

Kīmiķu dārzs 2021

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 bar, 0 °C).

Jums tiek piedāvāti uzdevumi piecās kategorijās – neorganiskā ķīmija (N), organiskā ķīmija (O), analītiskā ķīmija (A), fizikālā ķīmija (F) un 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!**



KĶmiķu dārzs 2021

11.–12. klase

1. kārtā

Neorganiskā ķīmija (37% no kopējiem punktiem)

N1. 9 no 10 ķīmiķiem iesaka (24 punkti)

Zobupastai nereti pievieno dažādus ķīmiskos savienojumus, kas paredzēti zobu emaljas noturības uzlabošanai. Vienkāršākais no šiem savienojumiem ir nātrijs sāls **A**, kurā nātrijs masas daļa ir 54,8%. Tas reaģē ar zobu emaljas galveno sastāvdaļu – hidroksilapatītu $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ –, veidojot tam ļoti līdzīgu savienojumu **B**, kas ir noturīgāks pret noteikta veida ķīmisku ietekmi, tādējādi novēršot emaljas bojājumu veidošanos. **B** un hidroksilapatīta molmasu attiecība ir aptuveni 1,004.

N1.1. Noteikt vielu **A**, **B** ķīmiskās formulas. (2 punkti)

N1.2. Uzrakstīt vienādojumu reakcijai, kurā veidojas **B**. (1 punkts)

N1.3. Pret kāda veida ietekmi, kas varētu veidoties mutes dobumā, **B** ir noturīgāks nekā hidroksilapatīts? (1 punkts)

- Oksidējošu vidi
- Reducējošu vidi
- Skābu vidi
- Bāzisku vidi

Dažkārt tā paša efekta panākšanai lieto arī citus savienojumus. Vienu no tiem – vielu **C** – var pagatavot, sākot ar kādu minerālu **Q**. Tā sastāvā ir kāds elements, ko satur arī viela **C**, taču tam nepieciešams mainīt oksidēšanās pakāpi. 10,00 gramus **Q** karsējot kopā ar ogli bezskābekļa atmosfērā, iegūst 7,88 g pelēcīgas vienkāršas vielas **D**. Viela **D** reaģē ar sālsskābi, veidojot **E** šķīdumu. Ja šim šķīdumam pievieno nātrija hidroksīda šķīdumu, veidojas nogulsnes. Iegūtas nogulsnes nofiltrējot un izkarsējot 400 °C temperatūrā, izdalās ūdens un veidojas savienojums **F**. (Svarīgi arī šo soli veikt bezskābekļa atmosfērā, pretējā gadījumā no **F** veidojas minerālu **Q** veidojošā viela.) Savienojums **F** reaģē ar kādu vāju, bet bīstamu skābi **G**, veidojot iegūstamo sāli **C**. Tajā ir tāds pats anjons kā vielā **A**.

N1.4. Noteikt vielu **C–G**, kā arī **Q** ķīmiskās formulas. Uzrakstīt visu tekstā minēto ķīmisko reakciju vienādojumus. (6 punkti)

N1.5. Uzrakstīt visu tekstā minēto ķīmisko reakciju vienādojumus. (6 punkti)



Kīmiku dārzs 2021

11.–12. klase

1. kārtā

N1.6. Kaut arī skābe **G** ir salīdzinoši vāja, tās izmantošana ir saistīta ar ievērojamiem drošības riskiem. Kāpēc? (2 punkti)

Vēl viena populāra piedeva zobupastām ar tādu pašu mērķi ir viela **H**, kuras sintēze sākas ar auksta nātrija hidroksīda šķīduma pievienošanu fosfora(V) oksīdam, veidojot vielu **I**. Alternatīvi **I** var pagatavot, karsējot kādu skābo sāli **J**; reakcijā veidojas tikai **I** un ūdens. Vielas **I** reakcijā ar uzdevuma sākumā minēto sāli **A** kā vienīgais produkts veidojas meklētais savienojums **H**, kurā nātrija masas daļa ir 31,94%. Pastāv arī radniecīgs savienojums **K**, kurā elementu kvalitatīvais saturs ir tāds pats kā **H**, bet kvantitatīvais saturs atšķiras. Viela **K** ir indīga, tajā nātrija masas daļa ir 18,55%.

N1.7. Noteikt vielu **H–K** ķīmiskās formulas. (4 punkti)

N1.8. Uzzīmēt vielu **H** un **K** anjonu Luisa struktūras. (2 punkti)



KĶmīku dārzs 2021

11.–12. klase

1. kārtā

N2. Gulsnētājs un gāzētājs Guntis (19 punkti)

Reiz ķīmiķis Guntis nolēma izklaidēties ar trim vielām – viena sāls šķīdumu un divām cietām vielām. Viņš tās pievienoja dažādu pH līmeņu ūdens šķīdumiem (bāziskam, neitrālam un skābam). Eksperimenta laikā Guntis pierakstīja sev zināmo informāciju un novērojumus divās tabulās.

	Molmasa, g/mol	Vizuālais izskats
Vielā X (šķīdumā)	284	Gaiši zaļgana
Vielā Y (cieta)	150	Balta
Vielā Z (cieta)	239	Tumši brūna – melna

Tabula 1. Analizējamo vielu īpašības.

	Sāls X šķīdums	Kristāliska viela Y	Kristāliska viela Z
2M HCl šķīdums	Vizuālas izmaiņas netiek novērotas.	Izdalās gāze, kas filtrpapīru, kas piesūcināts ar svina acetāta šķīdumu, iekrāso melnu. Šķīdums ir dzidrs, bezkrāsains un bez nogulsnēm.	1) Izdalās dzeltenzaļgana gāze, kas filtrpapīru, kas piesūcināts ar KI un cietes šķīdumu, iekrāso tumši zilu. 2) Veidojas balta, ūdenī nešķīstoša viela.
Dejonizēts H ₂ O	Vizuālas izmaiņas netiek novērotas.	1) Izdalās gāze, kas filtrpapīru, kas piesūcināts ar svina acetāta šķīdumu, iekrāso melnu. 2) Traukā joprojām ir balta, ūdenī nešķīstoša viela.	Vielā neizšķīst ūdenī un ar to nereaģē, nekādas vizuālas izmaiņas netiek novērotas.
2M NaOH šķīdums	1) Izdalās gāze, kas filtrpapīru, kas piesūcināts ar fenolftaleīna šķīdumu, iekrāso aveņsarkanu. 2) Izkrīt gaiši zaļganas nogulsnes, kuras ar laiku pārvēršas brūnā krāsā.	Traukā joprojām ir balta, ūdenī nešķīstoša viela; pievienojot sārma šķīdumu pārākumā, tā izzūd.	2M NaOH šķīdumā viela nešķīst, bet tā reaģē ar koncentrētu NaOH šķīdumu.

