



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 61. VALSTS OLIMPIĀDES OTRĀ POSMA UZDEVUMI 11. KLASEI

(Kopā 66 punkti)

1. uzdevums. Dzelzs oksidēšana (Kopā 10 punkti)

Regnārs ņēma 1,00 g maisījuma, kas sastāv no 2 dzelzs oksīdiem **A** un **B**, katrā no kuriem metālam ir viena no tā stabilajām oksidēšanās pakāpēm. Maisījumam Regnārs pievienoja 0,500 M sālsskābi viegli sildot bezskābekļa vidē un novēroja, ka pilnīgai maisījuma izšķīdināšanai nepieciešami 60,0 mL šādas sālsskābes.

1. Uzraksti oksīdu **A** un **B** ķīmiskās formulas, ja zināms, ka metāla masas daļa oksīdā **A** ir lielāka nekā oksīdā **B**! *(par katru formulu 0,5 punkti)*
2. Uzraksti ķīmisko formulu trešajam stabilajam dzelzs oksīdam! *(1 punkts)*
3. Aprēķini oksīda **A** masas daļu (%) šajā maisījumā! *(4 punkti)*

Iegūto dzelzs hlorīdu šķīdumu Regnārs uzmanīgi sildīja, tam cauri burbuļojot gaisu. Šajā procesā Regnārs novēroja šķīduma krāsas maiņu no zaļganas uz dzeltenīgu.

4. Aprēķini skābekļa tilpumu (L, n.a.) un masu (g), kas tiks patērēts ķīmiskajā reakcijā! *(2 punkti)*

Zināms, ka skābekļa šķīdība ūdenī (pie atmosfēras gaisa sastāva) ir 8,0 mg/L.

5. Cik reizi Regnāram būtu jāpiesātina 60,0 mL reakcijas maisījums ar skābekli, ja reakciju varētu sadalīt soļos: a) piesātināta skābekļa šķīduma iegūšana un b) ķīmiskā reakcija līdz skābekļa šķīdumā vairs nav? *Pieņem, ka šķīduma tilpums nemainās un skābekļa šķīdība aplūkotajā šķīdumā ir tāda pati kā tīrā ūdenī. (2 punkti)*

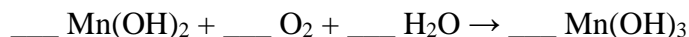
2. uzdevums. **Levelc elpu** (Kopā 11 punkti)

Dzīvība ūdenī var pastāvēt tikai tadēļ, ka ūdenī nedaudz šķīst skābeklis. Ūdens, kurā nav skābekļa, ar laiku kļūst toksisks dažādu organisku savienojumu dēļ, kuri galvenokārt rodas dzīvu būtņu sadalīšanās rezultātā. Upēs un ezeros ir svarīgi kontrolēt izšķīdušā skābekļa koncentrāciju (ISK); ja tā nokrīt zem 5 mg/L, lielākā daļa zivju sugu vairs nevar izdzīvot.

Viena no precīzākajām metodēm ISK noteikšanai ūdenī ir Vinklera metode. Ūdenī izšķīdušais skābeklis bāziskā vidē strauji oksidē Mn^{2+} jonus uz Mn^{3+} , veidojot gaiši brūnas nogulsnes - mangāna (III) hidroksīdu (Reakcija Nr1), tālab šajā metodē upes ūdens paraugs tiek sakratīts ar pārākumā esošu bāzisku Mn^{2+} šķīdumu un izveidojušās gaiši brūnās nogulsnes apstrādā ar kālija jodīda pārākumu, reakcijā iegūstot jodu (Reakcija Nr2). Joda daudzumu nosaka, to titrējot ar zināmas koncentrācijas nātrija tiosulfāta $Na_2S_2O_3$ šķīdumu.

