

Kīmiķu dārzs 2020

11. – 12. klase

2. kārtā

Uzdevumu komplekts

Risinot uzdevumus, lūdzam ievērot:

- uzdevumu risināšanas laiks ir **no 11.30 līdz 15.30**;
- olimpiādes laikā atļauts izmantot jebkākus uzziņas līdzekļus un sazināties savā starpā Zoom, NAV ATĻAUTA jebkāda cita saziņa;
- vietās, kur tas prasīts, norādīt pilnu risinājuma gaitu, nevis tikai atbildi;
- skaitliski uzdevumi tiks ieskaitīti kā pareizi, ja atbilde iekļaujas 5% relatīvās kļūdas intervālā no pareizās atbildes;
- 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 bar, 0 °C).

Jums tiek piedāvāti uzdevumi piecās kategorijās – neorganiskā ķīmija (N), organiskā ķīmija (O), analītiskā ķīmija (A), fizikālā ķīmija (F) un eksperimentāls uzdevums (E).

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 2020

11.–12. klase

2. kārtā

Neorganiskā ķīmija (35% no kopējiem punktiem)

N1. Destruktīvā žāvēšana (57 punkti)

Kīmike Dzintra uz darba galda atrada divus nemarkētus stikla Petri trauciņus ar vielām – **A** un **B** –, kurus tur bija atstājis viņas kolēģis Viesturs. Tā kā vielas izskatījās mitras, tad Dzintra, pukodamās par Viestura nevērību, ievietoja abus trauciņus žāvskapī 200 °C temperatūrā. Tomēr, pēc kāda laika pārbaudot žāvskapi, Dzintra atklāja, ka abi Petri trauciņi ir pilnībā tukši.

Tas Dzintru ieinteresēja, un viņa vēlējās pārbaudīt, kādas vielas sākotnēji bija Petri trauciņos. Vielai **A** Viesturs bija atstājis sausu (bet diemžēl arī nemarkētu) paraugu. Dzintra konstatēja, ka **A** patiesībā ir maisījums no divām vielām – **D** un **E**; praktiski visi **D** paraugi īstenībā ir šādi maisījumi, jo jau istabas temperatūrā **D** lēni sadalās par **E**, izdalot gāzi **F**. Gan tīrs **D**, gan **E** karsējot pilnīgi sadalās par **F**, **G** un **H**, bet dažādās molu attiecībās. Izkarsējot 1,897 g **A** 200 °C temperatūrā, Dzintra ieguva gāzu maisījumu ar tilpumu 3,01 L (tādā pašā temperatūrā un pie atmosfēras spiediena). Šajā gāzu maisījumā ievietojot ar fenoltaleīna šķīdumu piesūcinātu filtpapīru, tas iekrāsojās aveņsarkans. Gāzu maisījumu sadalīja. Atdzesējot līdz istabas temperatūrai, daļa gāzu kondensējās; gāzveida stāvoklī palika tikai **F** un **G**. Palikušās divas gāzes atdzesējot līdz -33 °C, no vienas no tām atkal veidojās šķidra viela; savukārt, atlikušo gāzi atdzesējot līdz -79 °C, veidojās cieta viela, nenovērojot šķidro fāzi.

*N1.1. Atrast vielu **D** – **H** ķīmiskās formulas. (7 punkti)*

*N1.2. Atrast maisījuma **A** sastāvu masas daļās. (5 punkti)*

Savukārt vielai **B** nebija pieejams tīrs paraugs, taču Viesturs bija atstājis aprakstu tās sintēzei. Kādu nemetālu **I**, kam plaši pazīstamas vairākas alotropās formas, dedzina hlora pārākumā. Faktiski šī reakcija norisinās divās stadijās – vispirms veidojas šķidr (n.a.) savienojums **J**, tad hlora pārākumā rodas cieta viela **K**. Nemetāla **I** masas daļa tajā ir 14,87%. Vielai **K** reakcijā ar sāli **L**, kura katjons ir tāds pats kā vielai **A**, veidojas **B**. Alternatīvi **B** var pagatavot, vispirms **K** apstrādājot ar kāda cita nemetāla halogēnīdu **M**, kurā halogēna masas daļa ir 43,18%. Notiek halogēnu apmaiņa, un veidojas gāzveida viela **N**. Izlaižot to caur kādas ļoti indīgas un kodīgas skābes **O** šķīdumu, veidojas skābe **P**, kas pastāv tikai šķīdumā. (Arī skābe **O** satur halogēnu.) Visbeidzot, skābes **P** šķīdumam pievienojot **F**, veidojas **B**. Viela **B** ir būtiska, jo tās sastāvā ir vāji koordinējošs anjons. Vielu **B** karsējot, tā sadalās par **F**, gāzveida **O** un **N**. Gāze **N** veido izteiktus baltus dūmus, reaģējot ar gaisā esošo mitrumu. Reakcijā ar gaisa mitrumu vispirms veidojas nemetāla **I** oksīds, kas var arī tālāk reaģēt ar ūdeni, veidojot skābi **R**. Skābe **R** šķīst ūdenī, taču šādi šķīdumi nav stabili – tā lēnām reaģē ar ūdeni, veidojot plašāk zināmu skābi **S**.



Kīmiku dārzs 2020

11.–12. klase

2. kārtā

N1.3. Atrast vielu **B**, **I** – **S** ķīmiskās formulas. (18 punkti)

N1.4. Nosaukt ar vārdiem vielas **B**, **P**, **R**, **S**. (4 punkti)

N1.5. Uzzīmēt Luisa struktūras vielām **J**, **K** un vielas **B** anjonam. Uzskatāmi parādīt to telpisko uzbūvi. (9 punkti)

N1.6. Uzrakstīt reakciju vienādojumus sekojošām reakcijām: (10 punkti)

- abu maisījuma **A** komponentu termiskā sadalīšanās;
- vielas **B** termiskā sadalīšanās;
- vielas **N** reakcija ar gaisa mitrumu.

