



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 12. KLASEI

(Kopā 65 punkti)

1. uzdevums. Atšķirīgi līdzīgie (Kopā 9 punkti)

Četri nemetāli **1**, **2**, **3** un **4** reakcijā ar skābekli katrs veido pa oksīdam **1O₁**, **2O₁**, **3O₁** un **4O₁**. Tālākā katra oksīda reakcijā ar skābekli pārākumā veidojas augstākas oksidēšanās pakāpes oksīds **1O₂**, **2O₂**, **3O₂** un **4O₂**. Oksīdi **2O₁** un **2O₂** ir cietas vielas, **1O₂** – viskozs šķidrums, bet pārējie oksīdi ir gāzes. **3O₁** ir ļoti nestabils un skābekļa klātienē ātri pārvēršas par **3O₂**, par ko iespējams pārliecināties pēc krāsas izmaiņām. Augstākās oksidēšanās pakāpes oksīdu reakcijā ar ūdeni veidojas skābes **1A**, **2A**, **3A** un **4A**. Gan paša elementa, gan tā zemākās oksidēšanās pakāpes oksīda reakcijā ar ūdeņradi iespējams iegūt bināru ūdeņradi saturošu savienojumu **1H**, **2H**, **3H** un **4H**.

Skābes **1A**, **2A**, **3A** ir stipras skābes, kamēr **4A** ir vāja skābe, kas tīrā veidā ir tik nestabila, ka bieži tiek uzskatīta par neeksistējošu, lai gan tās sāļi dabā ir ļoti plaši sastopami. Gan **1A**, gan īpaši **3A** ir spēcīgi oksidētāji. Bez **1A**, **2A**, **3A** elementi **1**, **2** un **3** veido arī vismaz vienu citu skābekli saturošu skābi, kamēr **4A** ir vienīgā **4** veidotā neorganiskā skābe. **1H** ir vāja skābe, bet **3H** – vāja bāze, kamēr **2H** un **4H** var uzskatīt par neitrāliem savienojumiem.

1. Kas ir elementi **1**, **2**, **3** un **4**, to oksīdi **1O₁**, **2O₁**, **3O₁**, **4O₁**, **1O₂**, **2O₂**, **3O₂** un **4O₂**, skābes **1A**, **2A**, **3A** un **4A** un savienojumi ar ūdeņradi **1H**, **2H**, **3H** un **4H**? Uzraksti ķīmiskās formulas! *(par katru elementu 0,5 punkti, par katru tā savienojumu 0,25 punkti, kopā 6 punkti)*
2. Vai dabā elementi **1**, **2**, **3** un **4** eksistē vairāku alotropo formu veidā? *(1,5 punkti)*
3. Oksīda **3O₂** reakcijā ar ūdeni bez skābes rodas vēl kāda no uzdevumā nosakāmajām vielām. Uzraksti tās ķīmisko formulu. Kāda ir šīs ķīmiskās reakcijas stehiometrisko koeficientu summa? *(1,5 punkti)*

2. uzdevums. *Šonakt mēs dedzinām spridzinām ... (Kopā 10 punkti)*

Sadedzinot 1,000 g kāda organiska šķidra bināra savienojuma **A** ieguva 0,692 g ūdens un 1,720 L (n.a.) ogļskābās gāzes. Zināms, ka 1,000 g šī savienojuma tvaiku 1,00 L kolbā 25 °C temperatūra rada 23.79 kPa spiedienu.

1. Kāda ir savienojuma **A** empīriskā formula? (2 punkti)
2. Kāda ir savienojuma **A** molmasa? (1 punkts)
3. Kāda ir savienojuma **A** molekulformula? (1 punkts)

Zināms, ka savienojums **A** reaģē ar vienu ekvivalnetu hlora (piem., izmantojot hlorūdeni) bez speciālu reakcijas apstākļu nodrošināšanas, bet alumīnija hlorīda klātienē reaģē ar vēl vienu ekvivalentu hlora.

