

MĀCĪBU PRIEKŠMETU OLIMPIAŽU
UZDEVUMU UN TO RISINĀJUMU KRĀJUMS

Ķīmija

RĪGA 2021



NACIONĀLAIS
ATTĪSTĪBAS
PLĀNS 2020



EIROPAS SAVIENĪBA
Eiropas Sociālais
fonds

Mācību priekšmetu olimpiāžu uzdevumu un to risinājumu krājums ir izstrādāts Valsts izglītības satura centra projekta "Nacionāla un starptautiska mēroga pasākumu īstenošana izglītojamo talantu attīstībai" (projekta Nr. 8.3.2.1/16/I/002) ietvaros un aptver mācību priekšmetu olimpiādēs izstrādāto saturu no 2017. līdz 2020. gadam.

Autoru kolektīvs:

Nauris Narvaišs
Agris Bērziņš
Jānis Švirksts
Arturs Atvars
Beāte Krūze

Zinātniskā redaktore:
Aija Trimdale

Tehniskais redaktors:
Mārtiņš Opmanis

© Valsts izglītības satura centrs, 2021
ISBN 978-9934-24-043-0

Izcilība ir personības iezīme, kas attīstās ilgā darbā, izkopjot savas prasmes un zināšanas. Domājot par sasniegumiem, jāņem vērā arī zināšanu dziļums, kas sekmējis šo izcilo sniegumu ne tikai valsts, bet arī starptautiskā mērogā. Mācību priekšmetu olimpiādes ir patiesi godīga sacensība starp zinošākajiem un izturīgākajiem skolēniem – tiem, kas nepadodas grūtībām, rod iedvesmu un meklē aizvien jaunākus un radošākus risinājumus. Gadi pierādījuši, ka olimpiāžu laureāti un dalībnieki veido talantīgu, kā arī konkurētspējīgu Latvijas zinātnes un uzņēmējdarbības paaudzi ar iespējām radīt nozīmīgas inovācijas un rast risinājumus sabiedrības dzīves kvalitātes uzlabošanai.

Valsts izglītības satura centra vārdā vēlu visiem skolēniem un viņu pedagogiem iedvesmu, aizrautību un izaicinājumu, risinot šo olimpiāžu krājumu uzdevumus.



Līga Lejiņa
Valsts izglītības satura centra vadītāja

Saturs

Ievads.....	6
Vispārēji metodiski norādījumi ķīmijas olimpiādēs	7
Uzdevumi	8
2016./2017. mācību gads - Latvijas 58. ķīmijas olimpiāde	8
Novada olimpiāde - 2017.....	8
9. klase	8
10. klase	11
11. klase	14
12. klase	20
Valsts olimpiāde - 2017.....	26
9. klase	26
10. klase	28
11. klase	31
12. klase	37
2017./2018. mācību gads - Latvijas 59. ķīmijas olimpiāde	44
Novada olimpiāde - 2018.....	44
9. klase	44
10. klase	48
11. klase	52
12. klase	55
Valsts olimpiāde - 2018.....	60
9. klase	60
10. klase	62
11. klase	64
12. klase	71
2018./2019. mācību gads - Latvijas 60. ķīmijas olimpiāde	77
Novada olimpiāde - 2019.....	77
9. klase	77
10. klase	80
11. klase	83
12. klase	87
Valsts olimpiāde - 2019.....	93
9. klase	93
10. klase	96
11. klase	98
12. klase	105
2019./2020. mācību gads - Latvijas 61. ķīmijas olimpiāde	112
Novada olimpiāde - 2020.....	112
9. klase	112
10.klase	115
11. klase	119
12. klase	124
Valsts olimpiāde - 2020.....	130
9. klase	130
10. klase	139
11. klase	144

12. klase	152
Atrisinājumi un skaidrojumi	159
2016./2017. mācību gads - Latvijas 58. ķīmijas olimpiāde	159
Novada olimpiāde - 2017	159
9. klase	159
10. klase	162
11. klase	166
12. klase	171
Valsts olimpiāde - 2017	175
9. klase	175
10. klase	179
11. klase	185
12. klase	195
2017./2018. mācību gads - Latvijas 59. ķīmijas olimpiāde	205
Novada olimpiāde - 2018	205
9. klase	205
10. klase	210
11. klase	217
12. klase	222
Valsts olimpiāde - 2018	228
9. klase	228
10. klase	233
11. klase	238
12. klase	248
2018./2019. mācību gads - Latvijas 60. ķīmijas olimpiāde	261
Novada olimpiāde - 2019	261
9. klase	261
10. klase	265
11. klase	268
12. klase	273
Valsts olimpiāde - 2019	279
9. klase	279
10. klase	284
11. klase	288
12. klase	300
2019./2020. mācību gads - Latvijas 61. ķīmijas olimpiāde	313
Novada olimpiāde - 2020	313
9. klase	313
10. klase	319
11. klase	326
12. klase	332
Valsts olimpiāde - 2020	340
9. klase	340
10. klase	344
11. klase	347
12. klase	356

IEVADS

2020. gadā notika 61. valsts ķīmijas olimpiāde, tātad – ķīmijas olimpiāžu sākumi meklējami pagājušā gadsimta piecdesmito gadu beigās. Laikraksts “Padomju Jaunatne” 1960. gada 26. janvārī raksta, ka, lai celtu zināšanas un palielinātu interesi par ķīmiju, Rīgas Politehniskais Institūts rīko ķīmijas olimpiādi vidusskolā 8.–11. klašu skolēniem, kas notiks 1960. gada 29. un 30. martā. Olimpiādes pirmā kārtā norisinās skolās, bet to uzvarētāji piedalās republikāniskajā olimpiādē, iesūtot teorētiskās daļas uzdevumu risinājumus. Risinājumus vērtēs olimpiādes komisija, kura arī nosūtīs uzaicinājumus piedalīties olimpiādes praktiskajā daļā. Turpat rakstā ir publicēti teorētiskās kārtas uzdevumi un praktiskās daļas satura programma. Tiesa, nedaudz vēlāk, 1960. gada 26. februārī laikraksts “Rīgas Balss” šo pašu olimpiādi nosauc par “gadskārtējo republikas vidusskolu ķīmijas olimpiādi”. Savukārt 1960. gada 1. aprīlī “Rīgas Balss” ziņo, ka ir beigusies RPI Ķīmijas fakultātes studentu zinātniskās biedrības padomes rīkotā ķīmijas olimpiāde republikas vidusskolu audzēkņiem, kuras neklātienes posmā ir piedalījušies 160 skolēnu, bet 60 labākie jaunie ķīmiķi tikuši uzaicināti piedalīties olimpiādes otrajā posmā – praktiskajos darbos.

Ķīmijas olimpiāžu vēsture tik tiešām ir senāka. Jau 1956. gada 13. aprīlī laikrakstā “Padomju jaunatne” republikāniskās ķīmijas olimpiādes sekretārs E. Jansons raksta, ka LPSR Skolotāju kvalifikācijas celšanas institūts, LVU Ķīmijas fakultāte un LLA rīkoja vidusskolēnu ķīmijas olimpiādi. Tā noritējusi divās daļās – teorētiskās daļas darbus skolēni sagatavoja un iesūtīja, bet olimpiādes praktiskajā daļā piedalījās 51 skolēns no 18 vidusskolām. Skolēniem bija jāparāda savas prasmes identificēt vielas un veikt vienkāršas sintēzes. Iespējams, ka šī nekonsekvence olimpiādes numerācijā saistīta ar Rīgas Politehniskā Institūta izveidi un LVU Ķīmijas fakultātes pārcelšanu no LVU uz RPI.

Savukārt Rīgas skolu ķīmijas olimpiādēm ir vēl daudz senāka vēsture. Jau 1949. gada 12. novembrī laikrakstā “Padomju students” LVU Ķīmijas fakultātes IV kursa students P. Prikulis raksta, ka LVU SZB Ķīmijas nodaļa sarīkoja ķīmijas praktisko darbu olimpiādi Rīgas vidusskolu ķīmijas pulciņiem. Šādas olimpiādes ir turpinājušās un attīstījušās arī nākamajos gados. Tā 1950. gada 12. aprīlī laikraksts “Cīņa” informē, ka LVU SZB Ķīmijas pulciņš 18. un 19. aprīlī rīkos šefības vidusskolu ķīmijas pulciņu olimpiādi ķīmijā. Tās instruēšanas kopsapulcē, kas notiks 13. aprīlī, profesors Ķešāns lasīs referātu par D. I. Mendelejevu. Laikrakstā “Padomju Students” 1950. gada 6. maijā g. Rožkalne raksta, ka šajā olimpiādē piedalījās 37 dalībnieki no dažādām Rīgas skolām. Pirmajā dienā notika rakstisks konkursa darbs, bet otrajā dienā olimpiādes dalībnieki izdarīja ķīmisko vielu kvalitatīvās analīzes.

Šīs pašas vērtības ir saglabājušās līdz pat mūsdienai – modernajām ķīmijas olimpiādēm. Ķīmijas olimpiādes kalpo gan par sacensībām talantīgāko jauno ķīmiķu starpā, kā arī par rīku ķīmijas zinātnes popularizēšanā starp jauniešiem visā Latvijā. Lai gan ķīmijas zinātnē daudz nozīmīgu atklājumu ir veikti jau pirms vairākiem simtiem un pat tūkstošiem gadu, vairākas ķīmijas nozares pēdējo 60 gadu laikā ir drastiski attīstījušās un modernu ķīmijas olimpiāžu uzdevumi nereti ir balstīti tieši uz šiem nesensajiem atklājumiem. Šādi uzdevumi ir veidoti ar nolūku, lai pārbaudītu skolēnu izpratni par ķīmijas likumsakarībām un pārbaudītu, cik veiksmīgi skolēni spēj uztvert jaunu informāciju

un to saistīt ar zināmajām likumsakarībām. Šāda tipa uzdevumi arī bieži skolēniem sagādā lielākas grūtības, jo tie atšķiras no tipiskiem skolas līmeņa ķīmijas uzdevumiem.

Novada un valsts ķīmijas olimpiāžu uzdevumi krietni atšķiras pa klašu grupām. Tipiski 9. un 10. klašu grupām olimpiāžu uzdevumi ir salīdzinoši tuvi valsts standartam ķīmijā un tiek pārbaudītas pašas pamatzināšanas. Savukārt 11. un 12. klašu skolēniem uzdevumi ir krietni radošāki, pieprasa nestandarta risinājumus, mēdz būt saistīti ar kādu citu zinātnes priekšmetu un tiek veidoti ar domu, ka skolēns uzdevumu izpildes laikā arī iegūst jaunu informāciju vai jaunas zināšanas. Novada ķīmijas olimpiādēs skolēniem ir tipiski 3 – 5 uzdevumi, kuri tiešsaistes vidē ir jāatrisina un atbildes jāiesniedz 3 astronomisko stundu laikā. Savukārt Valsts olimpiādē teorijas daļā tipiski ir 5 – 8 uzdevumi, kuru atrisināšanai ir dotas 4 astronomiskās stundas un eksperimentālajā jeb praktiskajā daļā ir 2 – 3 uzdevumi, kuru izpildei un darba protokola aizpildīšanai atvēlētas 4 astronomiskās stundas.

VISPĀRĒJI METODISKI NORĀDĪJUMI ĶĪMIJAS OLIMPIĀDĒS

- Uzdevumi katrā olimpiāžu līmenī tiek veidoti, lai jebkurš skolēns varētu iegūt vismaz 10% punktu, savukārt iegūt vairāk nekā 90% būtu ārkārtīgi izaicinoši.
- No skolēniem ķīmijas olimpiādēs tiek sagaidīts, ka tie pārzina zīmīgo ciparu likumus un spēj atbildēs un risinājumos norādīt vērtības ar saprātīgu zīmīgo ciparu skaitu. Parasti šis gan tiek vienkāršots (it īpaši 9. un 10. klašu skolēniem), uzdevumos norādot, ar kādu precizitāti atbildes jānorāda.
- 11. un 12. klašu skolēniem uzdevumos tipiski parādās informācija (formulas, konstantes, reakcijas, fizikālās īpašības utt.), kas nav olimpiāžu programmā. Šādos uzdevumos netiek sagaidītas specifiskas zināšanas par konkrēto tēmu, bet uzdevuma veiksmīgai izpildei jāspēj analizēt doto informāciju un sasaistīt to ar ķīmijas pamatzināšanām.
- Pēdējos gados tendence ir samazināt neorganiskās ķīmijas uzdevumu apjomu 11. un 12. klašu grupās (tā sauktos "Burtu uzdevumus"), un plašāk pārbaudīt skolēnu spējas organiskās, analītiskās un fizikālās ķīmijas uzdevumu risināšanā.

UZDEVUMI

2016./2017. MĀCĪBU GADS - LATVIJAS 58. ĶĪMIJAS OLIMPIĀDE NOVADA OLIMPIĀDE - 2017

9. KLASE

Kopā 43 punkti

1. uzdevums. **Fosfors un tā savienojumi** (7 punkti)

Baltā fosfora molekula sastāv no četriem atomiem.

*Aprēķini, kāds tilpums skābekļa (n.a.) nepieciešams, lai sadedzinātu 2 molus baltā fosfora!
Aprēķini reakcijā iegūto fosfora(V) oksīda masu!*

Pieņemsim, ka līdzīgā procesā radās 3 moli fosfora(V) oksīda P_2O_5 , kuru pēc tam izšķīdināja ūdenī.

Atzīmē, kura fosforu saturošā skābe radās, šķīdinot P_2O_5 ūdenī!

H_3PO_4 , H_3PO_3 , H_3PO_2 , H_3P

Aprēķini iegūtās skābes masu!

Kādā citā eksperimentā 141,8 g ūdens izšķīdināja 8,2 g H_3PO_3 .

Aprēķini H_3PO_3 masas daļu iegūtajā šķīdumā!

Dažādu šķīdumu molāro koncentrāciju aprēķina kā izšķīdinātās vielas daudzuma attiecību pret šķīduma tilpumu. Tās mērvienība ir mol/L (moli litrā).

Aprēķini H_3PO_3 molāro koncentrāciju iegūtajā šķīdumā, pieņemot, ka tā blīvums ir 1,10 g/mL!

2. uzdevums. **Oksīdi un ne tikai...** (10 punkti)

Atzīmē tā oksīdu formulu, kura agregātvoklis normālos apstākļos (turpmāk n.a.) ir tāds pats kā oglekļa(IV) oksīda agregātvoklis!

Iespējamās vairākas pareizas atbildes: H_2O ; CO ; BaO ; SO_2

Atzīmē vielu formulas, ar kurām reaģēs oglekļa(IV) oksīds!

Iespējamās vairākas pareizas atbildes: SO_3 ; MgO ; $Ca(OH)_2$; $NaCl$

Atzīmē vielu formulas, kuras reaģēs ar visām tām pašām iepriekšējā jautājumā minētajām vielām, ar kurām reaģēs oglekļa(IV) oksīds!

Iespējamās vairākas pareizas atbildes: H_2O ; HCl ; KOH ; P_2O_5

Tehnēcijs (Tc) veido vairākus oksīdus, tā augstākajam oksīdam ir skābā oksīda īpašības.

Uzraksti tehnēcija augstākā oksīda ķīmisko formulu!

Ksenona(VI) oksīds arī ir skābais oksīds. Šķīstot ūdenī, tas veido ksenonskābi. Ksenonskābe ir divvērtīga skābe.

Atzīmē, kura ir ksenonskābes formula!

H_2XeO_3 , H_2XeO_4 , H_2Xe , H_2XeO_5

Vairākiem oksīdiem lieto arī dažādus ikdienas nosaukumus.

Atzīmē, kuru oksīdu sauc par smieklu gāzi:

SO₂, NO₂, N₂O, CO

Atzīmē, kuru oksīdu sauc par tvana gāzi:

NO, CO, CO₂, SO₂

3. uzdevums. **Šķīdinām, kristalizējam, ķīmiķojam...** (10 punkti)

70 °C ūdenī izšķīdināja kālija nitrātu, iegūstot 200 g 55% kālija nitrāta šķīdumu. Iegūto šķīdumu atdzesēja līdz 10 °C.

Aprēķini, cik g kālija nitrāta izkristalizējās, ja kālija nitrāta šķīdība 10 °C temperatūrā ir 20,9 g kālija nitrāta 100 gramos ūdens!

Kālija nitrātu var iegūt dažādās ķīmiskajās reakcijās.

Atzīmē vielu pārus, kuriem reaģējot savā starpā, var rasties kālija nitrāts!

Iespējamās vairākas pareizas atbildes:

Kālija sulfāts un slāpekļskābe

Kālija hidroksīds un slāpekļa(V) oksīds

Kālija oksīds un slāpekļa(III) oksīds

Kālija sulfāts un nātrija nitrāts

Kālija sulfīds un slāpekļskābe

Kālija karbonāts un slāpekļa(V) oksīds

Kālija nitrātu karsējot, rodas kālija nitrīts un skābeklis. Kādā eksperimentā pilnīgi izkarsēja 6,06 g kālija nitrāta.

Aprēķini iegūtā skābekļa tilpumu normālos apstākļos!

Aprēķini, cik daudz alumīnija var sadedzināt ar šo iegūto skābekļa daudzumu!

4. uzdevums. **Ceļojums pa ķīmisko elementu periodisko tabulu** (9 punkti)

Ķīmisko elementu periodiskā tabula (ĶEPT) ir nenovērtējams palīgs ķīmisko elementu un to savienojumu raksturošanā. Katram ķīmiskajam elementam ir savs nosaukums un simbols. Daži ķīmiskie elementi tika sintezēti pavisam nesen, bet savus oficiālos nosaukumus un simbolus ieguva tikai pagājušā gada nogalē.

Pieraksti, cik ķīmisko elementu šobrīd ir ĶEPT!

Uzraksti Zemes garozā visizplatītākā ķīmiskā elementa simbolu!

Uzraksti simbolu ķīmiskajam elementam, kuru vispirms atklāja uz Saules, bet tikai pēc tam uz Zemes!

No sekojošajiem ķīmisko elementu simboliem atzīmē to, kuram ir zināmas vairākas alotropās formas!

H, O, Ne, I

Atzīmē tās vienkāršās vielas formulu, kurai normālos apstākļos ir tāds pats agregātstāvoklis kā dzīvsudrabiņam!

H₂, P₄, Br₂, S₈, O₃

Atzīmē tās vielas formulu, kuras 8 gramu aizņēmu tādus pašus tilpumus kā 10 g argona normālos apstākļos!

Iespējamās vairākas pareizas atbildes: O₂; SiH₄; HF; CuO.

Atzīmē tā ķīmiskā elementu simbolu, kura atoma kodola elektronapvalka ārējā enerģētiskajā līmenī ir vislielākais elektronu skaits no dotajiem!

F, Fe, Fr, Fm

Atzīmē tā ķīmiskā elementu simbolu, kura atoma kodola elektronapvalka ārējā enerģētiskajā līmenī elektronu skaits ir lielāks nekā tā perioda numurs, kurā šis elements atrodas!

H, Be, Si, Sb

5. uzdevums. **Ak šie maisījumi!** (7 punkti)

Pilnīgi izkarsējot 9,20 g kalcija karbonāta un kalcija sulfīta maisījumu, ieguva 4,48 g cietu produktu.

Aprēķini kalcija karbonāta masas daļu (%) šajā maisījumā!

Citā eksperimentā tādu pašu maisījumu izkarsēja, līdz tā masa vairs nemainījās.

Atzīmē, kādas vielas radās, kalcija karbonāta un kalcija sulfīta maisījumu karsējot!

Iespējamās vairākas pareizas atbildes: SO₂, SO₃, CaO, CO₂, Ca, CO

Kalcija karbonāts ūdenī nešķīst, tāpēc eksperimentos izmanto tā suspensiju ūdenī.

Atzīmē vielas, kuras reaģēs ar kalcija karbonāta suspensiju!

Iespējamās vairākas pareizas atbildes: HCl, K₂SO₄, CO₂, Na₂CO₃

Atzīmē, ar kādu nosaukumu kalcija karbonāts pazīstams ikdienā!

Iespējamās vairākas pareizas atbildes: kaļķakmens, ģipsis, Islandes špats, smiltis

1. uzdevums. **Ķīmisko elementu periodiskās tabulas noslēpumi** (12 punkti)

Ķīmisko elementu periodiskā tabula (ĶEPT) ir nenovērtējams palīgs ķīmisko elementu un to savienojumu raksturošanā. Tā joprojām papildinās un daži jaunatklātie ķīmiskie elementi savus oficiālos nosaukumus un simbolus ieguva tikai pagājušā gada nogalē.

Pieraksti, cik ķīmisko elementu šobrīd ir ĶEPT!

Uzraksti Visumā visizplatītākā ķīmiskā elementa simbolu!

Uzraksti ķīmiskā elementa simbolu, kurš savu nosaukumu ieguvis par godu slavenajam zinātniekam N. Boram!

Atzīmē tās vienkāršās vielas formulu, kurai no dotajām ir viszemākā kušanas temperatūra!

Br₂, P₄, S₈, C₆₀

Atzīmē tās vielas formulu, kurai no dotajām istabas temperatūrā ir vislielākais blīvums!

Rn, Cl₂, H₂O, SiO₂

Atzīmē tās vielas formulu, kuras 8 gramu aizņem tādā pašā tilpumā kā 10 g argona normālos apstākļos!

Iespējamās vairākas pareizas atbildes: O₂; SiH₄; HF; CuO.

Visvājākā no sekojošajām skābēm ir: HF, HCl, HBr, HI

Vienāds elektronu skaits ir sekojošajiem elementārobjektu pāriem:

Iespējamās vairākas pareizas atbildes: Cr²⁺ un Cr³⁺, Co²⁺ un Fe³⁺, K⁺ un Cl⁻, Se²⁻ un Br⁻, Li⁺ un Na⁺, F⁻ un Cl⁻

Visstiprākās reducējošās īpašības būs: HF, HCl, HBr; HI

2. uzdevums. **Slāpekļis un tā savienojumi** (15 punkti)

Kā zināms, tad slāpekļa molekula sastāv no diviem atomiem.

Kādas ķīmiskās saites saista atomus savā starpā?

Iespējamās vairākas pareizas atbildes:

Vienkāršā ķīmiskā saite

Divkāršā ķīmiskā saite

Trīskāršā ķīmiskā saite

Tikai viena sigma saite

Viena sigma (σ) saite un viena pī (π) saite

Viena sigma (σ) saite un divas pī (π) saites

Slāpekļa savienojumos tā oksidēšanas pakāpes mainās robežās:

no -3 līdz +5, no -5 līdz +3, no -1 līdz +7, no -4 līdz +4

Nosaki slāpekļa oksidēšanas pakāpi nitrozilhlorīdā NOCl!

Viens no zināmākajiem slāpekļa savienojumiem ir amonjaks. Tas ļoti labi šķīst ūdenī.

Atzīmē, kāda būs amonjaka ūdens šķīduma reakcija:

Skāba, neitrāla, bāziska

Kādā eksperimentā kolbu, kas bija pilnībā piepildīta ar amonjaku (n.a.), piepildīja ar ūdeni tā, ka viss pirms tam kolbā esošais amonjaks izšķīda šajā ūdenī.

Aprēķini amonjaka masas daļu, izteiktu%, iegūtajā šķīdumā!

Aprēķini amonjaka molāro koncentrāciju iegūtajā šķīdumā!

Labi zināms, ka amonija sāļi karsējot sadalās. Kādā eksperimentā, karsējot trīs dažādus amonija sāļus, vienmēr ieguva vienus un tos pašus karsēšanas produktus.

Uzraksti šo trīs sāļu nosaukumus!

Viens no pazīstamākajiem ķīmiskajiem eksperimentiem ir "vulkāns" – amonija dihromāta $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ termiskā sadalīšanās.

Šajā reakcijās rodas:

NH_3 , CrO_3 un H_2O ; N_2 , Cr_2O_3 un H_2O

Kāda metāla nitrāts satur 38,21% metāla.

Uzraksti šī metāla simbolu!

3. uzdevums. **Sāļi, sāļi un vēlreiz sāļi** (14 punkti)

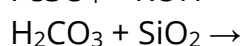
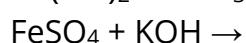
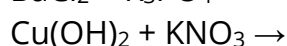
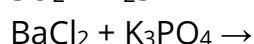
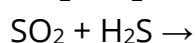
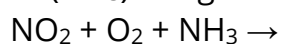
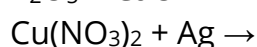
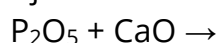
Atzīmē to sāļus ķīmiskās formulas, kuri nav iespējami!

Iespējamās vairākas pareizas atbildes: $\text{Cu}(\text{OH})\text{Cl}$, KHSO_4 , Na_3SO_4 , KHF_2 , NaS_2 , $\text{Ca}_3\text{Si}_2\text{O}_5$

Sāļi rodas dažādās ķīmiskajās reakcijās:

Atzīmē tās ķīmiskās reakcijas, kurās nerodas sāļi, vai nerodas jauna sāļi!

Iespējamās vairākas pareizas atbildes:



Daudziem sāļiem eksistē arī dažādi ikdienas nosaukumi

Par vārāmo sāli sauc:

NaF , NaCl , NaI , NaBr

Par briežraga sāli sauc:

$\text{Na}_4\text{B}_2\text{O}_7$, NH_4HCO_3 , $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, NH_4Cl

Par rūgto sāli sauc:

MgSO_4 , BaSO_4 , Na_2CO_3 , KBr

Par dzeramo sodu sauc:

CaCO_3 , CaSO_4 , NaHCO_3 , NaCl

Daudzi sāļi ūdens šķīdumos hidrolizējas:

Atzīmē, kuru sāļu ūdens šķīdumiem būs sārmaina reakcija!

Iespējamās vairākas pareizas atbildes:

KCl , CuSO_4 , Na_2CO_3 , K_2S , KHSO_4 , AgNO_3

Atzīmē, kuru sāļu ūdens šķīdumiem būs neitrāla reakcija!

Iespējamās vairākas pareizas atbildes:

NH_4Cl , $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, Rb_2CO_3 , AgNO_3 , KBr , Li_2SO_4

Atzīmē, kuru sāļu ūdens šķīdumiem būs skāba reakcija!

Iespējamās vairākas pareizas atbildes:

KI , FeSO_4 , Na_2CO_3 , K_2S , KHSO_4 , $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$

4. uzdevums. **Karsējam vara(II) nitrātu!** (12 punkti)

Karsējot vara(II) nitrātu, rodas vara(II) oksīds, slāpekļa(IV) oksīds un skābeklis.

Aprēķini, cik lielu tilpumu skābekļa var iegūt, pilnīgi izkarsējot 11,28 g vara(II) nitrāta!

Kādā eksperimentā sāka karsēt 7,52 g vara(II) nitrāta, taču karsēšanu pārtrauca, pirms vēl viss vara(II) nitrāts paspēja sadalīties. Iegūto gāzu kopējais tilpums normālos apstākļos bija 560 ml.

Aprēķini, cik g vara(II) nitrāta sadalījās!

Karsējot iegūto cieta paraugu šķīdināja ūdenī, to daļu, kas neizšķīda, nofiltrēja, izžāvēja un nosvēra.

Aprēķini šo nogulšņu masu!

Iegūtajam filtrātam pievienoja kālija sulfīda šķīdumu, izkrita melnas nogulsnes.

Aprēķini iegūto nogulšņu daudzumu!

Vara(II) nitrātu var iegūt dažādās ķīmiskajās reakcijās.

Atzīmē vielu pārus, kuriem reaģējot savā starpā, rodas vara nitrāts!

Iespējamās vairākas pareizas atbildes:

Vara(II) sulfāts un slāpekļskābe

Vara(II) hidroksīds un slāpekļa(V) oksīds

Vara(I) oksīds un slāpekļskābe

Vara(II) oksīds un kālija nitrāts

Vara(II) bāziskais karbonāts un slāpekļskābe

Vara(II) hlorīds un bārija nitrāts

Vara(II) nitrāts veido divus kristālhidrātus. Viena kristālhidrāta molmasa ir 1,22 reizes lielāka nekā otra kristālhidrāta molmasa.

Nosaki koeficientu pirms H_2O formulas tā kristālhidrāta formulā, kuram ir lielākā molmasa!

5. uzdevums. **Ak, šie nelaimīgie maisījumi!** (7 punkti)

5,82 g kāda metāla maisījumu ar tā oksīdu izšķīdināšanai ir nepieciešams 300 ml 0,6 M sālsskābes. Zināms, ka praktiski vienīgā metāla oksidēšanas pakāpe tā savienojumos ir +3.

Uzraksti šī metāla ķīmisko simbolu!

Aprēķini metāla oksīda masa daļu šajā maisījumā!

1. uzdevums. **Metālu detektors** (12 punkti)

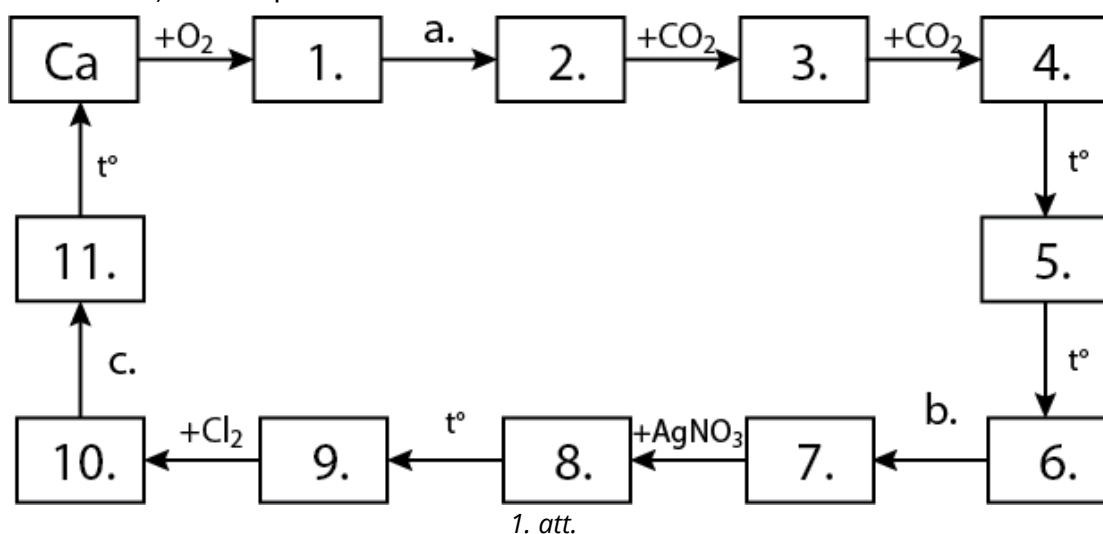
A ir sudrabbalts, bet **B** – zilganbalts metāls. Novēro, ka **A** reaģē ar atšķaidītu sērskābi, veidojot savienojuma **C** šķīdumu, taču ar koncentrētu sērskābi **A** nereaģē. **C** šķīdumam pievienojot nātrija hidroksīdu, iegūst gaiši zaļganas **D** nogulsnes (faktiski tīrs **D** ir baltā krāsā, tomēr praktiski tas parasti iekrāsojas gaiši zaļganpelēkā krāsā). Gaisā **D** samērā ātri maina savu krāsu uz brūngani sarkanu, jo notiek **E** veidošanās. **E** iespējams izšķīdināt koncentrētā nātrija hidroksīda šķīdumā paaugstinātā temperatūrā, iegūstot savienojumu **F**. Karsējot **D**, iegūst **G**, savukārt karsējot **E**, veidojas **H**. **A** ļoti augstā temperatūrā reaģē ar ūdeni, un interesanti, ka šajā reakcijā veidojas nevis kāds no minētajiem savienojumiem, bet oksīds **I**, kurā **A** ir divas dažādas oksidēšanās pakāpes.

Savukārt **B** šķīst gan koncentrētā, gan atšķaidītā sērskābē, veidojot **J**, gan viegli šķīst nātrija hidroksīda šķīdumā, veidojot **K**. Atšķaidītā ūdens šķīdumā **K** sadalās par **L**, ko iespējams iegūt arī pievienojot **J** nātrija hidroksīdu. **L** karsējot iegūst baltu savienojumu **M**, ko plaši izmanto kā balto pigmentu, pildvielu, kā arī medicīnas un kosmētikas produktos.

1. Uzrakstīt **A** – **M** ķīmiskās formulas. (11 punkti)
2. Kādas ir **A** oksidēšanās pakāpes oksīdā **I**? (1 punkts)
 - a. +1
 - b. +2
 - c. +3
 - d. +4
 - e. +5
 - f. +6

2. uzdevums. **Kalcija cikls** (14 punkti)

1. attēlā ir dots ķīmisko pārvērtību cikls, kas sākas un beidzas ar **Ca**.



Numuri **1.** – **11.** atbilst ķīmiskajām vielām, kuras jāizvēlas no zemāk dotās tabulas. Pievērsiet uzmanību, ka dažas no vielām atkārtojas vairākkārt un līdz ar to atbilst vairākiem numuriem. Dažām no reakcijām reāģents ir nošifrēti ar burtiem **a** – **c**.

CaO	x3	Ca(OH) ₂	x1	Ca(HCO ₃) ₂	x1
CaCl ₂	x2	CaH ₂	x1		
CaCO ₃	x2	Ca(NO ₃) ₂	x1		

1. *Izvēlieties, kuras vielas atbilst numuriem 1 – 11! (par katru vielu 1 punkts)*
2. *Uzrakstiet reaģentu a – c ķīmiskās formulas. Katrai reakcijai uzdodiet vienu reaģentu! (par katru vielu 1 punkts)*

3. uzdevums. **Katrs pa savam** (15 punkti)

Kārlis, Anna un Toms skolas laboratorijā atrada pudeli ar NaOH šķīdumu, ko pirms dažiem gadiem bija pagatavojis kāds šīs skolas absolvents Ojārs. Skolēni vēlējās noskaidrot šī NaOH šķīduma koncentrāciju, taču nespēja vienoties par kopīgu metodi tās noteikšanai, tādēļ katrs to noteica savādāk.

Anna ņēma 10 ml NaOH šķīduma un titrēja to ar 0,100 M HCl šķīdumu. Pievienotā indikatora metiloranža krāsas maiņu Anna novēroja, kad bija patērēti 14,55 ml titranta.

1. *Kāda ir NaOH šķīduma koncentrācija (mol·L⁻¹), izmantojot Annas iegūtos rezultātus? (1 punkts)*

Kārlis ņēma plastikāta krūzīti ar vāciņu (vienreizējas lietošanas kafijas krūzi), tajā ielēja 50 ml NaOH šķīduma un tajā ievietoja termometru, tādējādi iegūstot vienkāršotu izolētu kalorimetru. Pēc tam viņš pievienoja 10 ml 1 M HCl šķīduma (kas pēc reakcijas stehiometrijas ir pārākumā), un novēroja, ka šķīduma temperatūra paaugstinājās par 1,45 °C. Zināms, ka neitralizācijas reakcijas siltums ir 57,62 kJ·mol⁻¹. Pieņemiet, ka iegūtā šķīduma siltumietilpība ir 4,184 J·g⁻¹·K⁻¹ un blīvums ir 1,00 g·mL⁻¹.

2. *Izmantojot iegūtos rezultātus, aprēķiniet neitralizācijas reakcijā izdalīto siltuma daudzumu (J)! (2 punkti)*
3. *Kāda ir NaOH šķīduma koncentrācija (mol·L⁻¹), izmantojot Kārļa iegūtos rezultātus? (2 punkti)*

Toms bija visslinkākais, tālab NaOH šķīduma koncentrācijas noteikšanai izmantot koncentrācijas saistību ar blīvumu. Izmantojot skolā pieejamo areometru ar iedaļas vērtību 0,002 g·mL⁻¹, viņš noteica, ka šķīduma blīvums ir 1,004 g·mL⁻¹.

4. *Izmantojot doto tabulu un Toma iegūto rezultātu, nosakiet NaOH šķīduma koncentrāciju (mol·L⁻¹)! (2 punkti)*

Blīvums 20 °C, g·mL ⁻¹	w, %	c, mol·L ⁻¹	Blīvums 20 °C, g·mL ⁻¹	w, %	c, mol·L ⁻¹
1,000	0,059	0,0398	1,015	1,49	0,378
1,005	0,602	0,151	1,020	1,94	0,494
1,010	1,045	0,264	1,025	2,39	0,611

5. *Kura no skolēnu izmantotajām metodēm vispārīgi ir ar viszemāko precizitāti? (1 punkts)*
 - a. Koncentrācijas noteikšana titrējot.
 - b. Koncentrācijas noteikšana, mērot blīvumu ar areometru.
 - c. Koncentrācijas noteikšana, mērot neitralizācijas siltumefektu.

6. Kura no NaOH koncentrācijas noteikšanas metodēm skolēnu izpildījumā ir visprecīzākā un dos vispareizākos rezultātus? (2 punkti)
- Koncentrācijas noteikšana titrējot.
 - Koncentrācijas noteikšana, mērot blīvumu ar areometru.
 - Koncentrācijas noteikšana, mērot neitralizācijas siltumefektu.
7. Kas ir būtiskākais neprecizitātes / kļūdu avots Annas veiktajā koncentrācijas noteikšanā ar titrēšanas metodi? (1 punkts)
- Iespējamās blakusreakcijas ar NaOH reakcijas produktiem ar glabājot absorbētajām vielām.
 - Nekorekta indikatora izvēle.
 - Nepareiza NaOH un HCl tilpumu izvēle.
 - Metode principā nav piemērota NaOH šķīduma koncentrācijas noteikšanai.
8. Kas ir būtiskākais neprecizitātes / kļūdu avots Kārļa veiktajā koncentrācijas noteikšanā ar kalorimetrijas metodi? (1 punkts)
- Iespējamās blakusreakcijas ar NaOH reakcijas produktiem ar glabājot absorbētajām vielām.
 - Siltuma zudumi vienkāršotās kalorimetra uzbūves dēļ.
 - Nepareiza NaOH un HCl tilpumu izvēle.
 - Metode principā nav piemērota NaOH šķīduma koncentrācijas noteikšanai.
9. Kas ir būtiskākais neprecizitātes / kļūdu avots Toma veiktajā koncentrācijas noteikšanā, mērot šķīduma blīvumu ar areometru? (1 punkts)
- Iespējamās blakusreakcijas ar NaOH reakcijas produktiem ar glabājot absorbētajām vielām.
 - Zemā areometra precizitāte (pārāk liela vienas iedaļas vērtība).
 - Fakts, ka skolas laboratorijā mērījuma laikā temperatūra patiesībā bija 21,5 °C.
 - Metode principā nav piemērota NaOH šķīduma koncentrācijas noteikšanai.
10. Izvēlieties piemaisījumus, kas glabāšanas laikā varētu būt radušies skolēnu analizētajā NaOH šķīdumā. (2 punkti)
- Na₂O
 - Na₂O₂
 - NaCl
 - Na₂CO₃
 - NaHCO₃
 - Na₂S
 - NaNO₃

4. uzdevums. Ūdens cietība (15 punkti)

Viens no būtiskiem aspektiem, ar ko jārēķinās, sadzīvē lietojot ūdeni, ir tā cietība. Ar jēdzienu "ūdens cietība" pamatā ir saistāma ar divu jonu **A** (no abiem lielākais atoma kārtas skaitlis) un **B** (no abiem mazākais atoma kārtas skaitlis) esamība ūdenī.

1. Kas ir joni **A** un **B**? Uzdodot jonus, atbilstoši norādiet to lādiņu! (2 punkti)

Ūdens cietības noteikšanai ūdens paraugu titrē ar EDTA jeb trilonu B – vielu, kas attiecībā 1:1 ar šiem joniem veido komplekso savienojumu. Papildus zināms tas, ka pie $\text{pH} > 10$ kompleksa veidošanās reakcija ar jonu B nenotiek. Ņēma 50 ml ūdens parauga un to titrēja ar 0,011 M EDTA šķīdumu indikatora eriohroma melnā T klātienē. Titrēšanā patērēja 6,80 ml EDTA šķīduma. Savukārt ņemot 50 ml ūdens parauga, tam pievienojot 2 ml vielas **C** šķīduma un titrējot ar 0,011 M EDTA šķīdumu indikatora mureksīda klātienē, titrēšanā patērēja 4,50 ml titranta. Otrajā no titrēšanām kompleksu veidoja tikai jons **A**.

2. Aprēķiniet analizētā ūdens parauga cietību ($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$)! (2 punkti)

3. Aprēķiniet jona **A** koncentrāciju analizētajā ūdens paraugā ($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$)! (1 punkts)

4. Aprēķiniet jona **B** koncentrāciju analizētajā ūdens paraugā ($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$)! (1 punkts)

5. Kas ir viela **C**? No dotajām izvēlieties vispiemērotāko! (1 punkts)

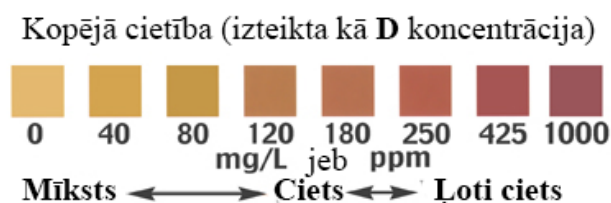
- HCl
- NaOH
- NaHCO₃
- NaCl

Ūdens cietības izteikšanai bez $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ izmanto arī izteikšanu jona **A** karbonāta **D** masas koncentrācijā $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ (šajā pārrēķinā **A** koncentrācijā iekļauj arī jona **B** koncentrāciju!).

6. Izsakiet analizētā ūdens parauga cietību **D** masas koncentrācijas veidā ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)! (1 punkts)

7. Izmantojot 2. attēlā doto ūdens cietības testa atšifrējumu, nosakiet analizētā parauga ūdens cietību! Izvēlieties no dotajiem! (1 punkts)

- Mīksts
- Ciets
- Ļoti ciets



2. att.

Cietību iespējams klasificēt pārejošajā un nepārejošajā cietībā.

8. *Kā novērst pārejošo cietību? Izvēlieties variantu(-s), kas **nederēs** nepārejošās cietības novēršanai! (1 punkts)*
- Izmantojot katjonītu
 - Pievienojot dzēstos kaļķus
 - Ūdeni izkarsējot
 - Izmantojot reverso osmozi.
9. *Kādi **A** un **B** savienojumi parasti ir atbildīgi par nepārejošo cietību? (1 punkts)*
- Karbonāti
 - Hlorīdi
 - Hidrogēnkarbonāti
 - Sulfāti

Mūsdienās ūdens mīkstināšanai ērti un plaši tiek izmantoti jonapmaiņas sveķi – katjonīti. Kāda ūdens mīkstināšanai izmantojama katjonīta blīvums ir $1,28 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, un tā jonapmaiņas kapacitāte ir $5,0 \text{ mekv}\cdot\text{g}^{-1}$. Ņemot vērā **A** un **B** lādiņu, 1 mmol A (vai **B**) saistīšanai tiek patērēti 2 mekv katjonīta.

10. *Aprēķiniet, cik lielu tilpumu (m^3) ūdens ar cietību $3,5 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ (ļoti ciets ūdens) bez reģenerācijas ir spējīga mīkstināt filtru sistēma, kurā ir 25 L šāda katjonīta, ja pieņem, ka ūdens mīkstināšanas efektivitāte ir 100% ! (3 punkti)*
11. *No dotajām izvēlieties, kādas ķīmiskās grupas saturēs katjonīts, kas spējīgs mīkstināt ūdeni! (1 punkts)*
- Sulfonskābes anjonus
 - Hidroksilgrupas
 - Amonija katjonus
 - Nitrogrupas

5. uzdevums. **Līdzsvara nosacījums** (Kopā 13 punkti)

Ķīmiskajā rūpniecībā ļoti plaši tiek izmantota gāzveida viela **C**. Plašākās tās pielietojuma sfēras ir mēslošanas līdzekļu, kā arī ķīmisko tīrīšanas līdzekļu ražošana. Rūpnieciski **C** tiek sintezēta no divām vienkāršām gāzveida vielām **A** un **B** katalizatora Al_2O_3 saturoša pulverveida Fe klātienē. Šī reakcija ir eksotermiska ar siltumefektu $-45,8 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$. Šāds **C** sintēzes paņēmiens prasa rūpīgu procesa plānošanu, jo reakcija ir apgriezeniska un sistēmā iestājas ķīmiskais līdzsvars. Zināms, ka **A** un **C** molmasu attiecība ir $1:8,5$.

- Uzrakstīt **A**, **B** un **C** ķīmiskās formulas. (kopā 2 punkti)*
- Kāds ir **C** plašāk pazīstamais nosaukums? (0,5 punkti)*
- Nosakiet, kā jāizmaina sistēmas spiediens, lai līdzsvaru nobīdītu **C** veidošanās virzienā! (1 punkts)*
 - Kopējais spiediens jāpalielina
 - Kopējais spiediens jāsamazina
 - Šajā reakcijā spiediena izmaiņš nenobīdīs ķīmisko līdzsvaru
- Kā tāda spiediena izmaiņšana, kas līdzsvaru nobīdīs **C** veidošanās virzienā, šajā reakcijā ietekmēs reakcijas ātrumu (ātruma konstanti)? (1 punkts)*
 - Reakcijas ātrums palielināsies
 - Reakcijas ātrums samazināsies

- c. Reakcijas ātrums nemainīsies
 - d. Šajā reakcijā spiediena izmaiņšana nenobīdīs ķīmisko līdzsvaru
5. *Nosakiet, kā jāizmaina temperatūra, lai līdzsvaru nobīdītu **C** veidošanās virzienā! (1 punkts)*
- a. Temperatūra jāpalielina
 - b. Temperatūra jāsamazina
 - c. Šajā reakcijā temperatūras izmaiņšana nenobīdīs ķīmisko līdzsvaru
6. *Kā tāda temperatūras izmaiņšana, kas līdzsvaru nobīdīs **C** veidošanās virzienā, šajā reakcijā ietekmēs reakcijas ātrumu (ātruma konstanti)? (0,5 punkti)*
- a. Reakcijas ātrums palielināsies
 - b. Reakcijas ātrums samazināsies
 - c. Reakcijas ātrums nemainīsies
 - d. Šajā reakcijā temperatūras izmaiņšana nenobīdīs ķīmisko līdzsvaru
7. *Nosakiet, kā katalizatora izmantošana nobīda šīs reakcijas ķīmisko līdzsvaru! Izvēlieties vienu vispareizāko atbildi! (1 punkts)*
- a. Katalizatora izmantošana nobīda ķīmisko līdzsvaru **C** veidošanās virzienā
 - b. Katalizatora izmantošana nobīda ķīmisko līdzsvaru **C** sadalīšanās virzienā
 - c. Šajā reakcijā katalizatora izmantošana nenobīdīs ķīmisko līdzsvaru
 - d. Katalizatora izmantošana ķīmisko reakciju līdzsvaru neietekmē.
8. *Kā katalizatora izmantošana ietekmēs reakcijas ātrumu (ātruma konstanti)? (1 punkts)*
- a. Reakcijas ātrums palielināsies
 - b. Reakcijas ātrums samazināsies
 - c. Reakcijas ātrums nemainīsies

Zināms, ka standarta spiedienā sajaucot stehiometriskā attiecībā gāzes **A** un **B** 525 °C temperatūrā, pēc līdzsvara iestāšanās maisījumā ir radies 0,272% no teorētiski iespējamā **C** daudzuma (daudzuma, kas rastos, ja reakcija nebūtu apgriezeniska un notiktu ar 100% iznākumu).

9. *Izmantojot katras vielas moldaļu pēc reakcijas iegūtajā maisījumā, aprēķiniet šīs reakcijas līdzsvara konstanti 525 °C temperatūrā! (5 punkti)*

1. uzdevums. **Organika 101** (17 punkti)

Sadedzinot 1,000 g divu ogļūdeņražu izomēru **A** un **B** maisījuma, rodas 1,552 L (n.a.) ogļskābās gāzes, 1,498 g ūdens. Zināms, ka ogļūdeņražu molmasa ir zem $100 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

1. Kāda ir **A** un **B** molekulārā formula? (2 punkti)

Zināms, ka hlorējot šos ogļūdeņražus UV gaismas klātienē, kopumā tiek iegūti 4 dažādi monohlor aizvietotie ogļūdeņraži.

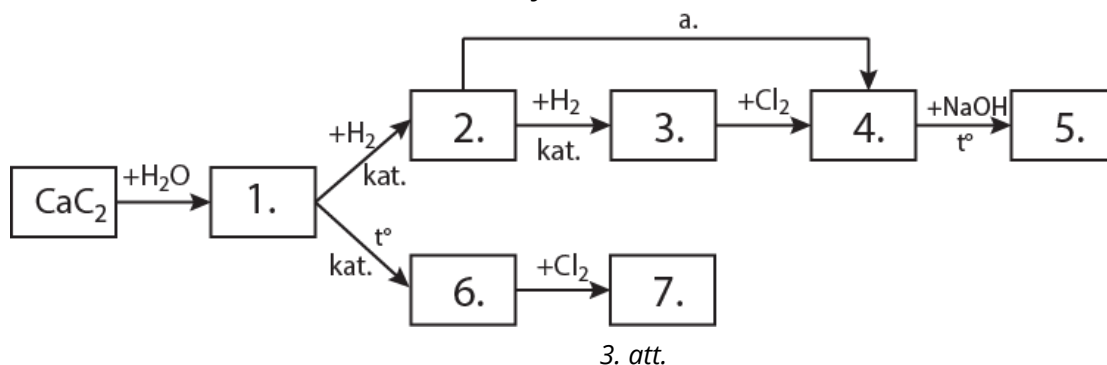
2. Pēc IUPAC nomenklatūras nosauciet **nesazarotāko** no sākotnējā maisījumā ietilpstošajiem ogļūdeņražiem. (1 punkts)

3. Pēc IUPAC nomenklatūras nosauciet **sazarotāko** no sākotnējā maisījumā ietilpstošajiem ogļūdeņražiem. (1,5 punkti)

4. Cik dažādi izomēri tiks iegūti, veicot HCl izšķelšanas reakciju no šāda 4 monohlor aizvietoto ogļūdeņražu maisījuma? (2 punkti)

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6

Zināms, ka organiskās vielas iespējams iegūt arī sintezējot tās no neorganiskām vielām. Kā viens no piemēriem ir kalcija karbīda reakcija ar ūdeni. Jums ir dota ķīmisko pārvērtību shēma (skat. 3. att.), kas sākas ar kalcija karbīdu.



Numuri **1.** – **7.** atbilst ķīmiskajām vielām, kuras jāizvēlas no zemāk dotās tabulas.

benzols	etēns	hidroksietāns	hloretāns
etāns	etīns	hlorbenzols	

5. Izvēlieties, kuras vielas atbilst numuriem **1** – **7**! (kopā 4,5 punkti)

6. Uzrakstiet reaģenta **a** ķīmisko formulu. (0,5 punkti)

7. Kāds ir vielas **1** triviālais nosaukums? (0,5 punkti)

8. Kāds ir vielas **2** triviālais nosaukums? (0,5 punkti)

9. Kāds ir vielas **5** triviālais nosaukums? (0,5 punkti)

10. Pēc kāda mehānisma notiks dotā pārvērtība no **3** par **4**? (1 punkts)

- a. Elektrophilās aizvietošanās mehānisma
- b. Jonu mehānisma
- c. Radikāļu mehānisma
- d. Nukleofilās aizvietošanās mehānisma

11. Kādi apstākļi jānodrošina, lai notiktu dotā pārvērtība no 3 par 4? (1 punkts)

- a. Jālieto katalizators - AlCl_3
- b. Reakcija jāveic $85\text{ }^\circ\text{C}$ temperatūrā paaugstinātā spiedienā
- c. Reakcijas maisījums jākarsē un jāapstaro ar UV gaismu
- d. Reakcija notiks spontāni laboratorijas apstākļos

12. Pēc kāda mehānisma notiks dotā pārvērtība no 6 par 7? (1 punkts)

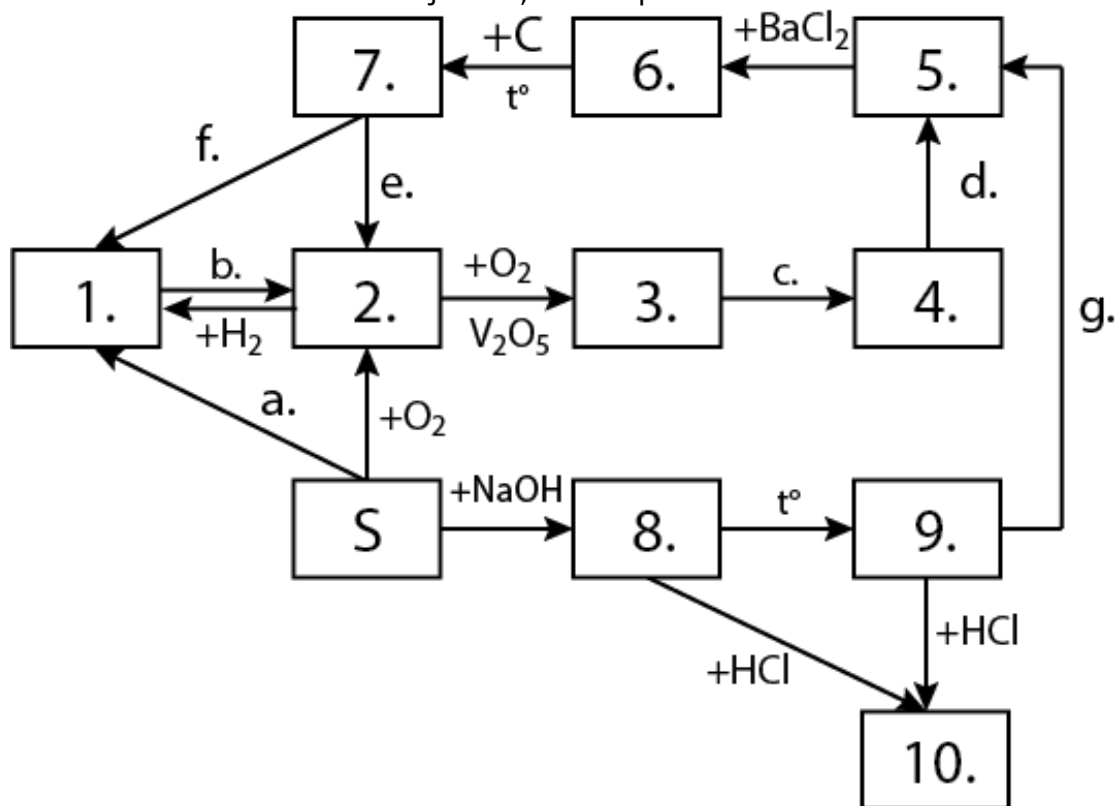
- a. Elektrophilās aizvietošanās mehānisma
- b. Jonu mehānisma
- c. Radikāļu mehānisma
- d. Nukleofilās aizvietošanās mehānisma

13. Kādi apstākļi jānodrošina, lai notiktu dotā pārvērtība no 6 par 7? (1 punkts)

- a. Jālieto katalizators - AlCl_3
- b. Reakcija jāveic $85\text{ }^\circ\text{C}$ temperatūrā paaugstinātā spiedienā
- c. Reakcijas maisījums jākarsē un jāapstaro ar UV gaismu
- d. Reakcija notiks spontāni laboratorijas apstākļos

2. uzdevums. Sērvērtību shēma (14 punkti)

4. attēlā ir dota sēra savienojumu ķīmisko pārvērtību shēma.



4. att.

Numuri **1.** – **10.** atbilst ķīmiskajām vielām, kuras jāizvēlas no zemāk dotās tabulas. Pievērsiet uzmanību, ka viena no vielām atkārtojas vairākkārt un līdz ar to atbilst vairākiem numuriem. Dažām no reakcijām reaģents ir nošifrēti ar burtiem **a** – **g**.

BaS	x1	H ₂ SO ₄	x1	Na ₂ SO ₄	x1
BaSO ₄	x1	Na ₂ S ₂ O ₃	x1	SO ₂	x2
H ₂ S	x1	Na ₂ SO ₃	x1	SO ₃	x1

1. *Izvēlieties, kuras vielas atbilst numuriem **1** – **10!** (par katru vielu 1 punkts)*
2. *Uzrakstiet reaģentu **a** – **f** ķīmiskās formulas. Katrai reakcijai atbilst viens reaģents! (par katru vielu 0,5 punkti)*
3. *Izvēlieties, kurš ķīmiskais savienojums būtu lietojams kā reaģents **g!** (1 punkts)*
 - a. konc. HNO₃
 - b. konc. NaOH
 - c. N₂H₄
 - d. SO₂

3. uzdevums. **Katrs pa savam** (15 punkti)

Kārlis, Anna un Toms skolas laboratorijā atrada pudeli ar NaOH šķīdumu, ko pirms dažiem gadiem bija pagatavojis kāds šīs skolas absolvents Ojārs. Skolēni vēlējās noskaidrot šī NaOH šķīduma koncentrāciju, taču nespēja vienoties par kopīgu metodi tās noteikšanai, tādēļ katrs to noteica savādāk.

Anna ņēma 10 ml NaOH šķīduma un titrēja to ar 0,100 M HCl šķīdumu. Pievienotā indikatora metiloranža krāsas maiņu Anna novēroja, kad bija patērēti 14,55 ml titranta.

1. *Kāda ir NaOH šķīduma koncentrācija (mol·L⁻¹), izmantojot Annas iegūtos rezultātus? (1 punkts)*

Kārlis ņēma plastikāta krūzīti ar vāciņu (vienreizējas lietošanas kafijas krūzi), tajā ielēja 50 ml NaOH šķīduma un tajā ievietoja termometru, tādējādi iegūstot vienkāršotu izolētu kalorimetru. Pēc tam viņš pievienoja 10 ml 1 M HCl šķīduma (kas pēc reakcijas stehiometrijas ir pārākumā), un novēroja, ka šķīduma temperatūra paaugstinājās par 1,45 °C. Zināms, ka neutralizācijas reakcijas siltums ir 57,62 kJ·mol⁻¹. Pieņemiet, ka iegūtā šķīduma siltumietilpība ir 4,184 J·g⁻¹·K⁻¹ un blīvums ir 1,00 g·mL⁻¹.

2. *Izmantojot iegūtos rezultātus, aprēķiniet neutralizācijas reakcijā izdalīto siltuma daudzumu (J)! (2 punkti)*
3. *Kāda ir NaOH šķīduma koncentrācija (mol·L⁻¹), izmantojot Kārļa iegūtos rezultātus? (2 punkti)*

Toms bija visslinkākais, tālab NaOH šķīduma koncentrācijas noteikšanai izmantot koncentrācijas saistību ar blīvumu. Izmantojot skolā pieejamo areometru ar iedaļas vērtību 0,002 g·mL⁻¹, viņš noteica, ka šķīduma blīvums ir 1,004 g·mL⁻¹.

4. Izmantojot doto tabulu un Toma iegūto rezultātu, nosakiet NaOH šķīduma koncentrāciju ($\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$)! (2 punkti)

Blīvums 20 °C, $\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$	w, %	c, $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	Blīvums 20 °C, $\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$	w, %	c, $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$
1,000	0,059	0,0398	1,015	1,49	0,378
1,005	0,602	0,151	1,020	1,94	0,494
1,010	1,045	0,264	1,025	2,39	0,611

5. Kura no skolēnu izmantotajām metodēm vispārīgi ir ar viszemāko precizitāti? (1 punkts)
- Koncentrācijas noteikšana titrējot.
 - Koncentrācijas noteikšana, mērot blīvumu ar areometru.
 - Koncentrācijas noteikšana, mērot neitralizācijas siltumefektu.
6. Kura no NaOH koncentrācijas noteikšanas metodēm skolēnu izpildījumā ir visprecīzākā un dos vispareizākos rezultātus? (2 punkti)
- Koncentrācijas noteikšana titrējot.
 - Koncentrācijas noteikšana, mērot blīvumu ar areometru.
 - Koncentrācijas noteikšana, mērot neitralizācijas siltumefektu.
7. Kas ir būtiskākais neprecizitātes / kļūdu avots Annas veiktajā koncentrācijas noteikšanā ar titrēšanas metodi? (1 punkts)
- Iespējamās blakusreakcijas ar NaOH reakcijas produktiem ar glabājot absorbētajām vielām.
 - Nekorekta indikatora izvēle.
 - Nepareiza NaOH un HCl tilpumu izvēle.
 - Metode principā nav piemērota NaOH šķīduma koncentrācijas noteikšanai.
8. Kas ir būtiskākais neprecizitātes / kļūdu avots Kārļa veiktajā koncentrācijas noteikšanā ar kalorimetrijas metodi? (1 punkts)
- Iespējamās blakusreakcijas ar NaOH reakcijas produktiem ar glabājot absorbētajām vielām.
 - Siltuma zudumi vienkāršotās kalorimetra uzbūves dēļ.
 - Nepareiza NaOH un HCl tilpumu izvēle.
 - Metode principā nav piemērota NaOH šķīduma koncentrācijas noteikšanai.
9. Kas ir būtiskākais neprecizitātes / kļūdu avots Toma veiktajā koncentrācijas noteikšanā, mērot šķīduma blīvumu ar areometru? (1 punkts)
- Iespējamās blakusreakcijas ar NaOH reakcijas produktiem ar glabājot absorbētajām vielām.
 - Zemā areometra precizitāte (pārāk liela vienas iedaļas vērtība).
 - Fakts, ka skolas laboratorijā mērījuma laikā temperatūra patiesībā bija 21,5 °C.
 - Metode principā nav piemērota NaOH šķīduma koncentrācijas noteikšanai.

10. Izvēlieties piemaisījumus, kas glabāšanas laikā varētu būt radušies skolēnu analizētajā NaOH šķīdumā. (2 punkti)

- a. Na₂O
- b. Na₂O₂
- c. NaCl
- d. Na₂CO₃
- e. NaHCO₃
- f. Na₂S
- g. NaNO₃

4. uzdevums. Krāsainās pārvērtības (16 punkti)

Kāda metāla **X** stabilākie un plašāk zināmie oksīdi ir **A** un **B**. **A** ir zaļa kristāliska viela, kas sastopama arī dabā zaļgana minerāla veidā. **A** veidojas **X** reakcijā ar skābekli. **A** nereaģē ar ūdeni, bet reaģē ar skābēm (piem., ar sālsskābi, veidojot **C**) un koncentrētiem sārmjiem (piem., ar nātrija hidroksīdu, veidojot **D**).

B savukārt ir tumši violeta higroskopiska kristāliska viela. **B** iespējams iegūt, sākotnēji oksidējot **A** ar KClO₃ K₂CO₃ klātienē, tādejādi iegūstot spilgti dzeltenu savienojumu **E**. Šajā reakcijā novēro bezkrāsainas gāzes izdalīšanos. Apstrādājot **E** ar atšķaidītu sērskābi, iegūst spilgti oranžu savienojumu **F**. Apstrādājot **F** ar siltu koncentrētu sērskābi, kristalizējas **B**. Zināms, ka pāreja starp **E** un **F** ir atkarīga no vides pH, un bāziskā vidē no **F** veidojas **E**. **B** reakcijā ar ūdeni iegūst savienojumam **F** atbilstošo skābi **G**, un reakcijā ar kālija hidroksīdu pašu **F**.

B reakcijā ar koncentrētu HCl veidojas necaurspīdīgs tumšs asins-krāsas šķidrums **H**, kas satur gan skābekli, gan hloru. Skābekļa un hlora masas attiecība savienojumā **H** ir 1:2,22. **H** reakcijā ar ūdeni ir iespējams iegūt **E** atbilstošo skābi **I**.

1. Uzrakstīt metāla **X** un savienojumu **A** – **I** ķīmiskās formulas. (kopā 11 punkti)
2. Kāda ir visu stehiometrisko koeficientu summa ķīmiskajai reakcijai, kurā **E** ar atšķaidītu sērskābi tiek pārvērsts par savienojumu **F**? Neaizmirstiet, ka koeficientu "1" vienādojumā parasti neuzrāda! (1 punkts)
3. Kāda ir visu stehiometrisko koeficientu summa ķīmiskajai reakcijai, kurā **A** ar KClO₃ K₂CO₃ klātienē tiek pārvērsts par savienojumu **E**? Neaizmirstiet, ka koeficientu "1" vienādojumā parasti neuzrāda! (2 punkti)
4. Balstoties uz doto informāciju un jūsu zināšanām par vielu uzbūvi, nosakiet, kāda ir savienojuma **H** uzbūve! (2 punkti)
 - a. Molekulārs savienojums ar tetraedrisku formu
 - b. Molekulārs savienojums ar planāru kvadrātisku formu
 - c. Molekulārs savienojums ar trigonālu bipiramidālu formu
 - d. Jonisks savienojums, kas satur tetraedriskus XO₄ fragmentus
 - e. Jonisks savienojums, nepietiekami dati kristāliskās uzbūves noteikšanai
 - f. Polimērveida savienojums, X atomus saista O atomi, Cl atomi ir termināli

5. uzdevums. Homeopātisko preparātu ķīmija (Kopā 16 punkti)

Zināms, ka homeopātisko preparātu pagatavošanā bez dažādu augu valsts un dzīvnieku valsts produktu izmantošanas izmanto arī minerālus. Lai attiecīgais augs vai minerāls taptu par homeopātisko preparātu, to sākotnējās spirta tinktūras tiek vairākus desmitus un simtus reižu atšķaidītas un sakratītas. Homeopātiskajos preparātos sastopamas arī tīrā veidā toksiskas vielas, kas lielā atšķaidījuma dēļ cilvēkiem faktiski vairs nav kaitīgas. Tā piemēram, kādu deguna pilienu sastāvā ir savienojums **A**, savukārt dažādām ādas un gļotādas saslimšanām lieto savienojumu **B**.

A ir binārs savienojums. Viens no to veidojošajiem elementiem pastāv cietas violetas vienkāršas vielas **C** veidā, kuras tvaikus izmanto plānslāņa hromatogrammu vai pirksta nospiedumu attīstīšanā. Otrs elements **D** ir sudrabbalts metāls ar kušanas temperatūru $-39\text{ }^{\circ}\text{C}$, un savienojumā **A** tam ir izplatītākā oksidēšanās pakāpe.

1. Uzrakstiet vielu **A**, **C** un **D** ķīmiskās formulas! (kopā 2,5 punkti)

Arī **B** ir binārs savienojums, kas veidots no diviem elementiem **E** un **F**, turklāt **E** izplatītākā alotropā forma ir pelēcīga viela ar metālisku spīdumu, savukārt **F** – dzeltena kristāliska viela. Savienojumā **B** elementu **E** un **F** masas attiecības ir 1:1,56.

2. Uzrakstiet vielu **B**, **E** un **F** ķīmiskās formulas! (kopā 2,5 punkti)

Uz kāda homeopātiskā preparāta norādīts, ka tā pagatavošanā izmantots **A** šķīdums ar koncentrāciju 12X.