N1.7. Kādu vizuālu izmaiņu pēc sadalīšanās varētu novērot vielas **B** gadījumā? Ņemt vērā materiālu, no kā izgatavots Petri trauciņš. Paskaidrot atbildi! (4 punkti)



Kīmīķu dārzs 2020

11.–12. klase

2. kāрта

N2. Metāla dzenāšana (47 punkti)

Metālu **A** oksidēja ar skābekli par vielu **B**. Vielai **B** reaģējot ar skābekli 500 – 800 grādu temperatūrā, veidojas viela **C** (skābekļa masas daļa tajā ir 18,93%). Tai pievienojot aukstu koncentrētu sērskābi, veidojas gāzveida viela **D** ar raksturīgu smaržu. **D** reakcijā ar vielas **E** (tās katjons ir K^+) šķīdumu rodas kāda violeta vienkārša viela **F**, kura viegli sublimējas. **F** reaģē ar koncentrētu skābi **G**, veidojot skābi **H**, kuras molekulā ir trīs skābekļa atomi, un gāzveida vielu **I**. Viela **I** reaģē ar skābekli, veidojot **J**. Savukārt viela **J** pazeminātā temperatūrā veido tās dimēru **K** (šādā temperatūrā tas ir bezkrāsains šķidrums).

C reaģējot ar atšķaidītu sērskābi, rodas viela **L**. Ar vielu **E** var katalizēt vielas **L** sadalīšanos, iegūstot gāzi **M**.

M arī izdalās reakcijā starp **C** un CO_2 ; vēl šajā reakcijā rodas viela **N**, kas ir nešķīstošs metāla **A** sāls.

Vielu **B** var iegūt, termiski sadalot vielas **N** un **O**, kas veidojas, ilgstoši uzglabājot vielas **C** paraugus gaisā.

N2.1. Noteikt vielas **A–O**! (33 punkti)

N2.2. Uzzīmēt vielu **D**, **K**, **M**, kā arī vielas **C** anjona Luisa struktūras! (8 punkti)

N2.3. Uzrakstīt vienādojumu **C** reakcijai ar aukstu koncentrētu sērskābi! (3 punkti)

N2.4. Kāds jons veidojas **E** reakcijā ar **F**? Aprakstīt šī jona telpisko uzbūvi! (3 punkti)



Kīmiku dārzs 2020

11.–12. klase

2. kāрта

N3. Alternatīvais mangāns (12 punkti)

Dioksīds **A** reaģē ar sālsskābi analogiski mangāna dioksīdam (veidojas divvērtīga metāla hlorīds). 33,7 g dioksīda **A** un MnO_2 maisījuma (daudzumu attiecība 1:5) reaģējot ar HCl pārākumā, radās 6,72 L gāzes (n.a.).

N3.1. Nosakiet dioksīda **A** ķīmisko formulu! (12 punkti)



KĶmīķu dārzs 2020

11.–12. klase

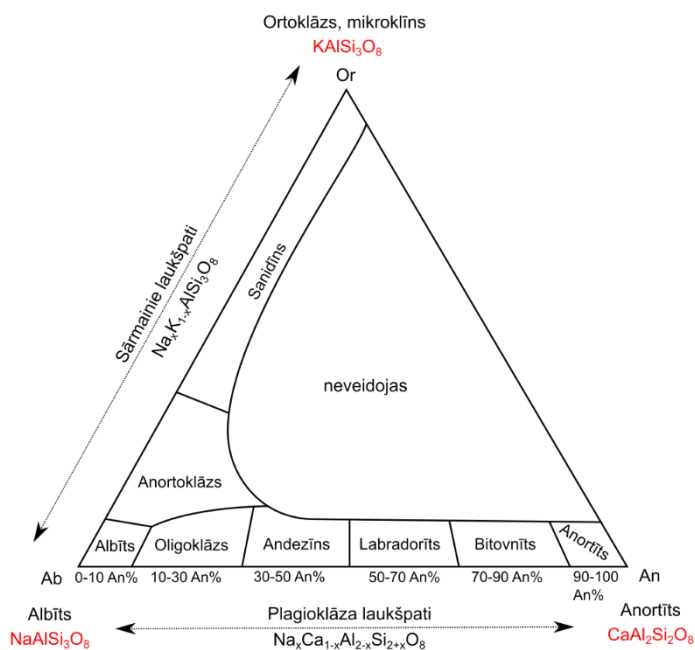
2. kārtā

Analītiskā ķīmija (15% no kopējiem punktiem)

A1. Plagioklāza problēmas (50 punkti)

Laukšpats ir minerāls, kas visai bieži sastopams dažādu iežu sastāvā. Tas veido gandrīz pusi Zemes kontinentālās garozas masas. Taču vārds “laukšpats” neapzīmē vienu konkrētu minerālu, bet gan veselu klasi dažādu nātrija – kālija – kalcija alumosilikātu (sk. diagrammu).

Valērijs un Toms strādāja laboratorijā, kas bija saņēmusi plagioklāza paraugu. Par plagioklāzu sauc laukšpatu, kas satur nātriju un kalciju; plagioklāza minerālus iedala tālāk kā



albītu, oligoklāzu, andezīnu, labradorītu, bitovnītu un anortītu atkarībā no to sastāva. Vispārīgā formula plagioklāza minerāliem ir $\text{Na}_x\text{Ca}_{1-x}\text{Al}_{2-x}\text{Si}_{2+x}\text{O}_8$, kur x ir reāls skaitlis starp 0 un 1. Plagioklāza minerālus dažkārt apskata arī kā albīta $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ un anortīta $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ maisījumu (cietu šķīdumu); tādā gadījumā tos raksturo anortīta masas daļa maisījumā, izteikta procentos (apzīmē ar An%). Attiecīgi plagioklāza minerālu vispārīgā formula veidojas, saskaitot x ekvivalentus albīta un $1-x$ ekvivalentus anortīta.

Vispirms viņi vienojās 0,5000 g minerāla parauga apstrādāt ar fluorūdeņražskābes šķīdumu pārākumā. Šajā apstrādes procesā daļa minerāla izšķīda, bet pāri palika nešķīstošas nogulsnes. Taču par tālāko rīcību laborantiem domas atšķīrās.

Toms izvēlējās nogulsnes nofiltrēt, izkarsēt un nosvērt. Nogulšņu masa bija 0,0876 g.



