

Latvijas 50. Nacionālā ķīmijas olimpiāde
2009. gada 17.-19. marts
Uzdevumi ar atrisinājumiem

1.	Klase: 9	8 punkti
----	----------	----------

1791. gadā franču ķīmiķis Nikolass Leblāns patentēja metodi, kā ražot sodu no vārāmā sāls, sērskābes, kaļķakmens un ogles. Procesa pirmajā stadijā vārāmais sāls tiek vārīts kopā ar sērskābi, kā rezultātā izdalās gāze un tiek izdalīta kristāliska viela. Tālāk iegūto cieto vielu sajauc ar kaļķiem un ogli un aizdedzina, kā rezultātā izdalās ogļskābā gāze, sodas un kalcija sulfīda maisījums. Tomēr jau 19. gadsimta beigās šo metodi tās lielo trūkumu dēļ aizstāja Solveja process.

1. Uzrakstiet visu notikušo reakciju vienādojumus.
2. Kādi ir metodes būtiskākie trūkumi?
3. Kā jūs atdalīsiet pēdējās stadijas produktus?
4. Cik daudz sodas iespējams iegūt, izmantojot 50 kg vārāmā sāls, ja katras stadijas praktiskais iznākums ir 85%.

Atrisinājums

1. $2NaCl + H_2SO_4 \xrightarrow{temp.} Na_2SO_4 + 2HCl$ (1 pt.)
 $Na_2SO_4 + CaCO_3 + C \rightarrow Na_2CO_3 + CO_2 + CaS$ (1 pt.)
2. Lielais ogļskābās gāzes daudzums, kas nonāk atmosfērā, kā arī CaS pārpalikumi, kam rūpniecībā nav pielietojumu. (2 pt.)
3. Kalcija karbonāts šķīst ūdenī un to no ūdenī nešķīstošā kalcija sulfīda var atdalīt dekantējot vai filtrējot. (1 pt.)
4. $m_{Na_2CO_3} = \frac{1}{2} \cdot m_{NaCl} \cdot M_{Na_2CO_3} \cdot 0,85^2 =$
 $= \frac{1}{2} \cdot \frac{50 \text{ kg}}{58,5 \text{ g/mol}} \cdot 106,0 \cdot 0,85^2 = 52,5 \text{ kg}$ (3 pt.)

2.	Klase: 9	6 punkti
----	----------	----------

Itrijs oksīds, bārija karbonāts un vara oksīds reaģē 900 °C temperatūrā, veidojot supravadītāju A, kas sastāv no 13,4% Y, 41,2% Ba, 28,6% Cu un skābekļa.

1. Aprēķiniet savienojuma A empīrisko formulu, uzrakstiet notikušās reakcijas vienādojumu.
2. Zinot, ka itrija oksidēšanas pakāpe ir +3, aprēķiniet vara vidējo oksidēšanas pakāpi šajā savienojumā.
 Analizējot 84,2 mg parauga 200°C inertā atmosfērā, noteica, ka viss Cu³⁺ reducējas par Cu²⁺ un izdalās skābeklis.
3. Uzrakstiet notikušās reakcijas vienādojumu, aprēķiniet masu pēc karsēšanas.

Atrisinājums

1. Sastāda molāro attiecību izdalot masas attiecību ar attiecīgajām molmasām iegūstot:

$$\frac{w_Y}{M_Y} | \frac{w_{Ba}}{M_{Ba}} | \frac{w_{Cu}}{M_{Cu}} | \frac{w_O}{M_O} = \frac{13,4}{88,91} | \frac{41,2}{137,33} | \frac{28,6}{63,55} | \frac{16,8}{16,00}$$

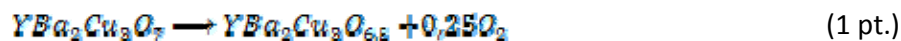
$$n_Y | n_{Ba} | n_{Cu} | n_O = 0,15 | 0,30 | 0,45 | 1,05 = 1 : 2 : 3 : 7$$

Respektīvi, savienojuma empīriskā formula ir: $YBa_2Cu_3O_7$. (1 pt.)



2. Oksidēšanas pakāpe $(14 - 2 \cdot 2 - 3)/3 = 7/3 = 2,33$ (1 pt.)

3. Skābekļa saturs savienojumā pēc karsēšanas ir vienāds ar $(3 + 2 \cdot 2 + 2 \cdot 3)/2 = 6,5$ (1 pt.)



$$m = \frac{m_{\text{pirms}}}{M_{\text{pirms}}} \cdot M_{\text{pēc}} = \frac{14,2}{616,49} \cdot 658,19 = 83,19 \text{ mg} \quad (1 \text{ pt.})$$

3.	Klase: 9	13 punkti
----	----------	-----------

Kāds zēns atrada burku ar uzrakstu ‘‘Boraks’’. Boraks ir kristālhidrāts, kas satur 21,8% bora un 55,4% skābekļa (masas daļa). Boraka sastāvā ir arī kāds aktīvs metāls A. 10 gramu šī metāla reaģē ar pārākumā ņemtu ūdeni izdalot 4,87 litrus gāzes (n.a.). Borakā bezūdens sāls masas daļa ir 0,529.

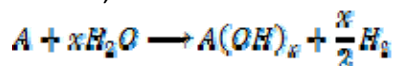
1. Kāda ir boraka ķīmiskā formula? Atbildi pamatojiet ar aprēķiniem!
2. Aprēķiniet, cik gramus boraka un cik mL ūdens jāņem, lai pagatavotu 50 gramus 5% boraka šķīduma?

Šo šķīdumu izmantoja borskābes sintēzei, pievienojot tam sālskābi. Reakcijā rodas borskābe H_3BO_3 un kāds sāls.

3. Uzrakstiet šīs reakcijas vienādojumu un aprēķiniet, cik mililitri 30% sālskābes ($\rho = 1,15 \text{ g/mL}$) nepieciešams, lai izreaģētu viss boraks!
4. Aprēķiniet, cik gramus borskābes iegūva, ja zināms, ka reakcijas praktiskais iznākums ir 78%!
5. Kā rīkoties, lai iegūtu pēc iespējas lielāku borskābes masu?

Atrisinājums

1. Nosaka, kurš metāls ir sāļi



$$n_A = \frac{2}{x} \cdot n_{H_2} = \frac{2}{x} \cdot \frac{V}{V_A} = \frac{2}{x} \cdot \frac{4,87}{22,4} = \frac{0,435}{x} \text{ mol}$$

$$M_A = \frac{m_A}{n_A} = \frac{10}{0,435} \cdot x = 23x \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \quad (2 \text{ pt.})$$

ja metāls ir divvērtīgs A – Na, ja divvērtīgs nav atbilstoša elementa. (1 pt.)

Aprēķina bezūdens sāls un kristālhidrāta ķīmisko formulu

Tā kā $m_B : m_O = 11:28$, tad

$$n_{Na} : n_B : n_O = \frac{22,8}{23} : \frac{21,8}{11} : \frac{55,4}{16} = 1 : 2 : 3,5 = 2 : 4 : 7 \quad (2 \text{ pt.})$$

$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ $M=202\text{g/mol}$

$$M(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot x\text{H}_2\text{O}) = \frac{M(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7)}{w(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7)} = \frac{202}{0,529} = 382 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$x = \frac{M(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot x\text{H}_2\text{O}) - M(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7)}{M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{382 - 202}{18} = 10$$

$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$

(2 pt.)

2. Šķīduma pagatavošana

$$m(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7) = m_{\text{sk}} \cdot w = 50 \cdot 0,05 = 2,5 \text{ g}$$

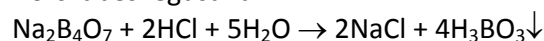
$$m(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7)}{w(b/\bar{u})} = \frac{2,5}{0,529} = 4,7 \text{ g}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = m_{\text{sk}} - m(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 45,3 \text{ g}$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = 45,3 \text{ ml}$$

(2 pt.)