3. Aprēķiniet masu **A** (g), kas jāpievieno Rāznas ezeram ($V = 4,05 \cdot 10^8\text{ m}^3$, pēc tilpuma lielākajam ezeram Latvijā), lai iegūtu šķīdumu ar šādu koncentrāciju! Izmantojiet pievienoto tabulu un aprēķinos pieņemiet, ka tabulā uzdota koncentrācija $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$. (3 punkti)

Potence (decimālā skala)	Potence (centesimālā skala)	Koncentrācija / Atšķaidījums
1X jeb D1	–	1:10
2X jeb D2	1C	1:100
6X jeb D6	3C	10^{-6}
12X jeb D12	6C	10^{-12}
24X jeb D24	12C	10^{-24}

100 ml šī preparāta pagatavošanai izmantoti 0,95 ml **A** šķīduma ar koncentrāciju 12X. Zināms, ka elementa **D** pieļaujamā koncentrācija dzeramajā ūdenī ir $1,0\text{ }\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$.

4. Cik liels tilpums (litros) šī preparāta ir jāizdzer, lai uzņemtu tikpat daudz elementa **D**, kā uzņemot 1,0 ml dzeramā ūdens ar koncentrāciju $1,0\text{ }\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$? (5 punkti)

Homeopātijas pamatlicējs Samuēls Hanemans uzskatīja, ka preparātos izmantojamo vielu secīga atšķaidīšana palielina tā potenci un lielākā atšķaidījumā vielas ir ar spēcīgāku un dziļāku iedarbību, un šis joprojām ir viens no homeopātijas pamatprincipiem. Tieši tālab homeopātiskajos preparātos ķīmisko vielu faktiskās koncentrācijas ir tik ļoti mazas (Hanemana piedāvātais atšķaidījums bija 60X jeb 10^{-60} , bet kādā Latvijā un pasaulē populārā pretgripas preparātā tas ir pat 200X jeb 10^{-200} !).

5. Aprēķiniet, cik molekulas sākotnējās ķīmiskās vielas gada laikā uzņems cilvēks, ja viņš katru dienu (365 dienas) uzņems 10 ml preparāta ar atšķaidījumu 24X! Noapaļojiet līdz veselam skaitam molekulu! (3 punkti)

1. uzdevums. **Sārmzemju metāli, oksīdi, karbonāti...** (26 punkti)

No 4 gramiem kalcija un 5 gramiem cita, nezināma sārmzemju metāla ieguva šo elementu karbonātus (katru atsevišķi), kurus pēc tam pārvērta par šo elementu oksīdiem. Izrādījās, ka iegūtā nezināmā metāla karbonāta masa ir mazāka par iegūto kalcija karbonāta masu, turpretī iegūtā nezināmā oksīda masa ir lielāka par iegūto kalcija oksīda masu.

Izmantojot aprēķinus, nosaki nezināmo sārmzemju metālu! (7 punkti)

Uzraksti ķīmiskās reakcijas vienādojumu kalcija karbonāta iegūšanai no kalcija oksīda! Iespējams, ka tā iegūšana būs jāveic 2 stadijās! (2 punkti)

Iegūto kalcija karbonātu izšķīdināja slāpekļskābē, kuras koncentrācija bija 0,25 mol/L.

Uzraksti ķīmiskās reakcijas vienādojumu! (1 punkts)

Aprēķini reakcijā patērētās 0,25 mol/L slāpekļskābes tilpumu! (2 punkti)

Šajā reakcijā (kalcija karbonāts + slāpekļskābe) iegūtās gāzes reģenerācijai par skābekli var izmantot tās iedarbību ar sārmu metālu peroksīdiem, piem., Na₂O₂. Šajā reakcijā bez skābekļa rodas vēl tikai viens cits reakcijas produkts.

Uzraksti šīs ķīmiskās reakcijas vienādojumu! (3 punkti)

Šī reakcija ir oksidēšanās-reducēšanās reakcija.

Uzraksti ķīmiskā elementa simbolu, kurš šajā reakcijā ir oksidētājs! (1 punkts)

Uzraksti ķīmiskā elementa simbolu, kurš šajā reakcijā ir reducētājs! (1 punkts)

Arī iegūto nezināmā sārmzemju metāla karbonātu apstrādāja ar slāpekļskābes pārākumu, bet iegūto gāzveida vielu uztvēra 400 ml kālija hidroksīda šķīdumā, kura koncentrācija bija 0,20 mol/L.

Izmantojot aprēķinus, nosaki, kādi reakcijas produkti (neskaitot ūdeni) un cik daudz radās, iegūtajai gāzei reaģējot ar KOH šķīdumu! (9 punkti)

2. uzdevums. **Organiskie savienojumi deg** (16 punkti)

Ļoti raksturīga organisko savienojumu īpašība ir to spēja degt. *Uzraksti propāna sadegšanas reakcijas vienādojumu! (2 punkti)*

Uzraksti vienādojumu ķīmiskajai reakcijai, kas notiek, ja propāna sadegšanas produktus izlaiž cauri Ca(OH)₂ suspensijai! (1 punkts)

Uzraksti šīs ķīmiskās reakcijas veidu! (1 punkts)

Piesātināto ogļūdeņražu sadegšanu var aprakstīt ar vispārīgu sadegšanas reakcijas vienādojumu (formulu): $C_nH_{2n+2} + (3n+1)/2 O_2 \rightarrow n CO_2 + (n+1) H_2O$

Paskaidro, kā šādā vienādojumā iegūst koeficientus vispārīgā veidā! (2 punkti)

Uzraksti līdzīgu vispārīgo sadegšanas reakcijas vienādojumu ogļūdeņražiem, kuru vispārīgā formula ir C_nH_{2n}! (3 punkti)

Lai sadedzinātu 10 gramus kāda piesātināta ogļūdeņraža (tā vispārīgā formula ir C_nH_{2n+2}), bija nepieciešami 26,13 litri skābekļa (n.a.).

Nosaki sadedzinātā ogļūdeņraža ķīmisko formulu! (4 punkti)

Aprēķini, cik litri skābekļa nepieciešams, lai sadedzinātu 10 gramus ogļūdeņraža ar vispārīgo formulu C_nH_{2n} , kurš satur tikpat daudz oglekļi atomu kā iepriekšējā darbībā sadedzinātais piesātinātais ogļūdeņradis, kura formula bija C_nH_{2n+2} ! (3 punkti)

3. uzdevums. **Kalcija hlorīds un kristālhidrāti** (14 punkti)

Kalcija hlorīds ir diezgan tipisks jonu tipa savienojumu pārstāvis.

Uzraksti ķīmiskās reakciju vienādojumu kalcija hlorīda ieguvei! (1 punkts)

Gan kalcija hlorīds, gan daudzi citi sāļi viegli veido savienojumus, kurus sauc par kristālhidrātiem.

Uzraksti divu dažādu kristālhidrātu ķīmiskās formulas! (1 punkts)

Kristālhidrātus veidojošie savienojumi parasti ļoti viegli piesaista ūdeni, šīs īpašības dēļ tos izmanto kā ūdens atņēmējvielas.

Aprēķini, cik gramu kalcija hlorīda vajadzīgs, lai saistītu 5 g ūdens, ja zināms, ka reakcijā veidojas $CaCl_2 \cdot 6H_2O$! (3 punkti)

Vara(II) nitrāts arī veido kristālhidrātu, tā formula ir $Cu(NO_3)_2 \cdot 6 H_2O$. Karsējot 5,00 g šī kristālhidrāta, ieguva 2,00 g sausā atlikuma. Tika noskaidrots, ka sausais atlikums nesatur vara(II) nitrāta kristālhidrātu. Zināms, arī tas, ka karsējot $Cu(NO_3)_2$, tas sadalās atbilstoši ķīmiskās reakcijas vienādojumam:



Aprēķini sausā atlikuma sastāvu! (9 punkti)

4. uzdevums. **Dzeltenīgā mistērija** (14 punkti)

Sadedzinot dzeltenīgu vienkāršu vielu A, radās viela B. Tā reaģē ar ūdeni, veidojot šķīdumu, kas satur vielu C, indikatori šķīdumā uzrā da skābu vidi. Vielu B var iegūt arī sadedzinot vienkāršu vielu D. Lai vielu D pārvērstu vielā A, to karsē bez gaisa skābekļa klātienes. Vielas A pārvēršana vielā D ir sarežģītāka.

Līdzīgā eksperimentā sadedzinot dzeltenu vienkāršu vielu A^1 , radās viela B^1 . Tā reaģē ar ūdeni, veidojot šķīdumu, kas satur vielu C^1 , indikatori šķīdumā uzrāda skābu vidi. Vielu B^1 var iegūt arī sadedzinot vienkāršu vielu D^1 . Lai vielu D^1 pārvērstu vielā A^1 , to karsē (silda) gaisā noteiktā temperatūrā. Vielas A^1 pārvēršanās vielā D^1 notiek, lēni atdzesējot iepriekš iegūto vielu A^1 .

Nosaki, kas varētu būt vielas A, B, C un D, kā arī A^1 , B^1 , C^1 un D^1 ! Atbilde pamato ar spriedumiem! (8 punkti)

Uzraksti aprakstīto reakciju vienādojumus! (6 punkti)

1. uzdevums. **Vara rati, gari, plati...** (20 punkti)

Izšķīdinot koncentrētā slāpekļskābē 20,17 g vara un sudraba skaidiņu maisījumu, novēroja brūnas gāzes izdalīšanos. Nosverot iegūto šķīdumu, izrādījās, ka šķīduma masa ir tikpat liela kā reakcijai izmantotās koncentrētās slāpekļskābes šķīduma masa.

Uzraksti ķīmisko reakciju vienādojumus vara un sudraba reakcijām ar koncentrētu slāpekļskābi! (2 punkti)

Aprēķini iegūtās brūnās gāzes daudzumu un tilpumu (n.a.)! (1 punkts)

Aprēķini vara un sudraba masas daļas (izteiktas%) to maisījumā! (3 punkti)

Aprēķini iegūtā vara(II) nitrāta masu! (1 punkts)

Iegūtajam vara(II) nitrāta un sudraba nitrāta šķīdumam pievienoja vara skaidiņas pārākumā.

Uzraksti notiekošās ķīmiskās reakcijas vienādojumu! (1 punkts)

Aprēķini reakcijā radušos nogulšņu masu! (1 punkts)

Zemes garozā sudrabs ir gan tīrradņa, gan ķīmisko savienojumu formā. Viens no sudrabu saturošiem minerāliem ir sudraba spīde. Tā sastāv no diviem ķīmiskajiem elementiem – metāla un nemetāla, sudraba masas daļa tajā ir 87,10%.

Aprēķini sudraba spīdes ķīmisko formulu! (2 punkti)

Lai no šī minerāla iegūtu sudrabu, to vispirms šķīdina ļoti atšķaidītā nātrija cianīda NaCN šķīdumā. Reakcijās rodas kompleksais savienojums – nātrija dicianoargentāts un vēl viens reakcijas produkts. Lai reakcijas līdzsvaru nobīdītu vēlāmajā virzienā, otrā produkta anjona saistīšanai pievieno šķīstošu svina(II) sāli, rodas melnas nogulsnes. No iegūtā kompleksā savienojuma sudrabu izgulsnē, pievienojot pulverveida cinku, cinks pāriet šķīdumā nātrija tetracianocinkāta veidā.

Uzraksti šo ķīmisko reakciju saīsinātos jonu vienādojumus! (3 punkti)

Zināmākais vara savienojums ir vara(II) sulfāts. Rūpniecībā to iegūst, šķīdinot varu karstā atšķaidītā sērskābē gaisa skābekļa klātienē.

Uzraksti šo ķīmiskās reakcijas vienādojumu! (1 punkts)

No šķīdumiem vara(II) sulfāts izkristalizējas pentahidrāta veidā. Kādā eksperimentā 200 g 25% CuSO₄ atdzesēja līdz 10 °C. Vara(II) sulfāta šķīdība 10 °C temperatūrā ir 17,4 g bezūdens vara(II) sulfāta 100 g ūdens.

Aprēķini, cik liela CuSO₄ · 5H₂O masa izkristalizējās! (5 punkti)

2. uzdevums. **Dažādas gāzu dimensijas** (16 punkti)

Divām vai vairākām gāzēm reaģējot savās starpā var veidoties gan cietas, gan šķidrās, gan gāzveida vielas. *Uzraksti trīs ķīmisko reakciju vienādojumus, kuri parāda, ka, reaģējot savās starpā divām vai vairākām gāzēm, rodas cieta viela, šķidra viela, gāzveida viela (katru reizi cits reakcijas vienādojums)! Reakcijas produktu agregātstāvoklis tiek noteikts standartapstākļos (25 °C). (3 punkti)*

Dažas gāzes ļoti labi šķīst ūdenī. Piemēram, 1 litrā ūdens 0 °C var izšķīdināt pat vairāk nekā 500 litrus hlorūdeņraža. Kādā eksperimentā milzīgu kolbu, kuras tilpums bija 20,17 L, piepildīja ar sausu hlorūdeņradi, bet pēc tam tās kaklu iegremdēja ūdenī. Ūdens

piepildīja visu kolbu pilnībā. *Aprēķini HCl molāro koncentrāciju iegūtajā šķīdumā! Pieņem, ka mērījumi veikti normālos apstākļos! (2 punkti)*

Hlora(I) fluorīds ir bezkrāsaina gāze, turpretī bromā(I) hlorīds ir sarkanbrūna gāze. Abi savienojumi sārmainā vidē viegli hidrolizējas, katrs veidojot divus dažādus sāļus. *Uzraksti hlora(I) fluorīda un bromā(I) hlorīda hidrolīzes reakciju vienādojumus KOH šķīdumā (katru atsevišķi)! (4 punkti)*

Hlora(I) fluorīds ir ļoti stiprs oksidētājs. Tas var oksidēt volframu par tā augstāko halogenīdu, vienlaicīgi veidojoties kādai vienkāršai vielai. *Uzraksti ķīmiskās reakcijas vienādojumu šim procesam! (1 punkts)*

Šis volframa augstākais halogenīds istabas temperatūrā arī ir gāze, jo tā vārīšanās temperatūra ir 17,1 °C. *Aprēķini, cik reizes tā tvaiku blīvums ir lielāks par gaisa blīvumu! (1 punkts)*

Arī divi hlora oksīdi ir gāzveida vielas. Hlora(II) oksīds (atklāts 1834. gadā) ir stiprs oksidētājs, tāpēc tā maisījums ar citu gāzi – amonjaku, kuram raksturīgas stipras reducējošās īpašības, eksplodējot ar sevišķi lielu efektivitāti. *Uzraksti šīs ķīmiskās reakcijas vienādojumu! Ievēro, ka hlora(II) savienojumi parasti reducējas par hlora(-I) savienojumiem, bet ļoti liela stabilitāte ir raksturīga slāpekļa molekulai! (3 punkti)*

Hlora(IV) oksīds ir pirmais zināmais hlora oksīds, to atklāja jau 1811. gadā. Laboratorijas apstākļos to var iegūt, reducējot sudraba hlorātu AgClO_3 ar hloru. Reakcijā rodas trīs produkti, no kuriem viens ir vienkārša viela. *Uzraksti šīs ķīmiskās reakcijas vienādojumu! (2 punkti)*

3. uzdevums. **Kas gan var būt noderīgāks par poloniju...** (12 punkti)

Polonijs ir radioaktīvs elements, kuru 1898. gadā atklāja Marija Kirī. Lai arī šis elements nelielos daudzumos ir atrodams urāna rūdās, mūsdienās to ražo ar neitroniem apstarojot ^{209}Bi izotopu. Šajā procesā rodas ^{210}Bi , kurš ātri beta sadalīšanās procesā pārvēršas par ^{210}Po . Polonija pussabrukšanas periods ir 138 dienas, un tā sabrukšanā rodas hēlija atoma kodoli.

Uzraksti minēto kodolreakciju vienādojumus! (3 punkti)

Tā kā ^{210}Po ir salīdzinoši īss pussabrukšanas periods, un tas ir alfa daļiņu avots, tas un tā savienojumi sasilst (uzkarst) paši no sevis. Šī iemesla dēļ polonijs tiek izmantots radioizotopu sildītājos un termogeneratoros, lai apsildītu un nodrošinātu satelītus ar elektrību. Pieņemsim, ka satelīta palaišanas brīdī tas satur 2 g ^{210}Po , kura jauda ir $P = 141 \text{ W} \cdot \text{g}^{-1}$. *Aprēķini, kāda būs tā jauda pēc 276 dienām! (3 punkti)*

Kā alternatīvu ^{210}Po var izmantot ^{238}Pu izotopu, kam ir lielāks pussabrukšanas periods, taču mazāka jauda ($P = 0,56 \text{ W} \cdot \text{g}^{-1}$). Zinot, ka pēc 5 gadiem ($t = 5$ gadi), jauda ir kritusies par 4%, nosaki ^{238}Pu pussabrukšanas periodu! (3 punkti)

Padoms: $\ln(m_2/m_1)/\ln(0,5) = t/t_{1/2}$, kā arī $\ln(x) = 2,30 \lg(x)$.

Nosaki, pēc aptuveni cik ilga laika ^{210}Po jauda sakritīs ar sākotnējo ^{238}Pu jaudu! (3 punkti)

4. uzdevums. **Volframa un sēra radniecība** (11 punkti)

Gan volframs, gan sērs ķīmisko saišu veidošanai var izmantot 6 valences (vērtības) elektronus, tāpēc tie veido daudz līdzīgus savienojumus. Viens no šādiem savienojumiem ir volframa(VI) oksīds. Volframa(VI) oksīdu var izmantot stiklu izgatavošanā, kuri kļūst tumši, tiem pievadot elektrisko strāvu. Dabā volframs sastopams minerāla šēlīta formā. No ķīmiskā skatupunkta tas ir kalcija volframāts, kas satur sulfātjoniem analogiskus volframātjonus.

Uzzīmē volframātjona struktūrformulu! Centies parādīt tajā ķīmisko saišu telpisko izvietojumu un informāciju par saišu garumiem (īsāks, garāks)! (3 punkti)

Lai iegūtu volframu, vispirms minerālu šēlītu apstrādā ar koncentrētu nātrija karbonāta ūdens šķīdumu, veidojas baltas nogulsnes, kuras nofiltrē. Filtrātam pievieno sālsskābi, veidojas volframskābe, kuru izkarsējot rodas volframa(VI) oksīds. *Uzraksti atbilstošos ķīmisko reakciju vienādojumus! (3 punkti)*

Uzraksti ķīmiskās reakcijas vienādojumu volframa iegūšanai tīrā veidā no tā oksīda! (2 punkti)

Apskatīsim iepriekš minēto stiklu darbības principu. Caurspīdīgam volframa(VI) oksīda slānim, kurš satur jonu avotus, piemēram, litija sāļus, pievadot elektrisko strāvu, notiek sekojošā reakcija, kurā daļa no litija joniem nokļūst oksīda struktūrā: $WO_3 + x Li^+ + x e^- \rightarrow Li_xWO_3$

Savienojumus, kuru formulas līdzīgas Li_xWO_3 formulai, sauc par volframa bronzām un to krāsa ir atkarīga no x vērtības. Tipiska vērtība ir x = 0,3, tad novērojama tumši zila krāsa.

Nosaki volframa oksidēšanas pakāpi, ja x = 1! (1 punkts)

Nosaki vidējo volframa oksidēšanas pakāpi, ja x = 0,3! (2 punkti)

5. uzdevums. **Kas gan var noderīgāks par spirtu...** (11 punkti)

Organisko savienojumu degšanu izmanto enerģijas un siltuma iegūšanai.

Uzraksti etanola sadegšanas termokīmisko vienādojumu, ja zināms, ka sadegot 1 molam etanola izdalās 1370 kJ enerģijas! (2 punkti)

Aprēķini etanola īpatnējo sadegšanas siltumu (siltuma daudzumu, kas izdalās sadegot vienam kilogramam etanola)! Rezultātu izsaki kJ/kg! (1 punkts)

Salīdzini etanola un metanola īpatnējo sadegšanas siltumu, ja zināms, ka sadegot 1 molam metanola rodas 715 kJ enerģijas! (2 punkti)

Šis ievērojamais enerģijas daudzums padara etanolu par potenciālu enerģijas avotu baterijās. Viens no iespējamajiem veidiem ir etanola degvielas šūnas, kurās notiek katalītiska etanola oksidēšana. Tajā pie anoda notiekošo procesu (anodreakciju) var aprakstīt šādā veidā (vienādojuma labā un kreisā puse nav novienādotas): $C_2H_5OH + H_2O \rightarrow H^+ + e^- + CO_2$

Uzraksti novienādotu katodreakciju, ievērojot to, ka summārā reakcija atbilst etanola sadegšanas reakcijai! (2 punkti)

Uzraksti novienādotu anodreakciju! (1 punkts)

Šūnas darbības gaitā no anoda izdalījās 35,60 L gāzes (25 °C°, 100 kPa). *Aprēķini, cik daudz enerģijas šūna saražoja! (2 punkti)*

Zinot, ka process notika 150 minūtes, nosaki šūnas jaudu! (1 punkts)

1. uzdevums. **Legendām apvītais sakausējums** (12 punkti)

Orikalkums ir metāls vai tā sakausējums, kas pieminēts vairākos senajos rakstos. Viens no šādiem rakstiem ir kāds Platona darbs, kurā tiek stāstīts par Atlantīdu, un minēts, ka orikalkums ir otrs dārgākais metāls aiz zelta, un, ka tas atrodams un tiek iegūts vairākās raktuvēs Atlantīdā. Ir ticams, ka šis metāls varētu būt bronzas vai misiņa paveids. 2015. gadā pie Dželas pilsētas Sicīlijā uz 6. gs. p.m.ē. nogrimuša kuģa vraka tika atrasti metāla stieņi, kas pamatā bija veidoti no vara, cinka, niķeļa un nedaudz dzelzs. Ir pamats domāt, ka šie metāla stieņi varētu būt orikalkums, un šis atradums kārtējo reizi dienasgaismā pacēla nostāstus par Atlantīdu un tās meklējumiem.



5. att.

Lai noteiktu orikalkuma ķīmisko sastāvu, 1,000 g šī sakausējuma sākotnēji šķīdināja koncentrētā sērskābē sildot (šķīdums **A**), savukārt nešķīstošo atlikumu izšķīdināja koncentrētā slāpekļskābē (šķīdums **B**). Abus iegūtos šķīdumus pārnesa katru savā 100 ml mērkolbā. Neizreaģējušo skābi šķīdumā **A** neitralizēja ar amonjaku, savukārt šķīdumā **B** ar nātrija karbonātu, un abus šķīdumus atšķaidīja līdz atzīmei.

No 100 ml mērkolbā pagatavotā **A** šķīduma ņēma 20,0 ml un sildot pievienoja 20 ml dimetilglioksīma šķīduma (pārākumā), novēroja sarkanu nogulšņu veidošanos. Šīs nogulsnes nofiltrēja stikla tīģelfiltrā, to izžāvēja karsējot un noteica, ka nogulšņu masa ir **46,6 mg**. Zināms, ka sarkanbrūnās nogulsnes ir $\text{Ni}(\text{C}_4\text{H}_8\text{N}_2\text{O}_2)_2$.

1. *Nosakiet niķeļa masas daļu sakausējumā!*

No 100 ml mērkolbā pagatavotā **A** šķīduma ņēma 0,125 ml, to iepildīja 100 ml mērkolbā, pievienoja ūdeni, tad borātu buferšķīdumu un organisku kompleksveidotāju cinkonu, un atšķaidīja līdz atzīmei. Cinkons ar cinka joniem veido krāsainu kompleksu savienojumu ar gaismas absorbcijas maksimumu pie 620 nm. Iegūtā šķīduma gaismas absorbcija pie 620 nm bija **0,947**. Papildus tam no cinka jonu standartšķīduma ar koncentrāciju 1,00 mM ņēma 1,00 līdz 5,00 ml un katru tilpumu pārnesa savā 100 ml mērkolbā. Tālāk identiski kā iepriekš pievienoja borātu buferšķīdumu, cinkonu, atšķaidīja līdz atzīmei, un mērīja iegūtā šķīduma absorbciju pie 620 nm, iegūstot tabulā dotos rezultātus.

V (1,00 mM Zn^{2+} standartšķīdums) / ml	$A_{620\text{nm}}$
1	0.251
2	0.498
3	0.752
4	0.997
5	1.252

2. *Pēc iespējas precīzāk nosakiet cinka masas daļu sakausējumā! Ja nepieciešams, zīmējiet kalibrēšanas grafiku,*

No 100 ml mērkolbā pagatavotā **B** šķīduma ņēma 20 ml, to iepildīja koniskajā kolbā un pievienoja 10 ml kālija jodīda šķīdumu (pārākumā). Novēroja brūnganu nogulšņu veidošanos. Iegūto maisījumu titrēja ar standartizētu nātrija tiosulfāta šķīdumu ($c = 0,100 \text{ M}$). Titrējot brūnganais krāsojums sāka izzust, suspensijā paliekot nogulsnēm baltā krāsā. Kad brūnganais krāsojums tikpat kā bija izzudis, pievienoja cietes šķīdumu, un titrēja līdz izzuda intensīvais krāsojums. Titrēšanā patērēja **23,60 ml** titranta.

- 3. Nosakiet vara masas daļu sakausējumā. Uzrakstiet ar vara noteikšanu saistīto ķīmisko reakciju vienādojumus!*
- 4. Balstoties uz iegūtajiem datiem, novērtējiet dzelzs masas daļu sakausējumā, pieņemot, ka sakausējums citus elementus nesatur!*

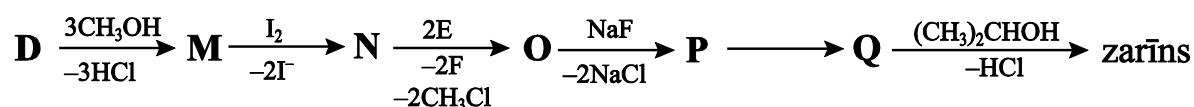
2. uzdevums. Neorganiskās pārvērtības (23 punkti)

Kāds ķīmiskais elements **A** var eksistēt vairākās alotropajās formās, populārākās no kurām ir baltā krāsā (**A₁**) un sarkanā krāsā (**A₂**). Zemā temperatūrā neliela skābekļa daudzuma klātienē veidojas **A** oksīds **B**, savukārt nedaudz paaugstinātā temperatūrā tiek iegūts tā oksīds **C**. Jau istabas temperatūrā **A** reaģē ar hloru, veidojot **D**, kas savukārt paaugstinātā temperatūrā reakcijā ar hloru veido **E**. **D** reakcijā ar skābekli tiek iegūts no trim elementiem sastāvošs savienojums **F**, kuru iespējams iegūt arī **E** reakcijā ar ūdeni.

A reakcijā ar ūdeņradi tiek iegūta bezkrāsaina toksiska gāze **G**. Atšķirībā no periodiskajā sistēmā augstāk esoša elementa veidotā analogā savienojuma, **G** reaģē tikai ar ļoti stiprām skābēm, un pat ar sālsskābi iegūtais savienojums **H** sadalās jau $-25 \text{ }^\circ\text{C}$. Ar jodūdeņradi tiek iegūts stabilāks savienojums **I**, kura hidrolīzē veidojas **G**. Cits **I** iegūšanas ceļš ir sākotnēji **A₂** modifikācijas reakcijā ar jodu iegūt savienojumu **J**, tad to karsējot iegūt citu bināru savienojumu **K** (reakcijā izdalās jods), kuram reaģējot ar **A₁** modifikāciju ūdens klātienē, tiek iegūts **I**, kā vienīgo blakusproduktu iegūstot tikai plašāk zināmo **A** saturošo skābi **L**. Zināms, ka **L** veidojas arī oksīda **C** reakcijā ar ūdeni.

- 1. Uzrakstīt savienojumu **A** – **L** ķīmiskās formulas.*
- 2. Uzrakstīt aprakstīto pārvērtību ķīmisko reakciju vienādojumus.*
- 3. Pēc iespējas skaidrāk (bet lakoniskāk) aprakstīt, kā uzbūves un reaģētspējas ziņā atšķiras **A₁** un **A₂**.*
- 4. Uzzīmējiet **D**, **E**, **F** un **K** Luisa struktūras, pēc iespējas korektāk attēlojot to telpisko uzbūvi.*
- 5. Pēc iespējas skaidrāk un korektāk attēlojiet oksīdu **B** un **C** telpisko uzbūvi.*

Vairāki ķīmisko elementu **A** saturoši savienojumi ir tikuši izmantoti kā kaujas gāzes. Viens no populārākajiem šādiem savienojumiem ir īpaši bīstamā gāze zarīns, ko iespējams pagatavot no savienojuma **D**. **D** reaģējot ar metanolu (CH_3OH) attiecībā 1:3 veidojas savienojums **M**, kā arī 3 ekvivalenti HCl . **M** reakcijā ar jodu elements **A** tiek oksidēts, pārgrupējoties atomiem un veidojoties **N**, kurā ir izveidojusies viena **A**- CH_3 saite. **N** reakcijā ar **E** divas no grupām tiek aizvietotas ar hlora atomiem, veidojoties savienojumam **O**, un kā blakusprodukti izdalās 2 ekvivalenti **F** un 2 ekvivalenti CH_3Cl . **O** reakcijā ar 2 ekvivalentiem NaF , notiek halogēnu aizvietošanās un rodas **P**. Reaģējot **O** un **P** attiecībā 1:1, notiek daļēja halogēnu apmaiņa, un rodas 2 ekvivalenti **Q**. **Q** reaģē ar 1 ekvivalentu izopropanola (CH_3)₂ CHOH tiek iegūts zarīns un izdalās 1 ekvivalents HCl .



6. Uzrakstīt savienojumu **M** – **Q** un zarīna ķīmiskās formulas, pēc iespējas skaidrāk attēlojot atomu savstarpējo saistību tajos.

3. uzdevums. Krāsainais labirints (10 punkti)

Šajā uzdevumā apskatīsim dažādu neorganisko savienojumu pigmentus.

(a) **Mangāna violetais** ir pirofosfāta dubultsāls. Kā katjoni šajā sāļī ir amonija jons un mangāna jons. Noteikt oksidēšanās pakāpi mangānam, ja zināms, ka savienojuma molmasa ir 247 g/mol. Uzrakstīt savienojuma ķīmisko formulu. *Padoms: pirofosfāta jons ir $\text{P}_2\text{O}_7^{4-}$.*

(b) **Hroma zaļais** ir binārs savienojums, kurā hroma masas daļa ir 68%. Aprēķināt formulu šim pigmentam. Sākotnēji šis savienojums tika iegūts, reducējot nātrija dihromātu ar sēru. Uzrakstīt šīs reakcijas vienādojumu.

(c) **Parīzes zaļā molmasa** ir 1016 g/mol un tā sastāvā ir acetātjoni ($\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2^-$), varš (II) un vēl kāds neorganisks oksianjons. Zinot, ka vara masas daļa ir 25%, oglekļa masas daļa ir 4,7%, un oksianjons ir formā $(\text{X}_y\text{O}_{2y})^{3-}$, noteikt šo oksianjonu un tādējādi kopējo savienojuma molekulformulu.

(d) **Realgārs** un **Orpiments** (sarkani un dzelteni pigmenti attiecīgi) ir bināri savienojumi, kuri sastāv no blakus grupās esošiem nemetāliem. To molmasas ir 107 g/mol un 246 g/mol. Noteikt formulas šiem pigmentiem. Viens no šajos savienojumos ietilpstošajiem elementiem ir arī Parīzes zaļā sastāvā.

4. uzdevums. Elektrolīzeris (15 punkti)

Nēma 100 g 20% nātrija hlorīda ūdens šķīduma un to elektrolizēja 7,00 h ar 0,650 A stipru strāvu. Pie anoda izdalīto gāzi laida caur piesātinātu sudraba hlorāta šķīdumu, iegūstot baltas nogulsnes, skābekli un hlora (IV) oksīdu. Nogulsnes izžāvēja un noteica, ka to masa ir 10,00 g. Tomēr ir zināms, ka daļa no pie anoda izdalītās gāzes reaģē ar pašu elektrolīzē iegūto šķīdumu. Šim nolūkam visu pēc elektrolīzes iegūto šķīdumu uzmanīgi ietvaicēja pazeminātā spiedienā 40 °C temperatūrā un noteica, ka sausā atlikuma masa ir 19,51 g. Tad sauso atlikumu izkarsēja 100 °C temperatūrā un novēroja, ka tā masa samazinās līdz 18,71 g.

1. Uzrakstiet nātrija hlorīda ūdens šķīduma elektrolīzes reakcijas vienādojumu, norādot, kāds process notiek pie anoda, un kāds pie katoda.
2. Uzrakstīt visu aprakstīto pārvērtību ķīmisko reakciju vienādojumus.
3. Aprēķināt no elektrolīzes iekārtas izdalītā hlora daudzumu.
4. Aprēķināt ar elektrolīzes šķīdumu izreaģējušā hlora daudzumu.
5. Aprēķināt elektrolīzes praktisko iznākumu procentos pēc kopā iegūtā hlora daudzuma.
6. Aprēķināt ietvaicējot pazeminātā spiedienā 40 °C temperatūrā iegūtā sausā atlikuma sastāvu masas daļās procentos.

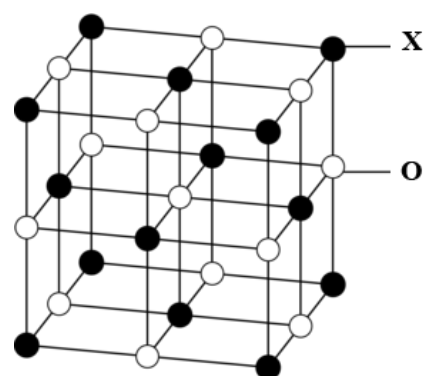
5. uzdevums. **Nevienāda oksīds** (16 punkti)

Kādam metālam **X** ir zināmi oksīdi **A**, **B** un **C**, katrā no kuriem metālam ir sava oksidēšanās pakāpe, lai gan par izplatītu un labi zināmu var uzskatīt tikai **A**. **X** reakcijā gan ar skābekli 700 °C, gan ūdeni 800 °C tiek iegūts oksīds **A**. Lai iegūtu 1,001 g **A**, nepieciešams 0,600 g metāla **X**.

A reakcijā ar pašu metālu **X** 1000 °C veidojas violets oksīds **B**, kurš veido dabā ļoti reti izplatītu minerālu tistarītu. **A** reakcijā ar **X** 1500 °C veidojas dzeltens oksīds **C**. Skābi **C** šķīdumi īslaicīgi ir stabili, taču ar laiku **X** oksidēšanās pakāpe palielinās par vienu, veidojot intensīvi violetu **X** jonus saturošu šķīdumu, kas ir raksturīga krāsa **X** šādā oksidēšanās pakāpē.

1. Kas ir metāls **X** un oksīdi **A** – **C**?
2. Uzrakstīt aprakstīto pārvērtību ķīmisko reakciju vienādojumus.

Oksīds **C** ir nestehiometrisks, un to iegūstot tā ķīmiskajā formulā XO_y y vērtība var būt gan lielāka, gan mazāka nekā tā, kas atbilst teorētiskajai stehiometrijai. Tas saistīts ar to, ka **C** kristāliskajā struktūrā dažas no **X** un dažas no skābekļa atomu pozīcijām nav aizņemtas. Zināms, ka **C** kristalizējas ar identisku struktūru kā halīts (NaCl). Tā elementāršūna ir dota 6. attēlā. Zināms, ka kādā **C** paraugā 7% no kristāliskās struktūras atomu pozīcijām ir neaizņemtas.



6. att.

3. Aprēķināt, uz cik elementāršūnām **C** struktūrā atrodas viena pilna vakanta atoma pozīcija (vienalga vai **X**, vai **O**), ja tās visā kristālā izkliedētas vienmērīgi. Skaidri parādiat aprēķinu gaitu! Padoms: elementāršūnai pieder 1/8 no atoma kuba virsotnē, 1/4 no atoma uz kuba šķautnes un 1/2 no atoma uz kuba skaldnes.

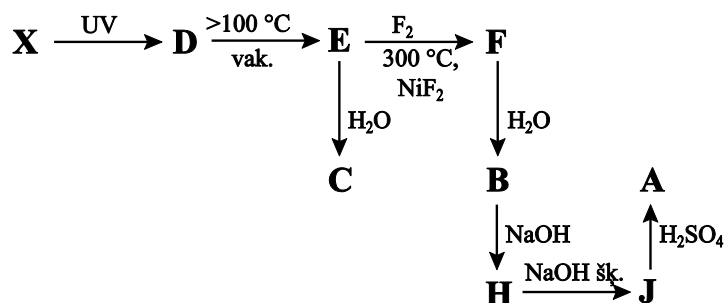
Lai noteiktu precīzu **C** ķīmisko formu (y vērtību), ņēma 0,1000 g tā parauga un to karsējot šķīdināja koncentrētā sērskābē, tādejādi pie reizes oksidējot **X** līdz tā stabilākajai oksidēšanās pakāpei. Iegūto šķīdumu atdzesēja, atšķaidīja ar ūdeni un pievienoja koncentrētu sālsskābi. Pēc tam šķīdumam pievienoja alumīniju. Pēc alumīnija izšķīšanas, šķīduma krāsa nomainījās uz violetu. Šķīdumu atdzesēja un titrēja ar 0,100 M dzelzs (III) amonija sulfātu, kā indikatoru lietojot kālija tiocianāta šķīdumu. Titrēšanā patērēja 16,14 ml titranta. Zināms, ka titrēšanas reakcijā 1 mol **X** jonus reagē ar 1 mol titranta.

4. Aprēķināt y vērtību analizētajā XO_y (oksīda **C**) paraugā.
5. Uzrakstīt ar parauga sagatavošanu, titrēšanu un indikatora krāsas maiņu saistīto pārvērtību ķīmisko reakciju vienādojumus.

6. uzdevums. Atšķirīgā ķīmija (14 punkti)

Ķīmiskais elements **X** tiek izmantots gan dažādu ikdienā lietojamu gaismas avotu, gan pētnieciskajās iekārtās lietojamu lāzeru pagatavošanā. Tā ķīmiskās īpašības ir izteikti atšķirīgas no citiem elementiem, kas atrodas tajā pašā periodiskās tabulas grupā. Ķīmiskajos savienojumos tam ir zināmas oksidēšanās pakāpes +2,+4,+6 un +8. Divi tā stabilākie oksīdi **A** un **B**, kas gan tik un tā ir sprādzienbīstami (**A** eksplodē $-36\text{ }^{\circ}\text{C}$, bet **B** $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$), ir zināmi jau sen, savukārt trešais tā oksīds **C** ir vēl nestabilāks un tika iegūts tikai 2011. gadā. Nevienu no šiem oksīdiem nevar iegūt **X** reakcijā ar skābekli, bet **B** un **C** veidojas **X** halogenīdu hidrolīzē.

X jau saules starojuma UV komponentes iedarbībā reaģē ar fluoru, veidojot **D**. **D** $>100\text{ }^{\circ}\text{C}$ vakuumā disproporcionējas par **X** un **E**. **E** $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ katalizatora NiF_2 klātienē paaugstinātā spiedienā reaģē ar F_2 , veidojot **F**. **F** hidrolīzē rodas oksīds **B**, savukārt oksīdu **C** iegūst ledum reaģējot ar savienojumu **E**. Zināms, ka fluora masas daļa savienojumā **F** ir 46,48%.

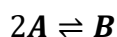


B ir vāja skābe, kas sārmainā vidē veido vienvērtību anjonu **G** (skābekļa masas daļa tajā ir 32,60%). Tā, piemēra, **B** reakcijā ar nātrija hidroksīdu veidojas **G** saturošs sāls **H**. Tomēr bāziskā šķīdumā **G** joni nav stabili un ar laiku disproporcionējas, veidojot **X** un četrvērtīgu anjonu **I** (skābekļa masas daļa tajā ir 42,26%). Tā no **H** veidojas **I** saturošs sāls **J**. **J** reakcijā ar sērskābi veidojas oksīds **A**.

1. Kas ir elements **X**?
2. Uzrakstīt savienojumu **A** – **F**, **H** un **J**, kā arī jonu **G** un **I** ķīmiskās formulas!
3. Uzzīmējiet **D**, **E**, **F**, **G** un **I** Luisa struktūras, pēc iespējas korektāk attēlojot to telpisko uzbūvi.
4. Paskaidrojiet, kādas ir ķīmiskās atšķirības, kas atšķir **X** no citiem elementiem tajā pat periodiskās sistēmas grupā.

7. uzdevums. Termodinamika atmosfērā (16 punkti)

Atmosfērā ir sastopama brūna gāze **A**, kas nosaka fotoķīmiskā smoga krāsu. **A** rodas fosilā kurināmā un biomasas sadegšanas procesā, kā arī oksidatīvā bezkrāsainas gāzes **C** ar raksturīgu smaku sadalīšanās reakcijā atmosfērā. **A** ir ļoti reaģētspējīgs savienojums, kas eksistē līdzsvarā ar tā bezkrāsaino dimēru **B** saskaņā ar šādu ķīmisko reakciju:



1. Uzrakstīt **A**, **B** un **C** ķīmiskās formulas.
2. Pēc iespējas precīzāk uzzīmējiet **A** un **B** Luisa struktūrformulas. Pamatojiet, kādēļ **A** ir ļoti reaģētspējīga molekula!

Tabulā ir dotas **A** un **B** veidošanās entalpijas un molārās entropijas 298,15 K temperatūrā standartapstākļos.

Viela (agregātstāvoklis)	$\Delta_{\text{raš}}H^\circ / \text{kJ mol}^{-1}$	$\Delta S^\circ / \text{J mol}^{-1} \text{K}^{-1}$
A (g)	33,18	240,06
B (g)	9,16	304,29

3. Izmantojot dotos datus aprēķiniet **A** dimerizācijas reakcijas i) entalpiju $\Delta_{\text{reakc}}H^\circ$ un ii) entropiju $\Delta_{\text{reakc}}S^\circ$ 298,15 K temperatūrā.
4. Balstoties uz jūsu iegūtajiem rezultātiem
 - i. nosakiet, vai dimerizācijas reakcija ir eksotermiska vai endotermiska;
 - ii. Izskaidrojiet, kādēļ reakcijas entropija ir ar + vai – zīmi!
5. Balstoties uz dimerizācijas reakciju un tās siltumefektu $\Delta_{\text{reakc}}H^\circ$, nosakiet, kā līdzsvaru nobīdīs
 - i. Temperatūras palielināšana;
 - ii. Kopējā spiediena palielināšana.
6. Pieņemot, ka reakcijas entalpija $\Delta_{\text{reakc}}H^\circ$ un entropija $\Delta_{\text{reakc}}S^\circ$ nav atkarīga no temperatūras, aprēķiniet
 - i. Reakcijas Gibbsa enerģiju $\Delta_{\text{reakc}}G$ 25 °C un 100 °C temperatūrā.
 - ii. Reakcijas līdzsvara konstanti K 25 °C un 100 °C temperatūrā.
7. Zinot, ka gan tiešā, gan apgriezeniskā reakcija ir ātra, un līdz ar to vielu daudzumus nosaka reakcijas termodinamiskie parametri, izspriediet, kas notiks ar līdzsvaru 25 °C un kas 100 °C temperatūrā!

Noslēgtā traukā 100 °C temperatūrā iepildīja gāzi **A** tādā daudzumā, kad tās parciālais spiediens pirms jebkādu ķīmisko pārvērtību sākšanās bija 1,00 bārs.

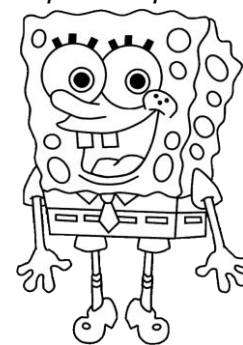
8. Aprēķiniet, kāds būs **A** un **B** parciālais spiediens pēc līdzsvara iestāšanās! Kādā krāsā būs reakcijas maisījums?

Kopā 119 punkti

1. uzdevums **Kvadrātskābe** (12 punkti)

Kvadrātskābe ir organiska skābe, kas satur tikai oglekļa, ūdeņraža un skābekļa atomus. Sadedzinot 1,000 g kvadrātskābes iegūst 0,1580 g ūdens un 0,8693 L ogļskābās gāzes (1,00 bar spiedienā 25,0 °C temperatūrā).

1. Nosakiet kvadrātskābes empīrisko formulu un molekulformulu, ja zināms, ka tās molmasa ir lielāka nekā etiķskābei, bet mazāka nekā benzoskābei.
2. Uzzīmējiet četras iespējamās šī savienojuma struktūrformulas. Balstoties uz vielas nosaukumu, kā arī faktu, ka šī **nav** karbonskābe, atzīmējiet, kura no struktūrformulām atbilst kvadrātskābei.
3. Uzzīmējiet visas rezonanses struktūrformulas anjonam, kas tiek iegūts, kvadrātskābei reaģējot ar nātrija hidroksīdu pārākumā.
4. Paskaidrojiet, kādēļ kvadrātskābe ir ļoti stipra organiskā skābe ($pK_{a,1} = 1,50$)!
5. Vai kvadrātskābe ir aromātiska? Pamatojiet!

2. uzdevums. **Neorganiskās pārvērtības** (23 punkti)

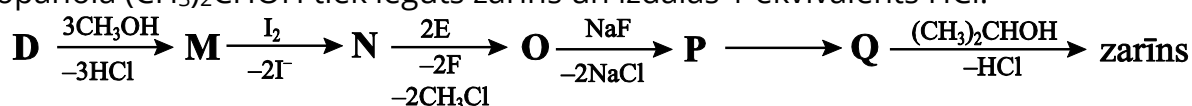
Kāds ķīmiskais elements **A** var eksistēt vairākās alotropajās formās, populārākās no kurām ir baltā krāsā (**A₁**) un sarkanā krāsā (**A₂**). Zemā temperatūrā neliela skābekļa daudzuma klātienē veidojas **A** oksīds **B**, savukārt nedaudz paaugstinātā temperatūrā tiek iegūts tā oksīds **C**. Jau istabas temperatūrā **A** reaģē ar hloru, veidojot **D**, kas savukārt paaugstinātā temperatūrā reakcijā ar hloru veido **E**. **D** reakcijā ar skābekli tiek iegūts no trim elementiem sastāvošs savienojums **F**, kuru iespējams iegūt arī **E** reakcijā ar ūdeni.

A reakcijā ar ūdeņradi tiek iegūta bezkrāsaina toksiska gāze **G**. Atšķirībā no periodiskajā sistēmā augstāk esoša elementa veidotā analogā savienojuma, **G** reaģē tikai ar ļoti stiprām skābēm, un pat ar sāļsskābi iegūtais savienojums **H** sadalās jau -25 °C. Ar jodūdeņradi tiek iegūts stabilāks savienojums **I**, kura hidrolīzē veidojas **G**. Cits **I** iegūšanas ceļš ir sākotnēji **A₂** modifikācijas reakcijā ar jodu iegūt savienojumu **J**, tad to karsējot iegūt citu bināru savienojumu **K** (reakcijā izdalās jods), kuram reaģējot ar **A₁** modifikāciju ūdens klātienē tiek iegūts **I**, kā vienīgo blakusproduktu iegūstot tikai plašāk zināmo **A** saturošo skābi **L**. Zināms, ka **L** veidojas arī oksīda **C** reakcijā ar ūdeni.

1. Uzrakstīt savienojumu **A** – **L** ķīmiskās formulas.
2. Uzrakstīt aprakstīto pārvērtību ķīmisko reakciju vienādojumus.
3. Pēc iespējas skaidrāk (bet lakoniskāk) aprakstīt, kā uzbūves un reaģētspējas ziņā atšķiras **A₁** un **A₂**.
4. Uzzīmējiet **D**, **E**, **F** un **K** Luisa struktūras, pēc iespējas korektāk attēlojot to telpisko uzbūvi.
5. Pēc iespējas skaidrāk un korektāk attēlojiet oksīdu **B** un **C** telpisko uzbūvi.

Vairāki ķīmisko elementu **A** saturoši savienojumi ir tikuši izmantoti kā kaujas gāzes. Viens no populārākajiem šādiem savienojumiem ir īpaši bīstamā gāze zarīns, ko iespējams pagatavot no savienojuma **D**. **D** reaģējot ar metanolu (CH₃OH) attiecībā 1:3 veidojas

savienojums **M**, kā arī 3 ekvivalenti HCl. **M** reakcijā ar jodu elements **A** tiek oksidēts, pārgrupējoties atomiem un veidojoties **N**, kurā ir izveidojusies viena **A-CH₃** saite. **N** reakcijā ar **E** divas no grupām tiek aizvietotas ar hlora atomiem, veidojoties savienojumam **O**, un kā blakusprodukti izdalās 2 ekvivalenti **F** un 2 ekvivalenti CH₃Cl. **O** reakcijā ar 2 ekvivalentiem NaF, notiek halogēnu aizvietošanās un rodas **P**. Reagējot **O** un **P** attiecībā 1:1, notiek daļēja halogēnu apmaiņa, un rodas 2 ekvivalenti **Q**. **Q** reagē ar 1 ekvivalentu izopropanola (CH₃)₂CHOH tiek iegūts zarīns un izdalās 1 ekvivalents HCl.



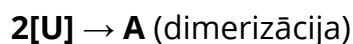
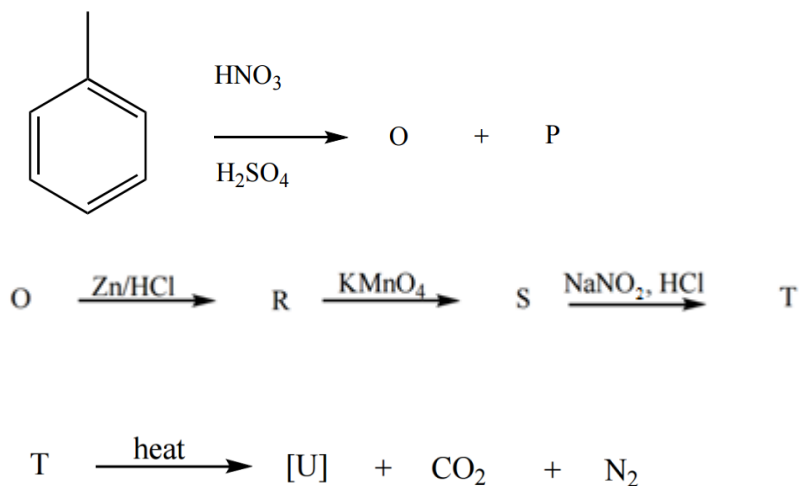
6. Uzrakstīt savienojumu **M** – **Q** un zarīna ķīmiskās formulas, pēc iespējas skaidrāk attēlojot atomu savstarpējo saistību tajos.

3. uzdevums. Dīvainās dimerizācijas produkts (14 punkti)

Apskatīsim interesantu ķīmisko savienojumu **A**. Ir zināms, ka:

- **A** empīriskā formula ir C₁₂H₈.
- Visi tajā ietilpstošie oglekļa atomi ir sp² hibridizēti.
- Savienojumā ir divi ūdeņraža atomu "tipi" (2 KMR signāli). Visi viena tipa ūdeņraži ir ķīmiski ekvivalenti, tas ir – no to "perspektīvas" molekula izskatās vienāda, piemēram, visi benzola ūdeņraži ir ķīmiski ekvivalenti.
- Molekulai ir simetrijas centrs.
- Molekulā ir 3 cikli un 6 dubultsaites.

Apskatīsim savienojuma **A** sintēzi:



*ar „heat” apzīmēta karsēšana.

Noderīga informācija:

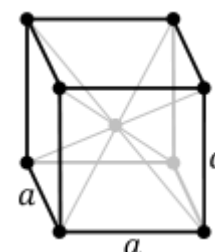
- Oglekļa masas daļa **R** ir 78,38%
- Skābekļa masas daļa **S** ir 23,33%
- **T** ir cviterjons (satur gan pozitīvi, gan negatīvi lādētu grupu), kurā slāpekļa masas daļa ir 18,91%.
- **[U]** ir nestabils starpprodukts, un **A** ir **[U]** dimērs.

- **O** molekulā nav simetrijas ass.
- Cinkam reaģējot ar sālsskābi, izdalās H_2 . Tas absorbējas uz cinka virsmas un kļūst ķīmiski aktīvāks.
 1. Attēlojiet savienojumu **A**, un **O** – **U** struktūrformulas.
 2. Kā ir galvenais reakcijas $T \rightarrow U$ virzītājspēks?
 3. Kāpēc reakcijā ar toluolu **O** veidosies pārākumā?
 4. Kas ir galvenais savienojuma **U** nestabilitātes cēlonis?

4. uzdevums. Daudzkrāsainais metāls (14 punkti)

X ir sudrappelēcīgs (citos avotos - sudrabbalts) metāls, kuru izmanto kā piedevu īpaši izturīga tērauda pagatavošanā, kā arī citu īpaši izturīgu sakausējumu pagatavošanā, kas paredzēti darbam augstās temperatūrās.

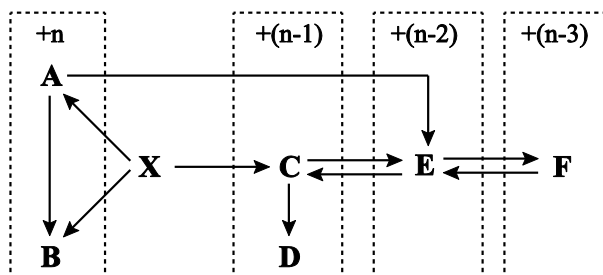
Zināms, ka metāls **X** kristalizējas tilpumā-centrētā kubiskajā (*bcc*) kristālrežģī ar elementāršūnas malas garumu $a = 303 \text{ pm}$ un tā blīvums ir $6,08 \text{ g cm}^{-3}$. Tā elementāršūna dota 7. attēlā.



7. att.

1. Aprēķināt elementāršūnas tilpumu (cm^3)!
2. Aprēķināt **X** atommasu un noteikt, kas ir metāls **X**! Padoms: katrā kuba virsotnē atrodas $1/8$ no atoma.

X ir stabilas četras viena otrai blakus esošas pozitīvas oksidēšanās pakāpes no $+(n-3)$ līdz $+n$, un attiecīgo savienojumu ūdens šķīdumiem katram ir sava raksturīga krāsa. **X** reakcijā ar skābekli iegūst brūngandzeltenu tā oksīdu **A** ar augstāko oksidēšanās pakāpi $+n$. **A** attiecība 1:1 reaģē ar koncentrētu Na_2CO_3 šķīdumu, veidojot **B** – dzeltenu **X** oksoaniona sāli – un izdalot bezkrāsainu gāzi. **B** veidojas arī **X** reakcijā ar nātrija hidroksīdu skābekļa klātienē. **X** reakcijā ar HCl un konc. HNO_3 iegūst tumši sarkanu bināru šķīdumu **C** un bezkrāsainu reaģētspējīgu gāzi. **C** ar ūdeni daļēji hidrolizējas, veidojot trīs elementus saturošu savienojumu **D**, kura ūdens šķīdums ir zilā krāsā. **C** $160^\circ C$ sadalās par **E** un dzeltenzaļu gāzi. **E** ūdens šķīdums ir zaļā krāsā. Alternatīvi, **E** iegūst pie katoda elektrolizējot **A** suspensiju sālsskābē. Interesanti, ka $400^\circ C$ **E** disproporcionējas par **C** un **F**, savukārt $>500^\circ C$ sadalās par **F** un dzeltenzaļu gāzi. **F** ir spēcīgs oksidētājs, tādēļ jau pat atšķaidītā sālsskābes šķīdumā pārvēršas par **E**, izdalot bezkrāsainu gāzi. **F** ūdens šķīdums ir violetā krāsā. Zināms, ka pārvērtībā no **C** par **E** savienojuma molmasa samazinās par 18,4%.



3. Nosakiet, kas ir metāls **X** (ja nenoteicāt to jau iepriekš) un savienojumi **A** – **F**.
4. Uzrakstīt visu aprakstīto pārvērtību ķīmisko reakciju vienādojumus!

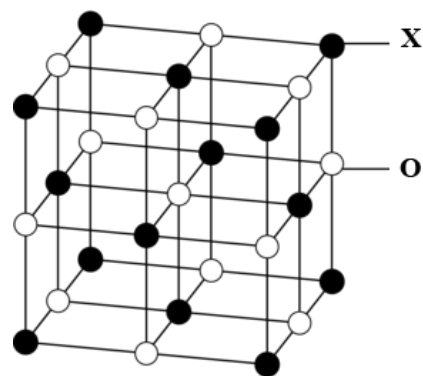
5. uzdevums. **Nevienāda oksīds** (16 punkti)

Kādam metālam **X** ir zināmi oksīdi **A**, **B** un **C**, katrā no kuriem metālam ir sava oksidēšanās pakāpe, lai gan par izplatītu un labi zināmu var uzskatīt tikai **A**. **X** reakcijā gan ar skābekli 700 °C, gan ūdeni 800 °C tiek iegūts oksīds **A**. Lai iegūtu 1,001 g **A**, nepieciešams 0,600 g metāla **X**.

A reakcijā ar pašu metālu **X** 1000 °C veidojas violets oksīds **B**, kurš veido dabā ļoti reti izplatītu minerālu tīstārītu. **A** reakcijā ar **X** 1500 °C veidojas dzeltens oksīds **C**. Skābi **C** šķīdumi īslaicīgi ir stabili, taču ar laiku **X** oksidēšanās pakāpe palielinās par vienu, veidojot intensīvi violetu **X** jonus saturošu šķīdumu, kas ir raksturīga krāsa **X** šādā oksidēšanās pakāpē.

1. Kas ir metāls **X** un oksīdi **A** – **C**?
2. Uzrakstīt aprakstīto pārvērtību ķīmisko reakciju vienādojumus.

Oksīds **C** ir nestehiometrisks, un to iegūstot tā ķīmiskajā formulā XO_y y vērtība var būt gan lielāka, gan mazāka nekā tā, kas atbilst teorētiskajai stehiometrijai. Tas saistīts ar to, ka **C** kristāliskajā struktūrā dažas no **X** un dažas no skābekļa atomu pozīcijām nav aizņemtas. Zināms, ka **C** kristalizējas ar identisku struktūru kā halīts (NaCl). Tā elementāršūna ir dota 8. attēlā. Zināms, ka kādā **C** paraugā 7% no kristāliskās struktūras atomu pozīcijām ir neaizņemtas.



8. att.

3. Aprēķināt, uz cik elementāršūnām **C** struktūrā atrodas viena pilna vakanta atoma pozīcija (vienalga vai **X**, vai **O**), ja tās visā kristālā izklidētas vienmērīgi. Skaidri parādiet aprēķinu gaitu! Padoms: elementāršūnai pieder $1/8$ no atoma kuba virsotnē, $1/4$ no atoma uz kuba šķautnes un $1/2$ no atoma uz kuba skaldnes.

Lai noteiktu precīzu **C** ķīmisko formu (y vērtību), ņēma 0,1000 g tā parauga un to karsējot šķīdināja koncentrētā sērskābē, tādejādi pie reizes oksidējot **X** līdz tā stabilākajai oksidēšanās pakāpei. Iegūto šķīdumu atdzesēja, atšķaidīja ar ūdeni un pievienoja koncentrētu sālsskābi. Pēc tam šķīdumam pievienoja alumīniju. Pēc alumīnija izšķīšanas, šķīduma krāsa nomainījās uz violetu. Šķīdumu atdzesēja un titrēja ar 0,100 M dzelzs (III) amonija sulfātu, kā indikatoru lietojot kālija tiocianāta šķīdumu. Titrēšanā patērēja 16,14 ml titranta. Zināms, ka titrēšanas reakcijā 1 mol **X** jonu reagē ar 1 mol titranta.

4. Aprēķināt y vērtību analizētajā XO_y (oksīda **C**) paraugā.
5. Uzrakstīt ar parauga sagatavošanu, titrēšanu un indikatora krāsas maiņu saistīto pārvērtību ķīmisko reakciju vienādojumus.

Papildu informācija par uzdevumu:

Zināšanas, kas tiek sagaidītas no skolēna:

- Izpratne par elementāršūnas jēdzienu, tās saistību ar kristāliskām vielām un uzbūves principiem.

6. uzdevums. Sudraba izšķīdināšana (18 punkti)

Sudrabam ir zināmi divi oksīdi – **A** un **B**, kurus abus var iegūt no sudraba (I) nitrāta. Pievienojot sudraba (I) nitrāta šķīdumam nātrija hidroksīdu, kā starpproduktu iegūst **C**, kas ātri sadalās par stabilu melnu oksīdu **A**. Otru oksīdu **B** savukārt var iegūt, cietu sudraba (I) nitrātu pievienojot nātrija persulfāta ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$) šķīdumam. Šajā reakcijā sērs savu oksidēšanās pakāpi nemaina. Oksīdā **B** elementu masas attiecība ir 6,74 : 1.

1. Uzrakstiet **A** – **C** ķīmiskās formulas un aprakstīto ķīmisko reakciju vienādojumus.

Eksperimentāli noteikts, ka oksīds **B** ir diamagnētisks, un tā kristāliskajā struktūrā sudraba atomi vienādā daudzumā ieņem divus atšķirīgus koordinācijas veidus.

2. Nosakiet, kāda ir sudraba oksidēšanās pakāpe oksīdā **B**, un attiecīgi uzdodiet tā korektu pieraksta veidu. Savu atbildi pamatojiet, izmantojot doto informāciju!

A suspensija viegli reaģē ar sālsskābi, veidojot mazšķīstošo sudraba (I) hlorīdu. Sudraba hlorīda šķīdības līdzsvaru apraksta vienādojums $K_{sp} = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]$, un, iestājoties līdzsvaram, šis vienādojums jebkuros apstākļos būs spēkā. 25 °C temperatūrā līdzsvara konstante $K_{sp} = 1,77 \cdot 10^{-10}$.

3. Aprēķiniet sudraba hlorīda šķīdību ūdenī (mol L^{-1} un mg L^{-1}), ja zināms, ka šķīdinot tīru sudraba hlorīdu, rodas vienāds Ag^+ un Cl^- jonu daudzums!

4. Aprēķiniet sudraba hlorīda šķīdību piesātinātā NaCl šķīdumā (mol L^{-1}), ja pieņem, ka nenotiek blakusreakcijas, un šādos apstākļos Cl^- jonu koncentrācija ir vienāda ar NaCl koncentrāciju! Zināms, ka 25 °C NaCl šķīdība 100 g H_2O ir 36,0 g, un pies. NaCl šķīduma blīvums ir $1,20 \text{ g ml}^{-1}$.

Patiesībā hlorīdjonu pārākumā veidojas kompleksais jons AgCl_2^- , un šī jona summārā stabilitātes konstante $K_{stab} = 1,80 \cdot 10^5$, kas atbilst līdzsvara vienādojumam

$$K_{stab} = \frac{[\text{AgCl}_2^-]}{[\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]^2}$$

Šādos apstākļos darbojas gan kompleksveidošanās, gan šķīdības līdzsvars, turklāt kopējā sudraba hlorīda šķīdība ir vienāda ar jonu Ag^+ un AgCl_2^- koncentrāciju summu.

5. Aprēķiniet sudraba hlorīda šķīdību piesātinātā NaCl šķīdumā (mol L^{-1} un mg L^{-1}), ņemot vērā kompleksveidošanās līdzsvaru. Arī šādos apstākļos Cl^- jonu koncentrācija ir vienāda ar NaCl koncentrāciju!

Cits variants sudraba hlorīda šķīdības izmainīšanai ir amonjaka šķīduma pievienošana. Amonjaka klātienē veidojas kompleksais jons $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+$, un šī jona summārā stabilitātes konstante $K_{stab} = 1,60 \cdot 10^7$, kas atbilst līdzsvara vienādojumam

$$K_{stab} = \frac{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+]}{[\text{Ag}^+][\text{NH}_3]^2}$$

Ja pievienotā amonjaka koncentrācija ir liela, var pieņemt, ka NH_3 koncentrācija kompleksveidošanās procesā neizmainās. Kopējā sudraba hlorīda šķīdība ir vienāda ar jonu Ag^+ un $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+$ koncentrāciju summu.

6. Aprēķiniet sudraba hlorīda šķīdību 25% amonjaka šķīdumā (mol L^{-1} un mg L^{-1}), ņemot vērā kompleksveidošanās līdzsvaru. 25% amonjaka šķīduma blīvums ir $0,907 \text{ g ml}^{-1}$.

7. uzdevums. Dzīvības pirmsākumi (22 punkti)

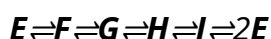
Formozes reakcija jeb Butļerova reakcija ir labi izpētīts ķīmiskais process, kas varētu būt viens no dzīvības rašanās cēloņiem. Formozes reakcijā no formaldehīda ūdens šķīdumā bāziskos apstākļos veidojas C₃-C₇ cukuri, kā arī milzīgs skaits citu produktu.

Vispirms apskatīsim Formozes reakcijas blakusreakciju – *Cannizzaro* reakciju, kurā reaģējot divām formaldehīda molekulām veidojas divi dažādi tā disproporcionēšanas produkti **A** un **B** (vispārīgi *Cannizzaro* reakcija ir jebkura aldehīda disproporcionēšanās reakcija). Koncentrētā sērskābē **A** reaģē ar **B**, veidojot savienojumu **C** ar spēcīgu smaku un ūdeni. **B** ir stipra skābe; **A**, nokļūstot cilvēka organismā, pārvēršas par formaldehīdu.

1. Uzrakstiet savienojumu **A**, **B** un **C** nosaukumus pēc IUPAC nomenklatūras!

Formozes reakcijas mehānisma pirmā stadija ir cita, ļoti lēna reakcija starp divām formaldehīda molekulām, kurā veidojas produkts **E**. **E** molekulā ir divas dažādas skābekli saturošas funkcionālās grupas, skābekļa masas daļa **E** ir 53,33%.

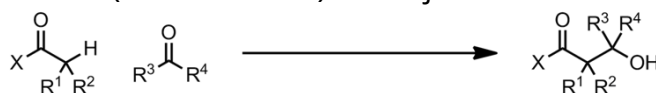
Formozes reakcijai ir 30 sekundes ilgs iniciācijas periods, kad šķīdums izskatās bezkrāsains, pēc kura reakcijas maisījums ātri kļūst brūns un viss atlikušais formaldehīds izreaģē nākošo 30 sekunžu laikā. To var izskaidrot ar nākamajā rindā doto reakciju shēmu.