Kīmiku dārzs 2020

11.–12. klase

2. kārtā

A1.1. Uzrakstiet nešķīstošo nogulšņu ķīmisko formulu. (2 punkti)

A1.2. Uzrakstiet parauga apstrādē notikušo reakciju vienādojumus (rakstiet atsevišķas reakcijas albītam $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ un anortītam $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$). (6 punkti)

A1.3. Nosakiet anortīta masas daļu ($\text{An}\%$) dotajā minerālā. (8 punkti)

A1.4. Vadoties pēc dotās diagrammas, kādam plagioklāza laukšpata minerālam atbilst paraugs? (2 punkti)

Izvēlieties vienu:

- Albīts
- Oligoklāzs
- Andezīts
- Labradorīts
- Bitovnīts
- Anortīts

A1.5. Nosakiet parauga ķīmisko formulu (x skaitlisko vērtību). (6 punkti)

Taču Valērijs vēlējās izmēģināt metodi, par ko bija lasījis kādā nesen publicētā rakstā. Viņš pēc minerāla apstrādes un nogulšņu nofiltrēšanas pāri palikušajam filtrātam pievienoja nātrija karbonātu, līdz šķīdumā vide kļuva vāji bāziska. Šajā procesā izgulsnējās divi mazšķīstoši kompleksie savienojumi, kurus Valērijs nofiltrēja, izžāvēja un nosvēra. To kopējā masa bija 1,4458 g. Abi kompleksie savienojumi katrs sastāv no trīs dažādiem elementiem, un tajos abos koordinācijas skaitlis ir 6.

A1.6. Uzrakstiet notikušo reakciju vienādojumus. Nosauciet mazšķīstošos kompleksos savienojumus pēc IUPAC. Kurš no tiem ir ļoti būtisks metalurģijā? (6 punkti)

A1.7. Aprēķiniet parauga ķīmisko formulu (x skaitlisko vērtību) un anortīta masas daļu ($\text{An}\%$) minerāla paraugā pēc Valērija iegūtajiem datiem! (16 punkti)

A1.8. Kura laboranta pielietotā metode sniedza precīzākus rezultātus? Kāpēc? (4 punkti)



KĶmiķu dārzs 2020

11.–12. klase

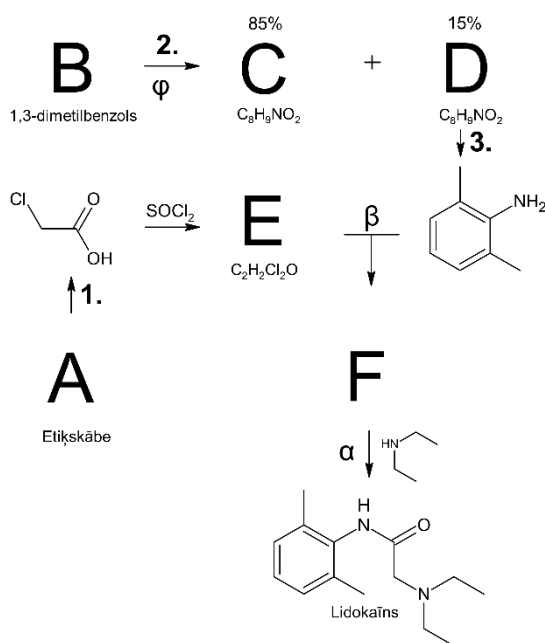
2. kārtā

Organiskā ķīmija (24% no kopējiem punktiem)

O1. Ivetas un Borisa atgadījumi karantīnā (40 punkti)

Sēžot karantīnā, zobārste Iveta pamanīja, ka viņas kaķis Boriss nejūtas labi. Boriss vairs nebija mīļš kā agrāk un neļāva sevi glaudīt, turklāt arī beidza ēst. Tas zobārsti Ivetu ļoti uztrauca, un, meklēdama kaķim vainu, viņa pamanīja, ka Borisam ļoti sāp zobs. Viņa uzreiz ķērās zobu labot, tomēr kaķis nekādi neļāvās operācijai. Tādēļ Iveta, ilgi nedomādama, ķērās pie darba – viņa sintezēs zobārstniecībā visbiežāk pielietoto lokālās anestēzijas līdzekli **lidokaīnu**.

Viņa gribēja sintēzes shēmai izmantot lapu, ko bija saņēmusi savos studiju gados, tomēr daudz kas no lapas bija nodzisis.



O1.1. Atšifrē un uzzīmē vielu A–F struktūras! (20 punkti)

O1.2. Atzīmē piemērotākos reaģentus/apstākļus reakcijai 1! (2 punkti)

Izvēlieties vienu:

- SO_2Cl_2
- $\text{Cl}_2 / h\nu$
- SOCl_2
- PCl_5



Kīmiku dārzs 2020

11.–12. klase

2. kārtā

O1.3. Atzīmē piemērotākos reaģentus/apstākļus reakcijai 2! (4 punkti)

Izvēlieties vienu:

- NO_2 ; 100°C
- konc. H_2SO_4 / konc. HNO_3 ; 25°C
- NaNO_2 / HCl ; 0°C
- $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot \text{SO}_3$ / 100% HNO_3 ; 140°C ; 10h

O1.4. Atzīmē piemērotākos reaģentus/apstākļus reakcijai 3! (3 punkti)

Izvēlieties vienu:

- NaH / N,N -dimetilformamīds ; 25°C
- K / NH_3 ; -78°C
- piridīns / NH_3 ; 200bar, 280°C
- Pd/C , H_2 ; 40bar, 25°C

O1.5. Uzzīmē mehānismus reakcijām α , β un ϕ ! (11 punkti)



Kīmiķu dārzs 2020

11.–12. klase

2. kārtā

O2. Benzola un etēna ģimenes koks (37 punkti)

Starp organiskām vielām
Ir Benzols cēli cēls,
No petrolejas produktiem
Tam goda vieta augstākā.

Nav Lauvam vientuļi starp zvēriem,
Nedz Benzolam starp vielām:
Tas pirmais – visiem kungs,
Tas otrais – atvasināms.

Nav otra tāda Lauvas
Starp karaliskiem zvēriem;
Nav otra tāda Benzola
Starp visām pasaul's vielām.

Un kopīgi pie kolbām
Mēs sakām: "Slava Benzolam!"
Tik daudzveidīgiem arēniem
Mēs godu, slavu atdodam.

Un tiem, kas tomēr noliegs
Debesslavu Benzolam,
Mēs rādīsim, kā Benzols spēj
Par miriādi citu vielu vērsties.

