

IV Ķīmiķu dārzs (2024)

11. – 12. klase

1. kāрта

Uzdevumu komplekts

Risinot uzdevumus, lūdzam ievērot:

- uzdevumu risināšanas laiks ir **3 stundas**;
- 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), analītiskā ķīmija (A), fizikālā ķīmija (F), organiskā ķīmija (O), 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!**



IV Ķīmiku dārzs (2024)

11.–12. klase

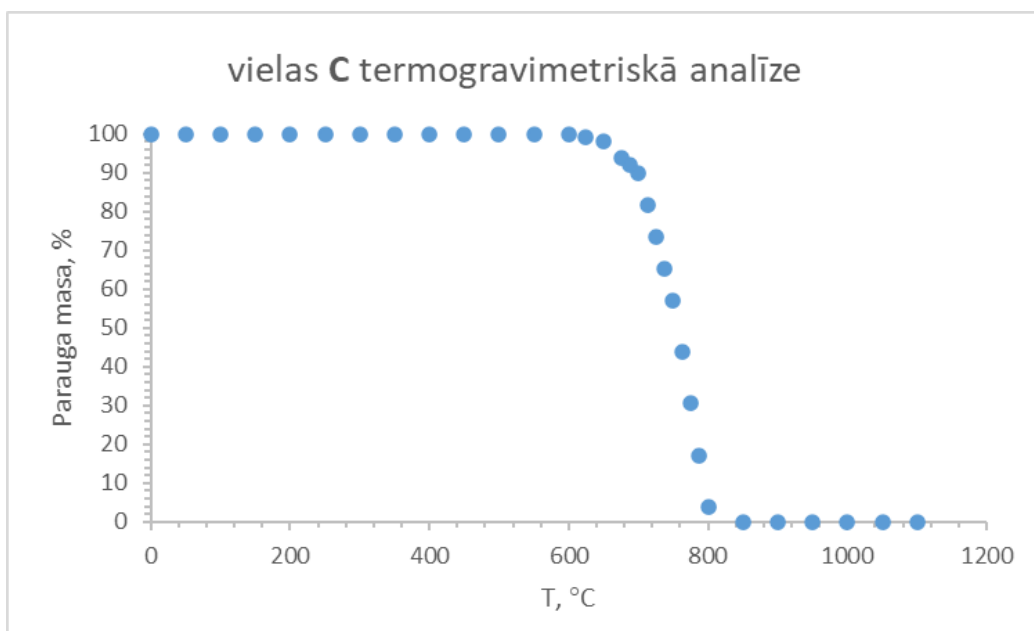
1. kārtā

Neorganiskā ķīmija (28%)

N1. Jāņa nūjiņa (26,5 punkti)

Jāņa mīļākais metāls bija **X**, un kādu dienu viņš to gribēja izpētīt padziļinātāk. Tādēļ Jānis devās uz sev tuvāko mājāsaimniecības preču veikalu un tur iegādājās kādu preci, kas sastāvēja no gandrīz tīra metāla **X**. Priečīgs viņš devās mājās un tūlīt sāka pētīt metāla **X** ķīmiju, veicot sekojošus eksperimentus:

- Preci sildot koncentrētas sālsskābes šķīdumā, izdalījās gāze **A** un radās zaļgans vielas **B** šķīdums. Daļa no parauga sālsskābē nešķīda – tā bija vienkārša viela, kas veidoja melnas nogulsnes **C**. Nogulsnes nofiltrēja un karsēja gaisa plūsmā, novērojot parauga masas izmaiņas (šo analīzes metodi sauc par termogravimetriju). Ieguva grafiku:



- Vielas **B** šķīdumu sālsskābē atstājot atvērtā traukā, tas reaģēja ar gaisu. No vielas **B** veidojās **D**, kuras šķīdums ir dzeltenbrūnā krāsā.
- Ietvaicējot vielas **D** šķīdumu un sauso atlikumu izkarsējot augstā temperatūrā, ieguva sarkanbrūnu cietu vielu **E**, kas nešķīst ūdenī un nesatur ūdeņradi.



IV Ķīmiku dārzs (2024)

11.–12. klase

1. kārtā

Jānis novēroja arī to, ka metāls **X** veido daudzus kompleksos savienojumus, ko var iegūt gan no **B**, gan no **D**.

- Vielas **B** šķīdums KOH klātienē reaģēja ar kādu īpaši indīgu un gaistošu skābi **F** (molmasa 27 g/mol), izveidojot sāli **G**, kura molekulformula satur 4 kālija jonus.
- Sāls **G** šķīdums reaģēja ar vielas **D** šķīdumu. Izveidojās intensīvi zilas nogulsnes **H**.
- **D** šķīdumam pievienoja kādu kālija sāli **I** (anjons satur sēru; sēra masas daļa **I** ir 33,0%) un ieguva intensīvi asinsarkanu šķīdumu, kas saturēja komplekso savienojumu **J**. Šī savienojuma ķīmiskajā formulā sēra atomu ir tikpat daudz, cik **X** atomu.
- Līdzīgi **D** šķīdums reaģēja ar kādu organisku vielu **K** (molmasa: 94 g/mol). Šoreiz veidojās purpurviolets savienojums **L**. Kompleksā **L** organiskā liganda un metāla attiecība ir 1:1.
- **D** reaģēja ar kādas divvērtīgas organiskas skābes **M** (molmasa 90 g/mol, šī skābe ir sastopama daudzos augos) kālija sāls **N** šķīdumu, veidojot smaragdzaļu komplekso sāli **O** ar molmasu 437 g/mol.

N1.1. Kas ir Jāņa mīļākais metāls **X**? Uzrakstiet ķīmiskā elementa simbolu! (3 punkti)

N1.2. Kas ir vielas **A–O**? Norādiet ķīmiskās formulas. (15 punkti)

N1.3. Kas notika ar vielu **C** gaisa plūsmā 700–800 °C temperatūrā? Uzrakstiet reakcijas vienādojumu. (2 punkti)

N1.4. Uzrakstiet vienādojumus uzdevumā aprakstītajām reakcijām, kurās rodas vielas **D**, **J** un **H** (3 vienādojumi). (4,5 punkti)

N1.5. Vai metāla **X** analīzei labāk izvēlēties lielu stieni vai skaidiņas? Kādēļ? (2 punkti)



IV Ķīmiku dārzs (2024)

11.–12. klase

1. kārtā

N2. Četri muzikālie elementi (26,5 punkti)

Ķīmiķis Edvards ļoti mīlēja mūziku. Tāpēc trīs viņa draugi – Lielais Nauris, Toms Lode un Mazais Daniils – nolēma uzdāvināt viņam trīs ”muzikālos” elementus.

