

Kīmiķu dārzs 2021

9. – 10. klase

2. kārtā

Uzdevumu komplekts

Risinot uzdevumus, lūdzam ievērot:

- uzdevumu risināšanas laiks ir **no 11.00 līdz 15.00**;
- olimpiādes laikā komanda aicināta sadarboties, sazinoties savā starpā Zoom vai kādā citā platformā;
- 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), vispārīgā ķīmija (V) un eksperimentālais 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!**



Kīmiķu dārzs 2021

9.–10. klase

2. kāрта

Neorganiskā ķīmija (40% no kopējiem punktiem)

N1. Viltīgais kristālhidrāts (15 punkti)

Reiz kādu dienu Andrijuha paņēma kāda balta, ūdenī šķīstoša sāls kristālhidrātu, pierakstītu formā $X \cdot nH_2O$. Viņš zināja, ka sāls labi šķīst ūdenī, kā arī to, ka tas sastāv no kāda metāla un skābes atlikuma. Vēlēdamies iegūt bezūdens sāli **X**, Andrijuha attiecīgo kristālhidrātu sāka karsēt. Vaņa, strādājot viņam blakus, bija atstājis atvērtu koncentrēta amonjaka šķīduma pudeli, un, kamēr kristālhidrāts sadalījās, blakus esošā amonjaka pudele sāka izdalīt biezus baltus dūmus (tos veidoja viela **Z** ar molmasu 53,5 g/mol). Andrijuham radās aizdomas... kaut kas nav labi!

Tāpēc viņš atkārtoja eksperimentu, šoreiz rūpīgi pievēršot uzmanību detaļām. Karsēšanas sākumā bija 5,00 gramu kristālhidrāta, bet pēc tā izkarsēšanas 200 °C temperatūrā līdz brīdim, kad parauga masa vairs nemainās, cietā pārpalikuma masa bija tikai 1,61 g. Iegūto cieto atlikumu **Y** viņš mēģināja izšķīdināt dejonizētā ūdenī, bet viņam par pārsteigumu tas bija nešķīstošs. Lai izšķīdinātu iegūto produktu **Y**, viņam bija nepieciešami 61,92 mL 1M HNO_3 .

Eksperimentu (ar tādu pašu kristālhidrāta masu) Andrijuha atkārtoja vēl vienu reizi, tikai šoreiz karsēšanu veica kolbā, kurai pievienoja caurulīti ar cietu bezūdens $CaCl_2$. Pēc pilnīgas kristālhidrāta izkarsēšanas caurulītes masa palielinājās, jo tajā uzkrājās viss ūdens, kas reakcijā izdalījās ($CaCl_2$ izmantoja kā ūdens savācējvielu, tā veido kristālhidrātu). Bet gāzi **W**, kas izgāja cauri trubiņai ar $CaCl_2$ un kuras relatīvais blīvums pret ūdeņradi ir 18,25, uztvēra $AgNO_3$ šķīduma pārākumā, un izveidojās 8,91 gramu baltu nogulšņu **V**. Kristālhidrāta karsēšanas reakcijā radās tikai trīs vielas: ūdens, gāze **W** un iepriekš minētā cietā viela **Y**.

N1.1. Par cik gramiem palielinājās caurulītes masa? (2 punkti)

N1.2. Kas ir vielas **X**, **Y**, **W**, **V** un **Z**? Uzrakstiet ķīmiskās formulas! (5 punkti)

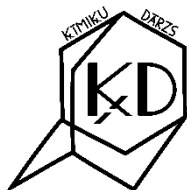
N1.3. Norādiet aprēķinus un spriedumus, kā ieguvāt vielas **X**, **Y**, **W**, **V** un **Z**! (3 punkti)

N1.4. Iesakiet vienu veidu, kā varētu iegūt bezūdens sāli **X**! (1 punkts)

N1.5. Kāds ir ūdens molekulu skaits analizētajā kristālhidrātā? (2 punkti)

N1.6. Zināms, ka **Y** šķīst skābā vidē, bet nešķīst neitrālā. Vai tā šķīdīs bāziskā vidē (pH ~13)? (1 punkts)

N1.7. Normālos apstākļos **X** (bet ne $X \cdot nH_2O$) veido dimēru. Uzrakstiet tā ķīmisko formulu! (1 punkts)



KĶĪMIKU dārzs 2021

9.–10. klase

2. kāрта

N2. Santaklausa process (13,5 punkti)

Viens no svarīgākajiem procesiem ķīmijas rūpniecībā ir saistīts ar sēra iegūšanu un attīrīšanu. Tas ir nosaukts procesa atklājēja uzvārdā, taču šajā uzdevumā, tā kā tuvojās Ziemassvētki, sauksim to par Santaklausa procesu. Kā jau zināms, sērs ir plaši izplatīts un izmantots elements, līdz ar to ir svarīgi to efektīvi iegūt no viegli pieejamām izejvielām. Galvenā izejviela, no kā tiek iegūts elementārais sērs (vienkārša viela), ir sērūdeņradis, kas ir piemaisījums dabasgāzei. Santaklausa process tiek veikts sekojošā veidā: “netīrā” dabasgāze, kas iegūta no atradnēm, tiek apstrādāta ar skābekli; procesā sērūdeņradis tiek oksidēts par elementāro sēru, bet pāri palikušās gāzes (lielākoties metāns) tiek tālāk attīrītas un pielietotas gan mājāsaimniecībās, gan industrijā.

N2.1. Uzrakstiet summāro ķīmiskās reakcijas vienādojumu galvenajam Santaklausa procesa solim – sēra iegūšanai no sērūdeņraža, to oksidējot ar skābekli!. (2 punkti)

Viens no vissvarīgākajiem elementārā sēra izmantošanas veidiem ir sērskābes rūpniecība. Parasti sērskābi no sēra iegūst trijos soļos, no kuriem pēdējais ir sēra(VI) oksīda reakcija ar ūdeni.