Tabula 2. Eksperimenta novērojumi.



Kīmiku dārzs 2021

11.–12. klase

1. kārtā

N2.1. Izvēlēties pareizās 3 radušos gāzu ķīmiskās formulas (3 punkti)

- Reakcijā starp X un NaOH šķīdumu radās (NH_3 vai H_2S vai Cl_2)
- Reakcijā starp Y un H_2O vai HCl šķīdumu radās (NH_3 vai H_2S vai Cl_2)
- Reakcijā starp Z un HCl šķīdumu radās (NH_3 vai H_2S vai Cl_2)

N2.2. Kas ir X, Y un Z? Uzrakstiet ķīmiskās formulas! (6 punkti)

N2.3 Uzrakstiet reakciju vienādojumus: (6 punkti)

- $\text{X} + \text{NaOH} \rightarrow$
- $\text{Y} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
- $\text{Z} + \text{HCl} \rightarrow$

N2.4. Kāds ir vielas X triviālais nosaukums? (1 punkts)

N2.5. Piedāvāriet vienu vielas Y iegūšanas veidu! (2 punkti)

N2.6 Viela Z ir bīstama cilvēka veselībai. (1 punkts)

- Apgalvojums ir patiess
- Apgalvojums ir nepatiess



KĶmiķu dārzs 2021

11.–12. klase

1. kārtā

N3. Viss ar visu (18 punkti)

Jānītis kādu dienu aizdomājās par vielu agregātstāvokļiem. Viņam iešāvās prātā, ka varētu sastādīt ķīmisko reakciju shēmu, kurā būtu norādīti agregātstāvokļi divām vielām, kas reaģē, un produktam, kas šajā reakcijā rodas.

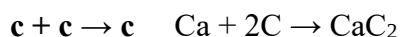
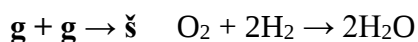
Svarīgi piezīmēt, ka shēmā norādītie agregātstāvokļi ir normālos apstākļos (n.a. – 0 °C, atmosfēras spiediens). Protams, jāizvēlas viela, kas pastāv normālos apstākļos.

Piemēram, otrajā reakcijā zemāk dotajā shēmā reaģē gāzveida un šķidra viela, radot vielu, kas normālos apstākļos ir cieta.

(*c* – cieta viela, *š* – šķidra viela, *g* – gāzveida viela)

1. $g + g \rightarrow c$
2. $g + š \rightarrow c$
3. $c + c \rightarrow c$
4. $š + š \rightarrow c$
5. $c + c \rightarrow š$
6. $g + š \rightarrow š$
7. $š + š \rightarrow š$
8. $g + g \rightarrow š$
9. $c + š \rightarrow g$
10. $c + c \rightarrow g$
11. $g + g \rightarrow g$
12. $g + c \rightarrow g$

Jānītis uzrakstīja arī dažus piemērus, kādas vielas atbilstu viņa uzrakstītajai shēmai:





Kīmīķu dārzs 2021

11.–12. klase

1. kāрта

Piezīmes.

1. Izvēlētajām reakcijām nav obligāti jānotiek normālos apstākļos (var karsēt, apstarot ar UV gaismu utt.)
2. Uzskatīt, ka n.a. ūdens ir šķidra viela.
3. Koeficientiem pirms izejvielām un produktiem nav obligāti jābūt 1.
4. Ideālā gadījumā katrā reakcijā jārodas tikai vienai vielai, taču par pareizu reakcijas vienādojumu, kurā rodas divi vai vairāki produkti, tiks piešķirts daļējs punktu skaits.

N.3.1. Uzrakstiet visu 12 reakciju molekulāros vienādojumus (nepārrakstot jau dotos piemērus) pēc Jānīša shēmā prasītajiem nosacījumiem! (18 punkts)



Kīmiku dārzs 2021

11.–12. klase

1. kārtā

Organiskā ķīmija (13% no kopējiem punktiem)

O1. Benito siera atkarība (21 punkts)

Benito kādu dienu saprata, ka viņam ir smaga atkarība no parmezāna siera. Benito bija farmaceits, tādēļ viņam uzreiz bija skaidrs, kā rīkoties.

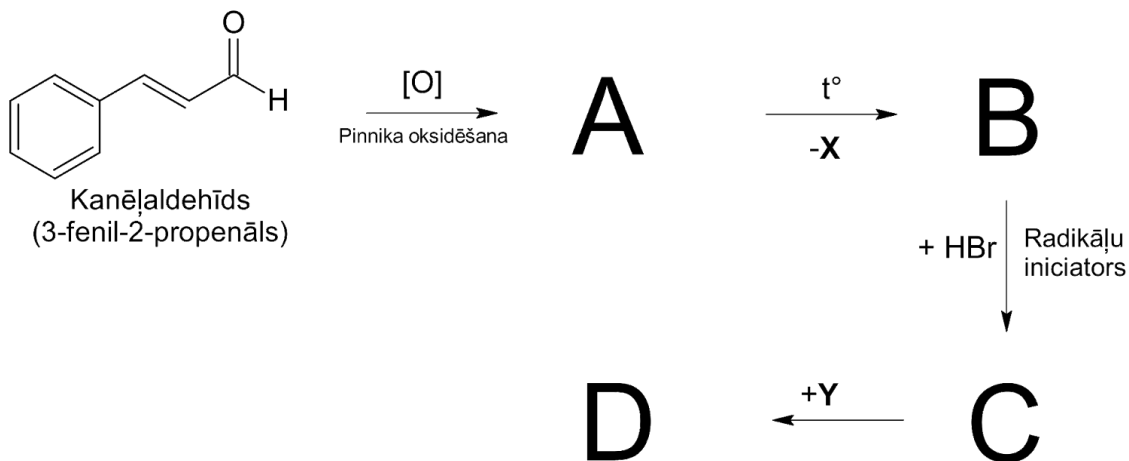
Benito sāka īstenot savu plānu, nopērkot kanēļkoka mizas ēterisko eļļu, kas galvenokārt sastāvēja no 3-fenil-2-propenāla (triviālais nosaukums – kanēļaldehīds).

Kanēļkoka mizas ēterisko eļļu viņš apstrādāja ar selektīvu oksidētāju (nātrija hlorīta un nepiesātināta ogļūdeņraža maisījumu – Pinnika oksidēšana), un reakcijā radās kāda karbonskābe **A**.

