

Kīmiķu dārzs 2022

11. – 12. klase

1. kārtā

Uzdevumu komplekts

Risinot uzdevumus, lūdzam ievērot:

- uzdevumu risināšanas laiks ir **no 10.00 līdz 13.00**;
- vietās, kur tas prasīts, norādīt pilnu risinājuma gaitu, nevis tikai atbildi;
- skaitliskos jautājumos tiks ieskaitītas atbildes ar ne vairāk kā 5% atšķirību no pareizās vērtības, ja nav norādīts citādi;
- ja uzdevumā nav norādīts citādi, hlora atommasu pieņemt kā 35,5, visu pārējo elementu atommasas noapaļot līdz tuvākajam veselajam skaitlim;
- ja uzdevumā nav norādīts citādi, pieņemt, ka visas reakcijas norisinās kvantitatīvi (pilnībā), visas nogulsnes izkrīt pilnībā un nesatur šķīdinātāja paliekas un visu gāzu tilpumi doti normālos apstākļos (n.a.: 1 atm, 0 °C).

Jums tiek piedāvāti uzdevumi piecās kategorijās – neorganiskā ķīmija (N), organiskā ķīmija (O), analītiskā ķīmija (A), fizikālā ķīmija (F), vispārīgā ķīmija (V).

Visticamāk, jūs dotajā laikā neizpildīsiet visus uzdevumus perfekti. Tādēļ atcerieties strādāt komandā, sadalīt darbu un koncentrēties uz tiem uzdevumiem, ko jūs varat izpildīt. **Vēlam veiksmi!**



Kīmiku dārzs 2022

11.–12. klase

1. kārtā

Neorganiskā ķīmija (34%)

N1. Divi vienā (26 punkti)

Jums, iespējams, ir zināms, ka daudzi metāli veido hidrīdus – piemēram, NaH , CaH_2 , UH_3 un citi. Visbiežāk sastopami ir IA un IIA grupas metālu hidrīdi, kas ir samērā reaģētspējīgi savienojumi.

Bet par hidrīdiem mēdz saukt arī sarežģītākus savienojumus. Tā, piemēram, savienojums **X** satur trīs dažādus elementus – metālu **A**, metālu **B** un ūdeņradi. To var iegūt **A** hidrīda reakcijā ar **B** hidrīdu kā vienīgo produktu, taču biežāk rūpniecībā lieto **A** hidrīda reakciju ar **B** hlorīdu, kur kā blakusproduktu pēc reakcijas atdala **A** hlorīdu.

Savienojums **X** ir gaiši pelēka cieta viela. Ja 5,00 g **X** pievieno lielam daudzumam ūdens, izdalās 11,79 L (n.a.) ūdeņraža (reakcija ir ļoti eksotermiska un var viegli izraisīt aizdegšanos, tāpēc parasti ir sevišķi svarīgi nepieļaut **X** nonākšanu saskarē ar ūdeni). Pēc ūdeņraža izdalīšanās pāri paliek balts duļķains šķīdums. Šo maisījumu var padarīt dzidru, pievienojot vai nu koncentrētu NaOH šķīdumu, vai atšķaidītu sērskābi (abos gadījumos rodas bezkrāsains šķīdums bez nogulsņiem).

Kādā eksperimentā 5,00 g **X** ļoti lēni, piesardzīgi, pa maziem daudzumiem (pretējā gadījumā notiktu sprādziens) pievienoja atšķaidītai sērskābei. Izdalījās ūdeņradis un pāri palika dzidrs bezkrāsains šķīdums. Ietvaicējot šķīdumu, kristalizējot no tā visus sāļus un tos izžāvējot, līdz masa nemainās, ieguva 29,74 g divu ūdenī šķīstošu cietu vielu maisījuma. Šo maisījumu no jauna izšķīdināja destilētā ūdenī un pievienoja Na_2CO_3 šķīduma pārākumu. Radās baltas receklveida nogulsnes un vienlaikus izdalījās gāze; kopā ar iepriekšējiem novērojumiem tas viennozīmīgi pierādīja metāla **B** identitāti. Nogulsnes nofiltrēja un filtrātam pievienoja NaF šķīdumu. Izkrita baltas nogulsnes, tādējādi pierādot arī metāla **A** identitāti.

N1.1. Uzrakstiet ķīmiskās reakcijas vienādojumus:

- a) NaH un CaH_2 reakcijai ar ūdeni (2 atsevišķi vienādojumi);
- b) NaH reakcijai ar etanolu;
- c) CaH_2 reakcijai ar skābekli.

(4 punkti)



Kīmiku dārzs 2022

11.–12. klase

1. kārtā

N1.2. Kāda ir ūdeņraža oksidēšanās pakāpe hidrīdos? Izmantojot atomu uzbūves teoriju, pamatojiet, kāpēc šāda oksidēšanās pakāpe ir iespējama. (3 punkti)

N1.3. Kas ir metāli **A** un **B**? Norādiet ķīmisko elementu simbolus. (4 punkti)

N1.4. Kāda ir savienojuma **X** ķīmiskā formula? (2 punkti)

N1.5. Uzrakstiet ķīmisko reakciju, kas aprakstītas tekstā, vienādojumus: (8 punkti)

- **A** hidrīds ar **B** hidrīdu;
- **A** hidrīds ar **B** hlorīdu;
- **X** ar ūdeni;
- tekstā minētais duļķainais šķīdums ar NaOH;
- tekstā minētais duļķainais šķīdums ar sērskābi;
- **X** ar sērskābi;
- iegūtais šķīdums ar Na₂CO₃;
- iegūtais filtrāts ar NaF.

N1.6. Piedāvājiēt vēl vienu reaģentu (kas nav karbonāts vai hidroģēnkarbonāts), ar kuru tāpat kā ar Na₂CO₃ šķīdumu iepriekšminētajā eksperimentā veidotos vienlaikus nogulsnes un gāze. Uzrakstiet atbilstošo ķīmiskās reakcijas vienādojumu. (2 punkti)

N1.7. Piedāvājiēt vēl vienu metodi, ar kuru varētu pierādīt metāla **A** klātbūtni pēdējā filtrātā iepriekšminētajā eksperimentā. Kāds rezultāts būtu sagaidāms? (1 punkts)

N1.8. Savienojums **X** sastāv no trim elementiem, bet tikai diviem joniem, no kuriem viens ir kompleksais jons. Kāda ir šī kompleksā jona ķīmiskā formula? (1 punkts)

N1.9. Nosauciet vienu pielietojumu savienojumam **X**. (1 punkts)



Kīmiku dārzs 2022

11.–12. klase

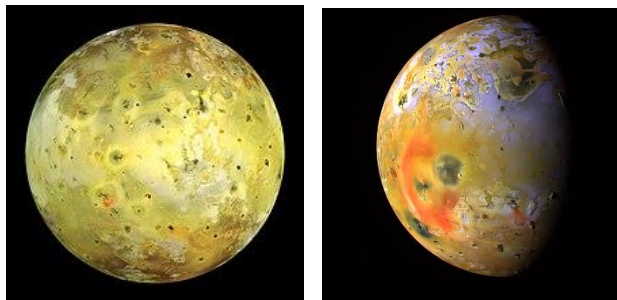
1. kārtā

N2. Jo (20 punkti)

Intergalaktiskajam citplanētiem Josifam šodien ir grūta diena, viņš netīšām aplēja savus pierakstus par Jupitera pavadoni Jo ar tēju, un daļa bija izdzēsusies.