N2.2. Uzrakstiet ķīmisko reakciju vienādojumus šiem trim soļiem, ar kuriem iegūt sērskābi no sēra! (1,5 punkti)

N2.3. Cik gramu sērskābes var iegūt no viena grama sēra, ja kopējais procesa praktiskais iznākums ir 69%? (1 punkts)

N2.4. Cik gramu sēra(VI) oksīda un cik gramu ūdens ir nepieciešams, lai iegūtu 100 gramus 80% sērskābes? (2 punkti)

Lai arī pirmajā uzdevuma punktā Santaklausa procesam prasīts summārais reakcijas vienādojums, patiesībā šis process sastāv no diviem soļiem – sērūdeņraža oksidēšanas par SO_2 un SO_2 tālākas reakcija ar sērūdeņradi, veidojot sēru un ūdeni. Tā kā pirmajā solī tiek pielietota paaugstināta temperatūra (aptuveni 850°C), tad procesa gaitā notiek arī dažādas blakusreakcijas, piemēram, metāna reakcija ar skābekli vai metāna reakcija ar karstu ūdens tvaiku. Reakcijā starp metānu un ūdens tvaiku veidojas divas gāzveida vielas, kuru relatīvie blīvumi pret skābekli ir 0,0625 un 1,375.



KĶmiķu dārzs 2021

9.–10. klase

2. kāрта

N2.5. Uzrakstiet ķīmisko reakciju vienādojumus abiem Santaklausa procesa soļiem!
(1 punkts)

N2.6. Uzrakstiet ķīmisko reakciju vienādojumus abām minētajām blakusreakcijām!
(2 punkti)

Latvijā ir vietas (visplašāk pazīstami Ķemerī), kur ūdenī ir izšķīdis sērūdeņradis, tāpēc tam piemīt īpatnēja garša un smarža. Lai varētu sajūst šo smaržu, sērūdeņraža saturam ūdenī jābūt aptuveni 1–2 mg/L. Parasti sēravotu ūdenī sērūdeņraža koncentrācija ir zem 10 mg/L.

Antiņš izdomāja, ka viņš vēlas Ķemeru ūdeņus padarīt patiesi dzeramus reizi pār visām reizēm. Viņš krāja ūdeni atvērtā traukā no sēravota 720 stundas no vietas un tad veica Santaklausa procesa ietvaros notiekošo reakciju – H_2S reakciju ar SO_2 .

N2.7. Ja avotiņa vidējais tecēšanas ātrums ir 0,6 L/min un sērūdeņraža koncentrācija tajā ir 7 mg/L, kā arī šī procesa efektivitāte (rēķinot pret SO_2) ir 75%, cik litru (normālos apstākļos) sēra(IV) oksīda Antiņam būs nepieciešams izmantot, lai pilnībā attīrītu ūdeni no sērūdeņraža? Norādiet aprēķinu! (4 punkti)



Kīmīķu dārzs 2021

9.–10. klase

2. kāрта

N3. Maģiskais neitralizētājs - soda (7 punkti)

Bieži vien dzeramo sodu jeb nātrija hidroģēnkarbonātu izmanto kādas vielas neitralizēšanas procesā. Tas neitralizē gan skābes, gan sārmus, gan arī daudz ko citu.

Šoreiz ķīmiķim Gustavam bija no kādas sintēzes pāri palicis broms ampulā, un to viņš vēlējās neitralizēt ar sodu. Ampulā sākumā bija 50 mL Br_2 , bet sintēzei Gustavam bija nepieciešami 43 mL. Broma blīvums ir $3,1 \text{ g/cm}^3$.

Sintēzē neizlietotajam bromam Gustavs pievienoja NaHCO_3 pārākumā. Gustavs novēroja šņākoņu un gāzes burbulīšus. Vēl Gustavs zināja, ka šajā reakcijā rodas 4 dažādi produkti, tikai aizmirsa, kādi, tādēļ izdomāja veikt pāris eksperimentus, lai to noskaidrotu.

Ieinteresējies, kādi produkti šajā reakcijā rodas, viņš izlēma visus reakcijas produktus izšķīdināt ūdenī. Ar kādu kvalitatīvās analīzes metodi viņš noteica, ka šķīdumā ir $6,83 \text{ g NaBrO}_3$ – nātrija bromāta.

Izolējis NaBrO_3 no šķīduma, viņš sākotnējo šķīdumu, kurā tagad vairs nav NaBrO_3 , sadalīja trijās vienādās daļās. Pirmajai daļai pievienojot AgNO_3 šķīdumu pārākumā, tika iegūti $14,17 \text{ g}$ gramu bezūdens nogulšņu. Zināms, ka šīs nogulsnes satur vienvērtīgu anjonu. Otrajai daļai pievienojot $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, arī radās nogulsnes, bet, trešajai daļai pievienojot kādu IA vai IIA grupas metāla katjonu saturošu sāls šķīdumu, nogulsnes netika iegūtas.

N3.1. Uzrakstiet sērskābes reakcijas ar NaHCO_3 vienādojumu! (1 punkts)

N3.2. Uzrakstiet NaOH šķīduma reakcijas ar NaHCO_3 vienādojumu! (1 punkts)

N3.3. Uzrakstiet ķīmiskās formulas broma un dzeramās sodas reakcijas produktiem! (2 punkti)

N3.4. Uzrakstiet reakcijas, kas noris starp Br_2 un NaHCO_3 , vienādojumu! Pamatojiet ar aprēķiniem, ka Gustava novērojumi atbilst tieši šādas reakcijas norisei! (3 punkti)



KĶmiķu dārzs 2021

9.–10. klase

2. kāрта

N4. Trīs lietas... (10 punkti)

Vērtīga iemaņa ķīmijā ir prasme skaidrot novērojumus vai faktus, izmantojot zināšanas par sistēmām un sakarībām.

