

## Latvijas 53. Nacionālā ķīmijas olimpiāde

2012. gada 28. martā

9. klases

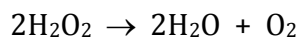
### Teorētisko uzdevumu atrisinājumi

<b>1. uzdevums</b>	7 punkti	<i>Molekulu skaitīšana</i>
--------------------	----------	----------------------------

Cik molekulu skābekļa rodas, katalītiski sadaloties 1 mikrolitram 30% ūdeņraža peroksīda šķīduma, kura blīvums ir  $1,06 \text{ g/cm}^3$ ? 1 mikrolitrs ir tūkstošā daļa no mililitra.

#### Atrisinājumi

$$m = v \rho w \quad n = \frac{m}{M}$$



$$n(\text{O}_2) = \frac{1}{2} n(\text{H}_2\text{O}_2)$$

$$x = Nn(\text{O}_2) = \frac{Nv\rho w}{2M} = \frac{6,02 \cdot 10^{23} \cdot 10^{-6} \cdot 1,06 \cdot 0,30}{2 \cdot 34} = 0,0281 \cdot 10^{17} = 2,81 \cdot 10^{15}$$

<b>2. uzdevums</b>	9 punkti	<i>Nešķīstošās vielas sintēze</i>
--------------------	----------	-----------------------------------

Ūdeņradi, ko ieguva 1,30 g Zn reaģējot ar 1,42 mL 10,0 % HCl ( $d = 1,05 \text{ g/mL}$ ), sadedzināja hlora plūsmā. Iegūto hlorūdeņradi šķīdināja ūdeni un šķīdumam pievienoja sudraba nitrāta šķīdumu, kas saturēja 8,10 g sudraba nitrāta. Nogulsnes filtrēja un pēc tam žāvēja.

*Aprēķiniet nogulšņu masu!*

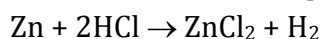
#### Atrisinājumi

1) Aprēķina reaģējošo vielu daudzumus:

$$n(\text{Zn}) = m / M = 1,30 / 65,3 = 0,0199 \approx 0,020 \text{ mol}$$

$$n(\text{HCl}) = v w \rho / M = 1,42 \cdot 0,10 \cdot 1,05 / 36,5 = 0,004085 \text{ mol}$$

HCl ir mazākumā, H<sub>2</sub> aprēķina pēc HCl:



$$n(\text{H}_2) = n(\text{HCl}) / 2$$

$$\text{Dedzinot hlora plūsmā: } \text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2 \text{HCl} \quad n(\text{HCl}) = 2 n(\text{H}_2) = 0,004085 \text{ mol}$$

2)  $\text{AgNO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{AgCl} + \text{HNO}_3$  AgCl ir nešķīstoša viela

$$\text{AgNO}_3 \text{ daudzums: } n = m / M = 8,10 / 170 = 0,0476 \text{ mol} - \text{pārākumā pret HCl}$$

$$n(\text{AgCl}) = n(\text{HCl}) = 0,004085 \text{ mol}$$

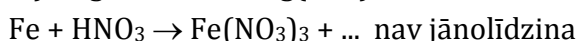
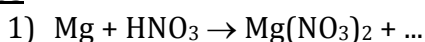
$$m(\text{AgCl}) = nM = 0,004085 \cdot 143,5 = \mathbf{0,586 \text{ g}}$$

<b>3. uzdevums</b>	8 punkti	<i>Sakausējuma analīze</i>
--------------------	----------	----------------------------

3,87 g magnija un dzelzs sakausējuma izšķīdināja slāpekļskābē paaugstinātā temperatūrā, pievienoja kālija hidroksīdu ievērojamā pārākumā, ieguva 8,24 g nogulšņu.

*Aprēķiniet sakausējuma sastāvu masas daļās (%)!*

**Atbildes**



2) Mg un Fe masu summa  $m(\text{Mg}) + m(\text{Fe}) = 6,52 - 2,65 = 3,87 \text{ g}$

Sastāda sistēmu:

$24,3n(\text{Mg}) + 55,9n(\text{Fe}) = 3,87$

$58,3n(\text{Mg}) + 106,9n(\text{Fe}) = 8,24$

Atrisinot sistēmu, iegūst  $n(\text{Mg}) = 0,0744 \text{ mol}$  un  $n(\text{Fe}) = 0,0368 \text{ mol}$

3) Aprēķina masas:  $m(\text{Mg}) = 1,81 \text{ g}$ ,  $m(\text{Fe}) = 2,06 \text{ g}$

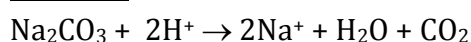
4) Masas daļas:  $w(\text{Mg}) = 48,8\%$ ,  $w(\text{Fe}) = 53,2\%$

<b>4. uzdevums</b>	10 punkti	<i>Karbonātu maisījums</i>
--------------------	-----------	----------------------------

30,2 g nātrija karbonāta un tā dekahidrāta maisījuma reagējot ar skābes pārākumu, izdalījās 4,48 litri gāzes (n.a.)

*Aprēķiniet kristalizācijas ūdens masas daļu (%) maisījumā!*

**Atbildes**



$M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 106 \text{ g/mol}$      $M(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 286 \text{ g/mol}$

$\Sigma n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n(\text{CO}_2) = v(\text{CO}_2) / V = 4,48 / 22,4 = 0,20 \text{ mol}$

$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) + n(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 0,2$                        $106n(\text{Na}_2\text{CO}_3) + 286n(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 30,2$

$n(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 0,2 - n(\text{Na}_2\text{CO}_3)$ , ievieto:     $n(\text{Na}_2\text{CO}_3) + n(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 0,2$

$180 n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 27$

$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,15 \text{ mol}$      $n(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 0,05 \text{ mol}$      $n(\text{H}_2\text{O}) = 10 n(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 0,5 \text{ mol}$

$m(\text{H}_2\text{O}) = 0,5 \cdot 18 = 9 \text{ g}$

$w = m(\text{H}_2\text{O}) / \Sigma m = 9 / 30,2 = 0,298 = 29,8 \%$

<b>5. uzdevums</b>	8 punkti	<i>Kaitniecības sekas</i>
--------------------	----------	---------------------------

Kāds ļaundaris skolas laboratorijā bija sabojājis etiķeti vienai no pudelītēm, kurā atradās kāds šķidrums. No oriģinālā uzraksta bija palikušas tikai beigas „.... ūdens”, bet sākums bija nodzēsts. Kārlis nodomāja, ka tas noteikti ir destilēts ūdens, lai gan aizdomīgu Kārli darīja fakts, ka šķidrums bija iedzeltenā krāsā.

Kārlis nolēma šo šķidrumu izmantot kalcija hidroksīda pagatavošanai un iemeta tajā kalcija gabaliņu. Viņš novēroja gāzes izdalīšanos un kalcija izšķīšanu. Piepilinot šķīdumam

fenolftaleīnu Kārlis saprata, ka kaut kas nav labi, jo tā krāsa nemainījās. Šķīdumam pievienojot metiloranžu, tā krāsa mainās uz sarkanu. Stāvēt gaisā no šķīduma izdalās brūngana gāze. Kārlim pēkšņi iešāvās prātā pārbaudīt, vai šajā šķīdumā nešķīst zelts, un izrādījās, ka tas izšķīda.

1. *Kāds uzraksts sākotnēji bija uz pudelītes?*
2. *Kādas vielas ietilpa šķīdumā?*
3. *Uzrakstīt ķīmisko reakciju vienādojumus kalcija reakcijai ar ūdeni, kā arī **atsevišķi** abām no vielām, kas ietilpa atrastajā maisījumā!*

### **Atbildes**

1. Pēc reakcijas ar kalciju šķīduma vide ir skāba (par ko liecina indikatoru testi), tātad sākumā šķīdumā bija skābe. Šķīduma krāsa un brūnās gāzes izdalīšanās varētu norādīt uz slāpekļskābes klātni, taču zelts tīrā slāpekļskābē nešķīst. Tas šķīst **karajūdeni** – slāpekļskābes un sālsskābes maisījumā.
2. Slāpekļskābe un sālsskābe.
3.  $\text{Ca} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_2$   
 $\text{Ca} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2$   
 $4\text{Ca} + 10\text{HNO}_3 \rightarrow 4\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{N}_2\text{O} + 5\text{H}_2\text{O}$

<b>6. uzdevums</b>	8 punkti	<i>Trīs elementu mīkla</i>
--------------------	----------	----------------------------

Trīs kādu vienā A grupā esošu elementu (NE pārejas elementu) jonus saturošus nitrātus izšķīdināja ūdenī vienādā daudzumkoncentrācijā un pievienoja kāda sārmu metāla sulfāta šķīdumu. Novēroja, ka eksperimentā ar elementa **A** jonu nogulsnes neradās, ar elementa **C** jonu momentāni radās liels daudzums nogulšņu, bet ar elementa **B** jonu pēc neilga laika parādījās nogulsnes, kas ļauj radušos savienojumu klasificēt pie mazšķīstošām vielām. Zināms, ka **C** jonus saturoši šķīdumi ir ļoti indīgi, bet savienojums, kas radās no **B** joniem un sulfātjoniem plaši tiek lietots būvmateriālu un dažādu veidņu izgatavošanā. Tāpat zināms, ka elementu atommasu attiecība rindā **A:B:C** ir 1 : 1,67 : 5,71.

1. *Noteikt elementus **A, B** un **C**!*
2. *Uzrakstīt novēroto ķīmisko reakciju vienādojumus!*
3. *Kā triviāli sauc no **B** radušos savienojumu?*

### **Atbildes**

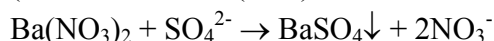
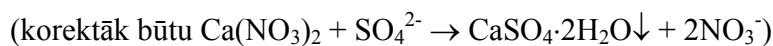
1. Lai nonāktu pie pareizās atbildes, varam atnest nederīgās grupas: IA (visi sulfāti ir šķīstoši), virs VA grupas (nav trīs elementu, kas veido sulfāts), IVA (nepietiekami liela atommasu attiecība) un IIIA (nederīga atommasu attiecība). Derīga izrādās IIA grupa. Varam uzminēt, ka būvmateriālu ražošanā plaši lieto kalcija sulfātu (mazšķīstoša viela), tātad **B = Ca**.

Aprēķinam, ka pārējo elementu atommasām jābūt:

$$A(\text{A}) = A(\text{Ca})/1,67 = 40/1,67 = 24 \rightarrow \text{A} = \text{Mg}$$

$$A(\text{C}) = A(\text{Mg}) \cdot 5,71 = 24 \cdot 5,71 = 137 \rightarrow \text{C} = \text{Ba} \text{ (indīgs metāls)}$$

2.  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{nereaģē}$   
 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{CaSO}_4 \downarrow + 2\text{NO}_3^-$



## 3. Ģipsis

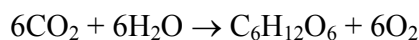
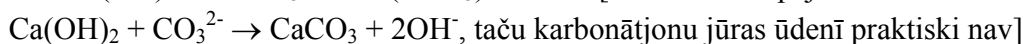
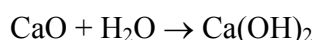
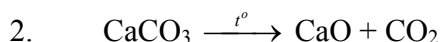
<b>7. uzdevums</b>	9 punkti	<i>Cīņa ar globālo sasilšanu</i>
--------------------	----------	----------------------------------

Lai atbrīvotos no oglekļa dioksīda, kādā interneta vietnē, kas piedāvā attīstīt atvērtus risinājumus cīņai ar globālo sasilšanu, piedāvāta šāda ideja: karsējot sadalīt kaļķakmeni un iegūto cieta atlikumu pievienot okeānu ūdenim. Karsēšanā iegūto gaistošo produktu var a) palaist atmosfērā vai b) lietot biomasas ražošanā.

1. *Kā dotā metode realizēs atbrīvošanos no oglekļa dioksīda?*
2. *Uzrakstīt visus aprakstīto ķīmisko reakciju vienādojumus!*
3. *Ar ko būs saistītas izmaksas šādam projektam?*
4. *Vai ir pamats lietot a) metodi?*
5. *Kādas ir b) metodes priekšrocības un trūkumi.*

**Atbildes**

1. Šādi tiks saistīts oglekļa dioksīds, kas atrodas ūdenī izšķīdušā formā. Tā kā oglekļa dioksīda šķīšana un tālākas reakcijas ir līdzsvara process, rezultātā tiks saistīts arī atmosfērā esošais oglekļa dioksīds



3. Projekta izmaksas saistītas ar kaļķakmens iegūšanu, kā arī, pats galvenais, tā sadalīšanu (tas jākarsē temperatūrās ap 1000 °C). Tāpat jārealizē efektīva tā izbēršana okeānā, neradot lielu koncentrāciju tieši vienā vietā. Punktā b) izmaksas saistītas arī ar oglekļa pārvēršanu biomasā (piem., noslēgtā vietā aļģu fotosintēzes ceļā).
4. Jā. Sadalot kaļķakmeni izdalās 1 mols ogļskābās gāzes un rodas 1 mols kalcijas oksīda, kas neitralizē 2 mol hidrogēnkarbonātjonus. Tātad šādā procesā tiek saistīts 1 mols ogļskābās gāzes.
5. Metodes priekšrocības ir fakts, ka šādi ar 1 molu kalcijas oksīda tiek saistīti 2 moli ogļskābās gāzes, turklāt procesā rodas skābeklis un biomasas. Metodes trūkums ir ievērojami palielinātas izmaksas.