Palīdzi Josifam atjaunot pierakstus!

Jo ir trešais lielākais Jupitera pavadoņi. Tas atšķiras no pārējiem Saules sistēmas pavadoņiem ar savu interesanto izskatu: tas ir dzeltens ar baltiem un oranžiem plankumiem.



Jo ir dzeltens, jo ir apklāts ar kādu elementu **X**, kurš n.a. pastāv alotropās formas **X3** veidā.

Jo ir ļoti retināta atmosfēra (aptuveni 1 nbar), tā galvenokārt sastāv no **X** oksīda **A** (skābekļa masas daļa **A** ir 50%). Tomēr tajā ir arī citas vielas, piemēram, nestabils **X** oksīds **B** un nestabils **X** alotrops **X1**. Abas šīs vielas (**B** un **X1**) pēc struktūras ir analogiskas (stipri līdzīgas) kādai gāzei **C**, kas sastāda 21% no Zemes atmosfēras.

Pavadoņi ir ļoti tuvu Jupiteram, kas tajā izraisa lielu vulkanisko aktivitāti. Vulkaniskajos izvirdumos atmosfērā nonākušais alotrops **X1**, kas vēlāk uz Jo virsmas dimerizējas un veido citu **X** alotropu **X2**, kas veido Jo oranžos plankumus.

Savukārt baltos plankumus veido iepriekš minētais **X** oksīds **A**, kas n.a. ir gāze, bet šajos apstākļos līdzinās sniegam.

Jo kodols sastāv galvenokārt no Piena Ceļa galaktikā visizplatītākā metāla **Y**. Papildus tajā sastopama viela **D** – metāla **Y** binārs savienojums ar elementu **X**. (**X** masas daļa savienojumā **D** – 36,36%.)

Ir spekulēts, ka Jo garoza sastāv galvenokārt no silikātminerāliem. Līdzīgi kosmiskie ķermeņi bieži satur lielu daudzumu silikātminerāla, kas sastāv no diviem silikātiem – **E** un **F**. (*Atcerieties, ka silikāti ir dažādi un ne visi obligāti satur metasilikātjonu SiO_3^{2-} !*) **E** un **F** ir izomorfi (par izomorfiem sauc tādus savienojumus, kuri savā starpā atšķiras tikai ar aizvietotiem



Kīmiku dārzs 2022

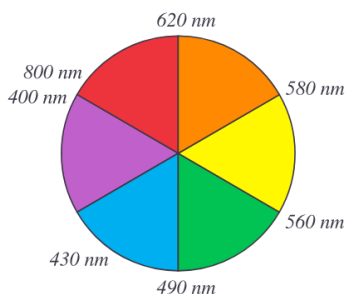
11.–12. klase

1. kārtā

atomiem vienā oksidēšanās pakāpē, piemēram, BaSO_4 un SrSO_4). **E** satur metālu **Y**, bet **F** satur metālu **Z** (metāls **Z** ir arī dolomīta sastāvā). Ja metālisku **Z** aizdedzina, tas sadeg ar spoži baltu liesmu. **Z** masas daļa vielā **F** ir 34,3%.

N2.1. Kas ir vielas **X–X3**; **A–F**; **Y** un **Z**? Norādiet ķīmiskās formulas. (15 punkti)

Redzamā gaisma ir elektromagnētiskais (EM) starojums, kura viļņu garums ietilpst intervālā aptuveni 400 nm – 800 nm. Dažādiem viļņu garumiem šajā intervālā atbilst dažādas krāsas (sk. “krāsu riņķi” attēlā).



Vielas parasti absorbē EM starojumu vienā viļņa garumā intensīvāk nekā citos; to sauc par absorbcijas maksimumu. Tabulā doti dažu uzdevumā aplūkoto vielu EM absorbcijas maksimumi:

Vielā	X1	X2	X3
Absorbcijas maksimums (nm)	570	540	415

N2.2. Kādās krāsās ir vielas **X1 – X3**? (3 punkti)

N2.3. Kādā krāsā ir viela, kas absorbē EM starojumu tikai ar viļņa garumu no 300 nm līdz 350 nm? (2 punkti)



Kīmiku dārzs 2022

11.–12. klase

1. kārtā

N3. Pētera raķetīte (24 punkti)

Kīmiķis Pēteris gribēja gaisā uzšaut raķeti, taču viņam mājās nebija augstas jaudas raķešdegvielas (tas ir, vēl nebija).

Pēteris ķērās pie darba. Sākumā viņš devās uz kāda veikala konditorejas piederumu nodaļu, kur viņš nopirka mīklas irdinātāju: vielu **A** (skābekļa masas daļa tajā ir 60,8%), kas ir skābais sāls. Karsējot **A** sadalās par šķidru vielu **B** un divām gāzēm – **X** un **C** (tie ir vienīgie reakcijas produkti). **B** un **C** ir oksīdi. Vielas **A**, **B**, **C** un **X** ir bieži sastopamas sadzīvē.

Tālāk Pēteris santehnikas nodaļā nopirka kanalizācijas tīrīšanas līdzekli, kas saturēja ļoti spēcīgu skābi **D** ($M = 98$ g/mol). Savukārt dārzniecības nodaļā viņš iegādājās kādu metāla sāli **E** ($M = 101$ g/mol), ko izmanto kā neorgainisku mēslojumu. Uz tā pakas bija norādīts, ka tas ir kālija un slāpekļa mēslojums. Pēteris sajauca vielas **E** un **D** un maisījumu destilēja. Kolbā, kuru karsēja, palika kāds skābais sāls **F**, bet destilātā bija tīra viela **Y**.

Pēterītis uzmanīgi sajauca vielas **X** un **Y**; rezultātā veidojās viela **P1**, ko sajaucot ar veikalā nopērkamu alumīnija pulveri un uretānkaučuku, ieguva pirmo raķešdegvielu. Viņš izveidoja raķešdzinēju un iztestēja to, bet tomēr secināja, ka ar citu degvielu dzinēja jauda varētu būt augstāka.

Pēterītis tālāk ļoti bieži sadzīvē sastopamu halogēnu saturošu savienojumu **G** izšķīdināja ūdenī, tad šo šķīdumu elektrolizēja neitrālā vidē 90 °C temperatūrā ar platīna elektrodu. Sākotnēji lēnām veidojās kāds sāls **H** (skābekļa masas daļa 45,1%), bet, kad elektrolīze bija notikusi tik ilgi, ka šķīdumā vairs nebija **G**, sāls **H** sāka pārvērsties par **I** (elementu kvalitatīvais sastāvs nemainījās). Ar laiku šķīdums sastāvēja praktiski tikai no vielas **I**. Šim šķīdumam viņš pievienoja iepriekš iegūto vielu **P1**. Atdzesējot notika apmaiņas reakcija un izkristalizējās viela **P2**.

Sajaucot **P2** ar alumīnija pulveri un butadiēnkaučuku, viņš ieguva otro cietu agregātstāvokļa raķešdegvielu, kas bija daudz aktīvāka un jaudīgāka par iepriekšējo. To izmantojot, Pēterītis priecīgs izveidoja savu pirmo raķeti.