3. Borskābes iegūšana



(1 pt.)

$$m_{\text{HCl}} = 2 \cdot n_{\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7} \cdot M_{\text{HCl}} = 2 \cdot \frac{m_{\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7}}{M_{\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7}} \cdot M_{\text{HCl}} = 2 \cdot 0,012 \cdot 36,5 = 0,88 \text{ g}$$

$$V_{\text{HCl}} = \frac{m_{\text{HCl}}}{\rho_{\text{HCl}}} = \frac{0,88}{0,9118} = 0,96 \text{ mL}$$

(1 pt.)

$$4. m_{\text{H}_3\text{BO}_3} = 2 \cdot n_{\text{HCl}} \cdot M_{\text{H}_3\text{BO}_3} = 2 \cdot 0,024 \cdot 62 = 2,98 \text{ g}$$

$$m_{\text{prakt.}} = m_{\text{teor.}} \cdot 0,78 = 2,98 \cdot 0,78 = 2,32 \text{ g}$$

(1 pt.)

5. Šķīdumu varētu ietvaicēt.

(1 pt.)

4.	Klase: 9	13 punkti
----	----------	-----------

Senās Grieķijas filozofs Teofrasts kādu akmeni, kas tika atrasts Sicīlijas upē Ahātā, nodēvēja šīs upes vārdā – par ahātu. Ar laiku tika izpētīts, ka ahāta pamatsastāvā ietilpst silīcija dioksīds SiO_2 un ka ahātam iespējamas visdažādākās krāsas. Tieši skaistie toņi ir viens no iemesliem, kāpēc šis akmens kļuvis par iecienītu, bet dārgu materiālu juvelieru rokās.



Visbiežāk minerālu krāsu nosaka dažādi piemaisījumi (konkrētāk – metālu oksīdi vai joni), kas ir attiecīgajos akmeņos. Līdz ar to krāsas var variēt no sarkanas līdz zaļai un pat melnai.

1. Nosauciet vismaz 1 metālisko elementu, kas, veidojot oksīdu un jonu piemaisījumus, ahātu dažādiem paveidiem varētu dot šādus krāsojumus:

- sarkans
- rozā/violets
- zaļš

- zils
- melns

Bez ahāta pazīstami arī vairāki citi dārgakmeņi, kuru galvenā sastāvdaļa ir SiO₂. Viens no tiem – skaisti zaļais un patiešām vērtīgais smaragds.

Zināms, ka smaragdu veido trīs oksīdu formas un viens no tiem ir SiO₂, bet pārējie divi ir metālu oksīdi. Vispārīgā veidā smaragda ķīmisko formulu iespējams attēlot kā **3A·B·6SiO₂**, kur **A** un **B** ir metālu oksīdi (smaragds ir oksīdu **A** veidojošā metāla minerāls, kam Cr (III) piemaisījumi dod raksturīgo krāsojumu).

2. *Atrodiet smaragda ķīmisko formulu (šoreiz neņemot vērā Cr (III) piemaisījumus), ja zināms, ka silīcija masas daļa smaragdā ir 31,35%, bet skābekļa – 53,58% (smaragda molmasa ir M=537,53 g/mol), turklāt oksīdu A veidojošā metāla masas daļa šajā oksīdā ir 36,03%.*

Aprēķinos elementu molmasas izvēlieties ar 2 cipariem aiz komata!

Atrisinājums

Atrisinājums

1. Minētos krāsojumus dod šādi metālu joni:

- sarkans – dzelzs, hroms (1 p. = 0,5 p. + 0,5 p.)
- rozā/violets – mangāns, kobalts (1. p.)
- zaļš – niķelis, varš (1. p.)
- zils – titāns, varš (1. p.)
- melns – dzelzs, mangāns. (1. p.)

2. Apzīmē:

X- oksīdu A veidojošais metāls; tad A = X₂O_M

Y – oksīdu B veidojošais metāls; tad B = Y₂O_N.

Smaragda vispārīgā formula - 3X₂O_M· Y₂O_N·6SiO₂. (1 p. par apzīmējumu ieviešanu)

Sastāda vienādojumu sistēmu:

$$\frac{6X}{537,53} - \frac{2Y}{537,53} = 0,1507$$

$$\frac{2X}{2X} - \frac{16M}{16M} = 0,3603, \text{ kur ar X un Y vienkāršības labad apzīmētas metālu X un Y}$$

molmasas.

(2 p. = 1 p. + 1 p. par katru vienādojumu)

Atrisinot 2. vienādojumu, atrod, ka $2X = 2X \cdot 0,3603 - 16 \cdot 0,3603 M$ un tālāk $X = 4,506 M$

Metāls X ir Be un M ir 2, molmasa $X = 9,01 \text{ g/mol}$.

(1 p. par X un M sakarības atrašanu + 1 p. par X un M skaitlisko vērt. noteikšanu)

Ievieto X pirmajā vienādojumā un izrēķina molmasu $Y = 26,98 \text{ g/mol}$. Līdz ar to metāls Y ir Al un N ir 3.

(1 p. par 1. vienād. izrisināšanu + 1 p. par Y un N skaitlisko vērt. noteikšanu)

Smaragda ķīmiskā formula ir $3\text{BeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ **(1 p.)**

Kopā: 13 punkti

5.	Klase: 9-10	6 punkti
----	-------------	----------

4,00 gramiem kālija un nātrija karbonātu maisījuma pievienoja atšķaidītu sālsskābi, kamēr arī sildot no maisījuma vairs neizdalījās gāzes burbulīši. Izdalījušās gāzes tilpums bija 0,7246 litri (n.a.). Iegūto šķīdumu ietvaicēja līdz sausam atlikumam.

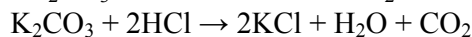
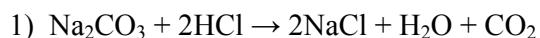
1) Uzrakstiet reakciju vienādojumus!

2) Aprēķiniet iegūtā sausā atlikuma masu!

3) Aprēķiniet iegūtā sausā atlikuma ķīmisko sastāvu masas daļās (%)!

Atrisinājums

Ar „1” apzīmē Na, ar „2” K karbonātus



$$2) n(\text{CO}_2) = n_1 + n_2 \quad n(\text{CO}_2) = v(\text{CO}_2) / V_0$$

$$m_1 + m_2 = 4,00 \quad n_1M_1 + n_2M_2 = 4,00$$

Sastāda un atrisina vienādojumu sistēmu ar 2 nezināmajiem n_1 un n_2 :

$$n_1 + n_2 = v(\text{CO}_2) / V_0$$

$$n_1M_1 + n_2M_2 = 4,00$$

$$n_1 + n_2 = 0,03235$$

$$106n_1 + 138,2n_2 = 4,00$$

$$n_1 = 0,0146 \text{ mol} \quad n_2 = 0,0178 \text{ mol}$$

$$3) n(\text{NaCl}) = 2 n_1 = 0,0292 \text{ mol} \quad n(\text{KCl}) = 2 n_2 = 0,0355 \text{ mol}$$

$$m(\text{NaCl}) = nM = 0,0292 \cdot 58,5 = 1,71 \text{ g} \quad m(\text{KCl}) = 0,0355 \cdot 74,6 = 2,65 \text{ g}$$