<b>8. uzdevums</b>	11 punkti	<i>Burtu mīkla</i>
--------------------	-----------	--------------------

Divu vielu **A** un **B** maisījuma masa ir 37,6 gramī. Zināms, ka vielu **A** un **B** satur viens un tas pats elements **C**, kurš brīvā veidā pēc fizikālajām īpašībām ir viegls, mīksts un sudrabbalts. Elementa **C** blīvums ir 0,862g/cm<sup>3</sup> un kušanas temperatūra ir 63,55 °C. Vielas **A** un **B** var iegūt no vienādām izejvielām, kā arī vielu **B** var iegūt no vielas **A**. Elementa **C** masas daļa procentos vielā **A** ir 39,0% un vielā **B** ir 56,5 %. 37,6 gramīem vielu **A** un **B** maisījumam reaģējot ar vielu **D**, izdalījās 6,72 L gāzveida viela **G**. Vielu **D** var iegūt vielām **E** un **F** reaģējot

gaismas klātbūtnē, taču vielas **E** un **F** var iegūt no minerāla halīta ūdens šķīduma elektrolīzē. Gāzveida vielas **E** relatīvais blīvums pret vielu **F** ir 35,5.

Elementu **C** brīvā veidā pirmo reizi ieguva angļu zinātnieks H.Deivijs 1807. gadā. Elementa **C** nosaukums ir cēlies no arābu vārda „alkali”, kura viens no tulkojumiem ir „pelni”. Vielas **A** un **B** var iegūt, elementa **C** reakcijas produktam ar ūdeni pievienojot vielu **G** dažādā, bet noteiktā attiecībā.

1. *Noteikt vielas A-G!*
2. *Uzrakstīt jebkurus 6 reakcijas vienādojumus!*
3. *Halīta ūdens šķīduma elektrolīzes vienādojumam uzrakstīt procesus pie anoda un katoda!*
4. *Kādēļ viens no tulkojumiem elementam C ir „pelni”?*
5. *Minēt divus piemērus vielas G izmantošanai.*

### **Atbildes**

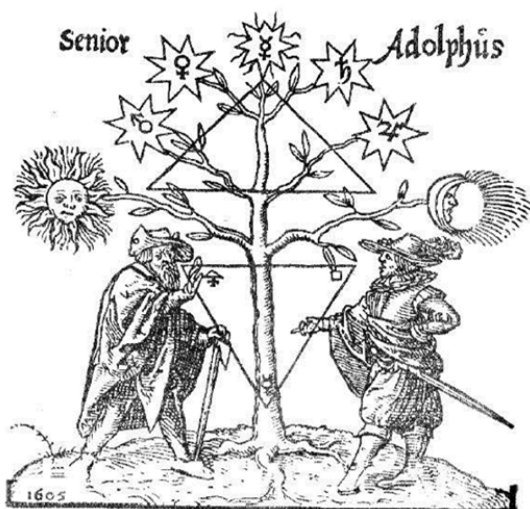
- 1) A – KHCO<sub>3</sub>  
B – K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>  
C – K  
D – HCl  
E – Cl<sub>2</sub>  
F – H<sub>2</sub>  
G – CO<sub>2</sub>

- 2) KOH + CO<sub>2</sub> → KHCO<sub>3</sub>  
2KOH + CO<sub>2</sub> → K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O  
2KHCO<sub>3</sub>  $\xrightarrow{t^o}$  K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> + CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O  
KHCO<sub>3</sub> + HCl → KCl + H<sub>2</sub>O + CO<sub>2</sub>  
K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> + 2HCl → 2KCl + H<sub>2</sub>O + CO<sub>2</sub>  
H<sub>2</sub> + Cl<sub>2</sub>  $\xrightarrow{\text{gaisma}}$  2HCl  
2K + 2H<sub>2</sub>O → 2KOH + H<sub>2</sub>

- 3) 2NaCl + 2H<sub>2</sub>O  $\xrightarrow{\text{līdzstrāva}}$  2NaOH + Cl<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>  
K(-) 2H<sub>2</sub>O + 2e<sup>-</sup> → H<sub>2</sub> + OH<sup>-</sup>  
A(+) 2Cl<sup>-</sup> → Cl<sub>2</sub> + 2e<sup>-</sup>

- 4) Tādēļ, jo elements kālijs atrodas savienojuma potaša sastāvā (K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), kurš atrodas pelnos, sadedzinot koksni.

5) Ogļskābo gāzi izmanto: sodas, cukura, karbamīda, organisko skābju ražošanā, gāzēta ūdens pagatavošanā, ugunsdzēsamajos aparātos (putu veidā), lāzertehnikā, un kā sauso ledu.



## Latvijas 53. Nacionālā ķīmijas olimpiāde

2012. gada 28. martā

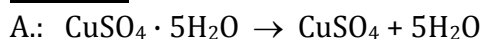
### 10. klases Teorētisko uzdevumu atrisinājumi

<b>1. uzdevums</b>	7 punkti	Zilo kristālu pārvērtības
--------------------	----------	---------------------------

Karsējot zilus kristālus (viela **A**) tie kļuva balti (viela **B**). Abu vielu šķīdumi reagē ar kālija jodīdu, veidojot brūnas nogulsnes, kuras ekstrahējot ar heksānu, ieguva violetu vielas **C** šķīdumu un baltu nešķīstošu vielu **D**. Vielas **C** šķīdums etanolā ir brūnā krāsā un to lieto medicīnā kā dezinficējošu līdzekli, bet vielas **D** sastāvā ir divi elementi, no kuriem viens ir arī vielas **A**, bet otrs – vielas **C** sastāvā.

*Nosauciet vielas A-D!*

#### Atbildes



zils                      balts



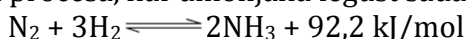
Notiek redoksreakcija – stiprs reducētājs I<sup>-</sup> joni reducē Cu<sup>2+</sup> jonus līdz Cu<sup>+</sup>.

I<sub>2</sub> ekstrahējas organiskā šķīdinātājā (heksānā) molekulu formā (violets šķīdums)

CuI ir balta viela, kas nešķīst organiskā šķīdinātājā

<b>2. uzdevums</b>	9 punkti	Līdzsvarā vai tomēr nē?
--------------------	----------	-------------------------

Lai gan amonjaks rūpniecībā tiek ražots lielos apmēros (> 140 miljoniem tonnu gadā) un slāpekļis ir galvenā gaisa sastāvdaļa, amonjaka iegūšana nav vienkāršs process. Amonjaka ražošanu veic Hārbera-Boša procesā, kur amonjaku iegūst šādā reakcijā:



Galvenā problēma, kas saistīta ar šo iegūšanas metodi, ir fakts, ka reakcija istabas temperatūrā ir ļoti lēna.

1. Kāda ir parastā metode, kā palielināt reakcijas ātrumu?
2. Kādēļ klasiskā ātruma palielināšanas metode šai reakcijai nedod labus rezultātus?
3. Kā vēl var veicināt amonjaka veidošanos?

Praksē šo reakciju veic cikliski, katrā ciklā iegūstot 15% amonjaka.

4. Kā pēc reakcijas no maisījuma varētu atdalīt amonjaku?

Pieņemsim gadījumu, kad sistēmā ielaiž slāpekli un ūdeņradi stehiometriskā attiecībā un pēc reakcijas cikla beigām aizvāc visu amonjaku, taču jaunas izejvielas nepievada.

5. Aprēķiniet kāds būs kopējais reakcijas iznākums pēc 6 šādiem cikliem?

#### Atbildes

1. Parasti reakcijas ātrumu palielina, paaugstinot temperatūru.

2. Tādēļ, ka šī ir līdzsvara reakcija, turklāt tā ir eksotermiska. Šādā gadījumā temperatūras palielināšana sekmēs apgriezenisko reakciju.
3. Vēl amonjaka veidošanos varētu veicināt, nobīdot līdzsvaru amonjaka veidošanās virzienā: palielinot kopējo reakcijas maisījuma spiedienu, palielinot izejvielu vai samazinot amonjaka koncentrāciju, kā arī piemeklējot atbilstošu katalizatoru, kas zemākā temperatūrā nodrošinās ātrāku reakciju.
4. Pats racionālākais (un praksē lietotais) veids ir samazināt reakcijas maisījuma temperatūru, lai notiktu amonjaka kondensācija, jo amonjakam ir visaugstākā viršanas temperatūra (ap  $-33\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) no līdzsvara maisījumā ietilpstošajām gāzēm.
5. Katrā ciklā neizreaģē 85% no izejvielām. Pēc sešiem cikliem neizreaģējušās izejvielas sastāda  $0,85^6 = 0,38$ . Tātad kopējais reakcijas iznākums būs  $1 - 0,38 = 0,62$  jeb 62%.

**3. uzdevums**

8 punkti

*Sakausējuma analīze*

6,52 g magnija, dzelzs, un hroma sakausējuma izšķīdināja slāpekļskābē paaugstinātā temperatūrā, pievienoja kālija hidroksīdu ievērojamā pārākumā, ieguva 8,24 g nogulšņu. Filtrātam pievienojot ūdeņraža peroksīdu un sildot, ieguva šķīdumu, kuru ietvaicējot izkristalizējās 9,90 g dzeltenas vielas.

*Aprēķiniet sakausējuma sastāvu masas daļās (%)!*

**Atbildes**

- 1)  $\text{Mg} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + \dots$   
 $\text{Fe} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \dots$   
 $\text{Cr} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cr}(\text{NO}_3)_3 + \dots$  risinājumam nav nepieciešams nolīdzsvarot vienādojumus
- 2) Ar KOH pārākumu:  
 $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{KOH} \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2 + \dots$   
 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{KOH} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 + \dots$   
 $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 + 4\text{KOH} \rightarrow \text{K}[\text{Cr}(\text{OH})_4] + \dots$  šķīstošs hromīts  
 Nogulsnes (8,24 g) veido Mg un Fe hidroksīdi.  
 Ar  $\text{H}_2\text{O}_2$ :  $\text{K}[\text{Cr}(\text{OH})_4] + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{K}_2\text{CrO}_4 + \dots$  ietvaicējot iegūst kālija hromātu (9,90 g)
- 3) Aprēķina hroma daudzumu un masu:  
 $n(\text{Cr}) = n(\text{K}_2\text{CrO}_4) = 9,90 / 194,2 = 0,051 \text{ mol}$   $m(\text{Cr}) = 52 \cdot 0,051 = 2,65 \text{ g}$
- 4) Mg un Fe masu summa  $m(\text{Mg}) + m(\text{Fe}) = 6,52 - 2,65 = 3,87 \text{ g}$   
 Sastāda sistēmu:  
 $24,3n(\text{Mg}) + 55,9n(\text{Fe}) = 3,87$   
 $58,3n(\text{Mg}) + 106,9n(\text{Fe}) = 8,24$   
 Atrisinot sistēmu, iegūst  $n(\text{Mg}) = 0,0744 \text{ mol}$  un  $n(\text{Fe}) = 0,0368 \text{ mol}$
- 5) Aprēķina masas:  $m(\text{Mg}) = 1,81 \text{ g}$ ,  $m(\text{Fe}) = 2,06 \text{ g}$ ,  $m(\text{Cr}) = 2,65 \text{ g}$
- 6) Masas daļas:  $w(\text{Mg}) = 27,8\%$ ,  $w(\text{Fe}) = 31,6\%$ ,  $w(\text{Cr}) = 40,6\%$

<b>4. uzdevums</b>	11 punkti	<i>Sīrups, kas kristalizējas</i>
--------------------	-----------	----------------------------------

Baltu, higroskopisku, viegli uzliesmojošu vielu **A** inertā atmosfērā sakausēja ar metālu **B** un ieguva sarkanbrūnu cietu vielu **C**. Metāla **B** 1,00 grams, degot skābeklī, veido 1,40 gramus oksīda. Viela **C** strauji reaģē ar ūdeni, veidojot sārmainu šķīdumu un izdalot indīgu gāzi **D**. Gāzi **D** sadedzinot skābekļa pārākumā un kondensējot degšanas produktus, ieguva bezkrāsainu sīrupveida šķīdumu **E**, kas, ilgāku laiku stāvot istabas temperatūrā, kristalizējas. 9,8 g šīs vielas pilnīgai neitralizācijai izmantoja 150 ml 2 molāra nātrija sārma šķīduma.

*Nosakiet vielas A-E, uzrakstiet minēto reakciju vienādojumus!*

**Atbildes**

- 1) Metāla B oksīds satur 1 g B un 0,4 g O. Metāla molmasa tad var būt:

20 g/mol, ja B oksid. pakāpe ir +1

40 g/mol, ja B oksid. pakāpe ir +2

60 g/mol, ja B oksid. pakāpe ir +3...

