



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

Projekta numurs: 8.3.2.1/16/I/002

Nacionāla un starptautiska mēroga pasākumu īstenošana izglītojamo talantu attīstībai

**ĶĪMIJAS 60. VALSTS OLIMPIĀDES OTRĀ POSMA UZDEVUMI 11. KLASEI**

*(Kopā 63 punkti)*

*1. uzdevums. Dzeltenās nogulsnes (Kopā 8 punkti)*

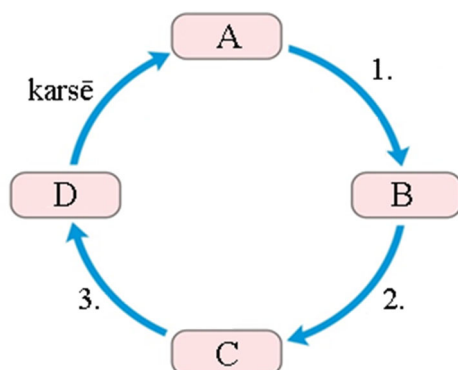
Pēterītim bija 3 mēģenes, katrā no kurām bija vienāds vienādas koncentrācijas bezkrāsaini šķīdumi: **A** šķīdums, **B** šķīdums un **C** šķīdums. Vielas **A**, **B** un **C** ir baltas kristāliskas vielas. Salejot **A** un **B** šķīdumus, izmaiņās nenovēro, savukārt salejot **A** un **C** šķīdumus novēro dzeltenu nogulšņu veidošanos. Dzeltenas nogulsnes veidojas arī salejot **B** un **C** šķīdumus. Pēterītis noteica, ka salejot **B** un **C** maksimālā nogulšņu masa tiek sasniegta, izmantojot **C**:**B** šķīdumu tilpuma attiecību 3:1, savukārt salejot **A** un **C** šķīdumus maksimālā masa tiek sasniegta pie vienādiem tilpumiem. Ņemot 1,00 mL **A** un 1,00 mL **C** šķīduma nogulšņu masa pēc izkarsēšanas 105 °C bija 0,0352 g.

Pēterītis arī noskaidroja, ka **C** šķīdumu salejot ar vārāmās sāls šķīdumu, rodas baltas nogulsnes. Tāpat Pēterītis noteica, ka **A** šķīdums liesmu krāso violetā krāsā, savukārt **B** šķīdums – spilgti dzeltenā, bet **C** šķīdums liesmu neiekrāso. Tāpat Pēterītis noteica, ka **A** šķīdumam ir reducējošas īpašības, savukārt **B** šķīdums ir stipri bāzisks, kamēr **A** šķīdums ir neitrāls.

1. Kādas ir vielu **A**, **B** un **C** ķīmiskās formulas? *(par katru formulu 2 punkti)*
2. Kāda ir šķīdumu koncentrācija (mol/L) mēģenēs? *(2 punkti)*

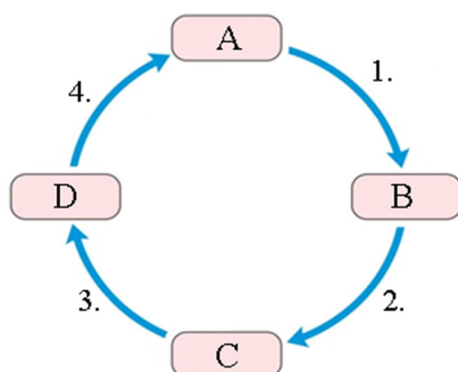
2. uzdevums. **Ciklotrons** (Kopā 15 punkti)

Imantam jau no mazotnes patika cikliskas ķīmiskas pārvērtības. Kādā aukstā ziemas vakarā pie siltas tējas viņš centās tādas sagudrot. Nepagāja ne ilgs laiks, kamēr Imants bija uzrakstījis trīs ķīmisko pārvērtību ciklus. Pamēģini sakārtot ķīmiskās vielas un reģentus Imanta izgudrotajos ciklos. Pirmie divi cikli atbilst šai shēmai:



1. 1. ciklā tev burtiem **A – D** pieejamas šādas vielas:  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  un  $\text{CaCO}_3$ , bet reaģenti:  $\text{CO}_2$ ,  $\text{HCl}$  un  $\text{H}_2\text{O}$ . Karsēšana jāveic vismaz  $850\text{ }^\circ\text{C}$  temperatūrā. (par katru pareizu vielu un reaģentu – 0,5 punkti)
2. 2. ciklā tev burtiem **A – D** pieejamas šādas vielas:  $\text{Na}_2\text{S}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  un  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ , bet reaģenti:  $\text{O}_2$ ,  $\text{NaOH}$  un  $\text{HCl}$ . Karsēšana jāveic  $600\text{--}700\text{ }^\circ\text{C}$  temperatūrā. (par katru pareizu vielu un reaģentu – 0,5 punkti)
3. Kuras no 2. cikla reakcijām vienkārši veikt arī pretējā virzienā? Kāds reaģents vai apstākļi tam jālieto? (2 punkti)

3. cikls dots zemāk, un tam pamatā ir balstīts uz oksidēšanās-reducēšanās reakcijām. Tikai 4. reakcija nav oksidēšanās-reducēšanās reakcija, bet 3. reakcijā kā reakcijas produkts izdalās  $\text{Cl}_2$ .



4. 3. ciklā tev burtiem **A – D** pieejamas šādas vielas:  $\text{MnSO}_4$ ,  $\text{MnCl}_2$ ,  $\text{KMnO}_4$  un  $\text{MnO}_2$ , bet reaģenti:  $\text{HCl}$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_3$  un  $\text{H}_2\text{SO}_4$  un  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ . Zināms, ka  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$  ir spēcīgs oksidētājs. (par katru pareizu vielu un reaģentu – 0,5 punkti)
5. Kāda ir 2. un 3. ķīmiskās reakcijas stehiometrisko koeficientu summa? Padoms: abās reakcijās viens no produktiem vai reaģentiem ir ūdens! (2 punkti)

3. uzdevums. **Dzelzainais ūdens** (Kopā 11 punkti)

Marta bija nolēmusi veikt detalizētu dzelzs jonu satura noteikšanu ūdens paraugā, nosakot gan dzelzs(II), gan dzelzs(III) jonu daudzumu. Sākotnēji Marta **50,0** mL ūdens paraugam pievienoja ~5 mL nātrija hidroģēnkarbonāta šķīdumu, līdz pH bija 4,5. Novēroja sarkanbrūnu nogulšņu veidošanos, kuras nofiltrēja. Pēc filtrēšanas šķīdumu paskābināja līdz pH = 2,0. Visa aprakstītā procesa laikā caur šķīdumu pūta slāpekli.

1. Kāda ir sarkanbrūno nogulšņu ķīmiskā formula? (1 punkts)
2. Kādēļ caur šķīdumu tika pūsts slāpekli? (1 punkts)
  - a. Lai notiktu oksidēšanās
  - b. Lai notiktu reducēšanās
  - c. Lai nogulšņu izgulsnēšanās būtu pilnīgāka
  - d. Tas nenodrošināja nekādu vērā ņemamu efektu

Iegūtajam šķīdumam 100 mL mērkolbā Marta pievienoja 1 mL 1,4 M hidroksilamīna hidroģēnchlorīda (reducētājs) šķīdumu, 10 mL 0,005 M 1,10-fenantrolīna (kompleksa veidotājs) šķīdumu un 8 mL 1,2 M nātrija acetāta (buferšķīdums) un atšķaidīja līdz atzīmei. Iegūtajam šķīdumam mērīja gaismas absorbciju pie 510 nm, nosakot, ka tā ir 0,422.

