Valsts izglītības satura centrs

Vaļņu iela 2, Rīga, LV - 1050, tālr. 67216500, fakss 67223801, e-pasts visc@visc.gov.lv, www.visc.gov.lv

ĶĪMIJAS 65. VALSTS OLIMPIĀDES OTRĀ POSMA UZDEVUMI 9. KLASEI

(Kopā 55 punkti)

1. uzdevums. **Vienkāršas vielas – nemaz nav tik vienkāršas** *(Kopā 8 punkti)*

1. Atzīmē, kādā agregātstāvoklī normālos apstākļos atrodas dotās vienkāršās vielas.
   Skābeklis, Ozons, Nātrijs, Dzīvsudrabs, Broms, Fosfors, Hēlijs, Cinks
2. Atzīmē, kuras no dotajām vienkāršajām vielām eksistē divatomu molekulu formā.
   Hlors, Bors, Ūdeņradis, Neons, Jods, Ogleklis
3. Kuras vienkāršas vielas 10 grami aizņem 56 litrus normālos apstākļos?

2. uzdevums. **Pareizā elementā** *(Kopā 13 punkti)*

1. Atzīmē, cik nesapārotu elektronu ir katra dotā ķīmiskā elementa atoma kodola elektronapvalkā!
   Ca, C, Al, B, F, N, He, Na

Elements **X** ir visplašāk sastopamais elements Visumā. Kāda cita elementa **Y** atommasa ir 12 reizes lielāka par **X** atommasu, savukārt elementa **Z** atoma kodolā ir par 2 protoniem vairāk kā elementa **Y** atoma kodolā.

2. Uzraksti **X**, **Y** un **Z** elementu simbolus.
3. Kā sauc VIIA jeb 17. grupas elementus?
   Cēlgāzes, halogēni, sārmu metāli, sārmzemju metāli, halkogēni
4. Nosaki ķīmiskā elementa skābekļa oksidēšanas pakāpes dotajās vielās:
   O_2, H_2O, H_2O_2, $CaCO_3$, KO_2, OF_2
5. Kuram no dotajiem elementiem ir visvairāk protonu atoma kodolā?
   C, Na, S, He, B, Ne
6. Kāda ķīmiskā elementa atoma elektronapvalks satur 35 elektronus. Uzraksti šī ķīmiskā elementa simbolu!

3. uzdevums. **Sērīgi** *(Kopā 9 punkti)*

Nātrija bisulfīts $NaHSO_3$ ir laboratorijā un sadzīvē bieži sastopama viela.

1. Kāds ir bisulfīta jona nosaukums pēc IUPAC nomenklatūras?
   Sulfāts, sulfīds, sulfīts, hidrogēnsulfīds, hidrogēnsulfīts, hidrogēnsulfāts

Nātrija bisulfītu var iegūt, apstrādājot nātrija hidroksīda šķīdumu ar sēra dioksīdu.

$$NaOH + SO_2 \rightarrow NaHSO_3$$

2. Kāds ir šīs reakcijas veids?
   Savienošanās, sadalīšanās, aizvietošanās, apmaiņas
3. Kāds sāls veidotos, ja NaOH izmantotu pārākumā?

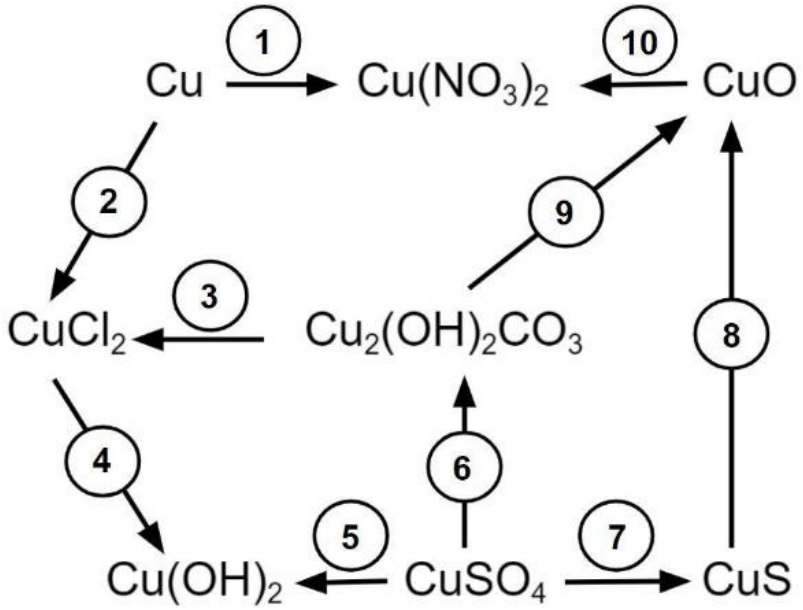
Patiesībā šāds sāls $NaHSO_3$ kristāliskā veidā nemaz neeksistē, tas pastāv kā cits sāls **A**. Lai veidotos $NaHSO_3$ šķīdumā, šis sāls **A** reaģē ar ūdeni attiecībā 1:1.

4. Kāda ir šīs sāls **A** molekulformula?

Neorganiskām, sēru saturošām vielām ir raksturīgas ļoti interesantas ķīmiskās īpašības.

5. Dotajiem reakciju vienādojumiem izliec mazākos, veselos koeficientus.
   $SO_3 + NaOH \rightarrow Na_2SO_4 + H_2O$
   $H_2SO_4 + H_2O_2 \rightarrow H_2SO_5 + H_2O$
   $Na_2S + AgNO_3 \rightarrow NaNO_3 + Ag_2S$
   $HSO_3Cl + H_2O_2 \rightarrow H_2S_2O_8 + HCl$
   $KMnO_4 + Na_2SO_3 + H_2O \rightarrow MnO_2 + Na_2SO_4 + KOH$

4. uzdevums. **Shēmosim** *(Kopā 10 punkti)*



1. Atrisini doto shēmu, izvēloties piemērotus reakciju apstākļus (vai reaģentus) no dotajiem:
   Sērūdeņradis, skābeklis, karsēšana, slāpekļskābe, sālsskābe, nātrija hidrokīds, nātrija karbonāta ūdens šķīdums, hlors, sērs, nātrija nitrāts, sērskābe, cinka hlorīds, oglekļa dioksīds

5. uzdevums. **Maisījums** *(Kopā 9 punkti)*

Ķīmiķis Juris apstrādāja 20,24 g magnija un magnija oksīda maisījumu ar 4 mol/L sālsskābi. Pilnīgai nogulšņu izzušanai bija nepieciešami 292 mL. Reakcijā izdalījās gāze un maisījums kļuva bezkrāsains.