Par reakcijām $\mathbf{E} \rightleftharpoons \mathbf{F} \rightleftharpoons \mathbf{G} \rightleftharpoons \mathbf{H} \rightleftharpoons \mathbf{I} \rightleftharpoons 2\mathbf{E}$ ir zināms, ka:

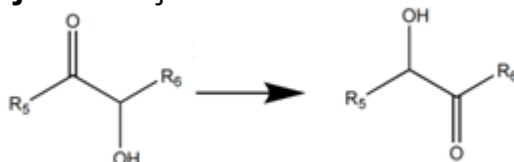
- Divas no šīm reakcijām ir aldola pievienošanas reakcijas, divas atbilst aciloīna tautomerizācijas reakcijai, un solis $\mathbf{I} \rightleftharpoons 2\mathbf{E}$ ir retro-aldola pievienošanas reakcija (aldola pievienošanas reakcijas pretreakcija). Šo reakciju shēmas ir dotas apakšā.
- Nevienam starpproduktam nereaģē ar citiem starpproduktiem;
- Nevienā no savienojumiem **E** - **I** nav oglekļa atomu, kuri ir saistīti ar trim vai četriem citiem oglekļa atomiem.

Aldola pievienošanas (*aldol addition*) reakcijas shēma:



9. att.

Aciloīna tautomerizācijas reakcijas shēma:

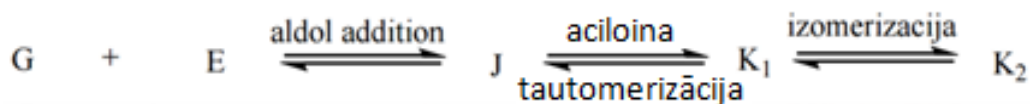


10. att.

kur X un R₁-R₆ var būt gandrīz **jebkurš** reālajā dzīvē eksistējošs aizvietotājs, piem., H, Metil-, Etil-, Izopropil-, aril-, utt.

2. Attēlojiet savienojumu **E** - **I** struktūrformulas.

Apskatīsim C₅ ogļhidrātu veidošanos Formozes reakcijā:



- **J**, **K₁** un **K₂** arī **nav** tādu oglekļa atomu, kuri ir saistīti ar trim vai četriem citiem oglekļa atomiem.
 - **K₁** un **K₂** ir izomēri. **K₂** ir pieclocekļu skābekli saturošs cikls. **K₂** visi oglekļa atomi ir sp³ hibridizēti.
 - No savienojumiem **J**, **K₁** un **K₂** tikai **K₁** ir aldehīds.
 - **K₂** ir 5 hidroksilgrupas.
3. Attēlojiet savienojumu **J**, **K₁** un **K₂** struktūrformulas.

K₁ un **K₂** katrs ogleklis ar 4 dažādiem aizvietotājiem var būt R vai S konfigurācijā. Savienojumi, kuriem vismaz viena oglekļa atoma konfigurācija atšķiras, ir stereoizomēri.

4. Cik stereoizomēru var veidot **K₁** un cik **K₂**?
5. Kāpēc Formozes reakcija pēc ilga iniciēšanas perioda notiek tik strauji?

Var iedomāties, ka secīgas aldola pievienošanās un aciloina tautomerizācijas reakcijas var izveidot bezgalīgi garu oglekļa ķēdi.

6. Kura **vārda reakcija** var pārtraukt ķēdes augšanu?

2017./2018. MĀCĪBU GADS - LATVIJAS 59. ĶĪMIJAS OLIMPIĀDE

NOVADA OLIMPIĀDE - 2018

9. KLASE

Kopā 46 punkti

1. uzdevums. **Ķīmisko elementu periodiskās tabulas plašumi** (15 punkti)

Ķīmisko elementu periodiskajā tabulā šobrīd ir 118 ķīmiskie elementi. Šo elementu un to veidoto savienojumu īpašības mainās ļoti plašā intervālā, tomēr starp tiem atrast daudz kopīgu un vienojošu lietu. Lietpratējam tā sniedz ļoti lielu informāciju par ķīmisko elementu un to savienojumu uzbūvi un īpašībām. Ķīmiskie elementi veido vienkāršas vielas, kas normālos apstākļos var būt gan cietā, gan šķidrā, gan gāzveida agregātstāvoklī. No tām var iegūt oksīdus, kurus var pārvērst skābēs vai bāzēs. Skābju un bāzu mijiedarbībā veidojas sāļi.

Kāda ķīmiskā elementa atoma elektronapvalks satur 34 elektronus.

Uzraksti šī ķīmiskā elementa simbolu! (1 punkts)

Cik elektronu ir šī ķīmiskā elementa atoma elektronapvalka ārējā enerģijas līmenī? (1 punkts)

Iepriekšminētais ķīmiskais elements veido vairākus oksīdus.

Uzraksti ķīmisko formulu šī ķīmiskā elementa oksīdam, kurā šim elementam ir visaugstākā iespējamā oksidēšanas pakāpe! (1 punkts)

Ķīmiskais elements slāpekļis arī veido oksīdus.

Aprēķini molmasu slāpekļa oksīdam, kurā slāpeklim ir augstākā iespējamā oksidēšanas pakāpe! (1 punkts)

Mangāna augstākā oksidēšanas pakāpe ir +7. Tas veido skābo oksīdu. Šis oksīds reaģē ar ūdeni un veido permangānskābi. Permangānskābe ir vienvērtīga skābe, tajā mangānam ir augstākā oksidēšanas pakāpe.

Uzraksti permangānskābes ķīmisko formulu! (2 punkti)

Visi ķīmiskie elementi veido vienkāršas vielas. Vairāku ķīmisko elementu veidotās vienkāršās vielas normālos apstākļos ir gāzes. Vienas šādas gāzes blīvums normālos apstākļos ir 1,429 g/L.

Uzraksti šīs vienkāršās vielas formulu! (2 punkti)

Ķīmiskais elements fosfors veido vairākus savienojumus ar fluoru. Viens no šiem savienojumiem satur 64,77% fluora.

Uzraksti šī savienojuma formulu! (2 punkti)

Daudzi ķīmiskie savienojumi rodas, ja vienkāršas vielas piemērotos apstākļos reaģē viena ar otru. 3,66 g pulverveida antimona sajauc ar 1,44 g pulverveida sēra un šo maisījumu izkarsēja. Ieguva 5,10 g antimona sulfīda.

Uzraksti iegūtā antimona sulfīda ķīmisko formulu! (2 punkti)

Kāda ķīmiskā elementa atoma elektronapvalka ārējais enerģijas līmenis satur 50% no visiem elektronapvalkā esošajiem elektroniem.

Uzraksti šī ķīmiskā elementa simbolu! (2 punkti)

2017. gada novembrī izsolē Ženēvā par 33,5 miljoniem Šveices franku tika pārdots 163,41 karātu liels dimants.

Aprēķini pārdotās vielas daudzumu, ievērojot, ka 1 karāts = 200 mg.

Atbildi izsaki molos ar diviem cipariem aiz komata! (1 punkts)

2. uzdevums. **Oksīdu parāde** (16 punkti)

Gandrīz visi ķīmiskie elementi veido oksīdus. Istabas temperatūrā tie var būt gan cieti, gan šķidri, gan gāzveida. Oksīdus iedala sālūs veidojošajos un sālūs neveidojošajos oksīdos. Sālūs veidojošos oksīdus vēl iedala bāziskajos, skābajos un amfotērajos oksīdos. Daudzi oksīdi ikdienā mums ir visapkārt, daudzus citus sintezē laboratorijās vai iegūst rūpnieciski. Oksīdus izmanto visdažādākajās nozarēs, jo tiem ir daudz vērtīgu īpašību.

Uzglabājot ilgstoši gaisā magnija oksīdu, tas var reaģēt ar gaisa sastāvā esošo ogļskābo gāzi. *Uzraksti formulu ķīmiskajam savienojumam, kurš veidosies, magnija oksīdam reaģējot ar ogļskābo gāzi! (1 punkts)*

Lai noskaidrotu, vai magnija oksīda paraugs, kas ilgstoši uzglabāts saskarē ar gaisu, ir reaģējis ar ogļskābo gāzi, 0,968 g šī parauga apstrādāja ar atšķaidītu sērskābi. Pilnīgai reakcijas norisei bija nepieciešami 38,685 ml 5,39% sērskābes šķīduma, kura blīvums bija 1,034 g/mL.

Aprēķini šajā reakcijā izlietotās sērskābes daudzumu! (2 punkti)

Atbildi izsaki molos ar trim cipariem aiz komata!

Aprēķini magnija oksīda masas daļu analizētajā paraugā! (4 punkti)

Iegūto rezultātu izsaki procentos ar diviem cipariem aiz komata!

Aprēķini, cik lielu tilpumu ogļskābās gāzes (normālos apstākļos) bija piesaistījis šis paraugs! (2 punkti)

Atbildi izsaki mililitros ar vienu ciparu aiz komata!

Magnija oksīds var reaģēt ne tikai ar ogļskābo gāzi, bet arī ar daudzām citām vielām.

Atzīmē vielas, ar kurām reaģē magnija oksīds! (1 punkts) Iespējamās vairākas pareizas atbildes!

H₂SO₄, CaCO₃, Au, N₂O₅

Arī sēra(IV) oksīds ir ļoti reaģēt spējīgs savienojums.

Atzīmē, ar kurām vielām reaģēs sēra(IV) oksīds! (1 punkts) Iespējamās vairākas pareizas atbildes!

FeO, O₂, P₂O₅, H₃PO₄

Daudzām vielām joprojām lieto to vēsturiskos (triviālos) nosaukumus. Zinātkārais Ārcijs apgalvo, ka slāpekļa(I) oksīdu sauc arī par *tvana gāzi*.

Vai tas ir patiesi? (1 punkts)

Oksīdu ķīmiskās formulas var paredzēt, zinot to veidojošā ķīmiskā elementa atrašanās vietu periodiskajā tabulā. Analīzē noskaidrots, ka kāda ķīmiskā elementa oksīda molmasa ir 60 g/mol.

Uzraksti šī oksīda formulu! (2 punkti)

Mangāna(VII) oksīds ir viens no visnestabilākajiem oksīdiem. Tas sāk sadalīties, ja temperatūra pārsniedz $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Zemā temperatūrā tas sadalās lēni, bet virs $95\text{ }^{\circ}\text{C}$ tas sadalās ar eksploziju. Sadaloties mangāna(VII) oksīdam no viena mola tā rodas $33,6\text{ L}$ skābekļa (pārrēķinot uz normāliem apstākļiem) un kāds cits mangāna oksīds.

Uzraksti tā mangāna oksīda formulu, kurš rodas šajā reakcijā (2 punkti)

3. uzdevums. Šķīdumi (3 punkti)

Ikdienā ļoti bieži izmanto nevis tīras vielas, bet visdažādākos vielu maisījumus. Katru dienu mēs sastopamies ar dažādiem šķīdumiem. Tie var būt īsti un koloīdi, gan piesātināti, gan nepiesātināti vai pārsātināti, arī koncentrēti un atšķaidīti, bezkrāsaini un krāsaini...

Paaugstinātā temperatūrā $75,0$ gramus ūdens izšķīdināja $75,0$ gramus kālija bromīda un ieguva dzidru šķīdumu, kuru pēc tam atdzesēja līdz $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Kālija bromīda šķīdība $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ir $65,5\text{ g}$ 100 gramos ūdens.

Aprēķini kālija bromīda masas daļu iegūtajā šķīdumā paaugstinātajā temperatūrā! (1 punkts) Ieraksti rezultātu, izteiktu% ar vienu ciparu aiz komata!

Aprēķini, cik g kālija bromīda izkristalizējās, pagatavoto šķīdumu atdzesējot līdz $20\text{ }^{\circ}\text{C}$! Ieraksti rezultātu, izteiktu gramos ar vienu ciparu aiz komata! (2 punkti)

4. uzdevums. Pretstati ķīmijā - bāzes un skābes (8 punkti)

Skābes un bāzes ir vienas no svarīgākajām neorganisko vielu klasēm. Skābes rodas, ja skābais oksīds reaģē ar ūdeni. Kādā eksperimentā ūdenī izšķīdināja slāpekļa(V) oksīdu.

Uzraksti iegūtās skābes ķīmisko formulu! (1 punkts)

Atzīmē kuras no skābēm nevar iegūt skābā oksīda reakcijā ar ūdeni! Iespējamās vairākas pareizas atbildes!

HCl, H_2SiO_3 , H_2SO_4 , H_3PO_4

Ir zināmi vairāki paņēmieni bāzu jeb hidroksīdu iegūšanai.

Atzīmē tos vielu pārus, kuru savstarpējā reakcijā varēs iegūt nātrija hidroksīdu! (1 punkts) Iespējamās vairākas pareizas atbildes!

Na (kristālisks) + H_2O

NaCl (šķīdums) + KOH (šķīdums)

Na_2CO_3 (šķīdums) + $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (šķīdums)

LiOH (kristālisks) + Na (kristālisks)

Kristālisks nātrija hidroksīds labi uzsūc mitrumu (saista ūdeni), tāpēc to var izmantot, piem., gāzu žāvēšanai, lai atbrīvotu tās no ūdens tvaiku piemaisījumiem. Gāzes žāvējot, tās laiž caur skalotnēm, kas satur nātrija hidroksīdu. NaOH saista mitrumu, bet sausā gāze aizplūst tālāk.

Atzīmē, kuras gāzes var žāvēt ar nātrija hidroksīdu! (3 punkti) Iespējamās vairākas pareizas atbildes!

Oglekļa(IV) oksīdu, ūdeņradi, sēra(IV) oksīdu, sērūdeņradi, slāpekļa(I) oksīdu, skābekli.

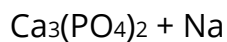
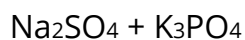
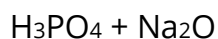
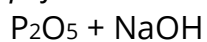
Skābes reaģē ar bāzēm, veidojot sāļus. Pie 50 g $11,76\%$ fosforskābes šķīduma pievienoja nepieciešamo kalcija hidroksīda šķīduma daudzumu.

Aprēķini iegūtās sāls masu! (2 punkti)

Rezultāti izsaki gramos ar diviem cipariem aiz komata!

Sāļus var iegūt ne tikai skābei reaģējot ar bāzi, bet arī vairākos citos veidos.

Atzīmē vielu pārus, kuriem savstarpēji reaģējot, var veidoties nātrija fosfāts! (1 punkts)
Iespējamās vairākas pareizas atbildes!



5. uzdevums. **Nezināmās vielas** (4 punkti)

Sudrabbalta, spīdīga viela A, reaģējot ar gāzveida vielu B, veido cietu vielu C. Savukārt dzeltenīga cieta viela D, reaģējot ar gāzveida vielu B, veido vielu E, kuras reakcijās ar ūdeni rodas vielas F šķīdums. Vielas F šķīdums reaģē ar vielu C, veidojoties vielai G, kura praktiski nešķīst ūdenī.

Nosaki vielas A, B, C, D, E, F, G! (4 punkti)

Izvēlies vielu formulas no piedāvātajām!

Na_3PO_4 , Na_2SO_4 , Mg, P_2O_5 , S, H_2SO_4 , O_2 , H_3PO_4 , $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$, SO_3 , MgSO_4 , Na_2O , Na, P, MgO

1. uzdevums. **Neorganiskie savienojumi** (11 punkti)

Neorganisko savienojumu klāsts ir ļoti liels, arī to izmantošana ir daudzveidīga.

Uzraksti tā ķīmiskā elementa simbolu, kurš veido visvairāk ķīmisko savienojumu! (1 punkts)

Viens no analītiskās ķīmijas uzdevumiem ir vielu kvalitatīvā sastāva noteikšana (pierādīšana).

Atzīmē, ar kuru reaģentu komplektu var pierādīt sērskābes kvalitatīvo sastāvu! (1 punkts)

Bārija hlorīda šķīdums un fenolftaleīna šķīdums

Bārija hlorīda šķīdums un metiloranža šķīdums

Nātrija hidroksīda šķīdums un cinks

Koka skaidiņa un cinks

Amonjakam raksturīgas ļoti daudzveidīgas ķīmiskās reakcijas.

Atzīmē, ar kurām no dotajām vielām reaģē amonjaks! (2 punkti) *Iespējamās vairākas pareizas atbildes!*

Sālsskābe, skābeklis, nātrijs, vara(II) sulfāta šķīdums

Sāļi ir viena no svarīgākajām neorganisko savienojumu klasēm.

Atzīmē vielu pārus, kuru savstarpējās reakcijas rezultātā veidojas vara(II) hlorīds! (1 punkts) *Iespējamās vairākas pareizas atbildes!*

Vara reakcija ar sālsskābi

Vara(II) sulfāta šķīduma reakcija ar bārija hlorīda šķīdumu

Vara(II) hidroksīda reakcija ar nātrija hlorīda šķīdumu

Vara(II) hidroksīda reakcija ar sālsskābi

Neorganiskajiem savienojumiem raksturīgas ļoti daudzveidīgas oksidēšanas reducēšanas reakcijas.

Nosaki koeficientu pirms reducētāja formulas reakcijas shēmā (1 punkts):



Savienojumiem, kas pieder vienai neorganisko vielu klasei, ir raksturīgas līdzīgas ķīmiskās īpašības. Tomēr tās nav pilnīgi vienādas.

Atzīmē, ar kuru no dotajām vielām reaģēs gan sālsskābe, gan atšķaidīta fosforskābe! (2 punkti)

Ar varu

Ar kālija dihidrogēnfosfātu

Ar kālija hidrogēnfosfātu

Ar oglekļa(IV) oksīdu

Šķīdumam, kurš saturēja 0,20 molus kālija hidroksīda, lēnām, pa pilienam, šķīdumu nepārtraukti maisot, pievienoja šķīdumu, kas saturēja 0,20 molus sērskābes.

Ķīmiķis Artūrs apgalvo, ka vispirms radās kālija hidrogēnsulfāts, bet pēc tam kālija sulfāts. *Vai Artūra apgalvojums ir patiess?* (1 punkts)

Četrās mēģenēs bez uzrakstiem atsevišķi atrodas vienādas koncentrācijas amonija sulfāta, magnija sulfāta, alumīnija sulfāta un kālija sulfāta ūdens šķīdumi.

Ar kuru no piedāvātajiem reaģentiem var šos savienojums atšķirt vienu no otra? (1 punkts) Bārija hlorīda šķīdums, Slāpekļskābes šķīdums, Nātrijs hidroksīda šķīdums, Amonjaka šķīdums ūdenī.

Oksidēšanas reducēšanas reakcijās mainās ķīmisko elementu oksidēšanas pakāpes.

Nosaki, kurā no piedāvātajiem ķīmisko reakciju vienādojumiem ķīmiskā elementa sēra oksidēšanas pakāpe pieaug no (-2) uz (+4):

1. $\text{Zn} + \text{S} \rightarrow \text{ZnS}$
2. $\text{Na}_2\text{S} + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow 2 \text{NaNO}_3 + \text{PbS}$
3. $2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{S}$
4. $2 \text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{SO}_2$

2. uzdevums. Šķīdinām, pēc tam eksperimentējam... (12 punkti)

Jaunais ķīmiķis Artūrs 150 g ūdens izšķīdināja 50 g sudraba nitrāta. *Aprēķini sudraba nitrāta masas daļu iegūtajā šķīdumā! (1 punkts) legūto lielumu izsaki procentos un ieraksti ar vienu ciparu aiz komata!*

Iedvesmots no veiksmīgās sudraba nitrāta šķīduma pagatavošanas, nākošajā dienā Artūrs 150 g ūdens izšķīdināja 50 litrus hlorūdeņraža.

Aprēķini HCl masas daļu iegūtajā šķīdumā! Uzskati, ka hlorūdeņraža tilpumu Artūrs izmērīja normālos apstākļos!

HCl masas daļu izsaki procentos un ieraksti ar vienu ciparu aiz komata! (2 punkti)

Nākamajā dienā Artūrs vēlējās pagatavot amonjaka šķīdumu ūdenī, jo bija lasījis, ka amonjaka šķīdība ūdenī ir ļoti liela. Taču amonjaka viņam nebija.

Atzīmē, kurās reakcijās var iegūt amonjaku! (2 punkti) Iespējamās vairākas pareizas atbildes!

Vara apstrāde ar koncentrētu slāpekļskābi

Reakcija starp kalcija hidroksīdu un amonija hlorīdu

Amonija fosfāta termiska sadalīšana

Amonija nitrāta termiska sadalīšana

Tomēr Artūrs izvēlējās amonjaka iegūšanai kalcija amīda $\text{Ca}(\text{NH}_2)_2$ termisko sadalīšanu, kuras rezultātā veidojas kalcija imīds un izdalās amonjaks. Kalcija imīds satur tos pašus ķīmiskos elementus, kurus satur kalcija amīds un tā molmasa ir 55 g/mol.

Aprēķini, cik lielu tilpumu amonjaka (normālos apstākļos) Artūrs var iegūt, izkarsējot 18 g kalcija amīda! (2 punkti)

legūto rezultātu izsaki litros ar diviem cipariem aiz komata!

Ievērojot visus nepieciešamos drošības pasākumus, Artūrs 80 g ūdens izšķīdināja 20 g sēra(VI) oksīda.

Aprēķini ūdens masas daļu iegūtajā šķīdumā! (2 punkti) legūto lielumu izsaki procentos un ieraksti ar vienu ciparu aiz komata!

Lai noskaidrotu, kāda ir 30,20% NaOH šķīduma molārā koncentrācija, Artūrs izmērīja tā blīvumu. Tas bija 1,330 g/mL.

Aprēķini 30,20% NaOH šķīduma molāro koncentrāciju! (3 punkti) Iegūto lielumu, izteiktu molos/litrā, ieraksti ar diviem cipariem aiz komata!

3. uzdevums. **Periodiskā tabula** (8 punkti)

Kāda ķīmiskā elementa elektronapvalka ārējais enerģijas līmenis satur 10% no tā kopējā elektronu skaita.

Uzraksti šī ķīmiskā elementa simbolu! (1 punkts)

Ķīmisko elementu rutēnija atklāja 1844. gadā Kārlis Klauss (*Carl Claus*). 2017. gada novembrī Eiropā gaisā tika konstatēta niecīga radioaktīvā izotopa rutēnija-106 klātie.

Cik neutronu atrodas rutēnija-106 atoma kodolā? (1 punkts)

Radioaktīvais rutēnija-106 izotops ir beta starotājs.

Uzraksti ķīmiskā elementa simbolu, par kuru pārvērtīsies šis rutēnija izotops radioaktīvās sabrukšanas procesā! (1 punkts)

Rutēnija-106 izotopa pussabrukšanas periods ir 1 gads.

Aprēķini, kāda būs rutēnija-106 masa pēc trim gadiem, ja tā sākotnējā masa bija 10,00 g. (2 punkti)

Atbilde izsaki gramos un ieraksti ar 2 cipariem aiz komata!

Kāda ķīmiskā elementa atoma kodola elektronapvalka ārējā enerģētiskā līmeņa elektronkonfigurācija ir ns^2np^3 , kurā ar n apzīmēts galvenais kvantu skaitlis.

Pieņemsim, ka šī ķīmiskā elementa simbols ir E.

Uzraksti šī elementa augstākā oksīda (elementam šajā oksīdā ir augstākā iespējamā oksidēšanas pakāpe) formulu! (1 punkts)

Ir zināms ļoti daudz molekulu, atomu un jonu, kuri satur tikai sapārotus elektronus.

Ir arī tādi atomi, molekulas un joni, kuri satur vienu vai vairākus nesapārotus elektronus.

Atrodi, kurā no dotajām savienojumu rindām visas trīs daļiņas satur nesapārotus elektronus:

a) NO, BH₄, CO⁺

b) CO, NO, BH₄⁻

c) NH₄⁺, H₃O⁺, CO₂

d) H₂O⁺, CO⁺, NO⁻

Ieraksti atbilstošo burtu! (2 punkti)

4. uzdevums. **Oksīdu parāde** (10 punkti)

Izšķīdinot kādu metāla oksīdu nepieciešamajā daudzumā 25,20% slāpekļskābes, ieguva 37,58% šī metāla nitrāta šķīdumu. Zināms arī, ka šī metāla oksidēšanas pakāpe savienojumos ir +2. *Nosaki šo metālu un ieraksti šī metāla simbolu! (3 punkti)*

Ilgstoši uzglabājot daudzus metālu oksīdus, tie saista (reagē) gaisā esošo oglekļa(IV) oksīdu, veidojot karbonātus. 19,91 g šādu metāla(II) oksīda un metāla(II) karbonāta maisījumu apstrādāja ar sērskābi. Pilnīgai abu savienojumu pārvēršanai par sulfātiem izlietoja 550 ml 0,20 molāra sērskābes šķīdumu.

Aprēķini izmantoto sērskābes daudzumu! (1 punkts)

Atbilde izsaki molos un ieraksti ar diviem cipariem aiz komata!

Aprēķini, kāda metāla oksīds un karbonāts ir augstākminētajā maisījumā! Atceries, ka šī metāla oksidēšanas pakāpe ir +2! (3 punkti)

Ieraksti šī ķīmiskā elementa simbolu!

Ķīmisko elementu veidoto savienojumu ķīmiskās formulas var paredzēt, izmantojot no ķīmisko elementu periodiskās tabulas iegūstamo informāciju.

Dažādiem ķīmiskajiem savienojumiem var būt vienādas molmasas. Ķīmiskais elements volframs veido oksīdu, kurā volframa oksidēšanas pakāpe ir +6.

Uzraksti cita ķīmiskā elementa oksīda ķīmisko formulu, kuram ir tikpat liela molmasa kā volframa(VI) oksīdam! (2 punkti)

Ir dzirdēti apgalvojumi, ka:

a) nemetāli veido tikai skābos oksīdus;

b) visiem nemetālu oksīdiem ir molekulārs kristāliskais režģis;

c) visi nemetālu oksīdi, kuros nemetāliem ir augstākās oksidēšanas pakāpes, reaģē ar ūdeni;

d) visi IIIA līdz VIIA grupas nemetālu oksīdi, kuros nemetāliem ir augstākās oksidēšanas pakāpes, ir skābie oksīdi.

Cik no šiem apgalvojumiem ir pareizi? (1 punkts)

5. uzdevums. Kas ar ko? (3 punkti)

Vienkārša kristāliska viela A reaģē gan ar vielas B šķīdumu, gan ar vielas C šķīdumus. Abos gadījumos rodas viena un tā pati vienkāršā viela D, taču reakcijas otrais produkts katrreiz ir atšķirīgs. Reakcijā ar vielas B šķīdumu tas ir E, bet reakcijā ar vielas C šķīdumu - F.

Zināms arī, ka savā starpā reaģē gan vielas B un C, gan vielas E un F, gan vielas B un F, gan vielas C un E. Vielas B molmasa ir lielāka par vielas C molmasu, bet vielas E molmasa ir lielāka par vielas F molmasu.

Nosaki nezināmās vielas A, B, C, D, E un F! (3 punkti)

Izvēlies vielu formulas no piedāvātajām!

K_2ZnO_2 , HNO_3 , H_2 , HCl , Zn , KOH , $K_2[Zn(OH)_4]$, $ZnCl_2$, $Zn(NO_3)_2$, $Zn(OH)_2$

1. uzdevums. **Latvijas dabas bagātības** (15 punkti)

Kāda blāvi sudrabpelēks metāls **X** spontāni reaģē ar ūdeni, veidojot vielas **A** šķīdumu un izdalot gāzi **B**. Caur iegūto šķīdumu laižot bezkrāsainu gāzi **C**, šķīdums saduļķojas, rodoties vielas **D** nogulsnēm. Ja caur iegūto suspensiju turpina pūst gāzi **C**, novēro nogulšņu pazušānu, rodoties savienojumam **E**. **D** veido kādu Latvijā plaši sastopamu nogulumiezi, turklāt kopā ar analogu ķīmiski līdzīga metāla **Y** savienojumu **F** veido citu Latvijā plaši sastopamu nogulumiezi. Zināms, ka arī **Y** reaģē ar ūdeni, taču istabas temperatūrā šī reakcija ir salīdzinoši lēna.

D šķīst stiprā skābē **G**, iegūstot vielas **H** šķīdumu. **G** industriāli iegūst, ūdenī šķīdinot vārāmā sāls šķīduma elektrolīzes produktu **B** un **I** reakcijas produktu. **H** reakcijā ar kādu citu skābi **J** iegūst mazšķīstošu savienojumu **K**, kas veido Latvijā sastopamu nogulumiezi. Zināms, ka **K** karsējot tas sadalās divās stadijās, virs 100 °C veidojot **L**, savukārt virs 180 °C – **M**.

1. Uzrakstiet elementu **X** un **Y** ķīmiskos simbolus. (kopā 1,5 punkti)
2. Uzrakstiet vielu **A** – **M** ķīmiskās formulas. (kopā 12 punkti)
3. Nosauciet nogulumiežus, ko veido a) **D**, b) **D** un **F**, un c) **K**. (par katru nosaukumu 0,5 punkti)

2. uzdevums. **Augstspiediena kristāli** (16 punkti)

2017. gadā žurnālā *Science* tika ziņots, ka ķīmiskais elements **A** 495 GPa spiedienā viedo kristālus ar metālam raksturīgām īpašībām: tiem ir metālisks spīdums un tie vada elektrību. Šķidrā un gāzveida stāvoklī **A** ir divatomu molekula, kas noteiktā attiecībā ar gaisu ir sprādzienbīstama. Šādā sprādzienā rodas gāzveida **B**. **A** reakcijā ar vienu no gaisa sastāvdaļām iegūst gāzi ar asu raksturīgu smaku **C**. **C** degšanā katalizatora klātienē var iegūt bezkrāsainu gāzi **D**, kas gaisā pārvēršas par brūnu gāzi **E**, kas savukārt tālāk daļēji pārvēršas par bezkrāsainu gāzi **F**, līdz starp **E** un **F** iestājas ķīmiskais līdzsvars. **E** reakcijā ar šķidru **B** iegūst skābi **G**, kuras reakcijā ar **C** iegūst savienojumu **H**, kuru plaši izmanto lauksaimniecībā kā minerālmēslojumu. Lēni karsējot **H** tas pilnībā sadalās divos gāzveida produktos, viens no kuriem ir oksīds **I**. Savukārt ja **H** sadalās ar eksploziju, tas pamatā veido trīs gāzveida produktus – **B** kā arī divas divatomu gāzes **J** un **K**. Zināms, ka **J** ir ķīmiski visai inerta viela, kamēr **K** uzbūve padara to par stipri reaģētspējīgu vielu.

1. Uzrakstiet vielu **A** – **K** ķīmiskās formulas. (kopā 10 punkti)
2. Kāds ir **I** triviālais nosaukums? (1 punkts)
3. Kādā(-s) sfērā(-s) tiek izmantots oksīds **I**? Izvēlieties vienu vai vairākas pareizās atbildes! (1 punkts)
 - a. kā dzesējošais aģents dažādās iekārtās
 - b. kā degviela iekšdedzes dzinējos
 - c. enerģētikā
 - d. lauksaimniecībā
 - e. medicīnā

4. Kāda ir visu koeficientu summa ķīmiskajai reakcijai, kas notiek ar **H** a) to lēni karsējot, un b) tam eksplodējot? (par katru pareizu atbildi 1 punkts)
5. Kurš vai kuri atomi ir oksidētāji, un kuri reducētāji ķīmiskajā reakcijā, kas notiek ar **H** a) to lēni karsējot, un b) tam eksplodējot? Ja uzdodāt vairākus elementus, atdaliet to simbolus ar komatu bez atstarpes. (par pareizu rezultātu katrai no reakcijām 1 punkts)

3. uzdevums. **Nātrijs vs. Skābeklis** (13 punkti)

Skābeklī sadedzinot nātriju ieguva vielu **A** un **B** maisījumu. Ņemot 1,000 g šī maisījuma un izšķīdināja to aukstā ūdenī. Pēc ietvaicēšanas ieguva 1,092 g sausā atlikuma. Zināms, ka karsējot **B** tā sadalās par **A** un kādu gāzi.

1. Uzrakstiet vielu **A** un **B** ķīmiskās formulas. (par katru vielu 1 punkts)
2. Aprēķināt pēc nātrija sadedzināšanas iegūtā maisījuma sastāvu masas daļās (%). (3,5 punkti)
3. Kāda ne sevišķi stabila viela rodas **B** reakcijā ar aukstu ūdeni? (1 punkts)

Zināms, ka karsējot skābeklī **A** pārvēršas par **B**, savukārt **B** tālāk pārvēršas par kādu citu savienojumu **C**. Gan **B**, gan **C** reakcijā ar siltu ūdeni izdalās viena un tā pati gāze. Ņēma jaunu porciju iepriekš iegūtā **A** un **B** maisījuma un to karsēja skābeklī 450 °C temperatūrā, kad viss **A** bija pārvērties par **B**, savukārt **B** pārvēršanās par **C** bija notikusi tikai daļēji. 1,000 g jauniegūtā **B** un **C** maisījuma šķīdināja siltā ūdenī, iegūstot 0,2084 L (n.a.) gāzes.

4. Uzrakstiet vielas **C** ķīmisko formulu. (1 punkts)
5. Aprēķināt iegūtā **B** un **C** maisījuma sastāvu masas daļās. (2,5 punkti)
6. Kāds ir savienojumu **B** un **C** nosaukums? (par katru nosaukumu 0,5 punkti)
7. Kāda ir nātrija, un kāda skābekļa oksidēšanās pakāpē savienojumos **A**, **B** un **C**? (kopā 2 punkti)

4. uzdevums. **Gāzu laboratorija** (14 punkti)

Kādā ziemas pēcpusdienā Pēterītis divos 1,00 L traukos katrā iepildīja vienādu daudzumu bezkrāsainas gāzveida vielas A un B tā, ka katrā no traukiem spiediens bija 99,0 kPa. Tad viņš priecīgs devās pie Noras uz viņas laboratoriju, kas bija iekārtota kādā nomaļus esošā šķūnī. Par sarūgtinājumu Jānītim Nora konstatēja, ka katrā no traukiem ir atšķirīgs spiediens, turklāt nevienā traukā tas vairs nav 99,0 kPa. Abi jaunie pētnieki ātri saprata, ka tas ir tamdēļ, ka šķūnī temperatūra ir tikai -10,0 °C, turklāt traukā B bija parādījies šķidrums. Precīzos mērījumos abi noskaidroja, ka spiediens traukā A ir 87,5 kPa, savukārt traukā B tas ir 69,5 kPa.

1. Aprēķiniet kādu daudzumu gāzveida vielas (mol) Pēteris bija iepildījis katrā traukā. Pieņemiet, ka trauka tilpums nav atkarīgs no temperatūras. Pieņemiet, ka A ir ideāla gāze! (2 punkti)
 2. Aprēķiniet temperatūru (°C) telpā, kurā Pēteris bija uzpildījis traukus. (1 punkts)
- Gāzes **B** viršanas temperatūra literatūrā tiek uzdota kā -0,5 °C.
3. Vai **B** viršanas temperatūra šādos apstākļos slēgtā traukā būs -0,5 °C? (1 punkts)
 - a. Jā, jo tā ir katrai vielai raksturīga konstante.
 - b. Jā, jo atmosfēras spiediens eksperimenta laikā ir aptuveni 1 atm.
 - c. Nē, jo tā ir atkarīga no spiediena, kas šai gadījumā nav vienāds ar aptuveni 1 atm.

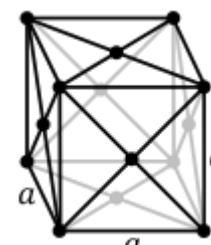
d. Nē, jo ar **B** slēgtajā traukā notiek dimerizācija.

4. Cik daudz (%) no traukā esošā **B** – 10,0 °C temperatūrā ir šķidrums formā? Pieņemiet, ka gāzveida fāzē **B** ir ideāla gāze! Šķidrās fāzes radītās tilpuma izmaiņas neievērojiet! (2 punkti)

B ir organisks binārs savienojums. Pētnieki aprēķināja, ka sadegot traukā esošajam **B** iegūs 3,58 L (n.a.) ogļskābās gāzes un 3,60 g ūdens.

5. Kāda ir vielas **B** formula? (2 punkti)

Sasaldējot traukā esošo **A** iegūst 1,60 g cietas vielas, kura eksistē skaldnē centrēta kubiska (fcc) kristālrežģa veidā, un kurā visu atomu rādiusi ir vienādi ar 185,8 pm. Zināms, ka kuba virsotnēs esošie atomi pieder vienlaicīgi 8 elementāršūnām, bet uz skaldnēm esošie – 2 elementāršūnām (skat. 11. att.). $1 \text{ pm} = 10^{-12} \text{ m}$.



11. att.

6. Kāda ir vielas **A** formula? (1 punkts)

7. Aprēķiniet elementāršūnas malas garumu a . (2 punkti)

8. Aprēķiniet kristāliska **A** blīvumu ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$)! (3 punkti)

5. uzdevums. Joniem bagātais ezers (13 punkti)

Afrēras ezers Etiopijā gadsimtiem ilgi tika izmantots vārāmās sāls ieguvei, ietvaicējot tā sāļos ūdeņus, jo sāls koncentrācija šī ezera ūdenī ir ļoti augsta un to klasificē kā hipersāļo ezeru. Tomēr pēc 2011. gadā notikušā tuvumā esošā Nabro vulkāna izvirduma šādi iegūtā sāls vairs nav izmantojama pārtikā, jo kopā ar izvirdumu Afrēras ezerā nonāca gana liels kādas vielas **A** daudzums, kas šī ezera ūdeni padarīja ļoti skābu.

Analizējot Afrēras ezera ūdeni sākotnēji veica nātrija noteikšanu ar liesmas fotometriju. 1,00 ml ezera ūdens parauga pārnesa 100 ml mērkolbā, ko atšķaidīja līdz atzīmei (1. šķīdums). No iegūtā 1. šķīduma ņēma 5,00 ml un pārnesa jaunā 100 ml mērkolbā, tad šķīdumu atšķaidīja līdz atzīmei (2. šķīdums). Mērīja 2. šķīduma absorbciju pie 589 nm, iegūstot $A_{2,\text{šķ.}} = 1,047$. Absorbcijas vērtība pie 589 nm standartšķīdumam ar nātrija jonu koncentrāciju 0,0500 mg/mL ir $A_{\text{st.šķ.}} = 0,950$.

1. Kāda ir nātrija jonu koncentrācija (mg/mL) 2. šķīdumā? (2 punkti)

2. Kāda ir nātrija jonu un nātrija hlorīda koncentrācija (g/L) Afrēras ezera ūdenī? (2 punkti)

Zināms, ka nātrija hlorīda šķīdība ūdenī 30 °C temperatūrā ir 36,1 g nātrija hlorīda 100 g H_2O , un šāda šķīduma blīvums ir 1,198 g/mL.

3. Kāda ir nātrija hlorīda koncentrācija (g/L) tā piesātinātā šķīdumā 30 °C? (2 punkti)

Lai noteiktu savienojuma **A** koncentrāciju Afrēras ezera ūdeni, ņēma 10,00 ml ūdens parauga, tam pievienoja bārija hlorīda šķīdumu (pārākumā). Ieguva baltas nogulsnes, ko nofiltrēja, uz filtra skaloja ar ūdeni. Pēc izžāvēšanas nogulšņu masa bija 37,2 mg.

4. Uzrakstīt vielas **A** ķīmisko formulu! (2 punkti)

5. Kāda bija **A** masa (mg) analizētajos 10,0 ml šķīdumā? (2 punkti)

6. Kāda ir **A** koncentrācija (g/L un mol/L) Afrēras ezera ūdenī? (1,5 punkti)

7. Kāds ir Afrēras ezera ūdens pH? Pieņemiet, ka to nosaka tikai viela **A**, kas ir pilnībā disociējusi jonus. (1,5 punkti)

1. uzdevums. **Augstspiediena kristāli** (16 punkti)

2017. gadā žurnālā *Science* tika ziņots, ka ķīmiskais elements **A** 495 GPa spiedienā viedo kristālus ar metālam raksturīgām īpašībām: tiem ir metālisks spīdums un tie vada elektrību. Šķidrā un gāzveida stāvoklī **A** ir divatomu molekula, kas noteiktā attiecībā ar gaisu ir sprādzienbīstama. Šādā sprādzienā rodas gāzveida **B**. **A** reakcijā ar vienu no gaisa sastāvdaļām iegūst gāzi ar asu raksturīgu smaku **C**. **C** degšanā katalizatora klātienē var iegūt bezkrāsainu gāzi **D**, kas gaisā pārvēršas par brūnu gāzi **E**, kas savukārt tālāk daļēji pārvēršas par bezkrāsainu gāzi **F**, līdz starp **E** un **F** iestājas ķīmiskais līdzsvars. **E** reakcijā ar šķidru **B** iegūst skābi **G**, kuras reakcijā ar **C** iegūst savienojumu **H**, kuru plaši izmanto lauksaimniecībā kā minerālmēslojumu. Lēni karsējot **H** tas pilnībā sadalās divos gāzveida produktos, viens no kuriem ir oksīds **I**. Savukārt ja **H** sadalās ar eksploziju, tas pamatā veido trīs gāzveida produktus – **B** kā arī divas divatomu gāzes **J** un **K**. Zināms, ka **J** ir ķīmiski visai inerta viela, kamēr **K** uzbūve padara to par stipri reaģētspējīgu vielu.

1. Uzrakstiet vielu **A** – **K** ķīmiskās formulas. (kopā 10 punkti)
2. Kāds ir **I** triviālais nosaukums? (1 punkts)
3. Kādā(-s) sfērā(-s) tiek izmantots oksīds **I**? Izvēlieties vienu vai vairākas pareizās atbildes! (1 punkts)
 - a. kā dzesējošais aģents dažādās iekārtās
 - b. kā degviela iekšdedzes dzinējos
 - c. enerģētikā
 - d. lauksaimniecībā
 - e. medicīnā
4. Kāda ir visu koeficientu summa ķīmiskajai reakcijai, kas notiek ar **H** a) to lēni karsējot, un b) tam eksplodējot? (par katru pareizu atbildi 1 punkts)
5. Kurš vai kuri atomi ir oksidētāji, un kuri reducētāji ķīmiskajā reakcijā, kas notiek ar **H** a) to lēni karsējot, un b) tam eksplodējot? Ja uzdodāt vairākus elementus, atdaliet to simbolus ar komatu bez atstarpes. (par pareizu rezultātu katrai no reakcijām 1 punkts)

2. uzdevums. **Indīgais konservants** (16 punkti)

Kā kokmateriālu konservantu kopš 20. gs. 30-to gadu vidus izmanto kādu no trim savienojumiem **A**, **B** un **C** sastāvošu vielu maisījumu, kura dažādas attiecības ir gan patentētas, gan pārdotas ar dažādiem komerciāliem zīmoliem. Neskatoties uz tā toksiskumu un kaitīgumu videi, nopietna tā lietošanas ierobežošana juridiski ir reglamentēta tikai nedaudz vairāk kā 10 gadus.

A veidojošais anjons satur metālu **X**, kas tīrā veidā ir sudrabpelēks ar metālisku spīdumu. **A** reakcijā ar skābekli vai ūdeni augstā temperatūra iegūst tā oksīdu **D**, kas ir zaļā krāsā. **D** reaģē gan ar skābēm, gan bāzēm. **D** oksidējot ar, piem., kālija hlorātu kālija karbonāta klātienē iegūst dzeltenu sāli **E**, kas skābā vidē apgriezeniski pārvēršas oranžā sālī **A**. Gan **E**, gan **A** elements **X** ir tā augstākajā oksidēšanās pakāpē, līdz ar to abas vielas ir spēcīgi oksidētāji. Abas vielas ir toksiskas un kancerogēnas.

B ir spilgti zils savienojums, kas satur metālu **Y**. **Y** ir sarkanbrūns metāls, kas 200 °C neliela skābekļa daudzuma klātienē veido sarkanu oksīdu **F**, kuru tālāk oksidējot skābeklī 500 °C iegūst melnu oksīdu **G**. **G** šķīdinot kādā stiprā skābē un iegūto šķīdumu ietvaicējot, iegūst **B** kristālus. **B** karsējot tas pārvēršas baltā pulverveida vielā **H**, ko atkārtoti pārkristalizējot no ūdens atgūst **B**.

C ir kāda elementa **Z** oksīda hidrāts. Zināms, ka **Z** dabā eksistē vairākās alotropajās formās, izplatītākā un nozīmīgākā no kurām ir metāliski pelēka. **C** veidojošajā oksīdā **Z** masas daļa ir 65,2%, bet savienojumā **C** – 56,4%. Gan **Z** gan lielākā daļa no tā savienojumiem ir ļoti toksiski un potenciālas indes.

1. Uzrakstiet elementu **X**, **Y** un **Z** ķīmiskos simbolus! (kopā 4 punkti)
2. Uzrakstiet vielu **A** – **H** ķīmiskās formulas! (kopā 9 punkti)
3. Kāda ir visu koeficientu summa aprakstītajai **D** oksidēšanai ar kālija hlorātu kālija karbonāta klātienē? (2 punkti)
4. Kā savā starpā atšķiras alotopās formas? (1 punkts)

3. uzdevums. Joniem bagātais ezers (13 punkti)

Afrēras ezers Etiopijā gadsimtiem ilgi tika izmantots vārāmās sāls ieguvei, ietvaicējot tā sāļos ūdeņus, jo sāls koncentrācija šī ezera ūdenī ir ļoti augsta un to klasificē kā hipersāļo ezeru. Tomēr pēc 2011. gadā notikušā tuvumā esošā Nabro vulkāna izvirduma šādi iegūtā sāls vairs nav izmantojama pārtikā, jo kopā ar izvirdumu Afrēras ezerā nonāca gana liels kādas vielas **A** daudzums, kas šī ezera ūdeni padarīja ļoti skābu.

Analizējot Afrēras ezera ūdeni sākotnēji veica nātrija noteikšanu ar liesmas fotometriju. 1,00 ml ezera ūdens parauga pārnesa 100 ml mērkolbā, ko atšķaidīja līdz atzīmei (1. šķīdums). No iegūtā 1. šķīduma ņēma 5,00 ml un pārnesa jaunā 100 ml mērkolbā, tad šķīdumu atšķaidīja līdz atzīmei (2. šķīdums). Mērīja 2. šķīduma absorbciju pie 589 nm, iegūstot $A_{2,šk.} = 1,047$. Absorbcijas vērtība pie 589 nm standartšķīdumam ar nātrija jonu koncentrāciju 0,0500 mg/mL ir $A_{st,šk.} = 0,950$.

1. Kāda ir nātrija jonu koncentrācija (mg/mL) 2. šķīdumā? (2 punkti)
2. Kāda ir nātrija jonu un nātrija hlorīda koncentrācija (g/L) Afrēras ezera ūdenī? (2 punkti)

Zināms, ka nātrija hlorīda šķīdība ūdenī 30 °C temperatūrā ir 36,1 g nātrija hlorīda 100 g H₂O, un šāda šķīduma blīvums ir 1,198 g/mL.

3. Kāda ir nātrija hlorīda koncentrācija (g/L) tā piesātinātā šķīdumā 30 °C? (2 punkti)

Lai noteiktu savienojuma **A** koncentrāciju Afrēras ezera ūdeni, ņēma 10,00 ml ūdens parauga, tam pievienoja bārija hlorīda šķīdumu (pārākumā). Ieguva baltas nogulsnes, ko nofiltrēja, uz filtra skaloja ar ūdeni. Pēc izžāvēšanas nogulšņu masa bija 37,2 mg.

4. Uzrakstīt vielas **A** ķīmisko formulu! (2 punkti)
5. Kāda bija **A** masa (mg) analizētajos 10,0 ml šķīdumā? (2 punkti)
6. Kāda ir **A** koncentrācija (g/L un mol/L) Afrēras ezera ūdenī? (1,5 punkti)
7. Kāds ir Afrēras ezera ūdens pH? Pieņemiet, ka to nosaka tikai viela **A**, kas ir pilnībā disociējusi jonus. (1,5 punkti)

4. uzdevums. Zanes organiskā aizraušanās (20 punkti)

Zani ieinteresēja hlorēšanas reakcija, tālab viņa nolēma salīdzināt divu organisku savienojumu **A** un **B** hlorēšanu. Zināms, ka **A** ir ķīmiskajā rūpniecībā ļoti plaši lietots savienojums, kura izmantošana pēdējās desmitgadēs gan tiek samazināta tā kancerogenitātes dēļ. **B** savukārt ir slāpekli saturošs savienojums, kas uzbūves ziņā ir ļoti līdzīgs **A**.

Sadedzinot 1,00 g **A** ieguva 1,72 L oglekļa dioksīda (n.a.) un 0,692 g ūdens. Sadedzinot 1,00 g **B** ieguva 1,42 L oglekļa dioksīda (n.a.) un 0,569 g ūdens. Zināms, ka **B** tvaiku relatīvais blīvums pret **A** ir 1,01.

1. Kāda ir **A** un kāda **B** empīriskā formula? (kopā 3 punkti)
2. Kāda ir **A** un kāda **B** molekulformula? (kopā 1 punkts)
3. Kā sauc **A**? (1 punkts)

Gan **A**, gan **B** ar hloru reaģē pēc viena un tā paša mehānisma.

4. Pēc kāda mehāniskam notiek šo savienojumu reakcija ar hloru? (1 punkts)
 - a. Elektrofilās aizvietošanās mehānisma
 - b. Jonu mehānisma
 - c. Radikāļu mehānisma
 - d. Nukleofilās aizvietošanās mehānisma
5. Kādos apstākļos notiks šī reakcija? (1 punkts)
 - a. Jālieto katalizators - AlCl_3
 - b. Reakcija jāveic 85 °C temperatūrā paaugstinātā spiedienā
 - c. Reakcijas maisījums jākarsē un jāapstaro ar UV gaismu
 - d. Reakcija notiks spontāni laboratorijas apstākļos
6. Kurš no savienojumiem ar hloru reaģēs vieglāk? (1 punkts)
7. Kā skaidrojamas reaģētspējas atšķirības? (1 punkts)
 - a. Jo slāpekļa atoms darbojas kā elektronu donors
 - b. Jo slāpekļa atoms darbojas kā elektronu akceptors
 - c. To nosaka ķīmisko saišu atšķirības
 - d. To nosaka atšķirības ķīmiskajā sastāvā

Kādu dienu Zanē dzima ideja iegūt 2-hlor-4-nitrobenzoscābi. Apskatot savus krājumus, Zane secināja, ka vislabāk sintēzi sākt ar toluolu (metilbenzolu). Tāpat Zanei bija pieejami dažādi reaģenti ķīmisko pārvērtību veikšanai.

8. Kādā secībā un kādas ķīmiskās reakcijas jāveic Zanei, lai no toluola trīs stadijās ar pēc iespējas lielāku iznākumu un mazāku iegūto blakusproduktu skaitu iegūtu 2-hlor-4-nitrobenzoscābi? (kopā 6 punkti)

1. reakcija

- i. Hlorēšana ar Cl_2 UV gaismā $300\text{ }^\circ\text{C}$ temperatūrā.
- ii. Hlorēšana ar Cl_2 AlCl_3 klātienē.
- iii. Nitrēšana ar HNO_3 sērskābes klātienē.
- iv. Nitrēšana ar NO_2 gaismā $250\text{ }^\circ\text{C}$ temperatūrā.
- v. Oksidēšana ar KMnO_4 šķīdumu sildot.
- vi. Oksidēšana ar O_2 $200\text{ }^\circ\text{C}$ temperatūrā.
- vii. Reducēšana ar NaBH_4 sildot.
- viii. Reducēšana ar H_2 $200\text{ }^\circ\text{C}$ temperatūrā.
- ix. Acilēšana ar acetilhlorīdu AlCl_3 klātienē.
- x. Acilēšana ar acetilhlorīdu $200\text{ }^\circ\text{C}$ temperatūrā.

2. reakcija

- i. Hlorēšana ar Cl_2 UV gaismā $300\text{ }^\circ\text{C}$ temperatūrā.
- ii. Hlorēšana ar Cl_2 AlCl_3 klātienē.
- iii. Nitrēšana ar HNO_3 sērskābes klātienē.
- iv. Nitrēšana ar NO_2 gaismā $250\text{ }^\circ\text{C}$ temperatūrā.
- v. Oksidēšana ar KMnO_4 šķīdumu sildot.
- vi. Oksidēšana ar O_2 $200\text{ }^\circ\text{C}$ temperatūrā.
- vii. Reducēšana ar NaBH_4 sildot.
- viii. Reducēšana ar H_2 $200\text{ }^\circ\text{C}$ temperatūrā.
- ix. Acilēšana ar acetilhlorīdu AlCl_3 klātienē.
- x. Acilēšana ar acetilhlorīdu $200\text{ }^\circ\text{C}$ temperatūrā.

3. reakcija

- i. Hlorēšana ar Cl_2 UV gaismā $300\text{ }^\circ\text{C}$ temperatūrā.
- ii. Hlorēšana ar Cl_2 AlCl_3 klātienē.
- iii. Nitrēšana ar HNO_3 sērskābes klātienē.
- iv. Nitrēšana ar NO_2 gaismā $250\text{ }^\circ\text{C}$ temperatūrā.
- v. Oksidēšana ar KMnO_4 šķīdumu sildot.
- vi. Oksidēšana ar O_2 $200\text{ }^\circ\text{C}$ temperatūrā.
- vii. Reducēšana ar NaBH_4 sildot.
- viii. Reducēšana ar H_2 $200\text{ }^\circ\text{C}$ temperatūrā.
- ix. Acilēšana ar acetilhlorīdu AlCl_3 klātienē.
- x. Acilēšana ar acetilhlorīdu $200\text{ }^\circ\text{C}$ temperatūrā.

9. Kurā(-s) no stadijām radīsies izomēru maisījums, ko būs nepieciešams atdalīt, lai iegūtu tikai 2-hlor-4-nitrobenzoscābi? Ja izomēri rodas iepriekšējā stadijā, pieņemiet, ka pirms tālāku stadiju realizēšanas tie tika atdalīti. Mazvarbūtīgu piemaisījumu veidošanos ignorējiet! Izvēlieties vienu vai vairākas pareizās atbildes! (2 punkti)

- a. 1. reakcijā
- b. 2. reakcijā
- c. 3. reakcijā

10. Cik hlornitrobenzoscābes izomērus kopā iegūtu šādā sintēzē, ja šajā(-s) stadijā(-s) neveiktu izomēru atdalīšanu? Mazvarbūtīgu piemaisījumu veidošanos ignorējiet un tos summā neieskaitiet! (3 punkti)

5. uzdevums. Trīskāršas problēmas... (18 punkti)

Kā oksidējošu reaģentu organiskajā ķīmijā mēdz izmantot kādas skābes vienvērtīga metāla jona sāli **A**. Praksē gan biežāk tīra **A** vietā izmanto trīskāršo sāli (nosauksim to par **OX**), kas patiesībā ir trīs sāļu **A**, **B** un **C** maisījums daudzuma attiecībā 2:1:1. Šis trīskāršais sāls satur 4 ķīmiskos elementus, turklāt gan **A**, gan **B** katrs satur visus 4 šos elementus, kamēr **C** satur 3 no tiem. Reducēšanās procesā **A** pārvēršas par **B**! Zināms, ka **B** un **C** veidojas attiecīgā metāla hidroksīda reakcijā ar sērskābi dažādās attiecībās.

Ķīmiķim Apsītīm bija nepieciešams oksidēt dimetilsulfīdu $(\text{CH}_3)_2\text{S}$ par dimetilsulfoksīdu $(\text{CH}_3)_2\text{SO}$, un viņš zināja, ka dimetilsulfīds ar **A** reaģē attiecībā 1:1. Tā nu Apsītis 0,800 g dimetilsulfīda pievienoja 3,00 g trīskāršā sāls **OX**. Pēc reakcijas Apsītis noteica, ka tikai 75,8% no dimetilsulfīda bija oksidēta. Apsītis saprata, ka ir pievienojis pārāk maz oksidētāja, lai oksidētu visu dimetilsulfīdu... *Pieņemiet ka oksidēšanas reakcija notika bez blakusreakcijām, t.i ar 100% iznākumu!* Pēc oksidēšanas iztvaicējot organiskās vielas reakcijas traukā palikušo neorganisko sāļu **B** un **C** masa bija 2,844 g.

1. Kāda ir trīskāršā sāls **OX** molmasa? (4 punkti)
2. Kāds ir tekstā minētā vienvērtīgā metāla jonam atbilstošā elementa ķīmiskais simbols? (4 punkti)
3. Uzrakstiet sāļu **A**, **B** un **C** ķīmiskās formulas! (kopā 8 punkti)
4. Kāda ir skābes "centrālā" atoma oksidēšanās pakāpe katrā no sāļiem **A**, **B** un **C**? (kopā 2 punkti)

9. KLASE

1. uzdevums. **Karsējam maisījumu!** (22 punkti)

14,22 g maisījumu, kas sastāvēja no kalcija karbonāta, nātrija karbonāta un nātrija hidroģēnkarbonāta, izkarsēja un iegūtos gāzveida produktus atdzesēja. To tilpums bija 2,016 litri (n.a.). Apstrādājot tādu pašu daudzumu šī maisījuma ar atšķaidītu sālsskābi, ieguva 6,60 g gāzes.

Uzraksti ķīmisko reakciju vienādojumus aprakstītajiem ķīmiskajiem procesiem! Ar katru no maisījuma sastāvdaļām raksti atsevišķu ķīmiskās reakcijas vienādojumu! (5 punkti)

Aprēķini vielas daudzumu, ko satur 2,016 litri iegūtās gāzes (n.a.) un vielas daudzumu, ko satur 6,60 g iegūtās gāzes! (2 punkti)

Aprēķini katras sastāvdaļas daudzumu (molos) maisījumā! (6 punkti)

Kalcija karbonātu var iegūt dažādos veidos.

Uzraksti trīs ķīmisko reakciju vienādojumus kalcija karbonāta ieguvei! (3 punkti)

Atšķirībā no kalcija karbonāta, nātrija karbonāts šķīst ūdenī. Tas ir zināms gan bezūdens savienojuma formā, gan kā kristālhidrāts $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. Laboratorijā bija nepieciešams pagatavot 10% nātrija karbonāta šķīdumu.

Aprēķini, cik g bezūdens nātrija karbonāta un cik ml ūdens nepieciešams, lai pagatavotu 140,0 g 10,0% nātrija karbonāta šķīdumu! (2 punkti)

Bezūdens nātrija karbonāta vietā šī šķīduma pagatavošanai izmantoja tā dekahidrātu. *Aprēķini, cik g nātrija karbonāta dekahidrāta un cik ml ūdens nepieciešams, lai pagatavotu 140 g 10% nātrija karbonāta šķīdumu! (4 punkti)*

2. uzdevums. **Piķis un zēvele!** (16 punkti)

Ķīmiskais elements A veido vienkāršu vielu dzeltenā krāsā, kuru sadedzinot gaisā, veidojas gāzveida oksīds B, kas satur 50% skābekli.

Uzraksti ķīmiskā elementa A simbolu un oksīda B ķīmisko formulu! (2 punkti)

Izlaižot oksīda B pārākumu caur nātrija hidroksīda šķīdumu, rodas savienojums C. Savienojums C reaģē ar ekvimolāru (tikpat lielu) daudzumu nātrija hidroksīda, veidojot savienojumu D, kas satur 38,10% skābekli.

Uzraksti savienojumu C un D formulas, un abu ķīmisko reakciju vienādojumus! (4 punkti)

No ūdens šķīduma viela D izkristalizējas kristālhidrāta formā. Atdzesējot 98,4 g 25,61% šīs vielas šķīdumu no 40 °C līdz 10 °C, izkristalizējās 26,4 g šī kristālhidrāta. Zināms, ka 10 °C 100 g ūdens šķīst 20 g šī savienojuma (bezūdens formā).

Nosaki kristālhidrāta ķīmisko formulu (6 punkti)

Vārot vielas D šķīdumu kopā ar vienkāršo vielu A rodas viela E, kas satur 29,11% nātriju un 30,38% skābekli. Atdzesējot šķīdumu, viela E izkristalizējas pentahidrāta formā.

Nosaki vielas E ķīmisko formulu un uzraksti reakcijas vienādojumu! (4 punkti)

3. uzdevums. **Izotopi, izobāri, izomorfi, izo...** (11 punkti)

Ķīmiskais elements bors ir divu dabīgo izotopu ^{10}B un ^{11}B maisījums. Bora vidējā molmasa ir 10,81 g/mol.

Aprēķini katra izotopa moldaļu (procentuālo saturu) borā! (3 punkti)

Dabā esošais ogleklis ir divus stabilu izotopu (^{12}C un ^{13}C) maisījums, kā arī tas satur niecīgus daudzumus radioaktīva, nestabila izotopa ^{14}C . Savukārt skābeklim ir zināmi 3 stabili izotopi (^{16}O , ^{17}O un ^{18}O).

Uzraksti visas iespējamās oglekļa(IV) oksīda molekulas formulas (ņemot vērā trīs oglekļa un trīs skābekļa izotopu eksistenci) un aprēķini vislielāko un vismazāko iespējamo oglekļa(IV) oksīda molmasu! (8 punkti)

4. uzdevums. **Gāzu dimensijas** (12 punkti)

Trauka, kas piepildīts ar kriptonu, masa vienādos apstākļos ir par 3,12 g lielāka nekā tā paša trauka masa, ja tas ir piepildīts ar skābekli. Ja to pašu trauku tādos pašos apstākļos piepilda ar kāda no gāzveida sēra fluorīdiem, tad tā masa ir par 1,44 g lielāka, nekā, ja tas ir piepildīts ar kriptonu.

Aprēķini šī trauka tilpumu (n.a.)! (5 punkti)

Nosaki nezināmā sēra fluorīda ķīmisko formulu! (4 punkti)

Diborāns(6), kura formula ir B_2H_6 , arī ir gāze.

Aprēķini B_2H_6 relatīvo blīvumu pret hēliju! (2 punkti)

Šķīdinot dažas gāzes ūdenī, rodas skābes.

Uzraksti atbilstošās ķīmiskās reakcijas piemēru! (1 punkts)

5. uzdevums. **Aktīvie metāli un to savienojumi** (9 punkti)

Sārmu un sārmzemju metāli paaugstinātā temperatūrā reagē ar ūdeņradi, veidojot binārus savienojumus – hidrīdus. Hidrīdos metālu oksidēšanas pakāpes ir pozitīvas, bet ūdeņraža oksidēšanas pakāpe ir negatīva (-1).

Uzraksti ķīmiskās reakcijas vienādojumu rubīdija hidrīda ieguvei! (1 punkts)

Kā zināms, sārmu un sārmzemju metāliem reaģējot ar ūdeni, rodas to hidroksīdi un izdalās ūdeņradis. Arī hidrīdi ir ļoti reaģētspējīgi savienojumi, saskaroties ar ūdeni, tie pārvēršas par hidroksīdiem. Arī šajā reakcijā izdalās ūdeņradis.

Uzraksti ķīmiskās reakcijas vienādojumu un aprēķini, cik litri ūdeņraža rodas (n.a.), ja ar ūdeni reagē 0,63 g stroncija hidrīda! (3 punkti)

Saskaroties ar skābekli hidrīdi viegli oksidējas.

Uzraksti ķīmiskās reakcijas vienādojumu starp nātrija hidrīdu un skābekli (1 punkts)

Apstrādājot ar ūdeni 1,20 gramus cietas, kristāliskas vielas A, izdalījās 672 ml (n.a.) ūdeņraža.

Nosaki divas iespējamās vielas A formulas! (4 punkti)

Uzmanību! Visos aprēķinos izmantotas ķīmisko elementu molmasas, kas noapaļotas līdz veseliem skaitļiem, izņemot hloru, kura molmasa noapaļota līdz 35,5.

1. uzdevums. **Slāpekļskābe, nitrāti un citas labas lietas...** (18 punkti)

2,067 g maisījuma, kas sastāvēja no vara(II) hidroksīda un bārija karbonāta izšķīdināja slāpekļskābē. Pilnīgai maisījuma izšķīdināšanai bija nepieciešami 600,0 ml slāpekļskābes, kuras koncentrācija bija 0,040 mol/litrā.

Uzraksti ķīmisko reakciju vienādojumus vara(II) hidroksīda un bārija karbonāta reakcijām ar slāpekļskābi! (2 punkti)

Aprēķini reakcijā izlietotās slāpekļskābes daudzumu! (1 punkts)

Aprēķini vara(II) hidroksīda un bārija karbonāta daudzumu maisījumā! (4 punkti)

Kādā citā eksperimentā izmantoja slāpekļskābes šķīdumu, kura molārā koncentrācija bija 6,956 mol/litrā, bet blīvums 1,220 g/mL.

Aprēķini HNO_3 masas daļu šajā šķīdumā! (4 punkti)

Praktiski visi nitrāti labi šķīst ūdenī. Tomēr, pievienojot dažādu vielu šķīdumiem slāpekļskābes šķīdumu, var novērot nogulšņu veidošanos.

Uzraksti ķīmisko reakciju vienādojumus diviem šādiem procesiem! (2 punkti)

Karsējot nitrāti sadalās. Sadalīšanās produkti ir atkarīgi no katra konkrētā savienojuma īpašībām (galvenokārt katjona dabas) un no karsēšanas temperatūras. Kādā eksperimentā 140 °C izkarsēja 2,018 g nezināma nitrāta. Iegūtā cietā atlikuma masa bija 0,867 g.

Nosaki izkarsētā nitrāta ķīmisko formulu! (5 punkti)

2. uzdevums. **Nezināmais elements un tā savienojumi** (12 punkti)

Ķīmiskā elementa A veidotā vienkāršā viela sildot bez gaisa klātienes šķīst nātrija hidroksīda šķīdumā, veidojot jaunus savienojumus B un C. Savienojums B satur 25,40% ķīmiskā elementa A, bet savienojums C satur 41,03% ķīmiskā elementa A. Gaisa klātienē savienojums B viegli oksidējas par savienojumu D, kas satur 22,54% ķīmiskā elementa A. Savukārt sadedzinot ķīmiskā elementa A veidoto vienkāršo vielu, rodas gāzveida oksīds E, kura relatīvais blīvums pret hēliju ir 16.

Aprēķini oksīda E molmasu! (1 punkts)

Uzraksti ķīmiskā elementa A simbolu un ķīmisko savienojumu B, C, D un E formulas! (5 punkti)

Uzraksti trīs iepriekš minēto ķīmisko reakciju vienādojumus! (3 punkti)

Ķīmisko elementu A satur arī gāze F. Gāze F reaģē ar savienojumu E molārajās attiecībās 2 : 1, reakcijā rodas viena vienkārša viela un viens ķīmiskais savienojums. *Nosaki gāzi F un uzraksti šīs ķīmiskās reakcijas vienādojumu! (3 punkti)*

3. uzdevums. **Vēl viens nezināms ķīmiskais elements...** (14 punkti)

2,032 g vienkāršu cietu vielu izšķīdināja koncentrētā slāpekļskābē, izdalījās 598,1 ml (n.a.) gāze A, kas satur 53,33% skābekli.

