



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 58. VALSTS OLIMPIĀDES OTRĀ POSMA UZDEVUMI 11. KLASEI

(Kopā 69 punkti)

1. uzdevums. Metālu detektors (Kopā 12 punkti)

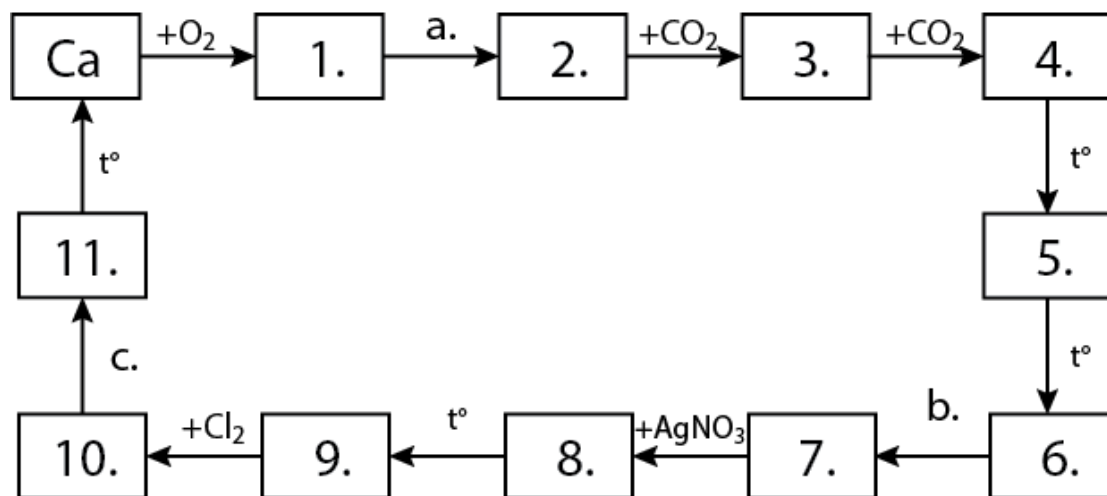
A ir sudrabbalts, bet **B** – zilganbalts metāls. Novēro, ka **A** reaģē ar atšķaidītu sērskābi, veidojot savienojuma **C** šķīdumu, taču ar koncentrētu sērskābi **A** nereaģē. **C** šķīdumam pievienojot nātrija hidroksīdu, iegūst gaiši zaļganas **D** nogulsnes (faktiski tīrs **D** ir baltā krāsā, tomēr praktiski tas parasti iekrāsojas gaiši zaļganpelēkā krāsā). Gaisā **D** samērā ātri maina savu krāsu uz brūngani sarkanu, jo notiek **E** veidošanās. **E** iespējams izšķīdināt koncentrētā nātrija hidroksīda šķīdumā paaugstinātā temperatūrā, iegūstot savienojumu **F**. Karsējot **D**, iegūst **G**, savukārt karsējot **E**, veidojas **H**. **A** ļoti augstā temperatūrā reaģē ar ūdeni, un interesanti, ka šajā reakcijā veidojas nevis kāds no minētajiem savienojumiem, bet oksīds **I**, kurā **A** ir divas dažādas oksidēšanās pakāpes.

Savukārt **B** šķīst gan koncentrētā, gan atšķaidītā sērskābē, veidojot **J**, gan viegli šķīst nātrija hidroksīda šķīdumā, veidojot **K**. Atšķaidītā ūdens šķīdumā **K** sadalās par **L**, ko iespējams iegūt arī pievienojot **J** nātrija hidroksīdu. **L** karsējot iegūst baltu savienojumu **M**, ko plaši izmanto kā balto pigmentu, pildvielu, kā arī medicīnas un kosmētikas produktos.

1. Uzrakstīt **A** – **M** ķīmiskās formulas. *(kopā 11 punkti)*
2. Kādas ir **A** oksidēšanās pakāpes oksīdā **I**? *(1 punkts)*
 - a. +1
 - b. +2
 - c. +3
 - d. +4
 - e. +5
 - f. +6

2. uzdevums. **Kalcija cikls** (Kopā 14 punkti)

Ir dots ķīmisko pārvērtību cikls, kas sākas un beidzas ar **Ca**.