Karsējot šo skābi, izdalās gāze **X** ($M_x = 44$ g/mol) un veidojas ogļūdeņradis **B** (šīs divas vielas ir vienīgie reakcijas produkti).

Vielai **B** pievienojot HBr radikāļiniciatora klātienē, notiek pievienošanās reakcija, turklāt tā notiek pretēji Markovņikova likumībai. Rodas savienojums **C**.

Visbeidzot, pievienojot vielai **C** kādu reaģētspējīgu slāpekli saturošu bināru vielu **Y** (tās tvaika relatīvais blīvums pret hēliju ir 8) pārākumā, veidojas organiska viela **D** ($M_D = 136$ g/mol; šīs vielas molekula satur 2 slāpekļa atomus).



O.1.1. Kas ir vielas **A–D**, **X**, **Y**? (19 punkti)

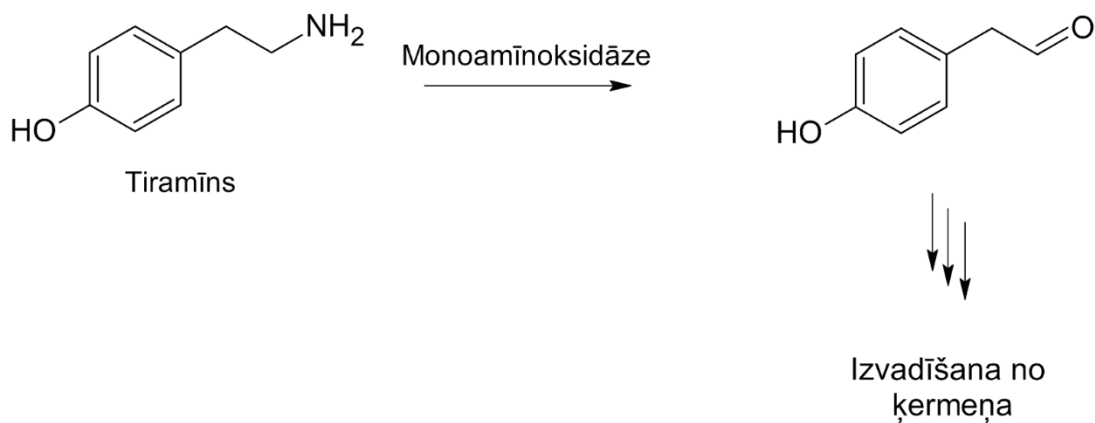


KĶmiķu dārzs 2021

11.–12. klase

1. kārtā

Pašsintezētas vielas ēst nevajag! Bet Benito citādi nevarēja dzīvot un apēda. **D** ir plaši pielietots monoamīnoksīdāzes (MAO) inhibitors (t.i., tas samazina šī enzīma aktivitāti). MAO ir enzīms, kas vielmaiņas procesā pārstrādā sierā sastopamu vielu tiramīnu. Tiramīns cilvēkos paaugstina asinsspiedienu.



O1.2. Kas notiks, ja Benito apēdīs vielu **D** un pēc tam sieru? (2 punkts)



Kīmiku dārzs 2021

11.–12. klase

1. kārtā

Analītiskā ķīmija (19% no kopējiem punktiem)

A1. Karošu ķīmija (16,5 punkti)

Ķīmiķis Jānis kādā skolas dienā izdomāja pārbaudīt, vai skolas kafejnīcas karošu metāla sakausējums ir atbildīgs par skolēnu vēdergrauzēm. Jānis, ilgi nedomājot, devās uz pagrabstāvu pēc karotes. Uz karotes bija rakstīts, ka tā ir ražota no nerūsējošā (nerūsējošā) tērauda – tā satur tikai 2 metālus (**X** un **Y**), kā arī kādu nemetālu **N**.

Jānis paņēma karoti, noņēma tās plastmasas rokturi, nosvēra karoti, ievietoja kolbā ar koncentrētu sālsskābi un vārīja. Pēc vairākām stundām kolbā bija palikusi tikai melna pulverveida viela **N**, ko izmanto daudzu metālu (arī **X**) rūpnieciskā iegūšanā. Šī pati viela **N** ir atrodama arī lielākajā daļā bateriju (gan atkārtoti uzlādējamajās, gan vienreizlietojamajās baterijās). Jānis nofiltrēja vielu **N**, to izžāvēja un nosvēra. Tās masa bija 0,415 g.

Pārējo šķīdumu ietvaicēja vakuumā, kamēr pāri bija palicis tikai kristālisku vielu maisījums. Maisījumu izšķīdināja ūdenī (tas izšķīda pilnībā) un šķīdumam pievienoja NaOH šķīdumu, parūpējoties, lai nedz ūdenī, nedz sārma šķīdumā nebūtu izšķīdis skābeklis. Izkrita zaļas nogulsnes – divas vielas **B** un **C** –, bet, pievienojot šķīdumam vēl NaOH šķīdumu, izteikti zaļās nogulsnes **C** izšķīda, veidojot vielu **D**, un pāri palika tikai otras zaļās nogulsnes **B**. Vielu **B** nofiltrēja, izžāvēja vakuumā un nosvēra. **B** masa bija 45,00 g. Šo vielu izšķīdinot 1M HCl un pievienojot $K_3[Fe(CN)_6]$ šķīdumu, redzama intensīvi zila nešķīstoša savienojuma **P** rašanās, tādejādi pierādot metāla **X** jona klātbūtni.

Tālāku analīzi veica ar filtrātu, kas palicis pāri pēc NaOH pievienošanas un vielas **B** nofiltrēšanas. To neutralizēja ar HCl un tumši zaļajam šķīdumam pievienoja cinka pulveri. Pēc laiciņa pie šķīduma pievienoja kādas sadzīvē bieži sastopamas skābes nātrija sāls (viela **E**, tajā $w_{Na} = 28,05\%$) šķīdumu, izkrita sarkanas nogulsnes **F**, kuru masa bija 12,69 g, tādejādi pierādot metālu **Y**. Jāpiezīmē, ka šo anjonu saturoši nešķīstoši savienojumi ir ļoti reti, **F** ir netipisks piemērs.