4. Par kādas funkcionālās grupas klātieni liecina reakcija ar hloru bez speciālu reakcijas apstākļu nodrošināšanas? (1 punkts)
 - a. Alkānu C-C vienkāršās saites
 - b. Alkēnu C=C dubultsaites
 - c. Arēnu benzola gredzena
 - d. Spirtu OH saites
 - e. Hlororganisko savienojumu C-Cl saites
5. Par kādas funkcionālās grupas klātieni liecina reakcija ar hloru alumīnija hlorīda klātienē? (1 punkts)
 - a. Alkānu C-C veinkāršās saites
 - b. Alkēnu C=C dubultsaites
 - c. Arēnu benzola gredzena
 - d. Spirtu OH saites
 - e. Hlororganisko savienojumu C-Cl saites
6. Kāda būs ķīmiskā formula produktam, kas radīsies savienojuma **A** reakcijā ar hloru bez speciālu reakcijas apstākļu nodrošināšanas? Cik izomēru iespējams iegūt? Cik no tiem dominēs (veidosies pamatā)? (1 punkts)
7. Kāda būs ķīmiskā formula produktam, kas radīsies savienojuma **A** reakcijā ar 2 ekvivalentiem hlora, ar otro no kuriem tikai alumīnija hlorīda klātienē? Cik izomēru iegūs? Cik no tiem dominēs (veidosies pamatā)? (1 punkts)
8. Savienojumu **A** izmanto kāda populāra polimēra izgatavošanā. Kura funkcionālā grupa polimerizēsies? (1 punkts)
 - a. Alkānu C-C veinkāršā saite
 - b. Alkēnu C=C dubultsaite
 - c. Arēnu benzola gredzens
 - d. Spirtu OH saite
 - e. Hlororganisko savienojumu C-Cl saite
9. Kāds ir šī polimēra nosaukums? (1 punkts)

3. uzdevums. *Ātrās reaģēšanas vienība* (Kopā 15 punkti)

Saistībā ar gaidāmajām izmaiņām MK noteikumos, arvien aktuālāks kļūst jautājums par dūmu un oglekļa monoksīda gāzes detektoru ierīkošanu dzīvojamajās ēkās. Precīzos un modernos detektoros ir iebūvēts oglekļa monoksīda sensors, kas ar ķīmiskas vai elektroķīmiskas reakcijas palīdzību nosaka oglekļa monoksīda daudzumu. Tomēr vienkāršākajā izpildījumā oglekļa monoksīdu iespējams detektēt arī ar vienreizlietojamu krāsas maiņas detektoru, kas oglekļa monoksīda klātienē neatgriezeniski maina krāsu uz brūngani melnu. Viens no variantiem ir dzeltena dubultsāls (*ar skābes atlikuma jonu ir saistīti divu dažādu metālu joni*) **A** izmantošana, kas reaģējot ar oglekļa monoksīdu attiecībā 1:1 izdala bezkrāsainu gāzi **B**, bezkrāsainu gāzi ar asu smaku **C**, veido metālu **D**, kā arī sāli **E**, kura sastāvā ietilpst metāls **F**.

F hidroksīda reakcijā ar **B** var iegūt sāli **G**, kuru vēsturiski sauca par potašu. Tālāk **G** reakcijā ar **C** iegūst **E**. Abas šīs reakcijas notiek attiecībā 1:1.

1. Kāds ir oglekļa monoksīda triviālais nosaukums un ķīmiskā formula? (1 punkts)
2. Uzraksti gāzu **B** un **C**, metāla **F** un sāļu **E** un **G** ķīmiskās formulas! (par katru formulu 1 punkts)

Dubultsāls **A** sastāvā metālu molārā attiecība ir 2:1, metāla **D** masas daļa ir 30,86% un oksidēšanās pakāpe +2, metāla **F** masas daļa 22,68%, un skābekļa masas daļa ir 27,85%.