Numuri **1.** – **11.** atbilst ķīmiskajām vielām, kuras jāizvēlas no zemāk dotās tabulas. Pievēršiet uzmanību, ka dažas no vielām atkārtojas vairākkārt un līdz ar to atbilst vairākiem numuriem. Dažām no reakcijām reaģents ir nošifrēti ar burtiem **a – c**.

CaO	x3	Ca(OH) ₂	x1	Ca(HCO ₃) ₂	x1
CaCl ₂	x2	CaH ₂	x1		
CaCO ₃	x2	Ca(NO ₃) ₂	x1		

1. Izvēlieties, kuras vielas atbilst numuriem **1 – 11!** (par katru vielu 1 punkts)
2. Uzrakstiet reaģentu **a – c** ķīmiskās formulas. *Katrai reakcijai uzdodiet vienu reaģentu!* (par katru vielu 1 punkts)

3. uzdevums. **Katrs pa savam** (Kopā 15 punkti)

Kārlis, Anna un Toms skolas laboratorijā atrada pudeli ar NaOH šķīdumu, ko pirms dažiem gadiem bija pagatavojis kāds šīs skolas absolvents Ojārs. Skolēni vēlējās noskaidrot šī NaOH šķīduma koncentrāciju, taču nespēja vienoties par kopīgu metodi tās noteikšanai, tādēļ katrs to noteica savādāk.

Anna ņēma 10 mL NaOH šķīduma un titrēja to ar 0,100 M HCl šķīdumu. Pievienotā indikatora metiloranža krāsas maiņu Anna novēroja, kad bija patērēti 14,55 mL titranta.

1. Kāda ir NaOH šķīduma koncentrācija ($\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$), izmantojot Annas iegūtos rezultātus? (1 punkts)

Kārlis ņēma plastikāta krūzīti ar vāciņu (vienreizējas lietošanas kafijas krūzi), tajā ielēja 50 mL NaOH šķīduma un tajā ievietoja termometru, tādējādi iegūstot vienkāršotu izolētu kalorimetru. Pēc tam viņš pievienoja 10 mL 1 M HCl šķīduma (kas pēc reakcijas stehiometrijas ir pārākumā), un novēroja, ka šķīduma temperatūra paaugstinājās par 1,45 °C. Zināms, ka neitralizācijas reakcijas siltums ir 57,62 kJ·mol⁻¹. Pieņemiet, ka iegūtā šķīduma siltumietilpība ir 4,184 J·g⁻¹·K⁻¹ un blīvums ir 1,00 g·mL⁻¹.

2. Izmantojot iegūtos rezultātus, aprēķiniet neitralizācijas reakcijā izdalīto siltuma daudzumu (J)! (2 punkti)
3. Kāda ir NaOH šķīduma koncentrācija ($\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$), izmantojot Kārļa iegūtos rezultātus? (2 punkti)

Toms bija visšķīvākais, tālab NaOH šķīduma koncentrācijas noteikšanai izmantojot koncentrācijas saistību ar blīvumu. Izmantojot skolā pieejamo areometru ar iedaļas vērtību 0,002 g·mL⁻¹, viņš noteica, ka šķīduma blīvums ir 1,004 g·mL⁻¹.