$$\text{Produkta masa } \Sigma m = 1,71 + 2,65 = 4,36 \text{ g}$$

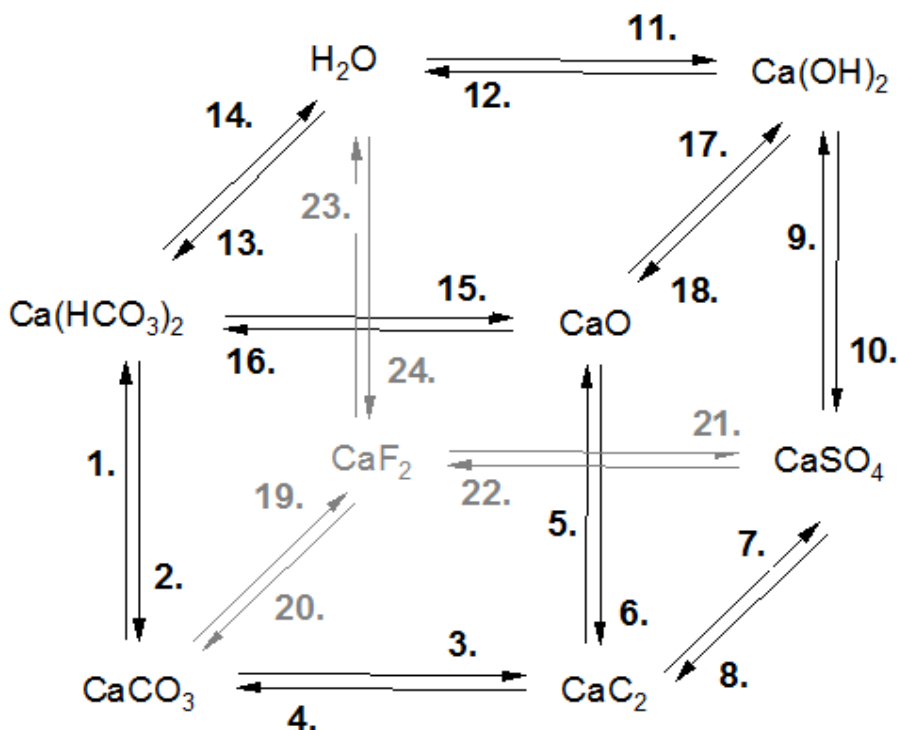
$$\text{Sastāvs masas daļās: } w(\text{NaCl}) = 1,71 / 4,36 = 0,392 = 39,2 \%$$

$$w(\text{KCl}) = 2,65 / 4,36 = 0,392 = 60,8 \%$$

6.	Klase: 9-10	14 punkti
----	-------------	-----------

Uzrakstiet ķīmisko reakciju vienādojumus, kuras jāveic, lai realizētu shēmā parādītās 24 pārvērtības! Ja kāda no pārvērtībām nav iespējama, norādiet to!

Pie kādas neorganisko savienojumu klases pieder katrs no kuba virsotnēs esošajiem savienojumiem? Uzrakstiet šo savienojumu nosaukumus!



Atrisinājums

- $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow 2\text{CaCO}_3\downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$
- $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$
- $\text{CaCO}_3 + 4\text{C} \rightarrow \text{CaC}_2 + 3\text{CO}\uparrow$
- $\text{CaC}_2 + 2,5\text{O}_2 \xrightarrow{t^\circ} \text{CaCO}_3 + \text{CO}_2$
- $\text{CaC}_2 + 1,5\text{O}_2 \rightarrow \text{CaO} + 2\text{CO}$
- $\text{CaO} + 3\text{C} \xrightarrow{t^\circ} \text{CaC}_2 + \text{CO}\uparrow$
- $\text{CaC}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CaSO}_4 + \text{C}_2\text{H}_2\uparrow$
- Nav iespējams
- $\text{CaSO}_4 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{BaSO}_4\downarrow + \text{Ca}(\text{OH})_2$
- $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CaSO}_4\downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$
- $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$
- $\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{HCl} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{CaCl}_2$
- $\text{H}_2\text{O} + \text{CaO} + 2\text{CO}_2 \rightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$

14. $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{CO}_2\uparrow$
15. $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \xrightarrow{i^\circ} \text{CaO} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$
16. $\text{H}_2\text{O} + \text{CaO} + 2\text{CO}_2 \rightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$
17. $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$
18. $\text{Ca}(\text{OH})_2 \xrightarrow{i^\circ (\text{vakuumā})} \text{CaO} + \text{H}_2\text{O}\uparrow$
19. $\text{CaCO}_3 + 2\text{HF} \rightarrow \text{CaF}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
20. Nav iespējams
21. $\text{CaF}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CaSO}_4 + 2\text{HF}$
22. $\text{CaSO}_4 + 2\text{NaF} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CaF}_2\downarrow$
23. Nav iespējams
24. Nav iespējams

H_2O	ūdens	oksīds
$\text{Ca}(\text{OH})_2$	kalcija hidroksīds	šķīstošais hidroksīds (sārms)
CaSO_4	kalcija sulfāts	normālais sāls
CaF_2	kalcija fluorīds	normālais sāls
CaCO_3	kalcija karbonāts	normālais sāls
CaC_2	kalcija karbīds	normālais sāls
CaO	kalcija oksīds	bāziskais oksīds
$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$	kalcija hidroģēnkarbonāts	skābais sāls

7.	Klase: 10	5 punkti
----	-----------	----------

Daudzus gadus periodiskajā tabulā bija vairāki „tukšumi” – vietas vēl neatklātiem elementiem. Viens no tiem bija tā sauktais eka-mangāns, ko atklāja tikai 1937. gadā. Strādājot ar paātrinātiem deitērija kodoliem, novēroja, ka ciklotrona detaļas, kas veidotas no molibdēna-93 un molibdēna-95 kļūst radioaktīvas.

1. *Kāds elements var rasties, apvienojoties deitērija un molibdēna atomu kodoliem? Uzrakstiet notikušo kodolreakciju vienādojumus.*

Medicīnā svarīgākais ir šī elementa izotops ar atommasu 99 (ekaMn-99*), jo ar tā palīdzību iespējams noteikt audzējus to agrīnā stāvoklī. Tas sadalās, izstarojot gamma starus, tā pussabrukšanas periods ir 6 stundas.

2. *Uzrakstiet notikušās reakcijas vienādojumu! Kāda daļa šī izotopa būs sadalījusies cilvēka organismā diennakts laikā?*

Izotopu (ekaMn-99) iespējams iegūt lielos daudzumos no izlietotiem urāna stieņiem kodolreaktoros. Šai procesā ^{235}U pieņem neitronu, kā rezultātā rodas starpprodukts **A**, kas tālāk sadalās par ^{134}Sn , **B** un trīs neitroniem. Iegūtais kodols **B** tālāk sadalās par ekaMn-99, izstarojot elektronu.

3. *Kas ir starpprodukti A un B?*

4. *Uzrakstiet ekaMn-99 iegūšanas kodolreakcijas.*

Atrisinājums

1. $^{98}_{42}\text{Mo} + ^2_1\text{D} \longrightarrow ^{100}_{43}\text{Tc}$ (0,5 pt.)
 - $^{98}_{42}\text{Mo} + ^2_1\text{D} \longrightarrow ^{100}_{43}\text{Tc}$ (0,5 pt.)
- eka-mangāns ir Tehnēcijs (0,5 pt.)

2. ${}^{99}\text{Tc}^{4+} \rightarrow {}^{99}\text{Tc} + \gamma$ (0,5 pt.)
 ja pēc sešām stundām paliek pāri $\frac{1}{2}$ tehnēcija-99, tad pēc 4 reizes garāka laika perioda – $w = 0,5^4 = 0,0625$
 sadalījies būs $w_{\text{sadat.}\%} = (1 - 0,0625) \cdot 100\% = 93,75\%$
3. A - ${}^{235}\text{U}$, B - ${}^{99}\text{Mo}$. (2 pt.)
4. ${}^{235}\text{U} + \frac{1}{2}\text{n} \rightarrow [{}^{236}\text{U}] \rightarrow {}^{99}\text{Mo} + {}^{134}\text{Sn} + 3\frac{1}{2}\text{n}$ (0,5 pt.)
 ${}^{99}\text{Mo} \rightarrow {}^{99}\text{Tc} + \frac{0}{-1}\text{e}$ (0,5 pt.)

8.	Klase: 10 - 11	11 punkti
----	----------------	-----------

Daudzu svētku kulminācijā tiek šauts salūts. Salūts sastāv no oksidētājiem, reducētājiem, krāsojošas vielas un saistvielas. Divi ķīmiķi nolēma katrs pagatavot savu salūta maisījumu. Pirmais ķīmiķis izmantoja alumīnija, kālija perhlorāta un dekstrīna maisījumu, bet otrs ķīmiķis – ogles, kālija nitrāta, sēra, dekstrīna un vara hlorīda maisījumu.