Nauris nolēma savā darbavietā ķīmijas laboratorijā iegūt savu mūzikālo elementu. Lai to izdarītu, viņš paņēma bināru savienojumu **A** ar molmasu 44 g/mol, un to sadedzināja. Pilnīgai sadegšanai skābekļa nepietika, tāpēc notika nepilnīga sadegšana – radās cieta vienkārša viela **X** (tā mēdz nosēsties uz virsmām, kad sadzīvē dedzina vielu **A**), **X** gāzveida oksīdu maisījums un ūdens. Lai iegūtu vielu **A**, Lielais Nauris ieplānoja ceļojumu uz Krieviju. Tomēr Naurim bija šausmīgas bailes no lāčiem, tādēļ viņš atlika savu braucienu. Nauris nolēma uzsintezēt citu vielu, kas satur elementu **X** – vielu **B**. Viņš paņēma no savas mammas dārza pāris kartupeļu un tos vārīja skābē. No kartupeļos esošās cietes veidojās viela **C**. Tās šķīdumam Lielais Nauris pievienoja raugu. Rezultātā radās gāze **D** (tā ir **A** pilnīgas sadegšanas produkts, satur **X**) un viela **B**.

N2.1. Kādu elementu **X** Nauris uzdāvināja Edvardam? Uzrakstiet elementa simbolu! (2 punkti)

N2.2. Nosakiet vielu **A–D** formulas! (4 punkti)

Toms ļoti mīlēja citu ”muzikālo” elementu **Y**. Toms to nolēma iegūt no vielas **E**, kuru aizņēmās no paziņas, kurš spēlēja novusu. Citur atrast vielu **E** bija grūti, jo tā ir veselībai kaitīga. 4,20 g vielas **E** karsējot, tās masa samazinājās par 1,83 g un pāri palika binārs savienojums **F**. Pēc tam Toms jauniegūto vielu **F** karsēja ūdeņraža plūsmā un ieguva 0,75 g elementa **Y**. Interesanti, ka elements **Y** veido savienojumus ar ūdeņradi. Piemēram, sadedzinot 3,00 g šāda savienojuma **G**, Toms ieguva 7,50 g vielas **F**.

N2.3. Kādu elementu **Y** Toms uzdāvināja Edvardam? Uzrakstiet elementa simbolu! (2 punkti)

N2.4. Nosakiet vielu **E–G** formulas! (3 punkti)

N2.5. Kāda ir elementa **Y** oksidēšanas pakāpe savienojumā **G**? (1 punkts)

Mazais Daniils bija vistrakākais no trīm draugiem un uzņēmās pagatavot tīru ”muzikālo” elementu **Z**. Lai to iegūtu, Daniils izmantoja sāli **H**, kura bieži ir sastopama zobu pastas sastāvā. Metāla masas daļa tajā ir 54,76%. Elektrolizējot **H** kausējumu, pie anoda iegūst vienkāršu vielu **I**, kuru veido elements **Z**. Viela **I** ir tik stiprs oksidētājs, ka tās atmosfērā deg ūdens, veidojot savienojumu **J**, kurā skābekļa oksidēšanas pakāpe ir +2. Otrs **I** un ūdens reakcijas produkts ir **K** – viela, kuras ūdens šķīdums ir vāja skābe un kuru nav ieteicams uzglabāt stikla traukos. Viela **K** ir arī pazīstama no *Breaking Bad* seriāla.



IV Ķīmiku dārzs (2024)

11.–12. klase

1. kāрта

N2.6. Kādu elementu **Z** Daniils uzdāvināja Edvardam? Uzrakstiet elementa simbolu! (2 punkti)

N2.7. Nosakiet vielu **H–K** formulas! (4 punkti)

N2.8. Uzrakstiet ūdens degšanas reakcijas vienādojumu **I** atmosfērā! (1 punkts)

N2.9. Paskaidrojiet, kāpēc vielu **K** nebūtu ieteicams uzglabāt stikla traukos! (1 punkts)

Trīs draugi arī nolēma uzdāvināt Edvardam vēl vienu muzikālo elementu **O**, kuru viņi ieguva no veca dūmu detektora. **O** radioaktīvi sabrūk ar pusperiodu 450 gadi, izdalot ķīmiska elementa **M** kodolu (to dažkārt sauc kāda grieķu alfabēta burtu vārdā) un veidojot elementu **N**. Tāds pats **N** izotops rodas arī $^{237}_{92}\text{U}$ kodola β -sabrukšanas rezultātā.

N2.10. Nosakiet izotopu **M–O** formulas! Norādiet atomnumuru un izotopa atommasu, piemēram, $^{13}_6\text{C}$. (4,5 punkti)

N2.11. Aprēķiniet, kāda daļa no **O** parauga būs palikusi pēc 1350 gadiem! (2 punkti)



IV Kīmiku dārzs (2024)

11.–12. klase

1. kārtā

Analītiskā ķīmija (21%)

A1. Cīņa ar hromu (10 punkti)

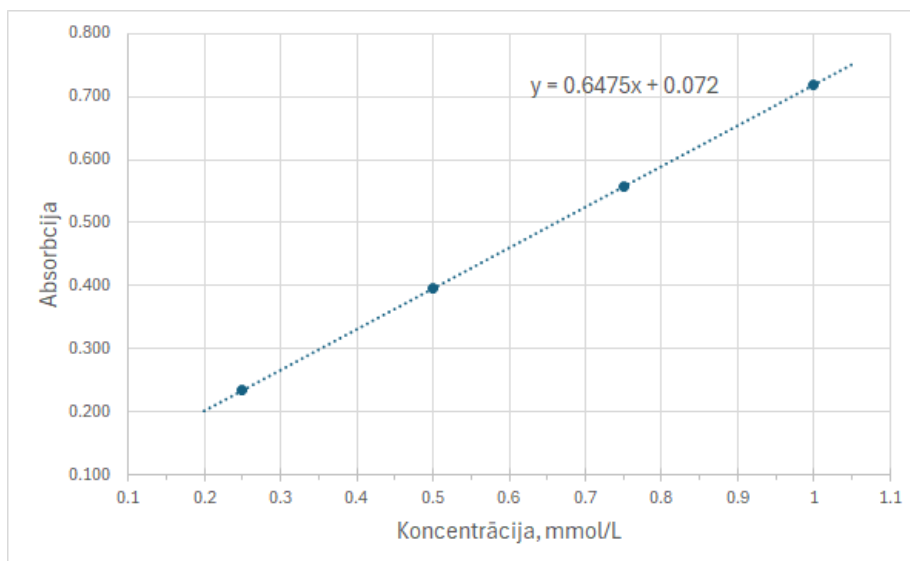
Kādās notekūdeņu attīrīšanas iekārtās strādājošajiem ķīmiķiem radās aizdomas par to, ka hroma jonu (Cr^{3+}) koncentrācija iekārtas izplūdes ūdeņos varētu būt lielāka par pieļaujamo vērtību. Lai pārbaudītu to, analītiskās ķīmijas laboratorija izlēma lietot fotometrijas metodi.