3. Kāda ir metāla **D** ķīmiskā formula (2 punkti)
4. Kāda ir **A** ķīmiskā formula? (1 punkts)
5. Kāda ir vienādojuma koeficientu summa **A** reakcijai ar oglekļa monoksīdu? (1 punkts)
6. Kāds reakcijas tips vislabāk raksturo **A** reakciju ar oglekļa monoksīdu? (0,5 punkti)
 - a. Oksidēšanās-reducēšanās vienādojums
 - b. Sadalīšanās reakcija
 - c. Apmaiņas reakcija
 - d. Jonu reakcija
7. Kāda loma reakcijā ir oglekļa monoksīdam? (0,5 punkti)
 - a. Reducētājs
 - b. Pretjons
 - c. Katalizators
 - d. Indikators
8. Kura viela nodrošinās krāsas maiņu uz brūngani melnu? (1 punkts)
 - a. Metāls **D**
 - b. Sāls **E**
 - c. Sāls **E** tālākas ķīmiskās pārvērtības produkti
 - d. Starpprodukts

Zināms, ka modernāki oglekļa monoksīda detektori sāk trauksmes signālu, ja oglekļa monoksīda koncentrācija pat uz īsu brīdi sasniedz 400 ppm jeb miljonās daļas (kas faktiski nozīmē, ka no 1 000 000 atmosfērā esošajām molekulām 400 ir oglekļa monoksīda molekulas).

9. Cik liela ir oglekļa masa (g), kas nepilnīgi jāsadedzina (oglekļa reakcija ar skābekli, veidojot tieši oglekļa monoksīdu) slēgtā 20 m² telpā ar griestu augstumu 2,6 m, lai oglekļa monoksīda koncentrācija sasniegtu 400 ppm. Gāzes daudzuma aprēķinam izmantojiet normālu apstākļu (n.a.) nosacījumu. (3 punkti)

4. uzdevums. **Minerālu ķīmija** (Kopā 17 punkti)

Pirīts FeS_2 ir dabā visizplatītākais sulfīdu minerāls. Tam raksturīgs metālisks spīdums un misiņa dzeltenā nokrāsa, tāpēc dažkārt to sauc par muļķu zeltu.

1. Kāda ir dzelzs un kāda – sēra oksidēšanās pakāpe pirītā? (1 punkts)
2. Balstoties uz analogijas ar skābekļa savienojumiem, pirītu būtu korekti saukt par dzelzs ___? (1 punkts)
 - a. Sulfīdu
 - b. Hiposulfīdu
 - c. Hiposulfītu
 - d. Persulfīdu
 - e. Supersulfīdu

Pirīts patiesībā dažkārt eksistē nestehiometriskā formā, un tā ķīmisko formulu var pierakstīt kā FeS_{2-x} . Papildus tam atradnēs tas var būt kopā ar citiem ķīmiskajiem elementiem, tai skaitā ar niķeli, kas ir niķeļa (II) sulfīda minerāla millerīta formā. Ņēma paraugu, kas satur pirītu FeS_{2-x} un niķeļa (II) sulfīdu, un šo paraugu skābekļa klātienē oksidēja $800\text{ }^\circ\text{C}$ temperatūrā. Cieto reakcijas produktu masa bija 6,873 g. Šķīdinot šos produktus sālsskābē un pievienojot dimetilglioksīma šķīdumu un amonjaku (pH ieregulēšanai) ieguva sarkanās nogulsnes $\text{C}_8\text{H}_{14}\text{N}_4\text{NiO}_4$, kuru masa pēc izžāvēšanas bija 0,7960 g. Oksidēšanā iegūto gāzi savāca un izvadīja caur karstu kalcija hidroksīda šķīdumu, izveidojušās nogulsnes nofiltrēja, izkarsēja un nosvēra, nosakot, ka to masa ir 19,39 g.

3. Kāda bija cieto reakcijas produkti pēc oksidēšanas ķīmiskā formula? (1 punkts)
4. Kāda produkta veidošanās varētu traucēt pareizas $\text{C}_8\text{H}_{14}\text{N}_4\text{NiO}_4$ masas noteikšanu, ja neievēros korektu vides pH? Uzraksti ķīmisko formulu! (1 punkts)
5. Kāda ir Fe/Ni molārā attiecība analizētajā minerāla paraugā? (2 punkti)
6. Kas ir oksidēšanā iegūtā gāze, un kas nogulsnes, kas radās kalcija hidroksīda šķīdumā? Uzraksti ķīmiskās formulas! (1 punkts)
7. Kāda ir x vērtība pirīta formulā FeS_{2-x} ? Uzmanību – x nav koeficients pie S bet tā atšķirība no 2! (3 punkti)
8. Kāda ir niķeļa (II) sulfīda masas daļa % analizētajā paraugā? (1 punkts)