4. Izmantojot doto tabulu un Toma iegūto rezultātu, nosakiet NaOH šķīduma koncentrāciju ($\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$)! (2 punkti)

Blīvums 20 °C, g·mL ⁻¹	w%	c, mol·L ⁻¹	Blīvums 20 °C, g·mL ⁻¹	w%	c, mol·L ⁻¹
1,000	0,059	0,0398	1,015	1,49	0,378
1,005	0,602	0,151	1,020	1,94	0,494
1,010	1,045	0,264	1,025	2,39	0,611

5. Kura no skolēnu izmantotajām metodēm vispārīgi ir ar viszemāko precizitāti? (1 punkts)
 - a. Koncentrācijas noteikšana titrējot.
 - b. Koncentrācijas noteikšana, mērot blīvumu ar areometru.
 - c. Koncentrācijas noteikšana, mērot neitralizācijas siltumefektu.
6. Kura no NaOH koncentrācijas noteikšanas metodēm skolēnu izpildījumā ir visprecīzākā un dos vispareizākos rezultātus? (2 punkti)
 - a. Koncentrācijas noteikšana titrējot.
 - b. Koncentrācijas noteikšana, mērot blīvumu ar areometru.
 - c. Koncentrācijas noteikšana, mērot neitralizācijas siltumefektu.
7. Kas ir būtiskākais neprecizitātes / kļūdu avots Annas veiktajā koncentrācijas noteikšanā ar titrēšanas metodi? (1 punkts)
 - a. Iespējamās blakusreakcijas ar NaOH reakcijas produktiem ar glabājot absorbētajām vielām.
 - b. Nekorekta indikatora izvēle.
 - c. Nepareiza NaOH un HCl tilpumu izvēle.
 - d. Metode principā nav piemērota NaOH šķīduma koncentrācijas noteikšanai.

8. Kas ir būtiskākais neprecizitātes / kļūdu avots Kārļa veiktajā koncentrācijas noteikšanā ar kalorimetrijas metodi? (1 punkts)
- Iespējamās blakusreakcijas ar NaOH reakcijas produktiem ar glabājot absorbētajām vielām.
 - Siltuma zudumi vienkāršotās kalorimetra uzbūves dēļ.
 - Nepareiza NaOH un HCl tilpumu izvēle.
 - Metode principā nav piemērota NaOH šķīduma koncentrācijas noteikšanai.
9. Kas ir būtiskākais neprecizitātes / kļūdu avots Toma veiktajā koncentrācijas noteikšanā, mērot šķīduma blīvumu ar areometru? (1 punkts)
- Iespējamās blakusreakcijas ar NaOH reakcijas produktiem ar glabājot absorbētajām vielām.
 - Zemā areometra precizitāte (pārāk liela vienas iedaļas vērtība).
 - Fakts, ka skolas laboratorijā mērījuma laikā temperatūra patiesībā bija 21,5 °C.
 - Metode principā nav piemērota NaOH šķīduma koncentrācijas noteikšanai.
10. Izvēlieties piemaisījumus, kas glabāšanas laikā varētu būt radušies skolēnu analizētajā NaOH šķīdumā. (2 punkti)
- Na₂O
 - Na₂O₂
 - NaCl
 - Na₂CO₃
 - NaHCO₃
 - Na₂S
 - NaNO₃

4. uzdevums. **Ūdens cietība** (Kopā 15 punkti)

Viens no būtiskiem aspektiem, ar ko jāreķinās, sadzīvē lietojot ūdeni, ir tā cietība. Ar jēdzienu “ūdens cietība” pamatā ir saistāma ar divu jonu **A** (no abiem lielākais atoma kārtas skaitlis) un **B** (no abiem mazākais atoma kārtas skaitlis) esamība ūdenī.

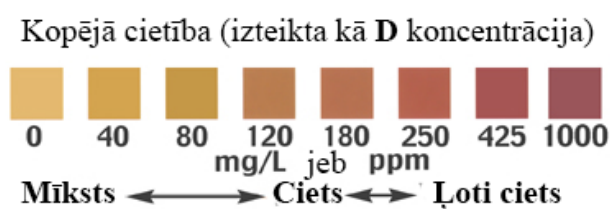
1. Kas ir joni **A** un **B**? *Uzdodot jonus, atbilstoši norādiet to lādiņu!* (2 punkti)