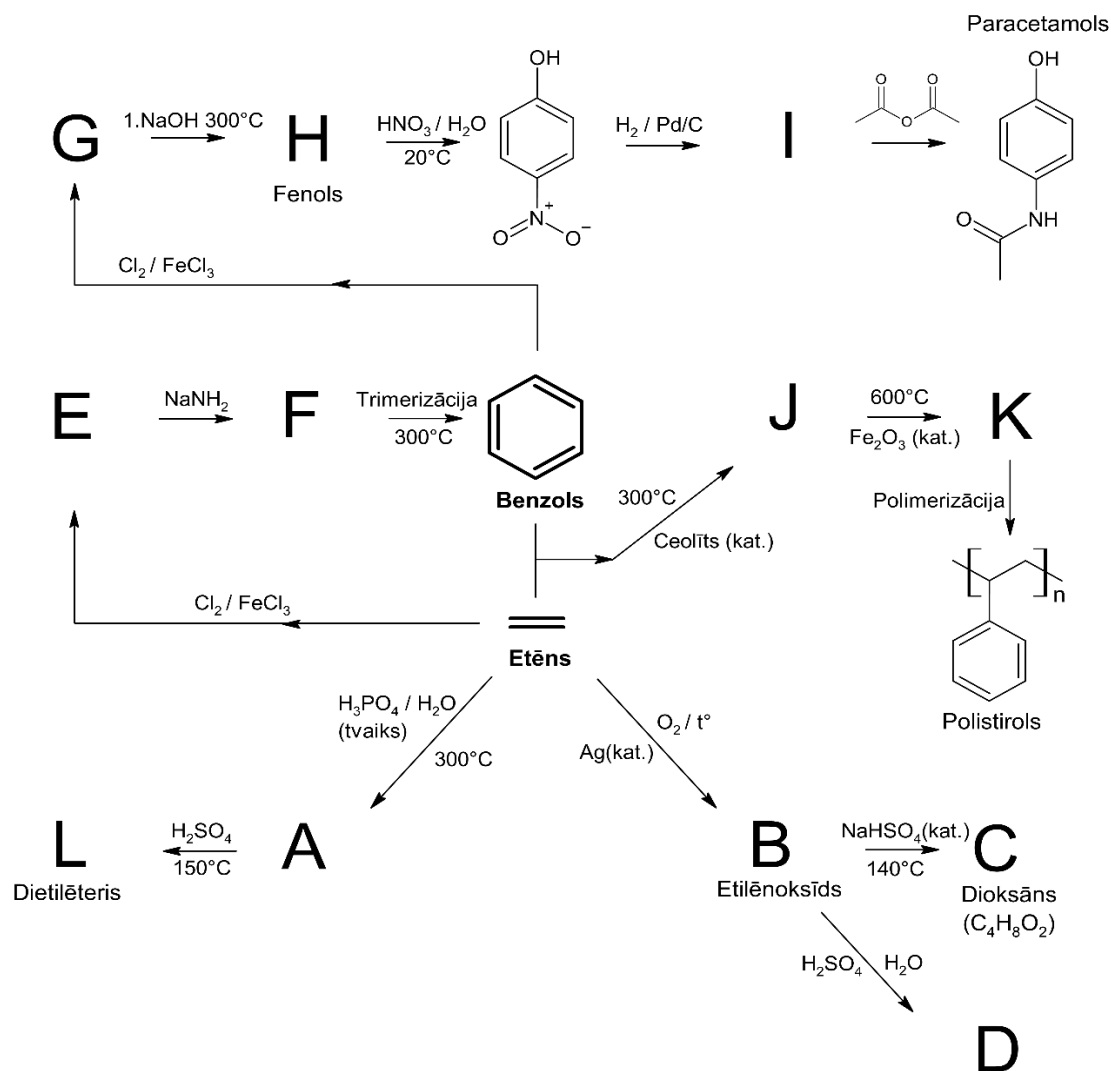
Nu raugiet, pasaul's tautas! Un miniet,
Kas aiz burtu burtiem slēpjas.



KĶmiķu dārzs 2020

11.–12. klase

2. kārtā



O2.1. Atšifrē un uzzīmē vielu **A-L** struktūras! (24 punkti)

O2.2. Kādas funkcionālās grupas ir paracetamola molekulā? (4 punkti)

Izvēlieties vienu vai vairākas:

- Hidroksāmskābe
- Acetilgrupa
- Amīns
- Fenols
- Esteris
- Ketons
- Amīds
- Barbiturāts



KĶmiķu dārzs 2020

11.–12. klase

2. kārtā

O2.3. Kāds ir triviālais nosaukums reaģentam, ko lieto pārvērtībā no **I** uz paracetamolu?

(2 punkti)

Izvēlieties vienu:

- Etiķskābes anhidrīds
- Bezūdens etiķskābe
- Stiprais etiķis
- Deoksietīķskābe
- Dimetilanhidrīds

O2.4. Kur izmanto vielu **F**? (2 punkti)

Izvēlieties vienu:

- Lielmēroga monitoringā
- Medicīnā
- Papīra ražošanā
- Metālapstrādē
- Kā kaujas gāzi
- Radiotehnikā

O2.5. Kādēļ pārvērtībā no benzola uz **G** nav nepieciešama UV gaisma? (5 punkti)



Kīmiku dārzs 2020

11.–12. klase

2. kārtā

Fizikālā ķīmija (16% no kopējiem punktiem)

F1. Aldis dod gāzi (51 punkti)

Pieņemt šādas fizikālo lielumu un konstanšu vērtības:

Atmosfēras spiediens $p_0 = 1 \text{ bar}$

$0^\circ\text{C} = 273 \text{ K}$

$R = 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 0,08314 \text{ L bar K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

Karantīnas laikā, kad nav daudz cita darāma, Aldis nolēma, ka viņu interesē dažādas gāzes un viņš vēlētos tās papētīt. Šim nolūkam viņš izvēlējās izmantot vienkāršu konstrukciju – kolbu, kurai uz kakliņa uzmaukts balons tā, lai jebkāda gāze, kas kolbā izdalītos, nonāktu balonā. Pieņemsim, ka balons sākumā ir pilnībā tukšs, bet beigās to piepilda viss reakcijā izdalītās gāzes tilpums.