1. Cik molu sālsskābes izreaģēja?
2. Aprēķini sākotnējā maisījuma sastāvu pēc masas daļām.
3. Uzraksti formulu gāzei, kura izdalījās reakcijā.

Juris gribēja izprast skābes lomu reakcijā.

4. Ja sālsskābes vietā izmantotu bromūdeņražskābi ar tādu pašu koncentrāciju, vai būtu jāizmanto mazāks tilpums skābes, lielāks tilpums skābes vai tieši tāds pats tilpums skābes?
5. Ja sālsskābes vietā izmantotu sērskābi ar tādu pašu koncentrāciju, vai būtu jāizmanto mazāks tilpums skābes, lielāks tilpums skābes vai tieši tāds pats tilpums skābes?
6. Nosaki, kuri no citiem dotajiem magnija savienojumiem arī reaģētu ar sālsskābi:
   $MgCO_3$, $MgCl_2$, $MgSO_4$, $Mg(OH)_2$

6. uzdevums. **Ciparošana** *(Kopā 6 punkti)*

Profesoram Cipariņam laboratorijā ir kāds interesants sāls ar molmasu 202,4 g/mol. Profesoram Cipariņam bija pieejami arī trīs šī sāls šķīdumi: 11%, 22% un 33% (visi pēc masas daļas). Profesors sajauca 111 g 11% šķīduma ar 222 g 22% šķīduma un 333 g 33% šķīduma.

1. Aprēķini, kāda ir sāls masas daļa (%) šajā jaunajā šķīdumā!

Šī interesantā sāls labi šķīst ūdenī 20 °C temperatūrā – 55 g uz 100 g ūdens.

2. Aprēķini, kāda ir maksimālā iegūstamā šī sāls masas daļa (%) šķīdumā 20 °C temperatūrā.

70 °C temperatūrā šī sāls jau šķīst 95 g uz 100 g ūdens.

3. Aprēķini, cik grami sāls kristalizēsies, ja atdzesēs 444 g piesātināta šķīduma 70 °C līdz 20 °C temperatūrai!

Valsts izglītības satura centrs

Vaļņu iela 2, Rīga, LV - 1050, tālr. 67216500, fakss 67223801, e-pasts visc@visc.gov.lv, www.visc.gov.lv

ĶĪMIJAS 65. VALSTS OLIMPIĀDES OTRĀ POSMA UZDEVUMI 10. KLASEI

(Kopā 47 punkti)

1. uzdevums. **Bināras vielas** *(Kopā 8 punkti)*

Par binārajiem savienojumiem sauc ķīmiskos savienojumus, kuri sastāv no diviem ķīmiskajiem elementiem. Izmantojot piedāvātos savienojumus, atbildi uz jautājumiem. **Katrā no jautājumiem var būt viena vai vairākas pareizās atbildes. Šādā gadījumā jāatzīmē visas pareizās atbildes!**

1. Izvēlies bināras vielas formulu, kurā ir tikai 1 nepolāra kovalenta saite.
2. Izvēlies bināras vielas formulu, kurā ir tikai 1 polāra kovalenta saite.
3. Izvēlies bināras vielas formulu, kurā ir vismaz 1 gan polāra, gan nepolāra kovalenta saite.
4. Izvēlies bināras vielas formulu, kurā ir vismaz 1 gan jonu, gan nepolāra kovalenta saite.
5. Izvēlies bināras vielas formulu, kurā ir vismaz 1 sigma un 1 pi saite.
6. Izvēlies bināras vielas formulu, kura normālos apstākļos ir gāze.
7. Izvēlies bināras vielas formulu, kura normālos apstākļos ir cieta viela.
8. Izvēlies bināras vielas formulu, kura reaģē ar ūdeni istabas temperatūrā.

H_2O_2, CO_2, CH_4, $MgCl_2$, ZnO, H_2O, HCl, SO_3, Na_2O_2

2. uzdevums. **Zini vai mini** *(Kopā 7 punkti)*

1. Nosaki, kurām gāzēm šķīstot ūdenī, veidojas joni!

   H_2, Ne, SO_3, CO, CO_2, N_2, HCl, Ar
2. Nosaki, kurām cietvielām pievienojot ūdeni, veidojas stiprs elektrolīts!

   Zn, $CaCO_3$, $LiCl$, $NaHCO_3$, Na_2O, $Fe(OH)_3$
3. No dotās savienojumu rindas nosaki, kurš savienojums ir visstiprākais elektrolīts:

   H_2SO_4, H_2SO_3, H_2S

3. uzdevums. **Dzelzs oksīdi** *(Kopā 8 punkti)*

Dzelzs veido trīs dažādus oksīdus **A**, **B** un **C**. Oksīdi **A** (ar lielāko dzelzs masas daļu) un **B** (ar mazāko dzelzs masas daļu) ir "normālie" dzelzs oksīdi, savukārt oksīds **C** ir "dīvains" oksīds, jo, aprēķinot no formulas, dzelzs oksidēšanās pakāpe šajā oksīdā nav vesels skaitlis! Oksīdu **C** var uzskatīt kā oksīdu **A** un **B** maisījumu vienādā attiecībā.