40 g/mol atbilst Ca, tātad B=Ca

- 2) Viela E ir skābe; neitralizācijas r-jā izlieto  $0,15 \cdot 2 = 0,30$  mol NaOH

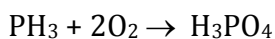
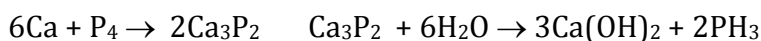
Tad skābes molmasa atkarībā no vērtības:

$9,8 / 0,3 = 32,7$  g/mol, ja skābe vienprotona,

$9,8 / 0,15 = 65,3$  g/mol, ja skābe divprotonu,

$9,8 / 0,1 = 98$  g/mol, ja skābe trīsprotonu - atbilst  $H_3PO_4$

- 3) Atbilstošās reakcijas:



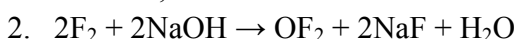
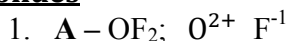
E

<b>5. uzdevums</b>	7 punkti	<i>Izņēmums</i>
--------------------	----------	-----------------

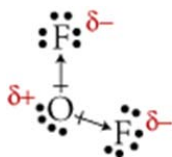
Pēc definīcijas oksīdi ir elementu binārie savienojumi ar skābekli, kur skābeklis ir saistīts ar **mazāk elektronegatīvu elementu**.

- 1) *Uzrakstiet bināru savienojumu A ar skābekli, kurš neatbilst oksīdu definīcijai un norādiet elementu oksidēšanās pakāpes.*
- 2) *Uzrakstiet ķīmiskās reakcijas vienādojumu vielas A iegūšanai.*
- 3) *Uzzīmējiet vielas A telpisko struktūru.*
- 4) *Uzrakstiet ķīmiskās reakcijas vienādojumu, kur viela A reaģē ar ūdeni.*
- 5) *Kad viela A reaģē ar ūdeni, rodas viela B. Attēlojiet ūdeņražašaites četrās vielas B molekulas!*

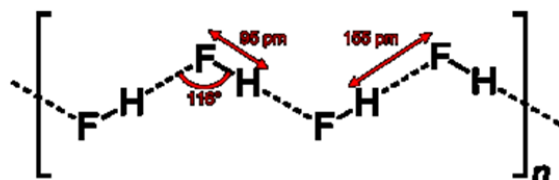
**Atbildes**







3.  
4.  $\text{OF}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HF} + \text{O}_2$   
5. **B** – HF

**6. uzdevums**

8 punkti

*Nepieciešams attīrīt!*

Skolēnam Kārlim bija jāveic kādas ūdenī šķīstošas vielas **A** attīrīšana, izmantojot pārkristalizācijas metodi. Šī metode ir pavisam vienkārša – ir jāpagatavo karsts, piesātināts vielas šķīdums, kuru atdzesējot, vielas šķīdība samazinās un šķīdumā kristalizējas tīra viela. Kārlis ielēja vārglāzē ūdeni, uzkaršēja to līdz 80 °C temperatūrai un iebēra tajā 19,3 g vielas **A**. Izrādījās, ka piesātināta šķīduma pagatavošanai bija nepieciešams nedaudz mazāk vielas, jo daļa no vielas neizšķīda. Tāpēc bija nepieciešams neizšķīdušo vielu atdalīt, veicot karsto filtrēšanu, lai iegūtu tīru, piesātinātu šķīdumu. Kad piesātinātais šķīdums tika atdzesēts līdz 20 °C temperatūrai un tajā bija izveidojušies kristāli, Kārlis šķīdumu nofiltrēja un iegūtos kristālus nosvēra. To masa bija 7,27 g. Rokasgrāmatā var atrast informāciju, ka vielas **A** šķīdība 80 °C temperatūrā ir 65,6 g / 100 g ūdens, bet 20 °C temperatūrā – 37,2 g / 100 g ūdens.

1. Aprēķini masu ūdenim, kurā notika aprakstītā pārkristalizācija!
2. Aprēķini, cik liela vielas **A** masa neizšķīda šķīdumā 80 °C temperatūrā!
3. Aprēķini, cik liela vielas **A** masa palika izšķīdusi šķīdumā 20 °C temperatūrā!

Viela **A**, vēsturiski saukta par salmiaku, 338 °C temperatūrā sadalās, veidojot divas gāzveida vielas. Vēl zināms, ka viela **A** tiek izmantota rūpnieciskai nātrija karbonāta iegūšanai (t.s. Solveja metodei). Vielas **A** ūdens šķīdums ir nedaudz skābs.

4. Kas ir viela **A**?

5. Kāpēc vielas **A** ūdens šķīdums ir skābs? Pamato ar reakcijas vienādojumu!

**Atbildes**

$$\left\{ \begin{array}{l} m(\text{izšķ. } 80^\circ\text{C}) + m(\text{neizšķ. } 80^\circ\text{C}) = 19.3 \\ m(\text{izšķ. } 80^\circ\text{C}) - m(\text{izšķ. } 20^\circ\text{C}) = 7.27 \\ \frac{m(\text{izšķ. } 80^\circ\text{C})}{m(\text{ūdens})} = 0.656 \\ \frac{m(\text{izšķ. } 20^\circ\text{C})}{m(\text{ūdens})} = 0.372 \end{array} \right.$$

Izsakām no pēdējiem diviem vienādojumiem izšķīdušās vielas masu abās temperatūrās:

$$m(\text{izšķ. } 80^\circ\text{C}) = 0.656 \cdot m(\text{ūdens})$$

$$m(\text{izšķ. } 20^\circ\text{C}) = 0.372 \cdot m(\text{ūdens})$$

Abas iegūtās izteiksmes ievietojam 2. vienādojumā:

$$0.656 \cdot m(\text{ūdens}) - 0.372 \cdot m(\text{ūdens}) = 7.27$$

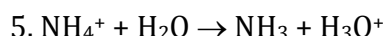
Šeit iegūst, ka  $m(\text{ūdens}) = 25.6 \text{ g}$

$$\text{Varam izrēķināt, ka } m(\text{izšķ. } 80^\circ\text{C}) = 0.656 \cdot m(\text{ūdens}) = 0.656 \cdot 25.6 = 16.8 \text{ g}$$

$$\text{No pirmā vienādojuma izrēķinām, ka } m(\text{neizšķ. } 80^\circ\text{C}) = 19.3 - m(\text{izšķ. } 80^\circ\text{C}) = 19.3 - 16.8 = 2.5 \text{ g}$$

$$\text{Un tāpat izrēķinām } m(\text{izšķ. } 20^\circ\text{C}) = 0.372 \cdot 25.6 = 9.52 \text{ g}$$

4. Viela ir  $\text{NH}_4\text{Cl}$  – amonija hlorīds



Reakcijā rodas hidroksonijs joni, kas rada skābu vidi ūdens šķīdumā.

<b>7. uzdevums</b>	11 punkti	<i>Burtu mīkla</i>
--------------------	-----------	--------------------

Divu vielu **A** un **B** maisījuma masa ir 37,6 gramu. Zināms, ka vielu **A** un **B** satur viens un tas pats elements **C**, kurš brīvā veidā pēc fizikālajām īpašībām ir viegls, mīksts un sudrabbalts. Elementa **C** blīvums ir  $0,862 \text{ g/cm}^3$  un kušanas temperatūra ir  $63,55^\circ\text{C}$ . Vielas **A** un **B** var iegūt no vienādām izejvielām, kā arī vielu **B** var iegūt no vielas **A**. Elementa **C** masas daļa procentos vielā **A** ir 39,0% un vielā **B** ir 56,5%. 37,6 gramu vielu **A** un **B** maisījumam reaģējot ar vielu **D**, izdalījās 6,72 L gāzveida viela **G**. Vielu **D** var iegūt vielām **E** un **F** reaģējot gaismas klātbūtnē, taču vielas **E** un **F** var iegūt no minerāla halīta ūdens šķīduma elektrolīzē. Gāzveida vielas **E** relatīvais blīvums pret vielu **F** ir 35,5.

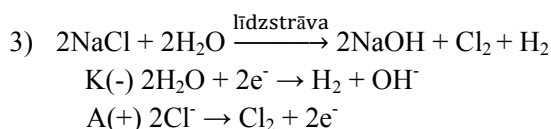
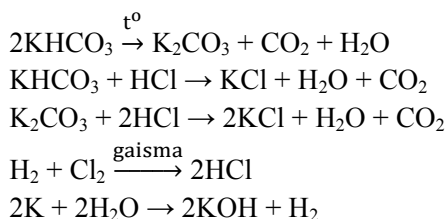
Elementu **C** brīvā veidā pirmo reizi ieguva angļu zinātnieks H. Deiviss 1807. gadā. Elementa **C** nosaukums ir cēlies no arābu vārda „alkali”, kura viens no tulkojumiem ir „pelni”. Vielas **A** un **B** var iegūt, elementa **C** reakcijas produktam ar ūdeni pievienojot vielu **G** dažādā, bet noteiktā attiecībā.

1. *Noteikt vielas A-G!*
2. *Uzrakstīt jebkurus 6 reakcijas vienādojumus!*
3. *Halīta ūdens šķīduma elektrolīzes vienādojumam uzrakstīt procesus pie anoda un katoda!*
4. *Kādēļ viens no tulkojumiem elementam C ir „pelni”?*
5. *Minēt divus piemērus vielas G izmantošanai.*

#### Atbildes

- 1) A –  $\text{KHCO}_3$   
B –  $\text{K}_2\text{CO}_3$   
C – K  
D – HCl  
E –  $\text{Cl}_2$   
F –  $\text{H}_2$   
G –  $\text{CO}_2$

- 2)  $\text{KOH} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{KHCO}_3$   
 $2\text{KOH} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$



4) Tādēļ, jo elements kālijs atrodas savienojuma potaša sastāvā ( $\text{K}_2\text{CO}_3$ ), kurš atrodas pelnos, sadedzinot koksnī.

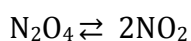
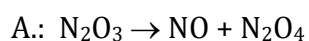
5) Ogļskābo gāzi izmanto: sodas, cukura, karbamīda, organisko skābju ražošanā, gāzēta ūdens pagatavošanā, ugunsdzēsamajos aparātos (putu veidā), lāzertehnikā, un kā sauso ledu.

<b>8. uzdevums</b>	9 punkti	<i>Krāsainās vielas</i>
--------------------	----------	-------------------------

Tumšzils šķidrums **A**  $-101^\circ\text{C}$  temperatūrā pārvēršas par bāli ziliem kristāliem. Viela **A** sastāv no diviem dzīvajā dabā izplatītiem elementiem.  $-40^\circ\text{C}$  temperatūrā viela **A** iztvaiko un pamazām sadalās, veidojot bezkrāsainu gāzi **B** un bezkrāsainu kristālisku vielu **C**, kuru sastāvā ir tie paši elementi kā vielā **A**. Uzmanīgi sildot vielu **C**, tā izkūst, veidojot dzeltenu šķidrumu, bet  $21^\circ\text{C}$  temperatūrā pārvēršas par brūnu gāzi, kas karsējot kļūst arvien tumšāka. Vielai **A** reaģējot ar ūdeni, veidojas vāja skābe **D**, kurai sildīšanas rezultātā sadaloties rodas stipra skābe **E** un gāze **B**.

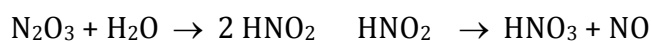
*Nosakiet vielas A-E, uzrakstiet reakciju vienādojumus!*

**Atbildes**



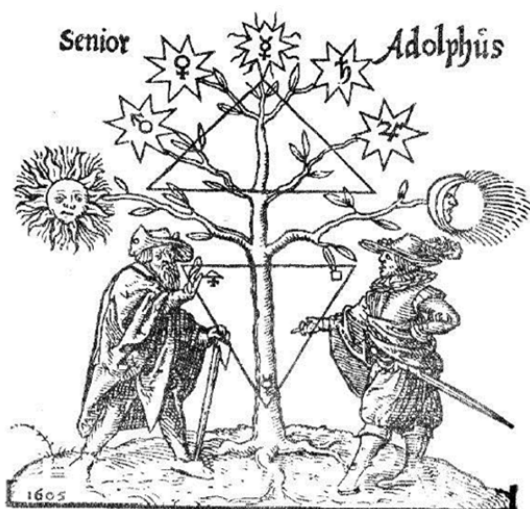
A      B      C

brūna gāze



D

E



## Latvijas 53. Nacionālā ķīmijas olimpiāde

2012. gada 28. martā

### 11. klases Teorētisko uzdevumu atrisinājumi

<b>1. uzdevums</b>	9 punkti	<i>Cīņa ar globālo sasilšanu</i>
--------------------	----------	----------------------------------

Lai atbrīvotos no oglekļa dioksīda, kādā interneta vietnē, kas piedāvā attīstīt atvērtus risinājumus cīņai ar globālo sasilšanu, piedāvāta šāda ideja: karsējot sadalīt kaļķakmeni un iegūto cieto atlikumu pievienot okeānu ūdenim. Karsēšanā iegūto gaistošo produktu var a) palaist atmosfērā vai b) lietot biomasas ražošanā.