1. *Kādā krāsā būs katra salūta krāsa?*
2. *Norādiet, kuras salūta sastāvdaļas ir oksidētāji, kuras reducētāji, liesmu krāsojošas vielas un saistvielas.*
3. *Uzrakstiet notikušo reakciju vienādojumus.*

Atrisinājums

1. pirmais salūts būs baltā (bāli violetā) krāsā, otrais būs zaļi zilā (2 pt.)
2. oksidētāji – kālija perhlorāts, kālija nitrāts
 reducētāji – alumīnijs, sērs un ogleklis
 liesmu krāsojošā viela – alumīnijs, vara jons, saistviela – dekstrīns. (4 pt.)
3. $3 \text{KClO}_4 + 8 \text{Al} \rightarrow 4 \text{Al}_2\text{O}_3 + 3 \text{KCl}$ (2 pt.)
 $2 \text{KNO}_3 + \text{S} + 3 \text{C} \rightarrow \text{K}_2\text{S} + \text{N}_2 + 3 \text{CO}_2$ vai
 $10 \text{KNO}_3 + 3 \text{S} + 8 \text{C} \rightarrow 2 \text{K}_2\text{CO}_3 + 3 \text{K}_2\text{SO}_4 + 6 \text{CO}_2 + 5 \text{N}_2$ (3 pt.)

9.	Klase: 10 - 11	8 punkti
----	----------------	----------

Pasaules Veselības organizācija iesaka joda trūkumu organismā kompensēt, izmantojot vienkāršāko paņēmieni – lietojot pārtikā jodsāli.

Lai noteiktu nātrija jodīda daudzumu jodsālī, laborants 10,00 gramus jodsāls pārnesa koniskā kolbā, pievienoja 50 mL destilēta ūdens, 5 mL 1 M sērskābes un pa pilienam pievienoja bromūdeni, līdz broms pēdējā porcijā vairs neatkrāsojās; pēc tam šķīdumu uzvārīja. Tad šķīdumu atdzesēja, tam pievienoja 2-3 mL cietes šķīduma un titrēja ar 0,001 M $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ šķīdumu, līdz šķīdums atkrāsojās (reakcijas rezultātā veidojās $\text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$). Vidēji titrēšanai izlietoja 15,8 mL reagenta šķīduma.

1. *Uzrakstiet notikušo reakciju vienādojumus!*
2. *Kāpēc nepieciešams šķīdumu vārīt pēc broms pievienošanas?*
3. *Kādus reagentus iespējams izmantot bromūdens vietā?*
4. *Cik lielu masas daļu (%) nātrija jodīda satur jodsāls?*

- Kādēļ cilvēkiem nepieciešams jods? Kādi ir svarīgākie joda avoti, no kuriem cilvēks to uzņem organismā?
- Kādēļ nereti vārāmajam sālim pievieno arī nātrija fluorīdu?

Atrisinājums

- $2\text{NaI} + \text{Br}_2 \longrightarrow 2\text{NaBr} + \text{I}_2$ (0,5 pt.)
 $2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{I}_2 \longrightarrow 2\text{NaI} + \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$ (0,5 pt.)
- Lai liekais broms iztvaikotu. (1 pt.)
- vēl iespējams izmantot hlorūdeni, KIO_3 u.c. (1 pt.)
- $n_{\text{I}_2} = C \cdot V = 0,001 \cdot 15,8 \cdot 10^{-3} = 1,58 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$
 $m_{\text{NaI}} = 2 \cdot n_{\text{I}_2} \cdot M_{\text{NaI}} = 1,58 \cdot 10^{-5} \cdot 149,99 = 2,37 \text{ mg}$ (2 pt.)
 $w = \frac{m_{\text{NaI}}}{m_{\text{stis}}} \cdot 100\% = \frac{2,37 \text{ mg}}{10 \text{ g}} \cdot 100\% = 0,0237\%$ (1 pt.)
- Jods nepieciešams vairogdziedzera darbībai, kā arī joda trūkums organismā bērniem var izraisīt idiotiju. (1 pt.)
- Nātrija fluorīdu vārāmajam sālim pievieno, lai organisms saņemtu nepieciešamo fluoru zobu stiprināšanai. (1 pt.)

10.	Klase: 10-11	12 punkti
-----	--------------	-----------

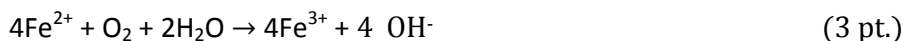
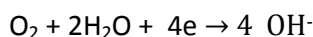
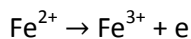
Pazemes ūdeņi bieži satur ievērojamu daudzumu dzelzs sāļu (1-10 mg/L). Izplūstot virszemē, šādu avotu ūdens iekrāso gultni sarkanbrūnā krāsā.

Skolēnu grupa vides projekta gaitā savāca daudzus ūdens paraugus no avotiem un artēziskajām akām. Par paaugstinātu dzelzs savienojumu koncentrāciju ūdenī liecināja tā „dzelžainā” piegarša un ūdens dzeltenīgā nokrāsa, ko varēja novērot, paraugiem pēc iesmelšanas kādu laiku pastāvot krūzē. Skolēni visus paraugus nogādāja skolas laboratorijā un pēc dažām dienām veica dzelzs daudzuma noteikšanu ūdenī. Par lielu pārsteigumu ķīmiskā analīze praktiski neuzrādīja dzelzs jonu klātbūtni ievāktajos paraugos.

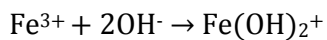
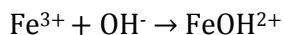
- Kādi ķīmiski procesi varēja samazināt dzelzs jonu koncentrāciju ūdens paraugos? Ilustrējiet savu atbildi ar notiekošo ķīmisko reakciju vienādojumiem!
- Kādas kļūdas pieļāva jaunie pētnieki? Kā vajadzēja rīkoties, lai iegūtu pareizus rezultātus?

Atrisinājums

Dzelzs savienojumi ir Fe(II) un Fe(III) jonu veidā. Pazemes ūdeņos, kur skābekļa maz, dzelzs ir galvenokārt Fe^{2+} jonu veidā; Fe^{2+} sāļi ir gaiši zaļā krāsā, ūdens šķīdumā gandrīz bezkrāsaini. Izplūstot virszemē, ūdenī izšķīst skābeklis un notiek reakcija:



Redzams, ka šajā reakcijā atbrīvojas hidroksīdioni, kas ar dzelzs (III) katjoniem veido mazšķīstošus savienojumus (dzelzs (III) hidroksīdu un bāziskos sāļus):



Tādēļ dzelzs (III) savienojumi izgulsnējas no ūdens un ūdenī praktiski nepaliek izšķīdušu dzelzs savienojumu, kurus varētu ķīmiski noteikt – analīzes dzelzi neuzrāda. (2 pt.)

Tāpat svarīgākie ķīmiskie procesi, kuru rezultātā ūdenī samazinājās dzelzs jonu koncentrācija, ir redoksreakcija, hidrolīze un nogulsnēšanās.

Pielautās kļūdas: paraugi tika ņemti vaļējos traukus, ilgstoši saskārās ar gaisu; netika novērsta bāziskas vides veidošanās, kas izsauca dzelzs sāļu hidrolīzi un dzelzs nogulsnēšanos dzelzs hidroksīda veidā. (2 pt.)

Lai visa dzelzs saglabātos šķīdumā, jādara sekojošais:

- pudeles jāuzpilda līdz pat vāciņam un hermētiski jānoslēdz (traucē O_2 šķīšanu ūdenī un Fe^{2+} oksidēšanos);
- paraugiem jāpievieno neliels daudzums stipras skābes (H_2SO_4 vai HCl), kas neļauj $\text{Fe}(\text{III})$ savienojumiem hidrolizēties:
$$\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+ \rightarrow \text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \quad (2 \text{ pt.})$$

11.	Klase: 11	10 punkti
-----	-----------	-----------

Laborants Kārlis nodarbībai gatavoja analizējamus paraugus, kuri katrs sastāvēja no divām kristāliskām vielām – sāļiem. Taču, steigā dodoties pusdienu pārtraukumā, Kārlis aizmirsā savā piezīmju blociņā atzīmēt, kādus tieši divus sāļus bija iebēris pēdējā analizējamā parauga paciņā. To konstatējis, viņš, sportiskas intereses vadīts, nolēma pats noteikt šī parauga kvalitatīvo sastāvu.