1. Nosaki oksīdu **A**, **B** un **C** molekulformulas!

Ķīmiķim Ansim bija nepieciešams iegūt šķīdumu ar 1 molu dzelzs jonu (jebkurā oksidēšanās pakāpē). Ansis to plānoja paveikt, kādu no dzelzs oksīdiem apstrādājot ar atšķaidītu sērskābi. Lai taupītu resursus, Ansis vēlējās izmantot pēc iespējas mazāk sērskābes.

2. Uzraksti tā oksīda formulu, kurš vislabāk der šim mērķim.

Ansim bija nepieciešami Fe^{2+} joni, taču tie laika gaitā oksidējas, līdz ar to visērtāk iegūt jebkādas oksidēšanās pakāpes jonus un tad visus pārstrādāt par Fe^{2+}. Šim mērķim var izmantot hidroksilamīnu NH_2OH. Zemāk norādīta minētā reakcija.

$$NH_2OH + Fe^{3+} \rightarrow N_2O + Fe^{2+} + H_2O + H^+$$

3. Izliec zemākos, veselos koeficientus minētajai reakcijai.

Ansis vēlējās iegūt $FeSO_4$, lai pārbaudītu kādu netipisku reakciju. Karsējot $FeSO_4$, veidojas oksīds **B**, kā arī divas gāzes.

4. Nosaki abu gāzveida vielu formulas.
5. Nosaki, kurš elements $FeSO_4$ karsēšanas reakcijā reducējas un kurš oksidējas.

4. uzdevums. **Dubultā vai neko** *(Kopā 9 punkti)*

Dubultoksīdi, atšķirībā no parastajiem oksīdiem, sastāvā satur skābekli un nevis vienu, bet vairākus citus ķīmiskos elementus. Piemēram, minerāli ar ķīmiskajām formulām $ThVO_4$, Fe_2TiO_5 un Ca_2FeAlO_5 pieder pie dubultoksīdiem. Dažkārt dubultoksīdu formulās visu metālisko elementu simbolus raksta kopīgi iekavās, piemēram, $(ThV)O_4$, $(Fe_2Ti)O_5$ vai $(Ca_2FeAl)O_5$.

Dubultoksīdu sastāvā var būt arī tikai viens metāliskais elements dažādās oksidēšanas pakāpēs, piemēram, Fe_3O_4, Pb_3O_4 un U_3O_8.

1. Nosaki, kāda ir oksidēšanas pakāpe katram no trim urāna atomiem savienojumā U_3O_8!

a) +5, +5, +5
b) +5, +5, +6
c) +5, +6, +6
d) +6, +6, +6
e) +3, +5, +6

Minerālus var pierakstīt arī formā kā jauktos oksīdus, piemēram $MgAl_2O_4$ var pierakstīt arī kā $MgO \cdot Al_2O_3$. Itrija alumīnija granāti ir mākslīgi veidoti minerāli, kurus izmanto lāzeru izveidē. Dažu šādu minerālu molekulformulas ir $Y_3Al_5O_{12}$, $YAlO_3$ un $Y_4Al_2O_9$.

2. Nosaki, kāda ir visu trīs granātu sastāvā esošo oksīdu molārā attiecība. Atbildi norādi kā mazākos veselos skaitļus.

Pieņemsim, ka minerāls $Y_3Al_5O_{12}$ šķīst atšķaidītā sērskābē.

3. Aprēķini, cik mL 0,700 M sērskābes šķīduma nepieciešams, lai izšķīdinātu 20,24 g šī savienojuma!

Kāds cits dubultoksīds satur 19,80% skābekļa pēc masas.

4. Nosaki, kādi joni ir šī dubultoksīda sastāvā.

a) Fe^{2+} un Cr^{6+}
b) Fe^{3+} un Cr^{6+}
c) Fe^{2+} un Fe^{3+}
d) Fe^{3+} un Zn^{2+}
e) Pb^{2+} un Cr^{6+}
f) Pb^{2+} un Fe^{3+}

5. uzdevums. **Kalcija aprite kolbā** *(Kopā 9 punkti)*

Kādu bināru kalcija savienojumu **A**, kurā kalcija masas daļa ir 95,2% sadedzināja skābekļa klātienē. Šajā reakcijā veidojas binārs savienojums **B**, kurš reakcijā ar ūdeni veido savienojumu **C**. **C** savukārt reakcijā ar ogļskābo gāzi veido praktiski nešķīstošu vielu **D**, kas veido kādu Latvijā plaši izplatītu iezi. **D** reakcijā ar vēl vienu ekvivalentu ogļskābās gāzes rodas šķīstošs skābais sāls **E**. **E** šķīdumā reaģē ar nātrija sulfātu un veidojas mazšķīstoša viela **F** un cits pārtikas rūpniecībā izmantots skābais sāls **G**. Karsējot tīru vielu **G** rodas viela **H**, kura šķīdumā reaģē ar kalcija hlorīdu un veido vielas **D** nogulsnes. **B** var arī iegūt, karsējot vielu **D**.

1. Uzraksti vielu **A** – **H** ķīmiskās formulas!
2. Kā sauc tekstā minēto iezi?

6. uzdevums. **Spirts** *(Kopā 6 punkti)*

Skolniecei Lienei tika dots uzdevums pagatavot 1 litru 70% (masas procentos) etanola šķīdumu darba virsmu dezinficēšanai. Interesantā kārtā, skolas laboratorijā bija izbeidzies viss dejonizētais ūdens, bet bija pieejami 96% un 20% (masas procentos) etanola šķīdumi. Tabulā ir doti šķīdumu blīvumi (ρ).

Šķīdums	**ρ, g/mL**
20% etanols	0,969
70% etanols	0,868
96% etanols	0,801

1. Aprēķini, cik gramu 20% un 96% etanola šķīdumu Lienei jāizmanto, lai pagatavotu nepieciešamo šķīdumu.
2. Cik litru 20% un 96% etanola šķīdumu Lienei nepieciešams?