A.1.1. Nosakiet vielas **B–F**, **X**, **Y**, **N**, **P**! (10 punkti)

A.1.2. Nosaki, kāds ir karotes sastāvs (masas daļās, %)! (4,5 punkti)

A.1.3. Cik sver sākotnējā karote kopā ar tās rokturi (gramos), ja rokturis sver 12,00 g? (1 punkts)

A.1.4. Kāpēc jāizvairās no tā, ka izmantotie šķīdumi saturētu O_2 ? Kas varētu notikt pretējā gadījumā? (1 punkts)



KĶmīķu dārzs 2021

11.–12. klase

1. kāрта

A2. “Perfektā” titrēšana (14,5 punkti)

Vecais Jānītis kādu dienu ļoti, ļoti vēlējās nodarboties ar titrēšanu, bet vēl nebija apguvis visus titrēšanas pamatnosacījumus un nezināja, kā to darīt pareizi. Par laimi, viņš bija atjautīgs un, zinot titrēšanas pamatus, izdomāja, kā matemātiski korekti noteikt NaOH šķīduma molāro koncentrāciju.

Viņš “titrēja” nezināmas koncentrācijas NaOH šķīdumu ar 1M sērskābi un vēlējās būt ļoti precīzs, bet, tā kā viņam trīcēja rokas un viņam nebija atbilstošu mērinstrumentu, tad viņš izvēlējās saliet kopā NaOH šķīdumu ar H_2SO_4 šķīdumu un abu tilpumus pierakstīt tabulā. Neesot drošs par savu precizitāti, viņš tajā norādīja nevis precīzus skaitļus, bet gan to, vai viņš ir pievienojis vairāk vai mazāk par kādu tilpumu reaģenta. Ja Jānītim nācās pievienot vairāk par X mililitriem šķīduma, tad tabulā viņš rakstīja “ $>X$ mL”. Savukārt konstatējot, ka pietiek ar mazāk nekā X mililitriem, viņš ierakstīja tabulā “ $<X$ mL”.

Nr.p.k.	Titrētā NaOH šķīduma parauga tilpums	Patērētais 1M sērskābes tilpums
1.	$<18\text{mL}$	$>20\text{mL}$
2.	$<20\text{mL}$	$>17\text{mL}$
3.	$<17\text{mL}$	$>15\text{mL}$
4.	$>12\text{mL}$	$<16\text{mL}$
5.	$<13\text{mL}$	$>14\text{mL}$

Tabula. “Titrēšanas” rezultāti

A.2.1. Uzrakstiet vienādojumu reakcijai starp sērskābi un nātrija hidroksīdu! (1 punkts)

A.2.2. Kādā intervālā iekļaujas Jānīša pētītā nātrija hidroksīda šķīduma molārā koncentrācija? Norādiet aprēķinu! (8 punkti)

A.2.3. Miniēt vienu piemēru vielai, kuru varētu izmantot kā indikatoru veiktajā “titrēšanā”! (1 punkts)



Kīmiku dārzs 2021

11.–12. klase

1. kārtā

A.2.4. Kā vēl sauc nātrija hidroksīdu? Atzīmējiet vienu vai vairākus! (2 punkti)

- Halīts
- Potašs
- Dzēstais kaļķis
- Nātrija sārms
- Asā soda
- Soda
- Kaustiskā soda

A.2.5. Kāds titrēšanas veids šis būtu, ja tiktu veikts ar precīzu tehniku? Atzīmējiet vienu! (1 punkts)

- Oksidēšanās-reducēšanās
- Jodometrija
- Skābju-bāzu
- Jodatometrija

A.2.6. Kurus no tālāk minētajiem parasti izmanto titrēšanai? Atzīmējiet visus pareizos! (1,5 punkti)

- Apaļkolba
- Birete
- Pilināmā piltuve
- Mērmēģene
- Aizsardzības ekipējums (halāts, brilles utt.)
- Mora pipete



Kīmiku dārzs 2021

11.–12. klase

1. kārtā

Fizikālā ķīmija (13% no kopējiem punktiem)

F1. Vielu blīvumanalīze (21,5 punkti)

Kādu dienu Jānītim iesāvēs prātā vēl viena ģeniāla ideja. Viņš zināja, ka eksistē tilpumanalīze (gan nebija īsti pārliecināts, kas tas ir). Līdz ar to kāpēc gan nevarētu būt vielu blīvumanalīze? Ar to varētu aplūkot, kā mainās blīvums, sajaucot kopā vairākas vielas vai vielu šķīdumus.

Viņš izdomāja saliet kopā divus vielu šķīdumus, kuriem ir vienāds tilpums (apzīmēts ar V), bet blīvumi tiem ir atšķirīgi. Sajaucot šķīdumus, Jānītis novēroja, ka tagad esošais tilpums nav $2V$, bet gan $2V + \Delta V$ (ΔV ir tilpuma izmaiņa, kura var būt gan negatīva, gan pozitīva). Šādu gadījumu iespējams novērot, piemēram, ja sajauc koncentrētu etanola šķīdumu ar dejonizētu ūdeni – kopējais tilpums ir mazāks par sākotnējo tilpumu summu ($\Delta V < 0$).

Pirmajam šķīdumam tilpums bija V un blīvums ρ_1 , otrajam šķīdumam tilpums bija V un blīvums ρ_2 . Šķīdumam, kas izveidojās, tilpums bija $2V + \Delta V$ un blīvums ρ_3 . Svarīgi arī piezīmēt, ka šajā reakcijā gāze vai nogulsnes neveidojās.

F.1.1. Kas ir vielu blīvumanalīze? (1 punkts)

- Titrēšana
- Fotometrija
- Filtrāta tilpuma noteikšana
- Gravimetrija

F.1.2. Miniet vienu piemēru reakcijai, kurā reaģē divu vielu ūdens šķīdumi, bet ne gāze, ne nogulsnes neveidojas. (1,5 punkti)

F.1.3. Uzrakstiet izteiksmi blīvumam ρ_3 , ja katra sākotnējā šķīduma tilpums ir V , to blīvumi attiecīgi ρ_1 un ρ_2 , bet beigu šķīduma tilpums no sākotnējo šķīdumu tilpumu summas atšķiras par ΔV (kā aprakstīts uzdevuma ievadā). (10 punkti)