Ūdens cietības noteikšanai ūdens paraugu titrē ar EDTA jeb trilonu B – vielu, kas attiecībā 1:1 ar šiem joniem veido komplekso savienojumu. Papildus zināms tas, ka pie $\text{pH} > 10$ kompleksa veidošanās reakcija ar jonu B nenotiek. Ņēma 50 mL ūdens parauga un to titrēja ar 0,011 M EDTA šķīdumu indikatora eriohroma melnā T klātienē. Titrēšanā patērēja 6,80 mL EDTA šķīduma. Savukārt ņemot 50 mL ūdens parauga, tam pievienojot 2 mL vielas **C** šķīduma un titrējot ar 0,011 M EDTA šķīdumu indikatora mureksīda klātienē, titrēšanā patērēja 4,50 mL titranta. Otrajā no titrēšanām kompleksu veidoja tikai jons **A**.

2. Aprēķiniet analizētā ūdens parauga cietību ($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$)! (2 punkti)
3. Aprēķiniet jona **A** koncentrāciju analizētajā ūdens paraugā ($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$)! (1 punkts)
4. Aprēķiniet jona **B** koncentrāciju analizētajā ūdens paraugā ($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$)! (1 punkts)
5. Kas ir viela **C**? *No dotajām izvēlieties vispiemērotāko!* (1 punkts)
 - a. HCl
 - b. NaOH
 - c. NaHCO_3
 - d. NaCl

Ūdens cietības izteikšanai bez $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ izmanto arī izteikšanu jona **A** karbonāta **D** masas koncentrācijā $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ (šajā pārrēķinā **A** koncentrācijā iekļauj arī jona **B** koncentrāciju!).

6. Izsakiet analizētā ūdens parauga cietību **D** masas koncentrācijas veidā ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)! (1 punkts)
7. Izmantojot doto ūdens cietības testa atšifrējumu, nosakiet analizētā parauga ūdens cietību! *Izvēlieties no dotajiem!* (1 punkts)
 - a. Mīksts
 - b. Ciets
 - c. Ļoti ciets



Cietību iespējams klasificēt pārejošajā un nepārejošajā cietībā.

8. Kā novērst pārejošo cietību? *Izvēlieties variantu(-s), kas **nederēs** nepārejošās cietības novēršanai!* (1 punkts)
 - a. Izmantojot katjonītu
 - b. Pievienojot dzēstos kaļķus
 - c. Ūdeni izkarsējot
 - d. Izmantojot reverso osmozi.
9. Kādi **A** un **B** savienojumi parasti ir atbildīgi par nepārejošo cietību? (1 punkts)
 - a. Karbonāti
 - b. Hlorīdi
 - c. Hidrogēnkarbonāti
 - d. Sulfāti

Mūsdienās ūdens mīkstināšanai ērti un plaši tiek izmantoti jonapmaiņas sveķi – katjonīti. Kāda ūdens mīkstināšanai izmantojama katjonīta blīvums ir $1,28 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, un tā jonapmaiņas kapacitāte ir $5,0 \text{ mekv}\cdot\text{g}^{-1}$. Ņemot vērā **A** un **B** lādiņu, 1 mmol **A** (vai **B**) saistīšanai tiek patērēti 2 mekv katjonīta.

10. Aprēķiniet, cik lielu tilpumu (m^3) ūdens ar cietību $3,5 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ (ļoti ciets ūdens) bez reģenerācijas ir spējīga mīkstināt filtru sistēma, kurā ir 25 L šāda katjonīta, ja pieņem, ka ūdens mīkstināšanas efektivitāte ir 100%! (3 punkti)
11. No dotajām izvēlieties, kādas ķīmiskās grupas saturēs katjonīts, kas spējīgs mīkstināt ūdeni! (1 punkts)
 - a. Sulfonskābes anjonus
 - b. Hidroksilgrupas
 - c. Amonija katjonus
 - d. Nitrogrupas

5. uzdevums. **Līdzsvara nosacījums** (Kopā 13 punkti)

Ķīmiskajā rūpniecībā ļoti plaši tiek izmantota gāzveida viela **C**. Plašākās tās pielietojuma sfēras ir mēslošanas līdzekļu, kā arī ķīmisko tīršanas līdzekļu ražošana. Rūpnieciski **C** tiek sintezēta no divām vienkāršām gāzveida vielām **A** un **B** katalizatora Al_2O_3 saturoša pulverveida Fe klātienē. Šī reakcija ir eksotermiska ar siltumefektu $-45,8 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$. Šāds **C** sintēzes paņēmieni prasa rūpīgu procesa plānošanu, jo reakcija ir apgriezeniska un sistēmā iestājas ķīmiskais līdzsvars. Zināms, ka **A** un **C** molmasu attiecība ir 1:8,5.