Valsts izglītības satura centrs

Vaļņu iela 2, Rīga, LV - 1050, tālr. 67216500, fakss 67223801, e-pasts visc@visc.gov.lv, www.visc.gov.lv

ĶĪMIJAS 65. VALSTS OLIMPIĀDES OTRĀ POSMA UZDEVUMI 11. KLASEI

(Kopā 48 punkti)

1. uzdevums. **Hidrātu zoodārzs** *(Kopā 8 punkti)*

Magnija sulfāts veido daudz dažādus hidrātus. Izkarsējot hidrātu $MgSO_4 \cdot \mathbf{x}H_2O$ 300 °C temperatūrā parauga masa samazinājās par 37,43% un kā produkts izveidojās bezūdens magnija sulfāts.

1. Nosaki kāda ir **x** vērtība šajā magnija sulfāta hidrātā. Nosauc šo hidrātu!

Ņemot $MgSO_4 \cdot \mathbf{x}H_2O$ un kāda cita hidrāta $MgSO_4 \cdot \mathbf{y}H_2O$ maisījumu masas attiecībā 1:1 (*maisījums 1*) un to izkarsējot 300 °C temperatūrā parauga masa samazinājās par 44,29%, kā produktu iegūstot bezūdens magnija sulfātu.

2. Nosaki kāda ir **y** vērtība otrā magnija sulfāta hidrātā!

Analizēja *maisījumu 2*, kas arī sastāv no $MgSO_4 \cdot \mathbf{x}H_2O$ un $MgSO_4 \cdot \mathbf{y}H_2O$, taču citā masas attiecībā. 10,0 g *maisījuma 2* izkarsējot 300 °C temperatūrā tā masa samazinājās par 47,03%, kā produktam atkal veidojoties bezūdens magnija sulfātam.

3. Nosaki kāds bija analizētā hidrātu *maisījuma 2* sastāvs masas daļās!

2. uzdevums. **Gaistošais pulveris** *(Kopā 9 punkti)*

Viela **A**, ko kādreiz ieguva no noteiktu dzīvnieku ķermeņa daļas, sastāv no 4 ķīmiskajiem elementiem, un to karsējot tā sadalās par trim binārām vielām **B**, **C** un **D** molārā attiecībā 1:1:1. **B** ir bezkrāsaina gāzveida viela ar raksturīgu asu smaku, kas šķīst ūdenī un kura ūdens šķīdums ir bāzisks. **D** ir bezkrāsains gāzveida oksīds (skābekļa masas daļa ir 72,7%) bez smakas, ko izmanto ugunsdzēšamajos aparātos, jo tas aptur degšanas procesu. **C** ir cilvēka organismā sastopams un nepieciešams oksīds, kurā skābekļa masas daļa ir 88,9%.

1. Uzraksti vielu **A** – **D** ķīmiskās formulas!

A paraugu ievietoja hermētiskā 2,50 L kolbā, no tās izsūknēja gaisu un to ievietoja termostatā 150 °C temperatūrā. Pēc sadalīšanās spiediens kolbā bija 186,9 kPa.

2. Aprēķini, kāda bija **A** masa, kas tika ievietota kolbā.
3. Kāds būs spiediens šai pat kolbā, ja to atdzesēs līdz 80 °C temperatūrai un sagaidīs līdzsvara iestāšanos?
    a. 156,0 kPa
    b. >156,0 kPa
    c. <156,0 kPa
    d. 104,0 kPa
    e. >104,0 kPa
    f. <104,0 kPa

Cita līdzīga viela **E** karsējot arī sadalās par vielām **B**, **C** un **D**, taču tās rodas molārā attiecībā 2:1:1.

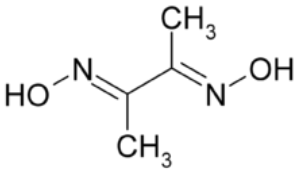
4. Uzraksti vielas **E** ķīmisko formulu!
5. Uzraksti ķīmisko formulu vielai, kurai reaģējot ar **A** iegūst **E**!

3. uzdevums. **Izvēlies piemērotāko!** *(Kopā 8 punkti)*

Niķeļa jonu koncentrācijas noteikšanai šķīdumā iespējams izmantot dažādas pieejas, piem., gravimetriski, titrimetriski, spektrofotometriski, u.c. Diviem laborantiem tika dots uzdevums noteikt niķeļa koncentrāciju kādā šķīdumā. Laborants Pirmuss izvēlējās izmantot titrimetrisku metodi, lietojot etilēndiamīntetraetiķskābi (EDTA), kas reaģē ar niķeļa joniem attiecībā 1:1 un izveido komplekso jonu. Šajā pieejā šķīduma pH iestata uz ~10 ar amonija buferšķīdumu un veic titrēšanu ar EDTA indikatora mureksīda klātienē, līdz šķīduma krāsa mainās no dzeltenas uz violetu. Pirmuss ņēma 50,0 mL analīzei saņemtā šķīduma un to titrēja ar 0,00200 mol/L EDTA šķīdumu. Šķīdums krāsu uz violetu nomainīja, kad bija patērēti 7,88 mL EDTA šķīduma.

1. Nosaki niķeļa jonu molāro koncentrāciju (mmol/L) analizētajā šķīdumā!
2. Nosaki niķeļa jonu masas koncentrāciju (mg/L) analizētajā šķīdumā!

Laborants Otruss savukārt izvēlējās izmantot gravimetrisku metodi, lietojot dimetilglioksīmu ($dmgH_2$), kura struktūrformula dota attēlā un kas veido nešķīstošu kompleksus savienojumus ar niķeli un pallādiju.



Niķelis ar $dmgH_2$ veido savienojumu $Ni(dmgH)_2$ saskaņā ar reakcijas vienādojumu:

$$Ni^{2+} + 2\ dmgH_2 + \rightarrow Ni(dmgH)_2 + 2\ H^+$$

Otruss ņēma 100,0 mL analīzei saņemtā šķīdumā, pievienoja tam dimetilglioksīma šķīdumu (pārākumā), iegūtās nogulsnes filtrēja, izžāvēja un noteica, ka to masa ir 7,38 mg.