Vispirms Aldis vēlējās padarboties ar slāpekļskābi. Savas (ļoti siltās) istabas temperatūrā – 27°C – Aldis pievienoja 10 g vara skaidiņu koncentrētai slāpekļskābei iepriekšminētajā kolbā (varš izreaģēja pilnībā), tad pagaidīja brīdi, līdz gāzes temperatūra atkal sakrita ar viņa istabas temperatūru.

F1.1. Uzrakstiet kolbā notikušās reakcijas vienādojumu. (2 punkti)

F1.2. Norādiet, kāda gāze izdalījās. (2 punkti)

F1.3. Cik lielu darbu padarīja sistēma, izplešot balonu? Pieņemt, ka atmosfēras spiediens $p = 1 \text{ bar}$. Atbildi norādīt džoulos. (4 punkti)

Uz mirkli Aldi ieinteresēja šī parādība, un viņš nolēma to pašu eksperimentu atkārtot slēgtā kamerā, no kuras izsūkņēta daļa gaisa tā, ka tajā spiediens $p = 0,5 \text{ bar}$, temperatūra tā pati, kas istabā.

F1.4. Cik lielu darbu tagad padarīja sistēma? Atbildi norādīt džoulos. (6 punkti)

F1.5. Kāda ir ārējā spiediena ietekme uz gāzi izdalošas sistēmas padarīto izplešanās darbu? Paskaidrojiet atbildi! (6 punkti)

F1.6. Par spīti tam, ka 27°C ir ērti un silti, bet ārā jau ir vēss, šo reakciju tomēr nevajadzētu veikt istabā. Kāpēc? (2 punkti)



KĶmiķu dārzs 2020

11.–12. klase

2. kārtā

Tomēr pēc šī izmēģinājuma Alda uzmanību vairāk piesaistīja temperatūras izmaiņa, kas rodas reakcijā. Šiem pētījumiem Aldis izvēlējās sērskābes rūpnieciskās ražošanas metodi – kontaktprocesu. Sēra(IV) oksīds reaģē ar skābekli katalizatora klātienē, veidojot gāzveida sēra(VI) oksīdu; doto vielu standartentropijas:

sēra(IV) oksīdam: $S^{\circ} = 248,1 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$;

sēra(VI) oksīdam: $S^{\circ} = 256,7 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$;

skābeklim: $S^{\circ} = 205,0 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$.

F1.7. Aprēķiniet reakcijas entropijas izmaiņu standartapstākļos (pieņemiet, ka visas iesaistītās vielas ir gāzveida stāvoklī)! Atbildi norādīt $\text{J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$. (6 punkti)

F1.8. Kā bez aprēķiniem var spriest par reakcijas entropijas izmaiņas zīmi?
Paskaidrot. (5 punkti)

F1.9. Reakcijas līdzsvara konstante (pēc koncentrācijām) standartapstākļos (298 K, 1 bar) $K_c = 5,27 \cdot 10^{24}$. Aprēķiniet reakcijas $\Delta_r G$ un $\Delta_r H$ standartapstākļos. (8 punkti)

Aldis 298 K temperatūrā ievadīja balonā 230 mililitrus sēra(IV) oksīda un 170 mililitrus skābekļa, kā arī katalizatoru. Pieņemsim, ka reakcija norisinājās pilnīgi līdz galam, visi produkti bija gāzveida, spiediens nemainījās un reakcijas entalpijas izmaiņa nav atkarīga no temperatūras. Gāzu molārās īpatnējās siltumietilpības izobāriskā procesā:

sēra(IV) oksīdam: $c_p = 10,0 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$;

sēra(VI) oksīdam: $c_p = 7,9 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$;

skābeklim: $c_p = 28,8 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$.

F1.10. Kāds siltuma daudzums izdalījās reakcijā? Ja nenotiktu siltumapmaiņa ar apkārtējo vidi, kāda būtu gāzu maisījuma temperatūra uzreiz pēc reakcijas? (10 punkti)



KĶmiķu dārzs 2020

11.–12. klase

2. kārtā

Eksperimentālais uzdevums (10% no kopējiem punktiem)

E1. Sāļšu analīze (34 punkti)

Noskaties video un atbildi uz jautājumiem!

Saite uz video: <https://www.youtube.com/watch?v=6nw0xyeBy8Q>

E1.1. Kādu procesu varēja novērot visās reakcijās ar vielu X? (3 punkti)

Izvēlieties vienu:

- X sastāvā esošā nemetāla oksidēšanās pakāpes maiņa
- Fizikālas pārvērtības
- Apmaiņas reakcija
- Sadalīšanās reakcija
- X sastāvā esošā metāla oksidēšanās pakāpes maiņa
- Disproporcionēšanās
- Komproporcionēšanās

E1.2. Kādas pazīmes par to liecina? (6 punkti)

E1.3. Kurš no šiem savienojumiem varētu būt viela X? (4 punkti)

Izvēlieties vienu:

- CrCl_2
- NiSO_4
- CuSO_4
- TiCl_3
- $\text{K}_2[\text{Ni}(\text{CN})_4]$
- $\text{Na}_2[\text{Fe}(\text{CN})_5(\text{NO})]$
- VCl_2
- $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$
- metilēnzilais
- $[\text{VO}]\text{SO}_4$
- Cu_2SO_4



Kīmiku dārzs 2020

11.–12. klase

2. kārtā

E1.3. Ko nosaka ar cietes šķīdumu? (2 punkti)

Izvēlieties vienu:

- Selēnu
- Jodīdu
- Varu(I)
- Jodu
- Cianīdu

E1.4. Kas ir viela Y? (10 punkti)

E1.5. Uzrakstiet vienādojumus ķīmiskajām reakcijām, kas notika vielas Y analizēšanas procesā! (9 punkti)



Kīmiku dārzs 2020

11.–12. klase

2. kārtā

N1. Destruktīvā žāvēšana

N1.1. **D** – $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$

E – NH_4HCO_3

F – NH_3

G – CO_2

H – H_2O

N1.2.

$$n_{\text{gāzes, kop.}} = \frac{pV}{RT} = \frac{100\,000 \cdot 3,01}{1000 \cdot 8,314 \cdot (273 + 200)} = 0,07654 \text{ mol}$$



Ievērosim, ka no 1 mol hidrogēnkarbonāta veidojas 3 mol gāzu,
bet no 1 mol karbonāta veidojas 4 mol gāzu.