1. *Kā dotā metode realizēs atbrīvošanos no oglekļa dioksīda?*
2. *Uzrakstīt visus aprakstīto ķīmisko reakciju vienādojumus!*
3. *Ar ko būs saistītas izmaksas šādam projektam?*
4. *Vai ir pamats lietot a) metodi?*
5. *Kādas ir b) metodes priekšrocības un trūkumi.*

#### **Atbildes**

1. Šādi tiks saistīts oglekļa dioksīds, kas atrodas ūdenī izšķīdušā formā. Tā kā oglekļa dioksīda šķīšana un tālākas reakcijas ir līdzsvara process, rezultātā tiks saistīts arī atmosfērā esošais oglekļa dioksīds
2. 
$$\text{CaCO}_3 \xrightarrow{t^\circ} \text{CaO} + \text{CO}_2$$
$$\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2$$
$$\text{Ca(OH)}_2 + 2\text{HCO}_3^- \rightarrow \text{Ca(HCO}_3)_2 + 2\text{OH}^-$$
 [Teorētiski iespējama arī šāda reakcija:  
$$\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{CaCO}_3 + 2\text{OH}^-$$
, taču karbonātjonu jūras ūdenī praktiski nav]  
$$6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$$
3. Projekta izmaksas saistītas ar kaļķakmens iegūšanu, kā arī, pats galvenais, tā sadalīšanu (tas jākarsē temperatūrās ap 1000 °C). Tāpat jārealizē efektīva tā izbēršana okeānā, neradot lielu koncentrāciju tieši vienā vietā. Punktā b) izmaksas saistītas arī ar oglekļa pārvēršanu biomasā (piem., noslēgtā vietā aļģu fotosintēzes ceļā).
4. Jā. Sadalot kaļķakmeni izdalās 1 mols ogļskābās gāzes un rodas 1 mols kalcijas oksīda, kas neitralizē 2 mol hidrogēnkarbonātjonus. Tātad šādā procesā tiek saistīts 1 mols ogļskābās gāzes.
5. Metodes priekšrocības ir fakts, ka šādi ar 1 molu kalcijas oksīda tiek saistīti 2 moli ogļskābās gāzes, turklāt procesā rodas skābeklis un biomasas. Metodes trūkums ir ievērojami palielinātas izmaksas.

<b>2. uzdevums</b>	8 punkti	<i>Sakausējuma analīze</i>
--------------------	----------	----------------------------

6,52 g magnija, dzelzs, un hroma sakausējuma izšķīdināja slāpekļskābē paaugstinātā temperatūrā, pievienoja kālija hidroksīdu ievērojamā pārākumā, ieguva 8,24 g nogulšņu. Filtrātam pievienojot ūdeņraža peroksīdu un sildot, ieguva šķīdumu, kuru ietvaicējot izkristalizējās 9,90 g dzeltenas vielas.

*Aprēķiniet sakausējuma sastāvu masas daļās (%)!*

**Atbildes**

- 1)  $Mg + HNO_3 \rightarrow Mg(NO_3)_2 + \dots$   
 $Fe + HNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_3 + \dots$   
 $Cr + HNO_3 \rightarrow Cr(NO_3)_3 + \dots$  risinājumam nav nepieciešams nolīdzsvarot vienādojumus
- 2) Ar KOH pārākumu:  
 $Mg(NO_3)_2 + 2KOH \rightarrow Mg(OH)_2 + \dots$   
 $Fe(NO_3)_3 + 3KOH \rightarrow Fe(OH)_3 + \dots$   
 $Cr(NO_3)_3 + 4KOH \rightarrow K [Cr(OH)_4] + \dots$  šķīstošs hromīts  
 Nogulsnes (8,24 g) veido Mg un Fe hidroksīdi.  
 Ar  $H_2O_2$ :  $K[Cr(OH)_4] + H_2O_2 \rightarrow K_2CrO_4 + \dots$  ietvaicējot iegūst kālija hromātu (9,90 g)
- 3) Aprēķina hroma daudzumu un masu:  
 $n(Cr) = n(K_2CrO_4) = 9,90 / 194,2 = 0,051 \text{ mol}$   $m(Cr) = 52 \cdot 0,051 = 2,65 \text{ g}$
- 4) Mg un Fe masu summa  $m(Mg) + m(Fe) = 6,52 - 2,65 = 3,87 \text{ g}$   
 Sastāda sistēmu:  
 $24,3n(Mg) + 55,9n(Fe) = 3,87$   
 $58,3n(Mg) + 106,9n(Fe) = 8,24$   
 Atrisinot sistēmu, iegūst  $n(Mg) = 0,0744 \text{ mol}$  un  $n(Fe) = 0,0368 \text{ mol}$
- 5) Aprēķina masas:  $m(Mg) = 1,81 \text{ g}$ ,  $m(Fe) = 2,06 \text{ g}$ ,  $m(Cr) = 2,65 \text{ g}$
- 6) Masas daļas:  $w(Mg) = 27,8\%$ ,  $w(Fe) = 31,6\%$ ,  $w(Cr) = 40,6\%$

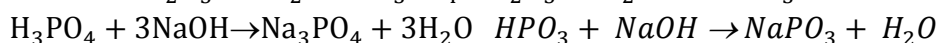
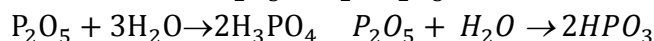
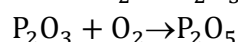
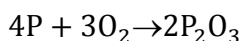
<b>3. uzdevums</b>	7 punkti	<i>Veco krājumu reģenerācija</i>
--------------------	----------	----------------------------------

Inita skolas laboratorijā atrada burku ar tumši sarkanu masu apakšdaļā un bezkrāsaisu šķīdumu virspusē. Pēc visa spriežot, šis trauks tur stāvējis jau daudzus gadu desmitus. Skolotāja zināja teikt, ka viņas jaunības dienās šai pat burkā esot atradusies tumši sarkana pulverveida viela **A**, tomēr laika gaitā droši vien notikusi oksidēšanās par savienojumu **B**, tas oksidējies par **C** un tālāko jau paveicis gaisā esošais ūdens, radot **D** saturošu šķīdumu. Intereses vadīta, Inita vēlējās noskaidrot, kāds daudzums **A** laika gaitā pārvērties. Burkas saturu nofiltrēja, uz filtra palika sarkanas nogulsnes, kas nešķīda ūdenī. Nogulsnes pēc izžāvēšanas svēra 235 gramus. 5,00 mL no iegūtajiem 113 mL filtrāta - **D** šķīduma - atšķaidīja 250 mL mērkolbā līdz atzīmei un 10,0 mL šī šķīduma titrēja ar 0,107 M nātrija hidroksīda šķīdumu. Trīs titrēšanās vidēji izlietoja 23,2 mL titranta. Būdam taupīgs cilvēks, Inita vaicāja skolotājai, kā **D** atkal pārvērst par **A**.

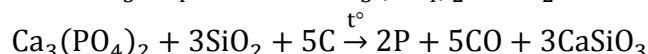
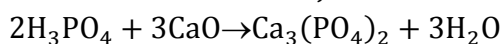
1. Kādas vielas atbilst **A**, **B**, **C** un **D**? Uzraksti ķīmisko reakciju vienādojumus pārvērtībām, kas minētas tekstā!
2. Kā **D** pārvērst par **A**? Vai šādai metodei var būt praktiska nozīme skolas ķīmijas laboratorijā? Pamato ar ķīmisko reakciju vienādojumiem!
3. Kāda bija šķidrums **D** molārā koncentrācija? Kāda masa **A** sākotnēji atradās burkā?
4. Kādam praktiskam nolūkam vēl bez **D** iegūšanas varētu izmantot **C**?

**Atbildes**

1. **A** – sarkanais fosfors P (P<sub>4</sub>)  
**B** – fosfora(III) oksīds P<sub>2</sub>O<sub>3</sub>  
**C** – fosfora(V) oksīds P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (P<sub>4</sub>O<sub>10</sub>)  
**D** – ortofosforskābe H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> (metafosforskābe HPO<sub>3</sub>)



2. Fosforskābi var pārvērst kalcija fosfātā, kuru reducējot ar ogli silīcija(IV) oksīda klātienē, rodas elementārs fosfors. Šī reakcija noris tikai temperatūrā virs 1000°C:



3. No reakcijas vienādojuma:

$$\frac{n(\text{H}_3\text{PO}_4)}{n(\text{NaOH})} = \frac{1}{3}; n(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{n(\text{NaOH})}{3}$$

$$n(\text{P}) = n(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{n(\text{NaOH})}{3}$$

$$c(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{n}{V} = \frac{n(\text{NaOH})}{V(\text{H}_3\text{PO}_4) \cdot 3} = \frac{c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH})}{V(\text{H}_3\text{PO}_4) \cdot 3} = \frac{0,107 \cdot 0,0232}{0,0100 \cdot 3} = \mathbf{0,0828 \text{ mol/L}}$$

Ievērojot alikvoto daļu, kas ņemta no mērkolbas un no šķidrums:

$$n(\text{P})_{\text{kop.}} = \frac{n(\text{NaOH})}{3} \cdot \frac{250\text{mL}}{20\text{mL}} \cdot \frac{113\text{mL}}{25\text{mL}} = \frac{c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH})}{3} \cdot \frac{250\text{mL}}{10\text{mL}} \cdot \frac{113\text{mL}}{5\text{mL}}$$

$$m(\text{P})_{\text{kop.}} = nM = \frac{c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH})}{3} \cdot \frac{250\text{mL}}{10\text{mL}} \cdot \frac{113\text{mL}}{5\text{mL}} \cdot 31,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$= \frac{0,107 \cdot 0,0232}{3} \cdot 25 \cdot 22,6 \cdot 31,0 = 14,5 \text{ g}$$

Ja apskatīts metafosforskābes rašanās gadījums, tad fosfora masa šeit 43,5 grami

$$m(\text{P})_{\text{sāk.}} = 235 + 14,5 = 249,5 \approx \mathbf{250 \text{ g}}$$

Ja apskatīts metafosforskābes rašanās gadījums, tad fosfora masa šeit 280 grami

4. Fosfora(V) oksīdu izmanto kā spēcīgu ūdens atņēmēju un žāvējošo aģentu, piemēram, eksikatoros.

**4. uzdevums**

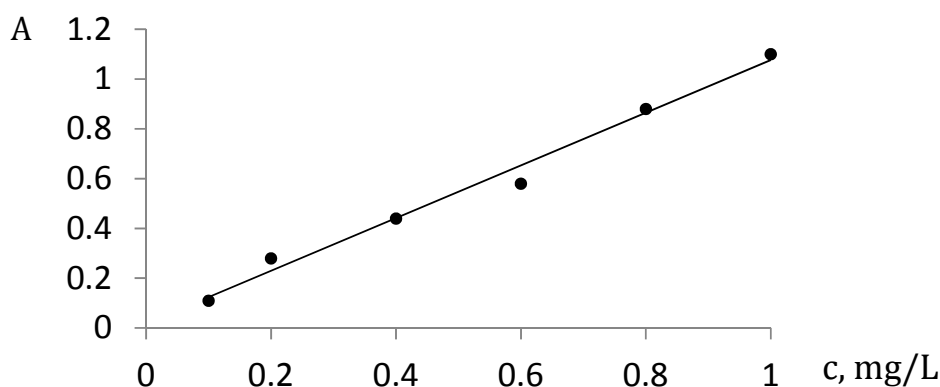
9 punkti

*Pedantiskā Paula*

Dzelzs (II) saturu ūdenī var noteikt spektrometriski dzelzs (II)-fenantrolīna kompleksā savienojuma veidā. Zināms, ka spektrometriski nosaka šķīduma absorbciju, kas ir tieši proporcionāla dzelzs (II) jonu koncentrācijai šķīdumā:

$$A = k \cdot [\text{Fe}^{2+}]$$

Skolniece Paula nolēma noteikt dzelzs (II) jonu koncentrāciju kādā ūdens paraugā. Šim nolūkam sākumā bija nepieciešams pagatavot šķīdumus ar zināmu dzelzs (II) jonu koncentrāciju. No standartšķīduma A ar dzelzs (II) jonu koncentrāciju 5,00 mg/L ar pipeti uz sešām 100 mL mērkolbām pārnes 2, 4, 8, 12, 16 un 20 mL šī šķīduma. Katrai kolbai pievieno vienādu daudzumu fenantrolīna un atšķaida līdz atzīmei, šādi iegūstot šķīdumus B – G. Šiem šķīdumiem izmēra gaismas absorbciju un iegūst šādu sakarību:



Paula nebija apmierināta ar iegūto rezultātu un divus šķīdumus pārtaisīja, iegūstot pilnīgi lineāru sakarību, kuru var aprakstīt:

$$A = 1,1 \cdot [\text{Fe}^{2+}],$$

ja  $[\text{Fe}^{2+}]$  izteikta mg/L.

Pēc tam Paula ņēma 100 mL ūdens parauga H, pārnesa 50 mL no tā uz 100 mL mērkolbu, pievienoja fenantrolīnu un atšķaidīja mērkolbu līdz atzīmei, iegūstot šķīdumu I. Noteica, ka šī šķīduma absorbcija ir 0,220.