N4.1. Mēģenē tika veikta sekojoša reakcija. Tika iemērcta spīdīga (bez oksīdu pārklājuma kārtiņas) vara stieplīte piesātinātā dzīvsudraba(II) nitrāta šķīdumā. Pēc kāda laika šķīduma krāsa no bezkrāsainas bija nomainījusies uz zilganu un mēģenes apakšā bija uzkrājies kāds sudrabains šķidrums. Izskaidrojiet šo savādo parādību! (3 punkti)

N4.2. Zināms, ka VIIIA grupas elementi normālos apstākļos ir izteikti inertas un nereaģējošas gāzes. Tomēr, ja ielūkojas dziļāk šīs grupas ķīmijā, izrādās, ka tomēr ir daudz dažādu savienojumu, kas satur cēlgāzes dažnedažādās oksidēšanās pakāpēs, piemēram, KrF_2 , XeO_3 , Ba_2XeO_6 , $\text{Kr}(\text{OTeF}_5)_2$ un daudzi citi.

Pie tam, pētot VIIIA grupas ķīmiju, redzams, ka kriptonu un ksenonu savienojumu ir ievērojami vairāk un tie ir ievērojami vieglāk iegūstami nekā hēlija vai neona. Kā jūs izskaidrotu šo fenomenu, ar ko tas saistīts? (4 punkti)

N4.3. Apskatīsim 4 dažādu skābju šķīdumus ar vienādām koncentrācijām. Attiecīgās skābes ir HF, HCl, HBr, HI un katras koncentrācija ir 0,13 mol/L. Ja šiem šķīdumiem izmēra pH, neatkarīgi no tā, ka tās visas ir halogēnūdeņražskābes un to koncentrācijas ir vienādas, to pH līmeņi nav vienādi. Uzrakstiet, kādā secībā sarindosies attiecīgo skābju šķīdumu pH, sākot ar mazāko! (Šoreiz nav nepieciešams paskaidrot, kādēļ secība ir tieši tāda.) (3 punkti)



KĶmiķu dārzs 2021

9.–10. klase

2. kārtā

Organiskā ķīmija (15% no kopējiem punktiem)

O1. Oskars, kafija un vielu bode (17 punkti)

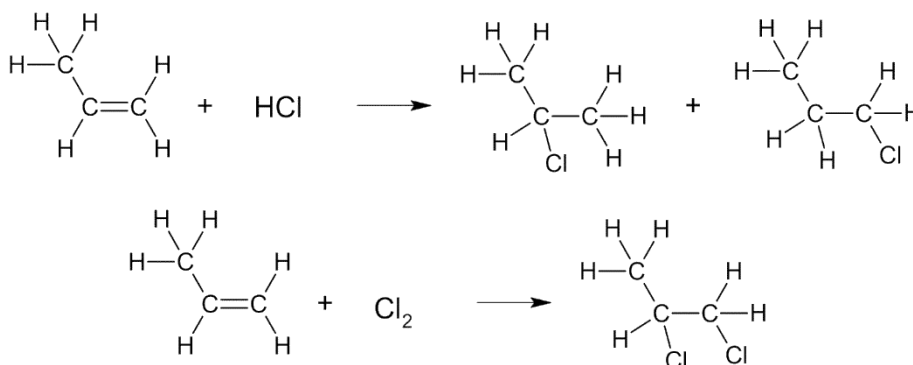
Kāda organiskās ķīmijas institūta darbinieks Oskars bija liels kafijas mīlis, bet kafijā redzēja lielu trūkumu – svaigi grauzdēta kafija gaisā ātri vien oksidējas un maina savu garšu uz slikto pusi, tādēļ Oskars sāka kāda spēcīga antioksidanta sintēzi.

Oskars internetā atrada vilinošu piedāvājumu: mājaslapā “Vielu Bode” ielikts sludinājums, kurā rakstīts “Tīrs C_4H_8 ”. Tā kā tieši vielu ar molekulformulu C_4H_8 Oskaram vajadzēja sintēzē, viņš izdomāja pasūtīt šo produktu ar nosaukumu “Tīrs C_4H_8 ”.

Kad pasūtījums tika piegādāts, viņš noteica, ka pasūtītā viela vārās plašā temperatūras diapazonā: no $-6,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ līdz $+12,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Tas nozīmē, ka tas noteikti nav tikai viens ķīmiskais savienojums... Oskars destilēja maisījumu ar ļoti augstas efektivitātes destilēšanas iekārtu. Viņš atdalīja 5 frakcijas **A–E** ar atšķirīgām viršanas temperatūrām; tagad katra frakcija sastāvēja no tikai vienas vielas.

O1.1. Tātad produkts, ko Oskars saņēma, saturēja vairākas vielas ar molekulformulu C_4H_8 . Ar kādu terminu apzīmē dažādus savienojumus, kam ir viena un tā pati molekulformula, bet atšķiras ķīmiskā struktūra? (2 punkti)

Oskars ar katru vielu veica dažādus testus un rezultātus pierakstīja tabulā. Viņš zināja, ka gan hlors, gan hlorūdeņradis reaģē ar alkēniem, pievienojoties dubultsaitei.



Turklāt UV gaismas ietekmē hlors var reaģēt arī ar alkāniem. Balstoties uz šiem novērojumiem, izdevās noteikt gandrīz katras vielas ķīmisko struktūru.

(Padoms: pamēģiniet uzzīmēt struktūrformulas visām vielām ar molekulformulu C_4H_8 un izspriest, kādi varētu būt reakciju produkti katrā gadījumā.)