Aprēķini iegūtās gāzes daudzumu un nosaki gāzes A ķīmisko formulu (4 punkti)

Ietvaicējot iegūto šķīdumu, izkristalizējās bezkrāsaini skābes B kristāli.

Nosaki šīs skābes ķīmisko formulu, uzraksti notikušās ķīmiskās reakcijas vienādojumu un aprēķini iegūtās skābes masu! (10 punkti)

4. uzdevums. **Neorganisko vielu klases** (18 punkti)

Ķīmiskais savienojums A satur 25,50% skābekļa, 1,59% ūdeņraža, bet tā molmasa ir 125,5 g/mol.

Nosaki šī savienojuma ķīmisko formulu un uzraksti tā nosaukumu! (6 punkti)

Uzraksti vienu ķīmisko reakcijas vienādojumu šī savienojuma ieguvei! (1 punkts)

Ķīmiskais savienojums B satur 1,03% ūdeņradi, 16,49% skābekli un vienu vai vairākus citus ķīmiskos elementus.

Nosaki šī savienojuma ķīmisko formulu! (5 punkti)

Ķīmiskais savienojums C satur tikai nemetāliskos ķīmiskos elementus, tā molmasa ir 162 g/mol, tas satur 2,47% ūdeņradi, 39,51% skābekli un vēl divus ķīmiskos elementus.

Nosaki šī savienojuma ķīmisko formulu! (6 punkti)

5. uzdevums. **Grafīts vai dimants? Vai tomēr kaut kas cits?** (8 punkti)

Ķīmiskie elementi A un B atrodas ķīmisko elementu periodiskās tabulas otrajā periodā. Tie savā starpā veido savienojumu C, kas ir zināms divu modifikāciju veidā. Viena no šīm modifikācijām uzbūves ziņā ļoti atgādina grafītu, savukārt otra – dimantu. Arī šo modifikāciju īpašības ir tuvas grafīta un dimanta īpašībām. Ar skābekli elements A veido vienu oksīdu, savukārt elements B veido vairākus oksīdus.

Uzraksti abu ķīmisko elementu simbolus un savienojuma C ķīmisko formulu! (3 punkti)

Nosaki abu elementu oksidēšanas pakāpes savienojumā C! (2 punkti)

Izskaidro, kāpēc savienojuma C veidotās modifikācijas uzbūves ziņā ir ļoti līdzīgas grafītam un dimantam! (3 punkti)

1. uzdevums. **Violeto-trons** (15 punkti)

A ir viela, kas veido violeti melnus prizmveida kristālus, ko šķīdinot ūdenī iegūst violetu šķīdumu. Tumši violetā **A** šķīduma reakcijā ar bezkrāsaino **B** šķīdumu (pārākumā) sērskābes klātienē iegūst vāji sarkanīgu šķīdumu. Šim šķīdumam pievienojot mazpolāru organisku šķīdinātāju, kas nejaucas ar ūdeni (piem., hloroformu), un maisījumu intensīvi sakratot, organiskās vielas slānis nokrāsojas gaiši violetā krāsā, kamēr ūdens slānis kļūst gaišāks, un tā krāsu var raksturot kā gaiši rozā. Abus slāņus atdala, un ūdens slāni lēni ietvaicējot iegūst gaiši rozā **C** kristālus, ko tālāk karsējot iegūst baltu pulverveida vielu **D**, kamēr karsēšanas laikā vielas maza samazinās par 32,3%. Savukārt ietvaicējot violeto organiskās vielas slāni novēro violetu tvaiku izdalīšanos (kas saistīts ar vielu **E**), un pēc ietvaicēšanas iegūst tukšu trauku.

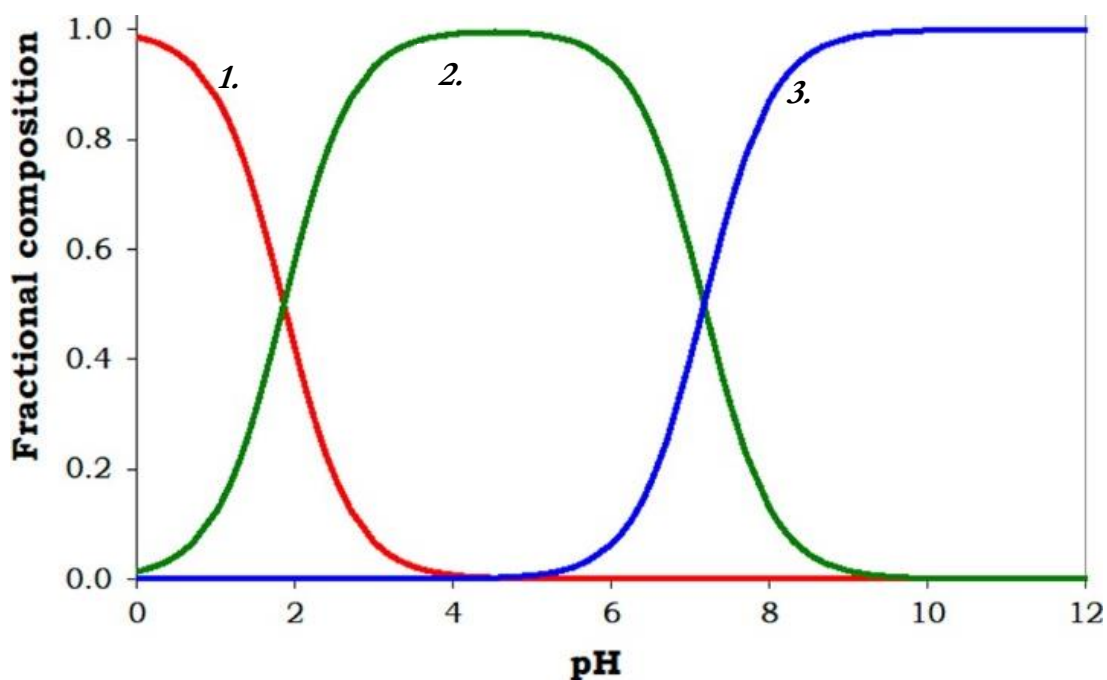
1. Uzrakstīt **A** – **E** ķīmiskās formulas.
2. Uzrakstīt aprakstīto ķīmisko reakciju vienādojumus.
3. Pamatot, kādēļ organiskās vielas slānis iekrāsojās violetā krāsā? Kādēļ ūdens slāņa krāsa pēc šī procesa mainās kā aprakstīts?
4. Kādu daļiņu klātiene ir atbildīga par gaiši rozā šķīdumu pēc ekstrakcijas ar hloroformu?
5. Kas veidots no **A**, ja reakciju veiktu nevis sērskābes bet a) kālija hidroksīda, un b) tīra ūdens klātienē? Kādas krāsu izmaiņas novērotu šādā gadījumā?

2. uzdevums. **Vīna konservēšana** (18 punkti)

Tikpat kā jebkuram vīnam ražošanas procesā tiek pievienots sēra dioksīds, jo tas ir konservants, kam piemīt antioksidatīvas un anti-mikrobu īpašības (turklāt izvairīties no tā pilnībā faktiski nav iespējams, jo tas ir arī fermentācijas blakusprodukts). Zināms, ka izšķīstot sēra dioksīds jonizējas, vīnā eksistējot hidrogēnsulfītu un sulfītu veidā.

1. Uzrakstiet ķīmisko reakciju vienādojumus šīm pārvērtībām!

Realitātē šķīdumā (t.sk. vīnā) esošo sēra dioksīda, hidrogēnsulfītu un sulfītu relatīvo daudzumu nosaka tā pH, un šim mērķim var izmantot skābju-bāzu (protolītisko pāru) moldaļu grafikus, kas doti 12. attēlā, un norāda katras daļiņas daudzumu pie noteikta pH.



12. att.

Zināms, ka sērpaskābes disociācijas pirmās stadijas $pK_{a1} = 1,86$, savukārt otrās stadijas $pK_{a2} = 7,17$.

2. Izmantojiet doto informāciju, nosakiet, kurai no daļiņām atbilst kura no līknēm. Pamatojiet savu atbildi ar ķīmisko pārvērtību vienādojumiem katrai no protolītisko pārvērtību stadijām.

Zināms, ka kādā analizētā baltvīnā ūdeņraža jonu koncentrācija ir $3,16 \cdot 10^{-4}$ M.

3. Aprēķināt šī vīna pH!
4. Noteikt, kura būs dominējošā daļiņa (sēra dioksīds, hidrogēnsulfīti vai sulfīti) šajā baltvīnā. Kuras daļiņas būs vismazāk?
5. Tikpat kā uz visām vīna pudelēm tiek rakstīts, ka vīns satur sulfītus. Komentējiet šo apgalvojumu un, ja nepieciešams, precizējiet to!

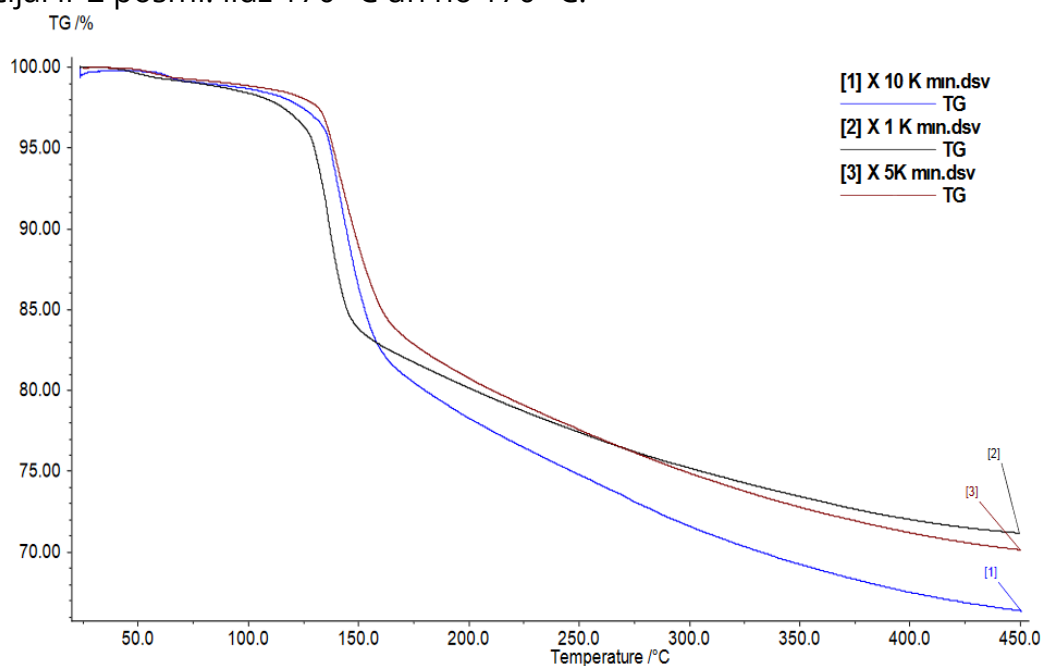
Par kopējo sulfītu daudzumu vīnā mēdz saukt kopējo visu trīs formu (sēra dioksīda, hidrogēnsulfītu un sulfītu) koncentrāciju. To daudzumu var noteikt, piemēram, titrējot ar joda šķīdumu. Ņēma 20,00 ml tā paša baltvīna, pievienoja 5 ml 25% H_2SO_4 šķīduma un 1 ml 1% cietes šķīduma. Iegūto šķīdumu titrēja ar 0,0100 M joda šķīdumu, titrēšanā patērējot 6,25 ml titranta šķīduma.

6. Uzrakstīt titrēšanas reakcijas vienādojumu!
7. Kādēļ vīna paraugam pievienoja sērskābi? Pamatojiet!
8. Kādēļ pirms titrēšanas pievienoja cietes šķīdumu? Pamatojiet!
9. Aprēķināt kopējo sulfītu koncentrāciju (mol/L) un masas koncentrāciju vīnā (mg/L), ja to izsaka SO_2 masā (kā to parasti dara praksē)!
10. Zināms, ka zinošs cilvēks ar jutīgu ožu vīnā sēra dioksīdu var sasmaržot (tā ir gāze ar izteiktu smaržu!) pie koncentrācijas 15 – 40 mg/L! Izmantojiet augstāk doto grafiku un nosakiet, vai sēra dioksīdu būs iespējams šādi sasmaržot arī šajā vīnā?

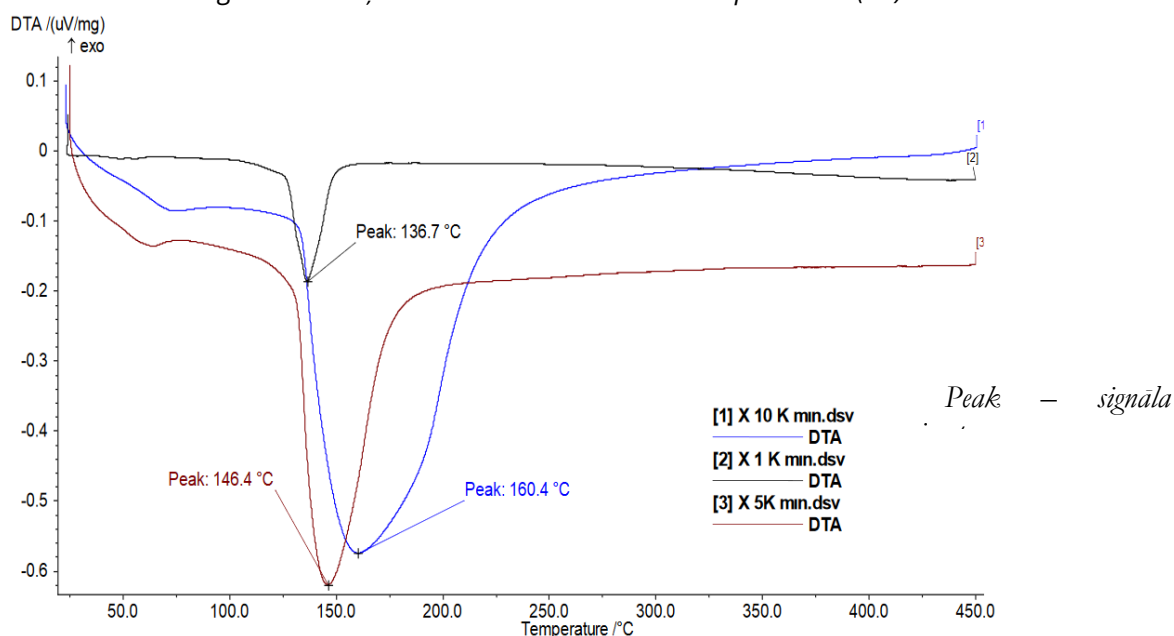
3. uzdevums. Līkņu ķīmija (13 punkti)

Termogravimetriskā analīze (TG) ir analīzes metode, kurā karsējot paraugu, reģistrē parauga masas izmaiņas, atkarībā no temperatūras (kura mainās laika gaitā). TG ir populāra metode ūdens daudzuma noteikšanai kristālhidrātos. Papildus TG izmanto arī diferenciālo termisko analīzi (DTA), kura parāda, cik strauji notiekošajā reakcijā tiek izdalīts vai patērēts siltuma daudzums atkarībā no temperatūras.

Bezūdens borakss ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$) ir industriāls produkts, kuru iegūst no dažādiem boraksa kristālhidrātiem. Kādam kristālhidrātam $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot \text{X H}_2\text{O}$ veica TG un DTA ar parametriem: 50 mg cietvielas, N_2 plūsmas ātrums $40 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1}$, karsēšanas ātrumi 1, 5 un $10 \text{ K} \cdot \text{min}^{-1}$, temperatūru intervāls $25 \text{ }^\circ\text{C} - 460 \text{ }^\circ\text{C}$ (13. un 14. att.). Zināms, ka kristālhidrāta dehidratācijai ir 2 posmi: līdz $170 \text{ }^\circ\text{C}$ un no $170 \text{ }^\circ\text{C}$.



13. att. Parauga masas daļas atkarība no karsēšanas temperatūras (TG).



14. att. Parauga izdalītā siltuma daudzuma atkarība no karsēšanas temperatūras (DTA).

1) Kura metode [1], [2] vai [3] veido visprecīzākos DTA un TG mērījumus?

2) Pieņem, ka pie 460 °C 96% kristālhidrātā esošais ūdens ir iztvaikojis un aprēķini ūdens attiecību **X** kristālhidrātā $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot \text{X H}_2\text{O}$. Izmanto tikai precīzākās metodes datus! **X** ir vesels skaitlis.

3) Pieņem, ka pirmā posma dehidratācija beidzas pie temperatūras, pie kuras siltums izdalās visstraujāk (skat. 2.att.). Nosaki starpsavienojuma $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot \text{Y H}_2\text{O}$ ūdens daudzumu. **Y** var nebūt vesels skaitlis.

4) Uzraksti kristālhidrāta abu dehidratāciju posmu reakciju vienādojumus.

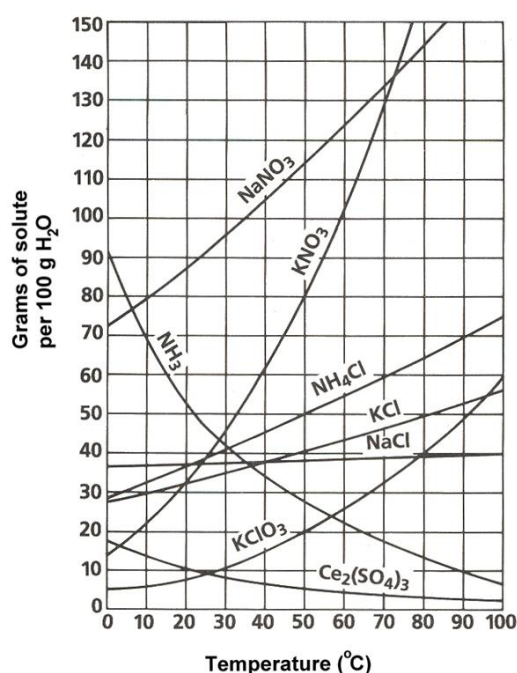
5) Kāpēc 1. posmā (līdz 170°C) parauga masa samazinās daudz straujāk nekā 2. posmā (no 170°C)?

6) Boraksu apstrādājot ar sālsskābi, ir iespējams iegūt borskābi H_3BO_3 . Uzraksti reakciju vienādojumu!

4. uzdevums. **Izsālīšana** (16 punkti)

Zināms, ka dažādiem sāļiem ir dažāda šķīdība ūdenī, turklāt papildus tā ir atkarīga no temperatūras. Literatūrā ir atrodama, piem., 15. attēlā dotā dažu sāļu šķīdības atkarība no temperatūras.

Tieši šķīdības izmaiņas temperatūrā ir viena no iespējām, kā varētu atdalīt sāļu maisījumus. Pieņemsim, ka sākotnēji mums ir maisījums no diviem sāļiem **A** un **B**, kurā katra sāļa masas daļa ir tieši 50,0%. Ievērojiet, ka bez sāļiem šeit parādīta arī amonjaka šķīdība, kas mūsu gadījumā nav svarīga. *Kā minimālo temperatūru varat izmantot 0 °C, bet kā maksimālo 100 °C, jeb ja pie tās nav datu, tad to maksimālos veselos desmitus grādu (70 vai 80), pie kura pieejami dati. Skaidri parādiet izmantot ūdens masu un aprēķinus!*



15. att.

1. Jums jāveic kālija hlorīda (=A) un nātrija nitrāta (=B) atdalīšana. *Aprēķiniet, kāds būs šo sāļu maisījuma sastāvs pēc vienas atdalīšanas (pārkristalizācijas) veikšanas, ja izmantos "visefektīvāko" ūdens daudzumu (attiecībā pret sāļu masu)!*
2. *Aprēķiniet, kāds būs šo sāļu maisījuma sastāvs pēc otrās atdalīšanas (pārkristalizācijas) veikšanas, ja tajā izmantos maisījumu, kas iegūts pirmajā atdalīšanā, un atkal "visefektīvāko" ūdens daudzumu!*
3. *Kuru no attēlā dotajiem sāļiem būs visefektīvāk atdalīt no citiem sāļiem, izmantojot šķīdības atšķirības dažādās temperatūrās? Pamatojiet!*
4. *Kuru sāli būs visefektīvāk atdalīt no iepriekšējā punktā atrastā, ja kā primāro kritēriju izmantojiet pēc atdalīšanas iegūtā produkta tīrību, kā sekundāro – masu. Aprēķiniet, kāds būs šo sāļu maisījuma sastāvs pēc vienas atdalīšanas (pārkristalizācijas) veikšanas, ja izmantos "visefektīvāko" ūdens daudzumu!*

5. Kurš no attēlā dotajiem sāļiem būs nākamais visefektīvāk atdalāmais no citiem sāļiem, izmantojot šķīdības atšķirības dažādās temperatūrās? Pamatojiet!

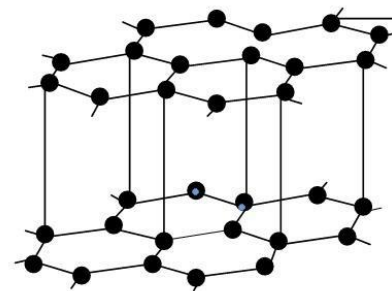
5. uzdevums. Litija jonu baterija (22 punkti)

Mūsdienās pamatā visās portatīvajās elektriskajās ierīcēs tiek izmantotas litija jonu baterijas, kas ir aizstājušas agrāk šādās ierīcēs visizplatītākās niķeļa metālhidrīda baterijas.

Gan tamdēļ, ka baterijas spriegums sadalītu ūdeni, gan tamdēļ, kāda mijiedarbība iespējama starp litiju un ūdeni, kā elektrolītu litija jonu baterijās lieto litija sāļu šķīdumu organiskā šķīdinātājā, piem., dimetilkarbonātā¹. Viens no populārākajiem sāļiem ir **B**, kura anjons ir veidots no 2 ķīmiskajiem elementiem. Tas ūdens klātienē viegli hidrolizējas, veidojot litija hidroksīdu, bināru savienojumu **C** un kādu vāju, taču ļoti reaģētspējīgu un toksisku skābi **D**, kas lēnām reaģē pat ar stiklu. **C** hidrolizē ūdens pārākumā iegūst divas skābes – **D** un **E** – visai stipru vairākvērtīgu neorganisku skābi, ko plaši izmanto mazgājamo līdzekļu ražošanā un pārtikas rūpniecībā.

1. Uzrakstiet **B** – **E** ķīmiskās formulas.
2. Uzrakstiet aprakstīto pārvērtību vienādojums!
3. Uzskatāmi attēlojiet **C** un **B** anjona telpisko uzbūvi.

Šajās baterijās viena no pusreakcijām (pusreakcija **I**) notiek ar litija joniem dopētā kobalta (IV) oksīdā (t.i. – kobalta (IV) oksīds ar pievienotu litija *piedevu*), un tajā rodas jauktais oksīds **A**, kurā kobalts ir samazinājis savu oksidēšanās pakāpi par 1. Otra pusreakcija (pusreakcija **II**) notiek uz grafīta elektroda (pamatojoties uz uzbūvi apzīmēsim grafītu ar C_6 , skat. 16. att.), un ir litija jonu izdalīšanās no neitrāla kompleksa ar grafītu (ko bieži apzīmē kā LiC_6). Šādas reakcijas nodrošina litija jonu plūsmu caur elektrolītu, kas atrodas starp abiem elektrodiem, kamēr elektroni plūst ārējā ķēdē.



16. att.

4. Uzrakstiet abu pusreakciju vienādojumus.
5. Kurš no elektrodiem būs pozitīvais, bet kurš – negatīvais.
6. Zinot grafīta struktūru, skaidri iezīmējiet un paskaidrojiet, kur, visticamāk, novietosies litija atomi kompleksā LiC_6 , ja zināms, ka šī pusreakcija ir apgriezeniska.

Kāds mobilais telefons ir aprīkots ar 2800 mAh (mA·h) ietilpīgu litija jonu bateriju. Tā uzlādi veica ar 1,8 A lielu strāvu.

7. Aprēķiniet, cik ilgi teorētiski būtu jāveic šīs baterijas pilnīga uzlāde?
8. Aprēķiniet, kāds ir litija jonu daudzums un masa (g), kas šīs uzlādes laikā tiek pārnesti caur elektrolītu no viena elektrod uz otru?

¹ Litija polimēru baterijās izmanto polimēru elektrodus.

6. uzdevums. **Same but different but still same** (25 punkti)

Kāds elements veido divus uzbūves ziņā ļoti līdzīgus binārus savienojumus **A** un **B**, kuru fizikālās un ķīmiskās īpašības gan ir stipri atšķirīgas. **A** ir ķīmiskajā rūpniecībā plaši izmantota gāzveida viela, kuru paaugstinātā temperatūrā un spiedienā katalizatora klātienē iegūst vienkāršas gāzveida vielas **X** reakcijā ar **C** - otra **A** veidojošā ķīmiskā elementa veidoto vienkāršo vielu. **A** ir raksturīga asa smarža, un tas labi šķīst ūdenī, turklāt šai procesā uzrāda izteikti bāziskas īpašības. Tāpat **A** bāziskās īpašības izpaužas tās reakcijā ar hlorūdeņradi, kurā rodas **E**.

B savukārt ir izmantojams tikai elektronikas rūpniecībā specifiskā jomā (silīcija plākšņu ķīmiskai tīrīšanai). To iegūst **X** reakcijā ar **D** -

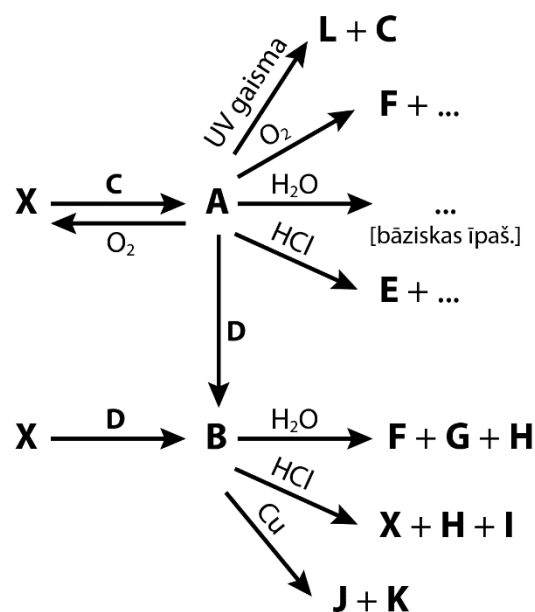
otra **B** veidojošā ķīmiskā elementa veidoto vienkāršo vielu, un arī šī reakcija notiek tikai specifiskos apstākļos – elektriskās izlādes klātienē. **D** ir ļoti toksiska bālgani dzeltena gāze, kas reaģē ar tikpat kā jebkuru elementu, pat cēlgāzēm. Šī viela savukārt tikai nedaudz šķīst ūdenī, un bāziskas īpašības neuzrāda. Tā vietā **B** reaģē ar ūdeni paaugstinātā temperatūrā, notiekot **X** disproporcionēšanās reakcijai, kurā rodas gāzveida oksīds **F** un divas skābes **G** un **H**. Reakcijā ar hlorūdeņradi savukārt izpaužas **B** (tiesa ne pārāk izteiktā) oksidētāja daba, un reakcijā rodas **X**, **H** un zaļgana gāze **I**. Tāpat **B** oksidētāja daba izpaužas tā reakcijā ar varu, kurā tiek iegūts binārs savienojums **J** un binārs vara savienojums **K**.

Struktūras ziņā analogs **J** savienojums ir **L**, ko iegūst istabas temperatūrā **A** apstarojot ar UV gaismu, un šai reakcijā izdalās **C**. Arī **L** ir bāziskas īpašības un tas ir rūpniecībā samērā plaši izmantojams reāģents, tāpat to izmanto kā raķešu degvielu.

A reakcijā ar skābekli katalizatora klātienē iegūst gāzveida oksīdu **F**, bet bez katalizatora klātienē veidojas **X**, kamēr **B** līdzīgas pārvērtības nav novērojamas.

Zināms, ka **A** reakcijā ar **D** iegūst **B**, kamēr pretēja pārvērtība – **A** iegūšana no **B** reakcijā ar **C** nav iespējama!

1. Uzrakstīt **X**, kā arī **A** – **L** ķīmiskās formulas.
2. Uzrakstīt visu aprakstīto (shēmā uzrādīto) ķīmisko reakciju vienādojumus!
3. Kādēļ **A** ir bāziskas īpašības, bet **B** nav?
4. Uzzīmēt **A** un **B**, kā arī **L** un **J** struktūrformulas, skaidri norādot atomu un nedalīto elektronu pāru telpisko novietojumu un molekulu telpisko formu!
5. **B** reakcijai ar ūdeni un **HCl** uzrakstīt oksidēšanās-reducēšanās pusreakciju jonu-elektronu bilances!



17. att.

7. uzdevums. **Magnusa zaļais sāls** (22 punkti)

Savienojums **A**, Magnusa zaļais sāls, ir kāda metāla **X** veidots tumši zaļš savienojums, kura struktūra ir veidota no **X** atomu ķēdēm, tādejādi iegūstot faktiski polimērveida savienojumu. Plašāk zināms ir savienojums **B**, kura empīriskā formula, kā arī vairākas ķīmiskās uzbūves iezīmes ir identiskas ar savienojumu **A**, bet **B** ir dzeltens molekulārs savienojums.

Abus šos savienojumus var iegūt no **C** - viena no **X** hlorīdiem, ko iegūst citādi visai inertā metāla reakcijā ar hloru pārākumā. Zināms, ka savienojumā **C** metāla **X** masas daļa ir 57,91%. **C** reakcijā ar koncentrētu kālija hlorīda šķīdumu sildot iegūst **D**, kas sastāv no kompleksa anjona, un kur katjonam atbilstošā elementa masas daļa ir 16,09%. Reducējot **D** ar sēra (IV) oksīdu ūdens šķīdumā iegūst **E**, kurā ir mainījusies tikai elementu attiecība, un tajā katjonam atbilstošā elementa masas daļa ir 18,84%.

Pie **E** ūdens šķīduma pievienojot amonjaku, iegūst **A** nogulsnes. Zināms, ka **A** sastāv gan no kompleksa anjona, gan katjona. Ja pie **A** pievieno amonjaku pārākumā, iegūst citu nešķīstošu kompleksu savienojumu **F**, kurā no **A** ir palicis tikai katjons, savukārt anjons ir hlorīds.

Zināms, ka **F** var iegūt arī otra metāla **X** hlorīda **G** reakcijā ar amonjaka šķīdumu (**G** metāla **X** masas daļa ir 73,34%), turklāt **F** reakcija ar **E** ir vienkārša apmaiņas reakcijā, kurā veidojas **A**.

Arī **B** iegūst no **E**, taču iegūšanas process ietver vairākas stadijas, jo produkts ir stereoizomērs. Sākotnēji **E** reakcijā ar kālija jodīdu pārākumā veic halogēna nomainīšanu, iegūstot **H**, kam tālāk pievieno 2 ekvivalentus amonjaka, stereoselektīvi kompleksajā jonā veicot divu *cis*-novietotu ligandu nomainīšanu iegūstot **I**. **I** pievienojot 2 ekvivalentus sudraba (I) nitrāta šķīdumu panāk daļēju ligandu nomainīšanu, nonākot pie **J**, kura reakcijā ar kālija hlorīdu pārākumā atkal panāk daļēju ligandu nomainīšanu, iegūstot **B**.

1. Uzrakstīt metāla **X** un **A** – **J** ķīmiskās formulas.
2. Uzrakstīt visu aprakstīto pārvērtību ķīmisko reakciju vienādojumus!
3. Uzskatāmi attēlojiet ģeometriju kompleksajiem joniem, kas ietilpst savienojumos **E** un **F** (un līdz ar to arī **A**).
4. Balstoties uz pieejamo informāciju, pēc iespējas precīzāk attēlojiet **A** uzbūvi.
5. Uzskatāmi attēlojiet ģeometriju kompleksajam savienojumam **B**.

1. uzdevums. **Kolbe kolbā** (16 punkti)

Kolbes elektrolīze ir elektroķīmiska radikāļu reakcija, kurā vēsturiski izmantoja etiķskābi. Elektrolizējot etiķskābes ūdens šķīdumu, izdalās viegla, degtspējīga gāze **A**, nedegoša gāze **B** un alkāns **C**. Savukārt elektrolizējot kādas citas organiskas skābes **D** šķīdumu, veidojas tikai **A** un **B**.

- 1) Nosaki savienojumus **A-D**.
- 2) Uzraksti etiķskābes elektrolīzes vienādojumu.
- 3) Zināms, ka etiķskābes elektrolīzē uz viena elektroda veidojas **A** un uz otra **B** un **C**.
Nosaki, uz kura elektroda notiks kura pusreakcija un uzraksti abas pusreakcijas.

Elektrolizējot 150 ml 4,505 M etiķskābes šķīdumu, ar 100% iznākumu ieguva gāzu maisījumu, kuru bez zudumiem novirzīja uz 37,5 L lielu izolētu, tukšu konteineri.

- 4) Pieņemt, ka gāzu maisījums sastāv no ideālām gāzēm, un noteikt minimālo temperatūru T_1 kelvinos, pie kura gāzu maisījuma spiediens kļūs lielāks par atmosfēras spiedienu. Zināms, ka $1 \text{ atm} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ un $R = 8,3145 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$

Reālas gāzes daudz labāk apraksta sarežģītāki vienādojumi. Viens no tiem ir Van der Vālsa vienādojums (skat. zemāk).

$$\left(p + \frac{an^2}{V^2}\right)(V - nb) = nRT$$

- 5) Kādi pieņēmumi tiek veikti aprakstot ideālu gāzi, taču vairs netiek pieņemti aprakstot reālu gāzi (kāpēc reālas gāzes vienādojumā ir spiediena un tilpuma korekcijas)?
- 6) Aprēķini, izmantojot tabulas datus, kāds būs reālu gāzu maisījuma spiediens, ja temperatūra konteinerā ir 400 K.

Izmanto $R = 0,083145 \text{ (L} \cdot \text{bar)} / (\text{mol} \cdot \text{K})$

	a , bar·L ² /mol ²	b , L/mol
gāze A	0,2453	0,02651
gāze B	3,658	0,04286
gāze C	5,570	0,06499

2. uzdevums. **Dārgakmeņu uzbūve** (27 punkti)

Zināms, ka metāla **X** oksīds **A** dabā eksistē diezgan bieži sastopama minerāla veidā, kas tīrā veidā parasti ir caurspīdīgs, bet atkarībā no veidošanās apstākļiem un piemaisījumiem ir sastopams arī dažādās citās krāsās (no sarkanas līdz pat zilai). Šī iemesla dēļ šo minerālu izmanto kā dārgakmeni vai pusdārgakmeni. Zināms, ka skābekļa masas daļa oksīdā **A** ir 47,08%.

1. Kas ir metāls **X** un oksīds **A**?

Dabā **A** veidojošais metāls **X** visplašāk ir izplatīts un tiek iegūts no rūdas, kas satur tā hidroksīdu (**B**) un oksihidroksīdu **C**. Lai atdalītu no silikātiem un dzelzs savienojumiem, sākotnēji rūda augstā temperatūrā un lielā spiedienā tiek šķīdināta koncentrētā nātrija

hidroksīdā, iegūst savienojuma **D** šķīdumu, ko atdzesējot izgulsnējas tīrs **B**. Tālāk šādu **B** karsējot >1000 °C iegūst tīru **A**.

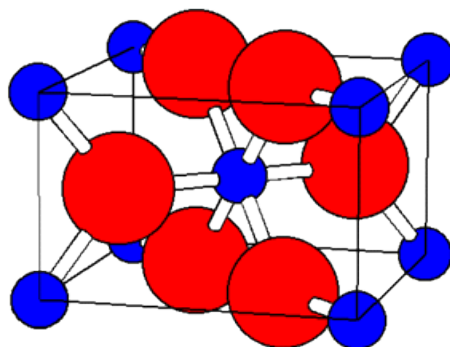
2. Kas ir savienojumi **B** – **D**?
3. Uzrakstīt aprakstīto ķīmisko reakciju vienādojumus!
4. Kurā stadijā tiek atdalīti dzelzs savienojumi, bet kurā – silikāti?

Mūsdienās tīru **X** iegūst **A** kausējuma elektrolīzē, kur **A** izšķīdina izkausētā vielā **E**, un elektrolīzi veic, izmantojot oglekļa elektrodus, šādi iegūstot **X** un atkarībā no elektrolīzes apstākļiem vai nu bezkrāsainu indīgu gāzi **F**, vai no tās iegūstamu citu bezkrāsainu gāzi **G**. Zināms, ka **E** ir metālu **X** saturošs jonisks savienojums, ko sintētiski iegūst **A** reakcijā ar nātrija hidroksīdu un fluorūdeņražskābi, turklāt savienojumā **E X** saturošajam anjonam ir oktaedriskā forma.

5. Kas ir savienojumi **E** – **G**?
6. Uzrakstīt ķīmiskās reakciju vienādojumu, ja tiek iegūta **G**, norādot, kāda pusreakcija notiek pie katoda, un kāda pie anoda!

Vienam no **A** veidotajiem dārgakmeņiem krāsu piešķir tas, ka daļēji struktūrā metālu **X** ir aizstājis hroms. Kāda šāda dārgakmeņa analizē noteica, ka hroma masas daļa ir 1,025%.

7. Aprēķināt kāda ir molārā **X** un hroma attiecība (**X** : Cr) šajā dārgakmenī!
8. Cik **A** struktūras elementāršūnas ir jāapskata, lai šajā kopā vidēji atrastu 1 hroma atomu, ja zināms, ka elementāršūnā ietilpst sešas oksīda formulvienības?



18. att.

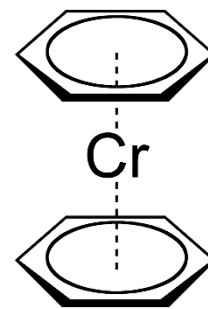
A dažkārt ir sastopami kāda cita oksīda **H** ieslēgumi, veidojot savdabīgu un skaistu stiegrainu rakstu, kas palielina attiecīgo dārgakmeņu vērtību. **H** ir dioksīds, kurā skābekļa masas daļa ir 40,1%. **H** dārgakmeņos kristalizējas tetragonālajā singonijā, kur atomu novietojums šūnas augšā un apakšā atbilst kvadrātam ar malas garumu $a = 4,594 \text{ \AA}$ ($1 \text{ \AA} = 1 \cdot 10^{-10} \text{ m}$), savukārt izveidotā paralēlskalidņa augstums ir $c = 2,959 \text{ \AA}$. Zinot, ka šūnas virsotnēs atrodas metāla atomi, un skābekļa atomi kuba augšā un apakšā atrodas tieši uz skaldnes, kamēr pa vidu esošie atrodas šūnas iekšienē (skat. 18. att.).

9. Kas ir oksīds **H**?
10. Aprēķiniet metāla un O atomu skaitu, kas atrodas dotajā elementāršūnā! Ņemiet vērā, ka ja atoms atrodas uz šūnas malas, pie tās pieder tikai daļa no atoma, un šo daļu nosaka tas, cik kopumā šūnām pieder šis atoms.
11. Cik oksīda formulvienību ietilpst elementāršūnā?
12. Aprēķiniet **H** blīvumu (g/cm^3)!

3. uzdevums. **Apetīti rosinošais uzdevums** (15 punkti)

Zināms, ka metālu joni šķīdumā veido dažādus kompleksos savienojumus, saistoties ar neorganiskiem vai organiskiem ligandiem. Tomēr daži kompleksie savienojumi ir ne tik tipiski, un viena no šādām klasēm ir metālu kompleksi ar planāriem aromātiskiem ligandiem, ko uzbūves dēļ sauc par sendviča savienojumiem.

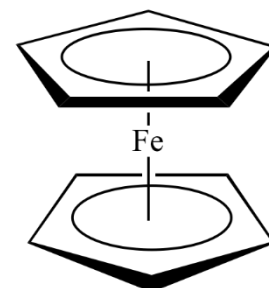
Viens no samērā vienkāršiem sendviča savienojumiem ir hroma savienojums ar diviem benzoliem, katrs no kuriem novietots pretējā pusē no hroma, kā parādīts 19. attēlā. Šo savienojumu iegūst divās stadijās – sākotnēji hroma (III) hlorīda reakcijā ar alumīniju un benzolu alumīnija hlorīda klātienē šo kompleksu iegūst ar lādiņu +1, un tā pretjons ir tetrahloralumināts. Tālāk šī sāļā reakcijā ar $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ iegūst neitrālu doto sendviča kompleksu, un šai reakcijā izdalās gāze ar raksturīgu asu smaku, kamēr anjons reakcijā neizmainās.



19. att.

1. Kāda ir hroma oksidēšanās pakāpe šai kompleksā, kad a) tas ir jons ar lādiņu +1, un b) kad tas ir neitrāls savienojums.
2. Uzrakstiet aprakstīto ķīmisko reakciju vienādojumus.
3. Izmantojot uzzīmēto sendviča kompleksa struktūru, paskaidrojiet, kāda ķīmiskā saite saista hromu ar benzolu?
4. Zinot, ka abi sēra atomi $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ ir identiski, nosakiet sēra oksidēšanās pakāpi un uzzīmējiet anjona $\text{S}_2\text{O}_4^{2-}$ Luisa struktūrformulu.

Šķiet, populārākais sendviča kompleksu pārstāvis ir ferrocēns, kas ir dzelzs komplekss ar 2 ciklopentadienil gredzeniem C_5H_5^- (20. att.). Vienkārša ferrocēna iegūšanas metodēm ir kāda cita dzelzs kompleksā savienojuma **X** reakcija ar 2 ekvivalentiem ciklopentadiēna C_5H_6 . Šai reakcijā rodas ferrocēns, izdalās pieci ekvivalenti kādas indīgas gāzveida vielas **Y**, un rodas ūdeņradis. **Y** blīvums pret ūdeņradi ir 14.



20. att.

5. Uzrakstīt gāzes **Y** un kompleksā savienojuma **X** formulu!
6. Kāda ir dzelzs oksidēšanās pakāpe ferrocēnā, un kāda kompleksā **X**?
7. Uzzīmējiet kompleksa **X** struktūru, uzskatāmi attēlojot a) tā ģeometrisko formu un b) liganda saistību ar dzelzi.
8. Uzskatāmi attēlojiet kāds telpiski izskatīsies ciklopentadienil gredzens C_5H_5^- un kāds - ciklopentadiēns C_5H_6 , skaidri parādot arī ūdeņražu novietojumu! Vai kāds no šiem savienojumiem a) veido konjugētu elektronu sistēmu, un b) ir aromātisks.
9. Uzrakstīt ferrocēna iegūšanas ķīmiskās reakcijas vienādojumu.

Sākotnēji 1951. gadā, kad vēl nebija zināma sendviča savienojumu eksistence, ferrocēna struktūra tika zīmēta nekorekti – kā parastam kovalenti saistītam reakcijas produktam.

10. Uzzīmējiet šo nepareizo struktūru!

4. uzdevums. **Magnusa zaļais sāls** (22 punkti)

Savienojums **A**, Magnusa zaļais sāls, ir kāda metāla **X** veidots tumši zaļš savienojums, kura struktūra ir veidota no **X** atomu ķēdēm, tādejādi iegūstot faktiski polimērveida savienojumu. Plašāk zināms ir savienojums **B**, kura empīriskā formula, kā arī vairākas ķīmiskās uzbūves iezīmes ir identiskas ar savienojumu **A**, bet **B** ir dzeltens molekulārs savienojums.

Abus šos savienojumus var iegūt no **C** - viena no **X** hlorīdiem, ko iegūst citādi visai inertā metāla reakcijā ar hloru pārākumā. Zināms, ka savienojumā **C** metāla **X** masas daļa ir 57,91%. **C** reakcijā ar koncentrētu kālija hlorīda šķīdumu sildot iegūst **D**, kas sastāv no kompleksa anjona, un kur katjonam atbilstošā elementa masas daļa ir 16,09%. Reducējot **D** ar sēra (IV) oksīdu ūdens šķīdumā iegūst **E**, kurā ir mainījusies tikai elementu attiecība, un tajā katjonam atbilstošā elementa masas daļa ir 18,84%.

Pie **E** ūdens šķīduma pievienojot amonjaku, iegūst **A** nogulsnes. Zināms, ka **A** sastāv gan no kompleksa anjona, gan katjona. Ja pie **A** pievieno amonjaku pārākumā, iegūst citu nešķīstošu kompleksu savienojumu **F**, kurā no **A** ir palicis tikai katjons, savukārt anjons ir hlorīds.

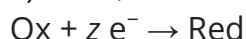
Zināms, ka **F** var iegūt arī otra metāla **X** hlorīda **G** reakcijā ar amonjaka šķīdumu (**G** metāla **X** masas daļa ir 73,34%), turklāt **F** reakcija ar **E** ir vienkārša apmaiņas reakcijā, kurā veidojas **A**.

Arī **B** iegūst no **E**, taču iegūšanas process ietver vairākas stadijas, jo produkts ir stereoizmers. Sākotnēji **E** reakcijā ar kālija jodīdu pārākumā veic halogēna nomainīšanu, iegūstot **H**, kam tālāk pievieno 2 ekvivalentus amonjaka, stereoselektīvi kompleksajā jonā veicot divu *cis*-novietotu ligandu nomainīšanu iegūstot **I**. **I** pievienojot 2 ekvivalentus sudraba (I) nitrāta šķīdumu panāk daļēju ligandu nomainīšanu, nonākot pie **J**, kura reakcijā ar kālija hlorīdu pārākumā atkal panāk daļēju ligandu nomainīšanu, iegūstot **B**.

1. Uzrakstīt metāla **X** un **A** – **J** ķīmiskās formulas.
2. Uzrakstīt visu aprakstīto pārvērtību ķīmisko reakciju vienādojumus!
3. Uzskatāmi attēlojiet ģeometriju kompleksajiem joniem, kas ietilpst savienojumos **E** un **F** (un līdz ar to arī **A**).
4. Balstoties uz pieejamo informāciju, pēc iespējas precīzāk attēlojiet **A** uzbūvi.
5. Uzskatāmi attēlojiet ģeometriju kompleksajam savienojumam **B**.

5. uzdevums. **Potenciālu medības** (14 punkti)

Zināms, ka elektroķīmiskās šūnas elektrodzinējspēku (EDS) nosaka starpība starp katoda un anoda reducēšanās potenciālu (E), kuru var aprēķināt, izmantojot Nernsta vienādojumu, ja zināmas oksidētās (*Ox*) un reducētās (*Red*) formas koncentrācija (*pieņemiet, ka aktivitāte = koncentrāciju*) attiecīgajai reducēšanās pusreakcijai:



$$E = E^0 - \frac{RT}{zF} \ln \frac{c_{\text{red}}}{c_{\text{ox}}}$$

Piemēram, aplūkosim pusreakciju starp dzelzs (II) un dzelzs (III) joniem uz neitrāla elektroda (piem., platīna), kurai $E^0 = 0,771$ V.

1. Kāds būs šāda elektroda potenciāls 25 °C, ja 1,00 g dzelzs (II) hlorīda un 2,00 g dzelzs (III) hlorīda heksahidrāta izšķīdina ūdenī, iegūstot 100,0 ml šķīduma?

2. Par cik izmainās elektroda potenciāls 25 °C, ja a) dzelzs (II) koncentrāciju samazina 10 reizes un b) dzelzs (III) koncentrāciju samazina 10 reizes?

Lai iegūtu elektroķīmisko šūnu, šāds elektrods jāsaslēdz ar kādu citu elektrodu. Šūnas EDS būs potenciālu starpība starp abiem elektrodiem:

$$EDS = E_{kat(+)} - E_{anod(-)}$$

Kur elektroķīmiskajā šūnā **katods** ir **pozitīvais** elektrods, bet **anods** ir **negatīvais** elektrods.

Kā otru elektrodu aplūkosim tādu, kura pusreakcija ir sudraba (I) reducēšanās par sudrabu, kurai $E^0 = 0,800$ V. Šādu elektrodu iegūst, piem., iegremdējot sudraba stienīti sudraba (I) nitrāta šķīdumā.

3. Kāds ir šāda elektroda potenciāls 25 °C, ja sudraba (I) koncentrācija ir $0,0200 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$? Piezīme: tīru vielu aktivitāte ir 1.
4. Kāds ir elektroķīmiskās šūnas potenciāls 25 °C, ja to veido no abiem aplūkotajiem elektrodiem? Piezīme: pozitīvais elektrods ir elektrods ar lielāko potenciālu.
5. Kāds ir sudraba elektroda potenciāls 25 °C, kad sudraba (I) koncentrācija sasniedz maksimālo iespējamo vērtību, ja to pagatavo no sudraba (I) nitrāta, ja tā šķīdība 25 °C ir $256 \text{ g}/100 \text{ g}$ ūdens, un iegūtā piesātinātā šķīduma blīvums ir $2,05 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$. Ignorējiet to, ka šādos apstākļos Nernsta vienādojumā vairs nav korekti lietot koncentrāciju!

Elektrodu potenciālu var stipri izmainīt, ja panāk ļoti mazas, bet stabilas un precīzas jonu koncentrācijas. To ir iespējams paveikt, jonus iesaistot ķīmiskajā līdzsvarā, piem., kompleksveidošanās līdzsvarā vai mazšķīstoša savienojuma līdzsvarā.

Līdz ar to sudraba (I) nitrātu var aizstāt ar sudraba (I) hlorīdu šķīdumā, kurā tiek nodrošināta precīzā pretjonu (t.i. – hlorīdu) koncentrācija. Sudraba (I) hlorīda šķīdības līdzsvaru apraksta vienādojums $K_{sp} = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]$, un, iestājoties līdzsvaram, šis vienādojums jebkuros apstākļos būs spēkā. 25 °C temperatūrā līdzsvara konstante $K_{sp} = 1,77\cdot 10^{-10}$.

6. Aprēķiniet sudraba (I) jonu koncentrāciju (mol L^{-1}) piesātinātā NaCl šķīdumā, ja pieņem, ka nenotiek blakusreakcijas, un šādos apstākļos Cl^- jonu koncentrācija ir vienāda ar NaCl koncentrāciju! Zināms, ka 25 °C NaCl šķīdība 100 g H_2O ir 36,0 g, un pies. NaCl šķīduma blīvums ir $1,20 \text{ g ml}^{-1}$.
7. Aprēķiniet sudraba elektroda potenciālu 25 °C, ja tā pagatavošanā izmanto sudraba hlorīdu un piesātinātu nātrija hlorīda šķīdumu!
8. Kāds ir elektroķīmiskās šūnas potenciāls 25 °C, ja to veido no iepriekš aprakstītā $\text{Pt}|\text{Fe}^{2+},\text{Fe}^{3+}$ elektroda un iepriekšējos punktos aprakstītā $\text{Ag}|\text{AgCl}|\text{NaCl}$ elektroda?

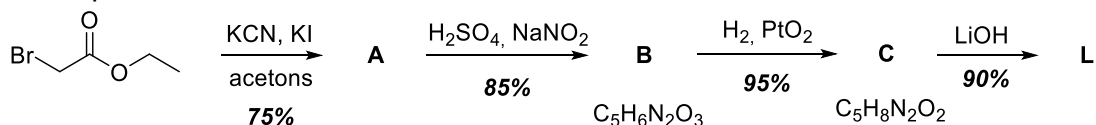
6. uzdevums. **Vīna kristāli** (19 punkti)

Pēterītis pamanīja, ka vecāku iztukšotajā vīna glāzē bija palikušas stikla lauskas. Taču tuvāk apskatot glāzi viņš saprata, ka tie ir caurspīdīgi mazšķīstošas vielas **A** kristāli, kas dabīgi veidojas vīnā un nav kaitīgi. **A** ir kāda sārmu metāla divvērtīgas organiskās karbonskābes skābes monosāls. Zināms, ka 1,00 g kristālu pārākumā pievienojot sālsskābi, tie izšķīst. Savukārt šim šķīdumam pievienojot svina (II) hlorīdu stehiometriskā attiecībā, izveidojās nogulsnes, kuru masa pēc žāvēšanas bija 1,888 g. Zināms, ka šajā reakcijā tiek iegūts sāls, kurā skābes anjona lādiņš ir -2 . Atlikušo šķīdumu ietvaicējot iegūst baltas nogulsnes ar masu 0,396 g. Zināms arī, ka neņemot vērā stereoizomēriju, **A** atbilstošā skābe ir simetriska molekula.

1. Aprēķināt, kurš sārmu metāls veido **A**!
2. Aprēķināt **A** anjona molmasu!
3. Kāda ir **A** anjona molekulformula, ja tas satur tikai oglekli, skābekli un ūdeņradi?
4. Uzrakstīt **A** formulu!
5. Uzrakstīt aprakstīto ķīmisko reakciju vienādojumus!
6. Cik hirālos atomus satur **A** monoanjons? Norādīt! Cik dažādi optiskie izomēri ir iespējami **A** monoanjonam, un cik tam atbilstošajai skābei?

7. uzdevums. **Veltījums simtgadē** (17 punkti)

Gudrais ķīmiķis Jāzeps par godu Latvijas valsts simtgadei vēlējās sintezēt kādu aminoskābi **L** ar molmasu 100 g/mol. Jāzeps izvēlējās sintēzi sākt no etil bromacetāta pēc zemāk aprakstītās shēmas.



- 1) Nosaki aminoskābes **L** molekulformulu un uzzīmē struktūru.
- 2) Nosaki struktūras **A-C**.
- 3) Aprēķini kopējo sintēzes iznākumu%.
- 4) Piedāvā reāģentus un reakcijas apstākļus, kā no etilacetāta vienā solī iegūt izejvielu – etil bromacetātu.
- 5) Solī $\mathbf{A} \rightarrow \mathbf{B}$ sērskābe un nātrijs nitrīts izveido reāģētspējīgu elektrofīlu jonu **X**. Uzzīmēt jona **X** Luisa struktūru, parādot nedalītos elektronu pārus.
- 6) Norādi, kuros soļos veidosies izomēri, un norādi, kāda veida izomēri tie ir.

2018./2019. MĀCĪBU GADS - LATVIJAS 60. ĶĪMIJAS OLIMPIĀDE

NOVADA OLIMPIĀDE - 2019

9. KLASE

Kopā 74 punkti

1. uzdevums. (21 punkts)

Kāda ķīmiskā elementa atoma kodolā ir tieši 15 protoni.

Ieraksti šī ķīmiskā elementa simbolu!

Elektronu skaits kāda ķīmiskā elementa atomā ir trīs reizes lielāks nekā perioda numurs, kurā šis ķīmiskais elements atrodas.

Ieraksti šī ķīmiskā elementa simbolu!

Maksimālo elektronu skaitu enerģētiskajā līmenī var aprēķināt pēc formulas $N = 2n^2$, kur N - maksimālais elektronu skaits enerģētiskajā līmenī, bet n - enerģētiskā līmeņa numurs.

Ieraksti ķīmiskā elementa simbolu, kuram pirmajam atomā ir pilnīgi aizpildīts trešais enerģētiskais līmenis!

Ķīmiskajiem elementiem to savienojumos ir iespējamās gan pozitīvas, gan negatīvas oksidēšanas pakāpes.

Ieraksti tā ķīmiskā elementa simbolu, kura augstākā pozitīvā oksidēšanas pakāpe ir tikpat liela kā elektronu skaits šī elementa atomā!

Ķīmiskos elementus iedala metāliskajos elementos un nemetāliskajos elementos.
Ieraksti tā metāliskā elementa simbolu, kurš veido vienkāršu vielu (metālu) ar viszemāko kušanas temperatūru!

Ieraksti nemetāliskā ķīmiskā elementa simbolu, kurš veido vienkāršu vielu (nemetālu) ar viszemāko kušanas temperatūru!

Telūra(VI) oksīds ir skābais oksīds. Tam atbilst ortotelūrskābe. Ortotelūrskābe ir sešvērtīga skābe un satur vienu telūra atomu, kura oksidēšanās pakāpe ir tāda pati kā telūra(VI) oksīdā.

Ieraksti ortotelūrskābes formulu!

Vairāki ķīmiskie elementi veido nevis vienu, bet gan vairākas vienkāršas vielas.
Atzīmē, kā sauc šo parādību!

Izomērija

Allotropija

Ķīmiskais elements skābeklis veido vairākas vienkāršas vielas. Vienu no tām sauc par ozonu.

Ieraksti ozona formulu!

Ķīmiskais elements selēns veido vairākus oksīdus.

Aprēķini selēna masas daļu selēna oksīdā, kurā selēnam ir augstākā oksidēšanas pakāpe!

Tikai daži ķīmiskie elementi veido savienojumus, kuros to augstākā oksidēšanas pakāpe ir +8. Zināmi vairāki šādi oksīdi, kā arī skābes un to sāļi. Viens no šiem oksīdiem, satur 25,20% skābekļa.

Uzraksti šī oksīda ķīmisko formulu!

2. uzdevums. (19 punkti)

380 gramos ūdens izšķīdināja 20 g kālija hidroksīda. *Aprēķini kālija hidroksīda masas daļu iegūtajā šķīdumā! Rezultātu izsaki procentos ar vienu ciparu aiz komata!*

Aprēķini, kādā ūdens daudzumā jāizšķīdina 20 g kālija hidroksīda, lai iegūtu 8% kālija hidroksīda šķīdumu! Atceries, ka vielas daudzuma mērvienība ir moli! Ieraksti atbildi, izteiktu molos, ar vienu ciparu aiz komata!

138 gramos 5% kālija hidroksīda šķīduma vēl papildus izšķīdināja 12 g kālija hidroksīda.

Aprēķini kālija hidroksīda masas daļu šķīdumā pēc šo 12 g kālija hidroksīda pievienošanas! Atbildi izsaki decimāldaļās un ieraksti ar trim cipariem aiz komata!

Laboratorijā ir 26,20% sālsskābe, kuras blīvums ir 1,130 g/mL.

Aprēķini, kāds tilpums 26,20% sālsskābes nepieciešams, lai pagatavotu 2019 gramus 12,50% sālsskābi! Atbildi izsaki mililitros un ieraksti noapaļojot līdz veseliem skaitļiem!

Kā zināms, skābie oksīdi reaģē ar ūdeni veidojot skābes. Tātad atšķaidītu sērskābes šķīdumu var iegūt gan atšķaidot koncentrētu sērskābes šķīdumu, gan izšķīdinot sēra(VI) oksīdu noteiktā ūdens tilpumā.

Kādā eksperimentā 190 gramos ūdens izšķīdināja 10 g sēra(VI) oksīdu.

Aprēķini sērskābes masas daļu iegūtajā šķīdumā! Atbildi izsaki procentos ar vienu ciparu aiz komata!

Zinātkārais Ārcijs ūdenī izšķīdināja 0,04 molus vienu no sārmu metālu halogenīdiem (1.grupas elementu savienojumi ar 17. grupas elementiem) un ieguva 200 g 5,20% sārmu metāla halogenīda šķīdumu ūdenī.

Ieraksti izšķīdinātā sārmu metāla halogenīda ķīmisko formulu!

3. uzdevums. (19 punkti)

Vairāki nemetāliskie ķīmiskie elementi veido vienkāršas vielas, kuras normālos apstākļos ir gāzes. Vienas šādas gāzes blīvums normālos apstākļos ir 1,25 g/litrā.

Ieraksti šīs gāzes formulu!

Sadedzinot gaisā 3,12 g maisījumu, kas sastāvēja no oglekļa un sēra, ieguva 2,464 litrus gāzu maisījumu normālos apstākļos (n.a).

Aprēķini iegūtā gāzu maisījuma daudzumu normālos apstākļos!

Atbildi izsaki molos un ieraksti ar diviem cipariem aiz komata!

Aprēķini oglekļa masu iepriekšminētajā maisījumā!

Atbildi izsaki gramos ar trim cipariem aiz komata!

Ķīmiskais elements sērs veido vairākas vienkāršas vielas, no tām zināmākās ir monoklīnais un rombiskais sērs. Gan rombiskais, gan monoklīnais sērs sastāv no molekulām. Reakcijā starp nātrija tiosulfāta šķīdumu un sālsskābi zemā

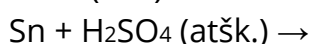
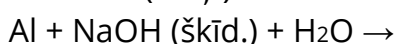
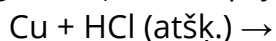
temperatūrā var iegūt vēl vienu citu sēra formu, kas arī sastāv no molekulām. Nosakot šīs formas molmasu, konstatēja, ka tā ir robežās no 180 līdz 200 g/mol.

Aprēķini sēra atomu skaitu šajā molekulā!

Ūdeņradis reaģē gan ar vienkāršām, gan ar saliktām vielām..

600 °C katalizatora klātienē ūdeņradis reaģē arī ar nātrija sulfātu. Šajā reakcijā rodas divi produkti, no kuriem viens ir ūdens. Ar vienu molu nātrija sulfāta izreaģē četri moli ūdeņraža. *Ieraksti otra reakcijas produkta formulu!*

Ūdeņradim ir zināmi dažādi iegūšanas paņēmieni. *Atzīmē reakcijas, kuru rezultātā var iegūt ūdeņradi! Iespējamās vairākas pareizas atbildes!*



Ūdeņradi rodas arī tad, ja sārmu metāli reaģē ar ūdeni.

1,00 g kāda sārmu metāla reakcijā ar ūdeni izdalījās 487 ml ūdeņradis (n.a.).

Ieraksti izmantotā sārmu metāla ķīmisko simbolu!

2200 °C ūdeņradis reaģē ar kalcija karbīdu CaC_2 . Reakcijā rodas metāls un organisks savienojums, kura relatīvais blīvums pret ūdeņradi ir 13.

Ieraksti šī organiskā savienojuma formulu.

4. uzdevums. (4 punkti)

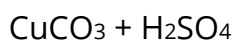
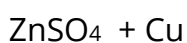
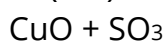
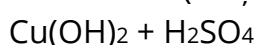
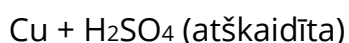
Daudziem savienojumiem līdzās to pareizajiem ķīmiskajiem nosaukumiem lieto arī vēsturiskos, triviālos vai ikdienas nosaukumus.

Ārčijs apgalvo, ka kalcija sulfātu sauc arī par glaubersāli.

Vai tā ir?

Atzīmē, kuras reakcijas var izmantot vara(II) sulfāta iegūšanai!

Iespējamās vairākas pareizas atbildes!



5. uzdevums. (11 punkti)

Izkarsējot krāsainu pulverveida savienojumu A, tas sadalījās, veidojot trīs reakcijas produktus, kas visi pieder vienai neorganisko savienojumu klasei. Reakcijas produkts B istabas temperatūrā ir gāze, no 6,92 g vielas A radās 896 ml (n.a.) viela B. Reakcijas produkts C istabas temperatūrā ir šķidrums, no 6,92 g vielas A radās 0,36 g viela C. Reakcijas produkts D istabas temperatūrā ir melna pulverveida viela.

Uzraksti vielu B, C un D formulas!

Aprēķini vielas A molmasu!

1. uzdevums. (16 punkti)

1937. gadā kodolreakcijā tika iegūts pirmais ķīmiskais elements, kurš nebija atrodamams Zemes garozā.

Ieraksti šī ķīmiskā elementa simbolu!

Atzīmē ķīmiskā elementa simbolu, kura atomā ir divi nesapāroti elektroni!

Iespējamās vairākas pareizas atbildes!

He, Be, C, S

Atzīmē tā ķīmiskā elementa simbolu, kura atomā ir lielākais nesapāroto elektronu skaits!

N, S, Br, Xe

Atzīmē ķīmiskā elementa simbolu, kura atomā nav nesapārotu elektronu!

Iespējamās vairākas pareizas atbildes!

Mg, C, O, Ne

Atzīmē ķīmiskā elementa simbolu, kurš veido vienkāršu vielu ar augstāko kušanas temperatūru!

Hg, He, Os, Br

Atzīmē elementārobjektus (atomus, molekulas vai jonus) ar vienādu elektronu skaitu!

Iespējamās vairākas pareizas atbildes!

Na⁺ un F⁻

Ca²⁺ un Sc³⁺

O₂ un F₂

O₂ un O₃

Ķīmisko elementu periodisko tabulu var izmantot, lai noteiktu ķīmisko elementu iespējamās oksidēšanas pakāpes.

Atzīmē fosfora oksidēšanas pakāpju kopumu!

no -3 līdz +5

no -5 līdz +5

no -5 līdz +3

no -3 līdz +3

Nosaki hroma oksidēšanas pakāpi amonija dihromātā (NH₄)₂Cr₂O₇!

2. uzdevums. (23 punkti)

Vienkāršas gāzveida vielas blīvums normālos apstākļos ir 1,79 mg/mL.

Ieraksti šīs vielas formulu!

Atzīmē vielas formulu, kuras molekulā ir 1σ (sigma) saite un 2π (pī) saites!

N₂, F₂, O₂, S₈

*Atzīmē vielu formulas, kuru molekulas **nav polāras!***

CO₂, SO₂, NH₃, O₂

Molekulas ķīmiskajās reakcijās var būt gan oksidētāji, gan reducētāji.

Nosaki koeficientu pirms reducētāja ķīmiskajā reakcijā: $SO_2 + SeO_2 \rightarrow Se + SO_3$

Ozona slānis ir ļoti svarīgs priekšnoteikums dzīvās dabas eksistencei. To iznīcina daudzas vielas, tai skaitā slāpekļa(II) oksīds. Slāpekļa(II) oksīda reakcijā ar ozonu rodas divi savienojumi, kuru molmasu attiecība ir 1,4375.

Ieraksti tā reakcijas produkta formulu, kuram ir mazākā molmasa!

Daudzu metālu augstākie fluorīdi sastāv no molekulām. Kāda metāla augstākajam fluorīdam ir oktaedriskā uzbūve - oktaedra centrā atrodas metāla atoms, bet tā virsotnēs - fluora atomi. Fluora saturs šī metāla fluorīdā ir 36,89%.

Ieraksti šī savienojuma ķīmisko formulu!

Sulfurilhlors SO_2Cl_2 arī ir molekulārs savienojums. Šķīdinot sulfurilhloru ūdenī, notiek ķīmiskā reakcija, kuras rezultātā veidojas divas skābes. Reakcija ir neatgriezeniska un ķīmisko elementu oksidēšanas pakāpes šajā reakcijā nemainās.

280 gramos ūdens izšķīdināja 20 g sulfurilhlora.