1. *Kādas kļūdas, iespējams, bija pieļāvuši Paula, zinot ka absorbcijas noteikšana ir ļoti precīza?*
2. *Kurus šķīdumus Paulai bija jāpārtaisa?*
3. *Nosakiet dzelzs (II) jonu masas koncentrāciju pagatavotajā šķīdumā I!*
4. *Nosakiet dzelzs (II) jonu masas koncentrāciju analizējamajā ūdens paraugā H!*
5. *Kādā oksidēšanās pakāpē dzelzs atradīsies pazemes ūdenī, bet kādā virszemes ūdenī? Pamatojiet!*

**Atbildes**

1. Paula bija pieļāvuši kļūdas, šķīdumus pagatavojot. Bija vai nu pārnesti nepareizs daudzums no pipetes, vai arī nepareizi veikta atšķaidīšana. Paraugā, kurā dzelzs saturs bija palielināts, iespējams bija notikusi parauga piesārņošanās ar dzelzi no cita avota, kas nav standartšķīdums.
2. Otro un ceturto jeb tos, kur bija jāpievieno 4 un 12 mL dzelzs jonu standartšķīduma.
3. Šķīdumā I esošo dzelzs jonu koncentrāciju var atrast tieši no kalibrēšanas grafika. Ja ievēro doto matemātisko sakarību, tad koncentrācija šajā šķīdumā ir:

$$[Fe^{2+}] = \frac{A}{1,1} = \frac{0,220}{1,1} = 0,2 \frac{mg}{L}$$

4. Tā kā šķīduma I pagatavošani ņēma 50 mL ūdens parauga H un to atšķaidīja uz pusi, tad ūdens paraugā dzelzs jonu koncentrācija būs divas reizes lielāka:

$$[Fe^{2+}]_H = [Fe^{2+}]_I \frac{V_I}{V_H} = 0,2 \frac{100}{50} = 0,4 \frac{mg}{L}$$

5. Pazemes ūdenī dzelzs atradīsies oksidēšanās pakāpē +2, jo pazemē esošajos dzelzs minerālos dzelzim ir šāda oksidēšanās pakāpe. Virszemes ūdenī gaisa skābekļa klātienē notiek dzelzs oksidēšanās un tālab dzelzs oksidēšanās pakāpe ir +3.



<b>5. uzdevums</b>	11 punkti	<i>Burtu mīkla</i>
--------------------	-----------	--------------------

Kādam metālam **A** reaģējot ar šķīdru vielu **B**, rodas reaģētspējīgs savienojums **C**, kā arī izdalās ūdeņradis. **B** normālos apstākļos ir gāzveida viela ar asu smaku, bet metāla **A** emisijas spektrā raksturīga spilgti dzeltena līnija. Savienojums **C** aktīvi reaģē ar ūdeni, veidojot vielas **D** šķīdumu un izdalot gāzveida **B**. Vienas **D** šķīdumu plaši lieto kanalizācijas cauruļu attīrīšanai komerciāli nopērkamos līdzekļos. Sadedzinot savienojumu **B** skābeklī katalizatora klātienē, iegūst bezkrāsainu gāzi **E**, kura gaisa klātienē pārvēršas brūnā gāzē **F**. Ja gāze **E** reaģē ar cietu vielu **D**, iespējams iegūt citu gāzi **G**, kā arī sāli **H** un gāzveida **B**. Zināms, ka šajā reakcijā notiek kāda elementa vienlaicīga oksidēšanās un reducēšanās. Gāzei **G** reaģējot ar vielu **C**, rodas cieta viela **I**, kura karsējot strauji sadalās par metālu **A** un gāzi **J**. Vielu **I** agrāk izmantoja automašīnu gaisa spilvenos. Alternatīva metode **I** iegūšanai ir metāla **A** nitrāta reakcijā ar vielu **C**.

1. *Atšifrēt savienojumus A – J!*
2. *Uzrakstīt visu aprakstīto ķīmisko reakciju vienādojumus!*
3. *Norādīt elementu oksidēšanās pakāpes savienojumos C un I!*
4. *Savienojumu I veido kādas vājas skābes anjons. Kā sauc šo skābi?*
5. *Uzzīmēt savienojumu I veidojošā anjona Luisa struktūrformulu.*

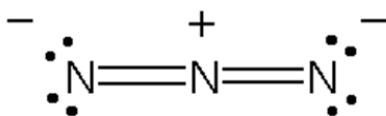
### Atbilde

1. A = Na                                 E = NO                                 I = NaN<sub>3</sub>  
 B = NH<sub>3</sub>                                 F = NO<sub>2</sub>                                 J = N<sub>2</sub>  
 C = NaNH<sub>2</sub>                                 G = N<sub>2</sub>O  
 D = NaOH                                 H = NaNO<sub>2</sub>
2. 2Na + 2NH<sub>3</sub> → 2NaNH<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>  
 NaNH<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O → NaOH + NH<sub>3</sub>  
 4NH<sub>3</sub> + 5O<sub>2</sub> → 4NO + 6H<sub>2</sub>O  
 2NO + O<sub>2</sub> → 2NO<sub>2</sub>  
 4NO + 2NaOH → N<sub>2</sub>O + 2NaNO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O  
 N<sub>2</sub>O + 2NaNH<sub>2</sub> → NaN<sub>3</sub> + NaOH + NH<sub>3</sub>  
 2NaN<sub>3</sub> → 2Na + 3N<sub>2</sub>  
 NaNO<sub>3</sub> + 3NaNH<sub>2</sub> → NaN<sub>3</sub> + 3NaOH + NH<sub>3</sub>
3. NaNH<sub>2</sub> oksidēšanās pakāpes ir +1(Na), -3(N) un +1(H)



$\text{NaN}_3$  oksidēšanās pakāpes ir +1(Na) un +1 un -1(N)

4. Slāpekļūdeņražskābe



5.

<b>6. uzdevums</b>	9 punkti	<i>Divas gāzes gaisā</i>
--------------------	----------	--------------------------

Metāls **A** ir ķīmiski aktīvs metāls. Normālos apstākļos tas reaģē ar divām gaisā esošām gāzēm **B** un **C**, veidojot savienojumus **D** un **E** attiecīgi. Savienojumā **D** metāla **A** masas daļa procentos ir 46,6%, bet savienojumā **E** – 60,0%. Tomēr metāla **A** reakcijā ar gāzi **B** veidojas arī ļoti maz vielas **I**, kurā metāla **A** masas daļa % = 30,43%.

Vielā **D** ir balta cieta viela ( $\rho = 2,013 \text{ g/cm}^3$  un kušanas temperatūra  $1570 \text{ }^\circ\text{C}$ ), kas eksotermiski reaģē ar vielu **F**. Vielu **F** var iegūt no gāzes **B** reakcijā ar citu gāzi **G**. Gāze **G** ir vieglāka par gaisu, bez krāsas un smaržas. Gāzi **G** var iegūt no sodas ūdens šķīduma elektrolīzes.

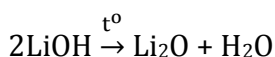
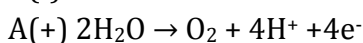
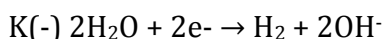
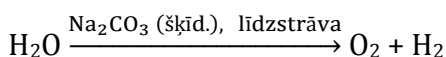
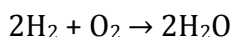
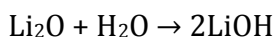
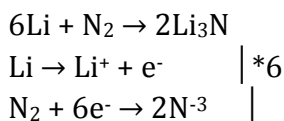
Vielai **D** reaģējot ar vielu **F**, rodas viela **H**, kas labi šķīst vielā **F** un šis šķīdums indikatora fenoftaleīna šķīdumu ūdenī nokrāso avenšarkanā krāsā. Metāla **A** veidotajai vielai **H** ir specifiska īpašība – ja to karsē, tā sadalās atpakaļ par vielām **D** un **F**.

1. Uzrakstīt vielas **A** – **I**!
2. Uzrakstīt visus reakcijas vienādojumus (kopā 6 vienādojumi), elektrolīzes vienādojumam rakstīt procesus, kas norisinās pie katoda un anoda. Reakcijai **A+B** un **A+C** rakstīt elektronu bilances vienādojumus.
3. Kāda fizikālā īpašība metālam **A** ir vismazākā vai vislielākā no pārējiem metāliem?
4. Aprēķināt masu vielai **D**, kuru iegūst, ja 1,4 gramu metāla **A** reaģē ar gāzēm **B** un **C**, un 80% no metāla **A** daudzuma izreaģē tieši ar vielu **B**.
5. Aprēķināt maisījuma masu, ko ieguva 1,4 g metāla **A** reakcijā ar gāzēm **B** un **C**, ja zināms, ka pārējie 20% izreaģē ar gāzi **C**. (aprēķinos neņem vērā vielas **I** rašanos!)

Atbildes

- 1) A – Li  
B –  $\text{O}_2$   
C –  $\text{N}_2$   
D –  $\text{Li}_2\text{O}$   
E –  $\text{Li}_3\text{N}$   
F –  $\text{H}_2\text{O}$   
G –  $\text{H}_2$   
H –  $\text{LiOH}$

- 2)  $4\text{Li} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{Li}_2\text{O}$   
 $\text{Li} \rightarrow \text{Li}^+ + \text{e}^- \quad | \cdot 4$   
 $\text{O}_2 + 4\text{e}^- \rightarrow 2\text{O}^{2-} \quad |$



3) Litijam ir vismazākais blīvums no visiem metāliem:  $\rho_{\text{Li}} = 0,53\text{g/cm}^3$

4) Karmīnsarkanā

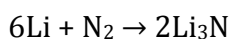
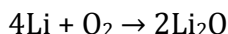
5) Dots:  $W\%_{\text{Li}_2\text{O}} = 80\%$ ,  $W\%_{\text{Li}_3\text{N}} = 20\%$ ,  $m_{\text{Li}} = 1,4\text{g}$

Jāaprēķina:  $m_{\text{Li}_2\text{O}} = ?$

$m_{\text{Li}_2\text{O}} + m_{\text{Li}_3\text{N}} = ?$

Aprēķina gaita:

Uzraksta vienādojumus, lai zinātu kādus stehiometriskos koeficientus izmantot aprēķinos:



Aprēķina masu litijam, kas reagēs ar skābekli:

$$m_{\text{Li}'} = \frac{m_{\text{Li}} \cdot 80\%}{100\%} = \frac{1,4\text{g} \cdot 80\%}{100\%} = 1,12\text{g}$$

Aprēķina daudzumu litijam, kas reagē ar skābekli:

$$n_{\text{Li}'} = \frac{m_{\text{Li}'}}{M_{\text{Li}}} = \frac{1,12\text{g}}{7\text{g/mol}} = 0,16 \text{ moli}$$

No reakcijas vienādojuma aprēķina cik moli litija oksīda radīsies:

$$n_{\text{Li}_2\text{O}} = n_{\text{Li}'} / 2 = 0,16 \text{ mol} / 2 = 0,08 \text{ moli}$$

Aprēķina iegūtā litija oksīda masu:

$$m_{\text{Li}_2\text{O}} = n_{\text{Li}_2\text{O}} \cdot M_{\text{Li}_2\text{O}} = 0,08 \text{ mol} \cdot 30 \text{ g/mol} = \underline{2,4\text{g}}$$

Aprēķina masu, kas reagēs ar slāpekli:

$$m_{\text{Li}''} = m_{\text{Li}} - m_{\text{Li}'} = 1,4\text{g} - 1,12\text{g} = 0,28\text{g}$$

Aprēķina daudzumu litijam, kas reagē ar slāpekli:

$$n_{\text{Li}''} = \frac{m_{\text{Li}''}}{M_{\text{Li}}} = \frac{0,28\text{g}}{7\text{g/mol}} = 0,04 \text{ moli}$$

No reakcijas vienādojuma aprēķina cik moli litija nitrīda radīsies:

$$n_{\text{Li}_3\text{N}} = n_{\text{Li}^+} / 3 = 0,04 \text{ mol} / 3 = 0,013 \text{ moli}$$

Aprēķina iegūtā litija nitrīda masu:

$$m_{\text{Li}_3\text{N}} = n_{\text{Li}_3\text{N}} * M_{\text{Li}_3\text{N}} = 0,08 \text{ mol} * 35 \text{ g/mol} = 0,47 \text{ g}$$

Aprēķina litija oksīda un litija nitrīda maisījuma masu:

$$m_{\text{kopējā}} = m_{\text{Li}_3\text{N}} + m_{\text{Li}_2\text{O}} = 2,4 \text{ g} + 0,47 \text{ g} = \underline{2,87 \text{ g}}$$

<b>7. uzdevums</b>	10 punkti	<i>Sāli karsējot iegūst sāli?</i>
--------------------	-----------	-----------------------------------

Karsējot 12,35 g divu sārmezemju metālu vienādas skābes sāļu **A** un **B** maisījumu 600 °C temperatūrā, iegūst 10,00 g šo metālu divus citus sāļus **C** un **D**, kas satur tieši 5,00 g no katra sāļa. Ja karsē iegūto daudzumu sāļu **C** un **D** temperatūrā virs 1000 °C, tad iegūst 6,31 g abu metālu oksīdu. Zināms, ka sāļi **A** un **B** šķīst ūdenī, bet sāļi **C** un **D** ūdenī nešķīst. Elementanalīzē noskaidrojās, ka abu karsēšanas procesu laikā izdalās gāzveida vielas, kas abos gadījumos satur tikai skābekli un oglekli. Noteica arī, ka metālu daudzumu attiecība visos paraugos ir vienāda un ir 1,475.

1. Noteikt kādas skābes anjonu satur sāļi **C** un **D**. Kādas ir gāzveida vielas, kas izdalās karsēšanas procesā?
2. Nosakiet sāļu **C** un **D** formulas!
3. Noteikt kādas skābes anjonu satur sāļi **A** un **B**.
4. Nosakiet sāļu **C** – **D** formulas!
5. Uzrakstiet visu aprakstīto ķīmisko reakciju vienādojumus!