Kīmīķu dārzs 2021

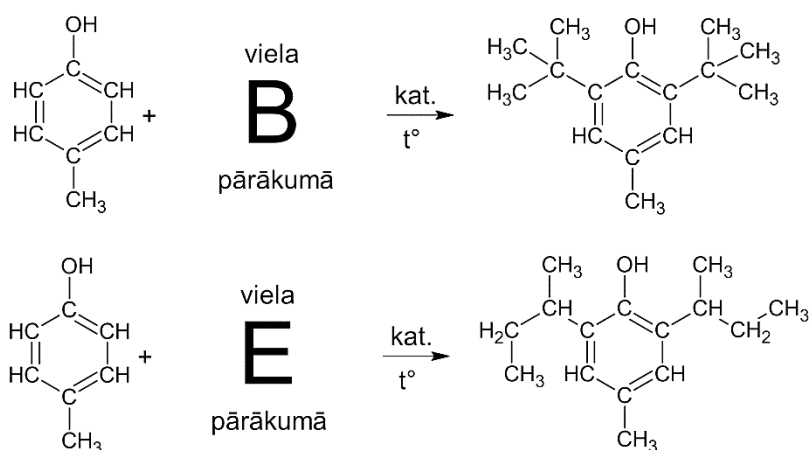
9.–10. klase

2. kāрта

	Vielā A	Vielā B	Vielā C	Vielā D	Vielā E
1L gāzveida frakcijas pievienoja 1L Cl ₂	Lai reakcija notiktu, nācās apstarot ar UV gaismu. Radās 1 organisks produkts un 1 neorganisks produkts	Radās 1 organisks produkts	Radās 1 organisks produkts	Lai reakcija notiktu, nācās apstarot ar UV gaismu. Radās 3 dažādi organiski produkti un 1 neorganisks produkts	Radās 1 organisks produkts
1L gāzveida frakcijas pievienoja 1L gāzveida HCl	Reakcija netika novērota	Radās 2 organiski produkti	Radās 1 organisks produkts	Reakcija netika novērota	Radās 2 organiski produkti

Oskars tagad zināja, ka viņam nepieciešamā izejviela ir vai nu viela **B**, vai **E**. Tāpēc viņš izmēģināja sintēzi ar abiem šiem savienojumiem. No vielas **B** viņš ieguva savu meklēto antioksidantu, bet, izmantojot vielu **E**, viņš ieguva kādu citu organisku vielu (sk. attēlu zemāk). Reakcijās netika novēroti jebkādi citi produkti, izņemot norādītās organiskās vielas.

Pirms grauzdēšanas pievienojot kafijai mazu daudzumu iegūtās vielas, kafija savu aromātu noturēja daudz ilgāk, un Oskars varēja neuztraukties par kafijas oksidēšanos.



O1.2. Kas ir vielas **A-E**? Uzzīmējiet struktūrformulas! (15 punkti)



KĶmiķu dārzs 2021

9.–10. klase

2. kārtā

Analītiskā ķīmija (20% no kopējiem punktiem)

A1. Misija - sadalīšanās 007 (15 punkti)

Mazajam Kārlītim bija paraugs, kuram viņš zināja kvalitatīvo sastāvu, bet nezināja kvantitatīvo. Parauga sastāvā bija 3 ķīmiskās vielas: CaCO_3 , CaSO_3 un CaCl_2 . Galvenais jautājums, ko viņš vēlējās noskaidrot, bija, vai šo 3 cietvielu maisījumu reakcijā ar koncentrētu sālsskābi pārākumā radīsies gāzu maisījums, kurā SO_2 tilpuma daļa ir lielāka par 50%. Šādu gāzu maisījumu Kārlītim bija nepieciešams iegūt kādai nākamajai sintēzei, ko viņš vēlējās veikt.

Lai noskaidrotu, kāds tad ir šī parauga kvantitatīvais sastāvs, Kārlītis 5,00 g parauga izkarsēja 900 °C temperatūrā. Iegūto cieto atlikumu Kārlītis sadalīja trīs vienādās daļās.

Pirmo daļu viņš nosvēra, taču secināja, ka, tā kā paraugs pēc karsēšanas bija atstāts gaisā, tad pēc šīs masas nevar aprēķināt tā sastāvu.

Lai Kārlītis būtu drošs par katras vielas masas daļu sākotnējā maisījumā, viņš izdomāja, ka labāk būtu otro daļu maisījuma atstāt tīrā CO_2 atmosfērā uz ievērojami ilgu laiku (tā, lai reakcija ar CO_2 norisinātos līdz galam). Pēc parauga izņemšanas no CO_2 atmosfēras tas tika nosvērts un svēra 1,52 gramus.

Bet trešo daļu Kārlītis izdomāja izšķīdināt koncentrētā analītiski tīrā sālsskābē. Pēc tam, maisījumu iztvaicējot un izžāvējot, tika iegūti 1,67 gramu baltas pulverveida vielas.

A1.1. Vai visas trīs ķīmiskās vielas var klasificēt kā sāļus? (1 punkts)

A1.2. Kāds sāls būtu iegūts pēc trešās daļas apstrādes ar koncentrētu sālsskābi? Uzrakstiet ķīmisko formulu! (1 punkts)

A1.3. Kāda ir masas daļa katrai vielai sākotnējā paraugā? Norādiet aprēķinu! (7 punkti)

A1.4. Kāpēc pirmās svēršanas rezultāts varēja būt nederīgs? (2 punkti)

A1.5. Vai no šī maisījuma iegūto gāzu maisījumu Kārlītis var izmantot savai nākamajai sintēzei? Pamatojiet ar aprēķiniem! (1 punkts)

A1.6. Miniet piemēru sintēzei ar SO_2 kā reaģentu, kur tam varētu būt CO_2 kā piemaisījums un tas netraucētu sintēzei pat tad, ja CO_2 tilpumdaļa ir salīdzinoši liela! Pamatojiet savu atbildi! (3 punkts)



KĶmiķu dārzs 2021

9.–10. klase

2. kārtā

A2. Vai mums pārdod to, ko sola? (7 punkti)

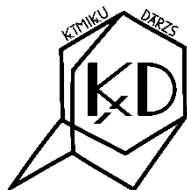
Veikalā nopērkamajā produktā ar nosaukumu “vanilīns” norādītās masas daļas saharozei ($C_{12}H_{22}O_{11}$) ir 97,5%, bet vanilīnam ($C_8H_8O_3$) 2,5%. Bet vai tā tiešām ir? To arī mēģināja noskaidrot analītikas eksperte Laura.

Lai noteiktu saharozes un vanilīna masas daļas, viņa pilnībā sadedzināja 1,000 g parauga un atdzesēja iegūto gāzu maisījumu līdz $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ (n.a.). Šādos apstākļos gāzes tilpums bija 797,754 mL.