N3.1. Kas ir vielas **A-I**, **X**, **Y**, **P1**, **P2**? Norādiet ķīmiskās formulas. (15 punkti)

N3.2. Kur sadzīvē sastopamas vielas **B**, **C**, **X**, **D**, **P1** un **G**? Nosauciet vienu piemēru, kas nav minēts uzdevumā, katrai no dotajām vielām. (3 punkti)

N3.3. Viela **P2** ir ūdenī šķīstoša. Kādēļ ar šo metodi tomēr var apmaiņas reakcijā iegūt vielu **P2**? Pamatojiet atbildi. Varat izmantot vielu šķīdības ūdenī: (3 punkti)

I: 210 g/100 mL

P1: 150 g/100 mL

P2: 21 g/100 mL



Kīmiku dārzs 2022

11.–12. klase

1. kāрта

N3.4. Kādas problēmas rastos, ja elektrolīzes procesā platīna vietā lietotu, piemēram, dzelzs plāksnīti kā elektrodu? Pamatojiet atbildi ar reakcijas vienādojumu (vai oks.–red. reakcijas pusvienādojumu). (2 punkti)

N3.5. Kāda ir alumīnija loma raķešdegvielas maisījumā? Izvēlieties pareizo: (1 punkts)

- Oksidētājs
- Reducētājs
- Katalizators
- Irdinātājs



Kīmiku dārzs 2022

11.–12. klase

1. kārtā

Analītiskā ķīmija (26%)

A1. Permanganātā skaitļošana (29,5 punkti)

Mēģenē ar novaduli ievietoja 2,000 gramus KMnO_4 , to karsēja kādu laiku, līdz kāda daļa no sākotnējā permanganāta daudzuma bija sadalījusies, bet daļa joprojām palika neizreagējusi. Rezultātā mēģenē bija trīs cietas vielas, no kurām katra reagē ar HCl , izdalot hloru.

Cieto atlikumu, kas bija atlicis mēģenē, apstrādāja ar sālsskābes šķīdumu pārākumā. Radās hlors, kuru izlaida caur KI šķīdumu (viss hlors izreaģēja); iegūtais jods tika titrēts ar 1,000 M $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ šķīdumu, patērējot 54,50 mL titranta.

A1.1. Kāds daudzums (mol) hlora radās? *Šajā jautājumā jānorāda spriedumu un/vai aprēķinu gaita, kā Jūs nonācāt līdz atbildei. (2 punkti)*

A1.2. Kāda daļa (procentos) no sākotnējā KMnO_4 daudzuma sadalījās? *Šajā jautājumā jānorāda spriedumu un/vai aprēķinu gaita, kā Jūs nonācāt līdz atbildei. (5 punkti)*

A1.3. Ja ar sālsskābi apstrādātu tikai neizkarsētu KMnO_4 (2,000 gramus), vai tiktu iegūts vairāk vai mazāk hlora nekā gadījumā, kad daļēji izkarsē KMnO_4 ? *Šajā jautājumā jānorāda spriedumu un/vai aprēķinu gaita, kā Jūs nonācāt līdz atbildei. (2 punkti)*

A1.4. Cik daudz (gramos) MnCl_2 radās, cieto miasījumu apstrādājot ar sālsskābi pārākumā? *Šajā jautājumā jānorāda spriedumu un/vai aprēķinu gaita, kā Jūs nonācāt līdz atbildei. (3 punkti)*

Savukārt KMnO_4 sadalīšanās reakcijā radušos skābekli izvadīja cauri FeSO_4 šķīdumam (tas saturēja 2,500 g $\text{FeSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), kurš ir paskābināts ar sērskābi pārākumā. Skābeklis izreaģēja pilnībā.

A1.5. Kāds daudzums (mol) Fe^{2+} jonu ir šķīdumā, pirms tam pievada skābekli? *Šajā jautājumā jānorāda spriedumu un/vai aprēķinu gaita, kā Jūs nonācāt līdz atbildei. (2 punkti)*

A1.6. Kādu krāsu maiņu varēs novērot, Fe^{2+} jonus oksidējot par Fe^{3+} joniem? (1 punkts)

A1.7. Vai visi Fe^{2+} joni tiks oksidēti? (1 punkts)

A1.8. Cik daudz (mol) Fe^{3+} jonu būs šķīdumā, kad viss skābeklis būs izreaģējis? *Šajā jautājumā jānorāda spriedumu un/vai aprēķinu gaita, kā Jūs nonācāt līdz atbildei. (4 punkti)*



Kīmiku dārzs 2022

11.–12. klase

1. kāрта

Šķīdumam, caur kuru bija izvadīts skābeklis, pievienoja sarkanā un dzeltenā assinssāļa maisījumu šķīdumu. Assinssāļu šķīdumā bija 0,184 g sarkanā assinsāls un 0,184 g dzeltenā assinssāls.

A1.9. Cik gramu nogulšņu tiks iegūtas pēc assinssāļu maisījuma šķīduma pievienošanas dzelzs jonus saturošajam šķīdumam? *Šajā jautājumā jānorāda spriedumu un/vai aprēķinu gaita, kā Jūs nonācāt līdz atbildei. (5 punkti)*

A1.10. Uzrakstiet visu uzdevuma tekstā minēto reakciju (kopā 9) vienādojumus! *(4,5 punkti)*



Kīmiku dārzs 2022

11.–12. klase

1. kārtā

A2. Dārgākais uzdevums šī gada olimpiādē (24 punkti)

Jaunais ķīmijas entuziasts Žanis tikko bija pabeidzis vidusskolu un lūkoja iestāties kādā universitātē studēt ķīmiju. Ievērojis Žaņa talantu, pazīstamais analītiskās ķīmijas pasniedzējs Leonīds viņam kā dāvanu uz izlaidumu pasniedza zilzaļas krāsas šķīdumu, ko bija ieguvis, izšķīdinot viena un divu eiro monētas koncentrētā slāpekļskābē. Lai motivētu Žani pielietot zināšanas un atjautību praksē, pasniedzējs Leonīds apsolīja viņu apbalvot ar naudas summu, kas “ietverta” šķīdumā, ja Žanis spēs nosaukt, cik liela tā ir.

Zinot, ka viena un divu eiro monētu sastāvā ir varš, cinks un niķelis, jaunais topošais ķīmiķis nolēma nekavēties un analīzes procesu sākt, šķīdumam pievienojot nātrija hidroksīda šķīdumu. Vispirms tika neitralizēta pāri palikusī slāpekļskābe; tad Žanis turpināja pievienot sārmu, līdz vide šķīdumā kļuva stipri bāziska. Šajā procesā radās zilzaļas nogulsnes, kas tika nofiltrētas; filtrāts bija dzidrs bezkrāsains šķīdums.

Iegūtās nogulsnes Žanis uzmanīgi izžāvēja un nosvēra; to masa bija 375,15 g.

A2.1. Kādi savienojumi veido nogulsnes? Kāds savienojums ir šķīdumā (filtrātā)? Norādiet ķīmiskās formulas. (3 punkti)

Iegūtās nogulsnes Žanis uzmanīgi izžāvēja un nosvēra; to masa bija 375,15 g.

Nogulsnēm viņš pievienoja atšķaidītu sērskābi. Tās izšķīda pilnībā, veidojot dzidru zilzaļu šķīdumu. Kā nākošo soli analīzē viņš izvēlējās iegūtajam šķīdumam pievienot kālija jodīda šķīdumu. To izdarot, veidojās pelēcīgi bēšas nogulsnes, vienlaikus maisījumam iekrāsojoties tumši brūnā krāsā. Atsevišķi pilienam šī maisījuma uz pilnienu plates pievienojot pilienu cietes šķīduma, krāsa kļuva tumši zila, savukārt citu tā paša maisījuma pilienu iztvaicējot līdz sausam, izdalījās violeti tvaiki.