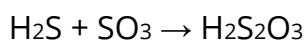
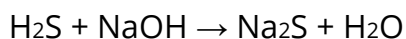
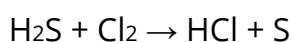
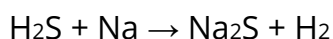
Aprēķini tās skābes masas daļu iegūtajā šķīdumā, kurai ir lielāka molmasa!

Ieraksti atbildi, izteiktu%, ar diviem cipariem aiz komata!

H_2S ķīmiskajās reakcijās var būt gan oksidētājs, gan reducētājs.

Atzīmē ķīmisko reakciju vienādojumus, kuros H_2S ir oksidētājs.

Piezīme. Koeficienti šajos ķīmisko reakciju vienādojumos nav salikti!



Nelielā ūdens daudzumā izšķīdināja 224 ml (n.a.) jodūdeņradi, pēc tam šķīduma tilpumu papildināja līdz 100 ml.

Aprēķini iegūtā šķīduma pH vērtību!

3. uzdevums. (10 punkti)

Vienkārša viela sastāv no molekulām, tās molmasa ir 124 g/mol.

Uzraksti šīs vielas formulu!

Ķīmiskie elementi dabā atrodas gan vienkāršu vielu, gan ķīmisko savienojumu formā!

Atzīmē ķīmiskos elementus, kuri dabā ir vienkāršu vielu formā!

Iespējamās vairākas pareizas atbildes!

Al, S, Cu, O, Ca, Cl

Ķīmiskajās reakcijās ūdeņradis var būt gan oksidētājs, gan reducētājs. To bieži izmanto oksīdu reducēšanai. Šādā veidā no oksīdiem ar augstāku metāla oksidēšanas pakāpi var iegūt gan dažādus oksīdus ar zemāku metāla oksidēšanas pakāpi, gan arī metālus brīvā veidā.

7,28 g vanādijs(V) oksīda reducēšanai izlietoja 2,688 litrus ūdeņraža (n.a.).

Nosaki vanādijs saturošā reakcijas produkta ķīmisko formulu!

4. uzdevums. (15 punkti)

Kalcija karbonāta un bārija karbonāta maisījumu, kura masa bija 1,679 g, karsēja tik ilgi, līdz parauga masa vairs nemainījās. Izdalījās gāze, kuras tilpums, pārrēķinot uz normāliem apstākļiem, bija 224 ml.

Aprēķini summāro karbonātu daudzumu to maisījumā!

Atbildi izsaki molos ar trim cipariem aiz komata!

Iegūto gāzi uztvēra 100 ml KOH šķīdumā, kura koncentrācija bija 0,10 mol/litrā.

Uzraksti iegūtā kāliju saturošā savienojuma ķīmisko formulu!

Aprēķini iepriekšējā reakcijā iegūtā kāliju saturošā savienojuma masu!

Ieraksti atbildi, izteiktu gramos, ar diviem cipariem aiz komata!

Aprēķini kalcija karbonāta masas daļu iepriekš minētajā karbonātu maisījumā!

Atbildi izsaki procentos ar vienu ciparu aiz komata!

Kalcija karbonāts dabā ir daudzu minerālu un iežu sastāvā.

Atzīmē minerālus vai iežus, kuru galvenā sastāvdaļa ir kalcija karbonāts!

Iespējamās vairākas pareizas atbildes!

Krīts, Marmors, Ģipsis, Māls

Minerāls smitsonīts arī ir karbonāts. Tas satur 9,60% oglekli.

Uzraksti minerāla smitsonīta ķīmisko formulu!

5. uzdevums. (11 punkti)

Gan sildot savienojumu A, gan sildot savienojumu B, rodas vieni un tie paši trīs reakcijas produkti C, D un E. No viena mola vielas A kopā rodas četri moli reakcijas produktu, bet no viena mola vielas B - trīs moli reakcijas produktu. Reakcijas produkts D istabas temperatūrā ir šķidrums, pazeminot temperatūru līdz 0 °C, tas pāriet cietā stāvoklī. Reakcijas produkts E istabas temperatūrā ir gāze, pazeminot temperatūru, tas tieši no gāzes agregātstāvokļa pāriet cietā agregātstāvoklī, apejot šķidro agregātstāvokli. Reakcijas produkta C molmasa ir 2,588 reizes mazāka nekā vielas E molmasa.

Uzraksti vielu A, B, C, D un E formulas!

1. uzdevums. **Dzeltenās nogulsnes** (8 punkti)

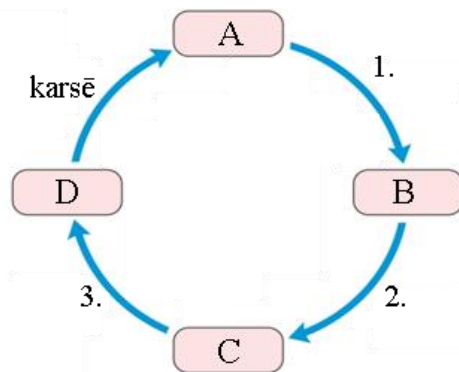
Pēterītim bija 3 mēģenes, katrā no kurām bija vienāds vienādas koncentrācijas bezkrāsaini šķīdumi: **A** šķīdums, **B** šķīdums un **C** šķīdums. Vielas **A**, **B** un **C** ir baltas kristāliskas vielas. Salejot **A** un **B** šķīdumus, izmaiņās nenovēro, savukārt salejot **A** un **C** šķīdumus novēro dzeltenu nogulšņu veidošanos. Dzeltenas nogulsnes veidojas arī salejot **B** un **C** šķīdumus. Pēterītis noteica, ka salejot **B** un **C** maksimālā nogulšņu masa tiek sasniegta, izmantojot **C**:**B** šķīdumu tilpuma attiecību 3:1, savukārt salejot **A** un **C** šķīdumus maksimālā masa tiek sasniegta pie vienādiem tilpumiem. Ņemot 1,00 ml **A** un 1,00 ml **C** šķīduma nogulšņu masa pēc izkarsēšanas 105 °C bija 0,0352 g.

Pēterītis arī noskaidroja, ka **C** šķīdumu salejot ar vārāmās sāls šķīdumu, rodas baltas nogulsnes. Tāpat Pēterītis noteica, ka **A** šķīdums liesmu krāso violetā krāsā, savukārt **B** šķīdums – spilgti dzeltenā, bet **C** šķīdums liesmu neiekrāso. Tāpat Pēterītis noteica, ka **A** šķīdumam ir reducējošas īpašības, savukārt **B** šķīdums ir stipri bāzisks, kamēr **A** šķīdums ir neitrāls.

1. Kādas ir vielu **A**, **B** un **C** ķīmiskās formulas? (par katru formulu 2 punkti)
2. Kāda ir šķīdumu koncentrācija (mol/L) mēģenēs? (2 punkti)

2. uzdevums. **Ciklotrons** (15 punkti)

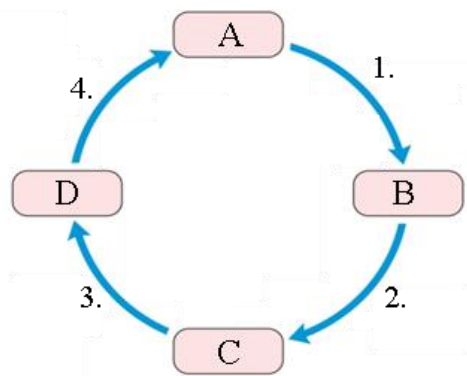
Imantam jau no mazotnes patika cikliskas ķīmiskas pārvērtības. Kādā aukstā ziemas vakarā pie siltas tējas viņš centās tādas sagudrot. Nepagāja ne ilgs laiks, kamēr Imants bija uzrakstījis trīs ķīmisko pārvērtību ciklus. Pamēģini sakārtot ķīmiskās vielas un reģentus Imanta izgudrotajos ciklos. Pirmie divi cikli atbilst 21. attēlā dotajai shēmai:



21. att.

1. 1. ciklā tev burtiem **A** – **D** pieejamas šādas vielas: CaCl_2 , CaO , Ca(OH)_2 un CaCO_3 , bet reaģenti: CO_2 , HCl un H_2O . Karsēšana jāveic vismaz 850 °C temperatūrā. (par katru pareizu vielu un reaģentu – 0,5 punkti)
2. 2. ciklā tev burtiem **A** – **D** pieejamas šādas vielas: Na_2S , SO_2 , H_2S un Na_2SO_3 , bet reaģenti: O_2 , NaOH un HCl . Karsēšana jāveic 600-700 °C temperatūrā. (par katru pareizu vielu un reaģentu – 0,5 punkti)
3. Kuras no 2. cikla reakcijām vienkārši veikt arī pretējā virzienā? Kāds reaģents vai apstākļi tam jālieto? (2 punkti)

3. cikls parādīts 22. attēlā, un tam pamatā ir balstīts uz oksidēšanās-reducēšanās reakcijām. Tikai 4. reakcija nav oksidēšanās-reducēšanās reakcija, bet 3. reakcijā kā reakcijas produkts izdalās Cl_2 .



22. att.

4. 3. ciklā tev burtiem **A – D** pieejamas šādas vielas: MnSO_4 , MnCl_2 , KMnO_4 un MnO_2 , bet reaģenti: HCl , K_2SO_3 un H_2SO_4 un $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$. Zināms, ka $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ ir spēcīgs oksidētājs. (par katru pareizu vielu un reaģentu – 0,5 punkti)
5. Kāda ir 2. un 3. ķīmiskās reakcijas stehiometrisko koeficientu summa? Padoms: abās reakcijās viens no produktiem vai reaģentiem ir ūdens! (2 punkti)

3. uzdevums. Dzelžainais ūdens (11 punkti)

Marta bija nolēmusi veikt detalizētu dzelzs jonu satura noteikšanu ūdens paraugā, nosakot gan dzelzs(II), gan dzelzs(III) jonu daudzumu. Sākotnēji Marta **50,0** ml ūdens paraugam pievienoja ~5 ml nātrija hidrogēnkarbonāta šķīdumu, līdz pH bija 4,5. Novēroja sarkanbrūnu nogulšņu veidošanos, kuras nofiltrēja. Pēc filtrēšanas šķīdumu paskābināja līdz pH = 2,0. Visa aprakstītā procesa laikā caur šķīdumu pūta slāpekli.

1. Kāda ir sarkanbrūno nogulšņu ķīmiskā formula? (1 punkts)
2. Kādēļ caur šķīdumu tika pūsts slāpeklis? (1 punkts)
 - a. Lai nenotiktu oksidēšanās
 - b. Lai nenotiktu reducēšanās
 - c. Lai nogulšņu izgulsnēšanās būtu pilnīgāka
 - d. Tas nenodrošināja nekādu vērā ņemamu efektu

Iegūtajam šķīdumam 100 ml mērkolbā Marta pievienoja 1 ml 1,4 M hidroksilamīna hidrogēnchlorīda (reducētājs) šķīdumu, 10 ml 0,005 M 1,10-fenantrolīna (kompleksa veidotājs) šķīdumu un 8 ml 1,2 M nātrija acetāta (buferšķīdums) un atšķaidīja līdz atzīmei. Iegūtajam šķīdumam mērīja gaismas absorbciju pie 510 nm, nosakot, ka tā ir 0,422.

3. Kādēļ nepieciešama reducētāja pievienošana? (1 punkts)
 - a. Lai novērstu dzelzs (II) oksidēšanos par dzelzs (III)
 - b. Lai novērstu 1,10-fenantrolīna oksidēšanos
 - c. Lai novērstu iegūtā kompleksa oksidēšanos
 - d. Tas nenodrošināja nekādu vērā ņemamu efektu

Marta bija pagatavojusi arī standartšķīdumu, ņemot 0,0498 g dzelzs (II) sulfāta heptahidrāta un izšķīdinot to 100 ml mērkolbā. No šīs mērkolbas ņemot **2,00 ml**, tam 100 ml mērkolbā pievienoja 1 ml 1,4 M hidroksilamīna hidrogēnchlorīda šķīdumu, 10 ml

0,005 M 1,10-fenantrolīna šķīdumu un 8 ml 1,2 M nātrija acetāta un atšķaidīja līdz atzīmei. Iegūtajam šķīdumam mērija gaismas absorbciju pie 510 nm, nosakot, ka tā ir 1,125.

Tad Marta ņēma **10,0 ml** oriģinālā neizmainītā ūdens parauga, tam 100 ml mērkolbā pievienoja tos pašus 3 reaģentus un atšķaidīja līdz atzīmei. Iegūtajam šķīdumam mērija gaismas absorbciju pie 510 nm, nosakot, ka tā ir 0,450.

4. *Kāda ir dzelzs (II) jonu masas koncentrācija ūdens paraugā (mg/L)? (5 punkti)*
5. *Kāda ir kopējā dzelzs jonu un kāda dzelzs (III) jonu masas koncentrācija ūdens paraugā mg/L? (3 punkti)*

4. uzdevums. **Neredzamā tinte** (15 punkti)

Neredzamās tintes jau izsenis ir tikušas izmantotas slepenai saziņai, un pirmās rakstiskās liecības par šādas saziņas izmantošanu nāk jau no senās Grieķijas, kamēr vēlāk tās lietošana saistāma arī ar, piem., Dž. Vašingtonu Amerikas revolūcijas laikā. Šādai saziņai pamatā ir rakstīšana ar bezkrāsainu ķīmisku vielu vai šķīdumu, ko fizikālā vai ķīmiskā reakcijā jeb t.s. attīstīšanā iespējams padarīt redzamu. Tā 1. pasaules kara laikā lietota citronu sula, ko iespējams attīstīt karsējot, bet 2. pasaules kara laikā fenolftaleīna šķīdums.

1. *Kādas vielas šķīdums kalpos kā attīstītājs fenolftaleīna neredzamajai tinte? (1 punkts)*
 - a. NaCl
 - b. NH₃
 - c. HCl
 - d. AgNO₃

Kāda cita neredzamās tintes "formula" ir rakstīt ar kāda sāļa **A** šķīdumu, un attīstīšanai izmantot cita sāļa **B** šķīdumu, pēc attīstīšanas uzrakstītajam tekstam iekrāsojoties. Zināms, ka **A** ir termiski nestabils un sadalās par metāla oksīdu **C** un divām gāzveida vielām **D** un **E**, no kurām **D** ir brūngana gāze ar raksturīgu asu smaku. **D** ir attiecīgā metāla oksīds ar stabilāko no 2 izplatītākajām oksidēšanās pakāpēm. Otrs zināmākais šī metāla oksīds ar augstāko iespējamo oksidēšanās pakāpi **F** ir samērā spēcīgs oksidētājs, kas karsējot sadalās par **C** un **E**, un šai procesā cietā produkta masa samazinās par 6,69%, un šai reakcijā pie visām vielām stehiometriskie koeficienti ir 1. Zināms, ka **F** ir amfotērs oksīds, reakcijā ar nātrija hidroksīda šķīdumu veido **G** šķīdumu.

2. *Uzrakstiet **A**, kā arī **C** – **G** ķīmiskās formulas. (par katru formulu 1 punkts)*
3. *Kāda ir **A** sadalīšanās ķīmiskās reakcijas koeficientu summa? (1 punkts)*

B ir balts kristālisks pulveris, kas ir samērā spēcīgs reducētājs. **B** reakcijā ar koncentrētu sērskābi reakcijas maisījums nokrāsojas tumšā krāsā, virs tā vērojama violetu tvaiku veidošanās (**H**), jūtama indīgas gāzes ar izteikti nepatīkamu smaku izdalīšanās (**I**), šķīdumā veidojas arī sulfāts **J**, kura šķīdums liesmu krāso violetā krāsā. Virs reakcijas maisījuma svina (II) acetāta papīriņš krāsojas melnā krāsā.

4. *Uzrakstiet **B**, kā arī **H** – **J** ķīmiskās formulas. (kopā 3,5 punkti)*
5. *Kāda ir **B** ķīmiskās reakcijas ar konc. sērskābi koeficientu summa? (1 punkts)*
6. *Kāda viela tiek pierādīta ar svina acetāta papīriņu (uzraksti ķīmisko formulu)? Kāda viela atbild par melnās krāsas parādīšanos (uzraksti ķīmisko formulu)? (kopā 1 punkts)*
7. *Kāds indikators varētu papildus apstiprināt vielas **H** veidošanos? (0,5 punkti)*

- a. Cietes šķīdums
 - b. Fenolftaleīns
 - c. Metilvioletais
 - d. Sarkanais asinssāls
8. *Kāda ir vielas ķīmiskā formula, kas veidojas minētās neredzamās tintes attīstīšanas procesā? (0,5 punkti)*
9. *Kādēļ šī nebūtu pati piemērotākā neredzamā tinte? (0,5 punkti)*
- a. Tā ir indīga
 - b. Tā ir nedaudz radioaktīva
 - c. Neattīstīta tā var izzust, savienojumam **A** sublimējoties
 - d. Tā ātri izbalēs

5. uzdevums. **Trio** (14 punkti)

Ķīmiķis Rūdis ņēma brūnus adatveida kristālus – bināru savienojumu **A** un to karsēja 500 °C, kurā savienojums sadalās par diviem citiem savienojumiem – melnu cietu vielu **B** un gāzveida vielu **C**, kas istabas temperatūrā ir bezkrāsains šķidrums. Gan **B**, gan **C** ir bināri savienojumi, kuros ietilpst tie paši elementi, kas **A**. **A-C** ietilpstošajam metālam **D** ir trīs dažādas secīgas oksidēšanās pakāpes. **A** iegūst, šķīdinot metālu **D** karstā koncentrētā sālsskābē. Savienojumā **B** metāls **D** ir nestabilākajā oksidēšanās pakāpē. Tā **B** reakcijā pat ar atšķaidītu sālsskābi iegūst **A**.

Stabilākā **D** oksidēšanās pakāpe savukārt novērojama savienojumā **C**. **C** reakcijā ar ūdeni pēc nogulšņu izkarsēšanas iegūst baltu bināru savienojumu **E**, kas ļoti plaši tiek izmantots kā pigments. Zināms, ka metāla masas daļa savienojumā **E** ir 59,9%.

1. *Uzrakstiet **A – E** ķīmiskās formulas! (par katru formulu 1 punkts)*
2. *Kāds vēl produkts bez **B** rodas **A** reakcijā ar sālsskābi (uzraksti ķīmisko formulu)? Kāda ir koeficientu summa šīs ķīmiskās reakcijas vienādojumā. (kopā 2 punkti)*

Rūdis veica **A** karsēšanu 500 °C temperatūrā keramikas tīģelītī, gāzveida produktu **C** aizvadīja un kondensēja kolbā, kurā veica tā reakciju ar ūdeni pilnīgi pārvēršot par **E**, ko pēc izkarsēšanas nosvēra un noteica, ka tā masa ir 2,25 g.

3. *Aprēķiniet, kāda ir **A** masa (g), kas karsēšanas procesā pārvērtās. (3 punkti)*

Pēc izkarsēšanas tīģelītī palikušo nogulšņu masa bija 6,66 g un metāla masas daļa nogulsnēs bija 35,7%.

4. *Aprēķināt tīģelītī palikušā maisījuma sastāvu masas daļās procentos. (2 punkti)*
5. *Kāda bija sākotnējā **A** masa (g), ko Rūdis bija karsējis. (2 punkti)*

1. uzdevums. **Atšķirīgi līdzīgie** (9 punkti)

Četri nemetāli **1, 2, 3** un **4** reakcijā ar skābekli katrs veido pa oksīdam **1O₁, 2O₁, 3O₁** un **4O₁**. Tālākā katra oksīda reakcijā ar skābekli pārākumā veidojas augstākas oksidēšanās pakāpes oksīds **1O₂, 2O₂, 3O₂** un **4O₂**. Oksīdi **2O₁** un **2O₂** ir cietas vielas, **1O₂** – viskozs šķidrums, bet pārējie oksīdi ir gāzes. **3O₁** ir ļoti nestabils un skābekļa klātienē ātri pārvēršas par **3O₂**, par ko iespējams pārliecināties pēc krāsas izmaiņām. Augstākās oksidēšanās pakāpes oksīdu reakcijā ar ūdeni veidojas skābes **1A, 2A, 3A** un **4A**. Gan paša elementa, gan tā zemākās oksidēšanās pakāpes oksīda reakcijā ar ūdeņradi iespējams iegūt bināru ūdeņradi saturošu savienojumu **1H, 2H, 3H** un **4H**.

Skābes **1A, 2A, 3A** ir stipras skābes, kamēr **4A** ir vāja skābe, kas tīrā veidā ir tik nestabila, ka bieži tiek uzskatīta par neeksistējošu, lai gan tās sāļi dabā ir ļoti plaši sastopami. Gan **1A**, gan īpaši **3A** ir spēcīgi oksidētāji. Bez **1A, 2A, 3A** elementi **1, 2** un **3** veido arī vismaz vienu citu skābekli saturošu skābi, kamēr **4A** ir vienīgā **4** veidotā neorganiskā skābe. **1H** ir vāja skābe, bet **3H** – vāja bāze, kamēr **2H** un **4H** var uzskatīt par neitrāliem savienojumiem.

1. Kas ir elementi **1, 2, 3** un **4**, to oksīdi **1O₁, 2O₁, 3O₁, 4O₁, 1O₂, 2O₂, 3O₂** un **4O₂**, skābes **1A, 2A, 3A** un **4A** un savienojumi ar ūdeņradi **1H, 2H, 3H** un **4H**? Uzraksti ķīmiskās formulas! (par katru elementu 0,5 punkti, par katru tā savienojumu 0,25 punkti, kopā 6 punkti)
2. Vai dabā elementi **1, 2, 3** un **4** eksistē vairāku alotropo formu veidā? (1,5 punkti)
3. Oksīda **3O₂** reakcijā ar ūdeni bez skābes rodas vēl kāda no uzdevumā nosakāmajām vielām. Uzraksti tās ķīmisko formulu. Kāda ir šīs ķīmiskās reakcijas stehiometriskā koeficientu summa? (1,5 punkti)

2. uzdevums. **Šonakt mēs dedzinām spridzinām ...** (10 punkti)

Sadedzinot 1,000 g kāda organiska šķidra bināra savienojuma **A** ieguva 0,692 g ūdens un 1,720 L (n.a.) ogļskābās gāzes. Zināms, ka 1,000 g šī savienojuma tvaiku 1,00 L kolbā 25 °C temperatūra rada 23.79 kPa spiedienu.

1. Kāda ir savienojuma **A** empīriskā formula? (2 punkti)
2. Kāda ir savienojuma **A** molmasa? (1 punkts)
3. Kāda ir savienojuma **A** molekulformula? (1 punkts)

Zināms, ka savienojums **A** reaģē ar vienu ekvivalnetu hlora (piem., izmantojot hlorūdeni) bez speciālu reakcijas apstākļu nodrošināšanas, bet alumīnija hlorīda klātienē reaģē ar vēl vienu ekvivalentu hlora.

4. Par kādas funkcionālās grupas klātieni liecina reakcija ar hloru bez speciālu reakcijas apstākļu nodrošināšanas? (1 punkts)
 - a. Alkānu C-C vienkāršās saites
 - b. Alkēnu C=C dubultsaites
 - c. Arēnu benzola gredzena
 - d. Spirtu OH saites
 - e. Hlororganisko savienojumu C-Cl saites

5. Par kādas funkcionālās grupas klātieni liecina reakcija ar hloru alumīnija hlorīda klātienē? (1 punkts)
 - a. Alkānu C-C vienkāršās saites
 - b. Alkānu C=C dubultsaites
 - c. Arēnu benzola gredzena
 - d. Spirtu OH saites
 - e. Hlororganisko savienojumu C-Cl saites
6. Kāda būs ķīmiskā formula produktam, kas radīsies savienojuma **A** reakcijā ar hloru bez speciālu reakcijas apstākļu nodrošināšanas? Cik izomēru iespējams iegūt? Cik no tiem dominēs (veidosies pamatā)? (1 punkts)
7. Kāda būs ķīmiskā formula produktam, kas radīsies savienojuma **A** reakcijā ar 2 ekvivalentiem hlorā, ar otro no kuriem tikai alumīnija hlorīda klātienē? Cik izomēru iegūs? Cik no tiem dominēs (veidosies pamatā)? (1 punkts)
8. Savienojumu **A** izmanto kāda populāra polimēra izgatavošanā. Kura funkcionālā grupa polimerizēsies? (1 punkts)
 - a. Alkānu C-C vienkāršā saite
 - b. Alkānu C=C dubultsaite
 - c. Arēnu benzola gredzens
 - d. Spirtu OH saite
 - e. Hlororganisko savienojumu C-Cl saite
9. Kāds ir šī polimēra nosaukums? (1 punkts)

3. uzdevums. **Ātrās reagēšanas vienība** (15 punkti)

Saistībā ar gaidāmajām izmaiņām MK noteikumos, arvien aktuālāks kļūst jautājums par dūmu un oglekļa monoksīda gāzes detektoru ierīkošanu dzīvojamajās ēkās. Precīzos un modernos detektoros ir iebūvēts oglekļa monoksīda sensors, kas ar ķīmiskas vai elektroķīmiskas reakcijas palīdzību nosaka oglekļa monoksīda daudzumu. Tomēr vienkāršākajā izpildījumā oglekļa monoksīdu iespējams detektēt arī ar vienreizlietojamu krāsas maiņas detektoru, kas oglekļa monoksīda klātienē neatgriezeniski maina krāsu uz brūngani melnu. Viens no variantiem ir dzeltēna dubultsāls (ar skābes atlikuma jonu ir saistīti divu dažādu metālu joni) **A** izmantošana, kas reaģējot ar oglekļa monoksīdu attiecībā 1:1 izdala bezkrāsainu gāzi **B**, bezkrāsainu gāzi ar asu smaku **C**, veido metālu **D**, kā arī sāli **E**, kura sastāvā ietilpst metāls **F**.

F hidroksīda reakcijā ar **B** var iegūt sāli **G**, kuru vēsturiski sauca par potašu. Tālāk **G** reakcijā ar **C** iegūst **E**. Abas šīs reakcijas notiek attiecībā 1:1.

1. Kāds ir oglekļa monoksīda triviālais nosaukums un ķīmiskā formula? (1 punkts)
2. Uzraksti gāzu **B** un **C**, metāla **F** un sāļu **E** un **G** ķīmiskās formulas! (par katru formulu 1 punkts)

Dubultsāls **A** sastāvā metālu molārā attiecība ir 2:1, metāla **D** masas daļa ir 30,86% un oksidēšanās pakāpe +2, metāla **F** masas daļa 22,68%, un skābekļa masas daļa ir 27,85%.

3. Kāda ir metāla **D** ķīmiskā formula (2 punkti)
4. Kāda ir **A** ķīmiskā formula? (1 punkts)
5. Kāda ir vienādojuma koeficientu summa **A** reakcijai ar oglekļa monoksīdu? (1 punkts)
6. Kāds reakcijas tips vislabāk raksturo **A** reakciju ar oglekļa monoksīdu? (0,5 punkti)

- a. Oksidēšanās-reducēšanās vienādojums
- b. Sadalīšanās reakcija
- c. Apmaiņas reakcija
- d. Jonu reakcija

7. *Kāda loma reakcijā ir oglekļa monoksīdam? (0,5 punkti)*

- a. Reducētājs
- b. Pretjons
- c. Katalizators
- d. Indikators

8. *Kura viela nodrošinās krāsas maiņu uz brūngani melnu? (1 punkts)*

- a. Metāls **D**
- b. Sāls **E**
- c. Sāls **E** tālākas ķīmiskās pārvērtības produkti
- d. Starpprodukts

Zināms, ka modernāki oglekļa monoksīda detektori sāk trauksmes signālu, ja oglekļa monoksīda koncentrācija pat uz īsu brīdi sasniedz 400 ppm jeb miljonās daļas (kas faktiski nozīmē, ka no 1 000 000 atmosfērā esošajām molekulām 400 ir oglekļa monoksīda molekulas).

9. *Cik liela ir oglekļa masa (g), kas nepilnīgi jāsadedzina (oglekļa reakcija ar skābekli, veidojot tieši oglekļa monoksīdu) slēgtā 20 m² telpā ar griestu augstumu 2,6 m, lai oglekļa monoksīda koncentrācija sasniegtu 400 ppm. Gāzes daudzuma aprēķinam izmantojiet normālu apstākļu (n.a.) nosacījumu. (3 punkti)*

4. uzdevums. **Minerālu ķīmija** (17 punkti)

Pirīts FeS₂ ir dabā visizplatītākais sulfīdu minerāls. Tam raksturīgs metālisks spīdums un misiņa dzeltenā nokrāsa, tāpēc dažkārt to sauc par muļķu zeltu.

1. *Kāda ir dzelzs un kāda – sēra oksidēšanās pakāpe pirītā? (1 punkts)*
2. *Balstoties uz analogijas ar skābekļa savienojumiem, pirītu būtu korekti saukt par dzelzs ___? (1 punkts)*
 - a. Sulfīdu
 - b. Hiposulfīdu
 - c. Hiposulfītu
 - d. Persulfīdu
 - e. Supersulfīdu

Pirīts patiesībā dažkārt eksistē nestehiometriskā formā, un tā ķīmisko formulu var pierakstīt kā FeS_{2-x}. Papildus tam atradnēs tas var būt kopā ar citiem ķīmiskajiem elementiem, tai skaitā ar niķeli, kas ir niķeļa (II) sulfīda minerāla millerīta formā. Ņēma paraugu, kas satur pirītu FeS_{2-x} un niķeļa (II) sulfīdu, un šo paraugu skābekļa klātienē oksidēja 800 °C temperatūrā. Cieto reakcijas produktu masa bija 6,873 g. Šķīdinot šos produktus sālsskābē un pievienojot dimetilglioksīma šķīdumu un amonjaku (pH ieregulēšanai) ieguva sarkanās nogulsnes C₈H₁₄N₄NiO₄, kuru masa pēc izžāvēšanas bija 0,7960 g. Oksidēšanā iegūto gāzi savāca un izvadīja caur karstu kalcija hidroksīda šķīdumu, izveidojušās nogulsnes nofiltrēja, izkarsēja un nosvēra, nosakot, ka to masa ir 19,39 g.

3. *Kāda bija cieto reakcijas produkti pēc oksidēšanas ķīmiskā formula? (1 punkts)*

4. Kāda produkta veidošanās varētu traucēt pareizas $C_8H_{14}N_4NiO_4$ masas noteikšanu, ja neievēros korektu vides pH? Uzraksti ķīmisko formulu! (1 punkts)
5. Kāda ir Fe/Ni molārā attiecība analizētajā minerāla paraugā? (2 punkti)
6. Kas ir oksidēšanā iegūtā gāze, un kas nogulsnes, kas radās kalcija hidroksīda šķīdumā? Uzraksti ķīmiskās formulas! (1 punkts)
7. Kāda ir x vērtība pirīta formulā FeS_{2-x} ? Uzmanību – x nav koeficients pie S bet tā atšķirība no 2! (3 punkti)
8. Kāda ir niķeļa (II) sulfīda masas daļa procentos analizētajā paraugā? (1 punkts)

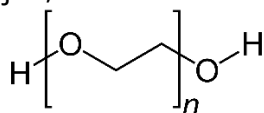
Pirīts šķīst gan sērskābē, gan slāpekļskābē. Katrā no šīm reakcijām izdalās tikai pa vienai gāzveida vielai, kas abas ir gāzes ar raksturīgu asu smaku. No tā var secināt, ka slāpekļskābe pirītā esošo sēru oksidē līdz augstākajai iespējamajai oksidēšanās pakāpe. Katrā no reakcijām oksidēšanās pakāpi maina trīs ķīmiskie elementi. *Izmantojiet stehiometriski ideālo pirīta ķīmisko formulu FeS_2 .*

9. Kurš(-i) ķīmiskais(-ie) elements(-i) ir oksidētājs(-i) un kurš(-i) reducētājs(-i) pirīta reakcijā ar sērskābi? (1 punkts)
10. Uzraksti ķīmisko formulu gāzei, kas izdalās šai reakcijā. Kāds ir stehiometriskais koeficients pie tās ķīmiskās reakcijas vienādojumā? Kāda ir reakcijas stehiometrisko koeficientu summa? (kopā 2 punkti)
11. Kurš(-i) ķīmiskais(-ie) elements(-i) ir oksidētājs(-i) un kurš(-i) reducētājs(-i) pirīta reakcijā ar slāpekļskābi? (1 punkts)
12. Uzraksti ķīmisko formulu gāzei, kas izdalās šai reakcijā. Kāds ir stehiometriskais koeficients pie tās ķīmiskās reakcijas vienādojumā? Kāda ir reakcijas stehiometrisko koeficientu summa? (kopā 2 punkti)

5. uzdevums. Polimēra molekulārās masas noteikšana (14 punkti)

Polimēra molekulārā masa ir lielums, kas būtiski izmaina polimēra fizikālās īpašības un līdz ar to ir nozīmīgs polimēra raksturlielums. Ir vairākas metodes, kā to noteikt, sākot ar tradicionālām analīzes metodēm, kas dos vienu vidējo molekulārās masas vērtību, un beidzot ar analīzes metodēm, kur iespējams detalizētāk noteikt, kāda ir paraugā esošā polimēra molekulārā masa un vai tai ir viena vērtība.

Polietilēnglikols (PEG) ir poliēteris, kam ir plašs pielietojums dažādās nozarēs no ķīmiskās rūpniecības līdz pat medicīnai. Tas ir vienkāršākā divvērtīgā spirta – etilēnglikola polimērs, kas šķīst dažādos šķīdinātājos, to skaitā ūdenī, un kura formula dota attēlā.



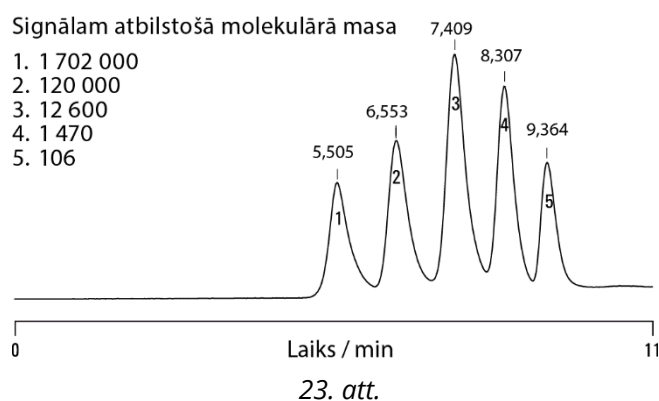
Aldis un Krišjānis nolēma noteikt šī polimēra molekulāro masu. Aldis piedāvāja izmantot tradicionālo ķīmisko analīzi, sākotnēji oksidējot polimēra gala grupas un tad, titrējot ar nātrija hidroksīdu, noteikt tā molmasu. Šim nolūkam viņš pagatavoja ļoti koncentrētu PEG šķīdumu, ņemot 1,000 g parauga un izšķīdinot to 2 ml ūdens. Šo paraugu viņš indikatora klātienē titrēja ar 0,1000 M nātrija hidroksīda šķīdumu, patērējot 1,67 ml titranta.

1. Kādu oksidētāju vajadzētu izvēlēties Aldim? (1 punkts)
 - a. KMnO_4 šķīdumu
 - b. Ozonu
 - c. Peroksietikskābi
 - d. Koncentrētu HNO_3 šķīdumu
2. Kādu indikatoru vajadzētu izvēlēties Aldim? (1 punkts)
 - a. Fenolftaleīnu
 - b. Universālindikatoru
 - c. Metiloranžu
 - d. Metilēnzilo
3. Aprēķināt PEG molekūro masu (g/mol)! (2 punkti)

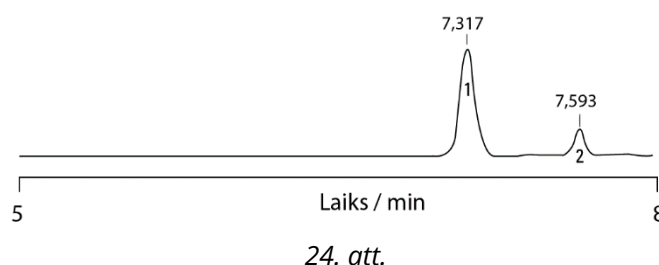
Metode nav īpaši laba, jo nepieciešama liela parauga masa, molekulārās masas noteikšanas precizitāte samazinās ar nosakāmā lieluma pieaugumu, kā arī rezultātu būtiski ietekmēs monomēru (un citu piemaisījumu) piejaukumi.

4. Kāds būs titrēšanā patērētā nātrija hidroksīda tilpums (mL), ja paraugs saturēs 0,1% (masas daļa procentos) monomēra. Pieņemiet, ka atlikušā polimēra masa ir tāda, kā noteicāt 2. punktā! (2 punkti)
5. Kāda polimēra molekulārā masa (g/mol) tiktu noteikta, izmantojot šādu tilpumu (nezinot par to, ka paraugs nav tīrs). (1 punkts)

Krišjānis nolēma lietot mūsdienīgāku un precīzāku metodi – gēla caurlaidības hromatogrāfiju (GPC), kur izdalīšanās laiks (min) hromatogrāfiskajā kolonnā ir lineāri saistīts ar molekulārās masas decimāllogaritmu. Šai metodē sākotnēji veic standarta analīzi, kurā ietilpst vairāki paraugi ar zināmu molekulāro masu, un tad veic pētāmā parauga analīzi. Analizēja 5 standartu maisījumu ar dažādu molekulāro masu. Ieguva 23. attēlā doto hromatogrammu, kurā parādīta katram signālam atbilstošā molekulārā masa (kreisajā malā) un izdalīšanās laiks (virs signāla).



Par pārsteigumu abiem jaunajiem ķīmiķiem parauga hromatogrammā, kas dota 24. attēlā, parādījās divi signāli, turklāt 1. laukums bija 4,3 reizes lielāks nekā 2. laukums (laukums ir proporcionāls izdalītā savienojuma molu daudzumam).



6. Uz ko norāda divu signālu parādīšanās? (1 punkts)
 - a. Metodes neprecizitāte
 - b. Paraugs ir maisījums no 2 vielām ar atšķirīgu molekulāro masu

- c. Paraugs ir daudz vielu maisījums un par tā molekulāro masu nav jēgas runāt
 - d. Paraugs kolonnā sadalījās
 - e. Izmantots nepareizais šķīdinātājs
7. Katram signālam aprēķiniet atbilstošo molekulāro masu (g/mol)? (4 punkti)
8. Kāda ir analizētā PEG vidējā svērtā molekulārā masa (g/mol)? (1 punkts)
9. Vai, balstoties uz Krišjāņa rezultātiem, var uzskatīt, ka Alda veiktajā analizē iegūts metodes iespēju robežās pareizs rezultāts. (1 punkts)
- a. Jā, jo Alda rezultāts būtiski neatšķiras no PEG vidējās molekulārās masas.
 - b. Nē, jo Alda rezultāts nesakrīt ar PEG vidējo molekulāro masu.
 - c. Nē, jo Alda analizē iegūta tikai viena vērtība, kamēr Krišjāņa analizē divas.
 - d. Jā, jo Alda rezultāts būtiski neatšķiras no lielākajam signālam noteiktās molekulārās masas.
 - e. Jā, jo titrēšana pēc būtības ir augstas precizitātes analītiskā metode.

Kopā 70 punkti

Visos aprēķinos jāizmanto ķīmisko elementu molmasas, kas noapaļotas līdz veseliem skaitļiem, izņemot hloru, kura molmasa jānoapaļo līdz vienam ciparam aiz komata.

1. uzdevums. **ĶEPT – 150 gadi!** (4 punkti)

Ķīmisko elementu periodiskā tabula ļauj prognozēt elementu un to savienojumu īpašības pēc to atrašanās vietas periodiskajā tabulā.

Uzraksti bismuta oksīda formulu, kurā tam ir augstākā oksidēšanas pakāpe! (1 punkts)

Uzraksti ķīmiskā elementa simbolu, kas atbilst visiem sekojošajiem kritērijiem:

- 1) ķīmiskā elementa kārtas skaitlis ir pirmskaitlis;*
- 2) ķīmiskais elements atrodas periodā, kura numurs ir pirmskaitlis;*
- 3) ķīmiskais elements atrodas grupā, kuras numurs ir pirmskaitlis;*
- 4) no visiem atbilstošajiem ķīmiskajiem elementiem, šim elementam ir vismazākā molmasa! (1 punkts)*

Ķīmisko elementu periodiskās tabulas sastādīšanas laikā daudzi ķīmiskie elementi vēl nebija zināmi.

Uzraksti zināmo ķīmisko elementu skaitu periodiskās tabulas sastādīšanas laikā! (1 punkts)

Uzraksti ķīmiskā elementa simbolu ar vismazāko kārtas skaitli, kurš vēl nebija atklāts ķīmisko elementu periodiskās tabulas sastādīšanas laikā! (1 punkts)

2. uzdevums. **Oksīdi, skābes, sāļi ...** (13 punkti)

Vienu molu slāpekļa(V) oksīda izšķīdināja 44 molos ūdens.

Uzraksti ķīmiskās reakcijas vienādojumu un aprēķini slāpekļskābes masas daļu iegūtajā šķīdumā! (4 punkti)

Iegūtā šķīduma blīvums ir 1,078 g/mL.

Aprēķini slāpekļskābes molāro koncentrāciju iegūtajā šķīdumā! (2 punkti)

Iegūto slāpekļskābes šķīdumu neitralizēja ar kristālisku kalcija hidroksīdu.

Uzraksti šo neitralizācijas reakcijas vienādojumu, aprēķini izmantotā kalcija hidroksīda un iegūtā kalcija nitrāta masu! (3 punkti)

Lai kalcija nitrātu iegūtu cietā veidā, iegūto šķīdumu ietvaicēja tik ilgi, kamēr tā masa samazinājās par 660 gramiem, bet pēc tam atdzesēja līdz 0 °C.

Izkristalizējas 122,82 g kalcija nitrāta tetrahidrāts $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.

Aprēķini bezūdens kalcija nitrāta šķīdību 100 g ūdens 0 °C! (4 punkti)

3. uzdevums. **Grinokīta piedzīvojumi.** (16 punkti)

Metāls, kura oksidēšanās pakāpe ir +2, veido ķīmisko savienojumu A. Vielas A paraugu, kura masa bija 8,64 g, sadalīja divās vienādās daļās. Vienu no tām izkarsēja gaisā, un ieguva 672 ml (n.a.) bezkrāsainu gāzi B ar asu smaržu. Otro parauga daļu apstrādāja ar sālsskābi, ieguva 672 ml (n.a.) bezkrāsainu gāzi C ar nepatīkamu smaku. Iegūtās gāzes B un C uztvēra nedaudz mitrā traukā, radās cieta vienkārša viela D, kurai ir raksturīga dzeltena krāsa.

Aprēķini gāzes B un gāzes C daudzumu! (1 punkts)

Izmantojot aprēķinus, nosaki vielas A, B, C, D un uzraksti trīs notikušo ķīmisko reakciju vienādojumus! (8 punkti)

Aprēķini iegūtās dzeltenās vielas masu! (3 punkti)

Viela A reaģē ar karstu atšķaidītu slāpekļskābi molārajās attiecībās 3 : 8.

Uzraksti šo ķīmiskās reakcijas vienādojumu! (4 punkti)

4. uzdevums. **Ak šie nelaimīgie maisījumi!** (9 punkti)

Maisījums sastāv no viena un tā paša sārma metāla karbonāta un sulfīta. Katras sāls masas daļa maisījumā ir 50%. Iedarbojoties uz šo maisījumu ar atšķaidītu sērskābi pārākumā, izdalās gāzu maisījums, kura relatīvais blīvums pret ūdeņradi ir 26,850.

Aprēķini gāzu maisījuma vidējo molmasu! (1 punkts)

Aprēķini katras gāzes tilpumdaļu gāzu maisījumā! (2 punkti)

Izmantojot aprēķinus, nosaki šo sārma metālu! Metāla molmasai jāsakrīt ± 1 vienības robežās. (6 punkti)

5. uzdevums. **Ksenijas vectēva alkīmija.** (12 punkti)

Ļaudis jau sen runāja, ka Ksenijas vectēvs visu protot pārvērst zeltā. Ksenija tā īsti tam tomēr neticēja, taču, aplūkojot sava vectēva mantas Aizkrauklē, viņa atrada interesantu shēmu:

C → CO → Zn → ZnSO₄ → ZnCO₃ → CO₂ → PbCO₃ → Pb(NO₃)₂ → Pb → Au

Vai tiešām šo reakciju rezultātā ogleklis pārvēršas zeltā?

Uzraksti ķīmisko reakciju vienādojumus, kuri saista savā starpā vielas, kas shēmā atrodas pirms un pēc katras bultiņas! (9 punkti)

Aprēķini, cik g zelta „var iegūt”, izmantojot šo ķīmisko reakciju shēmu, ja pirmajā reakcijā piedalījās 8 g oglekļa! (3 punkti)

6. uzdevums. **Bromīdu līgas noslēpumi.** (16 punkti)

0,03 molus nezināma metāla bromīdu izšķīdināja ūdenī un ieguva 80 g 7,5% metāla bromīda šķīdumu. Metāla oksidēšanas pakāpe šajā savienojumā ir +2.

Izmantojot aprēķinus, nosaki nezināmo metālu! (3 punkti)

Bromīdus veido praktiski visi metāli.

Uzraksti divu dažādu metālu bromīdu formulas, kurās elektronu skaits metāla katjonā ir tikpat liels kā elektronu skaits bromīdjonā! (2 punkti)

Bromīdus var iegūt vairākos veidos.

Uzraksti četrus dažādus ķīmisko reakciju vienādojumus kālija bromīda ieguvei! (4 punkti)

No ūdens šķīdumiem daudzi bromīdi izkristalizējas kristālhidrātu formā. Pilnīgi atūdeņojot (atņemot ūdeni) 7,40 g nezināma metāla(II) bromīda kristālhidrātu, parauga masa samazinājās par 1,8 g.

Izmantojot aprēķinus, nosaki metāla(II) bromīda kristālhidrāta ķīmisko formulu! (5 punkti)

Vara(I) bromīds CuBr nešķīst ūdenī. Tas rodas oksidēšanas-reducēšanas reakcijā, uztverot sēra(IV) oksīdu ūdensšķīdumā, kas satur vara(II) sulfātu un kālija bromīdu.

Saliec koeficientus šīs ķīmiskās reakcijas vienādojumā! (2 punkti)

Visos aprēķinos jāizmanto ķīmisko elementu molmasas, kas noapaļotas līdz veseliem skaitļiem, izņemot hloru, kura molmasa jānoapaļo līdz vienam ciparam aiz komata.

1. uzdevums. Ksenijas vectēva alkīmija. (9 punkti)

Ļaudis jau sen runāja, ka Ksenijas vectēvs visu protot pārvērst zeltā. Ksenija tā īsti tam tomēr neticēja, taču, aplūkojot sava vectēva mantas Aizkrauklē, viņa atrada interesantu shēmu:



Vai tiešām šo reakciju rezultātā dzelzs sulfīds pārvēršas zeltā?

Uzraksti ķīmisko reakciju vienādojumus, kuri saista savā starpā vielas, kas shēmā atrodas pirms un pēc katras bultiņas! (9 punkti)

2. uzdevums. Cinka un sēra maisījums. (9 punkti)

Cinka un sēra maisījumu, kura kopējā masa bija 6,49 g, ilgstoši karsēja bez gaisa klātienēs, tad maisījumu atdzesēja un izšķīdināja atšķaidītā sālsskābē. Iegūtos gāzveida produktus savāca, to tilpums bija 2,016 litri (n.a.), bet relatīvais blīvums pret hēliju 2,278.

Aprēķini gāzveida produktu daudzumu un to vidējo molmasu! (2 punkti)

Aprēķini katras gāzes tilpumdaļu gāzu maisījumā! (2 punkti)

Uzraksti visu notikušo ķīmisko reakciju vienādojumus un aprēķini reakcijā izlietotās sālsskābes daudzumu! (2 punkti)

Aprēķini sēra masas daļu sākotnējā maisījumā! (3 punkti)

3. uzdevums. Sēra savienojumi ar halogēniem. (14 punkti)

Sērs veido savienojumus ne tikai ar metāliem, bet arī ar nemetāliem. Sēra savienojumi ar halogēniem ir gan cietas, gan šķidrās, gan gāzveida vielas. Viens no sēra halogēnīdiem A rodas, sēram tiešā veidā reaģējot ar šo halogēnu un tas satur 21,92% sēru. Šī savienojuma molekulas forma ir regulārs oktaedrs, kura centrā ir sēra atoms, bet virsotnēs – halogēna atomi. Savienojums ir ķīmiski ļoti inerta gāze.

Izmantojot aprēķinus, nosaki šī savienojuma ķīmisko formulu! (2 punkti)

Šis halogēns ar sēru veido vēl trīs citus savienojumus B, C un D. Savienojums B arī ir gāze, taču to nevar iegūt tiešā sintēzē. Viena litra savienojuma B masa ir 4,554 g (n.a.). *Izmantojot aprēķinus, nosaki savienojuma B formulu! (3 punkti)*

Savienojums B ir ļoti reagētspējīgs. Tas reaģē ar ūdeni, veidojot divas saliktas vielas un vienu vienkāršu cietu vielu, turklāt 50% no reakcijā iegūtā vielu kopējā daudzuma (nevis vielu skaita) satur ķīmisko elementu sēru. *Uzraksti šī reakcijas vienādojumu! (2 punkti)*

Savienojums C ir termiski stabila gāze, kas sadalās tikai virs 600°C, veidojot jau pieminēto vielu A un kādu vienkāršu vielu molārajās attiecībās 2 : 1. *Nosaki savienojuma C formulu un uzraksti šīs reakcijas vienādojumu! (3 punkti)*

Savienojums D ir pasīvs bezkrāsains šķidrums. Tā molekulā sērs veido 6 kovalentās ķīmiskās saites, taču sēra oksidēšanas pakāpe ir zemāka par 6. Savienojums D reaģē ar koncentrētu nātrija hidroksīda šķīdumu, reakcijā rodas trīs dažādi sāļi un viens oksīds.

Diviem no sāļiem ir vienāds kvalitatīvais, bet atšķirīgs kvantitatīvais sastāvs, nātrija masas daļa tajos ir attiecīgi 36,51% un 32,39%, reakcijā rodas vienādi to daudzumi. Savukārt trešā sāls daudzums ir 10 reizes lielāks nekā pirmā vai otrā sāls daudzums. *Nosaki savienojuma C ķīmisko formulu un uzraksti ķīmiskās reakcijas vienādojumu starp savienojumu C un nātrija hidroksīdu! (4 punkti)*

4. uzdevums. **Kas ir LiClOx?** (6 punkti)

Hlors veido četras skābekli saturošas skābes, kuru ķīmiskās formulas ir HClO, HClO₂, HClO₃ un HClO₄. To sāļi ir stipri oksidētāji, ķīmiskajās reakcijās tie parasti reducējas līdz hlorīdiem. 0,149 g viena no šo skābju litija sāļiem skābā vidē (to nodrošināja ar atšķaidītu sērskābi) reaģēja ar nātrija jodīdu. Reakcijā radās 1,016 g jods.

Izmantojot aprēķinus, nosaki, kuru no litija sāļiem izmantoja šajā reakcijā! (6 punkti)

5. uzdevums. **Oksidēšanas-reducēšanas līkloči** (11 punkti)

Oksidēšanas–reducēšanas reakcijas ir vienas no visizplatītākajām ķīmiskajām reakcijām.

Uzraksti ķīmiskās reakcijas vienādojumu, kurā oksidētājs ir viena viela, bet reducētājs ir cita viela! (1 punkts)

Uzraksti ķīmiskās reakcijas vienādojumu, kurā oksidētājs un reducētājs ir dažādi ķīmiskie elementi, kas atrodas vienas vielas sastāvā! (2 punkti)

Uzraksti ķīmiskās reakcijas vienādojumu, kurā oksidētājs un reducētājs ir viens un tas pats ķīmiskais elements, kas atrodas vienas vielas sastāvā! (2 punkti)

Uzraksti ķīmiskās reakcijas vienādojumu, kurā oksidētājs un reducētājs ir viens un tas pats ķīmiskais elements, bet atrodas divu dažādu vielu sastāvā! (2 punkti)

Uzraksti ķīmiskās reakcijas vienādojumu, kurā divi ķīmiskie elementi, kas atrodas vienas vielas sastāvā, samazina savu oksidēšanas pakāpi! (2 punkti)

Uzraksti ķīmiskās reakcijas vienādojumu, kurā divi ķīmiskie elementi, kas atrodas vienas vielas sastāvā, palielina savu oksidēšanas pakāpi! (2 punkti)

6. uzdevums. **Vēl viens nezināms ķīmiskais elements.** (21 punkts)

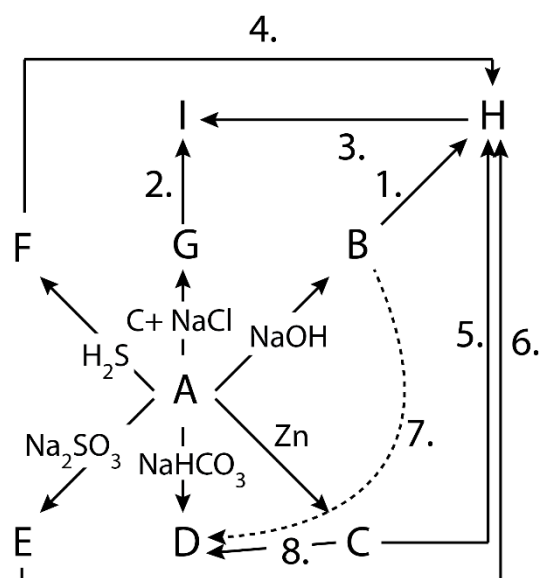
Nemetāliskis ķīmiskais elements veido vienkāršu vielu A, kuras molmasu var iegūt, pareizinot ķīmiskā elementa molmasu ar veselu skaitli. Šim ķīmiskajam elementam ir zināmi vairāki oksīdi, tā zemāko oksīdu B izmanto par propelentu pārtikas produktiem. Uztverot kālija hidroksīda šķīdumā vienu no šī elementa oksīdiem ar augstāku oksidēšanas pakāpi C, šķīdumā radās divu sāļu maisījums. Iegūto šķīdumu paskābināja un reducēja ar kālija jodīda pārākumu, radās gāze D. Gāze D reaģēja ar halogēnu E, veidojot oranždzeltenu gāzi F, kuras masa bija 2,183 reizes lielāka par sākotnējo gāzes D masu. Iegūto gāzi F šķīdināja aukstā ūdenī un iegūto šķīdumu sadalīja divās vienādās daļās. Lai vienu no šķīdumā esošajām vielām nooksidētu, šo šķīduma daļu paskābināja un tad pievienoja stehiometrisku kālija dihromāta K₂Cr₂O₇ daudzumu. Otrajai šķīduma daļai pievienoja sāls G šķīdumu, izkrita biezpienveida nogulsnes H. Nogulsnes H nofiltrēja, izžāvēja un uzglabāja gaismā, turklāt tika novērots, ka tās sadalās par vielu E un metālu I.

Nosaki vielas A, B, C, D, E, F, G, H un I! (9 punkti)

Uzraksti ķīmisko reakciju vienādojumus visiem minētajiem procesiem (7 vienādojumi)! (12 punkti)

1. uzdevums. **Izgulsnējam!** (11 punkti)

No kāda zila sulfāta **A** šķīduma ar dažādiem reaģentiem iespējams izgulsnēt 6 dažādas ķīmiskas vielas. **A** reakcijā ar nātrija hidroksīdu iegūst zaļgani zilās nogulsnes **B**. Ar cinku iegūst sarkanīgas nogulsnes **C**, kuras nešķīst sālsskābē. Ar nātrija hidroģēnkarbonātu iegūst zaļās nogulsnes **D**, ko izmanto kā pigmentu. Reducējot ar nātrija sulfīta šķīdumu iegūst sarkanīgas nogulsnes **E**. Ar sērūdeņradi iegūst melnas nogulsnes **F**, savukārt reducējot ar **C** nātrija hlorīda klātienē iegūst baltas nogulsnes **G**. Karsējot **B** (1. reakcija) iegūst **H**, savukārt **G** reakcijā ar sālsskābi skābekļa klātienē iegūst **I** (2. reakcija).



25. att.

1. Kādas ir **A – I** ķīmiskās formulas?
2. Kādi reaģenti jālieto reakciju 3. – 8. realizēšanai?
3. Uzraksti visu aprakstīto ķīmisko reakciju vienādojumus!

2. uzdevums. **Varalīze** (12 punkti)

Kaspariņš ņēma vara (II) sulfātu, izšķīdināja to nelielā daudzumā karsta ūdens, pievienoja piesātinātu amonjaka šķīdumu. Pēc etanola pievienošanas novēroja tumši zilās kristāliskas vielas **A** veidošanos.

Kaspariņš nofiltrēja vielu **A** un žāvēja gaisā, un pēcāk nolēma noteikt tās ķīmisko sastāvu. Šim nolūkam viņš sākumā ņēma 0,850 g iegūto kristālu, izšķīdināja tos 6 M slāpekļskābes, pa pilienam pievienoja svina (II) acetāta šķīdumu novērojot baltu nogulšņu veidošanos. Pilināšanu pārtrauca, kad jaunu nogulšņu veidošanos vairs nenovēroja. Pēc filtrēšanas un izžāvēšanas balto nogulšņu masa bija 1,05 g.

1. Par kādu jonu klātieni liecina veiktais eksperiments.
2. Kāds ir šo jonu masas daļa savienojumā **A**?

Tad Kaspariņš ņēma svaigus 0,100 g iegūtos zilos kristālus, izšķīdināja tos ūdenī, pievienoja pāris pilienus metiloranža un titrēja ar sālsskābes šķīdumu intensīvi maisot. Stehiometriskā punkta sasniegšanai Kaspariņš patērēja 16,32 ml sālsskābes šķīduma. Interesanti, ka titrēšanas laikā šķīduma krāsa mainās no tumši zilās uz zilganzaļu, tad gaiši zaļu, tuvojoties stehiometriskajam punktam uz dzeltenu, līdz pēc stehiometriskā punkta sasniegšanas strauji uz oranžu.

3. Kādas daļiņas tiek noteiktas ar šo eksperimentu.
4. Ar kādām ķīmiskām pārvērtībām saistāmā aprakstītā krāsas maiņa?

Titrēšanā lietotās sālsskābes standartizēšanai pirms tam Kaspariņš bija patērējis 10,50 ml, lai notitrētu nātrija karbonāta šķīdumu, kas pagatavots ņemot 0,0555 g.

5. *Kādēļ standartizēšanai netiek izmantots, piem., nātrija hidroksīda šķīdums?*
6. *Kāda ir titrēšanā lietotās sāļsskābes koncentrācija?*
7. *Kāds ir nosakāmo daļiņu masas daļa paraugā?*

Visbeidzot Kaspariņš ņēma 0,500 g **A**, izšķīdināja 10 ml 1 M slāpekļskābes un atšķaidīja līdz atzīmei 25 ml mērkolbā. Šim šķīdumam gaismas absorbcija pie 645 nm bija 0,857. Analogi, ņemot 0,500 g **A**, izšķīdinot 10 ml 1 M slāpekļskābes, papildus pievienojot 1,00 ml 50,0 mg/mL vara (II) nitrāta standartšķīduma un atšķaidot līdz atzīmei 25 ml mērkolbā, iegūtā šķīduma gaismas absorbcija pie 645 nm ir 1,188.

8. *Kāda ir vara masas daļa savienojumā **A**?*
9. *Kāda ir **A** formula? Kāds ir tā nosaukums?*
10. *Telpiski attēlojiet **A** uzbūvi.*

3. uzdevums. **Pieci metāli sakausējumā stāv** (12 punkti)

Metāls **A**, ko bieži izmanto sacīkšu motociklu ražošanā, tīrā veidā tiek iegūts tā hlorīdu **F** apstrādājot ar metālu **B** argona atmosfērā. Plaši vēl arī tiek izmantots metāla **A** dioksīds, kurā metāla **A** masas daļa procentos ir 59,93%. Masas daļa procentos metālam **A** hlorīdā **F** ir 25,24%. Interesanti pieminēt to, ka **F** tiek lietots kā Cīglera-Natas katalizators. Metālu **B** agrāk izmantoja kā sastāvdaļu zibšņpulverī, ko izmantoja, lai fotografējot iegūtu spilgtu gaismu. Vēl metāls **B** ir atrodams hlorofila sastāvā. Metāls **B** spēj sadegt atrodoties CO₂ atmosfērā, veidojot oksīdu **Z**, kur **B** masas daļa ir 0,6030. Metālu **C** brīvā veidā var iegūt termiski sadalot kompleksu **X**. Sadalot 170,73g **X** rodas 4 moli indīgas gāzes, kas rodas no nepilnīgas sadegšanas, un 1 mols metāla **C**. Metāls **D** var brīvā veidā iegūt tā oksīdu **H** apstrādājot ar metālu **B**. Metāla **D** masas daļa procentos dzeltenajā oksīdā **H** ir 56,02%. Interesants fakts arī ir tas, ka **H** izmanto kā katalizatoru sērskābes ražošanā. Metālam **E** savienojumos stabilākās oksidēšanās pakāpes ir +3 un +6. Brīvā veidā to var iegūt, veicot termīta reakciju ar **E** saturošu oksīdu **Y**, reakcijā papildus rodoties arī alumīnijam. Masas daļa procentos metālam **E** oksīdā **Y** ir 68,42.

1. *Uzraksti aprakstītos reakcijas vienādojumus un nosaki metālus **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, kā arī vielas **F**, **X**, **H**, **Y** un **Z**.*

Apstrādājot 100,000g triviāla piecu metālu kausējumu, kas sastāvs no tiem pašiem metāliem **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, ar ļoti atšķaidītu sāļsskābi pārākumā gaisa atmosfērā, veidojās šķīdums, bet viss metāls neizšķīda un 34,123 g palika nogulsnēs. Iegūto šķīdumu nofiltrēja, ietvaicēja, lai atbrīvotos no sāļsskābes pārpalikuma un ietvaicēto cieto atliku izšķīdināja ūdenī. Ūdens šķīdumam pievienoja AgNO₃ šķīdumu, un veidojās 489,4192 g nogulšņu. Apstrādājot tādu pašu ūdens šķīdumu ar NaOH šķīdumu, ieguva nogulsnes, kuras nofiltrējot un izkarsējot ieguva 74,431g cietā atlikuma.

2. *Noteikt **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, masas daļu procentos sākotnējajā metāla paraugā, ja zināms, ka 34,123 g nogulšņu satur tikai divus no metāliem vielas daudzumu attiecībā 1:1,35677.*

4. uzdevums. **Senioru izpriece** (13 punkti)

Kāda veca universitātes darbiniece, ejot pensijā, nolēma tomēr nešķirties no savas mīļākās ķīmiskas vielas, tālab viņa mājās naktsskapītī glabāja vielu **A**, kas ir kādu metālu **X** saturošs hlorīds. **A** iegūst šī metāla oksīda **B** reakcijā ar sālsskābi, iegūto šķīdumu ietvaicējot. Šai reakcijā papildus rodas tikai ūdens. Metāla **X** masas daļa sāļi **A** ir 69,82%.

B iegūst 500 °C ar skābekli oksidējot šī metāla oksīdu **C**, kurā metāls eksistē divās dažādās oksidēšanās pakāpēs un metāla masas daļa ir 84,8%. **C** iegūst ar skābekli oksidējot metāla stabilāko oksīdu **D**, kurš dažviet sastopams arī dabā. Tieši **D** rodas, **X** reakcijā ar ūdeni 150 °C. Ja šādi oksidē 1,000 g metāla **X**, reakcijā izdalītā ūdeņraža tilpums 295,6 kPa spiedienā 150 °C ir tieši 0,100 L.

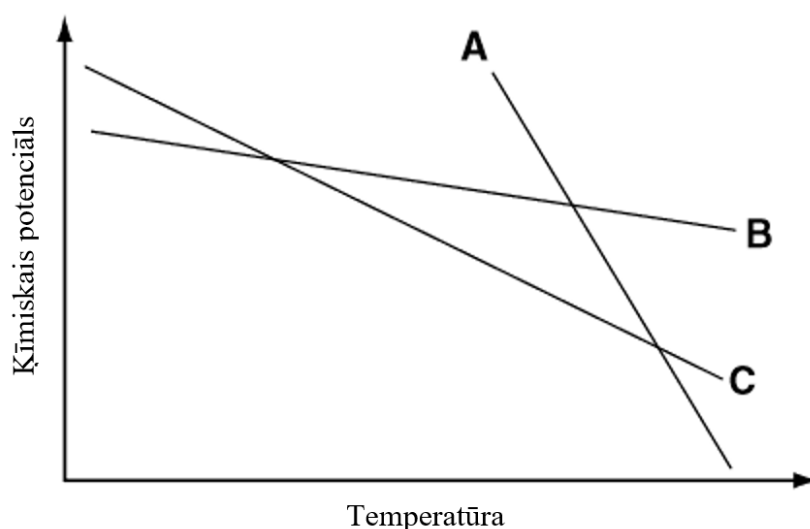
1. Kas ir metāls **X**? Uzraksti **D** ķīmisko formulu!
2. Uzraksti **A** ķīmisko formulu!
3. Uzraksti **B** un **C** ķīmiskās formulas! Kāda ir **X** oksidēšanās pakāpe oksīdā **C**.
4. Uzraksti aprakstīto ķīmisko reakciju vienādojumus.

Metāla **X** hlorīds **E**, kurā **X** oksidēšanās pakāpe ir tāda pati kā **A**, ir stabils tikai inertā atmosfērā. To iegūst sākotnēji ar hloru apstrādājot **B**, iegūstot **X** hlorīdu **F**, kurā **X** oksidēšanās pakāpe ir par 1 mazāka, un to tālāk karsējot ar hloru, tādejādi iegūstot **E**.

5. Uzraksti **E** un **F** ķīmiskās formulas!
6. Uzraksti ķīmisko reakciju vienādojumus!

5. uzdevums. **Pavasara baltie ceļi** (13 punkti)

Lai novērstu ceļu un ietvju apledošanu, Latvijā un citviet ziemā kaisa sāli (vai sāļu maisījumus). Šķīduma sasalšanas temperatūra atšķiras no tīra ūdens un ir viena no šķīduma koligatīvajām īpašībām, kas ir atkarīgas tikai no relatīvā šķīdinātāja molekulu un izšķīdušo jonu daudzuma nevis no to dabas.



26. att.

Vielas vai šķīdinātāja pastāvošo fāzi konkrētā temperatūrā apraksta ķīmiskais potenciāls (μ). Visstabilākā fāze konkrētā temperatūrā ir tā, kurai ir viszemākais ķīmiskais potenciāls. 26. attēlā ir parādīts, kā tīra ūdens trim fāzēm (pie standarta spiediena) atkarībā no temperatūras mainās ķīmiskais potenciāls. Katra taisne atbilst vienas konkrētas fāzes izmaiņām (cietai, šķidrai vai gāzei).