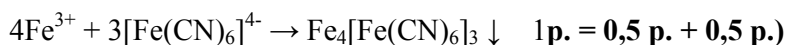
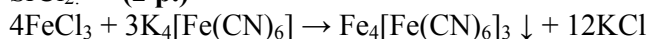
Laborants pilnīgi droši atcerējās, ka visos paraugos (arī pēdējā) bija bēris divus metālu sāļus katrā. Tālāk tabulā norādītas Kārļa veiktās darbības un novērojumi.

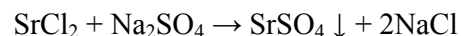
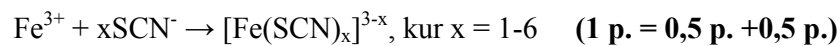
Darbības	Sāļu maisījumu šķīdina ūdenī	Pilienam analizējamā šķīduma pieliek pilienu kālija heksacianoferāta (II) šķīduma	Pilienam analizējamā šķīduma pieliek pilienu amonija rodanīda šķīduma	Šķīdumu ar nihrroma stieplīti ievada gāzes degļa liesmā	Pilienam analizējamā šķīduma pieliek pilienu nātrija sulfāta šķīduma	Dažiem pilieniem analizējamā šķīduma pieliek sudraba nitrāta šķīdumu
Novērojumi	Iegūst caurspīdīgu, dzidru šķīdumu, kas pēc laika kļūst dzeltenīgs	Izkrīt zilās nogulsnes	Rodas tumši sarkans šķīduma krāsojums	Liesma krāsojas karmīnsarkanā krāsā; caur 2 kobaltstikliem krāsojums nav redzams	Izkrīt bālganas nogulsnes	Izkrīt baltas, biežpienveidīgas nogulsnes

1. *Izmantojot laboranta iegūtos datus, nosakiet, kādi divi sāļi atradās analizējamā paraugā! Atbildi pamatojiet ar attiecīgajiem pierādīšanas reakciju vienādojumiem (jonu un molekulārā veidā)!*
2. *Kāpēc šķīdums, ko pagatavoja, izšķīdinot sāļu maisījumu, pēc laika ieguva dzeltenu nokrāsu? Uzrakstiet šķīdumā notiekošo procesu ķīmisko reakciju vienādojumus!*
3. *Kā, pamatojoties uz vienkāršotu metāla atoma uzbūvi, varētu izskaidrot tā spēju krāsot gāzes degļa liesmu?*

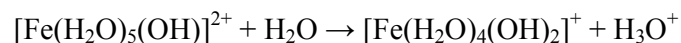
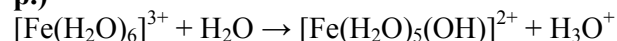
Atrisinājums

2. Analizējamajā paraugā atradās dzelzs (III) hlorīds FeCl_3 un stroncija hlorīds SrCl_2 . (2 p.)





3. Šķīdums ieguva dzeltenīgu nokrāsu, jo notika Fe^{3+} hidratēto jonu hidrolīze: (1 p.)



4. Augstās temperatūrās stroncija atoma ārējās elektronu čaulas elektrons pāriet uz orbitāli, kurā tam ir vairāk enerģijas. Pēc kāda laika šis elektrons atkal pāriet uz sākotnējo stāvokli, atdodams iepriekš uzņemto enerģiju un izstarodams gaismu (šajā gadījumā – karmīnsarkanās krāsas gaismu). (1 p.)

12.	Klase: 11-12	18 punkti
-----	--------------	-----------

Ķīmijas laboratorijās visai bieži lietoti ir savienojumi **A** un **B**. Savienojums **A** ir oranžā, bet **B** – dzeltenā krāsā. Ja **A** un **B** izšķīdina ūdenī, ar skābes vai bāzes pievienošanu tos var pārvērst vienu otrā. Ja ūdenī izšķīdina 1,000 g savienojuma **A** un pievieno parāķumā ņemtu metāla **C** nitrāta šķīdumu, rodas 2,198 g dzeltenas nogulsnes **D**. To pašu veicot ar 1,000 g vielas **B**, rodas 1,664 g tās pašas vielas **D** nogulsnes.

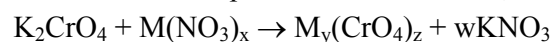
Savienojumam **A** piemīt oksidējošas īpašības un tam līdzīgs ir savienojums **E**, kas arī ir oranžā krāsā. Teorētiski **E** var iegūt, sajaucot savienojuma **A** un amonija perhlorāta ūdens šķīdumus daudzumattiecībā 1:1. Šajā reakcijā rodas mazšķīstošs savienojums **F**, bet no atlikušā šķīduma var izdalīt vielu **E**. Savienojumu **E** sakarsējot, tas spontāni sadalās par zaļu pulverveida vielu **G**, gāzi **H** un vielas **I** tvaikiem, no cietā produkta izveidojot raksturīgu „vulkāna konusu”.

1. *Atšifrējiet savienojumus A – I.*
2. *Uzrakstiet visu reakciju vienādojumus.*
3. *Uzrakstiet vienādojumu, kas parāda savienojuma A oksidējošās īpašības.*
4. *E sadalīšanās ir oksidēšanās-reducēšanās process. Uzrakstiet elementus, kas maina oksidēšanās pakāpes un katra elementa pusreakciju.*
5. *Kas jāievēro, veicot E sadalīšanas reakciju.*

Atrisinājums

1. Var atšifrēt, ka $\text{A} = \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, bet $\text{B} = \text{K}_2\text{CrO}_4$. (1 pt.)

Nogusnēs visticamāk veidosies kāds smagā metāla hromāts, jo šādi dihromāti nav tik bieži sastopami. Tātad var rakstīt, ka:

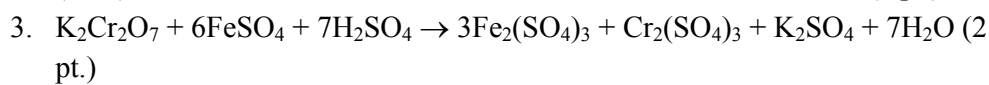
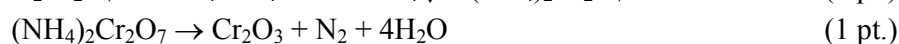
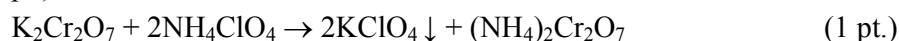


1,000 g K_2CrO_4 daudzums ir $5,15 \cdot 10^{-3}$ mol, kas vienāds ar izveidotā savienojuma masu, ja $z = 1$. Ja arī y ir 1, aprēķinam savienojuma molmasu – 322,8. Šādā gadījumā M molmasa ir 206,8 g/mol, kas faktiski atbilst Pb

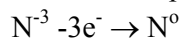
molmasai. Šis savienojums tiešām ir nešķīstošs un dzeltenākrāsā, tālab tālāk varam nemeklēt.

C = $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, D = PbCrO_4 , F = KClO_4 , E = $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, G = Cr_2O_3 , H = N_2 , I = H_2O

(7 pt.)



4. Oksidēšanās pakāpes maina slāpekļis un hroms:



5. Gan kālija dihromāts, gan arī hroma (III) oksīds ir toksiski un kancerogēni, pietam rodas sīkdisperss hroma (III) oksīds, kas viegli var iekļūt elpceļos, tālab šo reakciju veikt ir bīstami. (1 pt.)

13.	Klase: 11-12	12 punkti
-----	--------------	-----------

Cēzija hlorīdam ir kubiskais režģis, pie tam Cs^+ katjons atrodas elementāršūnas centrā, bet Cl^- anjoni atrodas elementāršūnas virsotnēs.

1. *Kā sauc šādu kristālisko režģi?*

Kristāliskā režģa parametrus var noteikt, izmantojot rentgendifraktometriju.

Rentgenstari, kuri krīt uz kristālu noteiktos leņķos, tiek atstaroti. Šo parādību kvantitatīvi apraksta Brega likums:

$$k\lambda = 2a \sin \theta,$$

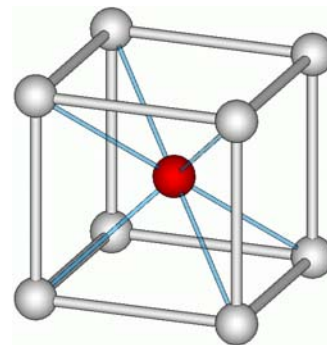
kur a - elementāršūnas šķautnes garums,

θ - atstarošanas leņķis,

λ - rentgenstarojuma viļņa garums

k - naturāls skaitlis

Apstarojot cēzija hlorīda kristālu ar $1,5418 \text{ \AA}$ ($1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$) rentgenstarojumu, pirmais reflekss tika novērots pie $\theta = 10,78^\circ$.