A2.2. Par kāda savienojuma klātbūtni liecina iepriekšējā teikumā aprakstītie atsevišķie mēģinājumi? Norādiet ķīmisko formulu. (1 punkts)

A2.3. Kāds savienojums veido pelēcīgi bēšas nogulsnes? Zināms, ka joda masas daļa tajā ir 66,49%. Norādiet ķīmisko formulu. (2 punkti)

A2.4. Balstoties uz iepriekšējiem diviem jautājumiem, uzrakstiet reakcijas vienādojumu procesam, kas notika, pievienojot KI šķīdumu. (1 punkts)

Žanis kālija jodīdu pievienoja tiktāl, līdz iepriekšējā punktā minētā reakcija bija norisinājusies pilnībā. Nedaudz padomājis par tālāk veicamajiem soļiem, viņš izlēma maisījumu ar visām nogulsnēm atšķaidīt līdz 1 litra tilpumam, no šī tilpuma paņemt 5 mL un titrēt ar



Kīmiku dārzs 2022

11.–12. klase

1. kārtā

standartizētu 0,4610 M $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ šķīdumu. Vidējais patērētā titranta tilpums no trim titrēšanas reizēm bija 24,66 mL.

A2.5. Uzrakstiet vienādojumu reakcijai, kas norisinās titrēšanas gaitā. Kuras vielas koncentrācija šādi tiek noteikta? Kā nosaka šīs titrēšanas beigu punktu? (2 punkti)

Šajā brīdī Žanis varēja aprēķināt divu metālu (no trim) daudzumu maisījumā.

A2.6. Kuri divi metāli (no vara, cinka, niķeļa) tie ir? Kāds daudzums (mol) katra no tiem atradās sākotnējā šķīdumā? *Šajā jautājumā jānorāda spriedumu un/vai aprēķinu gaita, kā Jūs nonācāt līdz atbildei. (5 punkti)*

Līdz mīklas atrisinājumam bija atlicis vien pēdējais solis – atrast informāciju, ka:

- 1 eiro monēta sver 7,50 g un sastāv no
 - 63% vara,
 - 32% niķeļa,
 - 5% cinka;
- 2 eiro monēta sver 8,50 g un sastāv no
 - 55% vara,
 - 42% niķeļa,
 - 3% cinka.

(Skaitļi nav reāli, jo eiro monētu precīzais sastāvs diemžēl nav publiski pieejama informācija. Taču tās patiesi sastāv no šīm trim metāliem aptuveni dotajās attiecībās, arī dotās monētu masas ir īstas.)

Tagad Žanis bija pilnīgi drošs, ka ir veiksmīgi izpildījis pasniedzēja Leonīda uzstādīto izaicinājumu.

A2.7. Cik daudz katra nomināla monētu bija izšķīdinātas? Kāda bija kopējā izšķīdinātās naudas vērtība? Kāda bija izšķīdināto monētu kopējā masa? *Šajā jautājumā jānorāda spriedumu un/vai aprēķinu gaita, kā Jūs nonācāt līdz atbildei. (5 punkti)*

Lai vēl vairāk iepriecinātu pasniedzēju Leonīdu ar savām prasmēm, Žanis izlēma noskaidrot visu trīs metālu masas sākotnējā monētu kopā. Par laimi, to bija iespējams izdarīt, neveicot nekādus papildu eksperimentus.

A2.8. Kāda bija katra metāla (vara, cinka, niķeļa) masas daļa sākotnējā monētu maisījumā? *Šajā jautājumā jānorāda spriedumu un/vai aprēķinu gaita, kā Jūs nonācāt līdz atbildei. (5 punkti)*



Kīmiku dārzs 2022

11.–12. klase

1. kārtā

Organiskā ķīmija (12%)

O1. Kandžas tests (25 punkti)

Tomam Latvijas valdība, lai pilnveidotu likumdošanu, lūdza pārbaudīt, cik grūti iegūt alkoholisku dzērienu (tā saucamo "kandžu") no plaši pieejamiem organiskiem šķīdinātājiem.

Toms sākumā paņēma produktu ar nosaukumu "nagu lakas noņēmējs bez acetona", kas saturēja vielu **X** ($M = 88 \text{ g/mol}$). Viela **X** ir esters. **X** reakcijā ar NaOH rodas 3 vielas: ūdens, viela **A**, kas ir kādas bieži sadzīvē sastopamas un vājas skābes sāls, un etanols.

Otrai metodei Toms izvēlējās kādu plaši izmantotu šķīdinātāju **Y** ($M = 58 \text{ g/mol}$, viršanas temperatūra 56°C). Savienojums **Y** ir vienkāršākais ketons. To karsējot bezskābekļa vidē 600°C , 1 mols **Y** sadalās par 1 molu **B**, kas ir vienkāršākais alkāns, un 1 molu **C**, kas satur 2 dubultsaites ($M = 42 \text{ g/mol}$, un **C** struktūra ir visai netipiska). Reducējot vielu **C** ar H_2 katalizatora klātienē, veidojās etanols.

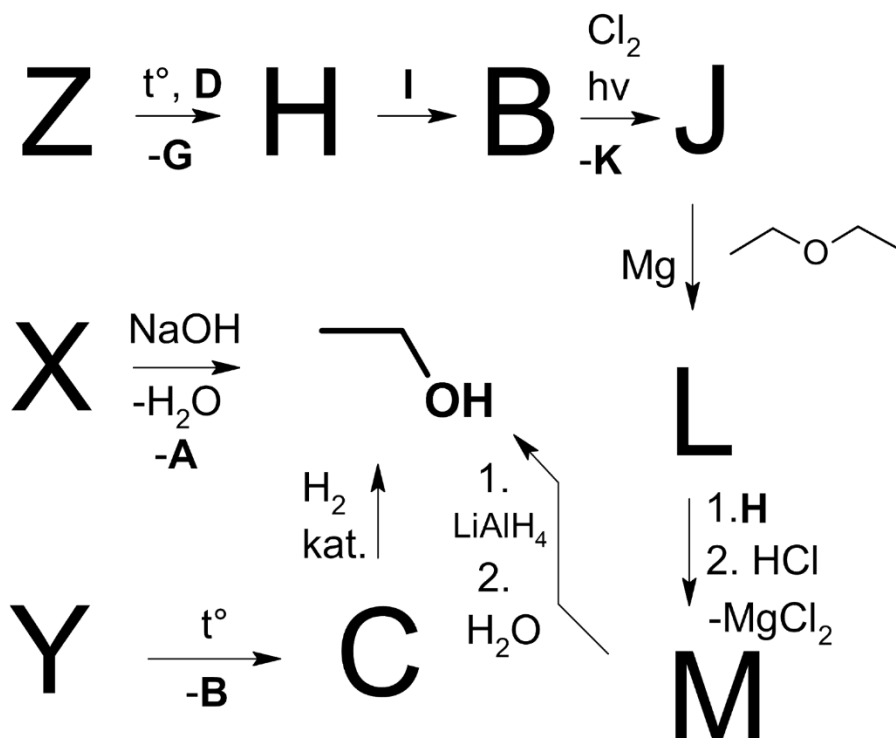
Visbeidzot Toms trešo metodi sāka ar kādu šķīdinātāju **Z**, kas ir vienkāršākais arēns (oglekļa masas daļa tajā – 92,3%). Viņš kādu laiku padomāja, bet tad saprata, ko darīt, un veica paaugstinātā temperatūrā reakciju starp vielu **Z** un gāzveida vienkāršu vielu **D**, kas plaši izplatīta Zemes atmosfērā. Reakcijā radās divi neorganiski produkti – **G**, kas n.a. ir šķidrums, un **H**, kas n.a. ir gāzveida viela. **H** paaugstinātā spiedienā un temperatūrā reaģē ar visvieglāko gāzi **I**; rodas iepriekšminētā viela **B**. Vēlāk, vielai **B** reaģējot ar Cl_2 gaismas klātienē, rodas 2 gāzveida (n.a.) vielas: **J** un **K**. Vielas **K** ūdens šķīdums ir stipra skābe. **J** reaģējot ar metālisku magniju sausā dietilētera šķīdumā, rodas reaģētspējīga viela **L**, kas var reaģēt ar vielu **H**. Pēc apstrādes ar HCl tiek iegūta bieži sastopama (tostarp arī šī uzdevuma pirmajā daļā pieminēta) organiska skābe **M**. Visbeidzot, **M** reducējot ar LiAlH_4 un reakcijas maisījumu apstrādājot ar ūdeni, iegūst etanolu.