Vispirms pagatavoja Cr^{3+} jonus saturošu standartšķīdumu.

- 2,50 gramus kālija hroma sulfāta dodekahidrāta (*dodeka* = 12) 50 mL mērkolbā izšķīdināja dejonizētā ūdenī un mērkolbu uzpildīja līdz atzīmei.
- Tad 10 mL šī šķīduma pārnese 100 mL mērkolbā un uzpildīja to līdz atzīmei ar dejonizētu ūdeni.
- Savukārt no šīs mērkolbas 10 mL šķīduma pārnese citā 100 mL mērkolbā un atšķaidīja līdz atzīmei. Ieguva standartšķīdumu **A**.

A1.1. Kāda ir Cr^{3+} jonu molārā koncentrācija standartšķīdumā **A**? (2 punkti)

No šī šķīduma pagatavoja vēl trīs standartšķīdumus ar citām koncentrācijām un tiem absorbciju mērīja 1 cm biezā kivetē ar gaismas viļņa garumu 282 nm. Mērījumu rezultātus atlika grafikā.





IV Ķīmiku dārzs (2024)

11.–12. klase

1. kārtā

A1.2. Aprakstiet pa soļiem, kā pagatavot standartšķīdumus pārējās koncentrācijās (nolasiet no grafika) no standartšķīduma A. Standartšķīdumus gatavoja 10 mL mērkolbās. (3 punkti)

A1.3. Kāds ir Cr^{3+} jonu molārais absorbcijas koeficients ϵ pie 282 nm? (1 punkts)

A1.4. Parasti pirms mērījumiem tukšas kivetes absorbciju iestata par nulli, tomēr attīrīšanas iekārtu laborants to aizmirsa izdarīt. Ar ko vienāda tukšas kivetes absorbcija šajos apstākļos? (1 punkts)

A1.5. Parauga, kas paņemts no iekārtas izplūdes ūdeņiem, absorbcija bija 0,518. Kāda ir Cr^{3+} jonu molārā koncentrācija attīrīšanas iekārtas izejas ūdeņos? Pieņemiet, ka viļņa garumu 282 nm neabsorbē neviena cita izplūdes ūdeņos esoša viela. (2 punkti)

A1.6. Svarīgi nepieļaut Cr^{3+} jonu noplūdi apkārtējā vidē, taču ir arī citi hroma savienojumi, kuru nonākšana vidē ir daudz bīstamāka. Uzrakstiet ķīmisko formulu kādam (jebkuram) īpaši bīstamam hroma savienojumam! (1 punkts)



IV Ķīmiku dārzs (2024)

11.–12. klase

1. kārtā

A2. Metālists Zigmārs (32 punkti)

Zigmārs, savu dzīvi dzīvojis kā īsts metālists, ir baudījis un kolekcionējis visdažādākos metālus, kā arī izveidojis milzīgus krājumus ar vislabāko metālu. Jūtot, ka viņa dzīve tuvojas beigām, un domājot, kam atstāt savu kolekciju un vislabākā metāla krājumus, Zigmārs izdomāja pārbaudīt sava mazdēla Zilgmāra metālu zināšanas, lai noskaidrotu, vai viņš ir cienīgs mantinieks. Lai apliecinātu savas spējas, Zilgmāram ir jānoskaidro, kurš ir šis vislabākais metāls. Zigmārs iedeva Zilgmāram trīs šķīdumus, no kuriem divi saturēja katrs divu dažādu metālu veidotos jonus un viens saturēja tikai vienu, vislabākā metāla veidotos jonus.

Zilgmārs šķīdumiem nolēma veikt sistemātisku metālu atdalīšanu un kvalitatīvo analīzi. Viņam palīdzēja vectēva iedotā paplašinātā šķīdības tabula, kurā iekļauti daudzu metālu katjoni un svarīgākie metālu analīzē izmantotie anjoni:

https://www.kimikudarzs.lv/doki_2024/Paplasinata_sk_tabula.pdf

Piezīme: nogulsnes X, Y, Z, W, Q var saturēt vairākus savienojumus!

Pirmā šķīduma analīze

Koniskā mēģenē 2 pilieniem koncentrētas sālskābes šķīduma pievienoja 12 pilienus analizējamā šķīduma. Izveidojās baltas nogulsnes **X**. Šīs nogulsnes atdalīja centrifugējot: mēģenes apakšā sakrājās nogulsnes, bet virs tām dzidrs šķīdums. Šķīdumu paskābinot (pH 1) un pievienojot sērūdeņradi, nenovēroja nogulšņu rašanos. Tam pašam šķīdumam pievienojot 3 pilienus atšķaidītas sērskābes, izveidojās baltas nogulsnes **Y**, kuras atdalīja centrifugējot.

Nogulsnes X: Nogulsnēm **X** pievienojot 5 pilienus koncentrēta amonjaka šķīduma, tās izšķīda; ieguva dzidru šķīdumu ar metālu saturošu savienojumu **A**. Uz pilienplates pilienam savienojuma **A** šķīduma pievienojot pilienam 1% KI šķīduma, izveidojās iedzeltenas nogulsnes **B**. Gan šīs nogulsnes, gan nogulsnes **X** atstājot gaismā, tās kļūst melnas (veidojas metāls **C**).

Nogulsnes Y: Nelielu daudzumu **Y** paturēja gāzes degļa reducējošajā zonā (satur karstas kvēpu daļiņas – oglekli, kas šādos apstākļos ir reducētājs). No tām radās binārs metālu saturošs savienojums **D**. Koncentrētā sālskābē no savienojuma **D** rodas savienojums **E**, kurš iekrāso liesmu karmīnsarkanā krāsā.

A2.1. Kas ir nogulsnes **X**, **Y** un savienojumi **A–E**? (9 punkti)

A2.2. Uzrakstiet reakciju vienādojumus: (4 punkti)

- **X** ar koncentrētu amonjaka šķīdumu;
- **A** ar kālija jodīda šķīdumu;
- **X** gaismā.



IV Ķīmiku dārzs (2024)

11.–12. klase

1. kāрта

Otrā šķīduma analīze

Nogulsnes neradās ne ar sālsskābi, ne ar sērskābi, nedz arī ar sērūdeņradi skābā vidē. Savukārt, kad šķīdumu padarīja bāzisku ar amonjaku (pH 10) un tad laida cauri sērūdeņradi, radās tumšas nogulsnes **Z**. Šīs nogulsnes atdalīja centrifugējot. Ietvaicējot virs nogulsnēm palikušo šķīdumu, konstatēja, ka tas nesatur nekādus metālu savienojumus.