A2.1. Uzrakstiet abu degšanas reakciju ķīmiskos vienādojumus! (2 punkti)

A2.2. Kāds daudzums (molos) saharozes un kāds daudzums vanilīna ir analizētajā paraugā? Norādiet aprēķinu! (4 punkti)

A2.3. Kāda ir vanilīna masas daļa (procentos) Lauras izmantotajā paraugā? (1 punkts)



KĶmiķu dārzs 2021

9.–10. klase

2. kāрта

Vispārīgā ķīmija (15% no kopējiem punktiem)

V1. Bertolē – attaisnots? (17 punkti)

18. gadsimta beigās un 19. gadsimta sākumā ķīmiju nodarbināja problēma par elementu proporcijām ķīmiskajos savienojumos. Franču ķīmiķis Žozefs Prusts, balstoties uz agrākiem sava tautieša Antuāna Lavuazjē novērojumiem, postulēja mūsdienās mums jau ļoti labi zināmo faktu, ka konkrētā savienojumā elementu daudzuma (vai masas) attiecības vienmēr ir noteiktas un nemainīgas. (Ķīmijas vēsturē to pazīst kā nemainīgo proporciju likumu vai Prusta likumu.)

Viens no novērojumiem, ko Prusts izmantoja, lai pamatotu savu likumu: kāda metāla **A** sāls vienmēr satur (pēc masas) 5,3 daļas metāla **A**, 1 daļu oglekļa un 4 daļas skābekļa.

V1.1. Noteikt, kas ir metāls **A** un Prusta aprakstītais sāls! (2 punkti)

Prusta likumam savulaik izteikti pretojās cits franču ķīmiķis Klods Luī Bertolē, kurš apgalvoja, ka vielas var reaģēt jebkādās savstarpējās attiecībās. Galu galā Džona Daltona atomu teorija pamatoja Prusta likuma pareizību, un mūsdienās tas ir pazīstams kā ķīmijas pamatu pamats, kamēr Bertolē opozīcija iegājusi vēsturē kā kļūdaina. Taču pagājušā gadsimta vidū tika atklāta virkne ķīmisku savienojumu, kuros elementu proporcijas nav fiksētas. Tie dēvēti par *nestehiometriskiem savienojumiem* vai – par godu Bertolē – par *bertolīdiem*.

Viens no visplašāk pazīstamajiem bertolīdiem ir dzelzs minerāls vustīts. Tā sastāvā nomināli ir dzelzs(II) oksīds FeO , taču dabā šāds oksīds, kurā dzelzs un skābekļa daudzumu attiecība būtu perfekti 1:1, praktiski nav sastopams! Tā vietā vustīta paraugos parasti ir kristāla struktūras defekti – trūkst dažu dzelzs atomu. Lai izbalansētu trūkstošo lādiņu, daļa no atlikušajiem dzelzs(II) joniem pārvēršas par dzelzs(III) joniem. Rezultātā vustīta ķīmisko formulu var pierakstīt kā Fe_{1-x}O , kur x visbiežāk ir skaitlis starp 0,04 un 0,12.

Dots vustīta paraugs, kura sastāvs noteikts kā $\text{Fe}_{0,94}\text{O}$ (t.i., uz katriem 100 skābekļa atomiem vidēji ir 94 dzelzs atomi).

V1.2. Ar ko vienāds x šī parauga ķīmiskajā formulā, ja to pieraksta kā Fe_{1-x}O ? (1 punkts)

V1.3. Kāda ir Fe^{2+} un Fe^{3+} jonu daudzumu attiecība šajā paraugā ($n_{\text{Fe}^{2+}}/n_{\text{Fe}^{3+}}$)? Norādīt aprēķinu! (3 punkti)



KĶmiķu dārzs 2021

9.–10. klase

2. kārtā

Līdzīgi vustītam nestehiometriskus savienojumus veido arī minerāls pirotīts Fe_{1-x}S . Laboratorijā nokļuva pirotīta paraugs ar nezināmu precīzo sastāvu. Ar to veica sekojošas darbības:

1. izšķīdināja sālsskābē (šķīdumā veidojās sāļi **B** un **C**, no kuriem **C** ir lielāka molmasa);
2. šķīdumam izvadīja cauri hloru pārākumā;
3. šķīdumam pievienoja nātrija hidroksīdu pārākumā (izgulsnējās viela **D**);
4. vielu **D** izkarsēja augstā temperatūrā (veidojās viela **E**).

V1.4. Noteikt vielas **B–E**, uzrakstīt visu reakciju vienādojumus (kur nepieciešams, indeksos un koeficientos izmantojiet x). (8 punkti)

Sākotnējā pirotīta parauga masa bija 1,258 g. Pēc apstrādes iegūtās vielas **E** masa bija 1,094 g.

V1.5. Aprēķināt x vērtību pirotīta parauga ķīmiskajā formulā. Norādīt aprēķinu. (3 punkti)



Ķīmiku dārzs 2021

9.–10. klase

2. kārtā

Eksperimentālais uzdevums (10% no kopējiem punktiem)

E1. Dzirksteļošanās (11 punkti)

Noskatieties video, kurā parādīts eksperiments ar kāda metāla hlorīdu!

Saite uz video: <https://www.youtube.com/watch?v=9fvI6pMGmok>

E1.1. Nosakiet metālu un uzrakstiet ķīmisko reakciju vienādojumus visām redzamajām pārvērtībām (kopā 4)! (6 punkti)

E1.2. Kādi novērojumi liecina par to, kas ir nezināmais metāls? Paskaidrojiet spriedumus. (2 punkti)

E1.3. Kāpēc pēc dzelteno nogulšņu izkarsēšanas kolbā palikusī viela šķietami neizrādīja reakcijas pazīmes, bet izberot piepeši dzirksteļoja un spīdēja? Kādas šīs vielas fizikālās īpašības, visticamāk, varēja veicināt šīs reakcijas norisi? (3 punkti)



KĶmiķu dārzs 2021

9.–10. klase

2. kāрта

N1. Destruktīvā žāvēšana

N1.1. 1,12 gramu

N1.2. **X** – AlCl_3

Y – $\text{Al}(\text{OH})_3$

W – HCl

V – AgCl

Z – NH_4Cl

N1.3.

