text{O})/M(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot 0,946/18,0 = 0,1051 \text{ mol}$$

Aprēķina skābekļa masu un daudzumu:

$$m(\text{O}) = m(\mathbf{A}) - m(\text{C}) - m(\text{H}) = 1,000 - n(\text{C}) \cdot M(\text{C}) - n(\text{H}) \cdot M(\text{H}) = 1,000 - 0,06568 \cdot 12,0 - 0,1051 \cdot 1,01 = 0,1057 \text{ g}$$

$$n(\text{O}) = m(\text{O})/M(\text{O}) = 0,1057/16,0 = 0,00661 \text{ mol}$$

Aprēķina elementu daudzumattiecību: $n(\text{C}):n(\text{H}):n(\text{O}) \approx 10:16:1$

Tātad empīriskā formula ir C₁₀H₁₆O, bet tā kā tajā ietilpst viena karboksilgrupa, tās molekulformula ir C₂₀H₃₂O₂.

Tehniski jau no šī, redzams, ka taukskābes formula ir C₁₉H₃₁COOH un atlikums satur $(19 \cdot 2 + 1 - 31)/2 = 4$ dubultsaites, bet varam par to pārliecināties, izmantojot datus no reakcijas ar jodu:

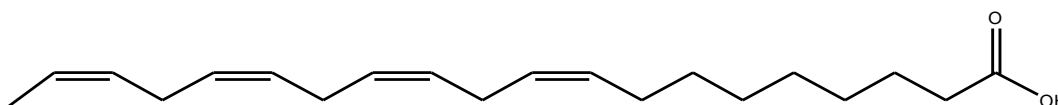
$$n(\text{dub}) = n(\text{I}_2) = m(\text{I}_2)/M(\text{I}_2) = 3,33/253,8 = 0,01312 \text{ mol}$$

$$n(\text{tauksk}) = n(\text{O})/2 = 0,003305 \text{ mol}$$

Tātad dubulsaišu skaits ir $n(\text{dub})/n(\text{tauksk}) = 4$

2. Uzzīmē šīs taukskābes struktūrformulu. Ja tajā ir kāda dubultsaite, atliec tās sākot no 9. oglekļa atoma (identiski kā tabulā dotajās nepiesātinātajās taukskābēs!) (2p)

Uzzīmējam taukskābes formulu

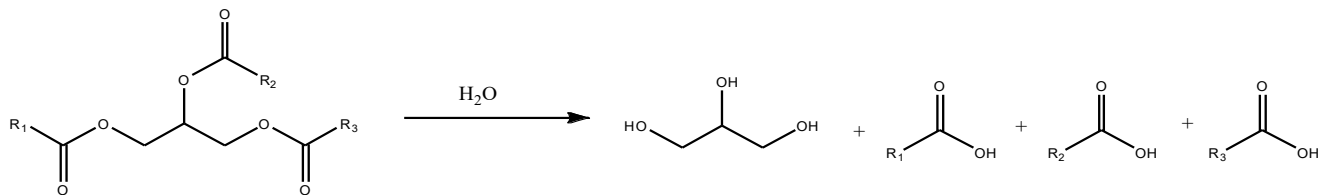


Pētnieks analizēja arī no olīveļļas iegūtu triglicerīdu **T**. Zināms, ka tas var saturēt tikai šajā eļļā plašāk sastopamo taukskābju – oleīnskābes, linolskābes vai palmitīnskābes – atlikumu. 1,000 g triglicerīda **T** tika pilnīgi hidrolizēts, iegūstot atbilstošās brīvās taukskābes. Iegūtā taukskābju parauga neitralizācijai bija nepieciešams pievienot 17,44 mL 0,200 M nātrija hidroksīda šķīduma. Identisks taukskābju paraugs pilnīgi reaģē ar 0,590 g joda. Pieņem, ka nekādas blakusreakcijas nenotiek!

3. Izmanto dotos datus un nosaki triglicerīda molmasu! (2p)

Kods: _____

Triglicerīdu un tā hidrolīzes reakciju vispārīgi varam pierakstīt kā:



Redzams, ka katra no karbonskābēm (ja tās atšķirīgas) radīsies vienādā daudzumā ar triglicerīdu n_T , savukārt kopējais karbonskābju daudzums būs vienāds ar $3n_T$.