- Aprēķiniet cēzija hlorīda elementāršūnas šķautnes garumu.
- Aprēķiniet cēzija hlorīda blīvumu.

Bieži aprēķinos pieņem, ka joni ir neelastīgas sfēras, kuras ir blīvi iepakotas kristāliskajā režģī. Cēzija hlorīdam identisks kristāliskais režģis ir cēzija bromīdam, kuram pirmais reflekss novērojams pie $\theta = 10,34^\circ$.

- Zinot, ka gan cēzija hlorīda, gan cēzija bromīda kristālā joni saskaras tikai pa kuba galvenajām diagonālēm, un to, ka bromīdiona rādiuss ir 1,081 reizi lielāks kā hlorīdiona rādiuss, aprēķiniet cēzija jona un hlorīdiona rādiusus cēzija hlorīdā.

Režģa rašanas entalpija ($\Delta H_{\text{režģ.}}^\circ$) ir entalpija procesam, kurā joni no gāzes fāzes pāriet kristāliskajā stāvoklī.

- Uzrakstiet minētā procesa reakcijas vienādojumu.

Režģa rašanas entalpiju var diezgan precīzi noteikt izmantojot Kapustinska vienādojumu:

$$\Delta H_{\text{režģ.}}^\circ (\text{kJ mol}^{-1}) = - \frac{1,11 \times 10^3 n |z_+| |z_-|}{r_+ + r_-},$$

kur n - kopējais jonu skaits elementāršūnā
 z_+, z_- - katjona un anjona lādiņi
 r_+, r_- - katjona un anjona rādiusi (Å)

- Izrēķiniet cēzija hlorīda režģa rašanas entalpiju.

Atrisinājums

- Primitīvais kubiskais kristāliskais režģis, arī jonu kristāliskais režģis (1 pt.)
- Ņemot vērā to, ka aplūkotais bija pirmais reflekss, $k=1$.

$$a = \frac{\lambda}{2 \sin \theta} = \frac{1,8418 \text{ Å}}{2 \sin 10,34^\circ} = 4,12 \text{ Å} \quad (2 \text{ pt.})$$

- Cēzija hlorīda elementāršūna ir parādīta attēlā. Elementāršūnā formāli ir viens hlorīdjons un viens cēzija katjons. (1 pt.)

$$m = \frac{M_{\text{CsCl}}}{N_A} = \frac{167,8 \text{ g mol}^{-1}}{6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}} = 2,78 \cdot 10^{-22} \text{ g} \quad (0,5 \text{ pt.})$$

$$V = a^3 = (4,12 \cdot 10^{-8} \text{ cm})^3 = 6,99 \cdot 10^{-23} \text{ cm}^3 \quad (0,5 \text{ pt.})$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{2,78 \cdot 10^{-22} \text{ g}}{6,99 \cdot 10^{-23} \text{ cm}^3} = 3,98 \text{ g cm}^{-3} \quad (1 \text{ pt.})$$

4. d – kuba galvenā diagonāle

$$d_{CsCl} = \sqrt{3} \cdot 4,12 \text{ \AA} = 7,14 \text{ \AA}$$

$$d = 2(r_{(Cs^+)} + r_{(Cl^-)})$$

$$(r_{(Cs^+)} + r_{(Cl^-)}) = \frac{d}{2} = \frac{7,14 \text{ \AA}}{2} = 3,57 \text{ \AA} \quad (1 \text{ pt.})$$

Tāpat aprēķina, ka cēzija bromīda šķautnes garums ir:

$$a_{CsBr} = \frac{\lambda}{2 \sin \Theta} = \frac{1,5418 \text{ \AA}}{2 \sin 10,34}$$

$$d_{CsBr} = \sqrt{3} \cdot 4,29 \text{ \AA} = 7,43 \text{ \AA}$$

$$(r_{(Cs^+)} + r_{(Br^-)}) = \frac{d}{2} = \frac{7,43 \text{ \AA}}{2} = 3,715 \text{ \AA} \quad (1 \text{ pt.})$$

Tālāk iegūst sekojošu vienādojumu sistēmu:

$$\begin{cases} r_{(Cs^+)} + r_{(Cl^-)} = 3,57 \text{ \AA} \\ r_{(Cs^+)} + r_{(Br^-)} = 3,715 \text{ \AA} \\ r_{(Br^-)} = 1,081 r_{(Cl^-)} \end{cases} \quad (1 \text{ pt.})$$

$$\begin{cases} r_{(Cs^+)} + r_{(Cl^-)} = 3,57 \text{ \AA} \\ r_{(Cs^+)} + 1,081 r_{(Cl^-)} = 3,715 \text{ \AA} \end{cases}$$

$$0,081 r_{(Cl^-)} = 0,145 \text{ \AA} \quad (2 \text{ pt.})$$

$$r_{(Cl^-)} = 1,79 \text{ \AA}$$

$$r_{(Cs^+)} = 3,57 \text{ \AA} - r_{(Cl^-)} = 3,57 \text{ \AA} - 1,79 \text{ \AA} = 1,78 \text{ \AA}$$



6. $\Delta H_{rezg}^{\circ} (kJ \cdot mol^{-1}) = -\frac{1,11 \times 10^3 n |z_+| |z_-|}{r_+ + r_-} = -\frac{1,11 \times 10^3 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 1}{1,78 + 1,79} = -622 kJ \cdot mol^{-1}$ (1 pt.)

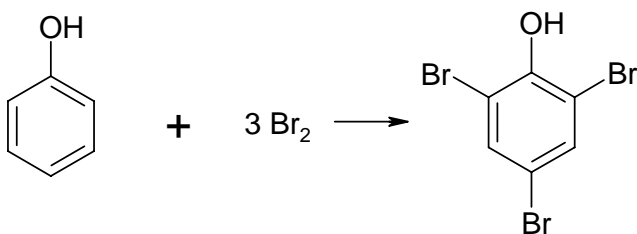
14.	Klase: 12	8 punkti
-----	-----------	----------

Benzoskābes un fenola maisījumu, kura iesvara masa bija 2,17 g, izšķīdināja 100 mililitros ūdens. Šim šķīdumam pamazām pievienoja bromu, līdz tā pēdējais piliens vairs neatkrāsojās. Tad šķīdumu paskābināja, radušās nogulsnes nofiltrēja un izžāvēja. Izrādījās, ka iegūtās cietās vielas masa arī bija 2,17 g, un tās sastāvā bija 21,75% oglekļa.

- 1) Uzrakstiet notikušo reakciju vienādojumus!
- 2) Kāds bija iegūto nogulšņu ķīmiskais sastāvs?
- 3) Aprēķiniet benzoskābes masas daļu (%) sākotnējā maisījumā!

Atrisinājums

Benzoskābe ūdens šķīdumā ar bromu nereaģē. Fenols veido tribromfenolu: **3 p.**



Pārbauda, vai iegūtā viela pēc sastāva atbilst 2,4,6-tribromfenolam:

$$M(\text{C}_6\text{H}_3\text{OBr}_3) = 331 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{C}_6) = 72 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{C}_6) / M(\text{C}_6\text{H}_3\text{OBr}_3) = 72 / 331 = 0,2175 - \text{ atbilst C masas daļai uzdevuma nosacījumos} \quad \mathbf{1 \text{ p.}}$$

$$n(\text{C}_6\text{H}_3\text{OBr}_3) = m(\text{nogulšņu}) / M(\text{C}_6\text{H}_3\text{OBr}_3) = 0,00656 \text{ mol}$$

$$n(\text{fenola}) = n(\text{C}_6\text{H}_3\text{OBr}_3) \quad \mathbf{1 \text{ p.}}$$

$$\text{Tātad } m(\text{fenola}) = n(\text{C}_6\text{H}_3\text{OBr}_3) \cdot M(\text{fenola}) = 0,00656 \cdot 94,0 = 0,617 \text{ g}$$

$$m(\text{benzoskābes}) = m(\text{parauga}) - m(\text{fenola}) = 2,17 - 0,617 = 1,553 \text{ g} \quad \mathbf{1 \text{ p.}}$$

$$w(\text{benzoskābes}) = m(\text{benzoskābes}) / m(\text{parauga}) = 1,553 / 2,17 = 0,7157 = \mathbf{71,6 \%}$$

2 p.