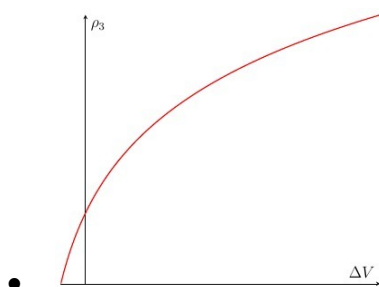
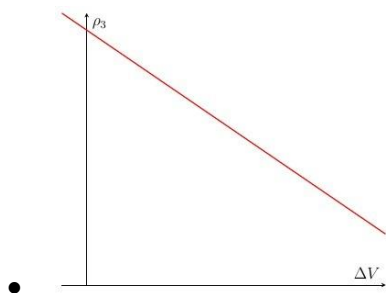
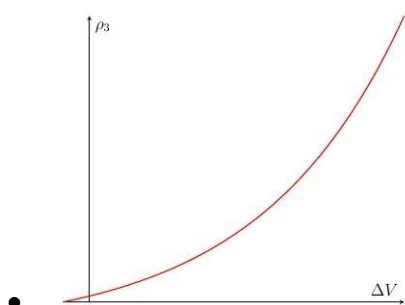
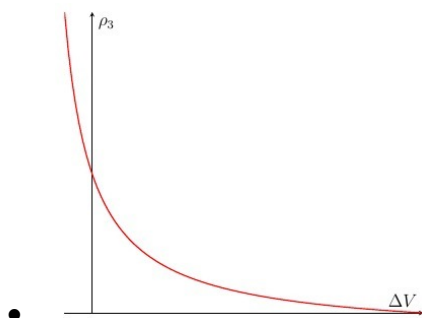


Kīmiku dārzs 2021

11.–12. klase

1. kārtā

F.1.4. Izvēlieties, kurš grafiks vislabāk atbilst iepriekšējā punktā izvestajai sakarībai, kā blīvums ρ_3 ir atkarīgs no ΔV , ja V nemainās! (2 punkti)



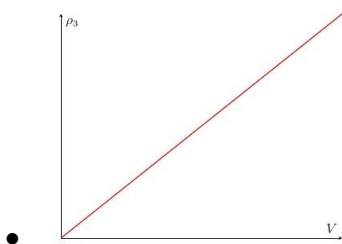
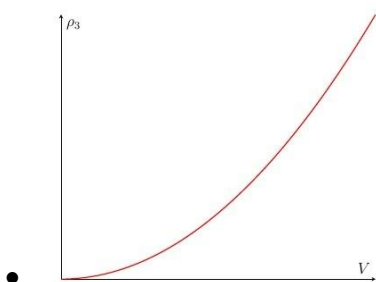
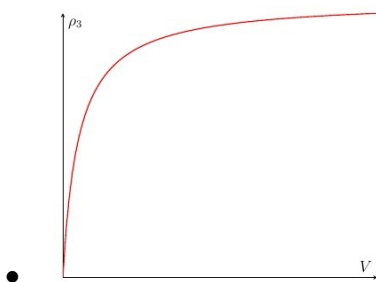
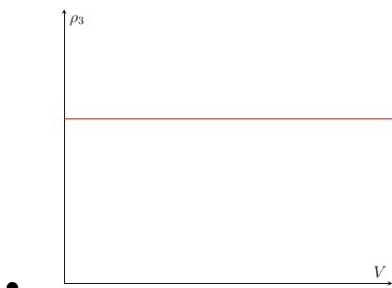


Kīmiku dārzs 2021

11.–12. klase

1. kārtā

F.1.5. Izvēlieties, kurš grafiks vislabāk atbilst iepriekšējā punktā izvestajai sakarībai, kā blīvums ρ_3 ir atkarīgs no V , ja ΔV nemainās! (2 punkti)



F.1.6. Kāda ir aptuvenā ρ_3 vērtība, kad $V \gg |\Delta V|$ (V ir daudz lielāks par ΔV pēc moduļa)? Norādiet savus spriedumus! (5 punkti)



KĶmiķu dārzs 2021

11.–12. klase

1. kārtā

Vispārīgā ķīmija (19% no kopējiem punktiem)

V1. Kodolkatastrofu ķīmija (16 punkti)

Černobiļas čība

Černobiļas AES avāriju 1986. gada 26. aprīļa naktī izraisīja reaktora operatoru lēmums mēģināt palielināt reaktora jaudu, izvelkot no tā lielāko daļu kontroles stieņu. Šāds solis bija nepieciešams, lai nodrošinātu elektroenerģijas ģenerāciju, jo reaktors, ilgstoši darbodamies ar pazeminātu jaudu, bija nokļuvis stāvoklī, ko sauc par “ksenona saindēšanos” vai “ksenona bedri”. Viens no urāna-235 šķelšanās produktiem ir ksenons-135, kas ir ļoti spēcīgs neitronu absorbētājs un tādējādi traucē ķēdes reakcijas norisei.

Zināms, ka pirmais solis, lai no urāna-235 veidotos ksenons-135, ir urāna-235 kodola apstarošana ar neitronu, kā rezultātā tas šķēļas par diviem citiem kodoliem un atbrīvo divus neitronus. Ar vienu no šiem kodoliem tālāk notiek divas secīgas β^- -sabrukšanas reakcijas (tiek izstarots elektrons un viens no neitroniem kodolā kļūst par protonu) un rodas ksenons-135.

V.1.1. Uzrakstiet visu reakciju vienādojumus. Visiem iesaistītajiem kodoliem norādiet atomnumuru un atommasu (piemēram, ${}_{42}^{92}\text{Mo}$: molibdēns-92). (4 punkti)

V.1.2. Ksenona-135 pussabrukšanas periods ir 9,1 stundas, tas sabrūk β^- reakcijā par cēziju-135. Černobiļas AES kodolreaktora tilpums ir aptuveni 750 m^3 . Ja reaktorā ir radušies 10 kg ksenona-135, aptuveni cik ilgā laikā izslēgtā reaktorā ksenona-135 tilpumkoncentrācija samazinātos zem $0,025\text{ mol/m}^3$? (2 punkti)

Kištimas kataklizma

1957. gada 26. septembrī plutonija ieguves rūpnīcā “Majak” Čeljabinskā-40 norisinājās sprādziens, kas izkaisīja radioaktīvos izotopus gandrīz 300 kilometru garā joslā pāri Rietumsibīrijai. Visspēcīgāk piesārņotajā teritorijā izveidots Austrumurālu dabas liegums. Negadījums nosaukts otras tuvākās apdzīvotās vietas – Kištimas – vārdā, jo Čeljabinska-40 padomju laikos bija slepena pilsēta.

Katastrofas iemesls bija process, kādu rūpnīcā “Majak” izmantoja plutonija izdalīšanai no iztērētās kodoldegvielas. Urāna un plutonija maisījumu izšķīdināja slāpekļskābē, tad apstrādāja ar oksidētāju un visbeidzot pievienoja nātrija acetātu un amonjaku. Rezultātā izgulsnējās nātrija uranilacetāts $\text{NaUO}_2(\text{CH}_3\text{COO})_3$ un nātrija plutonilacetāts $\text{NaPuO}_2(\text{CH}_3\text{COO})_3$, bet kā blakusprodukts veidojās kāds sprādzienbīstams sāls, kas palika šķīdumā. Šis šķīdums tika uzkrāts rezervuārā kā radioaktīvie atkritumi. Radioaktīvajiem izotopiem sabrūkot, izdalījās siltums, kā rezultātā iztvaikoja ūdens un rezervuārā notika sprādziens.