Kīmiku dārzs 2022

11.–12. klase

1. kārtā



O1.1. Kas ir vielas A–L, X, Y, Z? Uzzīmējiet struktūrformulas. (15 punkti)

O1.2. Vai Latvijas valdībai vajadzētu uztraukties par šo etanola ieguves veidu? Kāpēc/kāpēc ne? (2 punkti)

O1.3. Kurš no šiem ir vispraktiskākais $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ieguves veids? Kāpēc? (2 punkti)

O1.4. Uzzīmējiet struktūrformulas vēl diviem vielas C izomēriem. (4 punkti)

O1.5. Nosauciet vēl divus arēnus, izņemot vielu Z, un uzzīmējiet to struktūrformulas. (2 punkti)

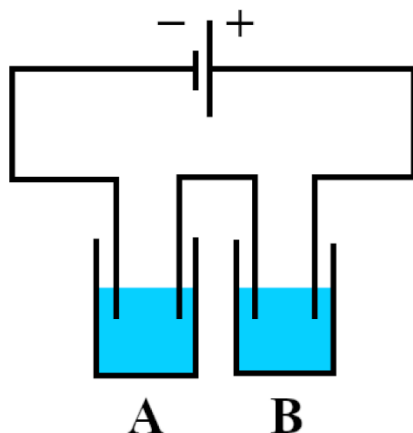


Fizikālā ķīmija (9%)

F1. Elektromānija (19 punkti)

Pagatavoja divus šķīdumus – **A** (dzīvsudraba(I) nitrāta šķīdums ūdenī) un **B** (kadmija nitrāta šķīdums ūdenī).

Šķīdumos ievietoja elektrodus un tos saslēdza virknē, kā parādīts attēlā:



F1.1. Kādi joni ir dzīvsudraba(I) nitrāta šķīdumā? (1 punkts)

Šajā slēgumā (vietā, kur shēmā parādīts strāvas avots) pieslēdza nezināma, bet nemainīga stipruma strāvu uz nezināmu laiku. No šķīduma **A** izgulsnējās 1,24 g dzīvsudraba.

F1.2. Cik daudz (pēc masas) kadmija izgulsnējās no šķīduma **B**? Zināms, ka abos šķīdumos elektrolīzes apturēšanas brīdī vēl bija palicis kāds daudzums metāla. Šajā jautājumā jānorāda spriedumu un/vai aprēķinu gaita, kā Jūs nonācāt līdz atbildei. (4 punkti)

Padoms: virknes slēgumā strāvas stiprums I ir vienāds visos elementos.

F1.3. Uzskicējiet grafiku, kas attēlotu izgulsnētās kadmija masas (y ass) atkarību no elektrolīzes laika (x ass). Parādiet grafikā arī, kas notiktu, ja elektrolīzi turpinātu tālāk pēc brīža, kad uzdevumā to pārtrauca. (4 punkti)

Tā kā šis eksperiments izrādījās veiksmīgs, tad laborants, kuram ļoti patika vērot elektrolīzes procesus, izlēma pagatavot vēl trīs šķīdumus:



KĶmiķu dārzs 2022

11.–12. klase

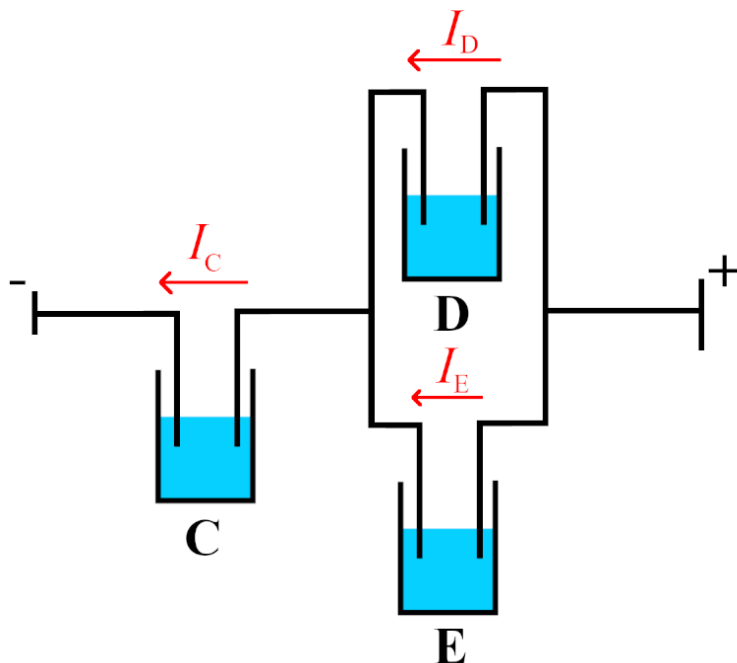
1. kārtā

C: dzīvsudraba(I) nitrāta šķīdums ūdenī;

D: kadmija nitrāta šķīdums ūdenī;

E: hroma(III) nitrāta šķīdums ūdenī.

Šķīdumos atkal ievietoja elektrodus un saslēdza tos attēlā parādītajā slēgumā:



Sarkanā krāsā attēlā parādīts strāvas virziens (atbilstoši fizikā pieņemtajai konvencijai) visos trijos šķīdumos.

Pieslēdza nezināma, bet nemainīga stipruma strāvu uz nezināmu laiku. No šķīduma **C** izgulsnējās 1,71 g dzīvsudraba, bet no šķīduma **D** – 0,317 g kadmija.

*F1.4. Cik daudz (pēc masas) hroma izgulsnējās no šķīduma **E**? Arī šoreiz visos šķīdumos elektrolīzes apturēšanas brīdī vēl bija palicis kāds daudzums metāla. Šajā jautājumā jānorāda spriedumu un/vai aprēķinu gaita, kā Jūs nonācāt līdz atbildei. (6 punkti)*

Padoms: $I_C = I_D + I_E$

F1.5. Elektrolizējot hroma(III) nitrātu, hroms reducējas. (2 punkti)

a) Kas šajā procesā oksidējas?

b) Uzrakstiet summāro reakcijas vienādojumu hroma(III) nitrāta elektrolīzei!