Apzīmēsim $x = n(\text{NH}_4\text{HCO}_3)$, $y = n((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3)$

$$\begin{cases} 79x + 96y = 1,897 \\ 3x + 4y = 0,07654 \end{cases}$$

Atrisinot sistēmu, iegūst:

$$x = 0,008574 \text{ mol}$$

$$y = 0,0127 \text{ mol}$$

$$w(\text{NH}_4\text{HCO}_3) = \frac{0,008574 \cdot 79}{1,897} = 35,71\%$$

$$w((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3) = 100 - 35,71 = 64,29\%$$



Kīmiku dārzs 2020

11.–12. klase

2. kārtā

NI.3. B – NH_4PF_6

I – P

J – PCl_3

K – PCl_5

L – NH_4F

M – AsF_3

N – PF_5

O – HF

P – HPF_6

R – HPO_3

S – H_3PO_4

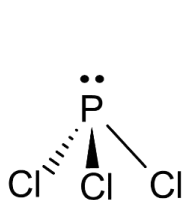
NI.4. B – amonija heksafluorfosfāts

P – ūdeņraža heksafluorfosfāts (vai heksafluorfosforskābe)

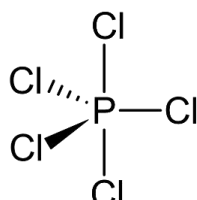
R – metafosforskābe

S – ortofosforskābe

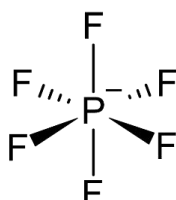
NI.5.



J



K



B anjons

NI.6. $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \rightarrow 2\text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

$\text{NH}_4\text{HCO}_3 \rightarrow \text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

$\text{NH}_4\text{PF}_6 \rightarrow \text{NH}_3 + \text{PF}_5 + \text{HF}$

$2\text{PF}_5 + 5\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{P}_2\text{O}_5 + 10\text{HF}$, tad $\text{P}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HPO}_3$
(vai summāri $\text{PF}_5 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HPO}_3 + 5\text{HF}$)

NI.7. Trauciņš izskatītos matēts, jo HF, kas radies NH_4PF_6 sadalīšanās procesā, reaģētu ar Petri trauciņa stiklu.



KĶmiķu dārzs 2020

11.–12. klase

2. kāрта

N2. Metāla dzenāšana

N2.1. **A** – Ba

B – BaO

C – BaO₂

D – O₃

E – KI

F – I₂

G – HNO₃

H – HIO₃

I – NO

J – NO₂

K – N₂O₄

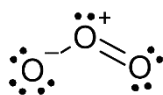
L – H₂O₂

M – O₂

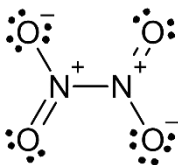
N – BaCO₃

O – Ba(OH)₂

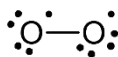
N2.2.



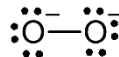
D



K



M



C anjons

N2.3. $3\text{BaO}_2 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 3\text{BaSO}_4 + 3\text{H}_2\text{O} + \text{O}_3$

N2.4. Trijodīdjons I_3^- ; tā uzbūve ir lineāra (trīs joda atomi uz vienas taisnes telpā).



KĶmiķu dārzs 2020

11.–12. klase

2. kāрта

N3. Alternatīvais mangāns

N3.1. PbO_2



Apz. $x = m(\text{MnO}_2)$, M – nezināmā dioksīda molmasa.

$$\begin{cases} \left(\frac{x}{87} + \frac{33,7 - x}{M} \right) \cdot 22,4 = 6,72 \\ \frac{x}{87} = 5 \cdot \frac{33,7 - x}{M} \end{cases}$$

Atrisinot iegūst $x = 21,75$ g, $M = 239$ g/mol.

Nezināmā dioksīda sastāvā esošā metāla atommasa:

$A = 239 - 16 \cdot 2 = 207$ g/mol, atbilst Pb.



KĶmiķu dārzs 2020

11.–12. klase

2. kārtā

A1. Plagioklāza problēmas

A1.1. CaF_2



(der arī AlF_3 , bet tad A1.6 jāparāda heksafluoralumināta veidošanās)

A1.3.

$$n(\text{CaF}_2) = \frac{m}{M} = 1,123077 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = n_{\text{An}}$$

$$M_{\text{An}} = 278 \text{ g/mol}$$

$$m_{\text{An}} = n \cdot M = 0,311 \text{ g}$$

$$w_{\text{An}} = 62,44\%$$

A1.4. Labradorīts

A1.5.

No iepriekšējā apakšpunkta zinām n_{An} , m_{An} .

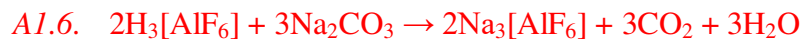
$$m_{\text{Ab}} = m_{\text{kop}} - m_{\text{An}} = 0,1878 \text{ g}$$

$$M_{\text{Ab}} = 262 \text{ g/mol}$$

$$n_{\text{Ab}} = \frac{m}{M} = 7,1679 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

Ievērojam, ka x ir indekss pie Na, tātad tas vienāds ar albīta moldaļu maisījumā.

$$x = \frac{n_{\text{Ab}}}{n_{\text{Ab}} + n_{\text{An}}} = 0,3896$$



$\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$ – nātrija heksafluoralumināts (kriolīts, izmanto alumīnija ieguvē no rūdām)

$\text{Na}_2[\text{SiF}_6]$ – nātrija heksafluorsilikāts



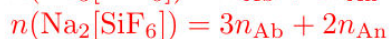
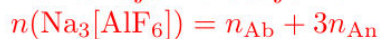
Kīmiku dārzs 2020

11.–12. klase

2. kārtā

A1.7.