3. Nosaki kāda ir dimetilglioksīma $dmgH_2$ un nešķīstošā savienojuma $Ni(dmgH)_2$ molmasa!
4. Nosaki niķeļa jonu molāro un masas koncentrāciju analizētajā šķīdumā!

Salīdzini ar abām metodēm iegūtos rezultātus.

5. Ar kuru no metodēm ieguva korektāku niķeļa jonu molāro koncentrāciju analizētajā šķīdumā un kāpēc?
    a. Ar titrimetrisko, jo šķīdumā bija arī citi joni, kas reaģēja ar dimetilglioksīmu, gravimetriski iegūtais rezultāts ir par lielu
    b. Ar titrimetrisko, jo šķīdumā bija arī citi joni, kas reaģēja ar dimetilglioksīmu, gravimetriski iegūtais rezultāts ir par mazu
    c. Ar gravimetrisko, jo šķīdumā bija arī citi joni, kas reaģēja ar EDTA, titrimetriski iegūtais rezultāts ir par lielu
    d. Ar gravimetrisko, jo šķīdumā bija arī citi joni, kas reaģēja ar EDTA, titrimetriski iegūtais rezultāts ir par mazu
    e. Ar abām metodēm ieguva korektu rezultātu
    f. Ar nevienu no metodēm neieguva korektu rezultātu jo šķīdumā bija arī citi joni, kas reaģēja ar EDTA un dimetilglioksīmu

4. uzdevums. **Struktūras medības** *(Kopā 10 punkti)*

Skābekļa pārākumā pilnīgi sadedzināja 1,000 g kādas organiskas vielas. Noteica, ka degšanā rodas 1,300 L (n.a.) ogļskābā gāze un 1,046 g ūdens. Vielas analīzē tika noteikts, ka tā reaģē ar bromūdeņradi, taču nereaģē ar nātriju. Zināms, ka vielas molmasa ir mazāka nekā 150 g/mol.

1. Nosaki šīs vielas empīrisko formulu un molekulformulu!
2. Kāda ir šīs vielas sadegšanas ķīmiskās reakcijas koeficientu summa?
3. Izmanto doto informāciju un nosaki, kādas funkcionālās grupas satur šī viela? *Izvēlies atbilstošo(-ās) atbildi(-es)!*
   - piesātināts cikls
   - viena C=C dubultsaite
   - divas C=C dubultsaites
   - C≡C trīskāršā saite
   - benzola gredzens
   - hidroksilgrupa
   - ētera grupa
   - aminogrupa
   - halogēna atoms
   - metilgrupa
4. Cik dažādu stabilu struktūras izomēru eksistē šai vielai? Ignorē to, ka papildus iespējama arī telpisko izomēru (piem., *cis*/*trans*) veidošanās.

5. uzdevums. **Cinka sintēze** *(Kopā 13 punkti)*

Cinku visplašāk ražo no zemes dzīlēs sastopamajām cinka sulfīda rūdām. Cinka sulfīdu sākotnēji pārvērš cinka oksīdā. Tālāk viena no iespējām ir oksīda reducēšana 950 °C temperatūrā ar oglekli un reducēšanas reakcijā iegūto oglekļa monoksīdu.

1. Aprēķini, cik lielu masu (kg) cinka ieguva no 1,00 tonnas cinka sulfīda rūdas, kas satur 90 % cinka sulfīda, ja cinka sulfīda sadedzināšanas stadijas iznākums ir 93% un cinka oksīda reducēšanas stadijas iznākums – 98%. Cinka sulfīda rūdas piemaisījumi cinku nesatur.
2. Kāda masa (kg) un tilpumus (m^3 n.a.) oglekļa dioksīda rodas, ja tiek iegūti 100 kg cinka? Pieņem, ka viss ogleklis pārvēršas par oglekļa dioksīdu un citās reakcijās oglekļa dioksīds nerodas.

Alternatīva mazāk energoietilpīga metode ir iegūto cinka oksīdu pārvērst cinka sulfāta šķīdumā un veikt tā šķīduma elektrolīzi. Sērskābi, kas nepieciešama cinka sulfāta iegūšanai, iegūst no reakcijās iegūtā sēra (IV) oksīda. Cinka sulfāta šķīduma elektrolīzē pie viena no elektrodiem notiek divu vielu veidošanās, savukārt pie otra veidojas tikai viena viela.

3. Kāds starpprodukts jāiegūst, lai no sēra (IV) oksīda iegūtu sērskābi? Uzraksti tā ķīmisko formulu.
4. Uzraksti ķīmisko formulu vielai vai vielām, kas veidojas pie anoda un vielai vai vielām, kas veidojas pie katoda. Vielas uzdod alfabētiskā secībā. Ja pie attiecīgā elektroda veidojas tikai viena viela, liekajā lodziņā ieliec svītriņu (defisi).
5. Ja neskaita mazāku enerģijas patēriņu, ko varētu minēt kā nākošo būtiskāko priekšrocību cinka iegūšanai ar elektrolīzes metodi?
    a. Tajā netiek patērēts ogleklis
    b. Tajā nerodas ogļskābā gāze
    c. Tajā atmosfērā nenonāk sēra (IV) oksīds
    d. Elektrolīzē pie otra elektroda tiek iegūts cits vērtīgs ķīmisks savienojums

Cinka iegūšanas elektrolīzes vannās cinka sulfāta šķīduma elektrolīzi ar 400 A stipru strāvu veica 12,0 stundas. Šajā procesā ieguva 5,00 kg cinka.

6. Aprēķini cinka iegūšanas iznākumu pēc strāvas (%)!
7. Ja pie elektrodiem notiek tikai trīs augstāk pieminēto produktu veidošanās, kāds tilpums (L, n.a.) gāzveida produktu veidosies pie katoda un kāds pie anoda.