#### **Atbildes**

1. Ja vienīgie elementi gāzēs ir C un O, tad iespējamās gāzes ir CO<sub>2</sub> un CO. Nav tāda ūdenī nešķīstoša sāļa, kas karsējot sadalītos par oksīdu un CO, tālab karsējot pēdējā solī izdalās CO<sub>2</sub> un sāļi ir karbonāti. Tātad atbilstošā skābe ir ogļskābe un karsējot izdalās CO<sub>2</sub>.
2. Zināms, ka abi sāļi ir sārmezemju metālu karbonāti, katrs no kuriem maisījumā ir pa 5 g, kā arī to, ka pēc karsēšanas radušos oksīdu masa ir 6,31 g. Varam uzrakstīt šādus trīs vienādojumus:

$$\begin{cases} n_A(A_A + M_{\text{CO}_3}) = 5,00 \text{ g} \\ n_B(A_B + M_{\text{CO}_3}) = 5,00 \text{ g} \\ n_A(A_A + A_O) + n_B(A_B + A_O) = 6,31 \text{ g} \end{cases}$$

$$\begin{cases} n_A A_A = 5,00 - 60n_A \\ n_B A_B = 5,00 - 60n_B \\ n_A A_A + 16n_A + n_B A_B + 16n_B = 6,31 \end{cases}$$

Ievietojam pirmos divus vienādojumus trešajā:

$$\begin{aligned} 5,00 - 60n_A + 16n_A + 5,00 - 60n_B + 16n_B &= 6,31 \\ -44(n_A + n_B) &= -3,69 \\ n_A + n_B &= 0,08386 \end{aligned}$$

Vēl mēs zinām abu elementu daudzumu attiecību un varam sastādīt vienādojumu sistēmu:

$$\begin{cases} n_A + n_B = 0,08386 \\ \frac{n_A}{n_B} = 1,475 \end{cases}$$

$$\begin{cases} n_A + n_B = 0,08386 \\ n_A = 1,475n_B \end{cases}$$

$$1,475n_B + n_B = 0,08386$$

$$n_B = 0,0339 \text{ mol}$$

$$n_A = 0,0500 \text{ mol}$$

Kad ir zināmi daudzumi, jāatrod elementu atommasas:

$$n_A(A_A + M_{CO_3}) = 5,00 \text{ g}$$

$$A_A = \frac{5,00}{n_A} - M_{CO_3} = \frac{5,00}{0,05} - 60 = 40 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$n_B(A_B + M_{CO_3}) = 5,00 \text{ g}$$

$$A_B = \frac{5,00}{n_B} - M_{CO_3} = \frac{5,00}{0,0339} - 60 = 87,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

Tātad meklētie elementi ir **kalcijs** un **stroncijs**, bet sāļi ir  $\text{CaCO}_3$  un  $\text{SrCO}_3$ .

3. Sadaloties sāļiem A un B rodas karbonāti un CO vai  $\text{CO}_2$ . Šādam aprakstam atbilst oksalāti, kuru sadalīšanās produkts ir CO. Pārbaudām to matemātiski, aprēķinot kopējo masu oksalātiem:

$$n_{Ca}(A_{Ca} + M_{C_2O_4}) + n_{Sr}(A_{Sr} + M_{C_2O_4}) = 0,0500 \cdot 128 + 0,0339 \cdot 175,5 = 12,35 \text{ g}$$

Tātad A un B ir skābeņskābes sāļi.

4.  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  un  $\text{SrC}_2\text{O}_4$ .
5.  $\text{CaC}_2\text{O}_4 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{CO}$   
 $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$   
 $\text{SrC}_2\text{O}_4 \rightarrow \text{SrCO}_3 + \text{CO}$   
 $\text{SrCO}_3 \rightarrow \text{SrO} + \text{CO}_2$

<b>8. uzdevums*</b>	7 punkti	<i>Spirta dedzināšana</i>
---------------------	----------	---------------------------

Sadedzinot gaisā 0,965 g kāda spirta, ieguva 1,326 L oglekļa (IV) oksīda un 1,067 mL ūdens (norm. apst.).

*Nosauciet spirtu un uzrakstiet tā iespējamo struktūrformulu, ja zināms, ka spirts neatkrāso piepilināto broma šķīdumu! Gāzu šķīdību ūdenī neievērojiet.*

**Atbildes**

A.:  $n(\text{CO}_2) = v / V = 1,326 : 22,4 = 0,0592 \text{ mol}$      $n(\text{C}) = 0,0592 \text{ mol}$

$n(\text{H}_2\text{O}) = m/M = 1,067 : 18,01 = 0,0592 \text{ mol}$      $n(\text{H}) = 2n(\text{H}_2\text{O}) = 0,1196 \text{ mol}$

$m(\text{C}) = nM = 0,0592 \cdot 12,0 = 0,7104 \text{ g}$

$m(\text{H}) = nM = 0,1196 \cdot 1,02 = 0,1196 \text{ g}$

Spiritā esošā skābekļa masa  $m(\text{O}) = 0,956 - 0,7104 - 0,1196 = 0,135 \text{ g}$

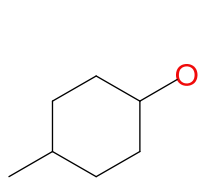
$n(\text{O}) = 0,135 : 16,0 = 0,00844 \text{ mol}$

Aprēķina summāro formulu:  $n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{O}) = 0,0592 : 0,1196 : 0,00844 = 7 : 14 : 1$

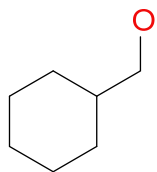
Tātad spirta formula ir  $\text{C}_7\text{H}_{14}\text{O}$  – tas ir spirts ar vienu –OH grupu, spriežot pēc C un H skaita (atbilst visp. formulai  $\text{C}_n\text{H}_{2n-1}\text{OH}$ ) – vai nu nepiesātināts vai aliciklisks. Tā kā reakcija ar  $\text{Br}_2$  nav novērojama, spiritā nav saites  $\text{C}=\text{C}$ , tātad atkrīt alkēnoli.

Struktūras varianti:

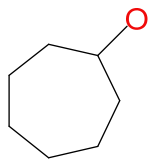
11. klases teorētiskie uzdevumi



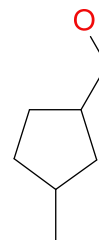
4-metilcikloheksanols  
un daudz citi varianti



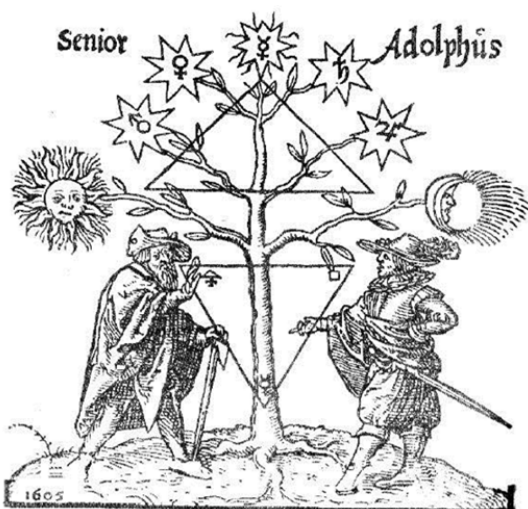
cikloheksilmetanols



cikloheptanols



3-metilciklopentānmetanols



## Latvijas 53. Nacionālā ķīmijas olimpiāde

2012. gada 28. martā

### 12. klases Teorētisko uzdevumu atrisinājumi

1. uzdevums	7 punkti	Spirta dedzināšana
-------------	----------	--------------------

Sadedzinot gaisā 0,965 g kāda spirta, ieguva 1,326 L oglekļa (IV) oksīda un 1,067 mL ūdens (norm. apst.).

Nosauciet spirtu un uzrakstiet tā iespējamo struktūrformulu, ja zināms, ka spirts neatkrāso piepilināto broma šķīdumu! Gāzu šķīdību ūdenī neievērojiet.

#### Atbildes

$$A.: n(\text{CO}_2) = v / V = 1,326 : 22,4 = 0,0592 \text{ mol} \quad n(\text{C}) = 0,0592 \text{ mol}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = m / M = 1,067 : 18,01 = 0,0592 \text{ mol} \quad n(\text{H}) = 2n(\text{H}_2\text{O}) = 0,1196 \text{ mol}$$

$$m(\text{C}) = nM = 0,0592 \cdot 12,0 = 0,7104 \text{ g}$$

$$m(\text{H}) = nM = 0,1196 \cdot 1,008 = 0,1196 \text{ g}$$

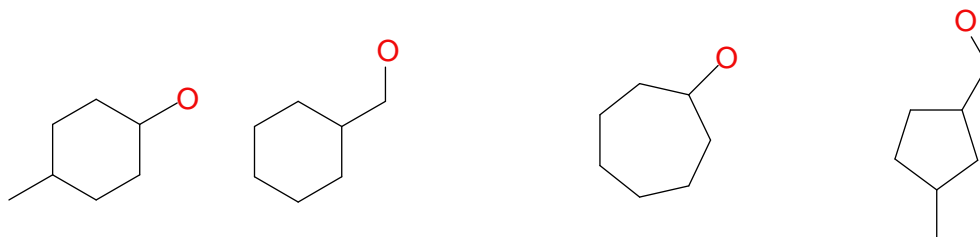
Spiritā esošā skābekļa masa  $m(\text{O}) = 0,956 - 0,7104 - 0,1196 = 0,135 \text{ g}$

$$n(\text{O}) = 0,135 : 16,0 = 0,00844 \text{ mol}$$

Aprēķina summāro formulu:  $n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{O}) = 0,0592 : 0,1196 : 0,00844 = 7 : 14 : 1$

Tātad spirta formula ir  $\text{C}_7\text{H}_{14}\text{O}$  – tas ir spirts ar vienu –OH grupu, spriežot pēc C un H skaita (atbilst visp. formulai  $\text{C}_n\text{H}_{2n-1}\text{OH}$ ) – vai nu nepiesātināts vai aliciklisks. Tā kā reakcija ar  $\text{Br}_2$  nav novērojama, spiritā nav saites  $\text{C}=\text{C}$ , tātad atkrīt alkēnoli.

Struktūras varianti:



4-metilcikloheksanols    cikloheksilmetanols    cikloheptanols    3-metilciklopentānmetanols  
un daudz citi varianti

2. uzdevums	8 punkti	Savienojums X
-------------	----------	---------------

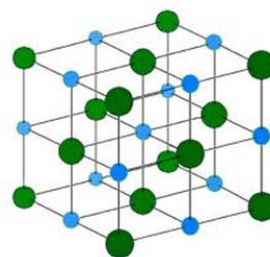
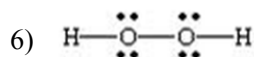
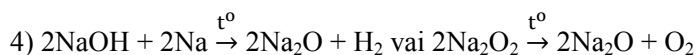
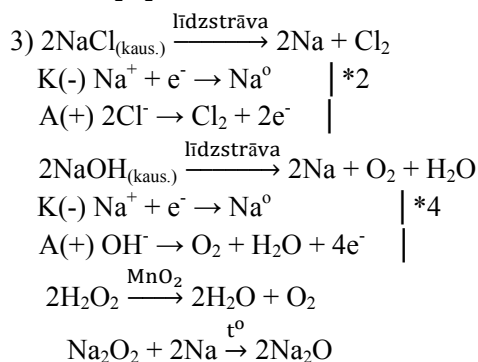
Viela X ir balta kristaliska viela. Tā sastāv no diviem elementiem A un B. Elements A brīvā veidā ir viegls, mīksts un aktīvs elements, kura blīvums ir  $0,968 \text{ g/cm}^3$  un kušanas temperatūra ir  $97,83 \text{ }^\circ\text{C}$ . Elementu A parasti iegūst no kādas bieži sastopamas sāls C

kausējuma elektrolīzes. Elementu **A** var iegūt arī no vielas **D** kausējuma elektrolīzes. Viela **D** ir balta kristaliska viela, kas labi šķīst ūdenī (109g/100g H<sub>2</sub>O) un saista gaisa mitrumu. Elementu **B** laboratorijā var iegūt dažādi. Viens no paņēmieniem ir sadalot vielu **E** katalizatora MnO<sub>2</sub> klātbūtnē. Zināms, ka viela **E** ir šķidrums un **B** elementa oksidēšanās pakāpe vielā **E** ir -1. Vielu **X** nevar iegūt tieši **A** un **B** reakcijā, bet to iegūst netieši no elementa **A** un vielas **F**. Elementa **A** masas daļa procentos vielā **F** ir 58,97% un viela **F** ir iedzeltena kristaliska viela.

1. Uzrakstīt, kas ir viela **X**!
2. Uzrakstīt vielas **A – F**!
3. Uzrakstīt visu reakcijas vienādojumus (kopā 4 reakcijas vienādojumi). Elektrolīzes vienādojumiem rakstīt procesus uz katoda un anoda.
4. Uzrakstīt vēl vienu reakcijas vienādojumu **X** savienojuma iegūšanai.
5. Attēlot vielas **E** Luisa struktūru, lai izpildītos okteta likums.
6. Aprakstīt kāda ir vielas **C** telpiskā uzbūve un uzzīmēt vielas **C** kristālrežģa fragmentu!