Kīmīķu dārzs 2022

11.–12. klase

1. kāрта

F1.6. Kādas problēmas varētu rasties praksē, elektrolizējot vidēji aktīvu metālu – piemēram, hroma – šķīdumus? Norādiet uz vismaz vienu būtisku problēmu, pamatojiet atbildi. (2 punkti)

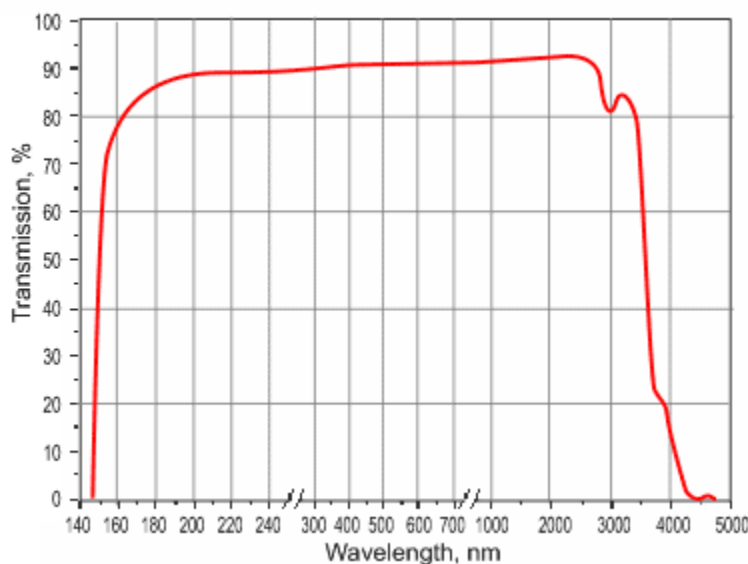


Vispārīgā ķīmija (18%)

V1. Biznesa plāns – fotoreaktors (20 punkti)

Jānītim radās nepārvarama vēlme uztaisīt fotoreaktoru.

Reakcijas viņš vēlējās veikt kvarca stikla kolbā. Jānītis atcerējās, ka kvarcs nav caurspīdīgs visiem viļņu garumiem, tādēļ atrada kvarca stikla absorbcijas grafiku:



1. att. Kvarca optiskā caurlaidība atkarībā no viļņa garuma.

V1.1. Kāds ir praktiski mazākais viļņa garums, kuru var izmantot ar šādu fotoreaktoru, t.i., nezaudējot vairāk par 50% gaismas intensitātes? (1 punkts)

V1.2. Kāda ir enerģija 1 fotonam ar viļņa garumu 300 nm un kāda – ar 600 nm? Atbildi sniegt gan džoulos, gan elektronvoltos. (3 punkti)

Izmantot formulas:

$$1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J un } E = hf \text{ un } f = c/\lambda,$$

kur λ ir viļņa garums, h ir Planka konstante, c ir gaismas ātrums, f ir frekvence un E ir enerģija.



Kīmiku dārzs 2022

11.–12. klase

1. kārtā

Konstanšu vērtības:

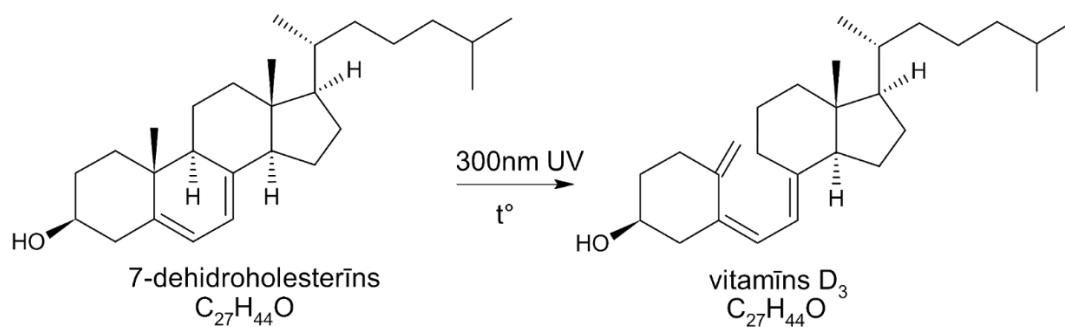
$$h = 6,626069 \cdot 10^{-34} \text{ m}^2 \cdot \text{kg/s}$$

$$c = 299\,792\,460 \text{ m/s}$$

V1.3. Kāda ir lieluma f mērvienība, izsakot ar SI sistēmas vienībām (kg, m, s)? Padoms: apskatiet mērvienības formulā $f = c / \lambda$. (2 punkti)

Izvērtējis šos aspektus, Jānītis izvēlējās iegādāties UV diodi, kas izstaro gaismu ar viļņa garumu 300 nm. Izmantojot šo diodi, viņš izveidoja fotoreaktoru.

Tālāk Jānītis saprata, ka aptiekās nopērkams vitamīns D3 ir ļoti dārgs, tādēļ, izmantojot savu reaktoru, viņš plānoja veikt vitamīna D3 sintēzi. Viņš sāka ar 15,0 gramiem dehidroholesterīna un veica reakciju gaismas iedarbībā:



V1.4. Jānītis pēc reakcijas ieguva 6,20 g vitamīna D3. Kāds ir reakcijas iznākums? (2 punkti)

V1.5. Jānīša fermu bija apsēdušas žurkas. Jānītis izlasīja, ka vitamīnu D3 izmanto kā efektīvu pesticīdu. Cik žurkas Jānītis var likvidēt ar uzsintezēto vitamīnu D3, ja nāvējošā deva ir 72 mg/kg un vidējā žurka sver 200 g? (3 punkti)

D vitamīna devu parasti mēra IU (starptautiskajās vienībās). 1 IU atbilst 0.025 μg vitamīna D3, un ieteicamā dienas deva ir 600 IU.

V1.6. Cik gadus Jānītis varētu uzņemt D vitamīna dienas devu ar uzsintezēto D3 vitamīnu? (3 punkti)

V1.7. Cik cilvēkiem Jānītis var nodrošināt ieteicamo dienas devu gada garumā? (3 punkti)

V1.8. Cik izmaksātu Jānītim 6,20 g vitamīna D3, ja viņš to pirktu aptiekā? D3 preparāts, ko atrada Jānītis, aptiekā maksā 15 eiro un satur 60 tabletes ar 4000 IU D vitamīna katrā. (3 punkti)



Kīmiku dārzs 2022

11.–12. klase

1. kārtā

V2. 3 velkmes – 3 ķertie (16,5 punkti)

Pirmajā velkmē kāds laborants saberza hidrazīna dihlorīdu ($\text{N}_2\text{H}_6\text{Cl}_2$) kopā ar kālija permanganātu (KMnO_4). Hidrazīns (N_2H_4), līdzīgi kā amonjaks, ar skābēm veido sāļus. Sākumā nekādas fizikālas vai ķīmiskas pārmaiņas netika novērotas, pēc kāda laika maisījums sāka kūpēt un gruzdēt, vēl pēc īsa mirkļa tas spontāni uzliesmoja. Reakcijas laikā izdalījās gaisā visbiežāk sastopamā gāze, bet pēc reakcijas norises pietā un arī ārpus tās bija vērojama brūngani melna ūdenī nešķīstoša viela, kas šķīst koncentrētā sālsskābē, izdalot hloru.