Valsts izglītības satura centrs

Vaļņu iela 2, Rīga, LV - 1050, tālr. 67216500, fakss 67223801, e-pasts visc@visc.gov.lv, www.visc.gov.lv

ĶĪMIJAS 65. VALSTS OLIMPIĀDES OTRĀ POSMA UZDEVUMI 12. KLASEI

(Kopā 58 punkti)

1. uzdevums. **Nosver šķīdību!** *(Kopā 10 punkti)*

Kāds students nolēma noteikt vara (II) sulfāta pentahidrāta šķīdību ūdenī 25 °C temperatūrā. 100 g ūdens 25 °C temperatūrā viņš pievienoja vara (II) sulfāta pentahidrātu, pārliecinoties, ka visa pievienotā viela neizšķīst, un suspensiju maisīja, līdz iestājās līdzsvars. Pēc tam viņš nogulsnes nofiltrēja, filtrātam pievienoja nātrija hidroksīda šķīdumu nelielā pārākumā. Izveidojās zaļganas vielas **A** nogulsnes, kuras viņš nofiltrēja un karsēja, iegūstot 12,74 g melnas bināras vielas **B**.

1. Uzraksti vielu **A** un **B** ķīmisko formulu!
2. Nosaki vara (II) sulfāta pentahidrāta šķīdību ūdenī 25 °C (g/100 g ūdens)!
3. Nosaki vara (II) sulfāta masas daļu (%) vara (II) sulfāta pentahidrāta piesātinātā šķīdumā 25 °C temperatūrā.

Students nolēma noteikt arī kālija dihromāta $K_2Cr_2O_7$ šķīdību ūdenī. Lai to paveiktu viņš slēgtā traukā ielēja 100 g ūdens un maisot tajā šķīdināja kālija dihromātu, pārliecinoties, ka viss pievienotais kālija dihromāts neizšķīst. Iegūto suspensiju viņš izturēja 80 °C temperatūrā, līdz iestājās līdzsvars. Pēc tam viņš neizšķīdušo kālija dihromātu nofiltrēja, iegūto šķīdumu izturēja 25 °C, līdz iestājās līdzsvars. Izkristalizējušos kālija dihromātu viņš nofiltrēja, izžāvēja un noteica, ka tā masa ir 55,0 g. Iegūtajam filtrātam savukārt viņš lēnām pievienoja sudraba (I) nitrāta šķīdumu, apmaiņas reakcijā veidojoties rubīnsarkanām nogulsnēm. Students pievienoja tieši tik sudraba (I) nitrāta, līdz beidzās nogulšņu veidošanās. Iegūtās nogulsnes viņš nofiltrēja, nožāvēja un noteica, ka to masa ir 29,3 g. *Pieņem, ka visā eksperimentā viss ūdens pilnībā pārgāja filtrātā: tas nepalika uz filtrpapīra vai nogulsnēs un neiztvaikoja. Ignorē citus potenciālus līdzsvarus.*

4. Aprēķini kālija dihromāta šķīdību 25 °C un 80 °C temperatūrā (g/100 g ūdens)!
5. Filtrāta masa, kas iegūta pēdējā filtrēšanā, nebija vienāda ar 100 g. Kādēļ? *Pieņem, ka rubīnsarkanais savienojums ir pilnībā nešķīstošs.*
    a. Jo kā konkurējošs produkts veidojās šķīstošs skābais sāls
    b. Jo kā konkurējošs produkts veidojās šķīstošs kompleksais savienojums
    c. Jo papildus veidojās arī šķīstoša viela, kas neizkrita nogulsnēs
    d. Jo kā konkurējošs produkts veidojās šķīstošs bāziskais sāls
6. Aprēķini masu šķīdumam, kas tika iegūts kā filtrāts pēdējā filtrēšanā.

2. uzdevums. **Struktūras medības** *(Kopā 13 punkti)*

Skābekļa pārākumā pilnīgi sadedzināja 1,000 g kādas organiskas vielas **A**. Noteica, ka degšanā rodas 1,316 L (n.a.) ogļskābā gāze un 0,529 g ūdens. Vielas analīzē tika noteikts, ka tā reaģē ar hloru Luisa skābes katalizatora klātienē un sadalās, karsējot skābes šķīdumos, taču nereaģē ar bromūdeņradi, kā arī nav viegli oksidējama. Zināms, ka vielas molmasa ir mazāka nekā 150 g/mol.

1. Nosaki vielas **A** empīrisko formulu un molekulformulu!
2. Kāda ir šīs vielas sadegšanas ķīmiskās reakcijas koeficientu summa?
3. Izmanto doto informāciju un nosaki, kādas funkcionālās grupas satur viela **A**? *Izvēlies atbilstošo(-ās) atbildi(-es)!*
   - piesātināts cikls
   - viena C=C dubultsaite
   - divas C=C dubultsaites
   - C≡C trīskāršā saite
   - benzola gredzens
   - hidroksilgrupa
   - ētera grupa
   - karbonilgrupa
   - karboksilgrupa
   - estera grupa
   - aminogrupa
   - halogēna atoms
   - metilgrupa
4. Cik dažādu stabilu struktūras izomēru eksistē vielai **A**? Ignorē to, ka papildus iespējama arī telpisko izomēru (piem., *cis*/*trans*) veidošanās.

Skābekļa pārākumā pilnīgi sadedzinot 1,000 g organiskas vielas **B** ieguva identisku daudzumu degšanas produktus kā sadedzinot vielu **A**. Arī **B** reaģē ar hloru Luisa skābes katalizatora klātienē un nereaģē ar bromūdeņradi, taču reaģē gan ar nātrija hidroksīda, gan nātrija hidrogēnkarbonāta šķīdumu, bet nesadalās karsējot skābes šķīdumos.

5. Izmanto doto informāciju un nosaki, kādas funkcionālās grupas satur viela **B**? *Izvēlies atbilstošo(-ās) atbildi(-es)!*
   - piesātināts cikls
   - viena C=C dubultsaite
   - divas C=C dubultsaites
   - C≡C trīskāršā saite
   - benzola gredzens
   - hidroksilgrupa
   - ētera grupa
   - karbonilgrupa
   - karboksilgrupa
   - estera grupa
   - aminogrupa
   - halogēna atoms
   - metilgrupa
6. Cik dažādu stabilu struktūras izomēru eksistē vielai **B**? Ignorē to, ka papildus iespējama arī telpisko izomēru (piem., *cis*/*trans*) veidošanās.