3.1) Tā kā gāzes **W** molmasa ir 36,5 g/mol, tā reaģē ar AgNO_3 šķīdumu dodot baltas nogulsnes un **X** sastāvā ir hlora atoms, tad droši varam pieņemt, ka gāze **W** ir HCl .

3.2) $n(\text{HCl}) = 8,91/143 = 0,06231$ mol, tātad $m(\text{HCl}) = 0,06231 \cdot 36,5 = 2,27$ g, tātad $m(\text{H}_2\text{O}) = 5 - 2,27 - 1,61 = 1,12$ g

3.3) Tā kā izdalās divas gāzes, kuru abu sastāvā **NAV** metāla atoms (metālu saturošas gāzes ir ļoti retas), tad metālam ir jāatrodas nezināmajās nogulsnēs **Y**.

3.4) Uzrakstīsim reakcijas vispārīgu vienādojumu, kurā **X** aizstāsim ar $\text{AlCl}_m \cdot g\text{H}_2\text{O}$, kur **A** – nezināmais metāls:



3.5) Lai novienādotu šo reakciju, pie HCl būtu jāliek koeficients m (jo **Y** vairs nav hlorīds un nesatur Cl atomus, jo citādi tas izšķīstu ūdenī, tā kā zināms, ka **A** hlorīda kristālhidrāts šķīst ūdenī), bet pie ūdens **NEDRĪKSTĒTU** būt g , jo tad labajā pusē būtu pārāk daudz ūdeņraža atomu; bet, ja pie ūdens nav koeficienta g , tad skābekļu daudzums abās pusēs nesakrīt.

3.6) Secinām, ka **Y** jeb nezināmais cietais atlikums satur metālu **A** un skābekļa atomus, kā arī, iespējams, ūdeņraža atomus, tātad tas ir oksīds vai hidroksīds. Tā kā hidroksīda sadalīšanās par oksīdu parasti notiek augstākās temperatūrās nekā 200 grādos, tad visticamāk **Y** ir kāda metāla hidroksīds.



KĶmiķu dārzs 2021

9.–10. klase

2. kārtā



$$n(A(OH)_k) = n(HNO_3)/k = 0,06192 \cdot 1/k = 0,06192/k \text{ mol}$$

$$M((A(OH)_k)) = m / n = 1,61 \cdot k / 0,06192 \quad \text{tātad} \quad M(A) = (1,61 \cdot k / 0,06192) - 17 \cdot k$$

Izveidojam tabulu, kurā atrodam attiecīgā metāla molmasu un oksidēšanās pakāpi

M(A)	k
9g/mol atbilst berilijam	+1
35g/mol atbilst hloram	+2
27g/mol atbilst alumīnijam	+3
36g/mol atbilst hloram	+4
45g/mol atbilst skandijam	+5
54g/mol neatbilst	+6
63g/mol atbilst varam	+7
64g/mol atbilst varam	+8

3.8) Pēc tabulas datiem secinām, ka vienīgais reālistiskais elements, kura molmasa atbilst kādam elementam un iegūtajam elementam var būt arī tāda oksidēšanās pakāpe, kā aprēķināts, ir Al (alumīnijs).

3.9) Uzrakstīsim un novienādosim (ar burtiem) reakciju, kas notiek kristālhidrāta karsēšanas procesā:



3.10) Aprēķināsim g !

$$n(H_2O) = 1,12/18 = 0,06222 \text{ mol}$$

$$n(HCl) = 0,06231 \text{ mol} \quad \text{un} \quad n(H_2O) = 3/g \cdot n(HCl)$$

$$\text{tātad } g = 3 \cdot n(HCl) / n(H_2O) = 3 \cdot 0,06231 / 0,06222 = 3$$

3.11) Līdz ar to pilnā reakcija ir:





Kīmiku dārzs 2021

9.–10. klase

2. kārtā

N1.4. $2\text{Al} + 3\text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{AlCl}_3$

N1.5. 6

N1.6. Jā, šķīdīs, jo $\text{Al}(\text{OH})_3$ ir amfotērs hidroksīds

N1.7. Al_2Cl_6

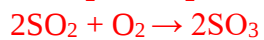


Kīmiķu dārzs 2021

9.–10. klase

2. kārtā

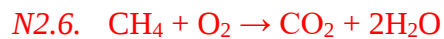
N2. Santaklausu process



N2.3. 2,113g

N2.4. masa SO_3 ... 65,306g

masa H_2O ... 34,694g



N2.7. $V(\text{ūdenim}) = 720 \cdot 60 \cdot 0,6 = 25920\text{L}$

$$m(\text{H}_2\text{S}) = 25920 \cdot 0,007 = 181,44\text{g}$$

$$n(\text{H}_2\text{S}) = 5,33647 \text{ mol}$$

$$n(\text{SO}_2) = 0,5 \cdot n(\text{H}_2\text{S}) = 2,668\text{mol}$$

$$V(\text{SO}_2) = 59,7685\text{L}$$

$$V(\text{SO}_2 \text{ reālais}) = 59,7685 : 0,75 = 79,7\text{L}$$

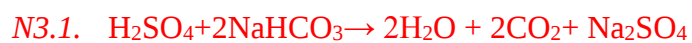


Kīmiķu dārzs 2021

9.–10. klase

2. kārtā

N3. Maģiskais neitralizētājs - soda





KĶmiķu dārzs 2021

9.–10. klase

2. kārtā

N4. Trīs lietas...

N4.1.