KĶmīķu dārzs 2021

11.–12. klase

1. kāрта

V.1.3. Kāds sprādzienbīstams sāls veidojās šajā rūpnieciskajā procesā? Uzrakstiet tā ķīmisko formulu. (2 punkti)

V.1.4. Uzrakstiet reakcijas vienādojumu, kas aprakstītu šī sāls veidošanos šķīdumā, kā arī tā eksplozīvās sadalīšanās reakcijas vienādojumu. (2 punkti)

Fukušimas fandango

Kodolreaktorus visbiežāk dzesē ar ūdeni. Tas ir izdevīgi, jo ūdens ir visai efektīvs kā siltuma pārnese viela, turklāt ir arī neitronu palēninātājs. Taču atsevišķos gadījumos ūdens var kļūt par katastrofas iemeslu. γ un β starojuma ietekmē, kā arī augstās temperatūrās ar ūdeni var notikt dažādas ķīmiskās reakcijas, kas normālos apstākļos spontāni nenotiktu.

2011. gada 11. martā Fukušimas AES pārdzīvoja spēcīgu zemestrīci un cunami, kā rezultātā tika atslēgta strāvas padeve ūdens cirkulācijas sistēmai. Turpinot izdalīties siltumam, dzesēšanai paredzētais ūdens iztvaikoja, un reaktorā palielinājās spiediens. Ūdens tvaiks augstā temperatūrā reaģēja ar reaktora ārējo sienu, kas bija izgatavota no cirkonija sakausējuma. Izdalījās ūdeņradis, kas izkļuva no reaktora, sajaucās ar gaisu un izraisīja sprādzienu.

V.1.5. Uzrakstiet vienādojumu ūdens tvaika reakcijai ar cirkoniju, ja zināms, ka reakcijā cirkonijs tiek oksidēts līdz tā augstākajai oksidēšanās pakāpei. (1 punkts)

V.1.6. Tiek lēsts, ka Fukušimas AES reaktorā izdalījās ap 800 kg ūdeņraža, savukārt temperatūra reaktora iekšienē sasniedza līdz pat 1300 °C. Reaktora tilpums – aptuveni 360 m³. Kāds spiediens varēja būt reaktora iekšienē pēc ūdeņraža rašanās, ja ūdens tvaiks izreaģētu pilnībā? Cieto reakcijas produktu, kodoldegvielas u.c. tilpumu neņem vērā. (2 punkti)

V.1.7. Taču pats sprādziens notika nevis reaktora iekšienē, bet gan telpā, kas paredzēta reaktora norobežošanai no apkārtējās vides – hermētiskajā aizsargapvalkā. Zināms, ka ūdeņradis ir sprādzienbīstams maisījumos ar gaisu, kur tā tilpumdaļa ir sākot no 18%, bet visvieglāk sprādzienu var iniciēt maisījumā, kur ūdeņraža tilpumdaļa ir 23%.

Pieņemot, ka visi 800 kg ūdeņraža izplūda no reaktora un nokļuva hermētiskajā aizsargapvalkā, tādējādi ūdeņraža tilpumdaļai sasniedzot 23%, aprēķiniet aizsargapvalka tilpumu. Zināms, ka spiediens aizsargapvalka iekšienē sasniedza 850 kPa. Pieņemt, ka visā sistēmā ir tā pati 1300 °C temperatūra. (3 punkti)

Padoms: gāzes tilpumdaļa vienāda ar tās mola daļu (tās daudzumu dalītu ar maisījuma kopējo daudzumu).



Kīmiku dārzs 2021

11.–12. klase

1. kāрта

V2. Alķīmija, spektroskopija un Pols Lebo (15 punkti)

Apskatīsim divu elementu atklāšanu un izolēšanu. Katru izdalīja dažādos veidos un dažādos laikos.

Nemetālu **A** 17. gadsimtā izolēja kāds vācu alķīmiķis. Savu atklājumu viņš veica retortē, kura pēc eksperimenta saplīsa un sāka spīdēt. Alķīmiķis domāja, ka ir atklājis sen meklēto sapni - filozofu akmeni. Protams, jauniegūtais elements nebija filozofu akmens, bet gan kāda ļoti indīga, bīstama un ķīmiski aktīva nemetāla **A** alotropā forma. Reakcijas maisījums – kāds nemetālu **A** saturošs sāls (šis sāls ir kaulu sastāvā), ogle un smiltis – tika karsēts retortē.

V.2.1. Uzrakstiet nemetāla **A** ķīmiskā elementa simbolu! (3 punkti)

V.2.2. Nosauciet 3 dažādas nemetāla **A** alotropās formas! (3 punkti)

V.2.3. Uzrakstiet vienādojumu reakcijai, ko veica šis alķīmiķis! (3 punkti)



Kīmiku dārzs 2021

11.–12. klase

1. kārtā

Metālu C, kurš ir vieglākais (pēc molmasas) izteikti indīgais metāls, 19. gadsimtā vienlaicīgi izolēja divi ķīmiķi, turklāt abi to izdarīja vienā un tajā pašā veidā. Platīna tīģelī tika veikta reakcija starp metālisku kāliju un C hlorīdu. Pēc reakcijas, atdzesējot un mazgājot iegūto pelēcīgi melno pulveri, tika novērots, ka tas satur smalkas daļiņas ar tumšu, metālisku spīdumu. Šādā veidā pirmo reizi tika iegūts C, bet reakcijas praktiskais iznākums bija ļoti mazs un iegūtais produkts nebija analītiski tīrs. Tīru C paraugu 19. gadsimta beigās ieguva franču ķīmiķis Pols Lebo, kad veica nātrija fluorīda un C fluorīda maisījuma kausējuma elektrolīzi. Dabā šī metāla savienojumi ir vairāku dārgakmeņu sastāvā.