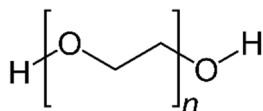
Pirīts šķīst gan sērskābē, gan slāpekļskābē. Katrā no šīm reakcijām izdalās tikai pa vienai gāzveida vielai, kas abas ir gāzes ar raksturīgu asu smaku. No tā var secināt, ka slāpekļskābe pirītā esošo sēru oksidē līdz augstākajai iespējamajai oksidēšanās pakāpe. Katrā no reakcijām oksidēšanās pakāpi maina trīs ķīmiskie elementi. *Izmantojiet stehiometriski ideālo pirīta ķīmisko formulu FeS_2 .*

9. Kurš(-i) ķīmiskais(-ie) elements(-i) ir oksidētājs(-i) un kurš(-i) reducētājs(-i) pirīta reakcijā ar sērskābi? (1 punkts)
10. Uzraksti ķīmisko formulu gāzei, kas izdalās šai reakcijā. Kāds ir stehiometriskais koeficients pie tās ķīmiskās reakcijas vienādojumā? Kāda ir reakcijas stehiometrisko koeficientu summa? (kopā 2 punkti)
11. Kurš(-i) ķīmiskais(-ie) elements(-i) ir oksidētājs(-i) un kurš(-i) reducētājs(-i) pirīta reakcijā ar slāpekļskābi? (1 punkts)
12. Uzraksti ķīmisko formulu gāzei, kas izdalās šai reakcijā. Kāds ir stehiometriskais koeficients pie tās ķīmiskās reakcijas vienādojumā? Kāda ir reakcijas stehiometrisko koeficientu summa? (kopā 2 punkti)

5. uzdevums. **Polimēra molekulārās masas noteikšana** (Kopā 14 punkti)

Polimēra molekulārā masa ir lielums, kas būtiski izmaina polimēra fizikālās īpašības un līdz ar to ir nozīmīgs polimēra raksturlielums. Ir vairākas metodes, kā to noteikt, sākot ar tradicionālām analīzes metodēm, kas dos vienu vidējo molekulārās masas vērtību, un beidzot ar analīzes metodēm, kur iespējams detalizētāk noteikt, kāda ir paraugā esošā polimēra molekulārā masa un vai tai ir viena vērtība.

Polietilēnglikols (PEG) ir poliēteris, kam ir plašs pielietojums dažādās nozarēs no ķīmiskās rūpniecības līdz pat medicīnai. Tas ir vienkāršākā divvērtīgā spirta – etilēnglikola polimērs, kas šķīst dažādos šķīdinātājos, to skaitā ūdenī, un kura formula dota attēlā.



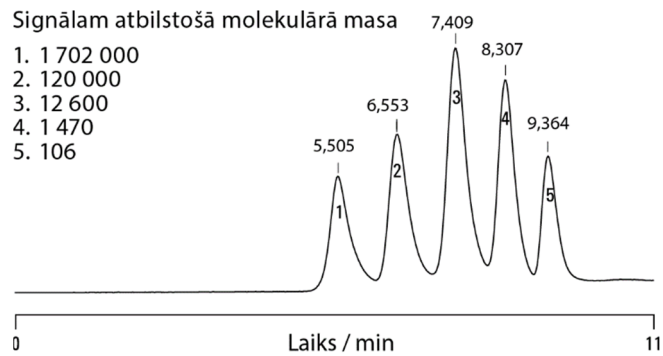
Aldis un Krišjānis nolēma noteikt šī polimēra molekulāro masu. Aldis piedāvāja izmantot tradicionālo ķīmisko analīzi, sākotnēji oksidējot polimēra gala grupas un tad, titrējot ar nātrija hidroksīdu, noteikt tā molmasu. Šim nolūkam viņš pagatavoja ļoti koncentrētu PEG šķīdumu, ņemot 1,000 g parauga un izšķīdinot to 2 mL ūdens. Šo paraugu viņš indikatora klātienē titrēja ar 0,1000 M nātrija hidroksīda šķīdumu, patērējot 1,67 mL titranta.