15.	Klase: 12	14 punkti
-----	-----------	-----------

Pēteris skolas laboratorijā atrada divus vecus degvielas paraugus. Pirmais no tiem (№1) sastāvēja no 2,2-dimetilheptāna un 2,2,4-trimetilpentāna, bet otrs (№2) sastāvēja no 4-metilheptāna un 2,2,4-trimetilpentāna.

Skolā bija pieejama arī kalorimetriskā bumba, kurā var noteikt vielu sadegšanas siltumu. Pēteris aprēķināja, ka, lai noteiktu abu maisījumu sastāvu, viņam jāsadēdzina maisījumi A, kas sastāv no 10,0 g parauga №1 un 10,0 g parauga №2, kā arī maisījums B, kas sastāv no 10,0 g parauga №1 un 20,0 g parauga №2. Viņš to paveica un atrada, ka maisījuma A sadegšanas siltums ir 975,53 kJ, bet maisījuma B sadegšanas siltums ir 1462,93 kJ.

Pēteris rokasgrāmatā atrada katras vielas rašanās siltumus, no kuriem iespējams aprēķiniet sadegšanas siltumus.

Viela	$\Delta H_{\text{raš.}}^{298\text{K}}, \text{ kJ mol}^{-1}$
2,2,4-trimetilpentāns	-142,4
2,2-dimetilheptāns	-288,2
4-metilheptāna	-251,6
H ₂ O	-285,8
CO ₂	-393,5
O ₂	0

Molāro sadegšanas siltumu var aprēķiniet kā attiecīgās degšanas reakcijas entalpiju uz 1 molu organiskās vielas pēc šādas formulas:

$$\Delta H(\text{sad.}) = \sum z \cdot H(\text{raš.prod.}) - \sum z \cdot H(\text{raš.izejv.})$$

kur z ir attiecīgie koeficienti reakcijas vienādojumā.

1. Uzzīmējiet organisko vielu struktūrformulas un uzrakstiet degšanas reakcijas.
2. Aprēķiniet katra organiskā savienojuma molāro sadegšanas siltumu.
3. Aprēķiniet degvielas paraugu №1 un №2 sastāvu masas daļās.

Kad Pēteris savus aprēķinus parādīja skolotājai, tā viņu uzslavēja, taču aizrādīja, ka sastāvu ar šo pašu metodi bija iespējams noteikt daudz vienkāršāk.

4. Kā vienkāršāk varētu noteikt katra maisījuma sastāvu, izmantojot sadegšanas siltumus?

Atrisinājums

1. $\text{C}_8\text{H}_{18} + 12,5\text{O}_2 \rightarrow 8\text{CO}_2 + 9\text{H}_2\text{O}$ (1 pt.)
 $\text{C}_9\text{H}_{20} + 14\text{O}_2 \rightarrow 9\text{CO}_2 + 10\text{H}_2\text{O}$ (1 pt.)
 Par katru struktūrformulu 1 pt. (3 pt.)

2.

Nr.	Nosaukums	Formula	Molmasa, g/mol	Sadegšanas siltums, kJ/mol
1	2,2,4-trimetilpentāns	C ₈ H ₁₈	114	-5577,8
2	2,2-dimetilheptāns	C ₉ H ₂₀	128	-6111,3
3	4-metilheptāna	C ₈ H ₁₈	114	-5468,6

Sadegšanas siltuma aprēķināšana, piemēram, 2,2,4-trimetilpentānam:

$$\Delta H(\text{sad.}) = 8 \cdot (-393,5) + 9 \cdot (-285,8) - (-142,4) - 9,5 \cdot 0 = -5577,8 \text{ kJ/mol}$$

(3 pt.)

3. Parauga B lielāko sadegšanas siltumu nosaka papildus pievienotie 10,0 g maisījuma №2, tālab tam iespējams uzrakstīt šādu vienādojumu sistēmu:

$$\begin{cases} m_1 + m_2 = 10,0 \text{ g} \\ Q_1 + Q_2 = 1462,93 - 975,53 \\ n_1 M_1 + n_2 M_2 = 10,0 \text{ g} \\ -n_1 \Delta H(\text{sad})_1 + -n_2 \Delta H(\text{sad})_2 = 487,4 \end{cases}$$

Tā ka maisījums sastāv no 4-metilheptāna (1) un 2,2,4-trimetilpentāna (2), tad to molmasas ir vienādas ar 114 g/mol un var uzrakstīt:

$$\begin{cases} n_1 + n_2 = \frac{10,0}{114} \\ -n_1 \Delta H(\text{sad})_1 + -n_2 \Delta H(\text{sad})_2 = 487,4 \end{cases}$$

$$n_1 = 0,0877 - n_2$$

$$-(0,0877 - n_2)(-5468,6) + -n_2(-5577,8) = 487,4$$

$$479,6 - 5468,6n_2 + 5577,8n_2 = 487,4$$

$$n_2 = \frac{7,8}{109,2} = 0,0714 \text{ mol}$$

$$m_2 = 0,0714 \cdot 114 = 8,14 \text{ g}$$

$$m_1 = 10,0 - 8,1 = 1,9 \text{ g}$$

Tāpat zināms, ka 10,0 g maisījuma №2 sadegšanā izdalās 487,4 kJ liels siltuma daudzums, tālab maisījuma A sadegšanā 10,0 g maisījuma №1 ieguldījums ir $975,53 - 487,4 = 488,13$. Tāpat kā pirmajā reizē var uzrakstīt vienādojumu sistēmu, kur (1) – 2,2-dimetilheptāns un (2) – 2,2,4-trimetilpentāns.

$$\begin{cases} m_1 + m_2 = 10,0g \\ Q_1 + Q_2 = 488,13 \end{cases}$$

$$\begin{cases} n_1M_1 + n_2M_2 = 10,0g \\ -n_1\Delta H(sad)_1 + -n_2\Delta H(sad)_2 = 488,13 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 128n_1 + 114n_2 = 10,0 \\ -n_1\Delta H(sad)_1 + -n_2\Delta H(sad)_2 = 488,13 \end{cases}$$

$$n_1 = \frac{10,0 - 114n_2}{128} = 0,0781 - 0,891n_2$$

$$-(0,0781 - 0,891n_2)(-6111,3) + -n_2(-5577,8) = 488,13$$

$$477,3 - 5435,2n_2 + 5577,8n_2 = 488,13$$

$$n_2 = \frac{10,83}{142,6} = 0,0759mol$$

$$m_2 = 0,0759 \cdot 114 = 8,65g$$

$$m_1 = 10,0 - 8,65 = 1,35g$$

(5 pt.)

4. Pēterītis vienkārši varēja sadedzināt 10,0 g maisījuma №1 un №2, nevis gatavot maisījumus A un B, kas tāpat aprēķinos faktiski netika izmantoti. (1 pt.)

16.	Klase: 12	12 punkti
-----	-----------	-----------

Alkānu halogenēšanas reakcijas nenorisinās ar vienādu ātrumu pie visiem oglekļa atomiem. Tas ir atkarīgs no tā vai reakcija notiek pie pirmējā, otrējā vai trešējā oglekļa atoma. Par pirmējo oglekļa atomu tiek saukts tāds oglekļa atoms, kas saistīts ar vienu citu oglekļa atomu, otrējais – saistīts ar diviem oglekļa atomiem un trešējais attiecīgi ar trim oglekļa atomiem. Aizvietošanas reakciju ātrums pie pirmējā : otrējā : trešējā oglekļa atoma ir apmēram 1 : 4 : 5.

Profesors Aķītis nolēma hlorēt 2,2,4-trimetilpentānu.

