

LATVIJAS  
NACIONĀLĀ ĶĪMIJAS  
OLIMPIĀDE

50

2009

RAJONA OLIMPIĀDES UZDEVUMU  
ATRISINĀJUMI

**H**



**N O F Ne**

**Na Mg Al Si P**

**S Cl Ar K Ca Sc**

**Ti V Cr Mn Fe Co Ni**

**Cu Zn Ga Ge As Se Br Kr**

**Rb Sr Y Zr Nb Mo Tc Ru Rh**

**Pd Ag Cd In Sn Sb Te I Xe Cs**

**Ba La Ce Pr Nd Pm Sm Eu Gd Tb Dy**

**Ho Er Tm Yb Lu Hf Ta W Re Os Ir Pt Au Hg**

**Tl Pb Bi Po At Rn Fr Ra Ac Th Pa U Np Pu Am Cm**

**Bk Cf Es Fm Md Eu Lr Hf Th Pa U Np Pu Am Cm**

**Bk Cf Es Fm Md Eu Lr Hf Th Pa U Np Pu Am Cm**



## 9. KLASE

### 9.1. UZDEVUMS (maks. 5 punkti, 1 pt. par katru pazīmi)



### 9.2. UZDEVUMS (5 punkti)

Ja skābekļa atommasa ir  $100 \text{ g mol}^{-1}$ , tad pirmo trīs elementu atommasas ir šādas:

$$A(\text{H}) = (100/16) \cdot 1.00 = 6.3 \text{ g mol}^{-1}$$

$$A(\text{He}) = (100/16) \cdot 4.00 = 25 \text{ g mol}^{-1}$$

$$A(\text{Li}) = (100/16) \cdot 6.94 = 43.4 \text{ g mol}^{-1} \quad (2 \text{ pt.})$$

Tā kā  $\text{He}_2$  neeksistē, vienīgais savienojums ar molmasu  $50 \text{ g mol}^{-1}$  Bercēliusa atommasu skalā ir LiH (litija hidrīds): (2 pt.)

$$M(\text{LiH}) = 6,3 + 43,4 = 49,7 \text{ g mol}^{-1} \quad (1 \text{ pt.})$$

### 9.3. UZDEVUMS (6 punkti)

Atšķaidot 95% sērskābi, mainās šķīduma masa, bet ne tajā esošais sērskābes daudzums vai masa. Sērskābes masu var aprēķināt, zinot šķīduma masu un sērskābes masas daļu:

$$m = \rho V$$

$$m_{\text{H}_2\text{SO}_4} = m \cdot w_{\text{H}_2\text{SO}_4} \quad (1 \text{ pt.})$$

No šejienes aprēķinām 95% sērskābes šķīduma masu, kas satur tādu pat daudzumu  $\text{H}_2\text{SO}_4$  kā 50 L 50%  $\text{H}_2\text{SO}_4$  šķīdums:

$$\rho_{50} V_{50} w_{50} = \rho_{95} V_{95} w_{95} \quad (3 \text{ pt.})$$

$$V_{95} = 50 \text{ L} \cdot \frac{0,50 \cdot 1,395 \text{ g mL}^{-1}}{0,95 \cdot 1,835 \text{ g mL}^{-1}} = 20 \text{ L} \quad (1 \text{ pt.})$$

Gatavojot sērskābes šķīdumu, koncentrēta sērskābe jālej ūdenī (nevis otrādi!) un intensīvi jāmaisā šķīdums, jo tas stipri sakarst. (1 pt.)

### 9.4. UZDEVUMS (5 punkti)

Elementu atommasas šajās triādēs veido aritmētisko progresiju:

$$A(\text{Cl}), A(\text{Br}), A(\text{I}) = A(\text{Cl}), A(\text{Cl}) + x, A(\text{Cl}) + 2x. \quad (2 \text{ pt.})$$

No šejienes izriet šāda īpašības:

$$A(\text{Br}) \approx \frac{A(\text{Cl}) + A(\text{I})}{2} \quad (3 \text{ pt.})$$

### 9.5. UZDEVUMS (9 punkti)

A: MgO, B:  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , C: HgO, D:  $\text{P}_2\text{O}_5$  (loģisks paskaidrojums par katru no oksīdiem) (par katru 1 pt.)