V2.1. Piedāvājiēt vienādojumu šai eksotermiskajai reakcijai! (4 punkti)

Otrajā velkmē KMnO_4 paraugu izšķīdināja koncentrētā sērskābē, iegūstot zaļganīgu šķidrumu. Šim šķidrumam pievienoja sarkano fosforu, maisījums detonēja uzreiz, izšķaidot reakcijas maisījumu pa visu velkmi un veidojot kādu oksīdu, par ko eksperimenta veicējs bija priecīgs, jo šo oksīdu var ļoti labi izmantot vielu žāvēšanai. Papildus pēc sprādziena visa velkme bija aptašķīta ar brūngani melnu ūdenī nešķīstošu vielu – to pašu, kas atradās pirmajā velkmē.

V2.2. Piedāvājiēt vienādojumus, kas apraksta notikušos procesus! (5 punkti)

Trešajā velkmē toties strādāja tikai ar šķīdumiem, reakcijai tika izmantots peroksislāpekļskābes (HNO_4) šķīdums un koncentrēts slāpekļūdeņražskābes (HN_3) šķīdums. Tā kā peroksislāpekļskābe satur skābekļa – skābekļa (peroksīda) saiti, tad tā ir spēcīgs oksidētājs (tai reducējoties, slāpekļa oksidēšanās pakāpe parasti nemainās), toties azīda fragments slāpekļūdeņražskābē lielākoties reakcijās piedalās kā reducētājs (slāpekļa oksidēšanās pakāpe kļūst par 0). Līdz ar to, šos šķīdumus apvienojot, notika spontāna reakcija, kuras laikā kolba ievērojami uzkarša.

V2.3. Piedāvājiēt reakcijas vienādojumu, kurš apraksta notikušo procesu! (4 punkti)

V2.4. Visām iepriekšējā punkta reakcijas vienādojumā esošajām vielām uzzīmējiēt Luisa struktūras! (3,5 punkti)



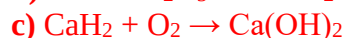
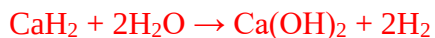
Kīmiku dārzs 2022

11.–12. klase

1. kārtā

N1. Divi vienā

N1.1.



Pēdējā reakcijā kā produkti der arī $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O}$, jo, piem., degot reakcija var būt ļoti eksotermiska un izraisīt Ca(OH)_2 sadalīšanos.

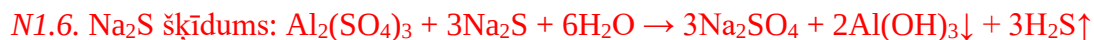
N1.2. Oksidēšanās pakāpe -1; ar diviem elektroniem pilnībā aizpildās 1s apakšlīmenis un līdz ar to viss atoma pirmais enerģijas līmenis.

N1.3. **A** – Li, **B** – Al

N1.4. LiAlH_4

N1.5.

- $\text{LiH} + \text{AlH}_3 \rightarrow \text{LiAlH}_4$
- $4\text{LiH} + \text{AlCl}_3 \rightarrow \text{LiAlH}_4 + 3\text{LiCl}$
- $\text{LiAlH}_4 + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{LiOH} + \text{Al(OH)}_3\downarrow + 4\text{H}_2\uparrow$
- $\text{Al(OH)}_3 + 3\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_3[\text{Al(OH)}_6]$
- $2\text{Al(OH)}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{H}_2\text{O}$
- $2\text{LiAlH}_4 + 4\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Li}_2\text{SO}_4 + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 8\text{H}_2\uparrow$
- $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{Na}_2\text{CO}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{Al(OH)}_3\downarrow + 3\text{CO}_2\uparrow$
- $\text{Li}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaF} \rightarrow 2\text{LiF}\downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$



N1.7. Liesmas krāsas analīze; sagaidāms, ka liesma iekrāsotos izteikti sarkana. (Iespējamās arī citas pareizas atbildes)

N1.8. $[\text{AlH}_4]^-$

N1.9. Plašāk zināmais pielietojums – reducētājs organiskajā ķīmijā (iespējamās arī citas pareizās atbildes)



Kīmiku dārzs 2022

11.–12. klase

1. kārta

N2. Jo

N2.1.

X – S

X1 – S₂

X2 – S₄

X3 – S₈

A – SO₂

B – SO

C – O₂

D – FeS

E – Fe₂SiO₄

F – Mg₂SiO₄

Y – Fe

Z – Mg

N2.2.

X1 – violeta

X2 – sarkana

X3 – dzeltena

N2.3. balta



Kīmiku dārzs 2022

11.–12. klase

1. kārtā

N3. Pētera raķetīte

N3.1.

A – NH_4HCO_3

B – H_2O

C – CO_2

D – H_2SO_4

E – KNO_3

F – NaHSO_4

G – HNO_3

H – NaClO_3

I – NaClO_4

X – NH_3

Y – HNO_3

P1 – NH_4NO_3

P2 – NH_4ClO_4

N3.2.

Iespējami dažādi varianti, piemēram:

B – ūdens ir sastopams praktiski visur, šeit gandrīz katra atbilde būs pareiza

C – gāzētos dzērienos

X – ožamais spirts

D – elektrolīts automobiļu (svina–sērskābes) akumulatoros

P1 – mēslojums

G – vārāmā sāls

N3.3. Vielas **P2** (amonija perhlorāta) šķīdība ir mazāka nekā izejvielu šķīdība, tāpēc no, piemēram, piesātinātiem izejvielu šķīdumiem tā izgulsnēsies un virzīs reakciju uz priekšu. Šādi var apmaiņas



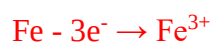
Kīmiku dārzs 2022

11.–12. klase

1. kāрта

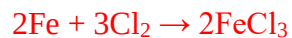
reakcijās iegūt daudzus šķīstošus savienojumus, piemēram, KNO_3 no NaNO_3 un KCl . Protams, reakcijas iznākums nevar būt 100% no teorētiskā, jo liela daļa produkta paliks piesātinātā šķīdumā.

N3.4. Zināms, ka pie anoda notiek oksidēšanās process. Ja izmanto dzelzs plāksnīti, tad pats anoda materiāls var oksidēties:



Rezultātā anods korodējas.

Nav pilnīgi precīzs, bet šeit ieskaitīts arī pamatojums, ka procesā pie anoda izdalās hlors, kas reaģē ar elektrodu:



N3.5. Reducētājs



Kīmiku dārzs 2022

11.–12. klase

1. kāрта

A1. Permanganātā skaitļošana

A1.1. 0,02725 mol

A1.2. 34,75%

A1.3. Vairāk.

A1.4. 1,595 g

A1.5. 0,00962 mol

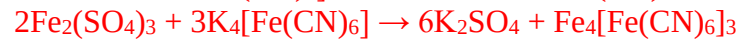
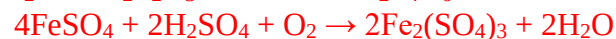
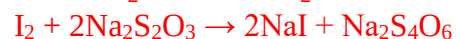
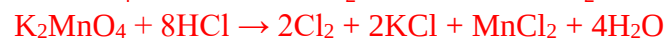
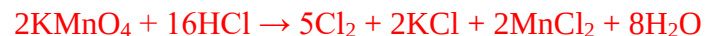
A1.6. No zaļganās uz dzeltenīgu

A1.7. Nē

A1.8. 0,0088 mol

A1.9. 0,304 g

A1.10.