Nogulsnes Z: Nogulsnēm **Z** pievienojot atšķaidītu sālsskābi un viegli sildot, tās pilnībā izšķīda (tas jādara velkmes skapī, citādi telpā izplatītos nepatīkama smaka). Uz pilienu plates atsevišķiem pilieniem šī šķīduma pievienoja pilienus sarkanās vai dzeltenās asinssāls. Ar sarkano asinssāli reaģēja šķīduma sastāvā esošais sāls **F**, veidojot zilas nogulsnes, savukārt ar dzeltenu asinssāli reakcijas pazīmes nav novērojamas. Mazu daudzumu nogulšņu **Z** pārnesa uz pilienu plates un izšķīdināja 2 pilienos atšķaidītas slāpekļskābes. Pievienojot nedaudz cieta nātrija bismutāta (ļoti stiprs oksidētājs, tā formula ir analogiska nātrija nitrātam), veidojās metālu saturošs savienojums **G** intensīvi violetā krāsā.

A2.3. Kas ir nogulsnes **Z** un savienojumi **F**, **G**? (4 punkti)

A2.4. Uzrakstiet reakciju vienādojumus: (3 punkti)

- **F** ar sarkano asinssāli;
- **Z** ar nātrija bismutātu.

Trešā šķīduma analīze

Mēģenē 2 pilieniem koncentrētas sālsskābes šķīdumam pievienoja 12 pilienus analizējamā šķīduma. Izveidojās baltas nogulsnes **W**. Centrifugējot atdalīja nogulsnes **W**. Virs nogulsnēm palikušo šķīdumu atdalīja, paskābināja (pH 1) un tam cauri laida sērūdeņradi. Radās nogulsnes **Q**, kuras atdalīja centrifugējot.

Nogulsnes W: Nogulšņu **W** suspensijai laižot cauri gāzveida hloru, ieguva dzidru šķīdumu. Uz alumīnija plāksnītes uznesot pilienus šī šķīduma, noris oksidēšanās–reducēšanās reakcija un veidojas metālu sakausējums. Aktīvākais metāls šajā sakausējumā viegli reaģē ar gaisu – pēc dažām minūtēm parādās oksīds **I**, kas aug kā sūna.

Nogulsnes Q: Nogulsnēm pievieno 10 pilienus koncentrētas slāpekļskābes. Sildot ūdens vannā, nogulsnes **Q** izšķīst, veidojot metālu saturoša savienojuma **J** šķīdumu, gāzi **K** un dzeltenu vienkāršu vielu **L**. Uz alumīnija plāksnītes uznesot pilienus šī šķīduma, noris oksidēšanās–reducēšanās reakcija un veidojas metālu sakausējums. Aktīvākais metāls šajā sakausējumā viegli reaģē ar gaisu – pēc dažām minūtēm parādās oksīds **I**, kas aug kā sūna.

A2.5. Kas ir nogulsnes **W**, **Q** un savienojumi **I–L**? (8 punkti)



IV Ķīmiku dārzs (2024)

11.–12. klase

1. kāрта

A2.6. Uzrakstiet reakciju vienādojumus: (3 punkti)

- sākotnējais (trešais) šķīdums ar sālsskābi;
- **Q** ar koncentrētu slāpekļskābi.

A2.7. Kurš, pēc Zigmāra domām, ir vislabākais metāls (skat. uzdevuma sākumu)? Uzrakstiet ķīmiskā elementa simbolu! (1 punkts)



IV Ķīmiku dārzs (2024)

11.–12. klase

1. kārtā

Fizikālā ķīmija (13%)

F1. Cik ātra ir gāze? (25 punkti)

Gāzes molekulu kustības ātrumu visbiežāk apraksta ar lielumu, ko sauc par vidējo kvadrātisko ātrumu v_{kv} :

$$v_{kv} = \sqrt{\frac{v_1^2 + v_2^2 + v_3^2 + \dots + v_N^2}{N}}$$

kur $v_1, v_2, v_3 \dots$ – atsevišķo molekulu kustības ātrumi, N – molekulu skaits.

F1.1. Aprēķiniet vidējo kvadrātisko ātrumu sistēmā, kas sastāv no četrām molekulām ar ātrumiem 2,0 m/s, 3,1 m/s, 4,6 m/s un 7,9 m/s. (2 punkti)

F1.2. Vienas molekulas kinētiskā enerģija ir vienāda ar $E_k = \frac{1}{2}mv^2$, kur m – molekulas masa. Pierādiet, ka vairākām molekulām ar vienādu masu vidējā aritmētiskā kinētiskā enerģija ir $E_{k,vid} = \frac{1}{2}mv_{kv}^2$. (6 punkti)

Teorētiskais ķīmiķis Roalds gribēja modelēt N_2 , NO_2 un He kā ideālas gāzes.

F1.3. Sakārtojiet šīs gāzes pēc tā, cik precīzi tās apraksta ideālās gāzes modelis (1 – vislabāk, 3 – vissliktāk). (3 punkti)

Ideālas gāzes molekulu ātrumu apraksta funkcija, ko sauc par Maksvela–Bolcmaņa sadalījumu. No tās izriet formula vidējam kvadrātiskajam ātrumam:

$$v_{kv} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$$

kur T – temperatūra (kelvīnos), M – gāzes molmasa.

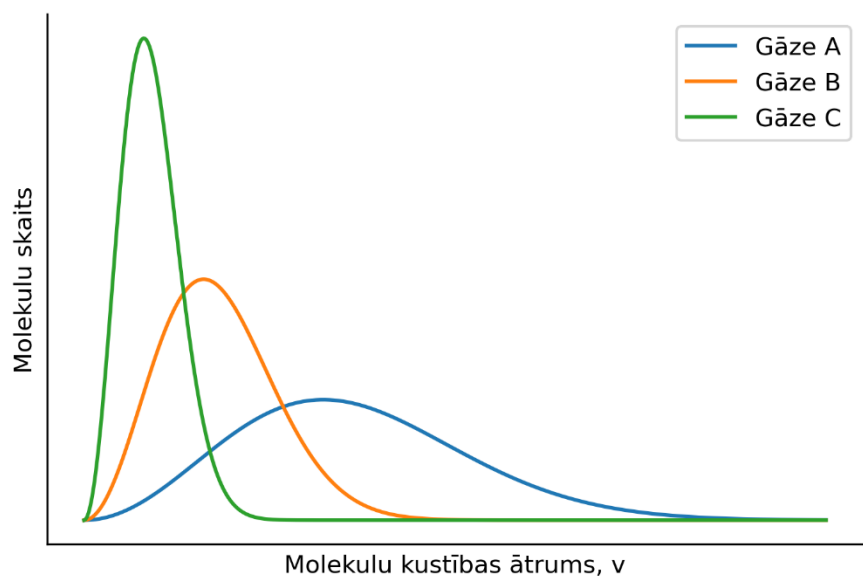
Pieņemot, ka N_2 , NO_2 un He ir ideālas gāzes, Roalds ieguva grafiku molekulu ātruma sadalījumam (visas vienādā temperatūrā). Uz x ass grafikā ir atlikts ātrums, bet uz y ass – molekulu skaits, kas kustas ar šādu ātrumu. Diemžēl viņš aizmirsa atzīmēt, kura līkne atbilst kurai gāzei. Tomēr Roalds zināja, ka visbiežāk sastopamais ātrums (moda) ideālai gāzei ir tieši proporcionāls tās vidējam kvadrātiskajam ātrumam v_{kv} .