1. Kādos apstākļos skābekļa šķīdība ūdenī būs visaugstākā? (1 punkts)
 - a) Zema temperatūra un zems atmosfēras spiediens
 - b) Augsta temperatūra un zems atmosfēras spiediens
 - c) Zema temperatūra un augsts atmosfēras spiediens
 - d) Augsta temperatūra un augsts atmosfēras spiediens
2. Izliec mazākos veselos koeficientus Reakcijai Nr1 un Nr2 (ieraksti "I", ja nepieciešams). (4 punkti)

Nr1



Nr2



Titrešanā notiekošā reakcija ir $2 Na_2S_2O_3 + I_2 \rightarrow Na_2S_4O_6 + 2 NaI$

3. Kādu indikatoru jāizmanto titrēšanā? (1 punkts)
 - a) Universālindikatoru
 - b) Fenolftaleīnu
 - c) Metiloranžu
 - d) Cietes šķīdumu ūdenī

20,0 mL upes ūdens parauga apstrādāja pēc Vinklera metodes un titrēšanā bija nepieciešami 18,80 mL 0,00105 M nātrija tiosulfāta šķīduma.

4. Aprēķini ISK ūdenī mg/L. (3 punkti)

Zināms, ka metodei traucē ūdenī esošie joni **R**, jo arī tie jodīdjonus var oksidēt par jodu. Šādā reakcijā veidojas bezkrāsaina gāze **T**, kura saskarē ar gaisu momentāni nokrāsojas brūna un šķīdumu padara skābu.

5. Kas ir gāze **T**? (1 punkts)
6. Kas ir joni **R**? (1 punkts)

3. uzdevums. **Krāsainie metāli** (Kopā 14 punkti)

Starp visiem gaisā stabiliem metāliem tikai diviem krāsa nav sudrabota, jo tie absorbē zilo un violeto gaismu. Abi šie ir neaktīvie metāli, kas dabā sastopami brīvā metāliskā formā.

1. Nosauciet abus metālus, zinot, ka **A** kārtas skaitlis ir zemāks nekā **B**! (1 punkts)
2. Atzīmējiet nozares, kurās mūsdienās plaši izmanto metālus **A** un **B**! (1,5 punkti)
 - a. Rotas lietu ražošanā
 - b. Elektrotehnikā
 - c. Melnajā metalurģijā
 - d. Lidmašīnu un kosmosa kuģu korpusu būvniecībā
 - e. Pretkorozijas pārklājumos

Metālu **B** ir grūti izšķīdināt, tāpēc tā šķīdināšanā izmanto speciālu skābju maisījumu, kurā ietilpst divas stipras skābes **E** un **F** attiecībā 1:3 un kuram ir savs specifisks nosaukums. **F** ir kādas gāzveida vielas ūdens šķīdums. Šis maisījums tikko pagatavots ir bezkrāsains, bet pēc dažām minūtēm tas kļūst dzeltenbrūns.

3. Kā sauc šo skābju maisījumu? (1 punkts)
4. Uzraksti **E** un **F** ķīmiskās formulas? (2 punkti)
5. Uzraksti ķīmisko formulu vielai, kas nosaka maisījuma krāsas maiņu! (1 punkts)
6. Kādēļ šis maisījums ir spējīgs izšķīdināt metālu **B**? (1 punkts)
 - a. Abas skābes viena otras klātienē kļūst spēcīgākas
 - b. Maisījumā viena skābe darbojas kā spēcīgs oksidētājs, kamēr otra nodrošina **B** jonu kompleksēšanu
 - c. Abu skābju reakcijā rodas cita vēl spēcīgāka skābe
 - d. Joprojām nav izskaidrots, kādēļ tieši šāds maisījums ir spējīgs izšķīdināt **B**.

Metāls **A** 300 °C reaģē ar gaisa skābekli, veidojot melnu savienojumu **C**. Temperatūru paaugstinot virs 1000 °C, rodas sarkana viela **D**, kurā metālam ir izmainīta oksidēšanās pakāpe.

7. Uzraksti **C** un **D** ķīmiskās formulas! (1,5 punkti)

Karsējot **C** notika tā daļēja pārvērtība par **D**. Pēc reakcijas metāla masas daļa paraugā bija 85,0%.