Tā ka titrējot tiks patērēts $3n_T$ NaOH, aprēķinam to, n_T un triglicerīda molmasu.

$$n_T = c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH}) / 3 = 0,200 \cdot 0,01744 / 3 = 0,001163 \text{ mol}$$

$$M_T = m/n = 1,000 / 0,001163 = 859,9 \text{ g/mol}$$

4. Nosaki, kuras no minētajām taukskābēm ietilpst šajā triglicerīdā (nosaki oleīnskābes, līnolskābes un palmitīnskābes attiecību tajā)! (3p)

Tāpat aprēķinām dubultsaišu skaitu šajā triglicerīdā:

$$n(\text{dub}) = n(I_2) = m(I_2) / M(I_2) = 0,590 / 253,8 = 0,002325 \text{ mol}$$

Redzams, ka kopā visās trīs karbonskābēs ir $n(\text{dub})/n_T = 2$ dubultsaites.

Tas var atbilst tikai 2 kombinācijām, kuru molmasas atrodam kā $\sum(M(\text{tauksk})) + 3 \cdot M(\text{C}) + 2 \cdot M(\text{H})$:

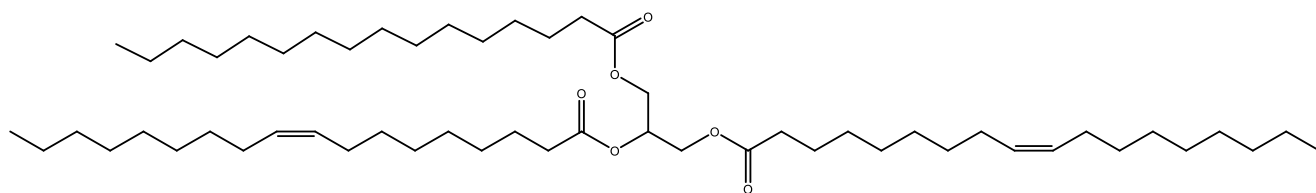
a) $2 \times \text{palmitīnskābe} + 1 \times \text{līnolskābe}$ $M = 831,3 \text{ g/mol}$

b) $2 \times \text{oleīnskābe} + 1 \times \text{palmitīnskābe}$ $M = 859,4 \text{ g/mol}$

Redzams, ka ar noteikto molmasu sakrīt otrā kombinācijā, tātad attiecība oleīnskābe : līnolskābe : palmitīnskābe = **2 : 0 : 1**.

5. Uzzīmē šī triglicerīda struktūrformulu! (1p)

Struktūrformula šāda. Jābūt korektiem taukskābju atlikumiem, korektam dubultsaišu novietojumam, cis konfigurācijai.



6. uzdevums

Zili brīnumi

15 punkti

Metāls **A** ir izteikti inerts un šķīst gandrīz vai tikai īpašos skābju maisījumos. Neizmantojot skābes to var izšķīdināt gaisa klātbūtnē ar sāls **B** palīdzību. Sāls **B** reakcijā ar skābēm veidojas indīga gāze, kas zināma ar triviālo nosaukumu – zilskābe. Zināms, ka katjona masas daļa sāļi **B** ir 46,9%.

1. Nosaki sāls **B** formulu un uzraksti zilskābes ķīmisko nosaukumu (2p)

Zilskābes ķīmiskais nosaukums ir cianūdeņražskābe.

No dotā zināms, ka sāls ir kāds cianīds.

Zinām ka cianīdiona masas daļa ir 53,1 %. Tas ļauj aprēķināt savienojuma molmasu.

$$M_B = \frac{100 \cdot 26}{53,1} = 49 \text{ g/mol}$$

Tātad katjona molmasa ir $49 - 26 = 23 \text{ g/mol}$, kas atbilst Na. Sāls **B** ir NaCN.

Metāla **A** reakcijā ar sāls **B** ūdens šķīdumu gaisa klātbūtnē veidojas savienojums **C** un nātrija hidroksīds attiecībā 1:1. Lai vēlāk atgūtu metālu **A** veic reakciju starp kompleksu **C** un metālu **D**. Metāla **D** sāls šķīdumi arī reaģē ar sāli **B**. Ja reakciju veic ar sāls **B** pārākumu tiek iegūts ūdenī šķīstošs savienojums **E**, bet ja reakciju veic attiecībā 1:2, tad tiek iegūts savienojums **F**, kas ir ūdenī nešķīstošs. Metāla **D** masas daļa šajā savienojumā ir 55,6%. Savienojums **F** nav stabils bāziskos apstākļos un reaģējot ar kālija hidroksīdu veido stabilu kompleksu **G**.