3. Kādēļ nepieciešama reducētāja pievienošana? (1 punkts)
  - a. Lai novērstu dzelzs (II) oksidēšanos par dzelzs (III)
  - b. Lai novērstu 1,10-fenantrolīna oksidēšanos
  - c. Lai novērstu iegūtā kompleksa oksidēšanos
  - d. Tas nenodrošināja nekādu vērā ņemamu efektu

Marta bija pagatavojusi arī standartšķīdumu, ņemot 0,0498 g dzelzs (II) sulfāta heptahidrāta un izšķīdinot to 100 mL mērkolbā. No šīs mērkolbas ņemot **2,00** mL, tam 100 mL mērkolbā pievienoja 1 mL 1,4 M hidroksilamīna hidroģēnchlorīda šķīdumu, 10 mL 0,005 M 1,10-fenantrolīna šķīdumu un 8 mL 1,2 M nātrija acetāta un atšķaidīja līdz atzīmei. Iegūtajam šķīdumam mērīja gaismas absorbciju pie 510 nm, nosakot, ka tā ir 1,125.

Tad Marta ņēma **10,0** mL oriģinālā neizmainītā ūdens parauga, tam 100 mL mērkolbā pievienoja tos pašus 3 reaģentus un atšķaidīja līdz atzīmei. Iegūtajam šķīdumam mērīja gaismas absorbciju pie 510 nm, nosakot, ka tā ir 0,450.

4. Kāda ir dzelzs (II) jonu masas koncentrācija ūdens paraugā (mg/L)? (5 punkti)
5. Kāda ir kopējā dzelzs jonu un kāda dzelzs (III) jonu masas koncentrācija ūdens paraugā mg/L? (3 punkti)

4. uzdevums. *Neredzamā tinte* (Kopā 15 punkti)

Neredzamās tintes jau izsenis ir tikušas izmantotas slepenai saziņai, un pirmās rakstiskās liecības par šādas saziņas izmantošanu nāk jau no senās Grieķijas, kamēr vēlāk tās lietošana saistāma arī ar, piem., Dž. Vašingtonu Amerikas revolūcijas laikā. Šādai saziņai pamatā ir rakstīšana ar bezkrāsainu ķīmisku vielu vai šķīdumu, ko fizikālā vai ķīmiskā reakcijā jeb t.s. attīstīšanā iespējams padarīt redzamu. Tā 1. pasaules kara laikā lietota citronu sula, ko iespējams attīstīt karsējot, bet 2. pasaules kara laikā fenolftaleīna šķīdums.

1. Kādas vielas šķīdums kalpos kā attīstītājs fenolftaleīna neredzamajai tinteī? (1 punkts)
  - a. NaCl
  - b. NH<sub>3</sub>
  - c. HCl
  - d. AgNO<sub>3</sub>

Kāda cita neredzamās tintes “formula” ir rakstīt ar kāda sāļa **A** šķīdumu, un attīstīšanai izmantot cita sāļa **B** šķīdumu, pēc attīstīšanas uzrakstītajam tekstam iekrāsojoties. Zināms, ka **A** ir termiski nestabils un sadalās par metāla oksīdu **C** un divām gāzveida vielām **D** un **E**, no kurām **D** ir brūngana gāze ar raksturīgu asu smaku. **D** ir attiecīgā metāla oksīds ar stabilāko no 2 izplatītākajām oksidēšanās pakāpēm. Otrs zināmākais šī metāla oksīds ar augstāko iespējamo oksidēšanās pakāpi **F** ir samērā spēcīgs oksidētājs, kas karsējot sadalās par **C** un **E**, un šai procesā cietā produkta masa samazinās par 6,69%, un šai reakcijā pie visām vielām stehiometriskie koeficienti ir 1. Zināms, ka **F** ir amfotērs oksīds, reakcijā ar nātrija hidroksīda šķīdumu veido **G** šķīdumu.

2. Uzrakstiet **A**, kā arī **C** – **G** ķīmiskās formulas. (par katru formulu 1 punkts)
3. Kāda ir **A** sadalīšanās ķīmiskās reakcijas koeficientu summa? (1 punkts)

**B** ir balts kristālisks pulveris, kas ir samērā spēcīgs reducētājs. **B** reakcijā ar koncentrētu sērskābi reakcijas maisījums nokrāsojas tumšā krāsā, virs tā vērojama violetu tvaiku veidošanās (**H**), jūtama indīgas gāzes ar izteikti nepatīkamu smaku izdalīšanās (**I**), šķīdumā veidojas arī sulfāts **J**, kura šķīdums liesmu krāso violetā krāsā. Virs reakcijas maisījuma svina (II) acetāta papīriņš krāsojas melnā krāsā.