8. Aprēķini maisījuma sastāvu masas daļās un realizētās ķīmiskās reakcijas iznākumu (% no teorētiskā)! (5 punkti)

4. uzdevums. **Igora pigori** (Kopā 15 punkti)

Igors bija nolēmis iegūt cinka oksīdu, izmantojot cinka reakciju ar skābekli. Skābekli Igors ieguva, uz kāda bināra savienojuma **A** pilinot cita bināra savienojuma **B** šķīdumu. Iegūto gāzi Igors ar caurulītes palīdzību ievadīja traukā, kurā tika karsēts sīkdisperss cinka pulveris. Tomēr cerētā oksīda vietā Igors ieguva kādu citu cinka savienojumu **C**. Lai gan **C** izkarsējot bija iespējams iegūt cinka oksīdu un **D**, Igors nolēma atbrīvoties no šīs problēmas, attīrot iegūto skābekli, lai novērstu **C** veidošanos. Šim nolūkam viņš caurulīti ar iegūto skābekli no ārpuses dzesēja ar sauso ledu. Tomēr palika tikai sliktāk, jo nu Igors ieguva savienojumu **E**.

Arī no **E** var iegūt cinka oksīdu, to izkarsējot. Šajā reakcijā rodas cinka oksīds, kā arī vielas **D** un **F** vienādā molārā daudzumā. Šo vielu reakcijā iespējams iegūt vāju skābi **G**, kas eksistē tikai ūdens šķīdumā.

Savienojumam **E** ķīmiskā sastāva un uzbūves ziņā ļoti līdzīgs ir dabā sastopams minerāls **H**. Arī karsējot **H** iegūst cinka oksīdu, **D** un **F**, taču šoreiz **D** un **F** rodas molārā attiecībā 3:2.

Zināms, ka **B** un **D** ir ļoti līdzīgi gan fizikālo īpašību ziņā (normālos apstākļos bezkrāsaini šķīdumi), gan ķīmiskā sastāva ziņā, kamēr to ķīmiskās īpašības ir ļoti atšķirīgas. **D** ir ļoti stabils un dabā plaši sastopams, kamēr **B** ir nestabils un jāuzglabā ledusskapī.

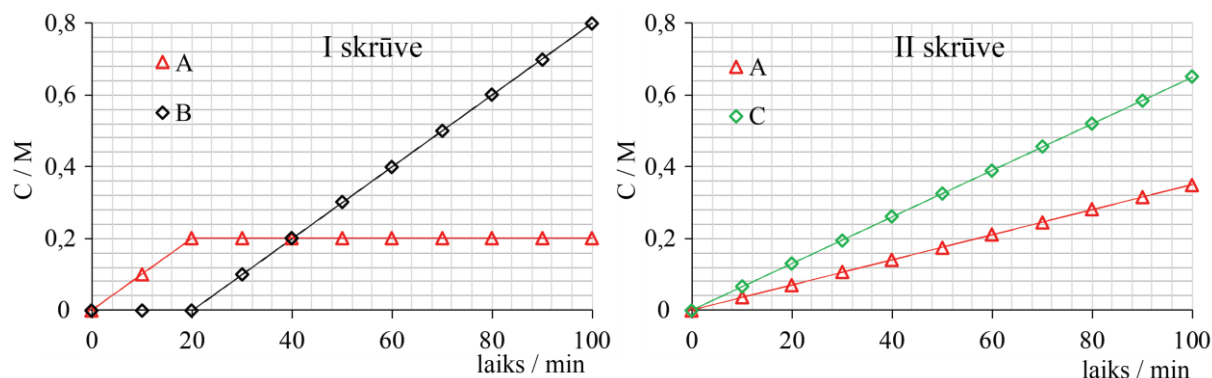
A ir melns binārs savienojums, ko dažkārt izmanto kā oksidētāju, un kurā metāla masas daļa ir 63,2%. Šim savienojuma reaģējot ar sālsskābi rodas tikai zaļgana gāze **I**, attiecīgā metāla hlorīds **J** un **D**.

1. Uzraksti **A – J** ķīmiskās formulas! (12 punkti)
2. Kādu skābekļa attīrīšanas mehānismu bija cerējis izmantot Igors? (1 punkts)
 - a. Piemaisījumu kondensāciju
 - b. Piemaisījumu sorbciju
 - c. Piemaisījumu iztvaicēšanu
 - d. Piemaisījumu reverso osmozi
3. Kā sauc savienojumu klasi, pie kuras pieder **E** un **H**? (1 punkts)
 - a. Bāziskie sāļi
 - b. Kompleksie sāļi
 - c. Skābie sāļi
 - d. Dubultsāļi
4. Kāda loma skābekļa iegūšanā bija **A**? (1 punkts)
 - a. Tas ir katalizators
 - b. Tas ir reaģents
 - c. Tas ir oksidētājs
 - d. Tas ir reducētājs