Par katru reakcijas vienādojumu 0,5 punkti (max. 5 pt.)

## 10. KLASE

### 10.1. UZDEVUMS (6 punkti)

Tā kā monēta sastāv tikai no diviem metāliem, viens no tiem ir ar izotopiem 60...70 Da intervālā un otrs, 110...130 Da intervālā. To atommasas ir šādas:

$$A = \frac{\sum x_i m_i}{\sum x_i}$$

$$A(1) = \frac{0,50 \cdot 64 + 0,29 \cdot 66 + 0,04 \cdot 67 + 0,20 \cdot 68}{0,50 + 0,29 + 0,04 + 0,20} = 65,5$$

$$A(2) = \frac{0,10 \cdot 112 + 0,10 \cdot 114 + 1,45 \cdot 116 + \dots + 0,45 \cdot 122 + 0,55 \cdot 124}{0,10 + 0,10 + 1,45 + 0,75 + 2,40 + 0,85 + 3,25 + 0,45 + 0,55} = 118,8$$

Tas atbilst cinkam un alvai. (4 pt.)

Latvijā alvas monētas būtu nepraktiskas jo alva zemās temperatūrās, kādas ir Latvijā ziemās, kļūst drupena (alvas mēris). Tādēļ arī alvas monētas izgatavo tikai siltajās zemēs (Japāna, Malaizija) un arī tad tas notiek visai reti. (2 pt.)

### 10.2. UZDEVUMS (5 punkti)

Iegūtajā maisījumā ūdeņraža un deitērija atomu daudzums ir šāds:

$$n_{\text{H}} = 3n_{\text{NH}_3} + 2n_{\text{NH}_2\text{D}} + 1n_{\text{NHD}_2} + 0n_{\text{ND}_3}$$

$$n_{\text{D}} = 0n_{\text{NH}_3} + 1n_{\text{NH}_2\text{D}} + 2n_{\text{NHD}_2} + 3n_{\text{ND}_3} \quad (3 \text{ pt.})$$

Tā kā visu gāzu daudzumi pēc līdzsvara iestāšanās ir vienādi,  $n_{\text{H}} = n_{\text{D}}$ . Lai iegūtu šādu maisījumu,  $\text{NH}_3$  un  $\text{ND}_3$  ir jā sajauc attiecībā 1:1. (2 pt.)

### 10.3. UZDEVUMS (8 punkti)

Reakcijas vienādojums:



Reakcija notiek, kad  ${}^6\text{Li}$  apstaro ar paātrinātiem deitērija atomiem. (0,5 pt.)

A: Deitērijs (tā kodols), B: Litijs-6 (kodols), C: alfa daļiņa (He kodols) (1,5 pt.)

Vienā gramā deitērija atrodas šāds skaits atomu:

$$N = nN_A = \frac{m}{M} N_A$$

Reaģējot vienam deitērija atomam, izdalās  $E_0 = 22,4 \text{ MeV}$  enerģijas. Tādējādi, no  $N$  deitērija atomiem radīsies  $N$  reižu lielāks enerģijas daudzums:

$$E = N \cdot E_0 = \frac{m}{M} N_A \cdot E_0$$

$$E = \frac{1,00 \text{ g}}{2,01 \text{ g mol}^{-1}} 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} \cdot 22,4 \text{ MeV} = 67 \cdot 10^{23} \text{ MeV} \quad (2 \text{ pt.})$$

Lai sadalītu 1 mol  $\text{CaCO}_3$ , nepieciešami 192 kJ. Atbilstoši,

$$n_{\text{CaCO}_3} = 1,00 \text{ mol} \frac{67 \cdot 10^{29} \text{ eV} \times 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ J eV}^{-1}}{192 \cdot 10^3 \text{ J}} = 5,58 \cdot 10^6 \text{ mol} \quad (2 \text{ pt.})$$

$$m_{\text{CaCO}_3} = n_{\text{CaCO}_3} M_{\text{CaCO}_3} = 5,58 \cdot 10^6 \text{ mol} \times 100,1 \text{ g mol}^{-1} = 559 \text{ t} \quad (0,5 \text{ pt.})$$

#### 10.4. UZDEVUMS (7 punkti)

Reakcijas vienādojums:  $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$  (0,5 pt.)

$$pV = n_{\text{CO}_2} RT \quad (0,5 \text{ pt.})$$

$$n_{\text{CaCO}_3} = n_{\text{CO}_2} = \frac{pV}{RT}$$

$$w_{\text{CaCO}_3} = \frac{m_{\text{CaCO}_3}}{m} = \frac{n_{\text{CaCO}_3} M_{\text{CaCO}_3}}{m} = \frac{pV}{RT \cdot m} M_{\text{CaCO}_3} \quad (1 \text{ pt.})$$

$$w_{\text{CaCO}_3} = \frac{100 \text{ kPa} \cdot 0,196 \text{ L} \cdot 100,1 \text{ g mol}^{-1}}{8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot (273 + 22) \text{ K} \cdot 1,000 \text{ g}} = 80,0\% \quad (1 \text{ pt.})$$

Kalcītā vēl var ietilpt sāļi, kas ar skābēm neveido gāzi (sulfāti, hlorīdi). (1 pt.)

Piesātinātu NaCl šķīdumu izmanto tādēļ, ka tajā praktiski nešķīst  $\text{CO}_2$ . (1 pt.)

Kalcija karbonāta daudzumu vēl iespējams noteikt, titrējot kalcija jonus, vai arī mērot masas izmaiņas, to karsējot. (1 pt.)

$\text{CO}_2$  iespējams vēl izdalīt no  $\text{CaCO}_3$ , to karsējot. Šī metode ir energoietilpīga, tomēr  $\text{CaCO}_3$  šādi iespējams sadalīt pilnībā. Apstrādājot kalcītu ar skābi, pastāv risks, ka viss kalcīts neizreaģēs vai arī veidosies gāzveida blakusprodukti, kas var ietekmēt rezultātus. (1 pt.)

#### 10.5. UZDEVUMS (7 punkti)

Notiekošo reakciju var attēlot šādi:  $\text{ReF}_y + 0,5x\text{F}_2 \rightarrow \text{ReF}_{y+x}$  (1 pt.)

Tā kā abu fluorīdu daudzumi ir vienādi, to masas attiecas tāpat kā to molmasas:

$$\frac{m(\text{ReF}_{y+x})}{m(\text{ReF}_y)} = z = \frac{M_{\text{Re}} + (y+x) \cdot M_{\text{F}}}{M_{\text{Re}} + y \cdot M_{\text{F}}} \quad (2 \text{ pt.})$$

$$\frac{M_{\text{Re}}}{M_{\text{F}}} = \frac{x}{z-1} - y$$

Ievietojot  $z = 50,00/47,02$ ,  $M_{\text{Re}} = 186,2 \text{ g mol}^{-1}$  un  $M_{\text{F}} = 19,00 \text{ g mol}^{-1}$ , iegūstam

$$y = 15,78x - 9,80 \quad (2 \text{ pt.})$$

Vienīgais atrisinājums šai izteiksmei veselos skaitļos ir  $x = 1$  un  $y = 6$ . Tātad, rēnija heksafluorīds reaģē ar fluoru, veidojot heptafluorīdu  $\text{ReF}_7$ :



## 11. KLASE

### 11.1. UZDEVUMS (6 punkti)

Ar šo iekārtu iespējams uzkrāt gāzes, kas vieglākas par gaisu ( $H_2$ ,  $NH_3$ ). (0,5 pt.)

Ūdeņraža tīrību pārbauda, to aizdedzinot; ja dzird svilpienu,  $H_2$  nav tīrs. (0,5 pt.)