IV Ķīmiku dārzs (2024)

11.–12. klase

1. kāрта



F1.4. Kurai gāzei atbilst kura no līknēm? (3 punkti)

Tikmēr eksperimentālais ķīmiķis Roberts slēgtā traukā ievadīja 45 g argona un uzkaršēja līdz 80 °C.

F1.5. Aprēķiniet argona molekulu vidējo kvadrātisko kustības ātrumu. Atcerieties, ka SI sistēmā molmasas mērvienība ir kg/mol! (3 punkti)

F1.6. Kāda būs kopējā kinētiskā enerģija visam traukā esošajam argonam? Atcerieties, ka SI sistēmā masas mērvienība ir kg! (2 punkti)

F1.7. Ideālai vienatoma gāzei pievadot siltumu traukā ar nemainīgu tilpumu, visa siltumenerģija pāriet molekulu kustības kinētiskajā enerģijā (trauka siltumietilpību neņemot vērā). Cik daudz siltuma jāpievada iepriekš minētajam traukam, lai argona temperatūru paaugstinātu līdz 100 °C? (3 punkti)

F1.8. Aprēķiniet argona īpatnējo siltumietilpību šajos apstākļos. (3 punkti)



IV Ķīmiku dārzs (2024)

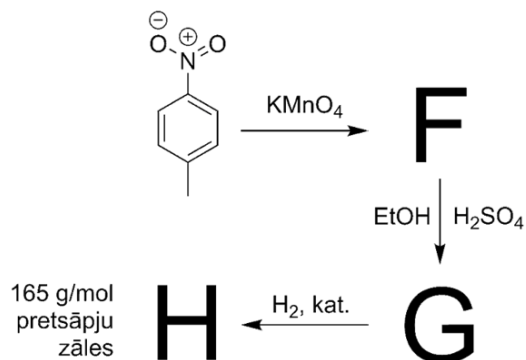
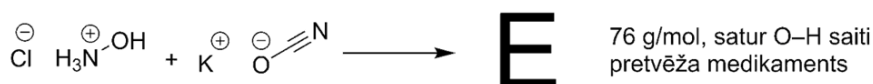
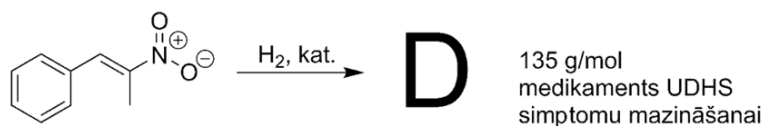
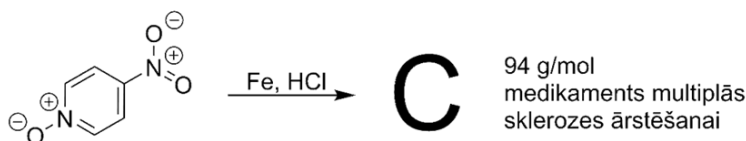
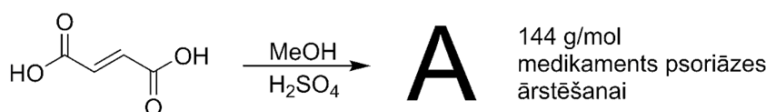
11.–12. klase

1. kārtā

Organiskā ķīmija (13%)

O1. Apokalipse (26 punkti)

Sākās apokalipse, un Raivim vajadzēja zāles. Par laimi, viņš bija ķīmiķis un, kamēr vēl bija darbā, ķērās sintetēt pēc iespējas vairāk medikamentu, kas viņam un viņa tuviniekiem apokalipsē noderētu visvairāk.





IV Ķīmiku dārzs (2024)

11.–12. klase

1. kāрта

O1.1. Atšifrējiet vielas **A–H** un uzzīmējiet to struktūrformulas! (16 punkti)

O1.2. Kādi potenciāli blakusprodukti varētu rasties medikamentu **A**, **C** un **E** sintēzēs? Uzzīmējiet struktūrformulas vienam iespējamam blakusproduktam katrā no šīm trim reakcijām. (6 punkti)

O1.3. Kāds tilpums ūdeņraža (n.a.) nepieciešams, lai iegūtu 10 g vielas **D**? (2 punkti)

O1.4. Piedāvājiet veidu, kā no jebkādām vielām un reaģentiem iegūt shēmā norādīto izejvielu **C** sintēzei. (2 punkti)



IV Ķīmiku dārzs (2024)

11.–12. klase

1. kārtā

Vispārīgā ķīmija (25%)

V1. Viss otrādi (30 punkti)

Šajā uzdevumā izklaidēsimies ar ķīmisko elementu periodisko tabulu, meklējot “simetriskus” elementus.

V1.1. Vispirms apskatīsim atomnumuru simetriju. Tabulā dotas nelielas norādes elementiem ar atomnumuru XY un arī elementiem ar tam simetrisku atomnumuru YX. Cipars X ir mazāks nekā Y. Uzrakstiet visu minēto elementu ķīmiskos simbolus! (18 punkti)

Nr.	Elements XY	Elements YX
1.	Toksisks šķidrums	Violeta krāsa
2.	Cēlmetāls ar biezpienveida nogulsniem	Smags metāls ar augstu kušanas temperatūru
3.	Sarkanais, baltais un divi citi	Elements superskābē
4.	4. perioda feromagnētisks metāls	Romiešu cukurs
5.	Skābe analogiska sērskābei	Viens pats radioaktīvais starp citiem
6.	Savienojums ar sēru – dzeltens	M. Sklodovskas – Kīrī dzimtene
7.	Viegls ar pasivējošu oksīda kārtiņu	Metāls ar zemu kušanas temperatūru
8.	Sarkana liesma	Daudzkrāsaini metāla kristāli
9.	Sarkanīgs	Openheimers
10.	Divi, trīs, četri, seši, septiņi	Halkogēns
11.	Zaļš vulkāna izvirdums	Veido MO_4^{2-} jonu
12.	Supermens	Ģeogrāfisks nosaukums