### Atbildes

- 1) X – Na<sub>2</sub>O
- 2) A – Na  
B – O<sub>2</sub>  
C – NaCl  
D – NaOH  
E – H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>  
F – Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>



8) Nātrija hlorīda kristālrežģī, saglabājoties hlorīdjonu un nātrija jonu skaita attiecībai 1:1, joni izkārtojas tā, ka katru nātrija jonu aptver seši hlorīdjonu un katru hlorīdjonu aptver seši nātrija joni. Šajā struktūrā iespējams izdalīt kubiskas formas pamatvienības (elementārobjektus). Kubisko formu nosaka koordinācijas skaitlis  $n$ , kurš ir atkarīgs no katjonu rādiusa attiecības pret anjona rādiusu.

<b>3. uzdevums</b>	6 punkti	<i>Organiskā skābe</i>
--------------------	----------	------------------------

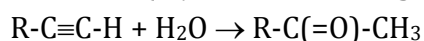
Gāzi **A**, kuras blīvuma pret He ir 10, laida caur skābu  $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$  ūdens šķīdumu. Iegūto gaistošo šķīdumu **B** ar īpatnēju smaržu pilināja  $\text{KMnO}_4$  šķīdumā. Ieguva organisku skābi **C**. To izdalīja no reakcijas maisījuma un neutralizēja ar 50 mL NaOH šķīduma, kura koncentrācija 2,0 mol/L.

1. *Atšifrēt vielas A – C!*
2. *Aprēķināt gāzes A tilpumu (n.a.), ja katras stadijas iznākums 80%.*
3. *Uzrakstīt reakciju vienādojumus!*

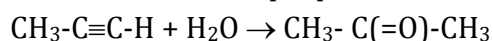
#### **Atbildes**

Gāze A molmasa  $M=10M(\text{He})=40\text{ g/mol}$

Reakcija ar skābu  $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$  šķīdumu ir Kučerova reakcija- alkīnu hidratācija par ketoniem (izņemot acetilēna gadījumā):

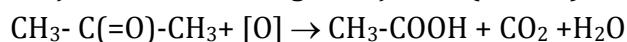


Molmasa 40 atbilst propīnam  $\text{CH}_3\text{-C}\equiv\text{C-H}$ . Tad



A B

Ja iegūto acetonu oksidē ar spēcīgu reducētāju paaugstinātā temperatūrā, iespējams sašķelt C-C saiti un iegūt etiķskābi (vielu **C**) un  $\text{CO}_2$ :



Etiķskābes daudzums  $n(\text{sk})=n(\text{NaOH})=cv=0,05\cdot 2,0=0,1\text{ mol}$

Divu stadiju kopīgais iznākums  $0,8^2=0,64$ , tad sākotnējais propīna daudzums  $n(\text{prop})=n(\text{sk})/0,64=0,156\text{ mol}$ ; propīna tilpums  $v=0,156\cdot 22,4=3,50\text{ L}$

<b>4. uzdevums</b>	6 punkti	<i>Tik vienādi, bet reizē tik atšķirīgi!</i>
--------------------	----------	--

Trim organiskajiem savienojumiem **A**, **B** un **C** atbilst viena molekulformula  $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ .

1. *Kā sauc minēto parādību?*

**A** viršanas temperatūra ir  $97^\circ\text{C}$ , **B** viršanas temperatūra  $83^\circ\text{C}$ , bet **C** vārās jau  $11^\circ\text{C}$  temperatūrā. Tāpat zināms, ka **A** un **B** spēj reaģēt ar metālisku nātriju, ko nevar teikt par **C**.

2. *Uzzīmē C struktūrformulu un nosauc šo savienojumu!*

Pievienojot pie **A** kālija dihromāta šķīdumu, kas paskābināts ar sērskābi, un sildot, vērojama krāsas maiņa no oranžas uz zaļganu, turklāt sajūtama kodīga smarža. Arī **B** gadījumā novēro dihromāta šķīduma krāsas maiņu, tomēr sajūtāmā smarža pēc reakcijas ir patīkamāka un atgādina nagu lakas noņemšanas šķīduma aromātu. Viela **C** ar kālija dihromāta šķīdumu nereaģē.

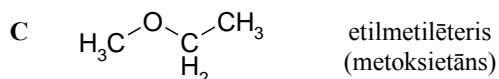
3. *Uzzīmē A un B struktūrformulas un nosauc šos savienojumus!*
4. *Kā izskaidrot krāso viršanas temperatūras atšķirību C gadījumā?*
5. *Uzraksti tekstā minēto ķīmisko reakciju vienādojumus! Pie kāda veida reakcijām tās pieder? Pamato savu atbildi!*

#### **Atbildes**

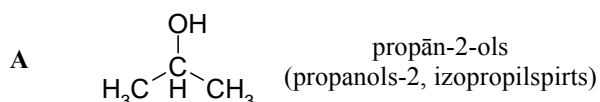
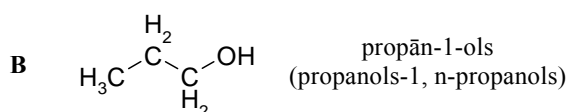
1. Parādību, kad vienai molekulformulai atbilst dažādi ķīmiskie savienojumi, sauc par **izomēriju**.



2. Dotajai molekulformulai atbilstošs savienojums, kas nereaģē ar metālisku nātriju, ir ēteru klases savienojums **etilmetilēteris** (metoksietāns). Arī, salīdzinot ar dietilētera viršanas temperatūru (36 °C), dotā viršanas temperatūra likumsakarīgi ir zemāka, jo šai molekulā mazāks oglekļa atomu skaits.

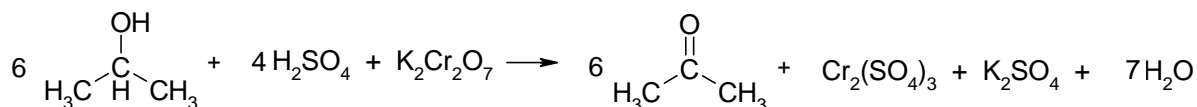
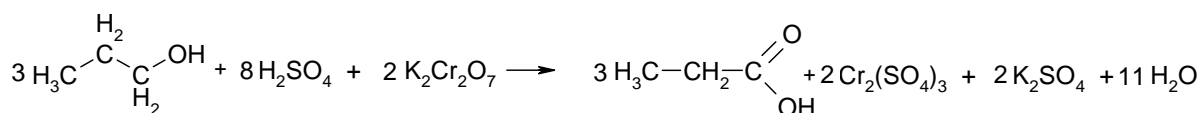
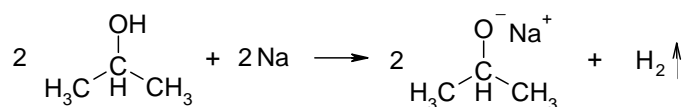
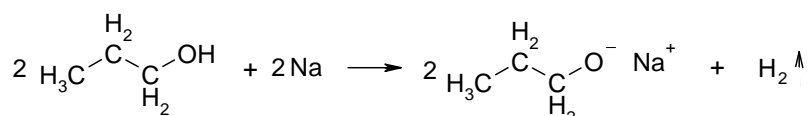


3.



4. Metiletilēterī atšķirībā no abiem spirtiem nav iespējama ūdeņražsaišu veidošanās, tādēļ tā viršanas temperatūra ievērojami zemāka par propān-1-ola un propān-2-ola viršanas temperatūru.

5.



Minētās reakcijas ir oksidēšanās – reducēšanās reakcijas, jo dažu elementu atomi maina savas oksidēšanas pakāpes – reakcijās ar nātriju tie ir nātrijs un ūdeņradis, reakcijās ar kālija dihromātu – hroms un ogleklis.

<b>5. uzdevums</b>	11 punkti	<i>Burtu mīkla</i>
--------------------	-----------	--------------------

Kādam metālam **A** reaģējot ar šķidru vielu **B**, rodas reaģētspējīgs savienojums **C**, kā arī izdalās ūdeņradis. **B** normālos apstākļos ir gāzveida viela ar asu smaku, bet metāla **A** emisijas spektrā raksturīga spilgti dzeltena līnija. Savienojums **C** aktīvi reaģē ar ūdeni,

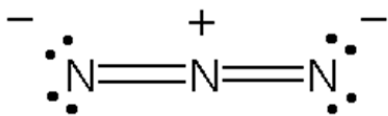
veidojot vielas **D** šķīdumu un izdalot gāzveida B. Vienas **D** šķīdumu plaši lieto kanalizācijas cauruļu attīrīšanai komerciāli nopērkamos līdzekļos. Sadedzinot savienojumu **B** skābeklī katalizatora klātienē, iegūst bezkrāsainu gāzi **E**, kura gaisa klātienē pārvēršas brūnā gāzē **F**. Ja gāze **E** reagē ar cietu vielu **D**, iespējams iegūt citu gāzi **G**, kā arī sāli **H** un gāzveida B. Zināms, ka šajā reakcijā notiek kāda elementa vienlaicīga oksidēšanās un reducēšanās. Gāzei **G** reaģējot ar vielu **C**, rodas cieta viela **I**, kura karsējot strauji sadalās par metālu **A** un gāzi **J**. Vielu **I** agrāk izmantoja automašīnu gaisa spilvenos. Alternatīva metode **I** iegūšanai ir metāla **A** nitrāta reakcijā ar vielu **C**.

1. Atšifrēt savienojumus **A – J!**
2. Uzrakstīt visu aprakstīto ķīmisko reakciju vienādojumus!
3. Norādīt elementu oksidēšanās pakāpes savienojumos **C** un **I!**
4. Savienojumu **I** veido kādas vājas skābes anjons. Kā sauc šo skābi?
5. Uzzīmēt savienojumu **I** veidojošā anjona Luisa struktūrformulu.

### Atbilde

1. A = Na  
B = NH<sub>3</sub>  
C = NaNH<sub>2</sub>  
D = NaOH  
E = NO  
F = NO<sub>2</sub>  
G = N<sub>2</sub>O  
H = NaNO<sub>2</sub>  
I = NaN<sub>3</sub>  
J = N<sub>2</sub>

2.  $2\text{Na} + 2\text{NH}_3 \rightarrow 2\text{NaNH}_2 + \text{H}_2$   
 $\text{NaNH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaOH} + \text{NH}_3$   
 $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \rightarrow 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$   
 $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$   
 $4\text{NO} + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{N}_2\text{O} + 2\text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$   
 $\text{N}_2\text{O} + 2\text{NaNH}_2 \rightarrow \text{NaN}_3 + \text{NaOH} + \text{NH}_3$   
 $2\text{NaN}_3 \rightarrow 2\text{Na} + 3\text{N}_2$   
 $\text{NaNO}_3 + 3\text{NaNH}_2 \rightarrow \text{NaN}_3 + 3\text{NaOH} + \text{NH}_3$
3. NaNH<sub>2</sub> oksidēšanās pakāpes ir +1(Na), -3(N) un +1(H)  
NaN<sub>3</sub> oksidēšanās pakāpes ir +1(Na) un +1 un -1(N)
4. Slāpekļūdeņraža skābe



5.

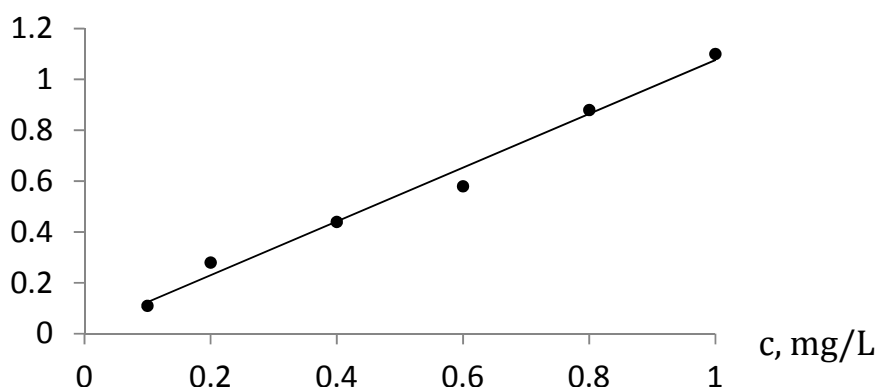
<b>6. uzdevums</b>	9 punkti	Pedantiskā Paula
--------------------	----------	------------------

Dzelzs (II) saturu ūdenī var noteikt spektrometriski dzelzs (II)-fenantrolīna kompleksā savienojuma veidā. Zināms, ka spektrometriski nosaka šķīduma absorbciju, kas ir tieši proporcionāla dzelzs (II) jonu koncentrācijai šķīdumā:

$$A = k \cdot [\text{Fe}^{2+}]$$

Skolniece Paula nolēma noteikt dzelzs (II) jonu koncentrāciju kādā ūdens paraugā. Šim nolūkam sākumā bija nepieciešams pagatavot šķīdumus ar zināmu dzelzs (II) jonu koncentrāciju. No standartšķīduma A ar dzelzs (II) jonu koncentrāciju 5,00 mg/L ar pipeti uz sešām 100 mL mērkolbām pārnes 2, 4, 8, 12, 16 un 20 mL šī šķīduma. Katrai kolbai

pievieno vienādu daudzumu fenantrolīna un atšķaida līdz atzīmei, šādi iegūstot šķīdumus B – G. Šie šķīdumi A mēra gaismas absorbciju un iegūst šādu sakarību:



Paula nebija apmierināta ar iegūto rezultātu un divus šķīdumus pārtaisīja, iegūstot pilnīgi lineāru sakarību, kuru var aprakstīt:

$$A = 1,1 \cdot [\text{Fe}^{2+}],$$

ja  $[\text{Fe}^{2+}]$  izteikta mg/L.