B:  $O_2$ , C:  $H_2O$ , D :  $Cl_2$ , E:  $HCl$ . (2 pt.)

$Zn + H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + H_2$  (0,5 pt.)

$2KClO_3 \rightarrow 2KCl + 3O_2$  (0,5 pt.)

$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$  (0,5 pt.)

$2NaCl \rightarrow 2Na + Cl_2$  (0,5 pt.)

$H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$  (0,5 pt.)

Vārglāzē ieguva  $HCl$  šķīdumu ūdenī, jeb sālskābi. (0,5 pt.)

### 11.2. UZDEVUMS (10 punkti)

Dzelzs vitriolam ilgstoši stāvot gaisā var rasties  $Fe(III)$  sulfāts,  $Fe(III)$  oksīds un  $Fe(III)$  hidroksīds. (1 pt.)

Nātrija peroskodisulfātu izmanto, lai oksidētu dzelzs(II) jonus: (1 pt.)

$2FeSO_4 + Na_2S_2O_8 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + Na_2SO_4$  (1 pt.)

Kopējais dzelzs daudzums ir vienāds ar fenantrolīna daudzumu:

$$n_{Fe} = n_{fen} = \frac{V_{kolba}}{V_{pipete}} \cdot c_{fen} \cdot V_{fen} \quad (1 \text{ pt.})$$

$$n_{Fe} = \frac{1000 \text{ mL}}{25 \text{ mL}} \cdot 0,100 \text{ mol L}^{-1} \cdot 0,00933 \text{ L} = 0,0373 \text{ mol} \quad (1 \text{ pt.})$$

Dzelzs(II) jonu reakcija ar kālija dihromātu skābā vidē:

$6FeSO_4 + K_2Cr_2O_7 + 7H_2SO_4 \rightarrow 3Fe_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + 7H_2O$  (3 pt.)

$$n_{Fe(II)} = \frac{V_{kolba}}{V_{pipete}} \cdot 6 \cdot c_{K_2Cr_2O_7} \cdot V_{K_2Cr_2O_7}$$

$$n_{Fe} = \frac{1000 \text{ mL}}{25 \text{ mL}} \cdot 6 \cdot 0,0100 \text{ mol L}^{-1} \cdot 0,00777 \text{ L} = 0,0186 \text{ mol} \quad (1 \text{ pt.})$$

Neoksidēto  $Fe(II)$  jonu daudzums daļa vitriola paraugā:

$$x_{Fe(II)} = \frac{n_{Fe(II)}}{n_{Fe}} = \frac{0,0186 \text{ mol}}{0,0373 \text{ mol}} = 50,0\% \quad (1 \text{ pt.})$$

### 11.3. UZDEVUMS (6 punkti)

Sudrabs reaģē ar sēru saturošiem savienojumiem (piemēram, ar olās esošajām sēra aminoskābēm) veidojot sudraba sulfīdu,  $Ag_2S$ . (0,5 pt.)

Starp sudraba karoti un alumīnija foliju norit šāda reakcija:

$2Al + 3Ag_2S + 6H_2O \rightarrow 2Al(OH)_3 + 3H_2S + 3Ag$  (4 pt.)

vai  $2Al + 3Ag_2S + 6H_2O \rightarrow Al_2O_3 + 3H_2O + 3H_2S + 3Ag$

NaHCO<sub>3</sub> ir nepieciešams, lai vide būtu bāziska, kas paātrina šo procesu. (1 pt.)  
Sudraba tīrīšanai izmanto arī beršanu ar abrazīvu pastu, tomēr tas rada sudrba zudumus. (0,5 pt.)

#### 11.4. UZDEVUMS (10 punkti)

Indikatorā atrodas PdCl<sub>2</sub> un halogenīds X. Tā kā CO no PdCl<sub>2</sub> veido Pd un X reaģē ar Pd, veidojot atkal PdCl<sub>2</sub>, X ir kāda metāla hlorīds, ECl<sub>z</sub>·2H<sub>2</sub>O. (1 pt.)