1. Uzrakstīt **A**, **B** un **C** ķīmiskās formulas. (kopā 2 punkti)
2. Kāds ir **C** plašāk pazīstamais nosaukums? (0,5 punkti)
3. Nosakiet, kā jāizmaina sistēmas spiediens, lai līdzsvaru nobīdītu **C** veidošanās virzienā! (1 punkts)
 - a. Kopējais spiediens jāpalielina
 - b. Kopējais spiediens jāsamazina
 - c. Šajā reakcijā spiediena izmaiņš nenobīdīs ķīmisko līdzsvaru
4. Kā tāda spiediena izmaiņš, kas līdzsvaru nobīdīs **C** veidošanās virzienā, šajā reakcijā ietekmēs reakcijas ātrumu (ātruma konstanti)? (1 punkts)
 - a. Reakcijas ātrums palielināsies
 - b. Reakcijas ātrums samazināsies
 - c. Reakcijas ātrums nemainīsies
 - d. Šajā reakcijā spiediena izmaiņš nenobīdīs ķīmisko līdzsvaru
5. Nosakiet, kā jāizmaina temperatūra, lai līdzsvaru nobīdītu **C** veidošanās virzienā! (1 punkts)
 - a. Temperatūra jāpalielina
 - b. Temperatūra jāsamazina
 - c. Šajā reakcijā temperatūras izmaiņš nenobīdīs ķīmisko līdzsvaru
6. Kā tāda temperatūras izmaiņš, kas līdzsvaru nobīdīs **C** veidošanās virzienā, šajā reakcijā ietekmēs reakcijas ātrumu (ātruma konstanti)? (0,5 punkti)
 - a. Reakcijas ātrums palielināsies
 - b. Reakcijas ātrums samazināsies
 - c. Reakcijas ātrums nemainīsies
 - d. Šajā reakcijā temperatūras izmaiņš nenobīdīs ķīmisko līdzsvaru
7. Nosakiet, kā katalizatora izmantošana nobīdīs šīs reakcijas ķīmisko līdzsvaru! *Izvēlieties vienu vispareizāko atbildi!* (1 punkts)
 - a. Katalizatora izmantošana nobīdīs ķīmisko līdzsvaru **C** veidošanās virzienā
 - b. Katalizatora izmantošana nobīdīs ķīmisko līdzsvaru **C** sadalīšanās virzienā
 - c. Šajā reakcijā katalizatora izmantošana nenobīdīs ķīmisko līdzsvaru
 - d. Katalizatora izmantošana ķīmisko reakciju līdzsvaru neietekmēs.
8. Kā katalizatora izmantošana ietekmēs reakcijas ātrumu (ātruma konstanti)? (1 punkts)
 - a. Reakcijas ātrums palielināsies
 - b. Reakcijas ātrums samazināsies
 - c. Reakcijas ātrums nemainīsies

Zināms, ka standarta spiedienā sajaucot stehiometriskā attiecībā gāzes **A** un **B** $525 \text{ }^\circ\text{C}$ temperatūrā, pēc līdzsvara iestāšanās maisījumā ir radies 0,272% no teorētiski iespējamā **C** daudzuma (daudzuma, kas rastos, ja reakcija nebūtu apgriezeniska un notiktu ar 100% iznākumu).

9. Izmantojot katras vielas moldaļu pēc reakcijas iegūtajā maisījumā, aprēķiniet šīs reakcijas līdzsvara konstanti $525 \text{ }^\circ\text{C}$ temperatūrā! (5 punkti)