3. uzdevums. **Ķīniešu bronza** *(Kopā 10 punkti)*

Pēteris ārvalstu internetveikalā nopirka monētu, kura izgatavota no bronzas. Tomēr monēta, pretēji gaidītajai sarkanīgi brūnajai krāsai, bija dzeltenīgā krāsā. Tikai pēc vizuālas monētas apskates Pēteris saprata, ka ar vārdu bronza apzīmē daudz un dažādus pamatā varu saturošus sakausējumus. Tā Pēteris nolēma noteikt, kādi elementi un kādā daudzumā ietilpst nopirktajā monētā.

Sākotnēji viņš no monētas paņēma 10,0 g parauga un to šķīdināja nātrija hidroksīda šķīdumā. Daļa no monētas izšķīda un izdalījās 1,87 L (n.a.) gāzes. Caur iegūto šķīdumu laižot CO_2 tajā radās baltas nogulsnes **A**, kuras izkarsējot ieguva metāla **X** oksīdu **B**, kurā metāla masas daļa ir 52,9%.

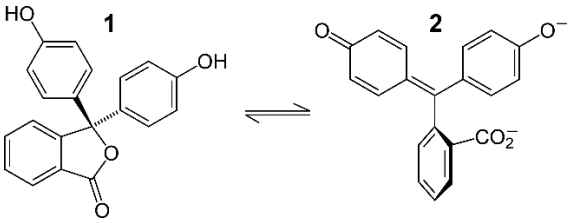
Tad Pēteris no monētas paņēma jaunu 10,0 g parauga un to šķīdināja atšķaidītā sālsskābē. Daļa no monētas izšķīda un izdalījās 2,09 L (25,0 °C temperatūrā un 120,0 kPa spiedienā) gāzes. Neizšķīdušā parauga masa bija 7,50 g. Šķīdumam pievienoja nātrija hidroksīdu pārākumā, iegūstot zaļganas nogulsnes **C**, kas gaisa klātienē pārvēršas sarkanīgās nogulsnēs **D**. Tikko pēc reakcijas iegūtās nogulsnes **C** izkarsējot ieguva metāla **Y** oksīdu **E**, kurā metāla masas daļa ir 77,7%.

1. Nosaki, kādi metāli **X** un **Y** ietilpa analizētajā bronzas paraugā. Uzraksti to ķīmiskās formulas!
2. Uzraksti savienojumu **A** – **E** ķīmiskās formulas!
3. Nosaki katra metāla (Cu, **X** un **Y**) masas daļu (%) analizētajā bronzas paraugā!

4. uzdevums. **Indikatori Bēra un Lamberta rokās** *(Kopā 12 punkti)*

Skābju-bāzu indikatori faktiski ir krāsvielas, kas dažādā vides pH maina savu struktūru un arī to, kāda ir šīs vielas šķīduma krāsa. Šajā uzdevumā apskatīsim divus indikatorus – fenolftaleīnu un metilsarkano.

Sākumā apskatīsim fenolftaleīnu, kura struktūra dažādās vidēs dota attēlā. Vienas no fenolftaleīna formām redzamās gaismas spektrā ir divi absorbcijas maksimumi: pirmais pie 374 nm un otrs pie 552 nm. Fenolftaleīna molārais absorbcijas koeficients pie 374 nm ε^{374} ir 5 000 $L \cdot mol^{-1} \cdot cm^{-1}$.

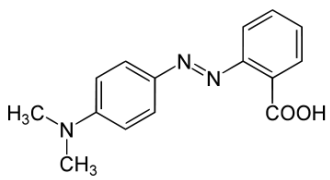


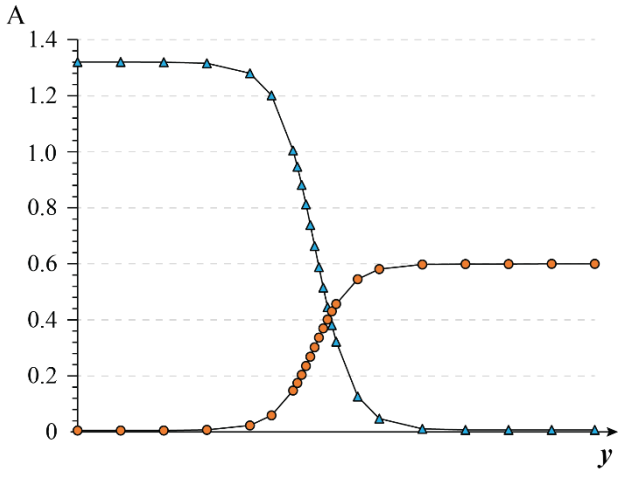
1. Kāda būs 1,00 cm bieza 0,25 $mmol \cdot L^{-1}$ fenolftaleīna šķīduma slāņa absorbcija pie 374 nm?

Fenolftaleīna rozā krāsu gan pamatā nosaka otrs absorbcijas maksimums pie 552 nm. Ņēma 10,0 mg fenolftaleīna (M = 318,3 $g \cdot mol^{-1}$) un to iesvēra 1,00 L mērkolba, kur to izšķīdināja ūdenī, pievienoja vielu **X** un šķīdumu atšķaidīja līdz kolbas atzīmei. Iegūto rozā šķīdumu fotometrēja pie 552 nm un noteica, ka tā absorbcija ir 0,911.