V.2.4. Uzrakstiet ķīmiskā elementa C simbolu, ja zināms, ka metāla C hidroksīdam piemīt amfotēras īpašības! (3 punkti)

V.2.5. Uzrakstiet veiktās reakcijas (kālijs + C hlorīds) vienādojumu! (1 punkti)

V.2.6. Miniet kādu jomu, kur mūsdienās izmanto metālu C! (2 punkti)



KĶmiķu dārzs 2021

11.–12. klase

1. kārtā

N1. 9 no 10 ķīmiķiem iesaka

N1.1. A: NaF

B: $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$

N1.2. $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH} + \text{NaF} \rightarrow \text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F} + \text{NaOH}$

N1.3. Skābu vidi

N1.4. C: SnF_2

D: Sn

E: SnCl_2

F: SnO

G: HF

Q: SnO_2

N1.5. $\text{SnO}_2 + \text{C} \rightarrow \text{Sn} + \text{CO}_2$

$\text{Sn} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{SnCl}_2 + \text{H}_2$

$\text{SnCl}_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{"Sn(OH)}_2\text{"} + 2\text{NaCl}$

$\text{"Sn(OH)}_2\text{"} \rightarrow \text{SnO} + \text{H}_2\text{O}$

$\text{SnO} + 2\text{HF} \rightarrow \text{SnF}_2 + \text{H}_2\text{O}$

$2\text{SnO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{SnO}_2$

SnO_2 – kasiterīts, galvenais minerāls alvas ieguvei.

Piezīme. Sn(OH)_2 pastāv tikai nosacīti, patiesībā tā ir sarežģīta hidratētu alvas(II) oksīda formu sistēma.



KĶmiķu dārzis 2021

11.–12. klase

1. kārtā

N1.6. Fluorīdeņražskābe ir indīga cilvēkam un korodē stiklu.

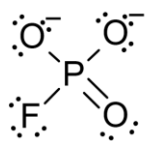
N1.7. H: $\text{Na}_2\text{PO}_3\text{F}$

I: NaPO_3

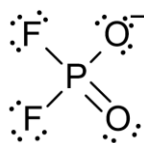
J: NaH_2PO_4

K: NaPO_2F_2

N1.8.



monofluorfosfāts



difluorfosfāts



Kīmiku dārzs 2021

11.–12. klase

1. kāрта

N2. Gulsnētājs un Gāzētājs Guntis

N2.1. Reakcijā starp **X** un NaOH šķīdumu radās: NH_3

Reakcijā starp **Y** un HCl šķīdumu vai ūdeni radās: H_2S

Reakcijā starp **Z** un HCl šķīdumu radās: Cl_2

N2.2. **X**: $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2$

Y: Al_2S_3

Z: PbO_2

N2.3. $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 + 4\text{NaOH} \rightarrow 2\text{NH}_3 + \text{Fe}(\text{OH})_2 + 2\text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

$2\text{Al}_2\text{S}_3 + 12\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{Al}(\text{OH})_3 + 6\text{H}_2\text{S}$

$\text{PbO}_2 + 4\text{HCl} \rightarrow \text{PbCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$

N2.5. Mora sāls

N2.6. $2\text{Al} + 3\text{S} \rightarrow \text{Al}_2\text{S}_3$

Jāatceras, ka savienojums hidrolizējas, tādēļ izgulsnēt to ūdens šķīdumiem nav iespējams.

N2.7. Patiesi



Kīmiku dārzs 2021

11.–12. klase

1. kārtā

N3. Viss ar visu

N3.1. Der jebkādas reālas reakcijas, kur izejvielu un produkta agregātstāvokļi atbilst shēmai. Šis ir radoša tipa uzdevums, ir iespējams ļoti daudz pareizo variantu. Viens iespējamais variants piedāvāts:

- 1) $\text{NH}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$
- 2) $\text{Cl}_2 + \text{PCl}_3 \rightarrow \text{PCl}_5$
- 3) $2\text{Al} + 3\text{S} \rightarrow \text{Al}_2\text{S}_3$
- 4) $\text{Hg} + \text{Br}_2 \rightarrow \text{HgBr}_2$
- 5) $\text{C} + 2\text{S} \rightarrow \text{CS}_2$
- 6) $2\text{PCl}_3 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{POCl}_3$
- 7) $\text{C}_5\text{H}_{10} + \text{Br}_2 \rightarrow \text{C}_5\text{H}_{10}\text{Br}_2$
- 8) $\text{SO}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{SO}_2\text{Cl}_2$
- 9) $\text{C} + 2\text{HF} \rightarrow \text{CH}_2\text{F}_2$
- 10) $\text{S} + 2\text{SO}_3 \rightarrow 3\text{SO}_2$
- 11) $2\text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2$
- 12) $\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2$

Piezīme. Reakcija 9 ($\text{c} + \text{š} \rightarrow \text{g}$) ir atvērts jautājums, kura atbilde interesē arī mūs; šeit piedāvātā reakcija ir tālu no ideāla varianta. Ja lasītājam ir kāds labs ierosinājums, lūdzam rakstīt: kimikudarzs@gmail.com



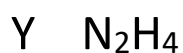
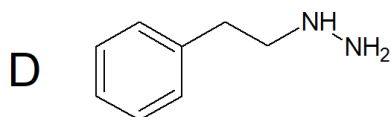
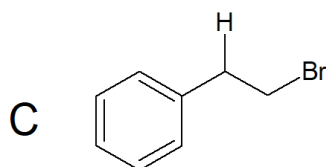
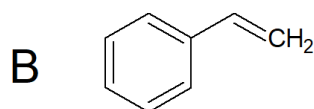
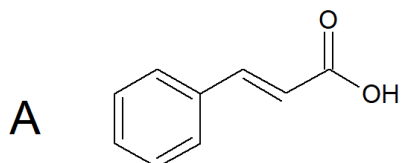
Kīmiku dārzs 2021

11.–12. klase

1. kārtā

O1. Benito siera atkarība

O1.1.



O1.2. Apēdot vielu **D**, Benito monoamīnoksīdāzes aktivitāte ķermenī samazināsies, un, šādā stāvoklī apēdot sieru, sierā esošais tiramīns metabolizēsies ievērojami lēnāk, tādēļ šādi tiramīns ķermenī var sasniegt lielu koncentrāciju, palielinot asinsspiedienu.



KĶmiķu dārzis 2021

11.–12. klase

1. kārtā

A1. Karošu ķīmija

A1.1. B: $\text{Fe}(\text{OH})_2$

C: $\text{Cr}(\text{OH})_3$

D: $\text{Na}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6]$

E: NaCH_3COO

F: $\text{Cr}(\text{CH}_3\text{COO})_2$

X: Fe

Y: Cr

N: C

P: $\text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$

A1.2. X: 86,7%

Y: 12,0%

Z: 1,3%

A1.3. 43,923g

A1.4. Svarīgi, lai šķīdumos būtu tikai dzelzs(II) joni. Skābekļa klātienē tie daļēji oksidētos par dzelzs(III) joniem.