V1.2. Ir vairāki elementu pāri, kuriem ir simetriski ķīmiskie simboli. Tabulā ir īsi raksturojoša informācija par elementiem, kuru ķīmisko simbolu vispārīgi varētu uzrakstīt kā X_y un elementiem ar simbolu Y_x . Burts X ir tuvāk alfabēta sākumam nekā Y. Uzrakstiet visu minēto elementu ķīmiskos simbolus! (7,5 punkti)



IV Ķīmiku dārzs (2024)

11.–12. klase

1. kārtā

Nr.	Elements Xy	Elements Yx
1.	Mīksts un tuvs pārejas metāliem	Zaļa krāsa
2.	Inerta vide	Radioaktīvie pulksteņi
3.	Sāļi nomierina	Sārnu metāls
4.	Ampulā kā gandrīz šķidrums zelts	Ziemeļeiropa
5.	Aktinīds	Mīnērālos un kaulos

V1.3. Kā pēdējā ir atommasu simetrija. Tabulā aprakstīti elementi, kuriem atommasas, noapaļotas līdz veseliem skaitļiem, ir divciparu skaitļi XY un YX. Cipars X ir mazāks nekā Y. Uzrakstiet visu minēto elementu ķīmiskos simbolus! (4,5 punkti)

Nr.	Elements ar atommasu XY	Elements ar atommasu YX
1.	Viegli veido katjonu	Oksidēšanās pakāpei -2 raksturīga smaka
2.	Negatīvs elements	Dimantu aizvītotājs
3.	Violeta liesma	Elements supravādītājos



IV Ķīmiku dārzs (2024)

11.–12. klase

1. kārtā

V2. Četrdesmit četri (20 punkti)

Šeana bija Ziemeļarakisas universitātes ķīmijas institūta darbiniece. Laboratorijā, kurā viņa strādāja, nodarbojās gan ar organisko, gan neorganisko ķīmiju. Tā kā Harkoneni bija spiesti pamest Arakisas spaisa laukus, Ziemeļarakisas institūts saņēma senas reaģentu lādes. Reaģentu iepriekšējie īpašnieki bija tos sakārtojuši pēc molmasas. Uz senās reaģentu lādes bija rakstīts, ka **tā satur tikai vielas ar molmasu 44 g/mol**, taču marķējumus uz traukiem nebija iespējams salasīt.

5 no vielām bija pildītas gāzes cilindros, 2 bija cietas vielas, un 1 bija šķidra.

V1.1. **A** cilindrs bija smags, varēja just, ka iekšā gāze ir sašķidrināta. To atverot, Šeana juta, ka gāzei ir salda smarža. Ievietojot gruzdošu skaliņu gāzes plūsmā, tas aizdegās ar spožu liesmu. Viens no degšanas produktiem bija slāpeklis N_2 . Uzrakstiet vielas **A** ķīmisko formulu! (2,5 punkti)

V1.2. **B** cilindrs arī saturēja sašķidrinātu gāzi. Atverot Šeana novēroja, ka gāze ir bezkrāsaina un ir bez smaržas. Gāze nereaģēja ne ar koncentrētu H_2SO_4 , ne 6 M NaOH šķīdumu. Aizdedzinot gāze dega kvēloši dzelteni oranžu liesmu, līdzīgu tai, ko dažreiz novēro uz gāzes plīts. Uzrakstiet **B** ķīmisko formulu! (2,5 punkti)

V1.3. **C** cilindrs saturēja sašķidrinātu gāzi ar asu, kodīgu smaržu (lai gan dažos avotos raksta, ka šai gāzei nav smaržas). Tā ārkārtīgi labi šķīda 6 M NaOH šķīdumā ūdenī, veidojot sāli, bet tīrā H_2O šķīda tikai nedaudz. Gāzes plūsmā ievietojot degošu skaliņu, tas strauji nodzisa. Uzrakstiet **C** ķīmisko formulu! (2,5 punkti)

V1.4. **D** gāzes cilindrā atradās gāze ar īpatnēju smaržu, līdzīgu ēterim. Vielai veicot elementanalīzi, noskaidroja, ka tās molekulformula ir identiska vielai, kas atradās pudelē **G**. Ar kvalitatīvās analīzes palīdzību noskaidroja, ka šī gāze nav ne aldehīds, ne ketons, ne alkēns. 1 mols gāzes **D** skābā vidē reaģēja ar 1 molu ūdens, veidojot kādu viskozu šķīdumu ar augstu viršanas temperatūru. Vēlāk Šeana noteica, ka šķidrums ir etilēnglikols $C_2H_4(OH)_2$. Uzzīmējiet **D** struktūru! (2,5 punkti)

V1.5. **E** cilindrs, kas bija paredzēts gāzēm, gāzi nesaturēja. Šeana bija aizdomas, ka viela ir degradējusies, tādēļ viņa cilindru atzāģēja un no tā izlēja šķīdumu. Šķidrums, kas atradās cilindrā, bija 1,3,5-trifluorbenzols. Uzrakstiet **E** ķīmisko formulu! (2,5 punkti)

V1.6. **F** burkā atradās melna, cieta viela. Šeana gaisā izkarsēja 1,00 g melnās vielas un novēroja, ka tās masa pieaug līdz 1,36 g un vielas kļūst balta. Baltā viela šķīda karstā NaOH šķīdumā, bet nešķīda atšķaidītās vai koncentrētās skābēs pat karsējot. Tomēr bija viens izņēmums – baltā viela labi šķīda fluorūdeņražskābes ūdens šķīdumā. Uzrakstiet **F** ķīmisko formulu! (2,5 punkti)



IV Ķīmiku dārzs (2024)

11.–12. klase

1. kāрта

V1.7. **G** pudelē atradās kāds šķidrums. To attaisot, šķidrums momentāni sāka vārīties, tādēļ Šeana šo šķidrumu atdzesēja. Tam bija izteikti nepatīkama smaka un tas bija viegli uzliesmojošs, degot ar kvēlojošu dzeltenīgu liesmu. Savienojums viegli atkrāsoja paskābinātu KMnO_4 šķīdumu; izmantojot kvalitatīvās analīzes metodes, noskaidroja arī, ka tas ir aldehīds vai ketons (šim nolūkam izmanto reaģentu 2,4-dinitrofenilhidrazīnu). Uzzīmējiet **G** struktūru! (2,5 punkti)

V1.8. **H** burka saturēja kādu baltu, cietu vielu. Sildot nedaudz virs istabas temperatūras, viela sublimējas; tā smird kodīgi un nedaudz atgādina mandeles. Viela labi šķīda ūdenī; vielas šķīdumam pievienojot Fe^{2+} un Fe^{3+} maisījumu, ieguva izteikti zilas nogulsnes. Savukārt, kad vielas šķīdumam pievienoja NaOH šķīdumu, izdalījās kodīga gāze, bet šķīdumā palika indīgs sāls. Kodīgās gāzes šķīdums ūdenī ir bāzisks. Uzrakstiet **H** ķīmisko formulu! (2,5 punkti)



IV Ķīmiku dārzs (2024)

11.–12. klase

1. kārtā

N1. Jāņa nūjiņa

N1.1. Fe

N1.2.

A – H₂

B – FeCl₂

C – C

D – FeCl₃

E – Fe₂O₃

F – HCN

G – K₄[Fe(CN)₆]

H – Fe₄[Fe(CN)₆]

I – KSCN

J – [Fe(SCN)(H₂O)₅]Cl₂

K – C₆H₅OH

L – [Fe(OC₆H₅)(H₂O)₅]Cl₂

M – H₂C₂O₄

N – K₂C₂O₄

O – K₂[Fe(C₂O₄)₃]

N1.3. Tā pilnībā pārvērtās gāzē:

$C + O_2 \rightarrow CO_2$ vai

$2C + O_2 \rightarrow 2CO$

N1.4.

$4FeCl_2 + O_2 + 4HCl \rightarrow 4FeCl_3 + 2H_2O$

$FeCl_3 + KSCN + 5H_2O \rightarrow [Fe(SCN)(H_2O)_5]Cl_2 + KCl$

$4FeCl_3 + 3K_4[Fe(CN)_6] \rightarrow Fe_4[Fe(CN)_6]_3 + 12KCl$

N1.5. Skaidiņas, jo tām ir lielāks virsmas laukums, tāpēc tās ātrāk reaģēs ar HCl. Uz stieņa izšķīdināšanu, ja to iepriekš nesasmalcina, nāktos gaidīt ļoti ilgi.



IV Ķīmiku dārzs (2024)

11.–12. klase

1. kārtā

N2. Četri muzikālie elementi

N2.1. C

N2.2.

A – C₃H₈

B – C₂H₅OH

C – C₆H₁₂O₆

D – CO₂

N2.3. B

N2.4.

E – H₃BO₃

F – B₂O₃

G – BH₃ jeb B₂H₆

N2.5. +3. Skaidrojums: H oksidēšanas pakāpe var būt +1 vai -1. No formulas BH₃ (jeb B₂H₆) tātad izriet B oksidēšanās pakāpe +3 vai -3, bet -3 ir neizdevīga no atoma uzbūves skatpunkta (daļēji aizpildīts apakšlīmenis).

N2.6. F

N2.7.

H – NaF

I – F₂

J – OF₂

K – HF

N2.8. $\text{H}_2\text{O} + 2\text{F}_2 \rightarrow \text{OF}_2 + 2\text{HF}$

N2.9. $6\text{HF} + \text{SiO}_2 \rightarrow \text{H}_2[\text{SiF}_6] + 2\text{H}_2\text{O}$ stikls, kas lielākoties sastāv no SiO₂, reaģē ar HF, līdz ar to stikls degradējas.

N2.10.

M – ${}^4_2\text{He}$

N – ${}^{237}_{93}\text{Np}$

O – ${}^{241}_{95}\text{Am}$

N2.11. $1350 = 450 \cdot 3$. Pēc trim pussabrukšanas periodiem vielas masa būs samazinājusies $2^3 = 8$ reizes, būs palikuši $100/8 = 12,5\%$.



IV Kīmiku dārzs (2024)

11.–12. klase

1. kārtā

A1. Cīņa ar hromu

A1.1.

$$M(\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}) = 499 \text{ g/mol}$$

Aprēķināsim Cr^{3+} jonu koncentrāciju trijās secīgajās mērkolbās, izmantojot atšķaidījuma likumu:

$$n = \frac{2,50}{499} = 0,005 \text{ mol}$$

$$c_1 = \frac{n}{V} = \frac{0,005}{0,050} = 0,1 \text{ mol/L}$$

$$c_2 = \frac{c_1 V_1}{V_2} = \frac{0,1 \cdot 10}{100} = 0,01 \text{ mol/L}$$

$$c_3 = \frac{c_2 V_2}{V_3} = \frac{0,01 \cdot 10}{100} = 0,001 \text{ mol/L (jeb } 1 \text{ mmol/L)}$$

Koncentrācija šķīdumā A ir 0,001 mol/L.

A1.2.

Nomēra 7,5 mL A un atšķaida līdz 10 mL = 0,75 mmol/L

Nomēra 5 mL A un atšķaida līdz 10 mL = 0,50 mmol/L

Nomēra 2,5 mL A un atšķaida līdz 10 mL = 0,25 mmol/L

A1.3. 647,5 L/(mol·cm): Iegūst no taisnes virziena koeficienta, zinot formulu $A = \varepsilon lc$.

A1.4. 0,072: Taisnes brīvais loceklis jeb absorbcija pie $c = 0$.

A1.5.

Visvieglāk aprēķināt no grafikā parādītā taisnes vienādojuma:

$$y = 0,518 \Rightarrow x = \frac{y - 0,072}{0,6475} = 0,689 \text{ mmol/L}$$

Varam, protams, izmantot arī iepriekš iegūtās vērtības:

$$A_{\text{Cr}} = A - A_{\text{tukša}} = 0,518 - 0,072 = 0,446$$

$$c = \frac{A_{\text{Cr}}}{\varepsilon \cdot l} = \frac{0,446}{647,5 \cdot 1} = 6,89 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L} = 0,689 \text{ mmol/L}$$

A1.6. Jebkurš Cr(VI) savienojums, piemēram, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, CrO_3 utt.



IV Ķīmiku dārzs (2024)

11.–12. klase

1. kāрта

A2. Metālists Zigmārs

A2.1.

X – AgCl

Y – SrSO₄

A – [Ag(NH₃)₂]Cl

B – AgI

C – Ag

D – SrS

E – SrCl₂

A2.2.



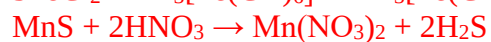
A2.3.

Z – FeS un MnS

F – FeCl₂

G – NaMnO₄

A2.4.



A2.5.

W – Hg₂Cl₂

Q – HgS

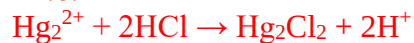
I – Al₂O₃

J – Hg(NO₃)₂

K – NO₂

L – S

A2.6.



A2.7. Hg



IV Ķīmiku dārzs (2024)

11.–12. klase

1. kārta

F1. Cik ātra ir gāze?

F1.1.

$$v_{kv} = \sqrt{\frac{v_1^2 + v_2^2 + v_3^2 + v_4^2}{4}} = \sqrt{\frac{2,0^2 + 3,1^2 + 4,6^2 + 7,9^2}{4}} = 4,93 \text{ m/s}$$

F1.2.

$$E_{k,vid} = \frac{E_1 + E_2 + \dots + E_N}{N} = \frac{\frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}mv_2^2 + \dots + \frac{1}{2}mv_N^2}{N} = \frac{1}{2}m \left(\frac{v_1^2 + v_2^2 + \dots + v_N^2}{N} \right) = \frac{1}{2}mv_{kv}^2$$

F1.3.

1. He
2. N₂
3. NO₂

F1.4.

Gāze **A** (zilā līkne) – He

Gāze **B** (oranžā līkne) – N₂

Gāze **C** (zaļā līkne) – NO₂

No dotās formulas izriet, ka gāzei ar augstāku molmasu ir zemāks v_{kv} , līdz ar to arī zemāka ātruma moda (smaile atrodas grafikā vairāk pa kreisi).

F1.5.

$$T = 353 \text{ K}, M = 40 \text{ g/mol} = 0,040 \text{ kg/mol}$$

$$v_{kv} = \sqrt{\frac{3 \cdot 8,314 \cdot 353}{0,040}} = 469 \text{ m/s}$$

F1.6.

$$E_{kop} = N \cdot E_{k,vid} = N \cdot \frac{1}{2}m_0v_{kv}^2$$

Ievērojam, ka vienas molekulas masa $m_0 = \frac{M}{N_A}$ un molekulu skaits $N = n \cdot N_A$:

$$E_{kop} = n \cdot N_A \cdot \frac{1}{2} \frac{M}{N_A} v_{kv}^2 = n \cdot \frac{1}{2} M v_{kv}^2 = \frac{1}{2} m v_{kv}^2$$

$$m = 45 \text{ g} = 0,045 \text{ kg}$$

$$E_{kop} = 0,5 \cdot 0,0459 \cdot 469^2 = 4950 \text{ J}$$



IV Ķīmiku dārzs (2024)

11.–12. klase

1. kāрта

F1.7.

Aprēķinām vērtības argonam kā iepriekš, tikai šoreiz $100\text{ }^{\circ}\text{C} = 373\text{ K}$ temperatūrā:

$$v_{kv} = 482\text{ m/s}; E_{kop} = 5230\text{ J}$$

$$\text{Tātad } Q = E_2 - E_1 = 5230 - 4950 = 280\text{ J}$$

F1.8.

$Q = cm\Delta T$, tātad:

$$c = \frac{Q}{m\Delta T} = \frac{280}{0,045 \cdot (100 - 80)} = 311\text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$$



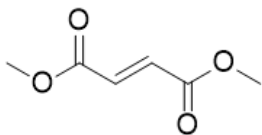
IV Ķīmiju dārzs (2024)

11.–12. klase

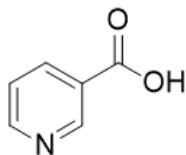
1. kārtā

O1. Apokalipse

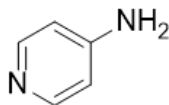
O1.1.



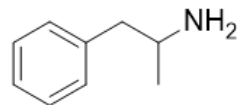
A



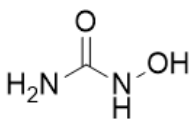
B



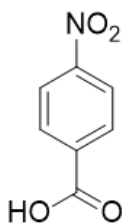
C



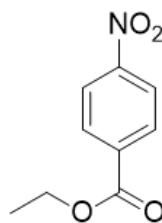
D



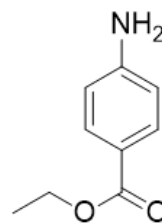
E



F



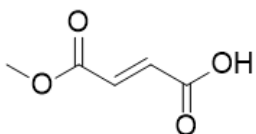
G



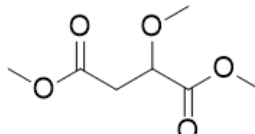
H

O1.2.

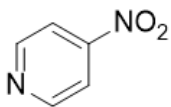
A:



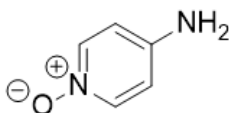
vai



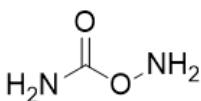
C:



vai



E:



Iespējami arī citi varianti.

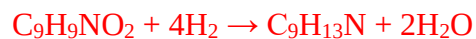


IV Ķīmiku dārzs (2024)

11.–12. klase

1. kārtā

O1.3. Reakcijas vienādojumu varam uzrakstīt ar molekulformulām, nav nepieciešams pat zināt vielu struktūru:

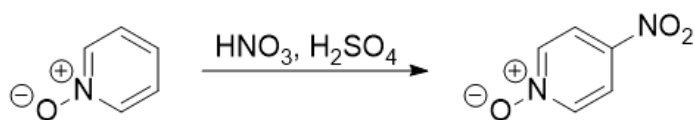


$$n_{\text{D}} = 10/135 = 0,0741 \text{ mol}$$

$$n_{\text{H}_2} = 0,0741 \cdot 4 = 0,2964 \text{ mol}$$

$$V_{\text{H}_2} = 0,2964 \cdot 22,4 = 6,64 \text{ L}$$

O1.4.



vai



Iespējami arī citi varianti.



IV Ķīmiku dārzs (2024)

11.–12. klase

1. kāрта

V1. Viss otrādi

V1.1.

1. Br, I
2. Ag, W
3. P, Sb
4. Ni, Pb
5. Se, Tc
6. Cd, Po
7. Al, Ga
8. Sr, Bi
9. Cu, U
10. Mn, Te
11. Cr, Mo
12. Kr, Eu

V1.2.

1. In, Ni
2. Ar, Ar
3. Br, Rb
4. Cs, Sc
5. Ac, Ca

V1.3.

1. Na, S
2. F, Zr
3. K, Nb



IV Kīmiku dārzs (2024)

11.–12. klase

1. kārta

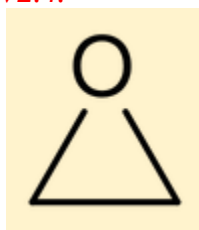
V2. Četrdesmit četri

V2.1. N_2O

V2.2. C_3H_8

V2.3. CO_2

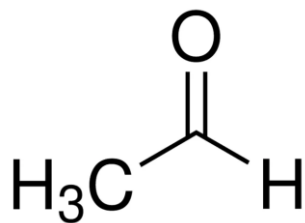
V2.4.



V2.5. C_2HF

V2.6. SiO

V2.7.



V2.8. NH_4CN