1. Noteikt, kura līnija atbilst kurai ūdens fāzei.
2. Augstāk dotajā grafikā nepārprotami atzīmēt divas zināmas temperatūras, kuras atbilst ūdens ķīmiskā potenciāla atkarībai no temperatūras (pie standarta spiediena).

Sāls klātesamība ietekmē ķīmisko potenciālu. Tiek pieņemts, ka sāls izšķīst tikai ūdens šķidrā fāzē, tādējādi neietekmējot cietās un gāzes fāžu ķīmiskos potenciālus. Šķidrās fāzes ķīmisko potenciālu sāls šķīdumam konkrētā temperatūrā apraksta:

$$\mu_{\text{šķīduma}} = \mu_{\text{tīra ūdens}} + RT \ln x_{\text{ūdens}}, \text{ kur}$$

$x_{\text{ūdens}}$ – ūdens mola daļa sāls šķīdumā; R – ideālas gāzes konstante, T – temperatūra (K).

3. Augstāk dotajā grafikā iezīmē taisni, kas atbilst sāls šķīduma ķīmiskajam potenciālam.
4. Nosaki, kā sāls šķīdums ietekmēs viršanas temperatūru (pie vienāda spiediena) relatīvi pret tīru ūdeni.
 - Zemāks nekā ūdenim
 - Tāds pats kā ūdenim
 - Augstāks nekā ūdenim

Kopējo jonu mola daļu šķīdumā var aprēķināt kā:

$$x_i = \frac{\text{anjonu molu daudzums} + \text{katjonu molu daudzums}}{\text{ūdens molu daudzums} + \text{katjonu molu daudzums} + \text{anjonu molu daudzums}}$$

5. Izmantojot tīra ūdens blīvumu 1,00 g/mL aprēķini tā koncentrāciju mol/L.
6. Aprēķini kopējo jonu mola daļu (x_i) 3,00 M NaCl šķīdumā. Pieņem, ka, šķīdinot sāli, šķīduma kopējais tilpums nemainās.

Sāļu šķīdumu sasaldēšanas temperatūru pie dažādām koncentrācijām var pietuvināti noteikt ar zemāk doto vienādojumu:

$$\Delta T = \frac{x_i RT_{\text{kuš}}^2}{\Delta_{\text{kuš}} H^\circ}, \text{ kur}$$

ΔT - sasaldēšanas punkta pazeminājums; x_i - kopējo jonu mola daļa; $T_{\text{kuš}}$ - tīra ūdens kušanas temperatūra (K), $\Delta_{\text{kuš}} H^\circ$ - tīra ūdens kušanas standartentalpijas izmaiņa, kas ir 6,01 kJ/mol.

7. Aprēķini ΔT un sasaldēšanas temperatūru 3,00 M NaCl šķīdumam.
8. Uz ceļiem faktiski sāls ir lielā pārākumā, tādējādi maksimālo sasaldēšanas temperatūras pazeminājumu stipri ietekmē maksimālā sāls šķīdība ūdenī pie zemām temperatūrām. Viskonzentrētākie NaCl šķīdumi paliek šķīdri līdz pat $-21,1^\circ\text{C}$. Aprēķini NaCl koncentrāciju (M) šajā šķīdumā.

Valstīs, kurās ziemā temperatūra ir ārkārtīgi zema, NaCl vairs nav derīgs līdzeklis un tā vietā izmanto CaCl_2 . Kalcija hlorīda šķīdumos ūdens molekulas kļūst cieši saistītas pie kalcija joniem un šķīdumā vairs nav "brīvas". Vidēji katrs kalcija jons saista 9 ūdens molekulas. Šīs saistītās ūdens molekulas vairs neskaita pie ūdens molu skaita kopējā jonu mola daļas aprēķinā, taču tāpat var pieņemt, ka sāls šķīdināšana neizmaina kopējo tilpumu.

9. Aprēķiniet sasaldēšanas punktu 3,00 M CaCl_2 šķīdumam.

6. uzdevums. **Termiski nestabilie** (19 punkti)

Trīs vienu un to pašu katjonu saturoši šāļi **A**, **B** un **C** ir termiski nestabili un karsējot sadalās. **A** sadalās jau tikai nedaudz virs istabas temperatūras, izdalot gāzi ar raksturīgu smaku **D**, dabā ļoti plaši sastopamu savienojumu **E**, kā arī atmosfērā sastopamu gāzi **F**. Zināms, ka **F** saduļķo kaļķūdeni, kamēr tieši **D** ir nepieciešams **A** - **C** iegūšanai. **B** sadalās nedaudz zem 200 °C temperatūrā, veidojot **E** un gaisā stabilu bezkrāsainu gāzveida oksīdu **G**. **C** sadalās šādos pat apstākļos, un tā kā sadaloties šī oranžā viela dod zaļu pūkainu oksīdu **H**, to mēdz izmantot efektīvos ķīmijas demonstrējumos. Vēl sadaloties **C** izdalās **E** un bezkrāsaina gāzveida vienkāršā viela **I**, viens no kuras oksīdiem ir **G**.

Ja **B** sadalīšanu veic 250 °C temperatūrā, tā sadalās par **I**, bezkrāsainu tā oksīdu **J**, kā arī **E**, savukārt vēl augstākā temperatūrā (virš 300 °C) **B** sadalās par **I**, reaģētspējīgu bezkrāsainu paramagnētisku gāzi **K**, kā arī **E**. Zināms, ka **K** viegli reaģē ar **J**, veidojot brūnganu gāzi **L** ar viršanas temperatūru 21 °C, kas viegli dimerizējas par **M**.

1. Uzraksti **A** - **M** ķīmiskās formulas.
2. Uzraksti visu aprakstīto pārvērtību ķīmisko reakciju vienādojumus.
3. Uzzīmē **D**, **G**, **L** un **M** Luisa struktūrformulu. Detalizēti attēlo un uzraksti šo molekulu telpisko formu.
4. Kādēļ **C** sadalīšanu nav pārāk labi iekļaut ķīmijas demonstrējumos?

Praktiski veicot 0,600 g **B** sadalīšanu paaugstinātā temperatūrā uz reakcijas produktu maisījumu atdzesējot līdz 100 °C noteica, ka tas faktiski satur **G**, **I**, **J**, **E**, kā arī vēl vienu citu vielu. Atdzesējot iegūto produktu maisījumu līdz 30 °C noteica, ka par šķidrumu kondensējās 0,270 g vielas, kamēr atdzesējot to līdz 0 °C šķidrās frakcijas masa palielinājās līdz 0,385 g. Šādos apstākļos palikušās gāzveida vielas atdala, izkarsē līdz 500 °C, kur termiski nestabilākā viela sadalās. Pēc pārvērtībām iegūto gāzveida maisījumu atdzesē līdz 0 °C, kur kondensējas 0,0575 g šķidruma, kamēr gāzveida fāzē palika tikai viena viela.

5. Kas ir viela, kura ietilpa reakcijas produktos 100 °C bez **G**, **I**, **J**, **E**.
6. Uzrakstīt ķīmisko reakciju vienādojumus pārvērtībām, kas norisinājās ar **B** sadalīšanas produktiem aprakstītajos eksperimentos.
7. Kas ir viela, kas kondensējās 30 °C, un kas 0 °C.
8. Aprēķināt sākuma iegūtā maisījuma (110 °C **G**, **I**, **J**, **E** un vēl vienas citas vielas) sastāvu moldaļās.

7. uzdevums. Paviršības cena (18 punkti)

Pēteris bija nolēmis mērīt slāpekļa (I) oksīda sadalīšanās ātrumu. Šim nolūkam viņš ņēma 10,0 L lielu trauku un 25 °C to uzpildīja ar slāpekļa (I) oksīdu, līdz spiediens bija 2,00 MPa. Tad viņš to strauji uzsildīja līdz 500 °C un sāka laika atskaiti, un ik pēc 10 minūtēm ņēma 1,000 ml (500 °C) parauga, ko momentāli atdzesēja līdz 25 °C.

1. Uzraksti slāpekļa oksīda sadalīšanās reakciju.
2. Aprēķini, kāds bija spiediens traukā 500 °C pirms reakcijas sākuma.

Lai noteiktu sadalīšanās reakcijas progresu, paņemto 1,000 ml gāzes izvadīja caur mangāna (II) hidroksīda šķīdumu. Šādos apstākļos skābeklis oksidēšanas reakcijā dod mangāna (IV) oksihidroksīda nogulsnes, kamēr citas gāzes ar šķīdumu nereaģē. Pēc paskābināšanas ar sērskābi mangāna (IV) oksihidroksīda nogulsnes izšķīst, veidojot mangāna(IV) sulfātu, kurš par jodu oksidē pārākumā pievienotu kālija jodīda šķīdumu, pārvēršoties atpakaļ par mangāna (II) joniem. Šādi iegūto jodu titrē ar 0,0500 M nātrija tiosulfātu ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) cietes klātienē līdz krāsojuma pazušānai, reakcijā rodoties nātrija tetratiātam $\text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$.

3. Uzraksti aprakstītās ķīmiskās analīzes reakciju vienādojumus!
4. Nosaki kāda saskaņā ar reakciju vienādojumiem ir attiecība $\text{O}_2 : \text{I}_2 : \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ šajā analīzes metodē.

Pēc tam Pēteris veica citu eksperimentu, kurā tādu pat slāpekļa (I) oksīda daudzumu uzkarēja līdz 400 °C temperatūrai (kurā tas praktiski nesadalās), nodrošināja efektīvu maisīšanu, un ievietoja karstu platīna stiepli, kuru visu laiku sildīja. Uzreiz ar stieples ievietošanu sāka laika atskaiti, un ik pēc 10 minūtēm ņēma 1,000 ml (400 °C) parauga, ko momentāli atdzesēja līdz 25 °C.

Diemžēl Pēteris bija paviršs un dienas beigās vairs nekādi nespēja atcerēties, kuram no procesiem atbilda pieraksts uz lapiņas **A**, bet kurai – uz lapiņas **B**.

Lapiņa A		Lapiņa B	
t, min	V(tios.), ml	t, min	V(tios.), ml
10	3,60	10	27,54
20	7,20	20	29,72
30	10,80	30	30,52
40	14,40	40	30,94
50	18,00	50	31,20
60	21,60	60	31,38

Pakāpe	Nultā	Pirmā	Otrā
Ātruma likums	$v = k$	$v = k[A]$	$v = k[A]^2$
Integrētā forma	$[A] = [A]_0 - kt$	$[A] = [A]_0 e^{-kt}$	$\frac{1}{[A]} = \frac{1}{[A]_0} + kt$
Lineārās koordinātes	$[A] \text{ vs. } t$	$\ln[A] \text{ vs. } t$	$\frac{1}{[A]} \text{ vs. } t$

Zināms, ka ķīmiskās reakcijas ātruma atkarību no reaģenta koncentrācijas apraksta t.s. ātruma likums, un visplašāk sastopamās reakcijas ir nulltās, pirmās un otrās kārtas. To

ātruma ($v, \frac{\text{mol}}{\text{L}\cdot\text{s}}$) atkarību no koncentrācijas $[A]$, saistību ar ātruma konstanti k un no tās atvasinātās koncentrācijas izmaiņas laikā apraksta tabulā dotie vienādojumi. Tāpat dotas koordinātes, kurās koncentrācija būs lineāri atkarīga no laika ar proporcionalitātes koeficientu (virziena koeficientu), kas vienāds ar ātruma konstanti.

5. *Ar aprēķinu parādiet, kāds ir skābekļa daudzums analizētajā 1 ml parauga, un kāda attiecīgi slāpekļa (I) oksīda koncentrācija (mol/L) reaktorā pēc 10 min reakcijai uz A lapiņas. Ignorējiet nebūtiskās izmaiņas reaktorā, kas saistāmas ar parauga paņemšanu.*
6. *legūstiet (empīrisku) saistību, lai ātri noteiktu slāpekļa oksīda koncentrāciju no titrēšanas datiem visiem dotajiem eksperimentiem.*
7. *Izmantojiet iegūtos datus un tabulā doto linearitātes nosacījumu, lai noteiktu reakcijas pakāpi uz A un B lapiņas pierakstītajiem procesiem.*
8. *Mēģiniet izspriest un pamatot, kurš process tika pierakstīts uz A lapiņas, un kurš uz B lapiņas. Padoms: platīna stieples klātienē reakcija notiek tikai uz platīna virsmas, slāpekļa (I) oksīda molekulām sorbējoties aktīvajos centros, kuru skaits ir izteikti ierobežots, salīdzinot ar traukā esošo slāpekļa (I) oksīda molekulu skaitu!*

1. uzdevums. **Nitrātu spēlītes** (14 punkti)

1,000 g kādu divu nitrātu **A** un **B** sadalīšanās reakcijā izdalījās slāpekļa dioksīds, kāda cita gāze **C**, un palika 0,4874 g divu cietu produktu - oksīda **D** un metāla **E** maisījums. Šo maisījumu sadalīja tieši uz pusēm, un pirmo pusi reducēja ar ūdeņradi paaugstinātā temperatūrā, kā rezultātā tā masa samazinājās līdz 0,2138 g. Otru pusi savukārt šķīdināja sālsskābē, novērojot, ka tikai daļa izšķīda, kamēr sālsskābē neizšķīdušā produkta masa bija 0,09525 g.

1. Kas ir gāze **C**?
2. Kāda ir skābekļa masas daļa oksīdā **D**? Kas ir šis oksīds? Kas ir attiecīgo metālu saturošais nitrāts **A**?
3. Kāda ir **A** masas daļa sākotnējā nitrātu maisījumā?
4. Kas ir metāls **E** un šī metāla nitrāts **B**?
5. Kāds daudzums slāpekļa dioksīda un gāzes **C** radās **A** un **B** karsēšanā?

Lai atdalītu gāzes, kas izdalījās nitrātu karsēšanā, gāzu maisījumu atdzesēja līdz 0 °C, kur tas daļēji pārvērtās šķidrumā, gāzes fāzē paliekot tikai **C**. Pēc atdalīšanas gan gāzi **C**, gan šķidrumu atsevišķos traukos uzsildīja līdz kādai noteiktai temperatūrai θ (kur nu abos traukos bija tikai gāzes fāze) un noteica, ka to tilpums 101,3 kPa lielā spiedienā ir 0,0700 L gāzei **C**, un 0,229 L gāzei, kuru ieguva no daļas, kas sašķīdinājās. Zināms, ka slāpekļa dioksīds šādos apstākļos dimerizējas, un šis process faktiski ir ķīmiskā līdzsvara reakcija.

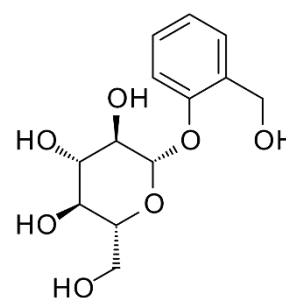
6. Līdz kādai temperatūrai θ veica gāzu sildīšanu?
7. Kāds ķīmiskais vienādojums apraksta slāpekļa dioksīda dimerizāciju?
8. Uzrakstiet dimerizācijas procesa līdzsvara konstantes vienādojumu. Nosakiet, kāda ir slāpekļa dioksīda mola daļa maisījumā ar tā dimerizācijas produktu temperatūrā θ .
9. Aprēķiniet slāpekļa dioksīda dimerizācijas līdzsvara konstanti šai temperatūrā. Aprēķinā izmantojiet daudzumus vai mola daļas, nevis koncentrāciju!

2. uzdevums. **Vītolu mizu dziedniecība** (19 punkti)

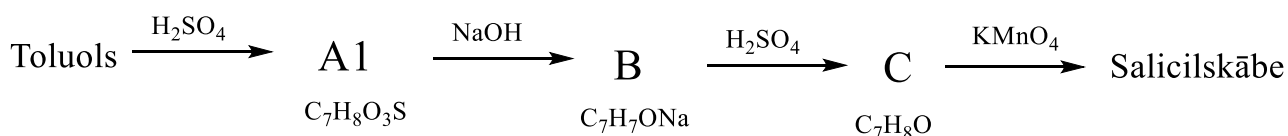
Senatnē pirms industriāli ražotu medikamentu ēras jebkuras slimības ārstēšanai tika izmantoti dažādi augi un to ekstrakti. Tā saukstēšanās ārstēšanai tika izmantotas vītolu mizas, kuru ekstraktu joprojām dažkārt dēvē par dabas aspirīnu. Izrādās tas ir ne bez pamata, jo vītolu mizas satur aspirīnam (acetilsalicilskābei) ļoti līdzīgu vielu salicīnu (skatīt 27. attēlā), kas organismā iedarbojas identiski kā aspirīns. Sintētiskai aspirīna iegūšanai teorētiski ir iespējami vairāki sintēzes ceļi. Visi tie beidzas ar salicilskābes acilēšanu.

Salicilskābes sintēze iespējama no toluola (metilbenzola) divos dažādos veidos.

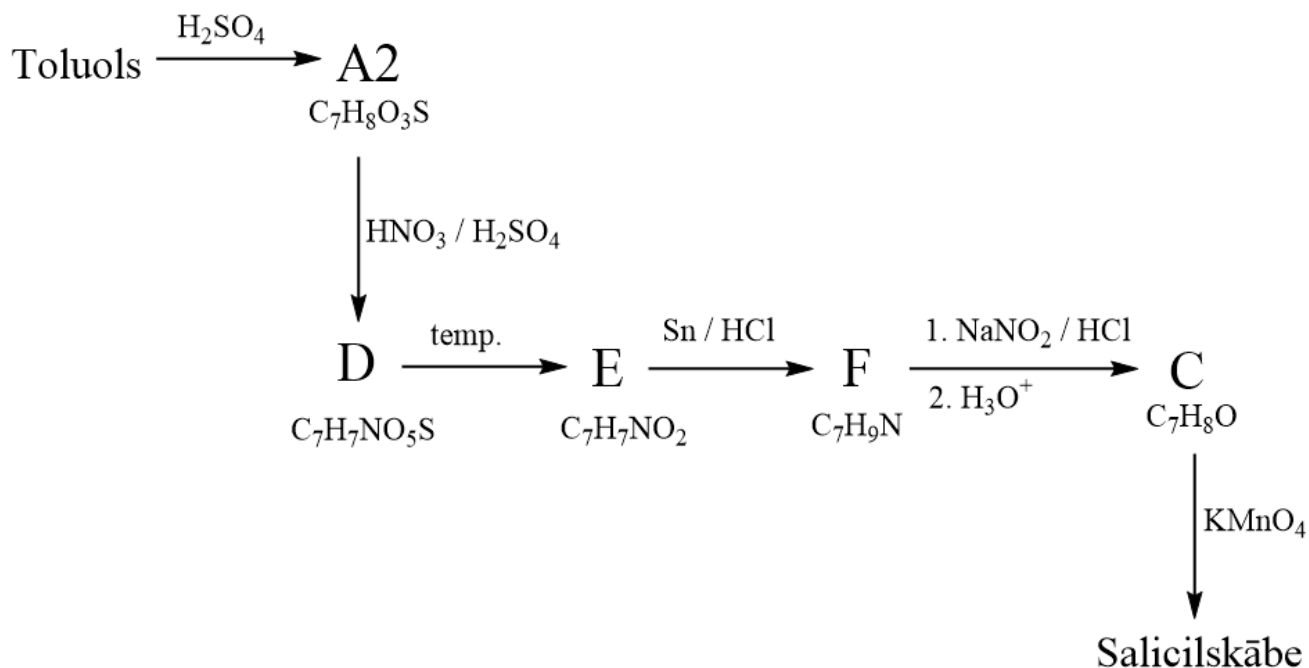
I ceļš. Toluolu sākotnēji sulfurē, no reakcijas produktiem izdala **A1** izomēru, **A1** karsē ar nātrija hidroksīdu, iegūstot **B**, šķīdumu paskābina un oksidē ar kālija permanganāta ūdens šķīdumu, iegūstot salicilskābi.



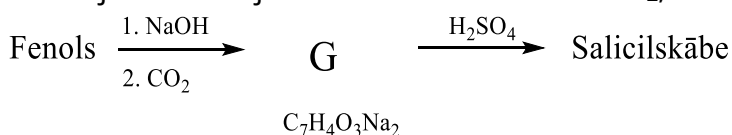
27. att.



II ceļš. Toluolu sākotnēji sulfurē, no reakcijas produktiem izdala **A2** izomēru, tad **A2** nitrē ar slāpekļskābi sērskābes klātienē, iegūto **D** izkarsē, iegūto **E** reducē ar alvu HCl klātienē, iegūst **F**, ko apstrādā ar NaNO₂ HCl klātienē un tad karsē skābā vidē, iegūstot **C**, ko oksidē ar kālija permanganāta ūdens šķīdumu.



Praktiski rūpniecībā gan salicilskābe visbiežāk tiek iegūta no fenola, to sākotnēji apstrādājot ar nātrija hidroksīdu un tad ar CO₂, un iegūto **G** paskābinot ar sērskābi.

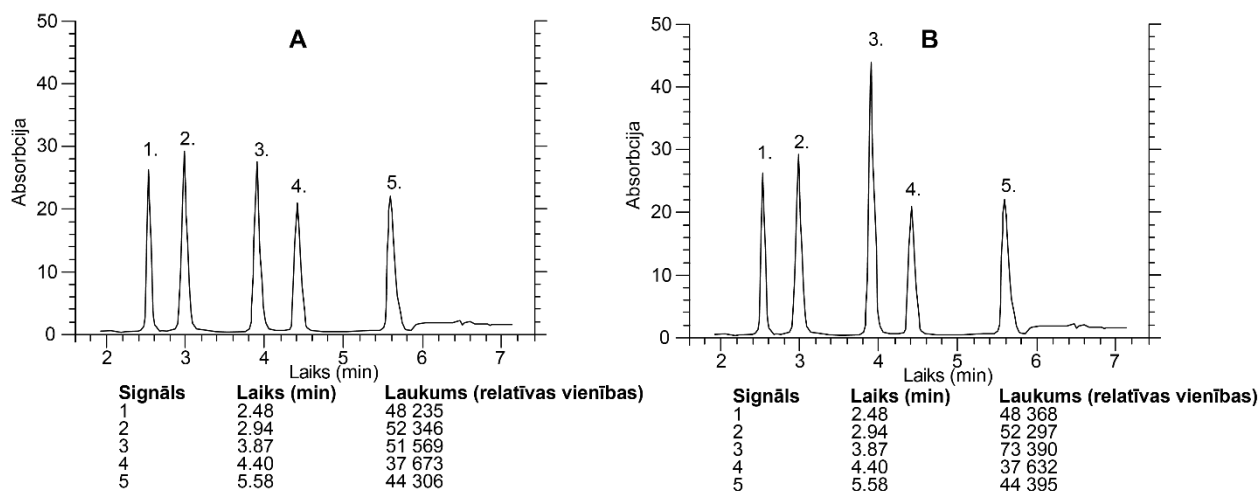


1. Uzrakstīt salicilskābes un vielu **A1**, **A2**, **B** – **G** struktūrformulas.
2. Kāds ir salicilskābes nosaukums pēc IUPAC nomenklatūras?
3. Piedāvāriet reakcijas mehānismu fenola pārvērtībai par salicilskābi.
4. Kādu reaģentu varētu izmantot salicilskābes pārvēršanai par aspirīnu?
5. Uzrakstiet pārvērtību virkni, norādot nepieciešamos reģentus un uzrādot starpproduktus aspirīna iegūšanai no salicīna!

Lai noteiktu salicīna saturu visplašāk sastopamajā baltajā jeb sudraba vītola var izmantot hromatogrāfisko analīzi. Ņēma 200,0 mg gaisā žāvētas vītola mizas, tās ekstrahēja ar karstu ūdeni, ekstraktu pārnesa 25 ml mērkolbā, ko uzpildīja līdz atzīmei (šķīdums **A**). Paraugam veica hromatogrāfisko analīzi, detektēšanu veicot ar UV detektoru pie 267 nm, iegūstot 28. attēlā pa kreisi doto hromatogrammu, kur uzdots izdalīšanas laiks (min.) un signāla laukums (relatīvās vienībās).

Papildus tam ņēma 6,02 mg salicīna standarta un to izšķīdināja 25 ml mērkolbā, ko uzpildīja līdz atzīmei (*standartšķīdums*). Ņēma jaunas 200,0 mg gaisā žāvētas vītola mizas,

tās ekstrahēja ar karstu ūdeni, ekstraktu pārnesa 25 ml mērkolbā, pievienoja 5,00 ml iepriekš pagatavotā salicīna standartšķīduma, tad mērkolbu uzpildīja līdz atzīmei (šķīdums **B**). Arī šim paraugam identiski veica hromatogrāfisko analīzi, iegūstot 28. attēlā pa labi doto hromatogrammu.



28. att.

6. Pēc iespējas precīzāk aprakstiet, cik vielas ietilpst vītolu mizas ekstraktā.
7. Kurš signāls atbilst salicīnam? Pamatojiet!
8. Nosakiet salicīna koncentrāciju šķīdumā **A** (mg/mL) un masas daļu% vītolu mizā! Pieņemiet, ka salicīns ekstrahējas pilnībā!

3. uzdevums. Lielais ķīmijas atklājums (12 punkti)

Ķīmijas attīstībā ļoti svarīga ķīmiskā reakcija tika veikta 19. gadsimta 20-tajos gados: tā bija kāda kālija sāls **A** reakcijas ar kādu hlorīdu **B**, mēģinot iegūt savienojumu **C**. Tā vietā, sildot, notiek starpprodukta **C** pārvēršanās par organisku vielu **D**. **D** karsējot 400 °C ar kālija karbonātu iespējams iegūt atpakaļ **A**, papildus šai reakcijā rodoties termiski nestabilam sālim **E**, kas karsējot sadalās par divām gāzveida vielām **F** un **G**, kā arī ūdeni. **F** reakcijā ar sālsskābi iegūst **B**. Sadedzinot 1,000 g **D** iegūst 0,373 L (n.a.) CO₂ un 0,600 g ūdens.

Rūpniecībā **D** iegūst 2 ekvivalentu **F** reakcijā ar 1 ekvivalentu **G**, sākotnēji veidojoties karboksilgrupu saturošam sālim **H**, kurš pārgrupējoties izšķēļ ūdeni un veido **D**.

A iegūšanu var veikt 100 °C apstrādājot kāliju ar amonjaku, iegūstot savienojumu **I** un ūdeņradi. **I** karsējot ar oglekli 500 °C iegūst plaši zināmu toksisku savienojumu **J**, ko senāk bieži izmantoja kā indi, un ūdeņradi. Apstrādājot **J** ar 30% ūdeņraža peroksīda šķīdumu rodas **A**, un izdalās ūdens. **A** visi elementi ir vienādā molārā daudzumā.

1. Uzraksti **A**, **B**, **C**, **E**, **F**, **G**, **I** un **J** ķīmiskās formulas.
2. Uzraksti **D** un **H** struktūrformulas.
3. Piedāvā **C** pārvēršanās reakcijas mehānismu par **D**, zinot, ka pirmais solis ir šī sāļa termiska sadalīšanās.
4. Kāda būtiska loma ķīmijas attīstībā ir aprakstītajai ķīmiskajai reakcijai?

Zināms, ka protonējot **A** anjonu šķīdumu iespējams iegūt divas dažādas skābes, kuras turklāt veidojas attiecībā 97:3.

5. Uzraksti **A** anjona rezonanses struktūrformulas, skaidri norādot telpisko formu, elektronus un saites.
6. Uzraksti abu iegūto skābju struktūrformulas, skaidri norādot telpisko formu, elektronus un saites.

4. uzdevums. **Oksidētāju mīkla** (13 punkti)

Plaši zināms oksidētājs **A** ir spilgti dzeltenā krāsā. Analītiskajā ķīmijā šī savienojuma šķīdumu mēdz izmantot metāla **B** jonu pierādīšanai, proti, metāla **B** sāļiem reaģējot ar **A** šķīdumu rodas dzeltenas, ūdenī nešķīstošas nogulsnes **C**, kuras krāso liesmu dzeltenajā krāsā. Savienojumam **C** ir izomorfs² savienojums baltā krāsā **D**, kurš nešķīst ne ūdenī, ne skābēs un metāla **B** masas daļa savienojumā **D** ir 58,84%. Savienojums **A** sērskābā vidē pārvēršas oranžas krāsas savienojumā **E**. Reakcijas maisījumam pievienojot atšķaidītu H₂O₂ šķīdumu, veidojas zilas krāsas savienojums **F**, kurš ir nestabils ūdenī, bet stabils ēterī. Savienojums **F** ir binārs savienojums, kurš satur tos pašus elementus, kuri veido savienojuma **A** anjonu, elementu masu attiecība savienojumā ir aptuveni 2:3. Dažu minūšu laikā savienojums **F** pārvēršas stabilākā savienojumā **G**, kuram raksturīga tumši zaļa krāsa. Kāds cits oksidētājs **H** pēc uzbūves ir izomorfs oksidētājam **A**. Savienojums **H** ir sarkanvioleta kristāliska viela, kuras sastāvā ir metāls **I** ar visai neraksturīgu oksidēšanās pakāpi. Savienojums **H** ir stabils bāziskā vidē, taču nestabils ūdens šķīdumā, īpaši skābā vidē. Tas ūdenī sadalās, veidojot metāla **I** oksīdu **J**, reakcijā rodas arī skābeklis un KOH. Oksīds **J** rodas arī apdedzinot visai plaši pazīstamu minerālu, bināru savienojumu **K**, kurā metāla **I** masas daļa ir 46,55%, papildus reakcijā rodas arī gāze ar asu smaku **L**, kuru paaugstinātā temperatūrā, katalizatora klātbūtnē oksidējot, rodas gāze **M** (kas istabas temperatūrā ir viskozs šķidrums), kuru laižot cauri metāla **B** hidroksīda šķīdumam, iegūst vielu **D**. Arī oksidētājs **H** reaģē ar metāla **B** sāļu šķīdumiem, veidojot ūdenī nešķīstošas, sarkanbrūnas nogulsnes **N**.

1. Noteikt savienojumus **A-N**, uzrakstīt visu aprakstīto procesu reakcijas vienādojumus, oksidēšanās-reducēšanās procesiem norādot jonu-elektronu bilanci.
2. Uzzīmēt savienojumu **A, C, E, H** anjonu uzbūvi, un savienojuma **F** uzbūvi!

5. uzdevums. **Paviršības cena** (18 punkti)

Pēteris bija nolēmis mērīt slāpekļa (I) oksīda sadalīšanās ātrumu. Šim nolūkam viņš ņēma 10,0 L lielu trauku un 25 °C to uzpildīja ar slāpekļa (I) oksīdu līdz spiediens bija 2,00 MPa. Tad viņš to strauji uzsildīja līdz 500 °C un sāka laika atskaiti, un ik pēc 10 minūtēm ņēma 1,000 ml (500 °C) parauga, ko momentāli atdzesēja līdz 25 °C.

1. Uzraksti slāpekļa oksīda sadalīšanās reakciju.
2. Aprēķini, kāds bija spiediens traukā 500 °C pirms reakcijas sākuma.

Lai noteiktu sadalīšanās reakcijas progresu, paņemto 1,000 ml gāzes izvadīja caur mangāna (II) hidroksīda šķīdumu. Šādos apstākļos skābeklis oksidēšanas reakcijā dod mangāna (IV) oksihidroksīda nogulsnes, kamēr citas gāzes ar šķīdumu nereaģē. Pēc paskābināšanas ar sērskābi mangāna (IV) oksihidroksīda nogulsnes izšķīst, veidojot mangāna(IV) sulfātu, kurš par jodu oksidē pārākumā pievienotu kālija jodīda šķīdumu,

² par izomorfiem sauc savienojumus ar līdzīgām ķīmiskajām formulām un uzbūvi (piem., KNO₃ un KIO₃ – izomorfi savienojumi)

pārvērtoties atpakaļ par mangāna (II) joniem. Šādi iegūto jodu titrē ar 0,0500 M nātrija tiosulfātu ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) cietes klātienē līdz krāsojuma pazušānai, reakcijā rodoties nātrija tetrationsātam $\text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$.

3. Uzraksti aprakstītās ķīmiskās analīzes reakciju vienādojumus!
4. Nosaki kāda saskaņā ar reakciju vienādojumiem ir attiecība $\text{O}_2 : \text{I}_2 : \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ šajā analīzes metodē.

Pēc tam Pēteris veica citu eksperimentu, kurā tādu pat slāpekļa (I) oksīda daudzumu uzkaršēja līdz 400 °C temperatūrai (kurā tas praktiski nesadalās), nodrošināja efektīvu maisīšanu, un ievietoja karstu platīna stiepli, kuru visu laiku sildīja. Uzreiz ar stieples ievietošanu sāka laika atskaiti, un ik pēc 10 minūtēm ņēma 1,000 ml (400 °C) parauga, ko momentāli atdzesēja līdz 25 °C.

Diemžēl Pēteris bija paviršs un dienas beigās vairs nekādi nespēja atcerēties, kuram no procesiem atbilda pieraksts uz lapiņas **A**, bet kurai – uz lapiņas **B**.

Lapiņa A		Lapiņa B	
t, min	V(tios.), mL	t, min	V(tios.), mL
10	3,60	10	27,54
20	7,20	20	29,72
30	10,80	30	30,52
40	14,40	40	30,94
50	18,00	50	31,20
60	21,60	60	31,38

Pakāpe	Nultā	Pirmā	Otrā
Ātruma likums	$v = k$	$v = k[A]$	$v = k[A]^2$
Integrētā forma	$[A] = [A]_0 - kt$	$[A] = [A]_0 e^{-kt}$	$\frac{1}{[A]} = \frac{1}{[A]_0} + kt$
Lineārās koordinātes	$[A]$ vs. t	$\ln[A]$ vs. t	$\frac{1}{[A]}$ vs. t

Zināms, ka ķīmiskās reakcijas ātruma atkarību no reaģenta koncentrācijas apraksta t.s. ātruma likums, un visplašāk sastopamās reakcijas ir nulltās, pirmās un otrās kārtas. To ātruma ($v, \frac{\text{mol}}{\text{L}\cdot\text{s}}$) atkarību no koncentrācijas $[A]$, saistību ar ātruma konstanti k un no tās atvasinātās koncentrācijas izmaiņas laikā apraksta tabulā dotie vienādojumi. Tāpat dotas koordinātes, kurās koncentrācija būs lineāri atkarīga no laika ar proporcionalitātes koeficientu (virziena koeficientu), kas vienāds ar ātruma konstanti.

5. Ar aprēķinu parādiet, kāds ir skābekļa daudzums analizētajā 1 ml parauga, un kāda attiecīgi slāpekļa (I) oksīda koncentrācija (mol/L) reaktorā pēc 10 min reakcijai uz A lapiņas. Ignorējiet nebūtiskās izmaiņas reaktorā, kas saistāmas ar parauga paņemšanu.
6. Iegūstiet (empīrisku) saistību, lai ātri noteiktu slāpekļa oksīda koncentrāciju no titrēšanas datiem visiem dotajiem eksperimentiem.
7. Izmantojiet iegūtos datus un tabulā doto linearitātes nosacījumu, lai noteiktu reakcijas pakāpi uz A un B lapiņas pierakstītajiem procesiem.

8. Mēģiniet izspriest un pamatot, kurš process tika pierakstīts uz A lapiņas, un kurš uz B lapiņas. Padoms: platīna stieples klātienē reakcija notiek tikai uz platīna virsmas, slāpekļa (I) oksīda molekulām sorbējoties aktīvajos centros, kuru skaits ir izteikti ierobežots, salīdzinot ar traukā esošo slāpekļa (I) oksīda molekulu skaitu!

6. uzdevums. **MoOooph** (11 punkti)

MoOPH ir organiskajā ķīmijā lietots reāģents hidroksilēšanas reakcijās. Šo reāģentu daudz pētīja latviešu zinātnieks Edvīns Vedējs (Edwin Vedejs) (1941-2017). Reāģents sastāv no trim daļām: kāda metāla **X** peroksīda **A**, organiskajā sintēzē plaši izmantota šķīdinātāja/bāzes **B** un cita izmantota šķīdinātāja/piedevas **C**. Reāģentā MoOPH **B** un **C** ir ligandi metālam **X**.

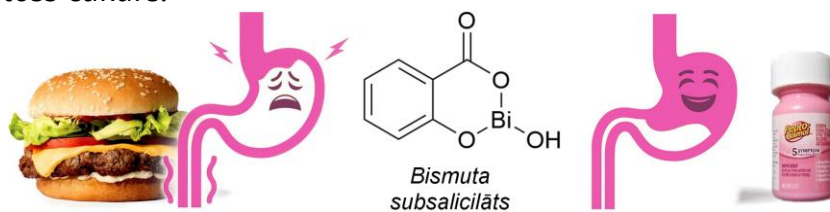
Zināms, ka

- Peroksīdā **A** skābekļa masas daļa ir 45,46% un ir tikai viens metāla **X** atoms.
- B** ir aromātisks, slāpekli saturošs savienojums, kurš ir izoelektronisks benzolam.
- C** elementu masas daļu attiecība P : O : N : C : H ir attiecīgi 17,24% : 8,93% : 23,45% : 40,21% : 10,12%. Zināms, ka **C** sastāvā visi ūdeņraži ir ķīmiski ekvivalenti.

- Noteikt metālu **X**, peroksīdu **A** un uzzīmēt peroksīda **A** struktūru.
- Noteikt ligandus **B** un **C** un uzzīmēt to struktūras. Apvilkt ligandu struktūrās atomus, ar kuriem tie saistās pie metāla **A**.
- Peroksīdu **A** iegūst, apstrādājot metāla **X** oksīdu **Y** (skābekļa masas daļa 33,34%) ar ūdeņraža peroksīdu. Uzrakstīt reakciju vienādojumu un izlikt mazākos, veselos koeficientus.

7. uzdevums. **Laimīgais kuņģis**² (14 punkti)

Pepto-bismol[®], līdzās *Rennie*[®], ir viens no populārākajiem antacīdu grupas medikamentiem. Antacīdi mazina dedzināšanas un sāpju sajūtu kuņģī, ko izraisa paaugstināts skābes daudzums. Atšķirībā no *Rennie*[®], *Pepto-bismol*[®] ārstē arī nelabu dūšu un caureju. *Pepto-bismol*[®] tablešu sastāvā cita starpā norādītas šādas vielas: bismuta subsalicilāts, mannīts, kalcija karbonāts, šķīstošā ciete, glikoze. *Mannīts, tāpat kā glikoze, ir ūdenī ļoti labi šķīstošs cukurs.*



29. att.

Dakteris Anatolijs sasmalcināja visu *Pepto-bismol*[®] iepakojuma saturu jeb 24 tabletes, kuru kopējā masa 39,600 g, un tām maisot uzmanīgi pievienoja 155,550 g koncentrētas sālsskābes. Viņš novēroja, ka izdalās gāze **A** un rodas baltas pārslveida nogulsnes **B**. Kad gāzes izdalīšanās bija pilnībā beigusies, iegūtā maisījuma masa bija 193,040 g.

Balto vielu **B** nofiltrēja un izžāvēja. Veicot elementanalīzi, noskaidroja, ka **B** sastāvā ir 60,87% oglekļa, 4,38% ūdeņraža un 34,75% skābekļa.

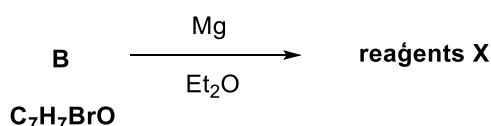
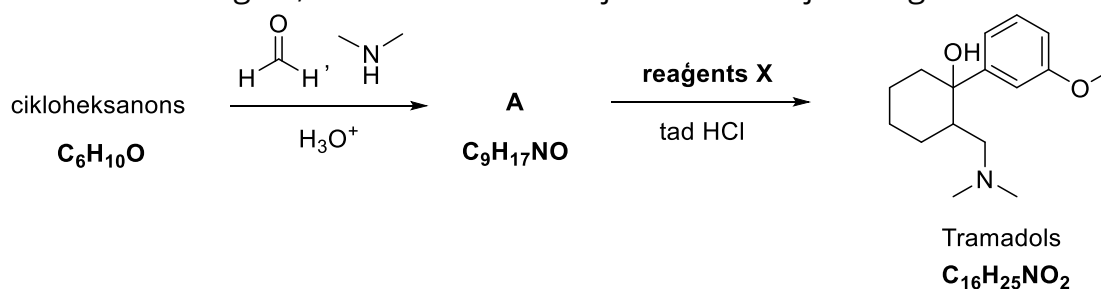
Pēc **B** izolēšanas iegūtajam filtrātam Anatolijs pakāpeniski pievienoja alumīnija foliju. Uz alumīnija virsmas radās tumšas nogulsnes **C**, kas drīz sāka nogulsnēties trauka

apakšdaļā. Kad viss alumīnijs bija izšķīdis un papildus folijas pievienošana tumšās nogulsnes vairs neradīja, **C** nofiltrēja un izžāvēja. Anatolijs ieguva 7,272 g tumša, visai blīva pulvera.

1. Kāda skābe veidojas cilvēka kuņģī, un kāda ir tās funkcija gremošanas procesā?
2. Kas ir vielas **A**, **B** un **C**?
3. Uzraksti tekstā aprakstīto ķīmisko reakciju vienādojumus!
4. Pie kādas vielu klases pieder bismuta subsalicilāts?
5. Aprēķini, kādu masu bismuta subsalicilāta satur viena Pepto-bismol® tablete!
6. Kādu **B** masu Anatolijs teorētiski varēja iegūt šajā eksperimentā?
7. Kas bez bismuta subsalicilāta ir otra aktīvā viela Pepto-bismol® sastāvā, un kāda tās masa vienā tabletē?

8. uzdevums. **No pain, no gain** (12 punkti)

Tramadols ir sintētisks opioīdu klases pretsāpju līdzeklis, kurš ir kodeīna analogs un līdzīgi kā citi opioīdi, piemēram, morfīns un kodeīns, iedarbojas uz specifiskiem opioīdu receptoriem. Šajā uzdevumā apskatīsim šī pretsāpju līdzekļa sintēzi. Sintēze sākas no cikloheksanona, kuram pievienojot formalīnu (formaldehīda šķīdumu ūdenī) un dimetilamīnu, iegūst amīnu **A**, kurš savukārt reakcijā ar **reaģentu X**, veido Tramadolu. **Reaģentu X** savukārt iegūst, aromātiska savienojuma **B** reakcijā ar Mg.



30. att.

1. Uzzīmēt savienojumu **A**, **B**, **reaģenta X** un **cikloheksanona** struktūrformulas.

Reaģents X ir jāiegūst un jāuzglabā inertas gāzes atmosfērā, jo tas nav stabils gaisā.

2. Uzzīmēt struktūru organiskajam savienojumam **C**, kurš veidojas, ja **reaģents X** nokļūst saskarē ar ūdeni.
3. Noteikt, cik hirālu oglekļa atomu ir Tramadolā un cik ir iespējamu optiski aktīvu izomēru (stereoizomēru)?
4. Tramadols komerciāli ir pieejams kā hidrohlorīds (Tramadoli hydrochloridum). Uzrakstīt 1 iemeslu, kādēļ Tramadolu būtu nepieciešams pārveidot par hidrohlorīdu.

2019./2020. MĀCĪBU GADS - LATVIJAS 61. ĶĪMIJAS OLIMPIĀDE

NOVADA OLIMPIĀDE - 2020

9. KLASE

Kopā 75 punkti

1. uzdevums. (13 punkti)

Plumbum apgalvo, ka izplatītākā cēlgāze gaisā ir hēlijs.

Vai tā tiešām ir?

Plumbum apgalvo, ka hēliju vispirms atklāja uz Saules, bet tikai pēc tam uz Zemes.

Vai tiešām tā ir?

Plumbum apgalvo, ka visizplatītākais elements Visumā ir ūdeņradis.

Vai tiešām tā ir?

Plumbum apgalvo, ka istabas temperatūrā vienīgā šķidrā vienkāršā viela ir broms. *Vai tiešām tā ir?*

Plumbum apgalvo, ka fluora augstākā pozitīvā oksidēšanas pakāpe ir +7.

Vai tiešām tā ir?

Plumbum apgalvo, ka ķīmisko elementu, kuru kārtas skaitlis ir pāra skaitlis, ir vairāk nekā ķīmisko elementu, kuru kārtas skaitlis ir nepāra skaitlis.

Vai tiešām tā ir?

Plumbum apgalvo, ka visizplatītākais metāls Zemes garozā ir svins.

Vai tiešām tā ir?

Plumbum apgalvo, ka istabas temperatūrā skābekļa blīvums ir lielāks nekā neona blīvums.

Vai tiešām tā ir?

Plumbum apgalvo, ka par tvana gāzi sauc oglekļa(II) oksīdu.

Vai tiešām tā ir?

Plumbum apgalvo, ka, izšķīdinot 50 gramus ūdens 10 gramus sāls, iegūst šķīdumu, kurā sāls masas daļa ir 0,20.

Vai tiešām tā ir?

Plumbum apgalvo, ka ūdeņradi var iegūt atšķaidītai sērskābei reaģējot ar varu. *Vai tiešām tā ir?*

Plumbum apgalvo, ka reakcija starp sērskābi un kalcija nitrātu ir apmaiņas reakcija. *Vai tiešām tā ir?*

Plumbum apgalvo, ka par krītu sauc kalcija karbonātu.

Vai tiešām tā ir?

2. uzdevums. (15 punkti)

Nosaki augstāko pozitīvo un zemāko negatīvo oksidēšanas pakāpi selēnam Se!

Nosaki ķīmiskā elementa slāpekļa oksidēšanas pakāpes sekojošajās vielās!

NaN₃ NH₄Cl N₂H₆SO₄ NH₂OH N₂ NO₂ N₂O₄ KNO₃

Nosaki elektronu skaitu ārējā enerģētiskajā līmenī sekojošajiem ķīmiskajiem elementiem!

He Ne Be S Br Al

Pazīstamajam ķīmiķim Ārčijam ļoti patika kubisms. Viņš dievināja Pablo Pikaso un arī Latvijas kubistu darbus. Jubilejā darba kolēģi viņam uzdāvināja kubu. Tas bija izgatavots no tīra zelta, kuba šķautnes garums bija 10 milimetri.

Aprēķini, cik molu zelta saturēja uzdāvinātais kubs, ja zelta blīvums ir 19300 kg/m³.

3. uzdevums. (32 punkti)

Nosaki, pie kādām vielu klasēm pieder vielas, kurām ir sekojošas ķīmiskās formulas!

CaO H₂SO₄ SO₃ LiOH AlCl₃ XeO₄ VO BeF₂ Al(OH)₃ H₂SiO₃

Skābe Bāze Bāziskais oksīds Skābais oksīds Sāls

No 1,68 g metāla var iegūt 3,12 g šī metāla sulfātu.

*Aprēķini šī metāla molmasu, ja zināms, ka tā oksidēšanas pakāpe savienojumos ir +2!
Ieraksti metāla simbolu!*

Daudzi sāļi no ūdens šķīdumiem izkristalizējas kristālhidrātu formā. Viens no tādiem ir arī nātrijs sulfīds. Atkarībā no apstākļiem tas var veidot divus dažādus kristālhidrātus Na₂S·nH₂O. Kādā eksperimentā no 2,34 g nātrija sulfīda ieguva 7,20 g nātrija sulfīda kristālhidrātu.

Aprēķini šī nātrija sulfīda kristālhidrāta molmasu!

Nosaki koeficienta n vērtību (vesels skaitlis) kristālhidrāta formulā!

Aprēķini nepieciešamo nātrija sulfāta masu, lai pagatavotu 225 gramus nātrija sulfāta šķīdumu, kurā nātrija sulfāta masas daļa ir 0,12!

Nātrijs sulfāts ļoti bieži ir piejams nevis kā bezūdens sāls, bet gan dekahidrāta formā (saistīts ar 10 ūdens molekulām).

Aprēķini nepieciešamo nātrija sulfāta dekahidrāta masu, lai pagatavotu tos pašus 225 gramus nātrija sulfāta šķīdumu, kurā nātrija sulfāta masas daļa ir 0,12!

Aprēķini iepriekšminētā šķīduma pagatavošanai nepieciešamo ūdens tilpumu, ja šķīdums tiek gatavots no nātrija sulfāta dekahidrāta!

Šķīdumus ar noteiktu izšķīdinātās vielas masas daļu var pagatavot arī atšķaidot koncentrētākus šķīdumus ar ūdeni. Kādā eksperimentā bija nepieciešami 140 ml nātrija karbonāta šķīdums, kurā nātrija karbonāta masa daļa ir 9,75%. Šāda šķīduma blīvums ir 1,100 g/mL.

Aprēķini, cik ml 17,70% nātrija karbonāta šķīduma nepieciešams, lai pagatavotu iepriekš minēto šķīdumu! 17,70% nātrija karbonāta šķīduma blīvums ir 1,190 g/mL.

Ir zināmi dati par kādas sāls šķīdību ūdenī:

50 °C 100,0 gramos ūdens šķīst 20,0 sāls

10 °C 100,0 gramos ūdens šķīst 12,0 g sāls

Aprēķini, cik sāls izkristalizēsies, atdzesējot 30,0 g piesātināta sāls šķīduma no 50 °C līdz 10 °C!

Aprēķini nepieciešamo ūdens tilpumu iepriekšminētā nātrija karbonāta šķīduma pagatavošanai!

Sāļu maisījums sastāv no kalcija karbonāta un nātrija karbonāta. 8,76 g šī maisījuma apstrādāja ar atšķaidītu sālsskābi. Maisījums izreaģēja pilnīgi, radās 1,792 L (normālos apstākļos) gāze.

Aprēķini iegūtās gāzes daudzumu!

Ieraksti iegūtās gāzes formulu!

Aprēķini kalcija karbonāta daudzumu sāļu maisījumā!

Zināms, ka kalcija karbonāta un kālija karbonāta maisījuma apstrādei izmantotajā atšķaidītajā sālsskābē HCl masas daļa bija 5%.

Aprēķini reakcijā izlietotās 5% sālsskābes masu!

4. uzdevums. (15 punkti)

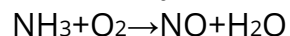
Sēroglekļa sastāvā ir divi ķīmiskie elementi - sērs un ogleklis. Tā molmasa ir 76 g/mol.

Nosaki sēroglekļa formulu!

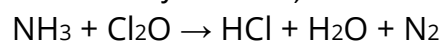
Fosfīnskābes molmasa ir 66 g/mol.

Nosaki fosfīnskābes formulu!

Nosaki koeficientus ķīmiskās reakcijas vienādojumā:



Nosaki koeficientus ķīmiskās reakcijas vienādojumā:



1,12 g nezināmas vielas normālos apstākļos aizņem tikpat lielu tilpumu kā 0,80 g neona.

Nosaki nezināmo vielu! Iespējamās vairākas pareizas atbildes!

CO

N₂ Si C₂He

1. uzdevums. (23 punkti)

Lodes grūdējs Wolframo sapņoja tikai par lodēm. Jubilejā kolēģi viņam uzdāvināja platīna lodi. Tās rādiuss bija 2 cm, lode tik tiešām bija izgatavota no tīra platīna, kura blīvums ir 21450 kg/m^3 .

Aprēķini platīna daudzumu šajā lodē!

Norādi, cik nesapārotu elektronu ir katra ķīmiskā elementa atoma kodola elektronapvalkā!

Na, Mg, B, Si, He, P, O, Br

Atzīmē skābekļa oksidēšanas pakāpi sekojošajos savienojumos!

CuO O₃ Na₂O₂ OF₂ KO₂ Fe₃O₄ BaO₂ XeO₄

Nezināma ķīmiskā elementa binārais savienojums ar skābekli satur 40,0% šo elementu. Elektronu skaits nezināmā ķīmiskā elementa atoma kodola elektronapvalkā ir pāra skaitlis.

Nosaki nezināmo ķīmisko elementu!

Arī cita nezināma ķīmiskā elementa atoma kodola elektronapvalkā esošo elektronu skaits ir pāra skaitlis. Šis ķīmiskais elements veido divus oksīdus. Viens no tiem satur 32,82% skābekli.

Nosaki šī oksīda formulu!

Atzīmē vielas formulu, kuras molekulā ir tikai σ (sigma) saites! Iespējamās vairākas pareizas atbildes!

N₂ HCl CO₂ H₂S S₈ SO₂

Atzīmē elementāro objektu pārus (jonu, molekulas, atomus) ar vienādu elektronu skaitu! Iespējamās vairākas pareizas atbildes!

Cl₂ un F₂

O₂ un O₃

Fe²⁺ un Fe³⁺

Fe³⁺ un Co²⁺

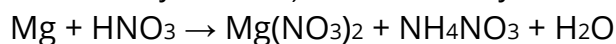
Ar un Cl⁻

Na⁺ un F⁻

1937. gadā kodolreakcijā ieguva pirmo ķīmisko elementu, kas nebija Zemes garozā!
Ieraksti šī elementa simbolu!

2. uzdevums. (14 punkti)

Nosaki koeficientus ķīmiskās reakcijas vienādojumā:



Slāpekļis veido ne tikai slāpekļskābi un slāpekļpaskābi, bet vēl arī citas, mazāk zināmas skābes. Viena no tām ir slāpekļapskābe. Tās molmasa ir 62 g/mol.

Nosaki slāpekļapskābes ķīmisko formulu!

Minerāls spodumens satur 3,76% litiju, 14,52% alumīniju, kā arī silīciju un skābekli.

Nosaki minerāla spodumena ķīmisko formulu!

Gāzu maisījums sastāv no ūdeņraža un silīcijūdeņraža SiH_4 . Lai sadedzinātu 20,20 L šī maisījuma, ir nepieciešami 20,20 L skābekļa.

Aprēķini ūdeņraža tilpumu daļu gāzu maisījumā!

3. uzdevums. (24 punkti)

Jūsu laboratorijā ir sērskābes šķīdums. Tā tilpums ir 20,20 ml, sērskābes masas daļa šķīdumā ir 20,20%, bet šķīduma blīvums ir 1,141 g/mL.

Aprēķini sērskābes molāro koncentrāciju šajā šķīdumā!

Nepieciešamās koncentrācijas sērskābes šķīdumus laboratorijās bieži vien pagatavo no koncentrētas sērskābes šķīduma.

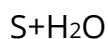
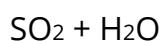
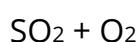
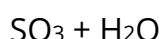
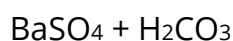
Aprēķini 90,12% sērskābes šķīduma tilpumu, kas nepieciešams, lai pagatavotu 250 ml 1,401 molāru sērskābes šķīdumu!

Plaši zināmais jūtūberis Maksītis Dižais visiem skaidro, ka, atšķaidot koncentrētu sērskābi, ūdens ir jālej koncentrētās sērskābes šķīdumā, bet nedrīkst darīt otrādi - koncentrētu sērskābi liet ūdenī.

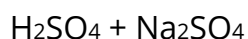
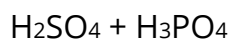
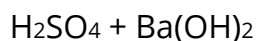
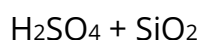
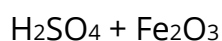
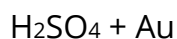
Vai tas ir pareizi?

Jūtūberis Maksītis Dižais apgalvo, ka sērskābi var iegūt piecos dažādos veidos.

Atzīmē, kurās reakcijās patiešām rodas sērskābe!



Atšķaidīta sērskābe reaģē ar daudzām vielām, tomēr ne ar visām. *Atzīmē tās ķīmiskās reakcijas, kas ar atšķaidītu sērskābi ir iespējamās!*



Koncentrēta sērskābe ir ļoti stiprs oksidētājs un reaģē arī ar tādām vielām, ar kurām atšķaidīta sērskābe nereaģē. Šajās reakcijās var rasties ļoti daudzveidīgi reakciju produkti.

Norādi, kādi produkti radīsies reakcijās, kurās piedalās koncentrēta sērskābe!

H_2SO_4 (konc.) + Cu

H_2SO_4 (konc.) + Cu(OH)₂

vara(II) sulfāts + sēra(IV) oksīds + ūdens

vara(II) sulfāts + ūdeņradis

vara(II) sulfāts + sēra(VI) oksīds + ūdens

vara(II) sulfāts + sērūdeņradis + ūdens

vara(II) sulfāts + ūdens

Sērskābes koncentrāciju šķīdumā var noteikt dažādos veidos. Kādā eksperimentā sērskābes šķīdumu titrēja ar 0,1500 molāru kālija hidroksīda šķīdumu. 20 ml sērskābes šķīduma notitrēšanai izlietoja 15,23 ml kālija hidroksīda šķīdumu.

Aprēķini sērskābes šķīduma molāro koncentrāciju!

Aprēķini sērskābes masu analizējamajā paraugā!

Atzīmē, kā var noteikt, ka, titrējot sērskābi ar kālija hidroksīdu, ir sasniegts stehiometriskais punkts!

Indikators maina krāsu

Rodas KOH nogulsnes

Izdalās sērskābes tvaiki

Jūtama asa sērskābes smaka

7,35% sērskābes šķīdumu neitralizēja ar kādu kristālisku metāla(II) oksīdu. Visa sērskābe izreaģēja, iegūtais šķīdums saturēja tikai metāla(II) sulfātu, tā masas daļa šķīdumā bija 8,74%.

Nosaki izmantoto metāla(II) oksīdu!

4. uzdevums. (8 punkti)

Plumbum apgalvo, ka visi urāna izotopi ir radioaktīvi.

Vai tiešām tā ir?

Plumbum apgalvo, ka svina(II) jodīdu sauc arī par alķīmiķu zeltu.

Vai tiešām tā ir?

Plumbum apgalvo, ka CO ir skābais oksīds.

Vai tiešām tā ir?

Plumbum apgalvo, ka cēlgāzes (inertās gāzes) neveido nevienu stabilu ķīmisko savienojumu.

Vai tiešām tā ir?

Plumbum apgalvo, ka ķīmiskie elementi periodiskajā tabulā ir sakārtoti to molmasu pieaugšanas secībā.

Vai tiešām tā ir?

Plumbum apgalvo, ka vislielākā elektronegativitāte ir skābeklim.

Vai tiešām tā ir?

Plumbum apgalvo, ka alfa (α) sabrukšanas procesā no dubnija (Db) rodas borijs (Bh). *Vai tiešām tā ir?*

Plumbum apgalvo, ka visas vienkāršās vielas sastāv no atomiem.

Vai tiešām tā ir?

5. uzdevums. (8 punkti)

Maisījums sastāv no bārija oksīda un bārija peroksīda BaO_2 . 6,60 g šī maisījuma apstrādāja ar atšķaidītu sērskābi, radās 9,32 g baltas nogulsnes.

Aprēķini nogulšņu daudzumu!

Aprēķini bārija peroksīda masas daļu maisījumā!

Kāds binārais savienojums reaģēja ar ūdeni. Reakcijā izdalījās gāze, kuras relatīvais blīvums pret hēliju ir 0,5. No 0,80 g binārā savienojuma ieguva 448 ml šo gāzi.

Aprēķini iegūtās gāzes masu!

Nosaki izmantotā binārā savienojuma formulu!

6. uzdevums. (9 punkti)

Nosaki, kādām vielu klasēm pieder savienojumi, kuru sastāvu apraksta sekojošās formulas!

$\text{Al}(\text{OH})\text{Cl}_2$ KHSO_4 PbO I_2O_5 CrO_3 HClO_4 NH_3 KNaCO_3 Al_2O_3 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ $\text{Cu}(\text{OH})_2$ HF

Bāziskais sāls Skābais sāls Bāziskais oksīds Skābais oksīds Skābe
Bāze Dubultsāls Amfotērais oksīds

Atzīmē, kuras reakcijas var izmantot cinka karbonāta iegūšanai!

Cinka sulfāta šķīdums + nātrija karbonāta šķīdums

Cinka oksīds + oglekļa(IV) oksīds

Cinka hidroksīds + ogļskābe

Cinka sulfāta šķīdums + ogļskābe

Cinka nitrāta šķīdums + oglekļa(IV) oksīds

Cinka fosfāts + kālija karbonāta šķīdums

1. uzdevums. **Dzelzs oksidēšana** (10 punkti)

Regnārs ņēma 1,00 g maisījuma, kas sastāv no 2 dzelzs oksīdiem **A** un **B**, katrā no kuriem metālam ir viena no tā stabilajām oksidēšanās pakāpēm. Maisījumam Regnārs pievienoja 0,500 M sālsskābi viegli sildot bezskābekļa vidē un novēroja, ka pilnīgai maisījuma izšķīdināšanai nepieciešami 60,0 ml šādas sālsskābes.

1. Uzraksti oksīdu **A** un **B** ķīmiskās formulas, ja zināms, ka metāla masas daļa oksīdā **A** ir lielāka nekā oksīdā **B**! (par katru formulu 0,5 punkti)

2. Uzraksti ķīmisko formulu trešajam stabilajam dzelzs oksīdam! (1 punkts)

3. Aprēķini oksīda **A** masas daļu (%) šajā maisījumā! (4 punkti)

Iegūto dzelzs hlorīdu šķīdumu Regnārs uzmanīgi sildīja, tam cauri burbuļojot gaisu. Šajā procesā Regnārs novēroja šķīduma krāsas maiņu no zaļganas uz dzeltenīgu.

4. Aprēķini skābekļa tilpumu (L , n.a.) un masu (g), kas tiks patērēts ķīmiskajā reakcijā! (2 punkti)

Zināms, ka skābekļa šķīdība ūdenī (pie atmosfēras gaisa sastāva) ir 8,0 mg/L.

5. Cik reižu Regnāram būtu jāpiesātina 60,0 ml reakcijas maisījums ar skābekli, ja reakciju varētu sadalīt soļos: a) piesātināta skābekļa šķīduma iegūšana un b) ķīmiskā reakcija līdz skābekļa šķīdumā vairs nav? Pieņem, ka šķīduma tilpums nemainās un skābekļa šķīdība aplūkotajā šķīdumā ir tāda pati kā tīrā ūdenī. (2 punkti)

2. uzdevums. **levelc elpu** (11 punkti)

Dzīvība ūdenī var pastāvēt tikai tādēļ, ka ūdenī nedaudz šķīst skābeklis. Ūdens, kurā nav skābekļa, ar laiku kļūst toksisks dažādu organisku savienojumu dēļ, kuri galvenokārt rodas dzīvību būtņu sadalīšanās rezultātā. Upēs un ezeros ir svarīgi kontrolēt izšķīdušā skābekļa koncentrāciju (ISK); ja tā nokrīt zem 5 mg/L, lielākā daļa zivju sugu vairs nevar izdzīvot.

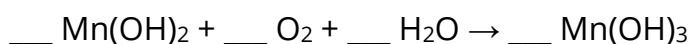
Viena no precīzākajām metodēm ISK noteikšanai ūdenī ir Vinklera metode. Ūdenī izšķīdušais skābeklis bāziskā vidē strauji oksidē Mn^{2+} jonus uz Mn^{3+} , veidojot gaiši brūnas nogulsnes - mangāna (III) hidroksīdu (Reakcija Nr1), tālab šajā metodē upes ūdens paraugs tiek sakratīts ar pārākumā esošu bāzisku Mn^{2+} šķīdumu un izveidojušās gaiši brūnās nogulsnes apstrādā ar kālija jodīda pārākumu, reakcijā iegūstot jodu (Reakcija Nr2). Joda daudzumu nosaka, to titrējot ar zināmas koncentrācijas nātrija tiosulfāta $Na_2S_2O_3$ šķīdumu.

1. Kādos apstākļos skābekļa šķīdība ūdenī būs visaugstākā? (1 punkts)

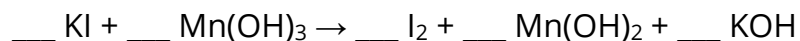
- Zema temperatūra un zems atmosfēras spiediens
- Augsta temperatūra un zems atmosfēras spiediens
- Zema temperatūra un augsts atmosfēras spiediens
- Augsta temperatūra un augsts atmosfēras spiediens

2. Izliec mazākos veselos koeficientus Reakcijai Nr1 un Nr2 (ieraksti "1", ja nepieciešams). (4 punkti)

Nr1



Nr2



Titrēšanā notiekošā reakcija ir $2 \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{I}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6 + 2 \text{NaI}$

3. *Kāds indikators jāizmanto titrēšanā? (1 punkts)*

- Universālindikatoru
- Fenolftaleīnu
- Metiloranžu
- Cietes šķīdumu ūdenī

20,0 ml upes ūdens parauga apstrādāja pēc Vinklera metodes un titrēšanā bija nepieciešami 18,80 ml 0,00105 M nātrija tiosulfāta šķīduma.

4. *Aprēķini ISK ūdenī mg/L. (3 punkti)*

Zināms, ka metodei traucē ūdenī esošie joni **R**, jo arī tie jodīdjonus var oksidēt par jodu. Šādā reakcijā veidojas bezkrāsaina gāze **T**, kura saskarē ar gaisu momentāni nokrāsojas brūna un šķīdumu padara skābu.

5. *Kas ir gāze **T**? (1 punkts)*

6. *Kas ir joni **R**? (1 punkts)*

3. uzdevums. **Krāsainie metāli** (14 punkti)

Starp visiem gaisā stabiliem metāliem tikai diviem krāsa nav sudrabota, jo tie absorbē zilo un violeto gaismu. Abi šie ir neaktīvie metāli, kas dabā sastopami brīvā metāliskā formā.

1. *Nosauciet abus metālus, zinot, ka **A** kārtas skaitlis ir zemāks nekā **B**! (1 punkts)*

2. *Atzīmējiet nozares, kurās mūsdienās plaši izmanto metālus **A** un **B**! (1,5 punkti)*

- Rotas lietu ražošanā
- Elektrotehnikā
- Melnajā metalurģijā
- Lidmašīnu un kosmosa kuģu korpusu būvniecībā
- Pretkorozijas pārklājumos

Metālu **B** ir grūti izšķīdināt, tāpēc tā šķīdināšanā izmanto speciālu skābju maisījumu, kurā ietilpst divas stipras skābes **E** un **F** attiecībā 1:3 un kuram ir savs specifisks nosaukums. **F** ir kādas gāzveida vielas ūdens šķīdums. Šis maisījums tikko pagatavots ir bezkrāsains, bet pēc dažām minūtēm tas kļūst dzeltenbrūns.

3. *Kā sauc šo skābju maisījumu? (1 punkts)*

4. *Uzraksti **E** un **F** ķīmiskās formulas? (2 punkti)*

5. *Uzraksti ķīmisko formulu vielai, kas nosaka maisījuma krāsas maiņu! (1 punkts)*

6. *Kādēļ šis maisījums ir spējīgs izšķīdināt metālu **B**? (1 punkts)*

- Abas skābes viena otras klātienē kļūst spēcīgākas
- Maisījumā viena skābe darbojas kā spēcīgs oksidētājs, kamēr otra nodrošina **B** jonu kompleksēšanu
- Abu skābju reakcijā rodas cita vēl spēcīgāka skābe
- Joprojām nav izskaidrots, kādēļ tieši šāds maisījums ir spējīgs izšķīdināt **B**.