5. uzdevums. *Slāpekļskābe apēd visu! ... Nu vismaz Pēča skrūves...* (Kopā 16 punkti)

Zinātkārais Pēcis ņēma 2 būvmateriālu veikalā iegādātas skrūves **I** un **II** un iemērca tās atšķaidītā slāpekļskābē, reakcijas maisījumu maisot ar magnētisko maisītāju. Notiekošās ķīmiskās reakcijas laikā Pēcis mērīja metālu koncentrāciju reakcijas maisījumā, katrai no skrūvēm iegūstot metāla jonu koncentrācijas atkarību no laika.

I skrūve saturēja metālus **A** un **B**, un šķīstot sākotnēji palielinājās tikai **A** koncentrācija, taču pēc 20 minūtēm tā sasniedza konstantu vērtību, kamēr līdz ar šo pašu brīdi sāka augt **B** koncentrācija. **II** skrūve turpretī saturēja metālus **A** un **C**, un to koncentrācija šķīstot visu laiku vienmērīgi lineāri auga.



A ir sudrabaini pelēcīgs amfotērs metāls, kura oksidēšanās pakāpe tikpat kā visos savienojumos ir +2. **B** ir sudrabbalts rūpniecībā ļoti plaši lietots metāls, no kā izgatavo ļoti plaši lietotus sakausējumus ar oglekli, un tas ir otrs izplatītākais metāls zemes garozā. **C** ir sarkanbrūns plaši izmantots metāls, kura joni šķīdumu krāso zilā krāsā.

1. Kas ir metāli **A**, **B** un **C**. (par katru formulu 1 punkts)
2. Miniet divus visplašāk izmantotos **B** sakausējumus ar oglekli. (1 punkts)
3. Kādas ir atšķirības starp materiāliem, no kā izgatavotas skrūves? (1 punkts)
 - a. **I** skrūve ir **A** pārklājums uz **B**, kamēr **II** skrūve veidota no viendabīga sakausējuma
 - b. **I** skrūve veidota no viendabīga sakausējuma, kamēr **II** skrūve ir **A** pārklājums uz **C**
 - c. Abas skrūves veidotas no viendabīga sakausējuma
 - d. Abas skrūves ir **A** pārklājums uz **B** vai **C** attiecīgi
4. Kādēļ izvēlēts šāds **I** skrūves ķīmiskais sastāvs? (1 punkts)
 - a. **A** pārklājums uz **B** nodrošina korozijas aizsardzību
 - b. Šis sakausējums ir gana inerts pret koroziju
 - c. **A** pārklājums uz **B** izmantots pamatā vizuālo īpašību dēļ
 - d. **A** pievienošana būtiski uzlabo skrūves ķīmisko izturību
5. Kādēļ izvēlēts šāds **II** skrūves ķīmiskais sastāvs? (1 punkts)
 - a. **A** pārklājums uz **C** nodrošina korozijas aizsardzību
 - b. Šis sakausējums ir gana inerts pret koroziju
 - c. **A** pārklājums uz **C** izmantots pamatā vizuālo īpašību dēļ
 - d. **A** pievienošana būtiski uzlabo skrūves ķīmisko izturību
6. Kā triviāli sauc materiālu, no kā izgatavota **II** skrūve? (1 punkts)
7. Kāda ir **A** mola daļa (X) un masas daļa (W%) skrūvē, kas veidota no sakausējuma? (2 punkti)

Šķīdumā iemērktais skrūves garums bija 10 cm, skrūves diametrs ir 4 mm. Šķīduma tilpums bija 20 mL. Pārklājumu veidojošā metāla blīvums ir 7.14 g cm^{-3} .

8. Kāda ir **A** masa (g), kas ietilpa pārklājumā skrūves šķīdumā iemērtajai daļai skrūvei, kas ir veidota kā metāla pārklājums uz cita metāla? (2 punkti)
9. Kāds ir **A** pārklājuma biezums (mm) skrūvei, kas ir veidota kā metāla pārklājums uz cita metāla? *Šajā aprēķinā pieņemiet, ka skrūvei nav rievotu malu un spicas apakšas (kā tas būtu, ja šķīdumā būtu iemērta gluds cilindrisks stienītis)! (4 punkti)*