No reakciju vienādojumiem izriet:



Apzīmēsim $a = n_{\text{Ab}}$, $b = n_{\text{An}}$.

$$\begin{cases} 210(a + b) + 188(3a + 2b) = 1,4458 \\ 262a + 278b = 0,5 \end{cases}$$

Atrisinot sistēmu, iegūst:

$$a = 5,9402 \cdot 10^{-4} \text{ mol}, b = 1,2387 \cdot 10^{-3} \text{ mol}.$$

$$m_{\text{Ab}} = 262a = 0,1556 \text{ g}$$

$$m_{\text{An}} = 278b = 0,3444 \text{ g}$$

$$w_{\text{An}} = \frac{m_{\text{An}}}{m_{\text{kop.}}} = 68,87\%$$

$$x = \frac{a}{a + b} = 0,3241$$

A1.8. Toma metode ir precīzāka, jo CaF_2 ir ievērojami nešķīstošāks nekā $\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$ un $\text{Na}_2[\text{SiF}_6]$. Tam ir būtiska nozīme, jo, jo nešķīstošāks savienojums, jo pēc iespējas pilnīgāk to iespējams nofiltrēt, jo pēc iespējas precīzāk noteikt savienojuma masu.



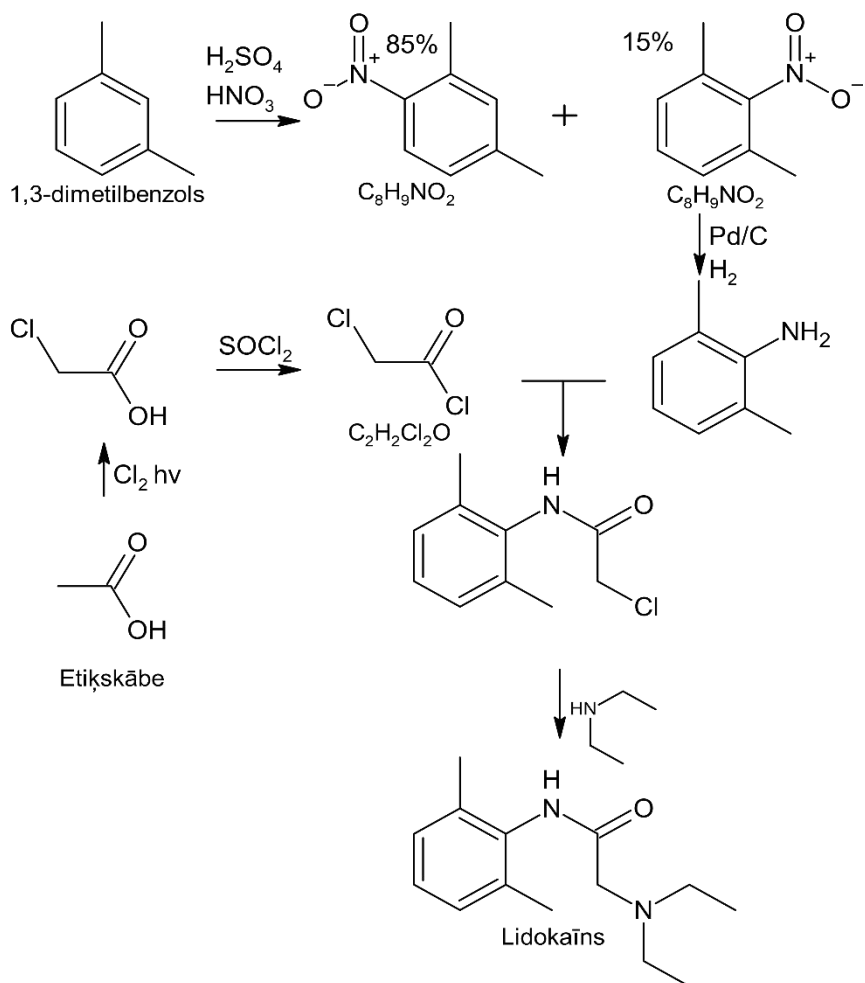
Kīmiku dārzs 2020

11.–12. klase

2. kārtā

O1. Ivetas un Borisa atgadījumi karantīnā

O1.1.



O1.2. $\text{Cl}_2 / h\nu$

O1.3. konc. H_2SO_4 / konc. HNO_3 ; 25°C

O1.4. Pd/C , H_2 ; 40 bar, 25°C

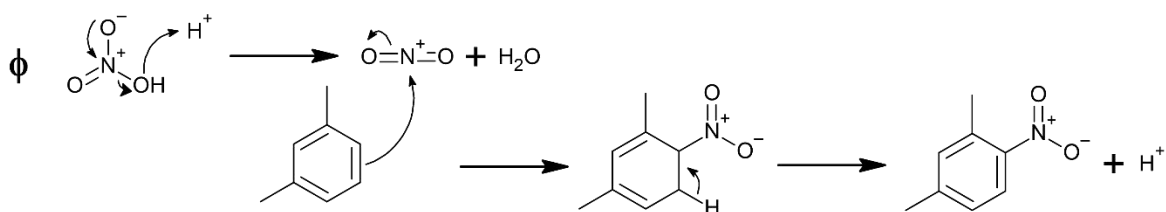
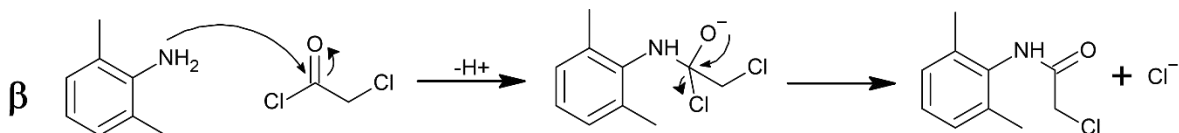
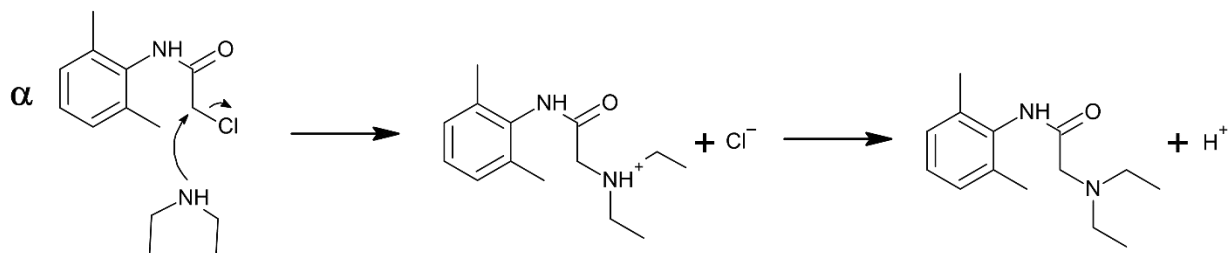


Kīmīķu dārzs 2020

11.–12. klase

2. kārtā

01.5.