Metāls **A** 300 °C reaģē ar gaisa skābekli, veidojot melnu savienojumu **C**. Temperatūru paaugstinot virs 1000 °C, rodas sarkana viela **D**, kurā metālam ir izmainīta oksidēšanās pakāpe.

7. Uzraksti **C** un **D** ķīmiskās formulas! (1,5 punkti)

Karsējot **C** notika tā daļēja pārvērtība par **D**. Pēc reakcijas metāla masas daļa paraugā bija 85,0%.

8. Aprēķini maisījuma sastāvu masas daļās un realizētās ķīmiskās reakcijas iznākumu (% no teorētiskā)! (5 punkti)

4. uzdevums. **Igora pigori** (15 punkti)

Igors bija nolēmis iegūt cinka oksīdu, izmantojot cinka reakciju ar skābekli. Skābekli Igors ieguva, uz kāda bināra savienojuma **A** pilinot cita bināra savienojuma **B** šķīdumu. Iegūto gāzi Igors ar caurulītes palīdzību ievadīja traukā, kurā tika karsēts sīkdisperss cinka pulveris. Tomēr cerētā oksīda vietā Igors ieguva kādu citu cinka savienojumu **C**. Lai gan **C** izkarsējot bija iespējams iegūt cinka oksīdu un **D**, Igors nolēma atbrīvoties no šīs problēmas, attīrot iegūto skābekli, lai novērstu **C** veidošanos. Šim nolūkam viņš caurulīti ar iegūto skābekli no ārpuses dzesēja ar sauso ledu. Tomēr palika tikai sliktāk, jo nu Igors ieguva savienojumu **E**.

Arī no **E** var iegūt cinka oksīdu, to izkarsējot. Šajā reakcijā rodas cinka oksīds, kā arī vielas **D** un **F** vienādā molārā daudzumā. Šo vielu reakcijā iespējams iegūt vāju skābi **G**, kas eksistē tikai ūdens šķīdumā.

Savienojumam **E** ķīmiskā sastāva un uzbūves ziņā ļoti līdzīgs ir dabā sastopams minerāls **H**. Arī karsējot **H** iegūst cinka oksīdu, **D** un **F**, taču šoreiz **D** un **F** rodas molārā attiecībā 3:2.

Zināms, ka **B** un **D** ir ļoti līdzīgi gan fizikālo īpašību ziņā (normālos apstākļos bezkrāsaini šķīdumi), gan ķīmiskā sastāva ziņā, kamēr to ķīmiskās īpašības ir ļoti atšķirīgas. **D** ir ļoti stabils un dabā plaši sastopams, kamēr **B** ir nestabils un jāuzglabā ledusskapī.

A ir melns binārs savienojums, ko dažkārt izmanto kā oksidētāju, un kurā metāla masas daļa ir 63,2%. Šim savienojuma reaģējot ar sālsskābi rodas tikai zaļgana gāze **I**, attiecīgā metāla hlorīds **J** un **D**.

1. Uzraksti **A – J** ķīmiskās formulas! (12 punkti)

2. Kādu skābekļa attīrīšanas mehānismu bija cerējis izmantot Igors? (1 punkts)

- Piemaisījumu kondensāciju
- Piemaisījumu sorbciju
- Piemaisījumu iztvaicēšanu
- Piemaisījumu reverso osmozi

3. Kā sauc savienojumu klasi, pie kuras pieder **E** un **H**? (1 punkts)

- Bāziskie sāļi
- Kompleksie sāļi
- Skābie sāļi
- Dubultsāļi

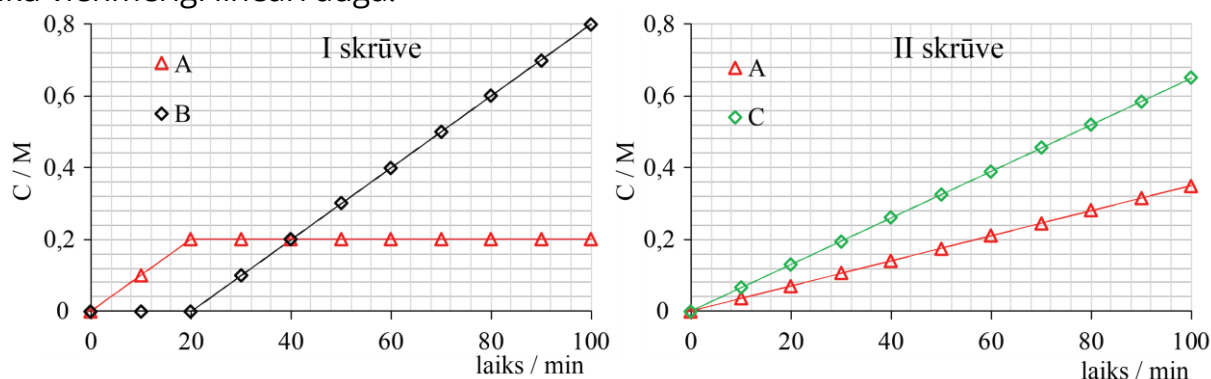
4. Kāda loma skābekļa iegūšanā bija **A**? (1 punkts)

- Tas ir katalizators
- Tas ir reaģents
- Tas ir oksidētājs
- Tas ir reducētājs

5. uzdevums. **Slāpekļskābe apēd visu! ... Nu vismaz Pēča skrūves...** (16 punkti)

Zinātkārais Pēcis ņēma 2 būvmateriālu veikalā iegādātas skrūves **I** un **II** un iemērca tās atšķaidītā slāpekļskābē, reakcijas maisījumu maisot ar magnētisko maisītāju. Notiekošās ķīmiskās reakcijas laikā Pēcis mērīja metālu koncentrāciju reakcijas maisījumā, katrai no skrūvēm iegūstot metāla jonu koncentrācijas atkarību no laika (skat. 31. att.).

I skrūve saturēja metālus **A** un **B**, un šķīstot sākotnēji palielinājās tikai **A** koncentrācija, taču pēc 20 minūtēm tā sasniedza konstantu vērtību, kamēr līdz ar šo pašu brīdi sāka augt **B** koncentrācija. **II** skrūve turpretī saturēja metālus **A** un **C**, un to koncentrācija šķīstot visu laiku vienmērīgi lineāri auga.



31. att.

A ir sudrabaini pelēcīgs amfotērs metāls, kura oksidēšanās pakāpe tikpat kā visos savienojumos ir +2. **B** ir sudrabbalts rūpniecībā ļoti plaši lietots metāls, no kā izgatavo ļoti plaši lietotus sakausējumus ar oglekli, un tas ir otrs izplatītākais metāls zemes garozā. **C** ir sarkanbrūns plaši izmantots metāls, kura joni šķīdumu krāso zilā krāsā.

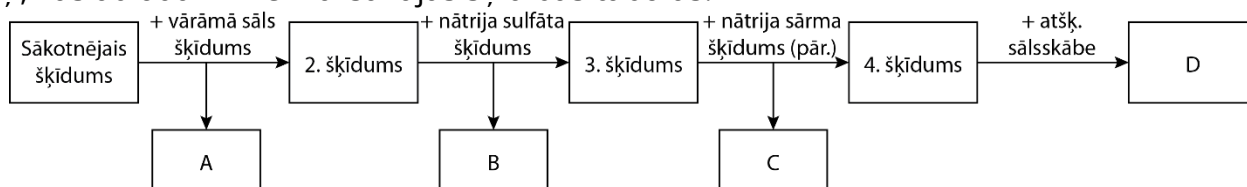
1. Kas ir metāli **A**, **B** un **C**? (par katru formulu 1 punkts)
2. Miniet divus visplašāk izmantotos **B** sakausējumus ar oglekli! (1 punkts)
3. Kādas ir atšķirības starp materiāliem, no kā izgatavotas skrūves? (1 punkts)
 - a. **I** skrūve ir **A** pārklājums uz **B**, kamēr **II** skrūve veidota no viendabīga sakausējuma
 - b. **I** skrūve veidota no viendabīga sakausējuma, kamēr **II** skrūve ir **A** pārklājums uz **C**
 - c. Abas skrūves veidotas no viendabīga sakausējuma
 - d. Abas skrūves ir **A** pārklājums uz **B** vai **C** attiecīgi
4. Kādēļ izvēlēts šāds **I** skrūves ķīmiskais sastāvs? (1 punkts)
 - a. **A** pārklājums uz **B** nodrošina korozijas aizsardzību
 - b. Šis sakausējums ir gana inerts pret koroziju
 - c. **A** pārklājums uz **B** izmantots pamatā vizuālo īpašību dēļ
 - d. **A** pievienošana būtiski uzlabo skrūves ķīmisko izturību
5. Kādēļ izvēlēts šāds **II** skrūves ķīmiskais sastāvs? (1 punkts)
 - a. **A** pārklājums uz **C** nodrošina korozijas aizsardzību
 - b. Šis sakausējums ir gana inerts pret koroziju
 - c. **A** pārklājums uz **C** izmantots pamatā vizuālo īpašību dēļ
 - d. **A** pievienošana būtiski uzlabo skrūves ķīmisko izturību
6. Kā triviāli sauc materiālu, no kā izgatavota **II** skrūve? (1 punkts)
7. Kāda ir **A** masa daļa (X) un masas daļa ($W\%$) skrūvē, kas veidota no sakausējuma? (2 punkti)
 Šķīdumā iemērktais skrūves garums bija 10 cm, skrūves diametrs ir 4 mm. Šķīduma tilpums bija 20 ml. Pārklājumu veidojošā metāla blīvums ir 7.14 g cm^{-3} .

8. Kāda ir **A** masa (g), kas ietilpa pārklājumā skrūves šķīdumā iemērtajai daļai skrūvei, kas ir veidota kā metāla pārklājums uz cita metāla? (2 punkti)

9. Kāds ir **A** pārklājuma biezums (mm) skrūvei, kas ir veidota kā metāla pārklājums uz cita metāla? Šajā aprēķinā pieņemiet, ka skrūvei nav rievotu malu un spicas apakšas (kā tas būtu, ja šķīdumā būtu iemērīts gluds cilindrisks stienītis)! (4 punkti)

1. uzdevums. **Skolotāja mīkla** (11 punkti)

Skolotājs uzdeva Jancim noteikt, kādu četru metālu vienas un tās pašas neorganiskās skābes sāļu maisījumu viņš ir pagatavojis. Jancis ņēma maisījumu un noteica, ka tas viegli izšķīst ūdenī. Sākotnēji Jancis iegūtajam ūdens šķīdumam pievienoja vārāmās sāls šķīdumu un novēroja 10,00 g baltu nogulšņu **A** veidošanos. Iegūtajam filtrātam pievienojot nātrija sulfāta šķīdumu, novēroja 10,00 g baltu nogulšņu **B** veidošanos. Iegūtajam filtrātam pievienojot atšķaidītu nātrija sārma šķīdumu, novēroja nogulšņu veidošanos, kamēr pēc atšķaidīta nātrija sārma šķīduma pievienošanas pārākumā nogulšņu masa samazinājās un galā Jancis nofiltrēja 10,00 g zilās nogulsnes **C**. Iegūtajam filtrātam uzmanīgi pievienojot atšķaidītu sālsskābi radās 10,00 g baltas nogulsnes **D**, kuras sālsskābes pievienošanu turpinot sāka šķīst. Zināms, ka visi skolotāja dotie sāļi ir vienkārši sāļi, kas atrodami vienkāršākajās šķīdības tabulās.



32. att.

1. Kādas skābes sāļus Jancim bija iedevis skolotājs? Uzraksti skābes ķīmisko formulu! (1 punkts)
 2. Kas ir savienojums **A**? Uzraksti ķīmisko formulu! (1 punkts)
 3. Kas ir savienojums **B**? Zināms, ka to saturošo metālu jau senatnē plaši izmantoja dažādās sfērās. Uzraksti ķīmisko formulu! (2 punkti)
 4. Kas ir savienojums **C**? Uzraksti ķīmisko formulu! (1 punkts)
- Zināms, ka Jancis **D** paspēja nofiltrēt, kad pievienotais sālsskābes daudzums bija garantējis maksimālu un pilnīgu **D** izgulsnēšanos. Izkausējot visus 10,00 g iegūtā **D** 250 °C parauga masa samazinājās līdz 8,19 g.
5. Kas ir savienojums **D** un pēc tā izkausēšanas iegūtais produkts? Uzraksti ķīmiskās formulas. (3 punkti)
 6. Kāda savienojuma veidā **D** saturošais metāls atradās 4. šķīdumā? Uzraksti ķīmisko formulu! (2 punkti)
 7. Kādu metālu īpašību izmantoja **C** un **D** saturošo metālu atdalīšanai? (1 punkts)
 - a. Amfoteritāti
 - b. Atšķirīgu reakcijas ātrumu
 - c. Alotropiju
 - d. Izomēriju

2. uzdevums. Oda svaigam gaisam (11 punkti)

Saistībā ar Latvijā ražoto ogļskābās gāzes detektoru ir plaši aktualizēts jautājums par šīs gāzes līmeni telpās, kurās uzturamies. Tiek ziņots, ka pie ogļskābās gāzes koncentrācijas 1400 m.d. jeb miljonās daļas (angliski *parts per million - ppm*) produktivitāte darba vidē samazinās uz pusi. Par veselīgu gaisu uzskata tādu, kur šī vērtība nepārsniedz 700 ppm, kamēr svaigā gaisā tā ir ap 400 m.d.

1. *Pārvērt ogļskābās gāzes koncentrāciju 1400 m.d. procentos! (1 punkts)*

Pēc kontroldarba uzrakstīšanas skolas klasē (telpas izmērs 60 m², griestu augstums 3,1 m) CO₂ koncentrācija sasniedza 1400 m.d. Temperatūra telpā bija 22 °C un 100 kPa spiediens.

2. *Kāds ir ogļskābās gāzes tilpums (L) un daudzums (mol) pēc kontroldarba uzrakstīšanas? Pieņemiet, ka mēbeļu, skolēnu, skolotāja un citu telpā esošo objektu tilpumu var ignorēt. (3 punkti)*

Zināms, ka katrs cilvēks vidēji dienā izelpo 750 g ogļskābās gāzes.

3. *Cik ilgi (min) skolēni bija rakstījuši kontroldarbu, ja pirms tā sākuma telpa bija labi izvēdināta (400 m.d.), un tajā atradās tikai 19 skolēni un 1 skolotājs? Pieņemiet, ka telpa kontroldarba laikā bija hermētiski noslēgta. Iespējamās nelielās spiediena un temperatūras izmaiņas ignorējiet. (3 punkti)*

4. *Kāda ir skābekļa koncentrācija (%) klasē pēc kontroldarba uzrakstīšanas, pieņemot, ka organismā notika tikai cukuru (C₆H₁₂O₆) oksidēšana par ogļskābo gāzi un ūdeni, un sākotnējā skābekļa koncentrācija bija 21,0%? (1 punkts)*

Starpbrīža laikā telpu nav iespējams pilnīgi izvēdināt, tādēļ, lai nākamajā stundā paredzētajam kontroldarbam nodrošinātu optimālus darba apstākļus, skolotājs ogļskābās gāzes līmeni telpā nolēma samazināt. Šim nolūkam viņš bija nolēmis pagatavot kalcija hidroksīda šķīdumu un klases gaisu caur to izpumpēt.

5. *Cik liels daudzums (mol) kalcija hidroksīda nepieciešams, lai šādi samazinātu ogļskābās gāzes koncentrāciju līdz 400 m.d.? Zināms, ka pie šādām ogļskābās gāzes koncentrācijām skābā sāls veidošanās nenotiek. (2 punkti)*

6. *Cik liela masa (g) kalcija oksīda jāņem, ja skolotājs kalcija hidroksīdu gatavoja sajaucot kalcija oksīdu un ūdeni? (1 punkts)*

3. uzdevums. Gredzenu pavēlnieks (12 punkti)

Benzols ir visvienkāršākais aromātiskais ogļūdeņradis.

1. *Atzīmē pazīmi/-es, kurai/-ām jāizpildās, lai savienojumu uzskatītu par aromātisku. (2 punkti)*

- Savienojumam piemīt specifiska smarža
- Savienojums ir ciklisks
- Savienojums sastāv tikai no oglekļa un ūdeņraža atomiem
- Savienojums sastāv no konjugētas π saišu sistēmas
- Savienojumā aromātisko sistēmu veidojošo π elektronu skaits atbilst $4n+2$, kur n ir vesels, nenegatīvs skaitlis
- Savienojums ir planārs jeb plakans
- Savienojumam jābūt elektroniski neitrālam (nedrīkst būt lādēts)

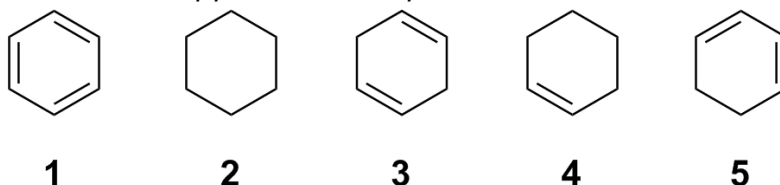
Lai gan benzols ir aromātisks savienojums, tam piemīt arī alkēniem raksturīgas īpašības.

2. Kuram nosacījumam obligāti jāizpildās, lai notiktu izolētas dubultsaites hidrogenēšanas reakcija ar H_2 ? (1 punkts)

- Reakcijā jāizmanto katalizators
- Reakcija jāveic augstā temperatūrā ($>100^\circ C$)
- Reakcija jāveic ar paaugstinātu H_2 spiedienu (>1 atm)
- Izejviela noteikti jāizšķīdina polārā šķīdinātājā

Benzola hidrogenēšanas reakcijās var veidoties vairāki dažādi produkti.

3. Kurš no savienojumiem 33. attēlā **netiks** novērots reakcijas maisījumā benzola hidrogenēšanas laikā (arī kā starpprodukts)? (1 punkts)



33. att.

Benzols līdzīgi reaģē arī ar citu gāzi **A**, kura ir par 50% smagāka nekā H_2 . Šo gāzi laboratorijā var iegūt NaH reakcijā ar kādu bināru šķīdru vielu **B**, kuras kušanas temperatūra ir $3,8^\circ C$.

4. Nosaki, kas ir gāze **A** un viela **B** (molekulformulas). (2 punkti)

5. Nosaki, cik daudz dažādu reģioizomēru (pozīcijas izomēru) var veidoties, ja **A** lielā pārākumā pilnīgi reaģē ar benzolu. Stereoizomērus jeb telpiskos izomērus neņem vērā. (1 punkts)

Moderna hidrogenēšanas metode ir pārneses hidrogenēšana (transfer hydrogenation). Pārneses hidrogenēšanā udeņraža avots ir nevis gāzveida H_2 , bet gan citas neorganiskas vai organiskas molekulas. Viens no šādiem udeņraža avotiem ir savienojums **C**, kurš sastāv no diviem nemetāliem, kurā viena nemetāla masas daļa ir 93,3%. **C** eksistē divi izomēri.

6. Noteikt savienojuma **C** empīrisko formulu un molekulformulu. (2 punkti)

7. Kurš no **C** izomēriem var tikt izmantots pārneses hidrogenēšanā? (1 punkts)

Savienojums **C** nav īpaši stabils. Tā nestabilitāte saistīta ar izdevīgu disproporcionēšanās reakciju, kurā no 2 moliem **C** veidojas viens mols vienkāršas vielas **D** un cita viela **E**.

8. Noteikt savienojumu **D** un **E** molekulformulas. (2 punkti)

4. uzdevums. Vectēva bērnības dienu hobijs (16 punkti)

Railendam vectēvam bērnībā bija hobijs – metālu iegūšanu no itin visām lietām. Tā kādā skaistā vasaras dienā, palīdzot vectēvam tīrīt pagrabu, Railends atrada burciņu ar uzrakstu "Zobu metāls". Izbrīnīts par tāda eksistenci, Railends izlēma neteikt vectēvam par atradumu, bet gan veikt eksperimentus. No sākuma Railends šo metālu **A** sadedzināja gaisā, tad iegūto produktu **B** izšķīdināja mājās atrastajā etiķskābē. Pēcāk iegūtajam **C** šķīdumam viņš pievienoja stehiometrisku daudzumu nātrija karbonāta, iegūstot nogulsnes **D**. Pirmās īstenotās ķīmiskās pārvērtības praktiskais iznākums bija 82%, kamēr 2. un 3. reakcijai tas bija katrā pa 70%. Pēc 3. pārvērtības iegūtā **D** masa rezultātā bija identiska sākotnējai **A** masai.

1. Kāds ir kopējais visu 3 īstenoto reakciju iznākums? Tas raksturo iegūtā **D** daudzumu no sākotnēji pieejamā **A** daudzuma! (1,5 punkti)

2. Uzraksti **A** – **D** ķīmiskās formulas! Ja nezināt atbildi uz iepriekšējo punktu, pieņemiet, ka visas reakcijas notiek ar 100% iznākumu un pēc 3. pārvērtības iegūtā **D** masa bija 1,648 reizes lielāka par sākotnējo **A** masu. (4,5 punkti)

Tālāk iegūto **D** Railends bezskābekļa vidē karsēja ar oglekli vectēva elektriskā loka krāsnī 2000°C temperatūrā, iegūstot tikai bināru savienojumu **E** un indīgu gāzi **F** molārā attiecībā 1:3. Faktiski šī reakcijas notiek divās stadijās, sākotnēji **D** sadaloties par **B**, un tālāk gan **B**, gan otram sadalīšanās produktam reaģējot ar oglekli. Šī reakcija notika ar 100% iznākumu, un tajā tika patērēti 4,00 g oglekļa. Šajā un tālākajos punktos izmantojamas tikai tās atbildes, kas iegūtas, ņemot vērā uzdevumā sākumā dotos reakciju iznākumus.

3. Uzraksti **E** un **F** ķīmiskās formulas! (2 punkti)

4. Aprēķini kāda bija Railenda vectēva bundžā esošā **A** masa (g)! (3 punkti)

Par 2-3 stundu ilgam ekspozīcijas laikam veselībai bīstamu **F** koncentrāciju uzskata $125 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$, koncentrācija $1000 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ stundas laikā laikā izraisa nopietnas saindēšanās pazīmes, kamēr vēl lielāka koncentrācija var izraisīt nāvi. Vectēva garāžas tilpums ir 30 m^3 .

5. Kāda ir reakcijā iegūtā **F** masa (g)? (1 punkts)

6. Kā būtu jārikojas Railendam pēc šīs reakcijas veikšanas vectēva garāžā? (2 punkti)

a. Nekā, iegūtais **F** daudzums ir nebūtisks.

b. Telpa jāizvēdina, iegūtais **F** daudzums telpā ilgstoši uzturoties ir bīstams.

c. Telpa jāpamet un rūpīgi jāizvēdina, iegūtais **F** daudzums aptuveni stundas laikā var izraisīt nopietnu saindēšanos.

d. Telpa tūlīt pat jāpamet, iegūtais **F** daudzums pat īslaicīgi ir bīstams dzīvībai.

Iegūto **E** Railends iepildīja metāla bundža, pielēja tai klāt ūdeni un novēroja gāzes g izdalīšanos, papildus reakcijā veidojoties arī **H**. Gribēdams labāk saskatīt gāzes izdalīšanos vectēva tumšajā garāžā, Railends izlēma izgaismot bundžas iekšieni ar šķiltavas liesmu, pēc kā atskanēja skaļš blīkšķis. Vectēvs uzzinādams par notikušo izlēma sodīt zinātkāro Railendu, liekot tam uzrakstīt visus ķīmiskajās pārvērtībās iegūtos produktus!

7. Uzraksti **g** un **H** ķīmiskās formulas! (2 punkti)

5. uzdevums. **Organiskais detektīvs** (13 punkti)

2,020 gramus kāda nezināma organiskā savienojuma **Q**, kurš satur tikai oglekļa, ūdeņraža un skābekļa atomus, ievietoja ar skābekli pildītā noslēgtā konteinerī ($V=1,50 \text{ L}$). Konteineris tika karsēts 400°C , līdz **Q** pilnībā sadega un spiediens konteinerī sasniedza nemainīgu vērtību – $955,6 \text{ kPa}$. Atdzesējot konteineru līdz 25°C , spiediens pazeminājās līdz $302,0 \text{ kPa}$. Tad maisījumu uzsildīja līdz 70°C un izvadīja caur piesātinātu bārija hidroksīda šķīdumu, izkrītot $23,53 \text{ g}$ baltu nogulšņu.

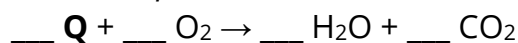
1. Kas ir baltās nogulsnes, kuras veidojas, izvadot maisījumu caur bārija hidroksīda šķīdumu? (1 punkts)

2. Kāds ir kopējais gāzu daudzums (mol) pie 400°C ? (1 punkts)

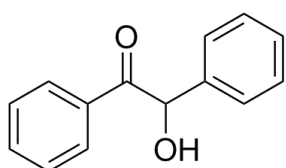
3. Kāds ir reakcijā izdalītā ūdens daudzums (mol)? (2 punkti)

4. Kāda ir nezināmā savienojuma **Q** molekulformula? (3 punkti)

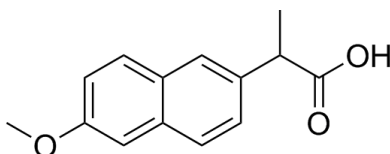
5. Pabeigt savienojuma **Q** sadegšanas vienādojumu, izliekot mazākos, veselos koeficientus (arī "1", ja nepieciešams). (2 punkti)



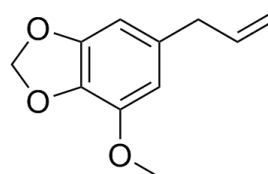
Ķīmiķi Jānis un Kaspars sprieda par **Q** struktūru un piedāvāja 34. attēlā redzamos savienojumus.



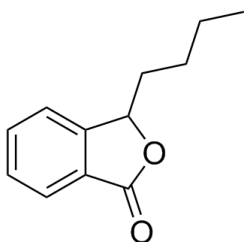
Benzoīns



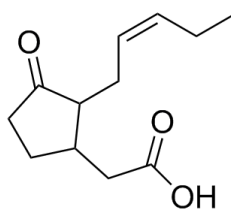
Naproksēns



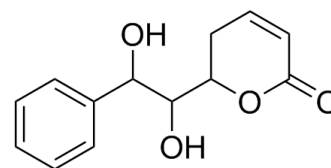
Miristicīns



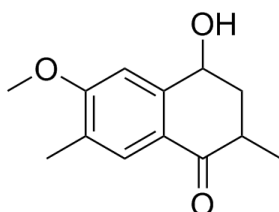
Butilftalīds



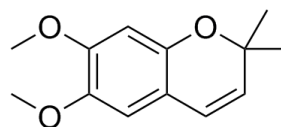
Jasmīnskābe



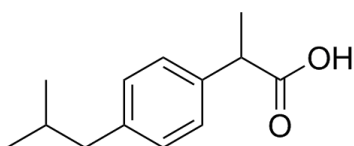
Goniodiols



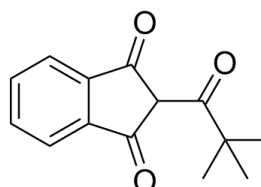
Flosonols



Prekocēns II



Ibuprofēns



Pindons

34. att.

Kaspars bija pārliecināts par "pareizo" molekulu tikai pēc molekulformulas noteikšanas, taču Jānis ieteica veikt vēl papildus testus ar **Q**. Jānis noteica, ka savienojums **Q** neatkrāso bromūdeni, taču reaģē ar bromu AlBr_3 klātbūtnē.

6. *Atzīmē visas piedāvātās molekulas, kuras atkrāsos bromūdeni. (2 punkti)*

- a) Benzoīns
- b) Naproksēns
- c) Miristicīns
- d) Butilftalīds
- e) Jasmīnskābe
- f) Goniodiols
- g) Flosonols
- h) Prekocēns II
- i) Ibuprofēns
- j) Pindons

7. *Kas ir viela Q? (2 punkti)*

- a) Benzoīns
- b) Naproksēns
- c) Miristicīns
- d) Butilftalīds
- e) Jasmīnskābe
- f) Goniodiols
- g) Flosonols
- h) Prekocēns II
- i) Ibuprofēns
- j) Pindons

1. uzdevums. **Kur tas fosfors paslēpies?** (15 punkti)

Sadedzinot 10,44 g bināru fosfora savienojumu **A**, ieguva baltu cietvielu **B** un gāzi **C**. Gāze **C** sastāvēja no diviem ķīmiskajiem elementiem, katra elementa masas daļa šajā gāzē bija 50%. Gāzes **C** tilpums normālos apstākļos bija 4,704 litri. 10,44 g binārā fosfora savienojuma **A** sadedzināšanai izlietoja 8,064 litrus skābekli (normālos apstākļos).

1. *Nosaki gāzes **C** formulu.*
2. *Aprēķini iegūtās gāzes masu! Atbildi izsaki gramos ar diviem cipariem aiz komata!*
3. *Aprēķini iegūtās baltās cietvielas **B** masu! Atbildi izsaki gramos un ieraksti ar diviem cipariem aiz komata!*
4. *Nosaki baltās cietvielas formulu!*
5. *Izmantojot aprēķinus, nosaki vielas **A** formulu! Izmanto ķīmisko elementu molmasas, kas noapaļotas līdz veseliem skaitļiem!*
6. *Uzraksti ķīmisko reakciju vienādojumus procesiem (kopā 4 reakciju vienādojumi), kuros:*
 - a) kāds skābais oksīds reaģē ar amfotēro oksīdu
 - b) divi skābie oksīdi reaģē savā starpā
 - c) skābais oksīds reaģē ar skābi
 - d) skābais oksīds reaģē ar nemetālu

2. uzdevums. **Dubults neplīst** (18 punkti)

Dubultoksīdi no parastajiem oksīdiem atšķiras ar to, ka to sastāvā līdzās skābeklim ir nevis viens, bet vairāki, visbiežāk divi vai trīs ķīmiskie elementi. Piemēram, minerāli, kuru formulas ir ThVO_4 , Fe_2TiO_5 vai $\text{Ca}_2\text{FeAlO}_5$, pieder pie dubultoksīdiem. Dažkārt dubultoksīdu formulās visus metālisko elementu simbolus ietver vienās iekavās - $(\text{ThV})\text{O}_4$, $(\text{Fe}_2\text{Ti})\text{O}_5$ vai $(\text{Ca}_2\text{FeAl})\text{O}_5$.

Dubultoksīdu sastāvā var būt arī tikai viens metāliskais elements, taču ar dažādām oksidēšanas pakāpēm. Zināmākie piemēri ir Fe_3O_4 , Pb_3O_4 un U_3O_8 .

1. *Nosaki, kāda ir oksidēšanas pakāpe katram no trim svina atomiem savienojumā Pb_3O_4 !*
 - a) +2, +2 un +4
 - b) +1, +3 un +4
 - c) +2, +3 un +3
 - d) +1, +2 un +5

Pieņemsim, ka dubultoksīds $(\text{FeAl}_2)\text{O}_4$ šķīst atšķaidītā sērskābē.

2. *Aprēķini, cik ml 0,25 M sērskābes šķīduma nepieciešams, lai izšķīdinātu 5,22 g šī savienojuma!*

Pieņemsim, ka, reducējot dubultoksīdus ar ūdeņradi, vienmēr rodas brīvs metāls vai metāli.

Kāds no dubultoksīdiem satur 20% skābekli.

3. Izmantojot aprēķinus, nosaki šo ķīmisko elementu un uzraksti šī dubultoksīda formulu (nelietojot iekavas)!

Kāds cits dubultoksīds satur 33,33% skābekli.

4. Atzīmē, kādus divus metāliskos elementus vēl satur šis dubultoksīds (skābekļa atomu skaits savienojuma formulā ir mazāks par 6)! Aprēķinos izmanto ķīmisko elementu molmasas, kas noapaļotas līdz veseliem skaitļiem!

- Vanādiju un dzelzi
- Magniju un titānu
- Magniju un hromu
- Varu un dzelzi

5. Uzraksti iepriekšējā jautājumā iegūtā savienojuma formulu (nelietojot iekavas)!

6. Nosaki metālisko elementu oksidēšanas pakāpes savienojumā, kura formulu Tu ieguvi iepriekšējā jautājumā!

3. uzdevums. **Attīrām un izmantojam** (31 punkts)

1. Apraksti, kā izdalīt tīru kalcija karbonātu no cietu vielu maisījuma, kas satur kalcija karbonātu, kālija sulfātu, bārija sulfātu, pulverveida dzelzi un jodu!

Maisījumu, kura masa bija 5,30 g, un kas sastāvēja no kalcija sulfīda un kalcija karbonāta, apstrādāja ar atšķaidītu sālsskābi. Izdalījās 1,344 L (n.a.) gāzu.

2. Izliec mazākos, veselos koeficientus šādām reakcijām:

- $\text{CaS} + \text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{S}$
- $\text{CaCO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

3. Aprēķini iegūto gāzu daudzumu! Atbilde izsaki molos un ieraksti ar trim cipariem aiz komata!

4. Aprēķini reakcijā ar maisījumu izlietotās sālsskābes tilpumu, ja tās koncentrācija bija 1,520 mol/litrā! Atbilde izsaki mililitros un ieraksti ar vienu ciparu aiz komata!

5. Aprēķini kalcija karbonāta un kalcija sulfīda masas daļas maisījumā! Aprēķinos izmanto ķīmisko elementu molmasas, kas noapaļotas līdz veseliem skaitļiem!

Līdzīgā eksperimentā izmantoja 11,34 M sālsskābi, kuras blīvums bija 1,175 g/mL.

6. Aprēķini HCl masas daļu šajā šķīdumā! Aprēķinos izmanto $M(\text{HCl}) = 36,5 \text{ g/mol}$.

7. Atzīmē ķīmiskās reakcijas, kurās rodas kalcija karbonāts:

- CaO (cieta viela) + C (cieta viela) + t°
- CaO (cieta viela) + CO_2 (gāze)
- CaCl_2 (šķīdums) + H_2CO_3 (šķīdums)
- CaCl_2 (šķīdums) + Na_2CO_3 (šķīdums)
- $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (suspensija) + CO_2 (gāze)
- $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ (suspensija) + Na_2CO_3 (šķīdums)

Sērūdeņradi var iegūt, iedarbojoties uz metālu sulfīdiem ar atšķaidītām skābēm. Kādā eksperimentā iedarbojoties uz 8,94 g metāla sulfīdu ar atšķaidītu sālsskābi, ieguva 672 ml (n.a.) sērūdeņradi.

8. Izmantojot aprēķinus, noskaidro nezināmā metāla sulfīda ķīmisko formulu! Aprēķinos izmanto ķīmisko elementu molmasas, kas noapaļotas līdz veseliem skaitļiem!

H₂S raksturīgas daudzveidīgas ķīmiskās reakcijas.

9. *Saliec koeficientus ķīmisko reakciju vienādojumos:*

- a) $\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- b) $\text{H}_2\text{S} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{NO}_2$

10. *Atzīmē vielas, ar kurām H₂S reagē:*

- a) BaO
- b) Fe
- c) K₂CO₃ šķīdums
- d) H₂SO₃ šķīdums
- e) Zn(OH)₂
- f) NH₃
- g) O₂
- h) CuCl₂ šķīdums

4. uzdevums. **Lielais gāzu piedzīvojums** (21 punkts)

Šajā uzdevumā tiks pētītas ideālu gāzu īpašības. **Ideāla gāze** ir gāzes vienkāršots modelis. Šajā modelī gāzes tilpumu V , spiedienu p un absolūto temperatūru T , nemainoties gāzes masai, saista sakarība:

$$\frac{p \cdot V}{T} = \text{const}$$

Šī sakarība ir ideālas gāzes stāvokļa vienādojuma vienkāršots variants, ko formulēja franču fiziķis Benua Klapeirons.

Visas vielas gāzveida stāvoklī ir reālas gāzes, un tām šis vienādojums ir pareizs tikai tuvināti, tomēr tas ir pietiekami precīzs praktiski visām retinātām gāzēm, ja to temperatūra ir tālu no kondensēšanās (iztvaikošanas) temperatūras. Konstanti (*const*) Klapeirona vienādojumā ērti noteikt tad, ja gāzes daudzums ir viens mols, jo zināms, ka 1 mol jebkuras gāzes absolūtajā temperatūrā $T_0 = 273,15 \text{ K}$ (0°C) un normālā spiedienā $p_0 = 1,013 \times 10^5 \text{ Pa}$ vienmēr aizņem tilpumu $V_0 = 0,0224 \text{ m}^3$ (22,4 L). Šajos apstākļos

$$\frac{p_0 \cdot V_0}{T_0} = R,$$

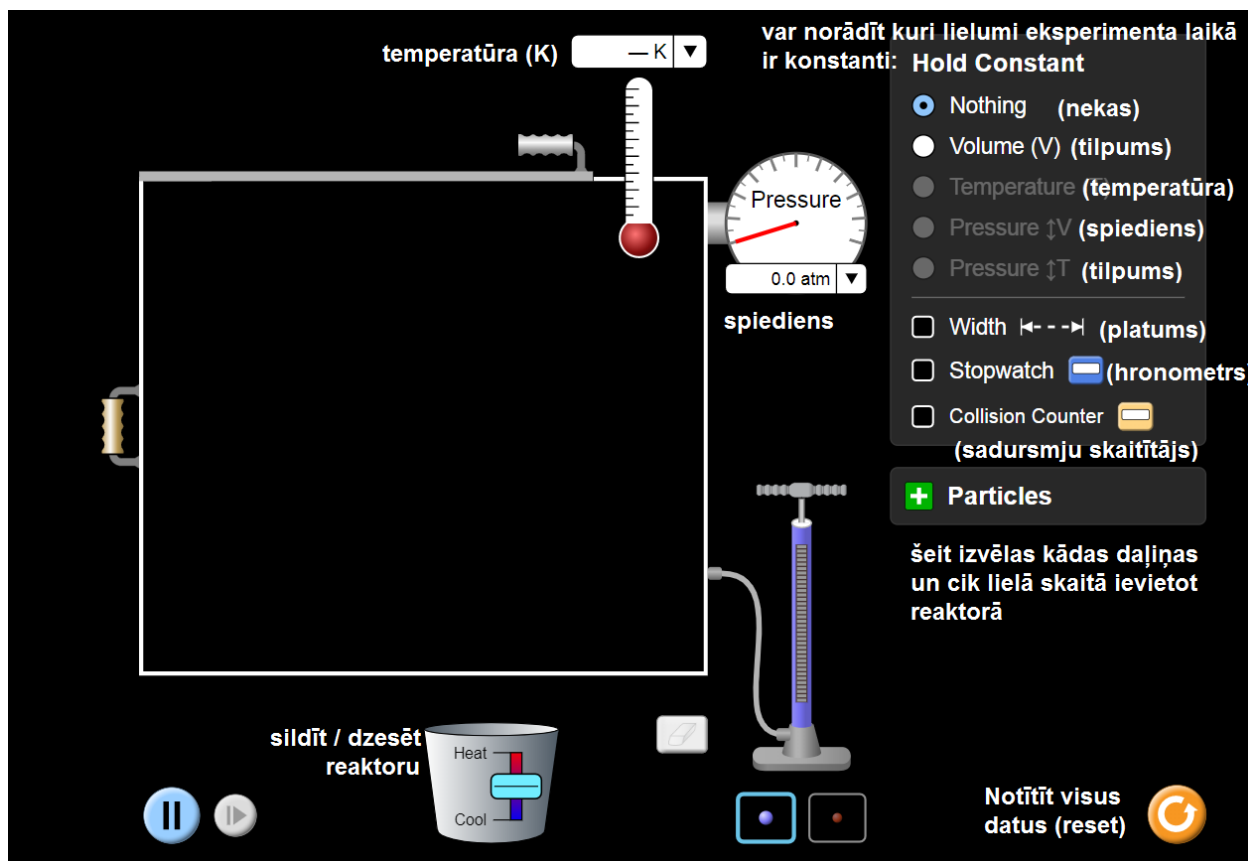
kur konstanti R (izteiktu $\text{J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$) sauc par universālo gāzu konstanti.

1. *Izmantojiet dotos lielumus un aprēķiniet universālās gāzu konstantes vērtību.*

Ideālās gāzes īpašību pētīšanai izmantosim šo virtuālo laboratoriju:

https://phet.colorado.edu/sims/html/gas-properties/latest/gas-properties_en.html

(saite tiks atvērta jaunā logā), tālāk izvēlamies izvēlni "**Ideal**". Atveras šāds logs (35. attēlā pievienoti skaidrojumi latviešu valodā):



35. att.

1. daļa

Pētīsim sakarību starp gāzes spiedienu un tilpumu. Izvēlamies melnraksta papīru (vēlams rūtiņu lapu vai *Excel*) un tur piefiksējam gāzes spiediena vērtības.

Sākotnējais reaktora platums ir 15 relatīvās vienības (reaktora platumu var apskatīt, atzīmējot ķeksīti izvēlnē "width"). **Reaktora platumu var mainīt, pavelkot reaktora rokturi kreisajā pusē.**

Iepildām reaktorā 200 smagākās gāzes molekulas (attēlotas zilā krāsā) un pierakstām uz lapas (vai *Excel*) reaktora tilpumu (relatīvās vienībās; dziļums un augstums ir 10 relatīvās vienības) un gāzes spiedienu (nolasa no virtuālā manometra; ja svārstās, tad noteikt vidējo).

Atļeksējam, ka temperatūra eksperimenta gaitā ir jāuztur konstanta.

Tad samazinām reaktora platumu līdz 12, 10, 8 un 5 relatīvajām tilpuma vienībām, katrā no gadījumiem piefiksējam spiediena vērtības. Uz melnraksta papīra (vai *Excel*) uzskicējam grafiku ar spiediena izmaiņām atkarībā no reaktora tilpuma.

2. daļa

Pētīsim gāzes spiediena atkarību no temperatūras. Izmantojam to pašu gāzi, kas tika izmantota iepriekšējā uzdevumā. Atzīmējam reaktora tilpumu kā fiksētu (konstantu).

Uz melnraksta papīra (vai *Excel*) fiksējam sākotnējo temperatūru un spiedienu reaktorā.

Izmantojot zem reaktora esošo sildītāju, mainām reaktora temperatūru un fiksējam (uz papīra vai *Excel*) gāzes spiedienu vismaz piecās dažādās temperatūrās. Uz melnraksta papīra (vai *Excel*) uzskicējam grafiku ar spiediena atkarību no temperatūras.

Jaunais ķīmiķis Gustavs uzsāka gāzes karsēšanu, tomēr saņēma steidzamu telefona zvanu un devās prom, aizmirstot atslēgt karsēšanu. Modelējiet aprakstīto situāciju, turpinot virtuālā reaktora karsēšanu arī pēc tam, kad reģistrēts pietiekams daudzums eksperimentālo punktu grafikam 2. daļā.

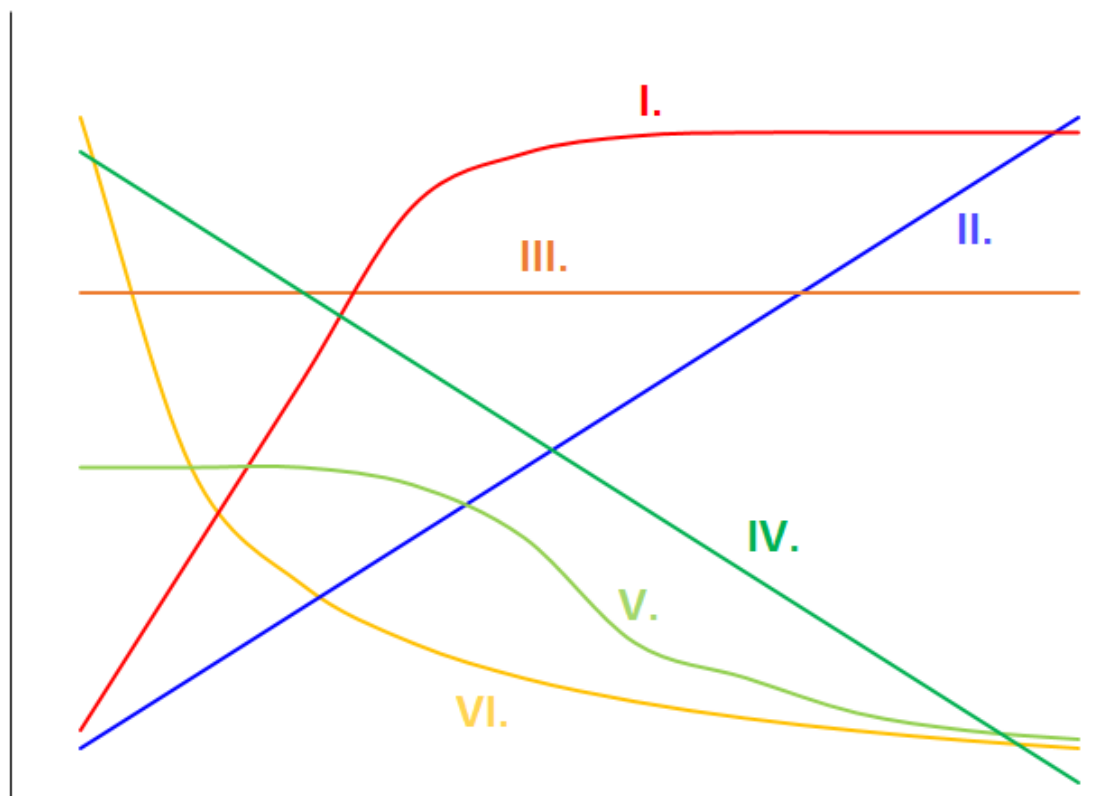
2. Kas notiktu ar jaunā ķīmiķa reaktoru, ja viņš laicīgi nepamanītu, ka karsēšana turpinās?

- aprakstītais reaktors visticamāk uzsprāgtu
- ja reaktorā būtu iebūvēts temperatūras vai spiediena sensors un atbilstoša reaktora vadības programmatūra, tad karsēšana tiktu automātiski atslēgta, ja temperatūra vai spiediens pārsniegtu kritisko vērtību
- gāzes spiediens reaktorā kļūtu vienāds ar bezgalību
- no jebkuras gāzes veidotos jauna gāze, kuras molekulās būtu divas reizes lielāks atomu skaits nekā sākotnējās gāzes molekulās
- sāktos kodolreakcija un rastos radioaktīvas vielas

3. daļa

Pētīsim gāzes spiediena atkarību no molekulu veida. Reaktorā uztur konstantu temperatūru (fiksēts lielums) un nemaina reaktora tilpumu. Ievieto reaktorā 200 smagākās (zilā krāsā) gāzes molekulas. Tad pakāpeniski samazina smagāko molekulu skaitu uz 180, uz 160 utt. līdz smagāko molekulu skaits sasniedz 100. Vienlaikus palielina vieglāko molekulu skaitu, uzturot vienmēr reaktorā 200 gāzes molekulas. Fiksē spiediena izmaiņas, kuras attēlo grafiski (uz papīra vai Excel) atkarībā no smagāko molekulu skaita traukā.

36. attēlā parādītas dažādu grafiku skices:



36. att.

3. Kura no skicē parādītajām līnijām atbilst katram no pētītajiem procesiem?

- spiediena atkarība no reaktora tilpuma
- spiediena atkarība no temperatūras
- spiediena atkarība no smagāko molekulu skaita reaktorā, ja kopējais molekulu skaits tiek uzturēts konstants

4. daļa

Šajā eksperimentā noteiksim reaktora maksimālo tilpumu. Ieregulējam reaktora maksimālo tilpumu un iepildām reaktorā 1000 smagākās gāzes (zilā krāsā) molekulas, norādām temperatūru $T = 300 \text{ K}$.

4. Nolasiet spiedienu no manometra šajos apstākļos.

5. Aprēķiniet reaktora tilpumu un izsakiet to litros! Aprēķiniem nepieciešamās konstantes var atrast šī uzdevuma ievadā un ķīmijas olimpiāžu formulu lapā.

Atkarībā no temperatūras mainās ne tikai gāzes molekulu spiediens, bet arī molekulu kustības ātrums. Kā to var novērot arī Jūsu izmantotajā simulācijā, ne visas gāzes molekulas kustas ar vienādu ātrumu, tomēr vidējā gāzu molekulu kustības ātruma raksturošanai izmanto gāzu molekulu vidējo kvadrātisko ātrumu, kuru aprēķina pēc formulas:

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

kur R - universālā gāzu konstante ($\text{J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$), T - absolūtā temperatūra (K) un M - molmasa (**kg/mol**).

Ja jāsalīdzina vairāku gāzu molekulu vidējie kvadrātiskie ātrumi, tad ātrumu attiecība ir izsakāma:

$$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}},$$

kur v un M - gāzes 1 un gāzes 2 molekulu vidējais kvadrātiskais ātrums un molmasas.

6. Aprēķiniet slāpekļa (N_2) molekulu vidējo kustības ātrumu (m/s) 27°C (300K) temperatūrā.

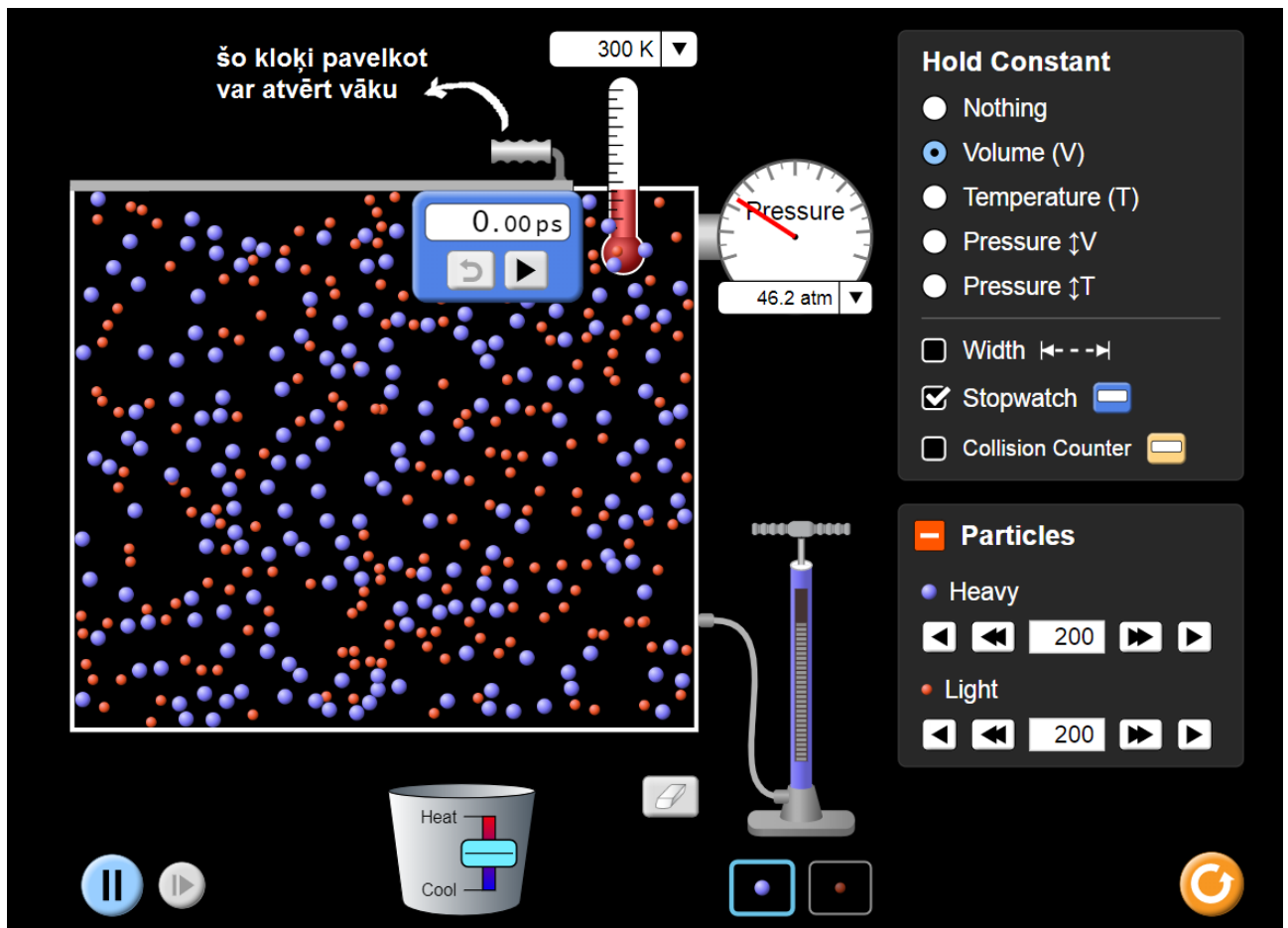
5. daļa

Sagatavojiet eksperimentu kā parādīts 37. attēlā:

1) reaktorā ar tilpumu 10 relatīvās vienības iepildiet 200 katra veida molekulas un ļaujiet tām vienmērīgi izkliedēties reaktorā;

2) iestatiet temperatūru 300 K un fiksējiet reaktora tilpumu kā konstantu;

3) atveriet hronometru un novietojiet to (pārvelkot ar peli) zem kloķa reaktora vākā, ar kuru var atvērt reaktoru.



37. att.

Tad atveriet reaktora vāku tik plaši, cik vietas aizņem hronometrs, nekavējoties ieslēdziet hronometru un sāciet reaktora sildīšanu (nepārkarsēt!) tā, lai temperatūra turētos ap 300 K. Gāzu molekulas pa caurumu reaktora vākā lidos ārā no reaktora. Procesu turpiniet apmēram 1 minūti, tad aizveriet reaktora vāku, pabīdot kloķi atpakaļ.

Saskaitiet (nolasiet rādījumus sadaļā "Particles") reaktorā palikušo molekulu skaitu un aprēķiniet, cik katra veida molekulas no reaktora izlidoja. No reaktora izlidojušo molekulu skaits ir gāzu vidējo kvadrātisko ātrumu attiecība (v_1 / v_2). Aprēķiniet gāzu molmasu attiecību M_2/M_1 .

Atkārtojiet eksperimentu un molmasu attiecības aprēķinus vismaz vēl divas reizes.

7. Aprēķiniet vidējo M_2/M_1 attiecību, kur M_2 ir vieglākās molekulas molmasa.

8. Norādiet galveno(os) kļūdu avotu(us) iepriekšējā jautājumā veiktajā eksperimentā:

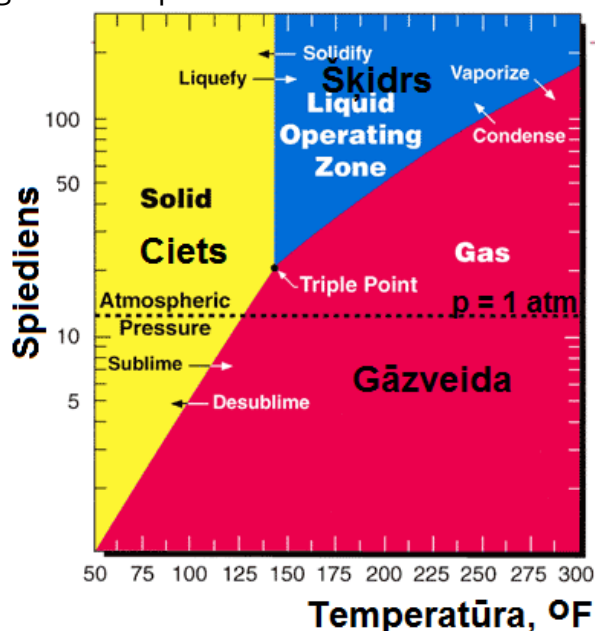
- visi eksperimenti nebija veikti vienādu laiku
- reaktorā nebija konstanta temperatūra, tādēļ eksperimenta laikā mainījās arī gāzu molekulu ātrumi
- molekulu skaits reaktorā tika izmērīts nepareizi
- reaktora vāks bija atvērts dažādā platumā dažādos eksperimentos

9. Balstoties uz Jūsu aprēķināto gāzu molmasu attiecību, norādiet divas gāzu formulas, kuras tuvu (vai vistuvāk) atbilst uzdevuma nosacījumiem. Atkāpes no Jūsu aprēķinātās molmasu attiecības nevar būt lielākas par 10%.

6. daļa - Praktiskais pielietojums

Atšķirības gāzu molekulu kustības ātrumos izmanto urāna radioaktīvo izotopu atdalīšanā (urāna bagātināšanā). Izotopi ir viena elementa atomi ar atšķirīgām atommasām, piemēram, ^{235}U izotops ar atommasu 235 un ^{238}U izotops ar atommasu 238.

Urāns dabā ir atrodams UO_2 veidā (minerāla uranīta sastāvdaļa). UO_2 reaģējot ar HF veidojas UF_4 , kam reaģējot ar F_2 , iegūst urāna(VI) fluorīdu, kurš viegli pārvēršas gāzveida stāvoklī. UF_6 stāvokļa diagramma ir parādīta 38. attēlā:



38. att.

Gāzveida UF_6 , kas satur abus minētos urāna izotopus, iepilda reaktorā ar šauru atveri, kuru savieno ar nākamo reaktoru, tad nākamo reaktoru utt. Šādā veidā UF_6 , kas satur ^{235}U izotopu, pēdējā reaktorā nonāk ātrāk nekā smagākais ^{238}U izotops. 39. attēlā parādīta urāna bagātināšanas rūpnīca:



39. att.

10. Aplūkojiet UF_6 stāvokļa diagrammu un nosakiet, kāda procesa rezultātā atmosfēras spiediena apstākļos veidojas gāzveida UF_6 :

- a) sublimācijas
- b) vārīšanās (viršanas)
- c) kondensācijas
- d) kristalizācijas
- e) jonizācijas

11. Aprēķiniet $^{235}\text{UF}_6$ un $^{238}\text{UF}_6$ molekulu ātrumu attiecību (v_{235}/v_{238}) konstantā temperatūrā.

1. uzdevums. **Šķīdinām un minam** (8 punkti)

10,08 g vielu **A** izšķīdināja ūdenī un iegūtajam šķīdumam pievienoja bārija hidroksīda šķīduma pārākumu. Izgulsnējās baltas, ūdenī un atšķaidītās skābēs nešķīstošas nogulsnes **B** un vienlaicīgi radās dzidrs vielas **C** šķīdums. Dzidrais šķīdums no gaisa labi absorbē oglekļa(IV) oksīdu. Maksimālais CO₂ tilpums (n.a.), ko spēj absorbēt šis šķīdums, ir 896 ml, turklāt rodas savienojums **D**.

1. Nosaki vielas **B** formulu.
2. Aprēķini absorbētā CO₂ daudzumu. Atbilde izsaki molos ar trim cipariem aiz komata!
3. Aprēķini savienojuma **A** molmasu. Aprēķinos izmanto ķīmisko elementu molmasas, kas noapaļotas līdz veseliem skaitļiem! Atbilde noapaļo līdz veseliem skaitļiem!
4. Nosaki **A**, **C** un **D** formulas.

2. uzdevums. **Burtu spēles** (26 punkti)

Karsējot baltu kristālisku vielu **A**, tā sadalās. Reakcijā rodas balta, kristāliska viela **B**, gāze **C** un ķīmiskais savienojums **D**. No 4,80 g vielas **A** iegūst 3,16 g vielu **B** un 448 ml (n.a.) gāzi **C**, kuras sastāvā ietilpst divi ķīmiskie elementi, katra elementa masas daļa gāzē ir 50%.

Gāze **C** un ķīmiskais savienojums **D** rodas arī tad, ja vielu **A** ilgstoši silda gaisā, taču tad trešais reakcijas produkts ir cita balta kristāliska viela **E**. Arī šajā reakcijā no 4,80 g vielas **A** rodas 448 ml gāze **C**, bet vielas **E** masa ir 3,48 g.

Vielu **E** var iegūt arī no vielas **B**, to izkarsējot augstā temperatūrā, turklāt vienlaicīgi rodas vēl viena kristāliska viela **G**. No 3,16 g vielas **B** rodas 2,61 g viela **E**.

1. Aprēķini gāzes **C** daudzumu! Atbilde izsaki molos ar trim cipariem aiz komata!
2. Aprēķini vielas **D** masu! Ieraksti atbildi, izteiktu gramos, ar diviem cipariem aiz komata!
3. Aprēķini vielas **A** molmasu (g/mol)! Aprēķinos izmanto ķīmisko elementu molmasas, kas noapaļotas līdz veseliem skaitļiem!
4. Nosaki nezināmo vielu **A** – **E** un **G** formulas!
5. Uzraksti un izliec koeficientus reakcijām:
 - a) $A \rightarrow B + C + D$
 - b) $B \rightarrow g + E$
6. Uzraksti vienādojumus termiskās sadalīšanās reakcijām, kurās izejviela vienmēr ir tikai viena cieta viela, bet reakcijas produkti attiecīgi (Vielu agregātstāvoklis tiek fiksēts 25 °C):
 - a) tikai viena vai vairākas cietas vielas
 - b) tikai viena vai vairākas šķīdras vielas
 - c) tikai viena vai vairākas gāzes
 - d) tikai viena vai vairākas cietas un šķīdras vielas
 - e) tikai viena vai vairākas šķīdras un gāzveida vielas
 - f) tikai vienai vai vairākas šķīdras un gāzveida vielas
 - g) gan cieta, gan šķīdra, gan gāzveida viela

3. uzdevums. Populārais savienojums A (31 punkts)

Izkarsējot neorganisko savienojumu **A**, kura molmasa ir 100 g/mol, ieguva cietu oksīdu **B** un gāzi **C**. Gāze **C** karsējot reaģē ar magniju, turklāt ar gāzes daudzumu, kas iegūts, izkarsējot 10,0 g savienojumu **A**, izreaģē 3,6 g magnija.

Brīva metāla iegūšanai no oksīda **B** izmantoja aluminotermiju. Lai izdalītu visu metālu no oksīda **B**, kas bija iegūts, izkarsējot 10,0 g savienojumu **A**, izlietoja 2,70 g alumīniju.

1. *Nosaki vielu **A** – **C** formulas!*
2. *Uzraksti trīs minētos ķīmisko reakciju vienādojumus!*

Nezināma metāla oksīds satur 72,41% metāla.

3. *Izmantojot aprēķinus, nosaki šī oksīda formulu! Aprēķinos izmanto ķīmisko elementu molmasas, kas noapaļotas līdz veseliem skaitļiem!*

4,7 g kālija oksīda izšķīdināja ūdenī.

4. *Aprēķini iegūtā šķīduma pH vērtību, ja tā tilpums ir 10,0 litri. Aprēķinos izmanto ķīmisko elementu molmasas, kas noapaļotas līdz veseliem skaitļiem!*

Ar ūdeni reaģē gan sārmu metāli, gan to hidrīdi, gan to oksīdi, gan to peroksīdi, gan to superoksīdi. Kādā eksperimentā šādās reakcijās izlietoja 1,00 g katras iepriekš minētās vielas, iegūto šķīdumu tilpums visos gadījumos reakcijas beigās bija vienāds, ūdens tika ņemts pārākumā.

5. *Nosaki vielu, no kuras iegūtā šķīduma pH vērtība būs vislielākā un pamato savu izvēli.*

Kādā eksperimentā izlietoja 1,00 g katras iepriekš minētās vielas, iegūto šķīdumu tilpums visos gadījumos reakcijas beigās bija vienāds, ūdens tika ņemts pārākumā. Temperatūra visās reakcijās bija vienāda.

6. *Nosaki vielu, kuras reakcijā ar ūdeni izdalījās lielākais gāzes tilpums, un pamato savu izvēli!*

4. uzdevums. Vieni vienīgi cipari un skaitļi (29 punkti)

1. *Saliec koeficientus oksidēšanas-reducēšanas reakcijas vienādojumā!*
$$\text{Mg} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{H}_2\text{O}$$
2. *Nosaki koeficientus ķīmisko reakciju vienādojumos, kā arī norādi, kurš ķīmiskais elements ir oksidētājs, bet kurš - reducētājs!*
 - a) $\text{NH}_3 + \text{F}_2 \rightarrow \text{NF}_3 + \text{HF}$
 - b) $\text{NH}_3 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{NCl}_3 + \text{HCl}$
 - c) $\text{PbO}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{PbCl}_2 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 - d) $\text{PbO}_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$
3. *Nosaki ķīmiskā elementa hroma oksidēšanas pakāpes šādos savienojumos:*
 - a) $\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$
 - b) $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
 - c) CrO_5
 - d) $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_6]_2(\text{SO}_4)_3$

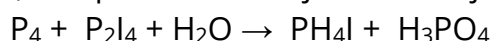
4. *Nosaki ķīmiskā elementa slāpekļa oksidēšanas pakāpes sekojošajos savienojumos!*

- a) NH_4Cl
- b) $\text{Au}(\text{NO}_3)_3$
- c) $\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{HCl}$
- d) $[\text{Cr}(\text{NO})_4]$

Izšķīdinot kādu nezināmu metālu slāpekļskābē, ieguva 3,68 g metāla nitrātu, 292 ml (n.a.) NO un ūdeni.

5. *Aprēķini nezināmā metāla molmasu!*

Fosfonija jodīdu PH_4I laboratorijā ērti iegūt daļēji hidrolizējot difosfora tetrajodīdu P_2I_4 baltā fosfora suspensijā ūdenī, ko apraksta reakcijas vienādojums:



6. *Nosaki koeficientus šai reakcijai.*

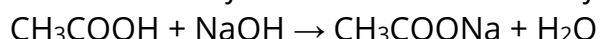
5. uzdevums. **Vismaz traukus nevar sabojāt...** (28 punkti)

Šajā uzdevumā Jums būs jāveic virtuāls titrēšanas eksperiments, eksperimentāli noskaidrojot, kurš no skolā plaši lietotajiem skābju-bāzu indikatoriem ir piemērotāks etiķskābes titrēšanai ar nātrija hidroksīdu.

Lai veiktu virtuālo laboratorijas darbu, atveriet vietni <http://collective.chem.cmu.edu/olympiad/> (klikšķinot uz šīs saites, vietne tiks atvērta jaunā cilnē). Pirms darba sākuma, ja vēlaties, var noskatīties nelielu (3,5 min) video pamācību angļu valodā (<https://youtu.be/Nwjhk9rkubY>).