4. Uzrakstiet **B**, kā arī **H** – **J** ķīmiskās formulas. (kopā 3,5 punkti)
5. Kāda ir **B** ķīmiskās reakcijas ar konc. sērskābi koeficientu summa? (1 punkts)
6. Kāda viela tiek pierādīta ar svina acetāta papīriņu (uzraksti ķīmisko formulu)? Kāda viela atbild par melnās krāsas parādīšanos (uzraksti ķīmisko formulu)? (kopā 1 punkts)
7. Kāds indikators varētu papildus apstiprināt vielas **H** veidošanos? (0,5 punkti)
  - a. Cietes šķīdums
  - b. Fenolftaleīns
  - c. Metilviolelais
  - d. Sarkanais asinssāls
8. Kāda ir vielas ķīmiskā formula, kas veidojas minētās neredzamās tintes attīstīšanas procesā? (0,5 punkti)
9. Kādēļ šī nebūtu pati piemērotākā neredzamā tinte? (0,5 punkti)
  - a. Tā ir indīga
  - b. Tā ir nedaudz radioaktīva
  - c. Neattīstīta tā var izzust, savienojumam **A** sublimējoties
  - d. Tā ātri izbalēs

5. uzdevums. **Trio** (Kopā 14 punkti)

Ķīmiķis Rūdis ņēma brūnas adatveida kristālus – bināru savienojumu **A** un to karsēja 500 °C, kurā savienojums sadalās par diviem citiem savienojumiem – melnu cietu vielu **B** un gāzveida vielu **C**, kas istabas temperatūrā ir bezkrāsains šķidrums. Gan **B**, gan **C** ir bināri savienojumi, kuros ietilpst tie paši elementi, kas **A**. **A-C** ietilpstošajam metālam **D** ir trīs dažādas secīgas oksidēšanās pakāpes. **A** iegūst, šķīdinot metālu **D** karstā koncentrētā sālsskābē. Savienojumā **B** metāls **D** ir nestabilākajā oksidēšanās pakāpē. Tā **B** reakcijā pat ar atšķaidītu sālsskābi iegūst **A**.

Stabilākā **D** oksidēšanās pakāpe savukārt novērojama savienojumā **C**. **C** reakcijā ar ūdeni pēc nogulšņu izkarsēšanas iegūst baltu bināru savienojumu **E**, kas ļoti plaši tiek izmantots kā pigments. Zināms, ka metāla masas daļa savienojumā **E** ir 59,9%.

1. Uzrakstiet **A – E** ķīmiskās formulas! (par katru formulu 1 punkts)
2. Kāds vēl produkts bez **B** rodas **A** reakcijā ar sālsskābi (uzraksti ķīmisko formulu)?  
Kāda ir koeficientu summa šīs ķīmiskās reakcijas vienādojumā. (kopā 2 punkti)

Rūdis veica **A** karsēšanu 500 °C temperatūrā keramikas tīģelītī, gāzveida produktu **C** aizvadīja un kondensēja kolbā, kurā veica tā reakciju ar ūdeni pilnīgi pārvēršot par **E**, ko pēc izkarsēšanas nosvēra un noteica, ka tā masa ir 2,25 g.

3. Aprēķiniet, kāda ir **A** masa (g), kas karsēšanas procesā pārvērtās. (3 punkti)

Pēc izkarsēšanas tīģelītī palikušo nogulšņu masa bija 6,66 g un metāla masas daļa nogulsnēs bija 35,7 %.

4. Aprēķināt tīģelītī palikušā maisījuma sastāvu masas daļās %. (2 punkti)
5. Kāda bija sākotnējā **A** masa (g), ko Rūdis bija karsējis. (2 punkti)