2. Nosaki, kas ir metāls **D** un uzraksti savienojumu **E** un **F** formulas! Uzraksti reakcijas vienādojumu kompleksa **G** iegūšanai no **F**! (3p)

Tā kā reakcija starp metāla **D** šķīdumu un NaCN notiek attiecībā 1:2, tad varam pieņemt, ka iegūtajā savienojumā ir divi cianīdioni. Zinām ka cianīdiona masas daļa ir 44,4 %. Tas ļauj aprēķināt savienojuma molmasu.

$$M_B = \frac{100 \cdot 52}{44,4} = 117 \text{ g/mol}$$

Tātad katjona molmasa ir $117 - 52 = 65 \text{ g/mol}$, kas atbilst Zn. Metāls **D** ir Zn. (1 punkts)

Savukārt savienojums **F** ir $\text{Zn}(\text{CN})_2$, un savienojums **E**, kas veidojas reaģējot Zn^{2+} sāļiem ar NaCN pārākumā ir $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{CN})_4]$.

Reakcijas vienādojums **G** iegūšanai:



Savienojuma **C** reakcijā ar metālu **D** neskaitot metālu **A** veidojas arī savienojums **E**. Lai atgūtu izšķīdinātos 0,67 g metāla **A**, bija nepieciešami 0,111 g metāla **D**.

3. Nosaki, kas ir metāls **A** un uzraksti savienojuma **C** iegūšanas vienādojumu un vienādojumu reakcijai starp **C** un **D**! (3p)

Sastāda vispārīgu reakcijas vienādojumu starp metālu **D** (Zn) un nezināmo metālu **A**.



No iegūtā vienādojuma iegūst formulu metāla A molmasas aprēķināšanai, ar nezināmu oksidēšanās pakāpi – n.

$$M_A = \frac{m_A \cdot n}{2 \cdot n_{\text{Zn}}} = \frac{m_A \cdot n}{2 \cdot \frac{m_{\text{Zn}}}{M_{\text{Zn}}}} = \frac{m_A \cdot n}{2 \cdot 0,001701}$$

Kods: _____

Vienādojumā ievietojot dažādas oksidēšanas pakāpes secina, ka vienīgā iespēja ir +1, jo pārējos gadījumos tiek iegūtas molmasas, kas pārsniedz jebkura periodiskajā tabulā atrodamā metāla atommasas.

Kad $n=+1$, tad molmasa metālam ir 197, kas atbilst zeltam. **A** = Au.

C iegūšanas vienādojums:



Reakcija starp **C** un **D**:



Arī metāla **H** šķīdumi reaģē ar sāli **B**, taču veido ūdenī nešķīstošu savienojumu **I**, kā arī toksisku gāzi **J**. Zināms, ka metāla **H** šķīdumiem ir raksturīga zila krāsa, savukārt, savienojums **I** ir balts. Ja metāla **H** sāļiem cauri burbuļo amonjaka gāzi iegūst kompleksā savienojumu **K** šķīdumu, kam piemīt rudzupuķu zila krāsa. Savienojums **I** viegli šķīst sāls **B** šķīdumos veidojot sākotnēji kompleksu **L**, un pievienojot vairāk **B**, kompleksu **M**. Zināms, ka kompleksā **M** koordinācijas skaitlis ir tāds pats kā **K**, savukārt, **L** par vienu mazāks. Gāze **J** sadeg ar zilu liesmu un tai piemīt otrā augstākā zināmā liesmas temperatūra. Procesā veidojas tikai divi gāzveida produkti **N** un **O**. Zināms, ka **N** un **O** relatīvā blīvumu attiecība ir 1,57. Sadedzināja 1,742 gramus gāzes **J** un sadegšanas produktus uztvēra kalcija hidroksīda šķīdumā. Ieguva 6,7 g baltas nogulsnes.

4. Nosaki kas ir metāls **H** un uzraksti savienojuma **I** iegūšanas reakcijas vienādojumu! (2p)

Metāls **H** ir Cu, un **I** iegūšanas vienādojums:

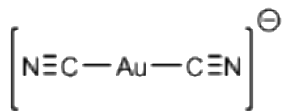


Zaļgani metāla **P** šķīdumi arī reaģē ar sāli **B**, kas ļauj iegūt gaiši dzeltenus ūdenī šķīstoša savienojuma **R** kristālus. Savienojuma **R** šķīdumam pievienojot sarkanbrūnu metāla **P** sāls šķīdumu iegūst tumši zilās nogulsnes **S**, kas krāsu pasaulē pazīstamas kā Berlīnes zilais.

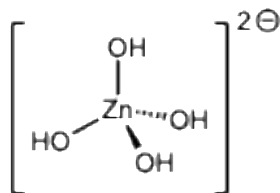
5. Kas ir metāls **P** un savienojumi **R** un **S**? (2p)

Metāls **P** ir Fe, savukārt, **R** - $\text{Na}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ un **S** - $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$.

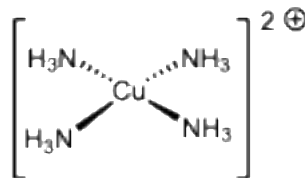
6. Uzzīmē struktūrformulas kompleksajiem joniem savienojumos **C**, **G**, **K**, **L**, **M**, **R**, precīzi norādi to ģeometrisko uzbūvi! (3p)



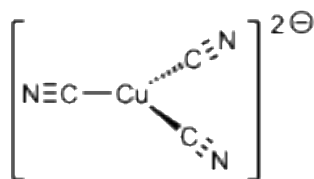
C - $[\text{Au}(\text{CN})_2]^{-}$



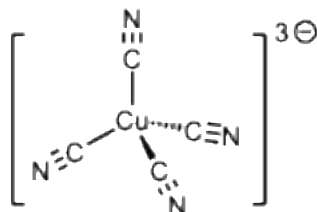
G - $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$



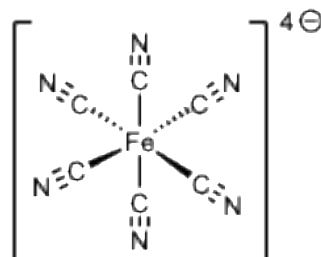
K - $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$



L - $[\text{Cu}(\text{CN})_3]^{2-}$



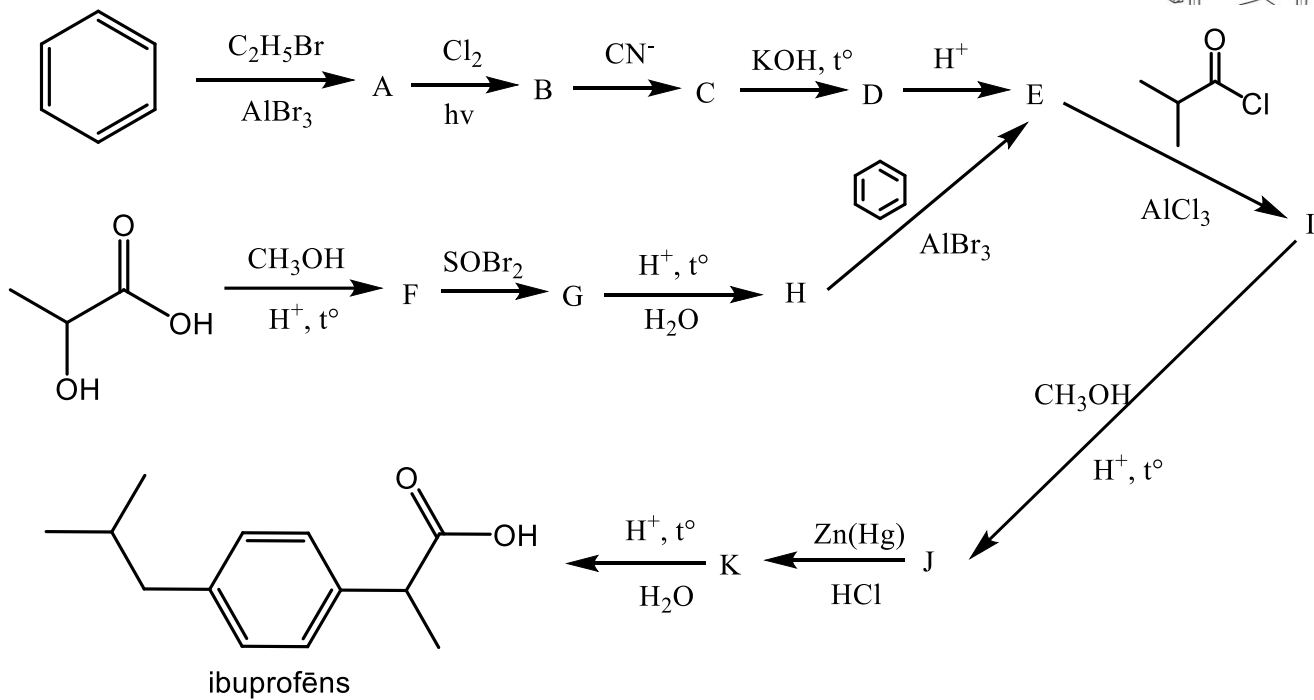
M - $[\text{Cu}(\text{CN})_4]^{3-}$



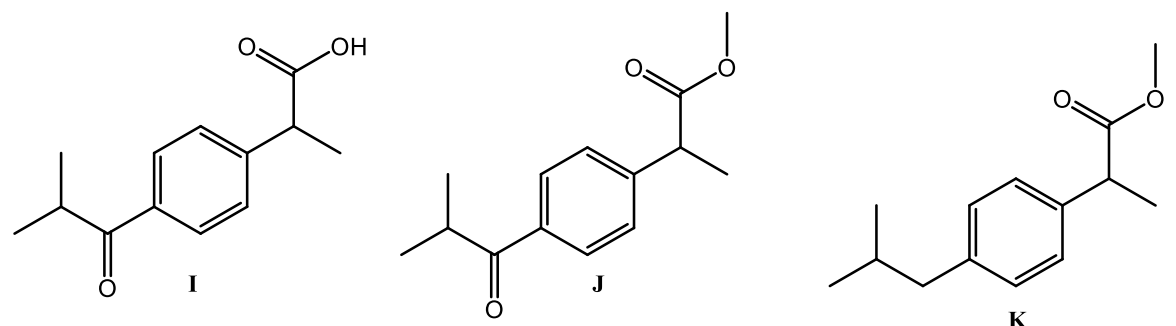
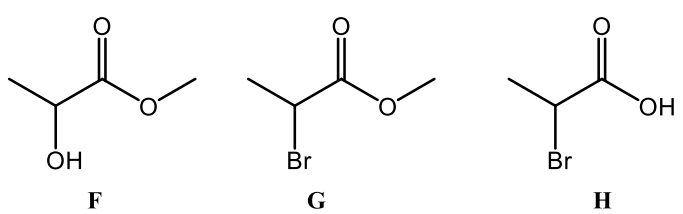
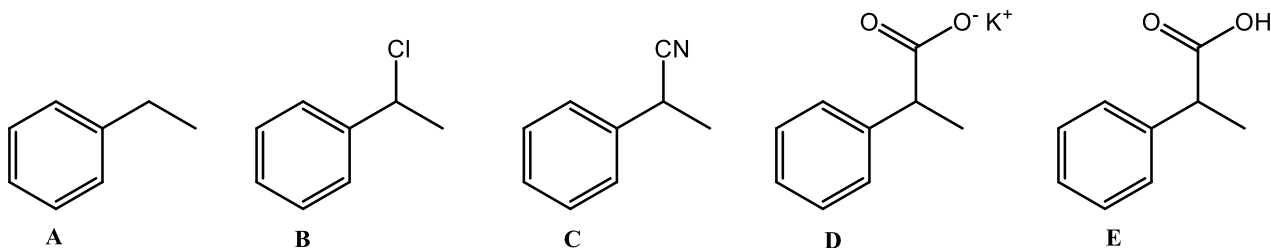
R - $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$

7. uzdevums *sagādā* Uzdevums, kas *novērs* galvassāpes **14 punkti**

Otrs populārākais pretsāpju līdzeklis pasaulē un plašāk lietotais nesteroīdais pretiekaisuma līdzeklis (NSAID) ir ibuprofēns. To iespējams iegūt no benzola Frīdela-Kraftsa alkilēšanas un acilēšanas procesā, kā tas attēlot shēmā, bez benzola kā izejvielas izmantojot pienskābi un 2-metilpropānskābi (reakcijas shēma pārvērsta par 2-metilproionilhlorīdu).



1. Atšifrē savienojumus **A – K!** (10p)



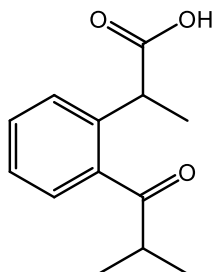
Kods: _____

2. Kādēļ tika izmantota reakcija ar metanolu skābes klātienē? (1p)

Karboksilgrupa tiek aizsargāta – tiek pārvērsta estera grupā, lai novērstu tās iesaisti reakcijā.

3. Kādi organiskie blakusprodukti var veidoties reakcijā **E** → **I**? (1p)

Varbūtīgākais blakusprodukts – acilēšanās citā vīretā benzola gredzenā



E iegūšana caur **B** laboratorijā nav vienkārši realizējama, turklāt **B** no **A** netiek iegūts selektīvi!

4. Pēc kāda mehānisma notiek šī reakcija? Uzraksti kāda no blakusproduktiem struktūrformulu! (2p)

Tā notiek pēc radikāļu mehānisma. Tipiskākie blakusprodukti – hlora pievienošanās pie terminālā oglekļa vai vairākkāršs hlorēšanas produkts, piem.,