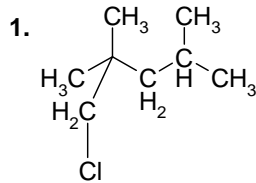
1. Uzrakstiet struktūrformulas iespējamajiem monohloratvasinājumiem, kas var veidoties šajā reakcijā un nosauciet tos atbilstoši IUPAC nomenklatūrai!
2. Palīdziet profesoram aprēķiniet, cik procentu katra iespējamā savienojuma veidosies reakcijā. Ņemiet vērā gan reakcijas ātrumu pie katra veida oglekļa atoma, gan arī aizvietojamo ūdeņraža atomu skaitu.

Visas šīs reakcijas norisinās pēc radikāļu mehānisma, kā gaitā homolītiski šķeļas viena no C-H saitēm alkāna molekulā.

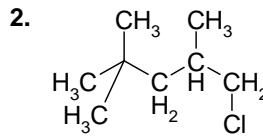
3. Zinot, ka propāna halogenēšanā galvenais reakcijas produkts ir 2-hlorpropāns, izskaidrot šā savienojuma veidošanos, savu atbildi pamatot **ar iespējamo radikāļu stabilitātes novērtējumu**.
4. Kāds ir profesora Aķīša izmantotā alkāna triviālais nosaukums un kur to izmanto?

Atrisinājums

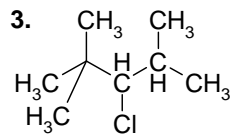
1. Iespējamie monohalogēnalkāni ir:



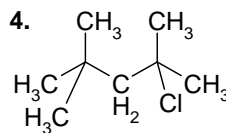
1-hlor-2,2,4-trimetil-pentāns



1-hlor-2,4,4-trimetil-pentāns



3-hlor-2,2,4-trimetil-pentāns



2-hlor-2,4,4-trimetil-pentāns

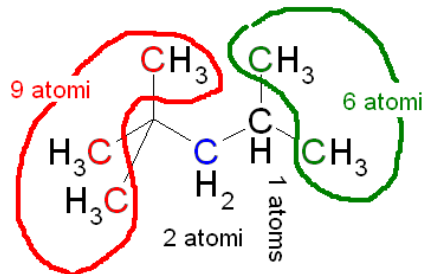
(4 pt.)

2. Pirmā savienojuma veidošanos nosaka 9H atomi, aizvietošanas ātrums 1,0, rašanās varbūtība: $9 \cdot 1 = 9$

Otrā savienojuma veidošanos nosaka 6H atomi, aizvietošanas ātrums 1,0, rašanās varbūtība: $6 \cdot 1 = 6$

Trešā savienojuma veidošanos nosaka 2H atomi, aizvietošanas ātrums 4,0, rašanās varbūtība: $2 \cdot 4,0 = 8$

Ceturrtā savienojuma veidošanos nosaka 1H atoms, aizvietošanas ātrums 5,0, rašanās varbūtība: $1 \cdot 5 = 5$



Kopējā savienojumu veidošanās varbūtība $9+6+8+5=28$

(1 pt.)

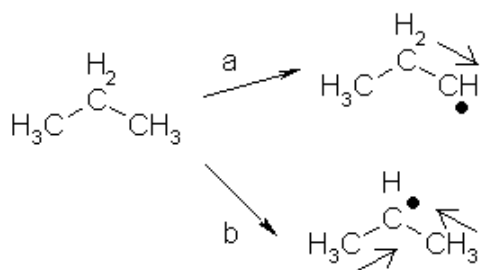
$$1_n = \frac{9}{28} \cdot 100\% \approx 32\% \quad (1 \text{ pt.})$$

$$2_n = \frac{6}{28} \cdot 100\% \approx 21\% \quad (1 \text{ pt.})$$

$$3_n = \frac{8}{28} \cdot 100\% \approx 29\% \quad (1 \text{ pt.})$$

$$4_n = \frac{5}{28} \cdot 100\% \approx 18\% \quad (1 \text{ pt.})$$

3. No propāna var veidoties divi brīvie radikāļi:



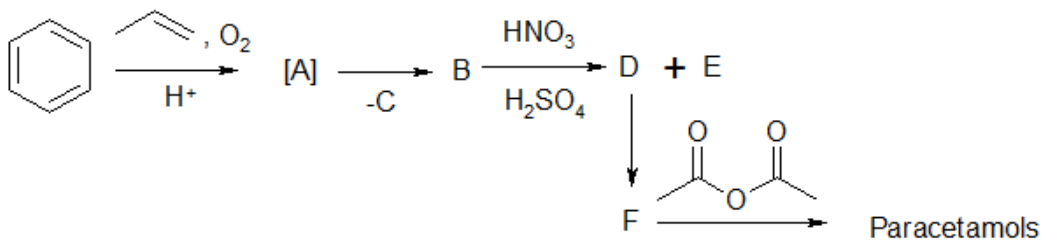
a gadījumā rodas pirmējais radikālis – šajā radikālī viena elektrona iztrūkumu stabilizē vienas metilēngrupas (-CH₂-) elektronu sistēma

b gadījumā rodas otrējais radikālis – šajā radikālī viena elektrona iztrūkumu stabilizē divas metilgrupas (CH₃-), kas ir ar elektroniem bagātākas nekā viena metilēngrupa (vai arī etilgrupa). (2 pt.)

4. 2,2,4-trimetilpentāna otrs nosaukums ir IZOOKTĀNS un to izmanto kā automašīnu degvielu. Izooktāna izturība pret priekšlaicīgu detonāciju automašīnas dzinējā (oktānskaitlis) ir pieņemta par 100. (1 pt.)

17.	Klase: 12	16 punkti
-----	-----------	-----------

Pēc attēlā redzamās shēmas var iegūt populāru pretsāpju līdzekli paracetamolu.

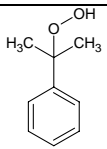
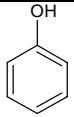
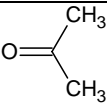
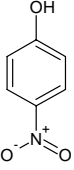
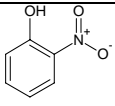
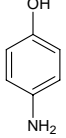
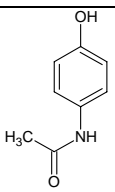


Šajā shēmā savienojums A ir nestabils starpprodukts, kas sadalās par plaši zināmiem savienojumiem B (C₆H₆O) un C (C₃H₆O). Tālākajā reakcijā rodas divi monoreakcijas izomēri D un E. Savienojumu F (C₆H₇ON) iegūst, reducējot D. Paracetamola molekulformula ir C₈H₉O₂N un tam pat teorētiski nevar notikt tālākas iekšmolekulāras reakcijas, kas būtu iespējama, ja tālākās reakcijas veiktu nepareizo izomēru E.

1. Uzzīmējiet visu savienojumu A-F un paracetamola struktūrformulas, nosauciet tos pēc IUPAC nomenklatūras.
2. Norādiet, ko izmantosiet par reducētāju reakcijā D → F.
3. Kāds blakusprodukts rodas reakcijā F → paracetamols?
4. Pie kādas klases pieder savienojums A?
5. Kādi būtu tālākie produkti, ja D vietā izmantotu E?
6. Kā jūs piedāvātu atdalīt savienojumus D un E?

Atrisinājums

- 1.

Apzīmējums	Formula	Nosaukums
A		(1-metil-1-peroksoetil)benzols (2 pt.)
B		Fenols
C		2-propanons
D		4-nitrofenols
E		2-nitrofenols
F		4-aminofenols
Paracetamols		N-acetil-4-aminofenols (2 pt.)

(9 pt.)

2. $\text{H}_2/\text{Ni}(\text{Pd})$ vai NaBH_4

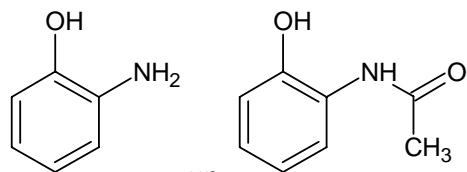
(2 pt.)

3. CH_3COOH

(1 pt.)

4. Peroksisavienojumi

(1 pt.)



5.

un

(1 pt.)

6. Tiem atšķiras šķīdība, tādēļ tos varētu atdalīt pārkristalizējot vai arī, destilējot pazeminātā spiedienā, jo tiem atšķiras viršanas temperatūras. (2 pt.)