2. Kāda ir fenolftaleīna molārā koncentrācija iegūtajā šķīdumā ($mol \cdot L^{-1}$)?
3. Kāds ir fenolftaleīna molārais absorbcijas koeficients pie 552 nm ε^{552} ($L \cdot mol^{-1} \cdot cm^{-1}$)?
4. Cik fenola grupas ietilpst fenolftaleīna struktūrā?
5. Kurā no formām (**1** vai **2**) fenolftaleīns eksistē bāziskā vidē?
6. Cik H^+ joni tiek atrauti, fenolftaleīnam pārejot krāsainajā formā?
7. Kas bija pievienotā viela **X**?
   a. NaCl
   b. Na_2CO_3
   c. $MgSO_4$
   d. $FeCl_2$
   e. $K_2Cr_2O_7$

Tālāk apskatīsim otru indikatoru metilsarkano (struktūra dota attēlā), kas skābā vidē ir sarkanā krāsā, savukārt neitrālā un bāziskā vidē – dzeltenā krāsā. Zināms, ka vienai no formām parādās absorbcijas maksimums pie 524 nm ar ε^{524} = 44 500 $L \cdot mol^{-1} \cdot cm^{-1}$, bet otrai pie 420 nm ar mazāku molārās absorbcijas koeficientu.



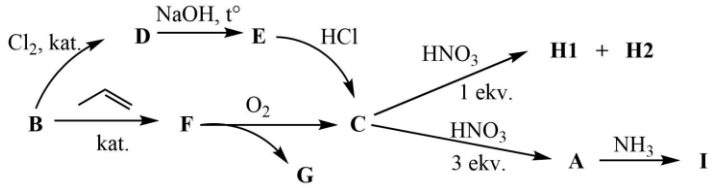


Šī savienojuma šķīdumam mērīja absorbciju pie diviem dažādiem gaismas viļņu garumiem – 524 nm un 420 nm atkarībā no kāda fizikālā lieluma ***y*** un ieguva attēlā doto grafiku.

8. Kas ir ***y***?
    a. Temperatūra
    b. Laiks
    c. pH
    d. koncentrācija
9. Kura no formām absorbē gaismu pie 420 nm?
10. Kādēļ grafikā pie vidējām ***y*** vērtībām novērojama absorbcija pie abiem viļņu garumiem?
    a. Jo pie šīm ***y*** vērtībām absorbē komplekss [skābes forma : bāzes forma]
    b. Jo pie šīm ***y*** vērtībām ir vērā ņemams abu formu daudzums
    c. Jo pie šīm ***y*** vērtībām pastāv vēl trešā metilsarkanā forma
    d. Jo summa no katras formas absorbcijas un koncentrācijas reizinājuma vienmēr ir konstanta
11. Nosaki, kāds ir otras formas molārās absorbcijas koeficients ε^{420} ($L \cdot mol^{-1} \cdot cm^{-1}$)!
12. Nosaki, kāda ir izmatotā metilsarkanā koncentrācija ($mol \cdot L^{-1}$)!

5. uzdevums. **Neparastā skābe** *(Kopā 13 punkti)*

Savienojums **A** ir visai stipra ($pK_a < 1$) organiska skābe, kuras uzbūve gan neatbilst klasiskai organiskai skābei. To iespējams iegūt no savienojuma **B**, kas ir rūpniecībā nozīmīga taču kancerogēna organiska viela. Zināms, ka **B** satur 92,24 % oglekli un 7,76 % ūdeņradi pēc masas un tas reaģē ar halogēniem un halogēnogļūdeņražiem Luisa skābju katalizatoru klātienē. Lai no **B** iegūtu **A**, sākotnēji kā starpproduktu iegūst plaši izmantotu vielu **C**, kurai piemīt vājas skābes īpašības, un kuras tvaiku blīvums pret **B** tvaikiem ir 1,205. Klasiski to ieguva sākumā Luisa skābes katalizatora klātienē hlorējot **B**, un tad iegūto vielu **D** karsējot kopā ar nātrija hidroksīdu iegūstot sāli **E**, kurš ar skābes šķīdumu viegli veido **C**.



Alternatīva un saimnieciski izdevīgāka metode ir Luisa skābes katalizatora klātienē īstenot propēna pievienošanas reakciju pie **B**, iegūstot **F**. **F** oksidējot ar skābekli iegūst **C** un plaši izmantotu organisko šķīdinātāju **G**, kura tvaiku blīvums pret gaisu ir 2,0.

C reakcijā ar 1 ekvivalentu slāpekļskābes katalītiska daudzuma sērskābes klātienē pamatā iegūst divu izomēru **H1** un **H2** maisījumu. Savukārt veicot **C** reakciju ar 3 ekvivalentiem slāpekļskābes katalītiska daudzuma sērskābes klātienē iegūst vielu **A**, kas bez jau minētā ir arī sprāgstoša. Kā sprāgstvielu gan parasti izmanto vielu **I**, ko iegūst **A** reakcijā ar amonjaku.

1. Uzraksti vielu **A** - **I** molekulformulas. *Kā pirmo uzdod C un tad H atomu skaitu, pēc tam pārējo elementu skaitu alfabētiskā secībā!*
2. Atzīmē, kādi izomēri ir **H1** un **H2**?
   a. funkcionālo grupu izomēri
   b. konformācijas izomēri
   c. ģeometriskie izomēri
   d. stereoizomēri
   e. tautomēri
3. Uzraksti, kā sauc vienu un kā otru no šiem izomēriem! *Uzdod izomēru apzīmējumus, ne pilnus nosaukumus alfabētiskā secībā!*
4. Kādās pozīcijās reakcijā ar 3 ekvivalentiem slāpekļskābes notiek jauno aizvietotāju pievienošanās pie **C**. *Izmanto parasti pieņemto atomu numerāciju!*

   a. 1 a. 2 a. 3 a. 4 a. 5 a. 6 a. 7

5. Kādēļ **A** uzbūve neatbilst klasiskai organiskai skābei? *Izvēlies vienu atbilstošāko atbildi!*
   a. Tās pK_a vērtība ir ļoti maza
   b. Tā satur oglekļa atomu ciklu
   c. Tā satur nitrogrupu
   d. Tā ir krāsaina
   e. Tā nesatur karboksilgrupu