Kīmiku dārzs 2022

11.–12. klase

1. kāрта

A2. Dārgākais uzdevums šī gada olimpiādē

A2.1. Nogulsnēs – $\text{Cu}(\text{OH})_2$ un $\text{Ni}(\text{OH})_2$; filtrātā – $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$

A2.2. I_2

A2.3. CuI , vara(I) jodīds

A2.4. $2\text{CuSO}_4 + 4\text{KI} \rightarrow \text{I}_2 + 2\text{CuI} + 2\text{K}_2\text{SO}_4$

A2.5. $2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{I}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6 + 2\text{NaI}$

Nosaka joda koncentrāciju; beigu punkts sasniegts, kad izzūd brūnais krāsojums.

A2.6. 2,274 mol Cu; 1,638 mol Ni

A2.7. 12x 1 eiro un 19x 2 eiro, kopā 50 eiro, kopējā masa 251,5 g

A2.8. Cu 57,86%; Ni 38,42%; Zn 3,72%



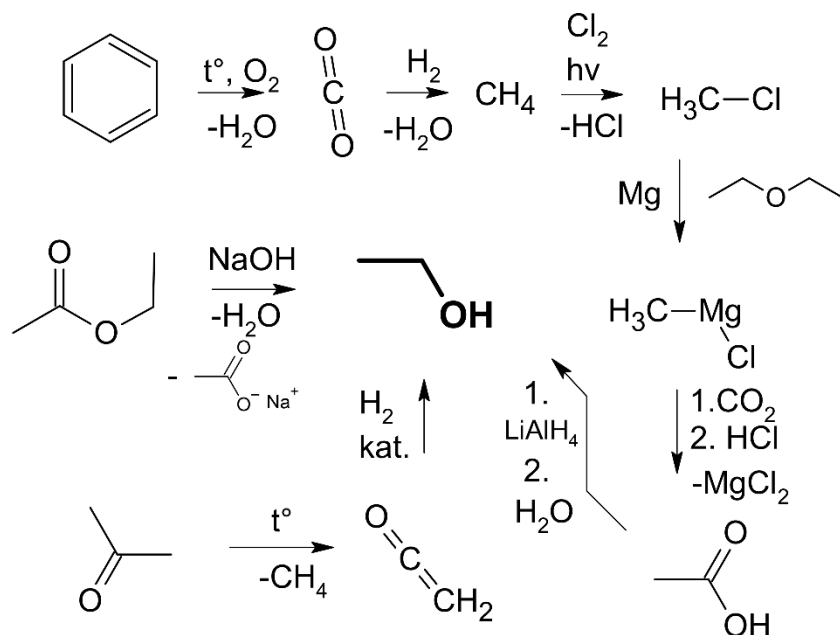
Kīmiku dārzs 2022

11.–12. klase

1. kārtā

O1. Kandžas tests

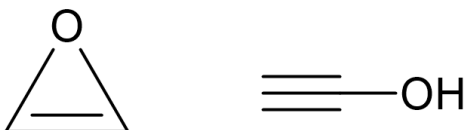
O1.1.



O1.2. Nē, visi šie etanola ieguves veidi ir gan nepraktiski no ieguldītā darba viedokļa, gan ekonomiski neizdevīgi. Nav iemeslu, kādēļ nelegālo alkoholisko dzērienu ražotāji izvēlētos kaut ko citu labi zināmās ogļhidrātu raudzēšanas metodes vietā.

O1.3. Pirmais no uzskaitītajiem. Tas sastāv tikai no viena soļa un attiecīgo reakciju ir praktiski vienkārši veikt – nav iesaistītas gāzes, paaugstinātas temperatūras utt. Turklāt izejvielas ir plaši pieejamas un lētas.

O1.4.



O1.5. Ieskaitīta jebkura pareiza atbilde (nosaukti un uzzīmēti divi arēni), piemēram, toluols un etilbenzols.



F1. Elektromānija

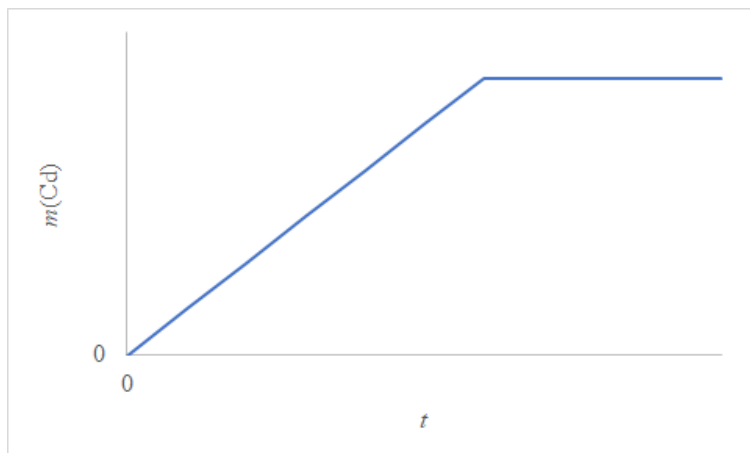
F1.1. Hg_2^{2+} (ūdens šķīdumā nepastāv atsevišķi Hg^+ joni) un NO_3^-

F1.2. 0,345 g

F1.3. Pie nosacījuma, ka strāvas stiprums ir nemainīgs, sakarība ir lineāra:

$$m = \left(\frac{I \cdot M}{z \cdot F} \right) \cdot t \Rightarrow m \propto t$$

Ja elektrolīzi turpinātu, tad kādā brīdī no šķīduma būtu izgulsnējies viss metāls un tā masa vairs nemainītos.



F1.4. 0,0493 g

F1.5.

a) Ūdens oksidējas par O_2 .

b) $2\text{Cr}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Cr} + 4\text{HNO}_3 + \text{O}_2$

F1.6. Praksē būtu grūti (ja ne neiespējami) panākt hroma pilnīgu izgulsnēšanos, jo hroma reducēšanās konkurē ar ūdeņraža reducēšanos:



Attiecīgi, lai maksimizētu iegūtā hroma daudzumu, būtu nepieciešams uzmanīgi kontrolēt pH.

Var pieņemt arī skaidrojumu, ka elektrolīzes procesā veidojas slāpekļskābe (sk. reakcijas vienādojumu iepriekšējā punktā), kas daļēji izreaģē ar hromu.



Kīmiku dārzs 2022

11.–12. klase

1. kāрта

V1. Biznesa plāns – fotoreaktors

V1.1. 155 nm

V1.2. 300 nm fotonam $E = 6,62 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 4,13 \text{ eV}$

600 nm fotonam $E = 3,31 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 2,07 \text{ eV}$

V1.3. $[f] = \text{s}^{-1}$ jeb 1/s, parasti šo pašu mērvienību sauc par hercu (Hz).

V1.4. 41%

V1.5. 431 žurkas

V1.6. 1132 gadus

V1.7. 1132 cilvēkiem

V1.8. 15500 eiro



Kīmiku dārzs 2022

11.–12. klase

1. kārtā

V2. 3 velkmes – 3 ķertie

V2.1. $3\text{N}_2\text{H}_6\text{Cl}_2 + 4\text{KMnO}_4 \rightarrow 3\text{N}_2 + 4\text{MnO}_2 + 4\text{KCl} + 8\text{H}_2\text{O} + 2\text{HCl}$ (iespējami arī citi varianti)

V2.2. $2\text{KMnO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Mn}_2\text{O}_7 + 2\text{KHSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ un
 $10\text{Mn}_2\text{O}_7 + 12\text{P} \rightarrow 20\text{MnO}_2 + 3\text{P}_4\text{O}_{10}$

V2.3. $\text{HNO}_4 + 2\text{HN}_3 \rightarrow 3\text{N}_2 + \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

V2.4.