Pēc tam Paula ņēma 100 mL ūdens parauga H, pārnese 50 mL no tā uz 100 mL mērkolbu, pievienoja fenantrolīnu un atšķaidīja mērkolbu līdz atzīmei, iegūstot šķīdumu I. Noteica, ka šī šķīduma absorbcija ir 0,220.

1. Kādas kļūdas, iespējams, bija pieļāvuši Paula, zinot ka absorbcijas noteikšana ir ļoti precīza?
2. Kurus šķīdumus Paulai bija jāpārtaisa?
3. Nosakiet dzelzs (II) jonu masas koncentrāciju pagatavotajā šķīdumā I!
4. Nosakiet dzelzs (II) jonu masas koncentrāciju analizējamajā ūdens paraugā H!
5. Kādā oksidēšanās pakāpē dzelzs atradīsies pazemes ūdenī, bet kādā virszemes ūdenī? Pamatojiet!

### Atbildes

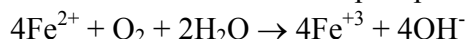
1. Paula bija pieļāvusi kļūdas, šķīdumus pagatavojot. Bija vai nu pārņests nepareizs daudzums no pipetes, vai arī nepareizi veikta atšķaidīšana. Paraugā, kurā dzelzs saturs bija palielināts, iespējams bija notikusi parauga piesārņošanās ar dzelzi no cita avota, kas nav standartšķīdums.
2. Otro un ceturto jeb tos, kur bija jāpievieno 4 un 12 mL dzelzs jonu standartšķīduma.
3. Šķīdumā I esošo dzelzs jonu koncentrāciju var atrast tieši no kalibrēšanas grafika. Ja ievēro doto matemātisko sakarību, tad koncentrācija šajā šķīdumā ir:

$$[\text{Fe}^{2+}] = \frac{A}{1,1} = \frac{0,220}{1,1} = 0,2 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$$

4. Tā kā šķīduma I pagatavošana ņēma 50 mL ūdens parauga H un to atšķaidīja uz pusi, tad ūdens paraugā dzelzs jonu koncentrācija būs divas reizes lielāka:

$$[\text{Fe}^{2+}]_H = [\text{Fe}^{2+}]_I \frac{V_I}{V_H} = 0,2 \frac{100}{50} = 0,4 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$$

5. Pazemes ūdenī dzelzs atradīsies oksidēšanās pakāpē +2, jo pazemē esošajos dzelzs minerālos dzelzim ir šāda oksidēšanās pakāpe. Virszemes ūdenī gaisa skābekļa klātiemē notiek dzelzs oksidēšanās un tālab dzelzs oksidēšanās pakāpe ir +3.



<b>7. uzdevums</b>	11 punkti	<i>Ausmas pārsteigums</i>
--------------------	-----------	---------------------------

Ausma analizēja kādu baltu karbonātu minerālu. Lai noteiktu minerāla sastāvu, viņa izvēlējās visai netipisku metodi – viņa termiski sadalīja 10,00 g minerāla temperatūrā virs 1000 °C, iegūstot gāzveida produktu **A**. Tā kā gāzes temperatūra bija jau tik augsta, Ausma gāzi **A** karsēja līdz 2200 °C temperatūrai, iegūstot divu gāzu **B** un **C** maisījumu. Šo gāzu maisījumu viņa ievadīja kalorimetrā, kur reakcijas siltumu absorbē 5,00 kg ūdens. Gāzu maisījumu atdzesēja un iniciēja gāzes **B** sadegšanu gāzē **C**. Noteica, ka ūdens temperatūra kalorimetrā pieauga par 1,097 °C. Ir zināms, ka kalorimetra absorbētais siltuma daudzumu aprēķina pēc vienādojuma:

$$Q = c_{\bar{u}} \cdot m_{\bar{u}} \cdot \Delta t,$$

kur  $Q$  ir siltuma daudzums,  $c_{\bar{u}}$  ir ūdens siltumkapacitāte (4,182 J/(g·°C)),  $m_{\bar{u}}$  – ūdens masa gramos, bet  $\Delta t$  – temperatūras izmaiņas. Iegūstot rezultātu Ausma bija ļoti pārsteigta.

1. *Kas ir gāzes A, B un C?*
2. *Aprēķināt reakcijā izdalīto siltuma daudzumu.*
3. *Zinot, ka sadegot vienam molam gāzes B izdalās 283,3 kJ siltuma, nosakiet no minerāla iegūto gāzes A daudzumu!*
4. *Nosakiet minerāla formulu, pieņemot, ka tas ir kāda divvērtīga metāla karbonāts.*
5. *Kādēļ Ausma bija pārliecināta, ka rezultāts nav pareizs? Kāda ir dabā sastopama jūsu atrastā metāla karbonāta ķīmiskā formula un kāds ir tā triviālais nosaukums?*

Lai atrisinātu mistēriju, Ausma steidzās pēc palīdzības pie Nila. Nils ierosināja veikt parauga elementanalīzi. Tājā noskaidrojās, ka paraugs satur četrus ķīmiskos elementus, pie kam abu metālisko elementu daudzumi minerālā ir vienādi. Vēl noskaidrojās, ka abi metāliskie elementi ir IIA grupas elementi.

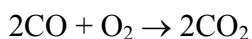
6. *Nosakiet, kādu elementus saturēja paraugs!*
7. *Kā varētu tikt pierakstīta minerāla formula?*

### **Atbildes**

1.  $A = \text{CO}_2$ ,  $B = \text{CO}$ ,  $C = \text{O}_2$
2. Reakcijā izdalīto siltuma daudzumu aprēķina kā:

$$Q = c_{\bar{u}} m_{\bar{u}} \Delta t = 4,182 \cdot 5000 \cdot 1,097 = 22938 \text{ J}$$

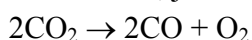
3. Reakcijas vienādojums ir:



Ja sadegot 1 molam izdalās 283,3 kJ liels siltuma daudzums, tad molu skaitu, kas bija sadedzis, nosaka no izdalītā siltuma daudzuma:

$$n = \frac{Q_{\text{izd}}}{Q_{1\text{mol}}} = \frac{22938}{283300} = 0,0810 \text{ mol}$$

Tāds pats ir arī sākotnēji iegūtā  $\text{CO}_2$  daudzums, jo reakcijas vienādojums ir:



4. Ja minerāls ir divvērtīga metāla karbonāts, tad tā daudzums ir vienāds ar sadalīšanā iegūtā CO<sub>2</sub> daudzumu un metāla molmasu mēs varam aprēķināt:

$$n = \frac{m}{A_{Me} + M_{CO_3}}$$

$$A_{Me} = \frac{m - nM_{CO_3}}{n} = \frac{10,0 - 0,0810 \cdot 60}{0,0810} = 63,5 \text{ g/mol}$$

Šāda molmasa atbilst varam, tālab minerāls varētu būt vara karbonāts CuCO<sub>3</sub>.

5. Vara karbonāts ir zaļš, tālab rezultāts nevar būt pareizs. Dabā sastopams ir bāziskais vara karbonāts malahīts CuCO<sub>3</sub>·Cu(OH)<sub>2</sub>.
6. Tātad minerāls satur divus metāliskos elementus vienādā daudzumā. No šādas informācijas varam uzrakstīt šādu vien

$$0,5A_1 + 0,5A_2 = A_{Cu}$$

$$A_1 + A_2 = 127$$

Meklējam atbildi IIA grupā. Izvēloties metālu 1 kā Be, otra metāla atommasa būtu 118g/mol, kas nav derīga atbilde. Izvēloties Mg, iegūstam 103 g/mol, kas mums arī neder. Izvēloties Ca, iegūstam 87, kas atbilst Sr. Tātad minerāls satur **kalciju un stronciju**.

7. Ca<sub>0,5</sub>Sr<sub>0,5</sub>CO<sub>3</sub>

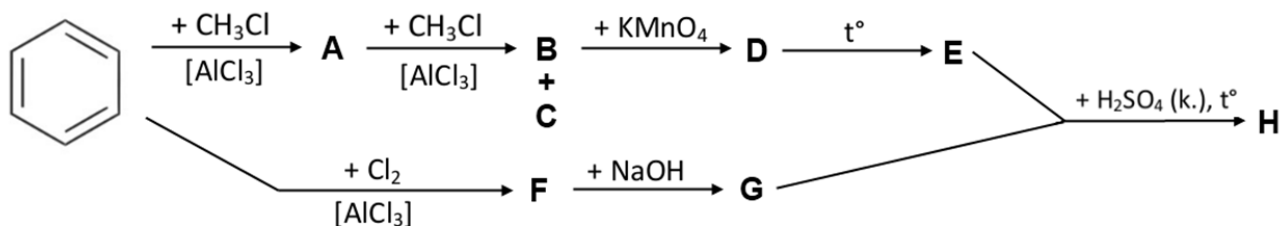
*P.S. Lai gan kalcija un magnija atommasu summa ir gandrīz tikpat, cik uzdevumā iegūtā atbilde 63,5 g/mol, turklāt šis patiešām ir ļoti izplatīts karbonātu minerāls, šī atbilde nav pareiza, jo sadalot 10,0 g dolomīta izdalītos 0,108 mol CO<sub>2</sub>. Uzdevuma autors nebija pamanījis šādu nepareizu risinājuma iespēju, kas visu kārtīgi nepārdomājot varēja šķist pareizā atbilde.*

### 8. uzdevums

12 punkti

Indikatora sintēze

Tev jāveic reakciju virkne pēc dotās shēmas:



Zināms, ka viela **H**, kas jāiegūst šo reakciju rezultātā, ir plaši pazīstama indikatorviela – fenolftaleīns.

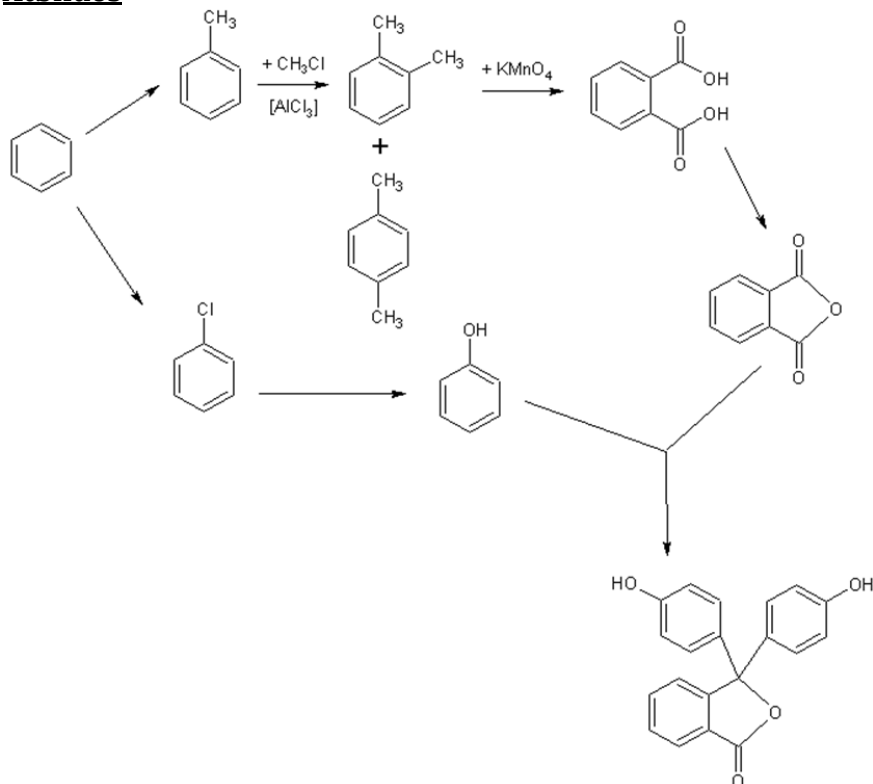
Vielas **B** un **C** ir izomēri, kas rodas reakcijā no vielas **A**, bet reakciju virkne tālāk jāturpina ar vielu **B**, kurā aizvietotāji benzola gredzenā atrodas tuvāk viens otram. Pēdējā reakcija notiek attiecībā 2 : 1 (**2G** + **E**→**H**), turklāt abas vielas **G** molekulas pievienojas pie viena un tā paša oglekļa atoma **E** molekulā.

1. Atšifrē vielas **A** – **H**, uzzīmējot to struktūrformulas un uzrakstot to nosaukumus!

3. Kā triviāli sauc vielas **B** un **C**?

4. Kādā formā pastāv fenolftaleīns ūdens šķīdumā? Uzzīmē atbilstošo struktūrformulu!

**Atbildes**



1. A – metilbenzols, B – 1,2-dimetilbenzols, C – 1,4-dimetilbenzols, D – ftalskābe, E – ftalskābes anhidrīds, F – hlorbenzols, G – fenols, H – fenolftaleīns

2. ksiloli

3. bāziskā vidē fenolftaleīna formula ir šāda:

