



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 63. VALSTS OLIMPIĀDES OTRĀ POSMA UZDEVUMI 11. KLASEI

(Kopā 69 punkti)

1. uzdevums. Nemetālu sajaukums (Kopā 15 punkti)

Skolnieks Pēteris mācījās par dažādiem nemetāliem, un viņam vienmēr patika teorētiskās zināšanas papildināt ar eksperimentu veikšanu. Tā notika arī šoreiz, kad viņš apguva nemetālu **A**, **B** un **C** īpašības. Viņš novēroja, ka gan **A**, gan **B**, gan **C** katrs veido divus oksīdus ar dažādām oksidēšanās pakāpēm. **A** sadedzinot ierobežotā daudzumā skābekļa, veidojas toksiska gāze **D**, savukārt skābekļa pārākumā – gāze **E**. Laižot **D** caur pārākumā ņemtu kalcija hidroksīda šķīdumu, veidojas nogulsnes **F**. **B** sadedzinot skābeklī veidojas indīga gāze **G**, kas parastos apstākļos ar skābekli faktiski vairs nereaģē. Tomēr augstā temperatūrā katalizatora klātienē **G** reaģē ar skābekli, veidojot viskozu šķīdumu **H**. Savukārt laižot **G** caur pārākumā ņemtu kalcija hidroksīda šķīdumu, veidojas nogulsnes **I**. **C** sadedzinot skābeklī veidojas balta cieta viela **J**. Ja šo reakciju veic ierobežotā skābekļa daudzumā, iespējams iegūt citu baltu cietu viegli kūstošu vielu **K**. Arī **J** reaģē ar kalcija hidroksīda šķīdumu, veidot nogulsnes **L**.

1) Uzraksti vielu **A** – **L** ķīmiskās formulas! (10 punkti)

Savā pirmajā eksperimentā Pēteris ņēma 10,0 g nemetālu **A** un **B** maisījumu. Viņš tos sadedzināja skābekļa pārākumā, iegūto gāzi ievadīja pārākumā ņemtā kalcija hidroksīda šķīdumā un pēc filtrēšanas un žāvēšanas ieguva 46,65 g nogulšņu.

2) Nosaki **A** masas daļu (%) šajā maisījumā. (2 punkti)

Savā otrajā eksperimentā Pēteris ņēma 15,0 g nemetālu **A**, **B** un **C** maisījumu. Viņš tos sadedzināja skābekļa pārākumā. Pēc reakcijas cieto vielu masa samazinājās līdz 13,75 g, kamēr iegūto gāzi ievadīja pārākumā ņemtā kalcija hidroksīda šķīdumā un pēc filtrēšanas un žāvēšanas ieguva 61,25 g nogulšņu.

3) Nosaki **A** – **C** masas daļu (%) šajā maisījumā. (3 punkti)

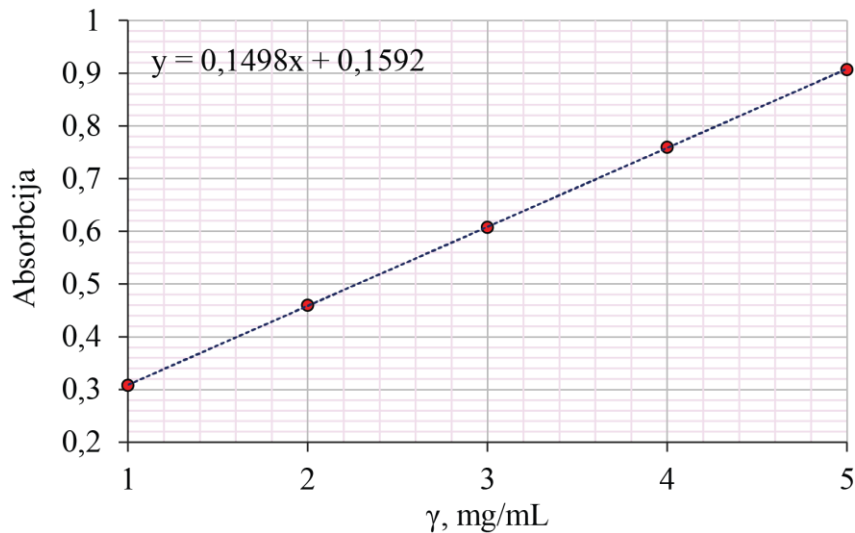
2. uzdevums. **Sāls medības** (Kopā 9 punkti)

Laboratorijā bija nepieciešams noteikt jūras ūdenī izšķīdušo jonu daudzumu. Zināms, ka jūras ūdens ir sāļš, un tuvināti varam teikt, ka tas ir tādēļ, ka tajā izšķīdis nātrijs hlorīds. Šī iemesla dēļ laboratorijas vadītājs uzteicēja diviem laborantiem Elzai un Anetei noteikt nātrijs jonu un hlorīdu daudzumu Baltijas jūras ūdens paraugā, kura blīvums bija 1,02 g/mL. Zināms, ka sālsūdens paraugu sastāva uzdošanai bieži izmanto promiles (‰) – sastāvdaļas masu (g) uz 1 kg ūdens.

Elzai, kurai bija jānosaka hlorīdu saturs, izvēlējās to veikt, titrējot pēc Mora metodes. Šajā metodē paraugu titrē ar sudraba (I) nitrāta šķīdumu indikatora kālija hromāta klātienē līdz nogulsnēm parādās neizzūdoša sarkanbrūna krāsa. Viņa ņēma 10,0 mL ūdens paraugu un titrēja to ar 0,100 mol/L sudraba (I) nitrāta šķīdumu kālija hromāta klātienē, un novēroja, ka nogulsnēm neizzūdoša sarkanbrūna krāsa parādās, kad pievienoti 15,40 mL titranta.

- 1) Kāds savienojums veidojas titrēšanas reakcijā, un kāds nosaka nogulšņu sarkanbrūno krāsu pēc titrēšanas stehiometriskā punkta sasniegšanas? (1,5 punkti)
- 2) Aprēķini hlorīdu molāro koncentrāciju (mol/L) šajā ūdens paraugā! (1 punkts)
- 3) Aprēķini hlora masu (g) šajā ūdens paraugā! (1 punkts)
- 4) Aprēķini hlorīdu saturu ūdens paraugā promilēs (‰)! (1 punkts)

Anetei savukārt bija jānosaka nātrijs jonu saturs. Viņa izvēlējās to paveikt ar atomu absorbcijas spektrometrijas metodi. Šim nolūkam viņa sākotnēji pagatavoja standartšķīdumus, kuros nātrijs jonu masa bija 1,00, 2,00, 3,00, 4,00 un 5,00 mg/mL un pēc šķīdumu ievadīšanas absorbcionetrā mērija absorbciju pie 590 nm, iegūstot, ka tā ir 0,308, 0,460, 0,608, 0,760 un 0,907 attiecīgi. Iegūtais kalibrēšanas grafiks dots arī attēlā.



Tad viņa paņēma 25,0 mL ūdens parauga, pārnesa to 50,0 mL mērkolbā un šķīdumu atšķaidīja līdz atzīmei. Tad iegūto šķīdumu ievadīja absorbcionetrā un mērija absorbciju pie 590 nm, iegūstot, ka tā ir 0,400.

- 5) Kāda ir nātrijs jonu masas koncentrācija (mg/mL) šķīdumam, kuram veica absorbcijas mērījumu? (1 punkts)
- 6) Kāda ir nātrijs jonu masas koncentrācija (mg/mL) jūras ūdens paraugā? (0,5 punkti)
- 7) Kāds ir nātrijs saturs jūras ūdens paraugā promilēs (‰)? (1 punkts)

- 8) Pārbaudi, vai Na un Cl daudzums jūras ūdens paraugā atbilst stehiometrijai, kas būtu nātrija hlorīdā? *Izvēlies korekto vai visus korektos apgalvojumus!* (2 punkti)
- Jā, tas pilnībā atbilst nātrija hlorīda stehiometrijai
 - Nē, jo jūras ūdenī bez hlorīdiem ir arī citi anjoni
 - Nē, jo jūras ūdenī bez nātrija joniem ir arī citi katjoni
 - Nē, jo veiktajai hlorīdu noteikšanai traucēja bromīdi, kas arī ir jūras ūdenī
 - Nē, jo veiktajai nātrija jonu noteikšanai traucēja magnija un kālija joni, kas arī ir jūras ūdenī

3. uzdevums. *Nešķīstoši šķīstošais metāls* (Kopā 13 punkti)

Zināms, ka neaktīvus metālus neoksidējošu skābju ūdens šķīdumos izšķīdināt nevar. Tomēr ir iespējams šo faktu apiet...

Kādam neaktīva metāla **A** pulverim pievienoja koncentrētu sālsskābi. Nekādas reakcijas pazīmes netika novērotas, bet tika iegūta suspensija. Šim maisījumam tika pievienots arī koncentrēts ūdeņraža peroksīds un pēc kāda laika tika iegūts zaļganais šķīdums, kurš saturēja metāla sāli **B**. Pēc reakcijas beigām pāri palikušais metāls tika nofiltrēts un filtrāts ietvaicēts līdz sausam. Iegūtie kristāli tika izšķīdināti koncentrētā sālsskābē, iegūstot intensīvi zaļu šķīdumu, kurš saturēja kādu komplekso savienojumu **C**. Par kompleksu zināms, ka tas noārdās bāziskā vidē, veidojot nešķīstošu savienojumu **D**, kurā metāla masas daļa ir 65,13%. Tālāk, lai iegūtu kādu citu kompleksu savienojumu ar **A** kā kompleksveidotāju, viela **D** tika izšķīdināta atšķaidītā sērskābē, iegūstot zilu savienojumu **E**. Iegūtās vielas šķīdumam pa pilienam pievienojot koncentrētu amonjaka ūdens šķīdumu sākotnēji tika iegūtas nogulsnes **D**, kuras, amonjaka pievienošanu turpinot, izšķīda, veidojot tumši zilu savienojumu **F**.

1. Atšifrē vielas **A** - **F**, uzraksti to ķīmiskās formulas! (8 punkti)
2. Uzraksti saīsināto jonu vienādojumu reakcijai, kurā kompleksais savienojums **C** sadalās bāziskā vidē! (2 punkti)
3. Uzraksti **C** anjona un **F** katjona nosaukumus pēc IUPAC nomenklatūras! (2 punkti)
4. Kā mainīsies krāsa šķīdumam, kurā tikko iegūtam kompleksam **C** pievienos dejonizētu ūdeni pārākumā? (1 punkts)
 - a. No zilās uz zaļu
 - b. No zaļās uz zilu
 - c. No zaļās uz dzeltenu
 - d. No dzeltenas uz zaļu
 - e. No zaļās uz rozā
 - f. No zaļās uz violetu
 - g. Nemainīsies

4. uzdevums. *Viltus ziņas* (Kopā 13 punkti)

Profesors Oliņš bija panākumiem bagāts ķīmiķis un savas dienas pavadīja veicot dažādus eksperimentus. Kādā dienā viņš kolēģiem pēkšņi paziņoja, ka ir atklājis jaunu metālu. Viņš bija apstrādājis kādu ārzemju ceļojuma laikā atrastu iezī ar stipri skābu šķīdumu, iegūtajam šķīdumam pievienojis sārma šķīdumu un ieguvis nogulsnes, ko viņš bija karsējis slāpekļa atmosfērā, iegūstot melnu oksīdu **A**. Šajā oksīdā skābekļa masas daļa ir 27,64%. Oliņš bija veicis papildus eksperimentus, un pēc paviršas datu apstrādes noteicis, ka metāla : skābekļa molārā attiecība ir 1:1. Jaunieģūto elementu Oliņš nosauca par Olīniju par godu savai sievai Līnai, un apzīmēja kā **Ol**.

1. Aprēķini Olīnija molmasu (g/mol)! (2 punkti)

Oliņš par savu atklājumu pastāstīja gan savam kolēģim profesoram Ezeriņam, gan ar ziņām dalījās sociālajos tīklos. Ezeriņš gan bija ļoti skeptisks par Oliņa atklājumu un pa kluso nočiepa oksīdu **A**, un izšķīdināja to atšķaidītā sālsskābē. Daļai no šķīduma Ezeriņš pievienoja kālija jodīda šķīdumu un novēroja tumšu nogulšņu **B** parādīšanos, kas ir šķīstošas organisko šķīdinātājos. Pēc nogulšņu atdalīšanas Ezeriņš šķīdumam pievienoja kālija hidroksīdu, iegūstot zaļganus nogulsnes **C**. Ezeriņš tās nofiltrēja un izkarsēja slāpekļa atmosfērā, iegūstot oksīdu **D**. Viņš noteica, ka skābekļa masas daļa šajā oksīdā ir 22,27%. Kamēr Ezeriņš veica šos eksperimentus, gaisā atstātā šķīduma puse, ko ieguva, izšķīdinot **A**, bija nomainījusi krāsu, un tā saturēja tikai **E** šķīdumu. Šim šķīdumam pievienojot kālija hidroksīdu, ieguva sarkanbrūnas nogulsnes **F**. Šīs nogulsnes nofiltrēja un izkarsēja, iegūstot oksīdu **G**.

2. Vai Oliņš bija ieguvis jaunu elementu? Uzraksti ķīmisko formulu metālam, kura savienojumu pārvērtības aprakstītas tekstā! (2 punkti)
3. Uzraksti vielu **A** – **G** ķīmiskās formulas! (7 punkti)
4. Kāda ir koeficientu summa ķīmiskajām reakcijām, kuras notika, kad: (2 punkti)
- oksīdu **A** šķīdināja atšķaidītā sālsskābē,
 - iegūtajam šķīdumam pievienoja kālija jodīdu, iegūstot **B**.

5. uzdevums. **Kurš nokrāsoja varavīksni?** (Kopā 19 punkti)

Mazais Jānītis vēlējās pagatavot savienojumus visās varavīksnes krāsās. Lai pagatavotu **SARKANS**, Mazais Jānītis paņēma metāla **X** pulveri un to maisīja ar bromu, iegūtā savienojuma masa bija 5,293 reizes lielāka par sākotnējā metāla **X** masu. Zināms arī, ka **SARKANS** gaisā ar laiku var palikt sarkanāks, kā arī tas ļoti labi šķīst ūdenī.

1. Nosaki savienojuma **SARKANS** ķīmisko formulu! (2 punkti)
2. Uzraksti broma reakcijas ar metālu **X** vienādojuma koeficientu summu! (1 punkts)

Kā savienojumu **ORANŽS** Jānītis nolēma izmantot kālija dihromātu. Diemžēl atrastais kālija dihromāta šķīdums nebija augstākās tīrības, tādēļ Mazais Jānītis nolēma to titrēt ar zināmas koncentrācijas Mora sāls ((NH₄)₂Fe(SO₄)₂·6 H₂O) šķīdumu.

Jānītis pārnesa 0,793 gramus kālija dihromāta 50 ml mērkolbā, izšķīdināja to destilētā ūdenī un atšķaidīja līdz atzīmei. Iegūto kālija dihromāta šķīdumu viņš ielēja bīretē.

Jānītis iesvēra zināmu daudzumu Mora sāli, pārnesa to 250 mL mērkolbā, atšķaidīja līdz atzīmei ar destilētu ūdeni, tad ar mērpipeti viņš pārnesa 50,00 ml iegūtā 0,0600 M Fe²⁺ šķīduma Erlenmeijera kolbā, pievienoja 25 ml 1 M sērskābes šķīduma un indikatoru (nātrija difenilamīna sulfonāta šķīdumu) un maisījumu titrēja ar kālija dihromāta šķīdumu, procedūru atkārtot trīs reizes. Vidēji titrēšanā viņš patērēja 11,80 ml kālija dihromāta šķīduma.