KĶmiķu dārzs 2020

11.–12. klase

2. kārtā

O2. Benzola un etēna ģimenes koks

O2.1.



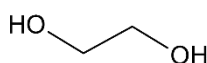
A



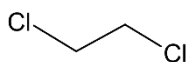
B



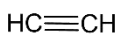
C



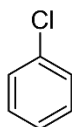
D



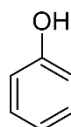
E



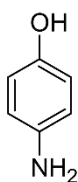
F



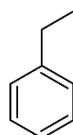
G



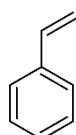
H



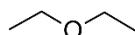
I



J



K



L

O2.2. Fenols, amīds

(acetilgrupa nav funkcionālā grupa, bet gan vielas struktūras daļa – angl. *moiety*!)

O2.3. Etiķskābes anhidrīds

O2.4. Metālapstrādē (metināšana)

O2.5. Reakcijā notiek benzola hlorēšana pēc elektrofilās aromātiskās aizvietošanas mehānisma, tiek lietots katalizators – FeCl_3 (derētu arī, piemēram, AlCl_3). UV gaismā nepieciešama, ja veic hlorēšanu pēc radikāļu mehānisma, piemēram, alkēnu hlorēšanu.



KĶmiķu dārzs 2020

11.–12. klase

2. kārtā

F1. Aldis dod gāzi



F1.3. $V = nRT/p = 7,79 \text{ L}; A = p\Delta V = 779,4 \text{ J}$

F1.4., F1.5.

Padarītais darbs nemainās.

$$\Delta V = \frac{\Delta nRT}{p}, A = p\Delta V$$

$$\Rightarrow A = p \cdot \frac{\Delta nRT}{p} = \Delta nRT$$

F1.6. Izdalās indīga gāze – NO_2 .

F1.7. $\Delta_r S = S_{\text{produktiem}} - S_{\text{izejvielām}}$

Atkarībā no tā, vai reakcija ņemta ar mazākajiem veselajiem koeficientiem vai ar koeficientu 1 pie SO_2 , atbilde var sanākt $-187,8 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ vai $-93,9 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$.

F1.8. Tā kā gāzēm ir ievērojami lielāka entropija nekā citām vielas fāzēm, tad reakcijas entropijas izmaiņu nosaka gāzu daudzuma izmaiņa reakcijā. Ja $\Delta \nu > 0$, tad $\Delta S > 0$, un otrādi. (Ar $\Delta \nu$ apzīmē kopējā gāzu daudzuma izmaiņu reakcijā.)

F1.9. $\Delta_r G^\circ = -RT \ln K = -141 \text{ kJ}; \Delta_r H^\circ = \Delta_r G^\circ + T\Delta_r S^\circ = -195 \text{ kJ}$

F1.10.

O_2 ir pārākumā. $n_{\text{izr.}} = n(\text{SO}_2)$

$$Q = -\Delta_r H^\circ \cdot n = 914,1 \text{ J}$$

$$n(\text{SO}_3) = n(\text{SO}_2) = 9,28 \cdot 10^{-3} \text{ mol, apz. } n_1$$

$$n(\text{O}_2) = n(\text{O}_2)_s. - \frac{1}{2}n(\text{SO}_3) = 2,22 \cdot 10^{-3} \text{ mol, apz. } n_2$$

$$Q = c_1 n_1 \Delta T + c_2 n_2 \Delta T = \Delta T (c_1 n_1 + c_2 n_2)$$

(kur c_1, c_2 attiecīgi SO_3 un O_2)

$$\Delta T = \frac{Q}{c_1 n_1 + c_2 n_2} = 6660 \text{ K}$$

$$T = T_0 + \Delta T = 6958 \text{ K}$$



Kīmīķu dārzs 2020

11.–12. klase

2. kārtā

E1. Sālīšu analīze

E1.1. X sastāvā esošā metāla oksidēšanās pakāpes maiņa

E1.2. Katrā eksperimentā mainās šķīduma krāsa (zināms, ka šķīduma krāsu parasti nosaka metāla jons un šķīduma krāsa dažādām metāla oksidēšanās pakāpēm var atšķirties).

E1.3. Video redzama metāla oksidēšanās pakāpju maiņa. Var novērot, ka metāls tiek reducēts līdz divām dažādām oksidēšanās pakāpēm (ar diviem dažādiem reducētājiem – Mg un Zn – tiek panāktas dažādas šķīduma krāsas), kā arī vienreiz oksidēts (ar H_2O_2). Tātad redzamajam metālam ir vismaz 4 dažādas oksidēšanās pakāpes (ieskaitot sākotnējo vielā X). 4 vai vairāk oksidēšanās pakāpes no dotajiem metāliem savienojumos var būt tikai molibdēnam, vanādiem un hromam. $(NH_4)_2MoO_4$ nav iespējams oksidēt (molibdēns ir augstākajā oksidēšanās pakāpē), savukārt VCl_2 (arī $CrCl_2$) nav iespējams reducēt līdz divām dažādām oksidēšanās pakāpēm, zemākām par +2, kas pastāvētu šķīdumā. Tātad viela X no piedāvātajām var būt tikai vanadilsulfāts – $VOSO_4$. Video redzamās vanādijs oksidēšanās pakāpes ir secīgi +4 (zila), +3 (zaļgana), +2 (violeto) un +5 (dzeltena/brūna), taču, lai atšifrētu vielu, tas nav jāzina – pietiek ar augstākminētajiem spriedumiem.

E1.4. Jodu.

E1.5. HIO_4 (vai H_5IO_6). Daļēji pareiza atbilde ir HIO_3 , taču tā nespēj oksidēt mangānu(II) līdz mangānam(VII), kā redzams eksperimentā.

E1.6. $2HIO_4 + 7H_2O_2 \rightarrow I_2 + 7O_2 + 4H_2O$