Vara stieplītei reaģējot ar bezkrāsainu dzīvsudraba(II) nitrāta šķīdumu, rodas vara(II) nitrāts, kura šķīdums ir zilā krāsā, kā arī metālisks dzīvsudrabs. Tā kā metālisks dzīvsudrabs ir sudrabkrāsas šķidrums, kurš ir blīvāks par ūdeni, tad to iespējams novērot nosēžamies mēģenes apkašā.

N4.2.

Tā kā periodiskajā tabulā, virzoties grupām no augšas uz leju, elementiem enerģijas līmeņu skaits palielinās, tad smagākām cēlgāzēm ir vairāk enerģijas līmeņu nekā vieglākām. Enerģijas līmeņu skaita palielināšanās nodrošina to, ka valences elektroni atrodas tālāk no kodola, turklāt šis nodrošina to, ka tos ir vieglāk atraut no neitrāla atoma. Līdz ar to, jo smagāka cēlgāze šajā gadījumā, jo vieglāk tai veidot savienojumus.

N4.3. $\text{HI} < \text{HCl} < \text{HBr} < \text{HF}$



KĶmiķu dārzs 2021

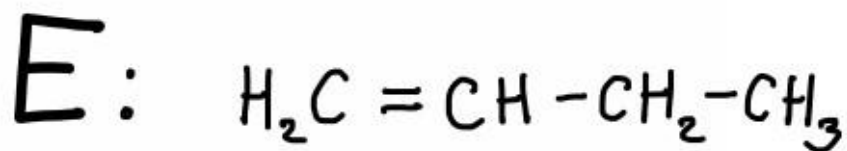
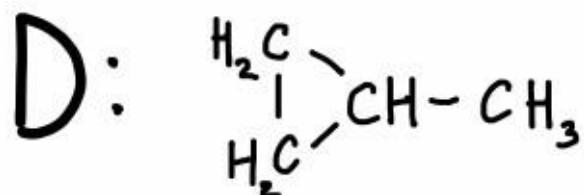
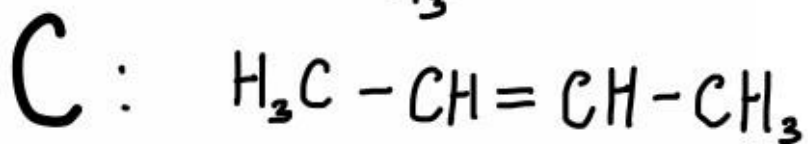
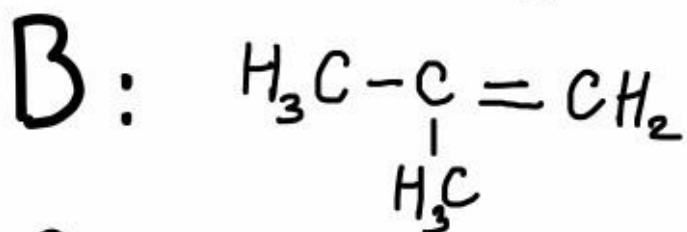
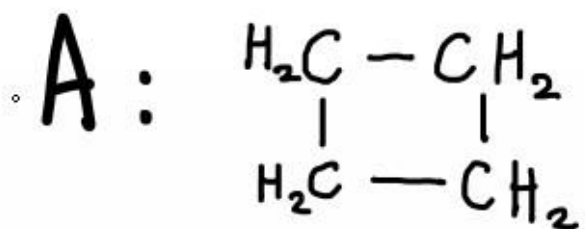
9.–10. klase

2. kārtā

O1. Oskars, kafija un vielu bode

O1.1. Izomēri

O1.2.





KĶmīķu dārzs 2021

9.–10. klase

2. kārtā

A1. Oskars, kafija un vielu bode

A1.1. Patiesi

A1.2. CaCl_2

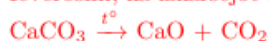
A1.3.

$$M(\text{CaCO}_3) = 100 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{CaSO}_3) = 120 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{CaCl}_2) = 111 \text{ g/mol}$$

Ievērosim, ka izkarsējot kalcija karbonāts un sulfīts sadalās:



Radušais kalcija oksīds reaģē ar CO_2 vai ar HCl :



Savukārt kalcija hlorīds visos eksperimentos paliek nemainīgs.

Apzīmējot CaCO_3 , CaSO_3 un CaCl_2 daudzumus sākotnējā maisījumā ar a , b , c attiecīgi, iegūst vienādojumu sistēmu:

$$\begin{cases} 100a + 100b + 111c = 1,52 \cdot 3 = 4,56 \\ 111a + 111b + 111c = 1,67 \cdot 3 = 5,01 \\ 100a + 120b + 111c = 5 \end{cases}$$

Atrisinot šo sistēmu ar jebkuru zināmu metodi (izteikšana un ievietošana, saskaitīšana, ...), iegūst:

$$\begin{cases} a = 0,0189 \text{ mol} \\ b = 0,0220 \text{ mol} \\ c = 0,00423 \text{ mol} \end{cases}$$

Pārveidojot daudzumus par masām un izdalot ar $m_{\text{kop}} = 5 \text{ g}$, iegūst masas daļas:

$$\begin{cases} w(\text{CaCO}_3) = 37,8\% \\ w(\text{CaSO}_3) = 52,8\% \\ w(\text{CaCl}_2) = 9,4\% \end{cases}$$

A1.4. CaO var daļēji izreaģēt ar CO_2 un H_2O no gaisa

A1.5.

Ievērosim, ka gāzes tilpumsdaļa vienāda ar tās moldaļu, bet $n(\text{CO}_2) = n(\text{CaCO}_3)$ un $n(\text{SO}_2) = n(\text{CaSO}_3)$.

Tātad $\varphi(\text{SO}_2) = \frac{n(\text{CaSO}_3)}{n(\text{CaCO}_3) + n(\text{CaSO}_3)}$. Bet sāļu daudzumi tika aprēķināti punktā A1.3, līdz ar to:

$$\varphi(\text{SO}_2) = \frac{0,022}{0,0189 + 0,022} = 0,534 = 53,4\%$$

Gāzu maisījums der sintēzei.