KĶmiķu dārzs 2021

11.–12. klase

1. kārtā

A2. “Perfektā” titrēšana



A2.2.

$$c(\text{NaOH}) = \frac{n(\text{NaOH})}{V(\text{NaOH})} = \frac{2 \cdot c(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot V(\text{H}_2\text{SO}_4)}{V(\text{NaOH})}$$

Ja ņemts mazāk NaOH un vairāk sērskābes nekā stehiometriskais daudzums, tad aprēķinātā NaOH koncentrācija ir mazāka par reālo, un otrādi. Līdz ar to no tabulas datiem iegūstam:

1. $c(\text{NaOH}) > 2,22 \text{ mol/L}$
2. $c(\text{NaOH}) > 1,70 \text{ mol/L}$
3. $c(\text{NaOH}) > 1,765 \text{ mol/L}$
4. $c(\text{NaOH}) < 2,67 \text{ mol/L}$
5. $c(\text{NaOH}) > 2,154 \text{ mol/L}$

Apvienojot šīs nevienādības, iegūst, ka $c(\text{NaOH})$ ir starp 2,22 un 2,67 mol/L.

A2.3. Iespējami dažādi varianti, pāris no tiem ir fenolftaleīns, metiloranžs, universāllindikators.

A2.4. Kaustiskā soda, nātrijs sārms

A2.5. Skābju-bāzu

A2.6. Birete, Mora pipete, aizsardzības ekipējums



Kīmīķu dārzs 2021

11.–12. klase

1. kārtā

F1. Vielu blīvumanalīze

F1.1. Titrēšana

F1.2. Der kaut vai piemērs no iepriekšējā uzdevuma: $2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

F1.3.

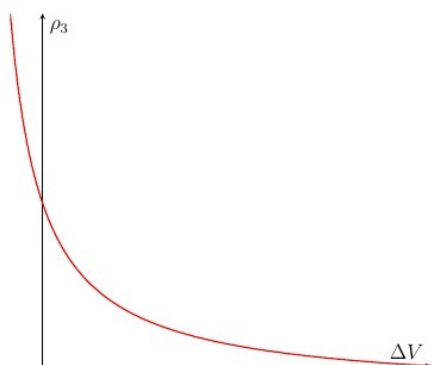
Tā kā nerodas ne gāze, ne nogulsnes, tad šķīdumu kopējā masa šajā procesā nemainās (masas nezūdamības likums).

$$m_1 = \rho_1 \cdot V$$

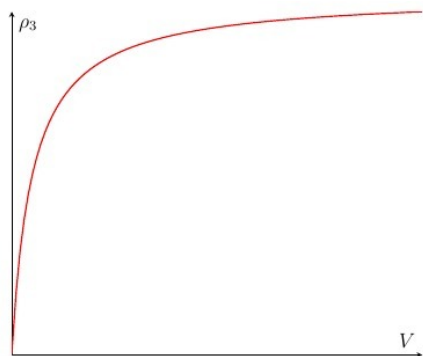
$$m_2 = \rho_2 \cdot V$$

$$\rho_3 = \frac{m_{\text{kop}}}{V_{\text{kop}}} = \frac{\rho_1 V + \rho_2 V}{2V + \Delta V} = \frac{V(\rho_1 + \rho_2)}{2V + \Delta V}$$

F1.4.



F1.5.



F1.6. Ja $V \gg \Delta V$, tad $2V + \Delta V \approx 2V$. Līdz ar to

$$\rho_3 = \frac{V(\rho_1 + \rho_2)}{2V + \Delta V} \approx \frac{V(\rho_1 + \rho_2)}{2V} = \frac{\rho_1 + \rho_2}{2}$$



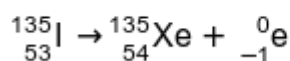
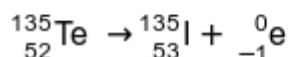
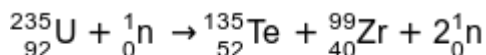
KĶmiķu dārzs 2021

11.–12. klase

1. kārtā

V1. Kodolkatastrofu ķīmija

V1.1.



V1.2.

$$n({}^{135}\text{Xe}) = \frac{10000}{135} = 74 \text{ mol}$$

$$\text{Tilpumpkoncentrācija } \sigma({}^{135}\text{Xe}) = \frac{74}{750} \approx 0,1 \text{ mol/m}^3$$

Tā kā tilpumpkoncentrācijai jāsamazinās aptuveni 4 reizes, tad nepieciešami 2 pussabrukšanas periodi jeb

18,2 h. Precīzākiem aprēķiniem var izmantot formulu $N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T_{1/2}}}$, bet relatīvā atšķirība starp iegūtajām atbildēm ir zem 1%.

V1.3. NH_4NO_3



V1.6.

$$n(\text{H}_2) = \frac{800\,000}{2} = 400\,000 \text{ mol}$$

$$p(\text{H}_2) = \frac{nRT}{V} = \frac{400\,000 \cdot 8,314 \cdot (1300 + 273)}{360} = 1,453 \cdot 10^7 \text{ Pa}$$

V1.7.

$$n_{\text{kop}} = \frac{n(\text{H}_2)}{X(\text{H}_2)} = \frac{400\,000}{0,23} = 1,739 \cdot 10^6 \text{ mol}$$

$$V = \frac{n_{\text{kop}}RT}{p} = \frac{1,739 \cdot 10^6 \cdot 8,314 \cdot (1300 + 273)}{850\,000} = 26\,760 \text{ m}^3$$

Alternatīvi var izmantot Daltona parcālo spiedienu likumu $p(\text{H}_2) = p \cdot X(\text{H}_2)$ un nonākt pie tā paša rezultāta.



Kīmiku dārzs 2021

11.–12. klase

1. kārtā

V2. Alķīmija, spektroskopija un Pols Lebo

V2.1. P

V2.2. Ir vairāki, visplašāk zināmie ir baltais, sarkanais un violetais.

V2.3. $2 \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 6 \text{SiO}_2 + 5 \text{C} \rightarrow 5 \text{CO}_2 + \text{P}_4 + 6 \text{CaSiO}_3$

V2.4. Be

V2.5. $\text{BeCl}_2 + 2\text{K} \rightarrow 2\text{KCl} + \text{Be}$

V2.6. Medicīnā (rentgenstaru iekārtās), sakausējumos dažādiem mērķiem, kodolenerģētikā un kodolieročos u.c.