Aprēķinām bezūdens ECl<sub>z</sub> masu:  $m_{\text{ECl}_z} = w_{\text{ECl}_z} m = 0,0789 \cdot 100 \text{ g} = 7,89 \text{ g}$ .

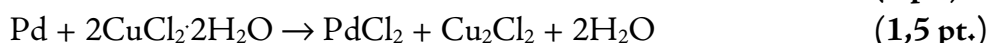
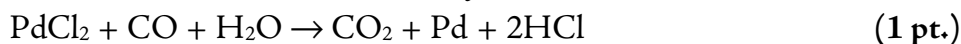
10,00 gramos X, ECl<sub>z</sub>·2H<sub>2</sub>O, tātad atrodas 2,11 g ūdens (10,00 – 7,89).

$$n_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{2,11 \text{ g}}{18,02 \text{ g mol}^{-1}} = 0,117 \text{ mol}$$

$$M_{\text{ECl}_z} = \frac{7,89 \text{ g}}{\frac{1}{2} 0,117 \text{ mol}} = 134,9 \text{ g mol}^{-1} \quad (2 \text{ pt.})$$

Tam atbilst tikai viens risinājums: z = 2 un E ir varš. Tātad, viela X ir CuCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O un viela Y ir Cu<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>. (2 pt.)

Indikatora darbību nodrošina šādas reakcijas:



Oglekļa monoksīda detektēšana nepieciešama, lai novērstu saīdēšanos ar CO. Bez tam, CO daudzumu nepieciešams regulēt arī automašīnu izplūdes gāzēs. (1 pt.)

#### 11.5. UZDEVUMS (6 punkti)

Uzdevumā aprakstītas šādas reakcijas:



$$M_{\text{ECl}_x} = \frac{m_{\text{ECl}_x}}{n_{\text{ECl}_x}} = \frac{m_{\text{ECl}_x}}{\frac{1}{x} n_{\text{AgCl}}} = x \frac{m_{\text{ECl}_x}}{m_{\text{AgCl}}} M_{\text{AgCl}} \quad (1 \text{ pt.})$$

$$M_{\text{ECl}_x} = x \frac{22,72 \text{ g}}{50,00 \text{ g}} \cdot 143,3 \text{ g mol}^{-1} = 65,12x \text{ g mol}^{-1}$$

$$M_{\text{E}} = 65,12x - 35,45x = 29,67x \text{ g mol}^{-1} \quad (1 \text{ pt.})$$

Ja x = 1 vai 2, M<sub>E</sub> = 29,7 un 59,4 g mol<sup>-1</sup> (nav atbilstošu metālu)

Ja x = 3, M<sub>E</sub> = 89,0 g mol<sup>-1</sup> (itrijs?)

Ja x = 4, M<sub>E</sub> = 118,7 g mol<sup>-1</sup> (alva) (2 pt.)

Ja x = 5, M<sub>E</sub> = 148,4 g mol<sup>-1</sup> (nav atbilstoša metāla)

Ja x = 6 vai 7, M<sub>E</sub> = 178,0 un 207,7 g mol<sup>-1</sup> (hafnijs un svins?)

Itrijs un hafnijs neatbilst meklētam elementam, jo nav antīki metāli. Bez tam, svins neveido PbCl<sub>7</sub> ar hloru. (0,5 pt.)

Alvu dēvēja par balto svinu, jo tās ķīmiskās īpašības ir visai tuvas svina īpašībām. (0,5 pt.)