Kīmiku dārzs 2021

9.–10. klase

2. kārtā

A1.6. Tādu, kur katra no reakcijas izejvielām nereaģē ar CO_2 un kur reakcijas produkti arī nereaģē ar CO_2 . Piemēram, visādas sēra oksidēšanas reakcijas: $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$

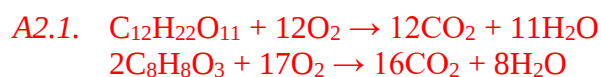


KĶmiķu dārzs 2021

9.–10. klase

2. kāрта

A2. Vai mums pārdod to, ko sola?



A2.2.

$$M(\text{saharoze}) = 342 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{vanilīns}) = 152 \text{ g/mol}$$

No iepriekšējā punkta redzams, ka no 1 mol saharozes veidojas 12 mol CO_2 , bet no 1 mol vanilīna – 8 mol CO_2 . Savukārt atdzesētais gāzu maisījums sastāvēs tikai no CO_2 , līdz ar to:

$$n(\text{CO}_2) = \frac{0,797754}{22,4} = 3,5614 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

Apzīmējot saharozes un vanilīna daudzumu ar x, y attiecīgi, veidojas sakarības:

$$\begin{cases} 12x + 8y = 3,5614 \cdot 10^{-2} \\ 342x + 152y = 1 \end{cases}$$

Atrisinot vienādojumu sistēmu, iegūst $x = 2,836 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$, $y = 1,974 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$.

A2.3. 3%



KĶmiķu dārzs 2021

9.–10. klase

2. kārtā

V1. Bertolē – attaisnots?

V1.1. A – varš
sāls – CuCO_3

V1.2. 0,06

V1.3.

Apz. vidējo Fe jona lādiņu paraugā ar q . Tad, tā kā paraugs kopumā ir neitrāls (katjoniem jāizbalansē anjoni), tad

$$0,94q = 2 \text{ (skābekļa jona lādiņš ir -2)}$$

$$q = 2,13$$

Skaidrs, ka vidējais Fe jona lādiņš paraugā veidojas no Fe^{2+} un Fe^{3+} joniem.

Apzīmēsim Fe^{2+} moldaļu ar a , respektīvi Fe^{3+} moldaļu ar b ($a+b=1$). Tad:

$$2a + 3b = 2,12; \quad b = 1-a$$

$$2a + 3(1-a) = 2,12$$

Atrisinot iegūst $a = 0,87$; $b = 0,13$. Daudzumu attiecība vienāda ar moldaļu attiecību:

$$n_{\text{Fe}^{2+}}/n_{\text{Fe}^{3+}} = a/b = 0,87/0,13 = 6,69$$

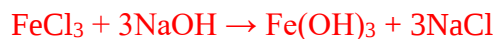
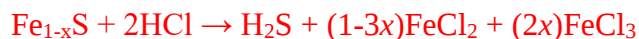
V1.4.

B - FeCl_2

C - FeCl_3

D - $\text{Fe}(\text{OH})_3$

E - Fe_2O_3





KĶmiķu dārzs 2021

9.–10. klase

2. kāрта

V1.5.

1 mol Fe_{1-x}S satur $1 - x$ mol Fe atomu. Tā kā apstrādes procesā viss dzelzs pāriet Fe_2O_3 formā, tad Fe atomu daudzums paliek nemainīgs, līdz ar to $n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = n(\text{Fe}_{1-x}\text{S}) \cdot \frac{1-x}{2}$. Izsakot Fe_{1-x}S daudzumu:

$$n(\text{Fe}_{1-x}\text{S}) = \frac{2n(\text{Fe}_2\text{O}_3)}{1-x}$$

Aprēķinām Fe_2O_3 daudzumu no masas:

$$M(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 160 \text{ g/mol}$$

$$n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = \frac{1,094}{160} = 6,8375 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\Rightarrow n(\text{Fe}_{1-x}\text{S}) = \frac{2 \cdot 6,8375 \cdot 10^{-3}}{1-x} \text{ mol}$$

Bet Fe_{1-x}S daudzumu arī var izteikt no tā masas, jo $M(\text{Fe}_{1-x}\text{S}) = 56(1-x) + 16 \cdot 2 = 88 - 56x \text{ g/mol}$. Tātad:

$$n(\text{Fe}_{1-x}\text{S}) = \frac{1,258}{88 - 56x} \text{ mol}$$

Iegūstam vienādojumu:

$$\frac{2 \cdot 6,8375 \cdot 10^{-3}}{1-x} = \frac{1,258}{88 - 56x}$$

Atrisinot iegūst $x = 0,11$.



Kīmīķu dārzs 2021

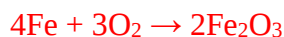
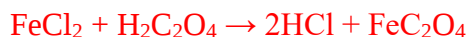
9.–10. klase

2. kāрта

E1. Sālīšu analīze

E1.1.

Metāls ir Fe (dzelzs).



E1.2.

- 1) Divi dažādi hlorīdi, no kuriem viens ir zaļgans un otrs dzeltenīgs, līdz ar to metālam ir divas dažādas oksidēšanās pakāpes.
- 2) Metālam ir nešķīstošs oksalāts, kurš, to karsējot, sadalās par metālu.
- 3) Metāls viegli reaģē ar gaisa skābekli, veidojot sarkanbrūnu oksīdu, kurš šķīst koncentrētā sālsskābē.

E1.3.

Pēc dzelteno nogulšņu (FeC_2O_4) izkarsēšanas, kamēr kolba noslēgta ar foliju, tajā ir palikušas izdalījušās gāzes, kuras nereaģē ar iegūto dzelzi. Foliju noņemot un dzelzi izberot gaisā, tas reaģē ar gaisā esošo skābekli, veidojot sarkanbrūnu dzelzs(III) oksīdu. Reakcija notiek samērā ātri (līdz ar to izdalās siltums un viela spīd), jo dzelzs, kas radies oksalāta sadalīšanās reakcijā, sastāv no sīkām daļiņām ar augstu kopējo virsmas laukumu.