1. Kādu oksidētāju vajadzētu izvēlēties Aldim? (1 punkts)
 - a. KMnO_4 šķīdumu
 - b. Ozonu
 - c. Peroksietikskābi
 - d. Koncentrētu HNO_3 šķīdumu
2. Kādu indikatoru vajadzētu izvēlēties Aldim? (1 punkts)
 - a. Fenolftaleīnu
 - b. Universālindikatoru
 - c. Metiloranžu
 - d. Metilēnzilo
3. Aprēķināt PEG molekulo masu (g/mol)! (2 punkti)

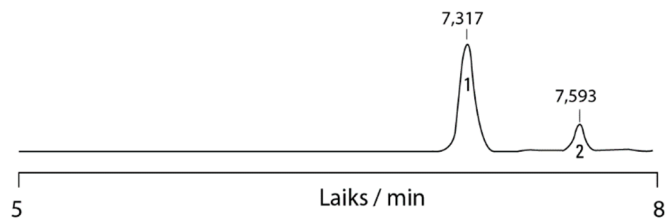
Metode nav īpaši laba, jo nepieciešama liela parauga masa, molekulārās masas noteikšanas precizitāte samazinās ar nosakāmā lieluma pieaugumu, kā arī rezultātu būtiski ietekmēs monomēru (un citu piemaisījumu) piejaukumi.

4. Kāds būs titrēšanā patērētā nātrija hidroksīda tilpums (mL), ja paraugs saturēs 0,1 % (masas daļa procentos) monomēra. *Pieņemiet, ka atlikušā polimēra masa ir tāda, kā noteicāt 2. punktā!* (2 punkti)
5. Kāda polimēra molekulārā masa (g/mol) tiktu noteikta, izmantojot šādu tilpumu (un nezinot par to, ka paraugs nav tīrs). (1 punkts)

Krišjānis nolēma lietot mūsdienīgāku un precīzāku metodi – gēla caurlaidības hromatogrāfiju (GPC), kur izdalīšanās laiks (min) hromatogrāfiskajā kolonnā ir lineāri saistīts ar molekulāras masas decimālogaritmu. Šai metodē sākotnēji veic standarta analīzi, kurā ietilpst vairāki paraugi ar zināmu molekulāro masu, un tad veic pētāmā parauga analīzi. Analizēja 5 standartu maisījumu ar dažādu molekulāro masu. Ieguva zemāk doto hromatogrammu, kurā parādīta katram signālam atbilstošā molekulārā masa (kreisajā malā) un izdalīšanās laiks (virs signāla).



Par pārsteigumu abiem jaunajiem ķīmiķiem parauga hromatogrammā, kas dota zemāk, parādījās 2 signāli, pie kam 1. laukums bija 4,3 reizes lielāks nekā 2. laukums (laukums ir proporcionāls izdalītā savienojuma molu daudzumam).



6. Uz ko norāda 2 signālu parādīšanās? (1 punkts)
 - a. Metodes neprecizitāte
 - b. Paraugs ir maisījums no 2 vielām ar atšķirīgu molekulāro masu
 - c. Paraugs ir daudz vielu maisījums un par tā molekulāro masu nav jēgas runāt
 - d. Paraugs kolonnā sadalījās
 - e. Izmantots nepareizais šķīdinātājs
7. Katram signālam aprēķiniet atbilstošo molekulāro masu (g/mol)? (4 punkti)
8. Kāda ir analizētā PEG vidējā svērtā molekulārā masa (g/mol)? (1 punkts)
9. Vai, balstoties uz Krišjāņa rezultātiem, var uzskatīt, ka Alda veiktajā analīzē iegūts metodes iespēju robežās pareizs rezultāts. (1 punkts)
 - a. Jā, jo Alda rezultāts būtiski neatšķiras no PEG vidējās molekulārās masas.
 - b. Nē, jo Alda rezultāts nesakrīt ar PEG vidējo molekulāro masu.
 - c. Nē, jo Alda analīzē iegūta tikai viena vērtība, kamēr Krišjāņa analīzē divas.
 - d. Jā, jo Alda rezultāts būtiski neatšķiras no lielākajam signālam noteiktās molekulārās masas.
 - e. Jā, jo titrēšana pēc būtības ir augstas precizitātes analītiskā metode.