## 12. KLASE

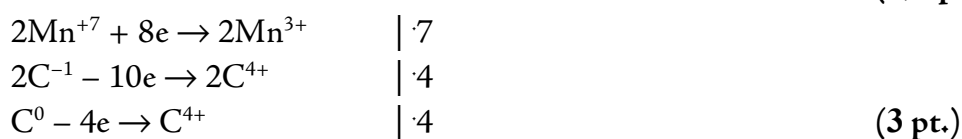
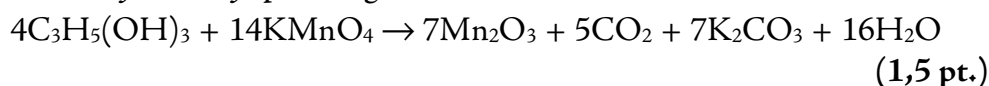
### 12.1. UZDEVUMS (7 punkti) *(pieņemt loģiskus skaidrojumus ar attēliem)*

1. Propāns un etāns abi ir alkānu homologi un uzbūves ziņā atšķiras tikai ar vienu  $-\text{CH}_2-$  grupu, tā kā propāna molmasa ir lielāka, tā viršanas temperatūra līdz ar to ir lielāka.
2. Salīdzinot propāna un etanola viršanas temperatūras, etanola viršanas temperatūra ir daudz augstāka, jo katra etanola molekula spēj veidot divas ūdeņraža saites ar citām etanola molekulām, tādējādi palielinās mijiedarbības spēki starp blakus esošām molekulām un tās nespēj tik viegli iztvaikot.
3. Dimetilēterim un etanolam ir vienādas molmasas, bet to viršanas temperatūras atšķiras, jo etanola polārās O-H saites var veidot ūdeņraža saites starp divām etanola molekulām. Dimetilēteris ir mazpolārs savienojums un nespēj stipri mijiedarboties ar blakus molekulām.
4. Analogi, kā 2. punktā dimetilēteris spēj veidot ūdeņraža saites, bet propāns ne.
5. Etiķskābes molmasa ir lielāka kā etanolam, bet galvenais fakts ir tas, ka etiķskābes molekulā O-H saite ir vēl polārāka un ūdeņraža saites iespējams veidot arī ar C=O skābekli.
6. Acetonam ir zemāka viršanas temperatūra kā etiķskābei, jo tas ir mazāk polārs un nespēj arī veidot tik spēcīgas ūdeņraža saites kā etiķskābe.
7. Etilspirtam ir augstāka viršanas temperatūra, jo tas ir polārāks par acetonu un spēj veidot spēcīgas ūdeņraža saites.

(par katru atbildi 1 pt.)

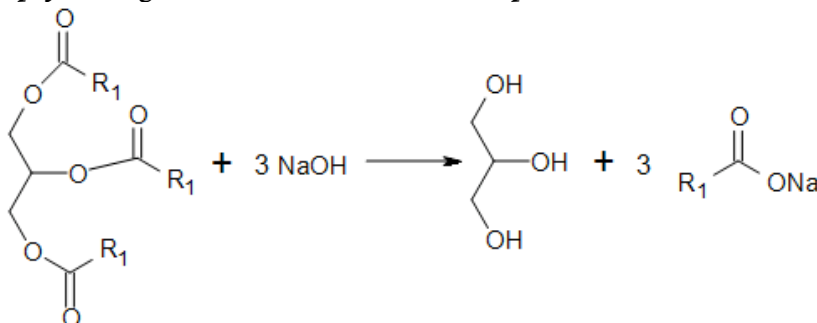
### 12.2. UZDEVUMS (8 punkti)

Glicerīna reakcija ar kālija permanganātu:

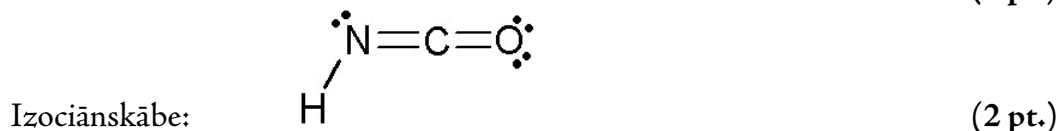
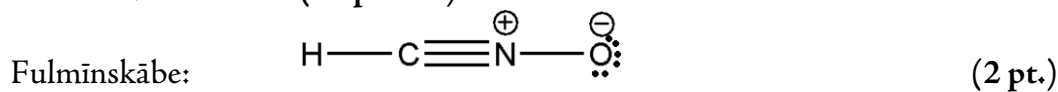


$$m_{\text{KMnO}_4} = m_{\text{glicer}} \cdot \frac{14}{4} \cdot \frac{M_{\text{KMnO}_4}}{M_{\text{glicer}}} = 50,0 \text{ g} \cdot \frac{14}{4} \cdot \frac{158 \text{ g mol}^{-1}}{92,1 \text{ g mol}^{-1}} = 300 \text{ g} \quad (1,5 \text{ pt.})$$