3. Kādu masu Mora sāls Jānītis iesvēra, lai pagatavotu šķīdumu 250 mL mērkolbā? (2 punkti)
4. Kāda būs koeficientu summa titrēšanas reakcijas jonu vienādojumā? (2 punkti)
5. Aprēķini, kāda bija titrēšanā izmantotā kālija dihromāta koncentrācija (mol/L)! (1 punkts)
6. Aprēķini, kāda ir noteiktā kālija dihromāta tīrība (%)? (2 punkti)

Pēc titrēšanas reakcijas tika iegūts **VIOLETS** dzelzs savienojums.

7. Uzraksti šī savienojuma ķīmisko formulu! (2 punkti)

Lai iegūtu savienojumu **DZELTENS**, Mazais Jānītis ņēma metāla **D** pulveri un to maisīja ar bromu, iegūstot savienojumu **DZELTENS**, kura masa bija 3,72 reizes lielāka par sākotnējā metāla **D** masu. Mazais Jānītis, apmierināts ar reakcijas norisi, priecīgs devās mājās, tomēr nākamajā dienā vietā, kurā bija jābūt savienojumam **DZELTENS**, atradās savienojums **GAIŠI ZILS**, kura masa bija 5,56 reizes lielāka par sākotnējā metāla **D** masu. Karsējot savienojumu **GAIŠI ZILS**, Mazais Jānītis atguva savienojumu **DZELTENS**.

8. Uzraksti metāla **D**, savienojuma **DZELTENS** un savienojuma **GAIŠI ZILS** ķīmiskās formulas! (3 punkti)

Mazā Lienīte sūrojās, ka pēc iepriekš minētā eksperimenta nav iespējams pateikt, ka savienojumi **DZELTENS** un **GAIŠI ZILS** satur metālu **D**, jo tā molmasa ir tuva citam metālam (apzīmēsim to ar **Z**), Mazais Jānītis apgalvoja, ka īstenībā alternatīvajam metālam raksturīgie savienojumi būtu citās krāsās.

9. Uzraksti metāla **Z** ķīmisko formulu un to, kādā krāsā būtu savienojumi **DZELTENS** un **GAIŠI ZILS**, ja metāla **D** vietā būtu metāls **Z**? *Krāsu izvēlies no šādām: sarkans, oranžs, dzeltens, zaļš, gaiši zils, tumši zils, violets, balts, melns, pelēks.* (2 punkti)
10. Ja savienojumu **DZELTENS** vai **GAIŠI ZILS** šķīdumiem pievieno hidroksīdu, var iegūt nešķīstošas nogulsnes **ZAIŠ**. Uzraksti šo nogulšņu ķīmisko formulu! (1 punkts)

11. Lai iegūtu savienojumu **TUMŠI ZILS**, Mazais Jānītis savienojumam **SARKANS** pievienoja savienojumu $K_4[Fe(CN)_6]$. Šādi iegūts savienojums **TUMŠI ZILS** ir koloīdāls šķīdums. Kas ir koloīdālie šķīdumi? (1 punkts)

- a. Sīki sasmalcināta viela, kura izklīdināta dispersijas vidē.
- b. Dispersās sistēmas, kurās daļiņu izmērs ir no 100 nm līdz 1 nm.
- c. Rupji dispersās sistēmas, kurās daļiņu izmērs ir lielāks par 100 nm.
- d. Dispersās sistēmas, kurās ir atsevišķi izkliedētas molekulas un joni, kuru izmērs ir mazāks par 1 nm.
- e. Šķīdumi, kuru viskozitāte mainās atkarībā no šķīduma stāvokļa un kustības rakstura.