Glicerīnu iespējams iegūt no taukiem, tos vārot kopā ar sārmu. (2 pt.)

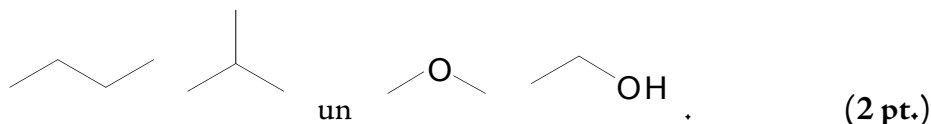


12.3. UZDEVUMS (10 punkti)



Izomērija ir parādība, kad savienojumiem ar vienādu elementu sastāvu ir dažāda uzbūve. (2 pt.)

Vienkāršākais ogļūdeņradis, kam pastāv izomēri ir  $\text{C}_4\text{H}_8$  – butāns un 2-metilpropāns, bet vienkāršākais spirts ir  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$  – etanols un dimetilēteris.



12.4. UZDEVUMS (9 punkti)

Cianīdjonu oksidēšana:



Videi draudzīgāka ir oksidēšana ar peroksīdu, jo nevar rasties atomārais hlors un no tā iespējamie hlororganiskie savienojumi. (1 pt.)

Cianāta hidrolīze:

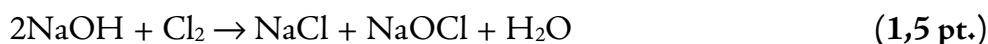


Nātrija cianīds reaģē ar nātrija hipohlorītu attiecībā 1:1, tādēļ  $n_{\text{CN}^-} = n_{\text{OCl}^-}$

$$m_{\text{NaOCl}} = n_{\text{NaOCl}} M_{\text{NaOCl}} = m_{\text{NaCN}} \frac{M_{\text{NaOCl}}}{M_{\text{NaCN}}}$$

$$m_{\text{NaOCl}} = 50,0 \text{ kg} \cdot \frac{74,5 \text{ g mol}^{-1}}{49,0 \text{ g mol}^{-1}} = 76,0 \text{ kg} \quad (1 \text{ pt.})$$

Nātrija hipohlorīta veidošanās:



$$m_{\text{NaOH}} = n_{\text{NaOH}} M_{\text{NaOH}} = 2m_{\text{NaOCl}} \frac{M_{\text{NaOH}}}{M_{\text{NaOCl}}}$$

$$m_{\text{NaOH}} = 2 \cdot 76,0 \text{ kg} \cdot \frac{40,0 \text{ g mol}^{-1}}{74,5 \text{ g mol}^{-1}} = 81,6 \text{ kg} \quad (1 \text{ pt.})$$

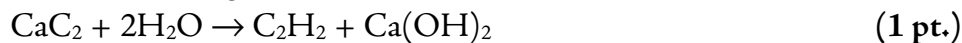


**12.5. UZDEVUMS (9 punkti)**

Kalcija karbīdu iegūst no karbonāta un ogles:



Kalcija karbīda reakcijā ar ūdeni iespējams iegūt tīru acetilēnu. Šī reakcija ir pamatā acetilēna rūpnieciskai iegūšanai.



Praksē to izmanto metināšanā (0,5 pt.)

Kā piemaisījumi tehniskajā karbīdā var būt CaO, C un Ca (1 pt.)

Kalcija cianamīda veidošanās:



Šajā savienojumā ir kovalentās saites, un jonveida saite starp Ca un N. (0,5 pt.)