Jūsu uzdevums ir atbildēt uz tālāk uzdotajiem jautājumiem un darba beigās novērtēt, **kurš no indikatoriem (metiloranžs vai fenolftaleīns) ir piemērotāks titrēšanas beigu punkta noteikšanai, ja etiķskābe CH_3COOH tiek titrēta ar nātrija hidroksīda šķīdumu NaOH .**

1. *Izlieciet koeficientus titrēšanas reakcijas vienādojumā:*

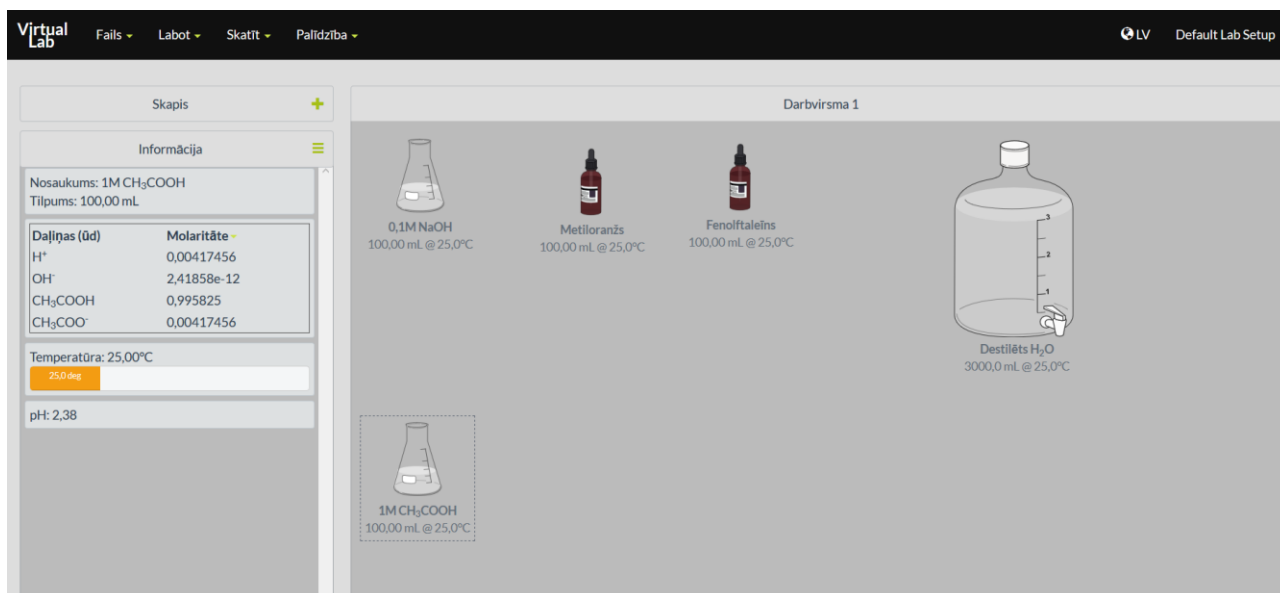


1. solis

Nepieciešams izvēlēties titrēšanai nepieciešamos traukus un piederumus, kā arī no skapja (sadaļa "Skapis") un novietot tos uz virtuālā laboratorijas galda (sadaļa "Darbvirsma"). Laboratorijas statīvs un skavas šajā gadījumā nav nepieciešamas.

Titrēšanai jāizvēlas 1 M etiķskābes šķīdums (100 ml), kas pieejams sadaļā "Vājas skābes". Kā titrants jāizmanto 0,1 M NaOH šķīdums (100 ml). Destilēts ūdens pieejams bez ierobežojumiem, tai skaitā varat veikt doto reaģentu šķīdumu atšķaidīšanu, ja uzskatāt to par nepieciešamu. No skapja jāpaņem arī indikatoru - metiloranžs un fenolftaleīns.

Virtuālā laboratorijas galda izskats ar uz galda novietotiem obligāti izmantojamajiem šķīdumiem un destilētu ūdeni ir parādīts attēlā.



40. att.

Novietojiet uz sava darba galda 40.attēlā redzamās vielas, kā arī titrēšanai nepieciešamos laboratorijas traukus (izvēlas "Skapis" apakšsadaļā "Trauki").

2. solis

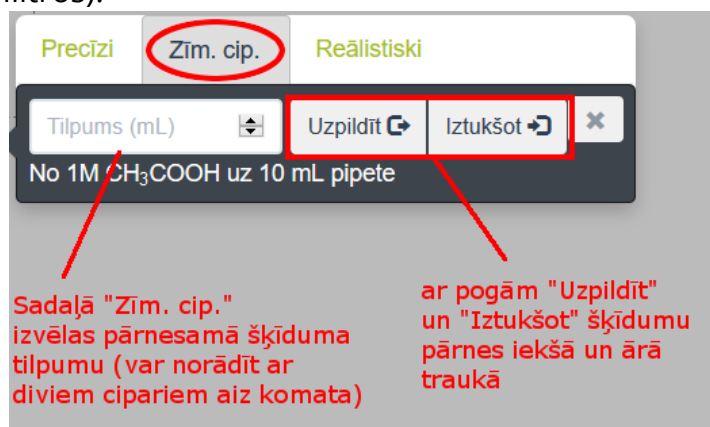
Nepieciešams pagatavot reaģentus un iepildīt tos attiecīgos traukos.

2. Vai uzskatāt par nepieciešamu atšķaidīt kādu no reaģentiem?

- Jā, nepieciešams atšķaidīt NaOH šķīdumu
- Jā, nepieciešams atšķaidīt CH₃COOH šķīdumu
- Nevienu no dotajiem šķīdumiem nav nepieciešams atšķaidīt

Ja izvēlējāties veikt šķīdumu atšķaidīšanu, tad to veic.

Lai pārnestu šķīdumus no viena trauka otrā, trauku pārvieta virsū otram traukam. Atveras izvēlne, kāda parādīta 41. attēlā. Šajā izvēlnē norāda pārnesamā šķīduma tilpumu. Tilpumu norāda kā decimālskaitli, kā atdalītāju lietojot punktu, piemēram, 10.00 ml (visi tilpumi tiek mērīti mililitros).



41. att.

Uzpilda bireti ar NaOH šķīdumu.

3. Norādiet biretē ielietā NaOH šķīduma koncentrāciju!

Titrēšanai izvēlēto etiķskābes šķīdumu izvēlētajā tilpumā, ielej traukā, kurā veiks titrēšanu.

4. *Norādiet titrēšanai izvēlētajā etiķskābes šķīduma molāro koncentrāciju!*

Pievienojiet skābes šķīdumam (titrēšanas traukā) indikatoru **metiloranžu** (var pievienot ~0.2 ml indikatora šķīduma).

5. *Norādiet vienai titrēšanai (vienam eksperimentam) ņemtā skābes šķīduma tilpumu!*

6. *Aprēķiniet, cik mililitri titranta (NaOH) teorētiski ir nepieciešami stehiometriskā punkta sasniegšanai, ja tiek izmantoti šķīdumu ar koncentrāciju un tilpumu, kādi norādīti atbildēs uz iepriekšējiem jautājumiem!*

3. solis

Veic titrēšanu lietojot indikatoru metiloranžu (eksperimentu atkārto tik reizes, cik nepieciešams). Uz melnraksta lapas pieraksta titrēšanas rezultātus - titrēšanā izmanto titranta tilpumu un pH brīdī, kad mainās krāsa uz dzeltenu (virtuālajā laboratorijā pH metrs pēc noklusējuma ir ieslēgts, bet gadījumā, ja tas tika nejauši izslēgts, to var ieslēgt izvēlnē "View", tad "pH"). Titrēšanu veic pa pilienam (sākumā var pa lielākam pilienam, vēlāk tuvojoties stehiometriskajam punktam piliena tilpumu samazina, var norādīt skaitļus ar diviem cipariem aiz komata).

7. *Norādiet titrēšanā izlietotā NaOH šķīduma tilpumu!*

8. *Norādiet šķīduma pH titrēšanas beigās (indikatora krāsas maiņas brīdī)!*

4. solis

Veic titrēšanu, lietojot indikatoru fenolftaleīnu (eksperimentu atkārto tik reizes, cik nepieciešams). Uz melnraksta lapas pieraksta titrēšanas rezultātus - titrēšanā izmanto titranta tilpumu un pH brīdī, kad mainās krāsa uz rozā (virtuālajā laboratorijā pH metrs pēc noklusējuma ir ieslēgts, bet gadījumā, ja tas tika nejauši izslēgts, to var ieslēgt izvēlnē "Skatīt", tad "pH"). Titrēšanu veic pa pilienam (sākumā var pa lielākam pilienam, vēlāk, tuvojoties stehiometriskajam punktam, piliena tilpumu samazina un var norādīt skaitļus ar diviem cipariem aiz komata).

9. *Norādiet titrēšanā izlietotā NaOH šķīduma tilpumu!*

10. *Norādiet šķīduma pH titrēšanas beigās (indikatora krāsas maiņas brīdī)!*

11. *Izvēlēties piemērotāko indikatoru etiķskābes šķīduma titrēšanai ar nātrija hidroksīda šķīdumu:*

a) metiloranžs

b) fenolftaleīns

c) abi indikatoru ir vienlīdz piemēroti šai titrēšanai

d) abi indikatoru nav piemēroti šai titrēšanai

12. *Īsi paskaidrojiet savu atbildi uz iepriekšējo jautājumu!*

13. *Norādiet, atbilstoši Jūsu veiktā eksperimenta rezultātiem, kāds pH (aptuveni) ir stehiometriskajā punktā!*

1. uzdevums. **Rupucīša noslēpums** (11 punkti)

Laborants Rupucītis atrada baltu kristālisku vielu **A**, kura 800 °C sadalās par vielām **B**, **C**, **D** un **E**, kamēr **A** izšķīdinot koncentrētā HCl istabas temperatūrā veidojas skābe **H** un sāls **I**.

Vielā **B** ir balta, toksiska, kristāliska viela, kuru oksidējot ar bināru savienojumu **F**, kur skābekļa masas daļa ir 13,38%, iegūst vielu **A**. Vielai **B** pievienojot koncentrētu HCl, veidojas bezkrāsaina viegli gaistoša ļoti toksiska vāja skābe **J** un sāls **I**.

Vielā **C** ir balta kristāliska viela, kuras šķīdumu izmanto organiskajā sintēzē kā vāju bāzi. Vēl vielu **C** izmanto ziepju ražošanā. Dedzinot vielu **C** bezkrāsainā liesmā, tā nokrāsojas violetā krāsā.

Vielā **D** ir bezkrāsaina, indīga viela, kura ir nedaudz vieglāka par gaisu. Viela **D** sadeg ar zilganu liesmu, veidojot vielu **G**. Ja vielu **G** vada caur kaļķūdeni, šķīdums saduļķojas.

Vielā **E** ir ļoti inerta divatomu gāze, kurai nav ne garšas, ne smaržas, ne krāsas.

1. Uzraksti vielu **A** – **J** ķīmiskās formulas!

2. Kāpēc gāze **D** ir indīga cilvēka organismam?

- Tai ir toksiska iedarbība uz aknām un nierēm;
- Ieelpojot šo gāzi rodas deguna gļotādas ulcerācija;
- Tā rada endokrīnās sistēmas, smadzeņu un reproduktīvās sistēmas traucējumus;
- Tā veido stabilu kompleksu ar asinīs esošo hemoglobīnu, tāpēc hemoglobīns nespēj pārnest skābekli.

2. uzdevums. **Uz četrām debespusēm** (17 punkti)

Karsējot 4 binārus savienojumus **A** - **D** ir iespējams iegūt šos savienojumus veidojošās vienkāršās vielas. Karsējot **A** 490 °C vakuumā veidojas metāls **E** un izdalās gāze **F**. **A** reakcija ar ūdeni ir spontāna un arī tajā izdalās gāze **F**, kā arī veidojas **G** šķīdums. Metāla **E** joni liesmu krāso dzeltenā krāsā.

Karsējot **B** 665 °C vakuumā iegūst oksīdu **H**, šajā procesā izdaloties reaģētspējīgai gāzei **I**. Paaugstinot temperatūru līdz 700 °C **H** sadalās par **B** un rodas metāls **E**. **B** reakcijā ar siltu ūdeni rodas gāze **I**, kā arī veidojas **G** šķīdums.

Karsējot **C** 2250 °C tas sadalās, veidojot metālu **J** un vienkāršu vielu **K** tās alotropajā formā tumšpelēkā krāsā. **C** reakcijā ar ūdeni rodas **L** šķīdums un veidojas organiska gāzveida viela **M**. **L** šķīdumu izmanto kādas atmosfērā sastopamas gāzes pierādīšanai, jo šo vielu reakcijā veidojas mazšķīstoša viela.

D ir gāze un sadalās jau 60 °C un šajā reakcijā rodas divas gāzveida vielas **N** un **I** molārā attiecībā 1:2. **D** reakcijā ar karstu ūdeni rodas divu stipru skābju **O** un **P** šķīdums, no kurām **O** normālos apstākļos ir gāzveida viela, kamēr **P** eksistē tikai šķīdumā. **D** reakcijā ar aukstu ūdeni savukārt veidojas skābju **Q** un **P** šķīdums, šajā disproporcionēšanās reakcijā vienam no elementiem oksidēšanās pakāpi gan samazinot par 1, gan palielinot par 1. Zināms, ka gan **P**, gan **Q** var disproporcionēties, un disproporcionēšanās produktu vidū ir divas citas oksoskābes – ļoti stipra skābe **R** un vāja skābe **S**, kam ir izteikta dezinficējoša iedarbība.

O reakcijā ar **G** iegūst vielu **T**, kas ļoti plaši tiek izmantota gan pārtikas rūpniecībā, gan medicīnā.

1. Uzraksti **A** – **T** ķīmiskās formulas!
2. Kuru vielas sadalīšanās reakcijām oksidēšanās pakāpi maina tikai 1 ķīmiskais elements?
 - a. A
 - b. B
 - c. C
 - d. D

3. uzdevums. **Nezināma šķīduma analīze** (12 punkti)

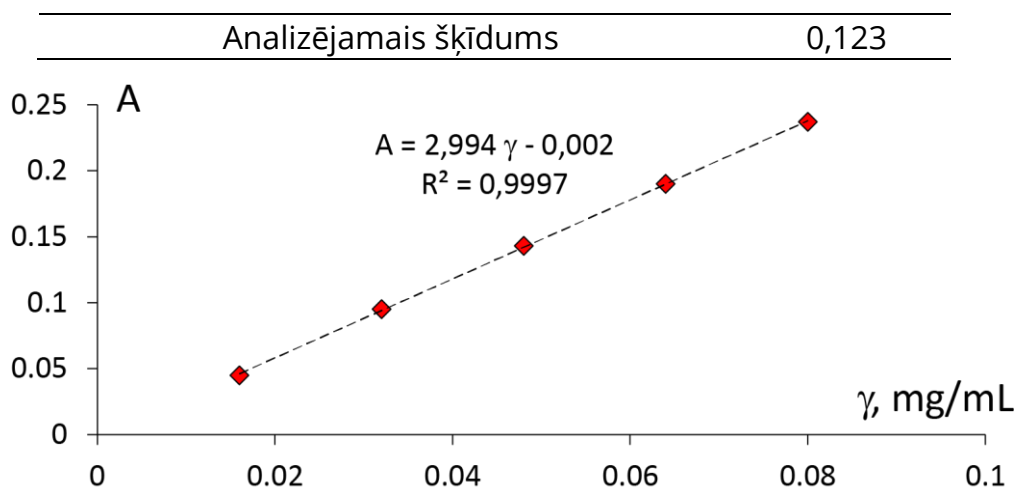
Kāda ķīmiķa rīcībā ir kolba, kurā atrodas metāla **A** jonu šķīdums zaļganā krāsā. Viņa mērķis ir noskaidrot, kas un cik daudz atrodas kolbā. Pievienojot nezināmajam šķīdumam NaOH, rodas zaļas, želejveida nogulsnes **B**, taču, NaOH šķīduma pievienošanu turpinot, nogulsnes pakāpeniski izzūd, veidojoties kompleksajam savienojumam **C**. Ar to ķīmiķim pietika, lai saprastu, kas atrodas šķīdumā.

1. Uzraksti savienojumu **A**, **B** un **C** ķīmiskās formulas! Zināms, ka metāla **A** masas daļa savienojumā **C** ir 23,32%.
2. Uzraksti **C** ķīmisko nosaukumu
3. Raksturojiet kompleksā savienojuma **C** anjona uzbūvi!
 - 3.1. Savienojuma **C** anjona forma ir:
 - a) Tetraedrs
 - b) Oktaedrs
 - c) Trigonāla bipiramīda
 - 3.2. Valences leņķu lielums **C** anjonā:
 - a) 90°
 - b) 90° un 120°
 - c) 109°28'

Lai noteiktu metāla jonu **A** koncentrāciju šķīdumā, ķīmiķis izlēma izmantot fotometrijas metodi, jo zināja, ka metāla **A** veido raksturīgas krāsas komplekso savienojumu reakcijā ar kompleksonu III. Viņš pagatavoja metāla **A** standartšķīdumus ar kompleksonu III, kuros metāla **A** masas koncentrācijas bija 0,016, 0,032, 0,048, 0,064, 0,080 mg/mL. Iegūtajiem standartšķīdumiem viņš nomērīja gaismas absorbciju ar spektrofotometru pie viļņa garuma 538 nm, šķīdumus lejojot 1 cm biezā kivetē. Līdzīgi viņš nomērīja gaismas absorbciju arī metāla jonu **A** šķīdumam, kuru bija iegūvis, 10 reizes atšķaidot sākotnēji kolbā esošo šķīdumu. Iegūtos datus viņš apkopoja tabulā un grafiski (skat. 42. att.).

Metāla A jonu standartšķīdumu un analizējamā šķīduma gaismas absorbcijas mērījumi

Metāla A jonu masas koncentrācija, mg/mL	Absorbcija
0,016	0,045
0,032	0,095
0,048	0,143
0,064	0,190
0,080	0,237



Metāla A jonu saturošu standartšķīdumu gaismas absorbcija atkarībā no masas koncentrācijas

4. Izmantojiet iegūto grafiku un aprēķiniet metāla **A** jonu masas koncentrāciju sākotnēji kolbā esošajā šķīdumā!
5. Aprēķiniet metāla **A** jonu molāro koncentrāciju sākotnēji kolbā esošajā šķīdumā!
6. Aprēķiniet metāla **A** jonu masu analizējamajā šķīdumā, ja zināms, ka sākotnējais analizējamā šķīduma tilpums bija 100 ml!

Zināms, ka šķīdumu gaismas absorbcijas atkarību no vielas koncentrācijas tajā apraksta Bēra likums:

$$A = \varepsilon \cdot c \cdot b,$$

kur A – gaismas absorbcija, ε – šķīduma molārais absorbcijas koeficients $L/(\text{mol} \cdot \text{cm})$,
 c – vielas koncentrācija šķīdumā mol/L , b – kivetes biezums, cm .

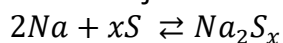
7. Aprēķiniet analizē izmantotā kompleksā savienojuma (**A** - kompleksons III) molārās absorbcijas koeficientu ε !

4. uzdevums. **Glābiņš enerģijas krīzei** (10 punkti)

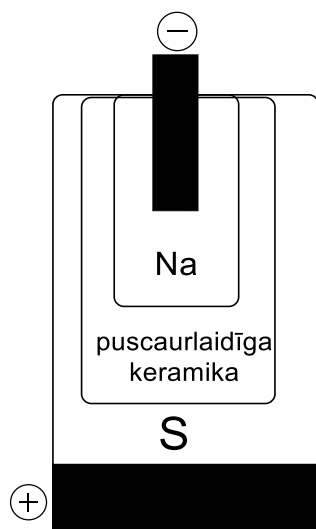
Lai gan mūsdienās ikdienā lietojamām precēm plaši tiek lietotas atkārtojami uzlādējamas litija jonu baterijas, tās nav piemērotas liela apjoma elektroenerģijas uzglabāšanai. Ņemot vērā izteikto elektrības pieprasījuma kritumu un kāpumu diennakts laikā, elektroapgādes tīklam ir nepieciešams pielāgoties šim mainīgajam noslogojumam. Tā kā elektroenerģiju ir apgrūtināti ilgstoši uzglabāt lielos apjomos, jaunu, aizvien efektīvāku bateriju izstrāde elektrības uzglabāšanai nakts laikā ir īpaši svarīga.

Viens no šīs problēmas risinājumiem ir nātrija-sēra baterijas, kas izmanto kapsulu ar šķidru nātriju. Kapsulai piemīt jonu caurlaidības spējas, tāpēc tā laiž cauri nātrija jonus. Nātrija joni caur kapsulas sienām nonāk konteinerā, kur izreaģē ar šķidru, reducētu sēru, veidojot polisulfīdus (skat. 43. att.).

Vispārīgā baterijas ķīmiskā procesa reakcija:



1. Kādus aspektus var uzskatīt par Na-S bateriju priekšrocībām?
 - a. Baterijas galvenās izejvielas ir ļoti lētas
 - b. Baterijām piemīt liela energoietilpība, salīdzinot ar cita tipa baterijām
 - c. Baterijās izmantotās vielas un savienojumi ir stabili un ugunsdroši
 - d. Na-S šķidrām baterijām, lai sasniegtu optimālo darbību, nav sākotnēji nepieciešams pievadīt papildu siltumu



43. att.

2. Kāds elektrods atrodas pie nātrija, un kāds process pie tā notiek?
 - a. Anods – oksidēšanās
 - b. Anods – reducēšanās
 - c. Katods – oksidēšanās
 - d. Katods – reducēšanās

Nātrija sēra šūnas ir iespējams darbināt gan pie augstām (300 °C un augstāk) temperatūrām, kurās abi elementi atrodas šķidrā stāvoklī, gan istabas temperatūrām, kur reakcija notiek cietā fāzē.

$$\Delta G^0 = -z \cdot F \cdot E_{\text{šūnas}}^0$$

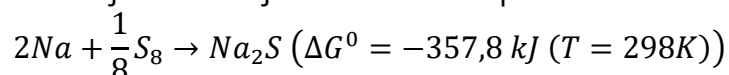
ΔG^0 – reakcijas brīvā Gibbsa enerģija

z – reakcijā iesaistīto elektronu skaits

F – Faradeja konstante, 96485,3 1/(V·mol)

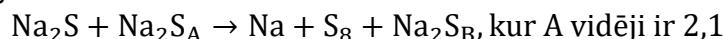
$E_{\text{šūnas}}^0$ – šūnas potenciālu starpība, V

Viena no šūnā notiekošajām reakcijām istabas temperatūrā ir sekojoša:



3. Izmantojot dotos datus un formulas, aprēķināt šūnas potenciālu starpību, kas veidojas starp elektrodiem, ja šūnā notiek dotā reakcija!
4. Uz elektrodu virsmas izveidojoties polisulfīda Na_2S_7 kārtai, tas sāk reaģēt ar nātriju, un veidojas kāds cits polisulfīds **X**. Veicot šī polisulfīda kārtiņas gravimetrisku analīzi, to dedzinot gaisā, tika novērota masas samazināšanās par 69,957%. Uzrakstīt šī savienojuma ķīmisko formulu!
5. Uzrakstīt pilnu reakcijas vienādojumu, kur Na reagē ar Na_2S_7 , veidojoties savienojumam **X**!

6. Ja zināms, ka pēc šādas analogijas nātrijs ir spējīgs vēl vienu reizi izreagēt ar savienojumu **X**, veidojot polisulfīdu **Y**. Paredzēt polisulfīda **Y** molekulformulu!
7. Veicot baterijas uzlādi, iespējams atgūt nātriju un sēru. Reakcija istabas temperatūras baterijai ir sekojoša



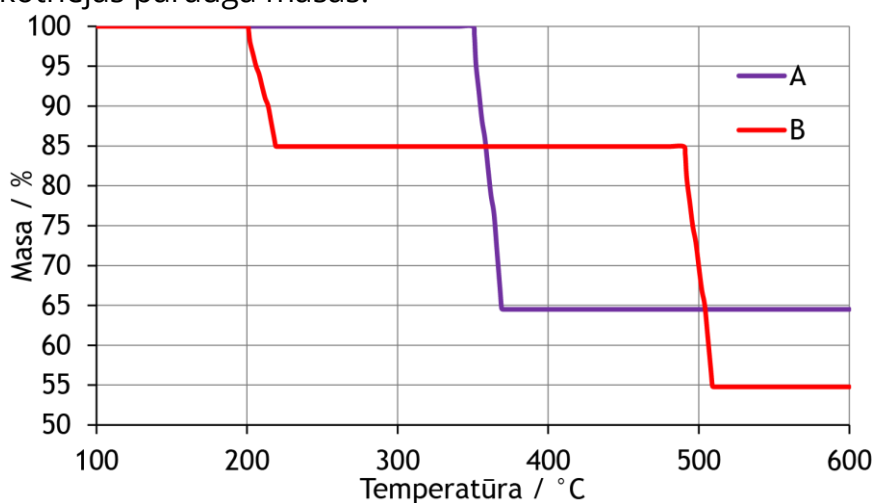
Savukārt, lai noskaidrotu B, veica elementanalīzi, un ieguva, ka polisulfīdu kārtiņa vidēji satur 14,43% nātrija. Aprēķināt skaitli B, sniedzot atbildi ar 1 skaitli aiz komata!

8. Kādu informāciju uzdevuma 7. jautājumā dotais reakcijas vienādojums sniedz par atkārtotām reakcijas uzlādes iespējām un baterijas dzīves ilgumu?

5. uzdevums. **Jāņa sapnis** (19 punkti)

Jebkāda līdzība ar reāliem ķīmiskajiem elementiem ir tikai un vienīgi nejauša sakritība, kas neliecina par ķīmisko īpašību līdzību!

Ķīmiķis Jānis pēc jaunā gada ballītes naktī sapņoja ķīmiķa cienīgus sapņus. Viņš bija atklājis jaunu ķīmisko elementu Jāniju **Jn**. Jānija stabilākā oksidēšanās pakāpe ir +2 un reakcijā ar sālsskābi veidojas tā hlorīds JnCl_2 . Atkarībā no kristalizācijas apstākļiem Jānija hlorīds veido divus kristālhidrātus ar atšķirīgu ūdens saturu **A** ($\text{JnCl}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$) un **B** ($\text{JnCl}_2 \cdot y\text{H}_2\text{O}$). Gan **A**, gan **B** karsēja un mērīja masas izmaiņas temperatūrā, iegūstot 44. attēlā parādītos grafikus. 600 °C abos gadījumos ieguva bezūdens Jānija hlorīdu, kamēr 400 °C no **B** bija izveidojies cits kristālhidrāts **C** ($\text{JnCl}_2 \cdot z\text{H}_2\text{O}$). **A** masa pēc karsēšanas bija 64,5% no sākotnējās parauga masas.



44. att.

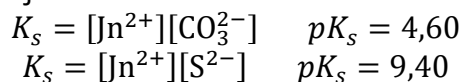
- Nosakiet kristalizācijas ūdens daudzumu x , y un z kristālhidrātos **A**, **B** un **C**, ja zināms, ka tie ir veseli skaitļi, un pareizie ir mazākie koeficienti, kas atbilst masas zudumu līknei.
- Kāda ir jānija **Jn** molmasa?

Visi trīs Jānija kristālhidrāti **A** – **C** ir kompleksie savienojumi. Zināms, ka vienā no kristalizācijā iegūtajiem kristālhidrātiem (**A** vai **B**) jānijam ir tetraedriskā koordinācija, savukārt otrā oktaedriskā. Tāpat zināms, ka vienā no šiem diviem kompleksajiem savienojumiem visi ligandi nav vienādi, un kompleksu uzbūve nosaka kristālhidrātu sadalīšanās mehānismu.

- Kāda ir jānija koordinācija katrā no kristālhidrātiem **A** – **C**?

4. Kādi un cik būs ligandi tetraedriskajā kompleksā? Paskaidro!
5. Kādi un cik būs ligandi oktaedriskajā kompleksā? Paskaidro!
6. Cik un kādi ģeometriskie izomēri ir iespējami kompleksajam savienojumam, kura ligandi nav vienādi?
7. Vai starp kristālhidrātiem **A** – **C** var identificēt izomērus?
 - a. Nē, to vidū nav izomēru
 - b. Jā, 2 no tiem ir izomēri
 - c. Jā, visi 3 tie savā starpā ir izomēri
8. Pie kādas izomēru klases pieder starp kristālhidrātiem **A** – **C** identificētie izomēri?
 - a. Nekādas, to vidū nav izomēru
 - b. Jonizācijas izomēri
 - c. Ģeometriskie izomēri
 - d. Stereoizomēri

Gan jānija karbonāts, gan sulfīds ir mazšķīstoši, un to šķīdības reizinājumi pK_s ir 4,60 jānija karbonātam un 9,40 jānija sulfīdam.



9. Ar kuru no dotajiem šķīdumiem pilnīgāk varēs panākt jānija jonu izgulsnēšanu no šķīduma?
 - a. nātrija sulfīda šķīdumu
 - b. sērūdeņraža šķīdumu
 - c. nātrija karbonāta šķīdumu
 - d. amonija karbonāta šķīdumu
10. Kāda daļa (%) no jānija joniem paliks šķīdumā, ja 0,50 M jānija nitrāta šķīdumam pievienos identisku tilpumu:
 - a. 0,5 M nātrija karbonāta šķīdumu
 - b. 0,5 M nātrija sulfīda šķīdumu

Citus iespējamus līdzsvarus ignorējiet!

6. uzdevums. **Oksidētāji labirintā** (18 punkti)

Elements **A** ir dabā reti sastopams. **A** reakcijā ar vienkāršu vielu **F** 400°C veido savienojumu **B**. Šo reakciju ir iespējams turpināt, liekot savienojumam **B** reaģēt ar **F** 400°C un 6 bāru spiedienā, lai izveidotu savienojumu **C**. Savienojumā **C** elementa **A** masas daļa ir 63,34%. Gan **B**, gan **C** ir stipri oksidētāji tāpat kā savienojums **D**, kas satur 28,74% skābekļa un 47,84% kāda halogēna. Savienojums **D** ir balta kristāliska viela. Agrāk tas tika lietots kā pārtikas piedeva, bet ES tagad tas ir aizliegts. Reakcijā starp **B** un **D** ūdens klātbūtnē veidojas **A**, savienojums **E**, kas satur 34,97% skābekļa, un **X**. Savienojums **X** sastāv no diviem elementiem vienādā molārā attiecībā, un **F** masas daļa tajā ir 94,96%. Savienojuma **C** reakcijā ar metālu **G**, ko izmanto elektrodu un luminescentu savienojumu veidošanā, rodas **A** un **H**. Savienojuma **H** šķīdums ūdenī ir sarkanīgi brūns, bet tas ātri sadalās veidojot dzeltenu kristālisku savienojuma **I** šķīdumu, un dzeltenu kāda oksīda **J** monohidrātu **K**. Produktā **K** ūdens saturs ir 7,35%. Savienojums **I** ir skābe, kas satur 36,64% **F**.

1. Uzraksti **A** - **K** un **X** ķīmiskās formulas!

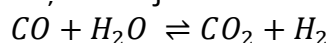
2. Kurš(-i) no apgalvojumiem par darbu ar savienojumu **X** ir patiess(-i)?
 - a. Tā ir stipra skābe.
 - b. To var uzglabāt stikla pudelē.
 - c. To var iegūt kā kristālisku vielu.
3. Uzraksti, kāda ir izejvielu koeficientu summa reakcijā, kur **H** reaģē ar ūdeni!
4. Uzraksti, kāda ir produktu koeficientu summa reakcijā, kur **B** reaģē ar **D** un ūdeni!
5. Uzraksti, kāda ir koeficientu summa reakcijā, kur **B** reaģē ar **F** un veidojas **C**!

7. uzdevums. Sadalām pa sastāvdaļām (20 punkti)

Savienojuma **A** sadalīšanās reakciju var uzskatīt par 3 soļu procesu. Karsējot **A** 180 °C izdalās ūdens un rodas **B**, kas 500 °C sadalās par oglekļa monoksīdu un **C**, kas savukārt 750 °C sadalās par **D** un oglekļa dioksīdu vienādā molārā daudzumā. Zināms, ka **D** ir binārs savienojums, kurā elementi atrodas vienādā molārā attiecībā. Pārvērtībā no **C** par **D** cietās vielas masa samazinājās par 44,0%. Tajā pat laikā pēc pilna pārvērtības cikla no **A** par **D** cietās vielas masa samazinājās par 61,6%.

1. Uzraksti vielu **A** – **D** ķīmiskās formulas!
2. Pie kādas savienojumu klases pieder **A**? Zināms, ka **B** – **C** pie šīs savienojumu klases nepieder!
3. Kādā molārā attiecībā tika iegūti $H_2O : CO : CO_2$?

Visas trīs izdalītās vielas iesaistās ķīmiskajā līdzsvarā:



Šīs reakcijas līdzsvara konstante 780 °C ir 1,28.

$$K_{eq, 780\text{ °C}} = \frac{[CO_2][H_2]}{[CO][H_2O]} = 1,28$$

Iepriekšaprakstīto **A** sadalīšanās reakciju veica noslēgtā 2,00 L traukā, kas sākotnēji tika vakuumēts. Pēc pilnīgas sadalīšanās 780 °C spiediens traukā bija tieši 3,00 bar.

4. Aprēķini, kāds bija maisījuma sastāvs pēc līdzsvara iestāšanās mola daļās. Sadalīšanās produkta **D** tilpumu ignorējiet! Tāpat ignorējiet to, ka trauku pirms reakcijas pilnīgi vakuumēt nav iespējams.
5. Aprēķini, kāda bija sākotnēji ņemtā **A** masa!

Eksperimentu atkārtoja identiskos apstākļos, taču šoreiz karsēšanu apturēja 700 °C pirms **C** sadalīšanās sākšanās.

6. Kāds ir kopējais spiediens traukā? Sadalīšanās produkta **C** tilpumu ignorējiet!

Līdzsvara konstantes atkarību no temperatūras tuvināti var aprēķināt pēc vienādojuma

$$\ln K_2 = \ln K_1 - \frac{\Delta H_r}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

7. Aprēķiniet reakcijas līdzsvara konstanti 700 °C, ja reakcijas entalpija ΔH_r ir -37,5 kJ mol⁻¹.
8. Aprēķini, kāds bija maisījuma sastāvs pēc līdzsvara iestāšanās mola daļās šajā gadījumā!

8. uzdevums. **A un viņa komanda** (18 punkti)

Noskaties video (<https://youtu.be/xJwOkZsRGXg>) un atbildi uz tālāk dotajiem jautājumiem par šajā e-laboratorijā novēroto!

1. Uzrakstiet visu videomateriālā norisošo ķīmisko reakciju vienādojumus! Konkrēti norādiet, kādi novērojumi liecina par katras ķīmiskās reakcijas norisi!
2. Aprēķiniet **A** sintēzes iznākumu! Kā to skaidrot?
3. Piedāvājjiet vēl divus konceptuāli atšķirīgus veidus (reakciju vienādojumus) **A** iegūšanai!
4. Paskaidrojiet, kādēļ **A** sintēzē būtiski veikt soli ar CH_3COOH šķīdumu!
5. Paskaidrojiet, kādu funkciju nodrošināja vārglāze ar ūdeni, kurā ievietoja pudelīti ar tumšo reakcijas maisījumu!
6. Paskaidrojiet, kādam mērķim lietoja vislielāko no videomateriālā redzamajiem stikla traukiem! Kā to sauc?
7. Kas varēja būt lielā stikla trauka apakšdaļā ievietotā baltā substance? Kādam mērķim pēc lielā trauka noslēgšanas tam, visticamāk, pievienoja gumijas cauruli, kāpēc tas bija nepieciešams?

1. uzdevums. **C vitamīna medības** (12 punkti)

Zināms, ka citrusaugļi ir labs C vitamīna avots ziemā. Kāda aizrautīga pētniece vēlējās noskaidrot, kurā no citrusaugļiem C vitamīna ir vairāk – apelsīnos vai greipfrūtos. Viņas rīcībā bija 20 g greipfrūta un 20 g apelsīna sulas parauga. Attiecīgi apstrādājot paraugus viņa ieguva divus nezināmas koncentrācijas C vitamīna jeb askorbīnskābes šķīdumus, kurus atšķaidīja līdz 100 ml tilpumam. 20 ml atšķaidītā parauga viņa pievienoja 20 ml šķīdumu, kas pagatavots jodu šķīdinot KI šķīdumā un kurā joda molārā koncentrācija ir 0,0100 mol/L. Lai noskaidrotu pēc reakcijas pāri palikušā joda koncentrāciju, viņa abus iegūtos šķīdumus titrēja ar 0,01000 mol/L nātrija tiosulfāta šķīdumu. No apelsīniem iegūtā askorbīnskābes parauga titrēšanai tika patērēti 37,44 ml nātrija tiosulfāta šķīduma, savukārt no greipfrūtiem iegūtā parauga titrēšanai – 38,56 ml.

1. Zināms, ka askorbīnskābe ar jodu piedalās oksidēšanās reducēšanās reakcijā, nosakiet oksidētāju un reducētāju!
2. Kāpēc pētniece jodu šķīdināja kālija jodīda šķīdumā?
 - a) Joda šķīdība ūdenī ir vāja, taču KI šķīdumā - ievērojami labāka;
 - b) Kālija jodīds palīdz nodrošināt reakcijas norisei nepieciešamo pH;
 - c) Kālija jodīds samazina joda gaistamību.
3. Uzrakstiet reakcijas vienādojumu, jodam reaģējot ar nātrija tiosulfātu! Kāda ir koeficientu summu šajā vienādojumā?
4. Kāds ir neizreaģējušā joda daudzums apelsīna parauga šķīdumā, pirms titrēšanas ar nātrija tiosulfātu?
5. Kāds ir neizreaģējušā joda daudzums greipfrūtu parauga šķīdumā, pirms titrēšanas ar nātrija tiosulfātu?
6. Kāds ir askorbīnskābes daudzums apelsīna paraugā, ko titrēja?
7. Kāds ir askorbīnskābes daudzums greipfrūtu paraugā, ko titrēja?
8. Cik mg askorbīnskābes satur 100 g apelsīnu? Cik mg askorbīnskābes satur 100 g greipfrūtu? Pieņemiet, ka tā koncentrācija sulā ir tāda pati kā citās augļa daļās!
9. Kuram no augļiem C vitamīna saturs ir lielāks? Cik doto augļu būtu jāapēd dienā, lai sasniegtu ieteicamo C vitamīna dienas devu (80 mg), ja zināms, ka viena apelsīna vidējais svars ir 130 g, bet greipfrūtam tas ir 235 g? Atbildi uzdodiet vesela skaitļa veidā!

2. uzdevums. **Sāļus radošo spēlītes** (14 punkti)

Savā starpā gāzveida stāvoklī 250 °C vara katalizatora klātbūtnē reaģējot divām vienkāršām vielām **X** un **Y** veidojas gāzveida viela **A**. Kādai citai vielai **B** reaģējot ar **X** arī veidojas viela **A**. Toties **X** un **Y** reaģējot 300 °C vara katalizatora klātbūtnē rodas **B**. Viela **B** veidojas arī vielai **A** reaģējot ar **Y** 200 °C. Šai vielai **B** reaģējot ar elementu **Y** 25 MPa spiedienā 350 °C rodas viela **C**. Sālim **D** reaģējot ar vienkāršo vielu **Y** 200 °C rodas viela **C** un sāls **E**. Sālī **D** metāla masas daļa ir 52,44%, savukārt sālī **E** metāla masas daļa ir 67,30%.

A ir gaistošs savienojums, kurš istabas temperatūrā ir bezkrāsaina gāze, un tā ir stabila arī augstākās temperatūrās. Atdzesējot to līdz -100 °C **A** kondensējas kā gaiši dzeltens

šķidrums. **A** ir labs fluorējošs reāģents, kurš reāģējot ar metāliem un nemetāliem veido attiecīgo sāli un procesā izdala gāzi **X**.

B ir bezkrāsaina, indīga, kodīga un reāģētspējīga gāze, kuras reakcijas var būt eksplozīvas. Tā kondensējas kā gaiši zaļgani dzeltens šķidrums.

C ir bezkrāsaina gāze un spēcīgs fluorējošs reāģents, kurš reāģē ar visiem elementiem, izņemot skābekli, slāpekli, cēlgāzes un fluoru.

1. Uzraksti vienkāršo vielu **X**, **Y** un vielu **A** – **E** ķīmiskās formulas!

Kā jau minēts, viela **A** ir labs fluorējošs reāģents, kurš reāģējot ar metāliem un nemetāliem veido attiecīgo sāli un procesā izdala gāzi **X**. **A** reāģējot ar metālu **F** veido savienojumu **G**. Savienojumā **G** metālam **F** ir augstākā oksidēšanās pakāpe, un metāla masas daļa tajā ir 61,72%.

Izmantojot **C** ir iespējams fluorēt metālu **H**, iegūstot savienojumu **I**. Šajā reakcijā kā otrs produkts rodas savienojums **B**. 1,00 g **H** fluorēšanu veica 120 °C, metālu ievietojot ar **C** pildītā 1,00 L kolbā, kurā spiediens bija 200,0 kPa. Pēc pilnīgas reakcijas norises spiediens kolbā palielinājās līdz 213,75 kPa, kamēr atdzesējot kolbu līdz istabas temperatūrai uz tās sienām izgulsnējās 1,479 g **I**.

2. Uzraksti metālu **F**, **H** un vielu **G**, **I** ķīmiskās formulas!

3. Ar ko īpašs ir metāls **F**?

- Tam ir visaugstākā kušanas un vārīšanās temperatūra no visiem elementiem
- Tam ir viszemākā kušanas temperatūra no visiem elementiem
- Tam ir vislielākais blīvums no visiem elementiem
- Tam ir vismazākais blīvums no visiem elementiem
- Tas ir visdārgākais no dabā brīvā formā sastopamajiem elementiem
- Tas ir Zemes garozā visizplatītākais metāls
- Tas ir metāls, kas mūsdienās kļūst arvien pieprasītāks, jo ir būtiska izejviela skārienjutīgo ekrānu ražošanā
- Tas ir metāls, kura daudzums Zemes kodolā ir vislielākais
- Tas ir metāls, kura daudzums Zemes ūdeņos (jūrās, okeānos) ir vislielākais

3. uzdevums. Nezināmie kristāli (19 punkti)

Ķīmijas laboratorijā bija atrasti nezināmi kristāli **A** pelēki-melnā krāsā, kuri nešķīst ūdenī. Gribot uzzināt to sastāvu, laborants nosvēra 21,33 gramus kristālu un apstrādāja ar atšķaidītu slāpekļskābi lielā pārākumā. Kristāli pilnībā izšķīda, bet šķidrums nokrāsojās brūnā krāsā un bez slāpekļskābes saturēja vēl ķīmiskajā reakcijā iegūtas vielas **B** un **C**. Iegūto šķīdumu sadalīja 3 vienādās daļās **1**, **2** un **3**.

Pirmajai daļai **1** pievienoja kālija sārma šķīdumu. Šķidrums nokrāsojās spilgti dzeltenā krāsā, ko noteica vielas **D** veidošanās, un nogulsnējās zilās nogulsnes **E**, kuras karsējot pārvērtās par melnu pulveri **F**.

Otro daļu **2** apstrādāja ar kālija jodīda šķīdumu un karsēja līdz vārīšanās temperatūrai. Izdalījās violeti tvaiki **G**, šķidrums nokrāsojās zaļā krāsā un veidojās brūnas nogulsnes, kas saturēja vielas **H** un **I**. Nogulsnes nofiltrēja, noskaloja ar nātrija tiosulfāta šķīdumu, kā rezultātā tās kļuva baltas un saturēja vairs tikai **H**, pēc tam nogulsnes izžāvēja un nosvēra. Nogulšņu masa bija 4,2975 g un tās saturēja 33,51% (masas daļa) metāla **J**. Baltās

nogulsnes pilnībā izšķīdināja nātrija tiosulfāta šķīduma pārākumā, iegūstot komplekso savienojumu **K**.

Trešajai daļai **3** pievienoja NaBr šķīdumu un iegūto maisījumu karsēja. Kad šķīdums atdzisa, tas noslāņojās, un viens no slāņiem bija sarkanbrūns šķidrums **L**. Iegūtajam šķīdumam pievienoja koncentrētu amonjaka šķīdumu, kā rezultātā šķīdums kļuva zils un nogulsnējās pelēki-zaļas nogulsnes **M**. Karsējot **M** ieguva 3,42 g zaļa pulvera **N**, kas satur 68,42% (masas daļa) metāla **O**.

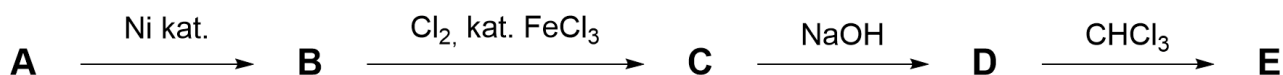
1. Uzrakstiet vielu **B** - **O** ķīmiskās formulas.
2. Aprēķiniet un uzrakstiet savienojuma **A** molekulformulu!
3. Uzrakstiet un izlieciet mazākos, veselos koeficientus reakcijām:
 - a) **B** un **C** iegūšana no **A**
 - b) **L** iegūšanas reakcija

4. uzdevums. **Dimestrols** (17 punkti)

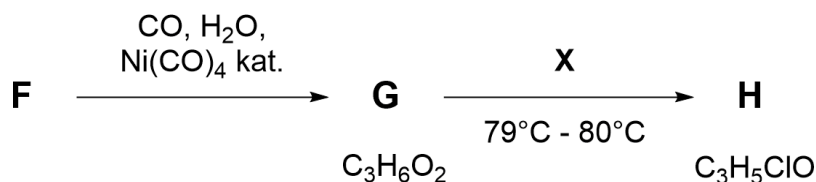
Dimestrols ir sintētisks nesteroidais estrogēns. To klīniski izmanto kā hormonālo terapiju novēlota sieviešu pubertātes, hipogonādisma, menopauzes un pēcmenopauzes simptomu gadījumos.

Dimestrola izejvielas sintēze iespējama no divām vielām **A** un **F**. Viela **A** agrāk bija galvenais organisko ķīmisko vielu avots ķīmiskajā rūpniecībā. To pagatavoja, hidrolizējot kalcija karbīdu. **F** viela ir vienkāršākais alkēnu pārstāvis.

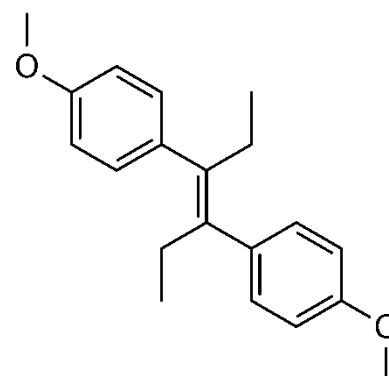
Vielai **A** trimerizējoties niķeļa katalizatora klātbūtnē iegūst vielu **B**. Vielai **B** izlaiž cauri Cl_2 FeCl_3 katalizatora klātbūtnē, iegūstot vielu **C**, kurai pievieno NaOH šķīdumu, iegūstot vielu **D**. Vielu **D** apstrādājot ar metilhlorīdu, iegūst vielu **E**.



Pievienojot vielai **F** CO un H_2O niķeļa karbonila klātienē iegūst vielu **G**, kurai piemīt skābas īpašības. Hlorējot vielu **G** ar vielu **X** $79-80^\circ\text{C}$ temperatūrā (līdzīga skābeņskābei, tikai OH grupas tiek aizvietotas ar hlora atomu), tiek iegūta viela **H**.

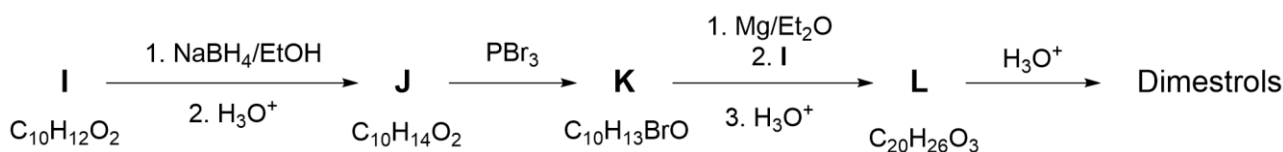


Reaģējot vielai **E** ar vielu **H** AlCl_3 klātbūtnē, tiek iegūta viela **I**, kur atzarojumi atrodas pretējās pusēs. Reducējot vielu **I** ar NaBH_4 etanolā un, apstrādājot ar paskābinātu ūdens šķīdumu, veidojas viela **J**. Bromējot vielu **J** ar PBr_3 veidojas viela **K**, kur reducētā vieta tiek aizvietota ar bromu. Pievienojot vielai **K** magniju dietilēterī, veidojas savienojums ar bāziskām īpašībām. Tālāk šai vielai pievieno **I**, un galā pievieno pievieno skābes šķīdumu,



45. att.

veidojoties vielai **L**. Pie vielas **L** pievienojot skābes šķīdumu, notiek reakcija pēc E1 mehānisma, veidojoties dimestrolam.



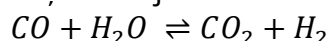
1. Uzzīmējiet vielu **A-L** un **X** struktūrformulas!
2. Kādus citus katalizatorus var izmantot reakcijā **B** uz **C** un **F** uz **G**?
3. Uzzīmējiet mehānismu reakcijai **B** uz **C**!
4. Uzzīmējiet mehānismu reakcijai **L** uz **Dimestrolu**!
5. Uzraksti mehānismu reakcijai starp **E** un **H**, kurā veidojas **I**!
6. Kādi starpsavienojumi veidojas reakcijā **K** uz **L**?

5. uzdevums. Sadalām pa sastāvdaļām (20 punkti)

Laboratorijā uz galda Elza atrada burciņu ar kādu baltu kristālisku vielu, ko apzīmēsīm kā **A**. Karsējot **A** 80 °C izdalās 1 ekv. ūdens un rodas **B**, ko turpinot karsēt 210 °C izdalās vēl 1 ekv. ūdens un rodas **C**. To karsējot 480 °C tas izdala 1 ekv. oglekļa monoksīda un rodas **D**, kas savukārt 780 °C sadalās par 1 ekv. **E** un 1 ekv. oglekļa dioksīdu. Zināms, ka **E** ir binārs savienojums, kurā elementi atrodas vienādā molārā attiecībā. Pārvērtībā no **D** par **E** cietās vielas masa samazinājās par 44,0%. Tai pat laikā pēc pilna pārvērtības cikla no **A** par **E** cietās vielas masa samazinājās par 65,8%.

1. Uzraksti vielu **A – E** ķīmiskās formulas.
2. Pie kādas savienojumu klases pieder **A** un **B**? Zināms, ka **C – E** pie šīs savienojumu klases nepieder.
3. Kādas skābes sāls ir **A**?
4. Piedāvājiēt paņēmieni **A** iegūšanai, zinot, ka šis sāls ir mazšķīstošs! Uzrakstiet ķīmiskās reakcijas vienādojumu(-s)!

Visas trīs izdalītās vielas iesaistās ķīmiskajā līdzsvarā:



Jums doti līdzsvarā iesaistīto vielu termodinamiskie parametri:

Savienojums	$\Delta_f H^\circ_{298,15\text{K}}$, kJ·mol ⁻¹	$S^\circ_{298,15\text{K}}$, J·mol ⁻¹ ·K ⁻¹
CO(g)	-110,5	195,7
H ₂ O(g)	-241,8	185,8
CO ₂ (g)	-388,5	213,8
H ₂ (g)	0	130,7

5. Aprēķināt reakcijas entalpiju $\Delta_r H^\circ$ un entalpiju $\Delta_r S^\circ$ 298,15 K temperatūrā!
6. Aprēķināt reakcijas Gibbsa enerģiju 298 K temperatūrā!
7. Aprēķināt reakcijas līdzsvara konstanti 298 K un 780 °C temperatūrā! Pieņemiet, ka reakcijas entropija un entalpija nav atkarīga no temperatūras!
8. Aprēķināt temperatūru, kurā reakcijas līdzsvara konstante ir 1,00!

Šīs reakcijas līdzsvara konstantes vienādojums ir

$$K_{eq} = \frac{[\text{CO}_2][\text{H}_2]}{[\text{CO}][\text{H}_2\text{O}]}$$

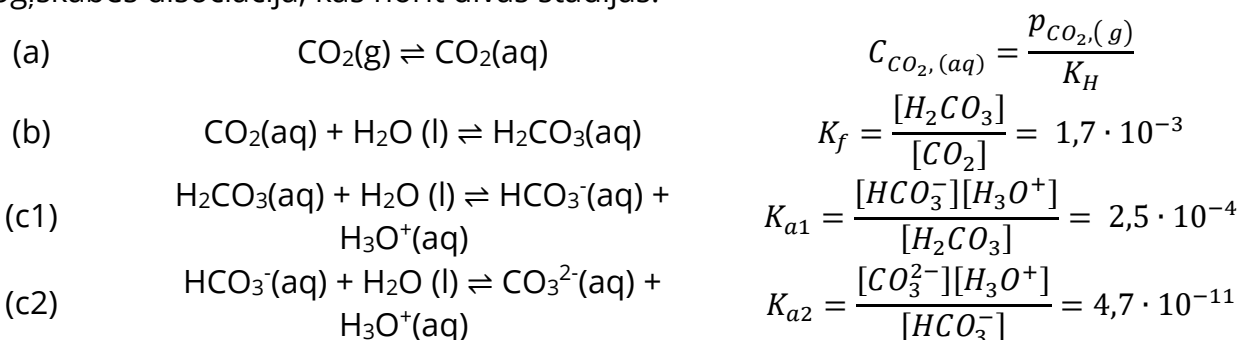
Augstāk aprakstīto **A** sadalīšanās reakciju veica noslēgtā 2,00 L traukā, kas sākotnēji tika vakuums. Pēc pilnīgas sadalīšanās 780 °C spiediens traukā bija tieši 4,00 bar.

9. Aprēķini, kāds bija maisījuma sastāvs pēc līdzsvara iestāšanās moldaļās. Ja nenoteicāt, kāda ir reakcijas līdzsvara konstante 7. punktā, izmantojiet, ka tā ir 1,28. Sadalīšanās produkta **E** tilpumu ignorējiet! Tāpat ignorējiet to, ka trauku pirms reakcijas pilnīgi vakuums nav iespējams.

10. Aprēķini, kāda bija sākotnēji ņemtā **A** masa!

6. uzdevums. Rūpnīcas galvassāpes (20 punkti)

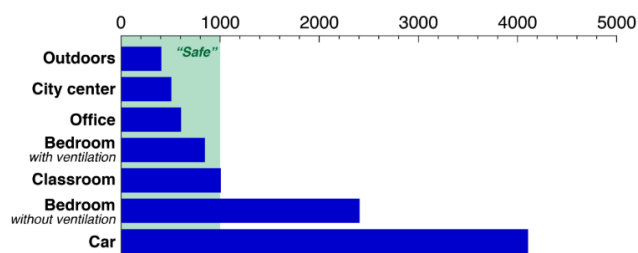
Oglekļa dioksīda šķīšanu ūdenī varam saistīt ar ķīmisko līdzsvaru virkni: (a) oglekļa dioksīda šķīdības līdzsvars, (b) šķīdumā esoša oglekļa dioksīda pārvēršanās par ogļskābi, (c) ogļskābes disociācija, kas norit divās stadijās.



Oglekļa dioksīda spiedienu un koncentrāciju piesātinātā šķīdumā saista Henrija vienādojums, un oglekļa dioksīda Henrija konstante K_H ir 2980 kPa·M⁻¹.

Kādā pilsētas ūdenstilpnē rūpnīcas tuvumā noteica kopējo karbonātu koncentrāciju ($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-}$). Atmosfēras spiediens parauga ņemšanas brīdī bija 0,985 bar. Paņēma ūdens paraugu un sākumā nomērija tā pH, kas bija 5,85. Pēc tam 1,00 L paņemtā parauga pakāpeniski pārākumā pievienoja nātrija hidroksīda šķīdumu, pārvēršot visas šķīduma esošās karbonātu formas vienā. Pēc tam šķīdumam pievienoja kalcija hlorīda šķīdumu, novērojot baltu nogulšņu veidošanos. Kad papildus kalcija hlorīda pievienošana vairs neizraisīja nogulšņu veidošanos, nogulsnes nofiltrēja un noteica, ka to masa pēc izžāvēšanas ir 21,5 mg.

1. Kādā formā tika pārvērstas visas karbonātu formas pēc nātrija hidroksīda šķīduma pievienošanas?
2. Nosakiet, kāda ir kopējā karbonātu koncentrācija ($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-}$).
3. Nosakiet kāda ir CO_2 , H_2CO_3 , HCO_3^- un CO_3^{2-} koncentrācija šajā paraugā? Kāds ir procentuālais katras formas daudzums šajā šķīdumā.
4. Ja ignorē ķīmiskos līdzsvarus un pieņem, ka notiek tikai neapgriezeniskas ķīmiskās reakcijas, kāds bija 12 M nātrija hidroksīda šķīduma tilpums, kas bija jāpievieno?
5. Izmantojiet Henrija vienādojumu, lai atrastu, kāds ir oglekļa dioksīda parciālais spiediens (kPa) un koncentrācija (ppm jeb m.d.) gaisā.
6. Vai ir pamats domāt, ka rūpnīcas tuvumā gaisā ir piesārņots, ja salīdzina to ar vidējam oglekļa dioksīda koncentrācijas vērtībām dažādās vidēs, kas dotas 46. attēlā?



46. att.

Noslēgtā traukā svaigam identiskam ūdens paraugam pievienoja koncentrētu nātrija hidroksīda šķīdumu, novēršot ogļskābās gāzes izdalīšanos.

7. Kādam pēc hidroksīda pievienošanas jābūt šķīduma pH, lai 99% no kopējā karbonātu satura būtu tieši karbonātu CO_3^{2-} formā? Šķīduma tilpuma maiņu ignorējiet! Līdz ar to kopējā karbonātu koncentrācija saglabājas identiska kā iepriekš noteiktā / izmantotā!
8. Vai ir korekti pieņemt, ka varam ignorēt šķīduma tilpuma izmaiņas, ja pievieno 12 M nātrija hidroksīdu?

7. uzdevums. **Uzbūvē fenolftaleīnu!** (15 punkti)

Savienojums **C** ir svarīgs būvbloks ļoti daudzu dažādu vielu, piemēram, fenolftaleīna sintēzē. Vienkāršākais veids savienojuma **C** iegūšanai (shēmā 47. att.) ir aromātiskā ogļūdeņraža **A** reakcijā ar KMnO_4 iegūstot savienojumu **B**, un tad **B** apstrādājot ar P_2O_5 . Gan no **B**, gan **C** ir iespējams iegūt daudzus noderīgus savienojumus, kuri parādīti shēmā zemāk.

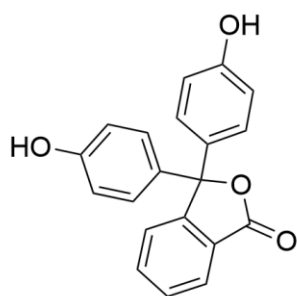
Savienojumam **C** ir līdzīgs savienojums **D**, kura visizplatītākais pielietojšanas veids ir demonstrēts reakcijā ar NaH un **E**, kā arī **F** reakcijā ar N_2H_4 , iegūstot **I** un **J**.

Piezīmes:

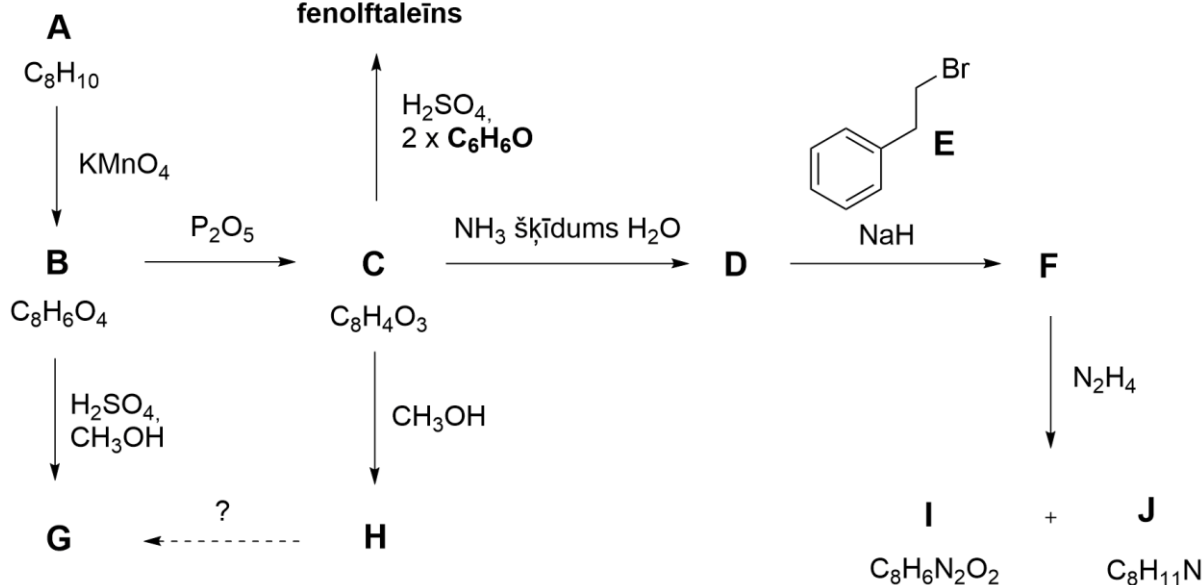
1) Visās reakcijās, izņemot reakcijā no **D** uz **F**, nepieciešama karsēšana reakcijas sekmīgai norisei.

2) Reakcijā no **D** uz **F** vispirms savienojumam **D** pievieno NaH un tikai tad pievieno **E**.

1. Uzzīmē visu savienojumu **A-D**, **F-J** struktūras.
2. Vai no **H** ir iespējams vienā solī iegūt **G**?
3. Kāds blakusprodukts veidots, ja reakcijā **D** uz **F** visus reaģentus pievienotu vienlaicīgi nevis pakāpeniski?
4. Nosaki, kuras no dotajām vielām reaģē ar NaH :
 - a) A
 - b) B
 - c) C
 - d) J
 - e) fenolftaleīns



fenolftaleīns



47. att.

8. uzdevums. **A un viņa komanda** (18 punkti)

Noskaties video (<https://youtu.be/xjwOkZsRGXg>) un atbildi uz tālāk dotajiem jautājumiem par šajā e-laboratorijā novēroto!

1. Uzrakstiet visu videomateriālā norisošo ķīmisko reakciju vienādojumus! Konkrēti norādiet, kādi novērojumi liecina par katras ķīmiskās reakcijas norisi!
2. Aprēķiniet **A** sintēzes iznākumu! Kā to skaidrot?
3. Piedāvāriet vēl divus konceptuāli atšķirīgus veidus (reakciju vienādojumus) **A** iegūšanai!
4. Paskaidrojiet, kādēļ **A** sintēzē būtiski veikt soli ar CH_3COOH šķīdumu!
5. Paskaidrojiet, kādu funkciju nodrošināja vārglāze ar ūdeni, kurā ievietoja pudelīti ar tumšo reakcijas maisījumu!
6. Paskaidrojiet, kādam mērķim lietoja vislielāko no videomateriālā redzamajiem stikla traukiem! Kā to sauc?
7. Kas varēja būt lielā stikla trauka apakšdaļā ievietotā baltā substance? Kādam mērķim pēc lielā trauka noslēgšanas tam, visticamāk, pievienoja gumijas cauruli, kāpēc tas bija nepieciešams?

ATRISINĀJUMI UN SKAIDROJUMI

2016./2017. MĀCĪBU GADS - LATVIJAS 58. ĶĪMIJAS OLIMPIĀDE NOVADA OLIMPIĀDE - 2017

9. KLASE

1. uzdevums. Fosfors un tā savienojumi (7 punkti)

Baltā fosfora molekula sastāv no četriem atomiem.

Aprēķini, kāds tilpums skābekļa (n.a.) nepieciešams, lai sadedzinātu 2 molus baltā fosfora!

224 L

*Aprēķini reakcijā iegūto fosfora(V) oksīda masu! **568 g***

Pieņemsim, ka līdzīgā procesā radās 3 moli fosfora(V) oksīda P_2O_5 , kuru pēc tam izšķīdināja ūdenī.

Atzīmē, kura fosforu saturošā skābe radās, šķīdinot P_2O_5 ūdenī!

H_3PO_4 , H_3PO_3 , H_3PO_2 , H_3P

*Aprēķini iegūtās skābes masu! **588 g***

Kādā citā eksperimentā 141,8 g ūdens izšķīdināja 8,2 g H_3PO_3 .

*Aprēķini H_3PO_3 masas daļu iegūtajā šķīdumā! **5,47%***

Dažādu šķīdumu molāro koncentrāciju aprēķina kā izšķīdinātās vielas daudzuma attiecību pret šķīduma tilpumu. Tās mērvienība ir mol/L (moli litrā).

*Aprēķini H_3PO_3 molāro koncentrāciju iegūtajā šķīdumā, pieņemot, ka tā blīvums ir 1,10 g/mL! **0,73M***

2. uzdevums. Oksīdi un ne tikai... (10 punkti)

Atzīmē tā oksīdu formulu, kura agregātstāvoklis normālos apstākļos (turpmāk n.a.) ir tāds pats kā oglekļa(IV) oksīda agregātstāvoklis!

Iespējamās vairākas pareizas atbildes: H_2O ; **CO**; BaO ; **SO₂**

Atzīmē vielu formulas, ar kurām reaģēs oglekļa(IV) oksīds!

Iespējamās vairākas pareizas atbildes: SO_3 ; **MgO**; **Ca(OH)₂**; $NaCl$

Atzīmē vielu formulas, kuras reaģēs ar visām tām pašām iepriekšējā jautājumā minētajām vielām, ar kurām reaģēs oglekļa(IV) oksīds!

Iespējamās vairākas pareizas atbildes: H_2O ; **HCl**; KOH ; **P₂O₅**

Tehnēcijs (Tc) veido vairākus oksīdus, tā augstākajam oksīdam ir skābā oksīda īpašības.

Uzraksti tehnēcija augstākā oksīda ķīmisko formulu!

Tc₂O₇

Ksenona(VI) oksīds arī ir skābais oksīds. Šķīstot ūdenī, tas veido ksenonskābi. Ksenonskābe ir divvērtīga skābe.

Atzīmē, kura ir ksenonskābes formula!

H_2XeO_3 , **H₂XeO₄**, H_2Xe , H_2XeO_5

Vairākiem oksīdiem lieto arī dažādus ikdienas nosaukumus.

Atzīmē, kuru oksīdu sauc par smieklu gāzi:

SO₂, NO₂, **N₂O**, CO

Atzīmē, kuru oksīdu sauc par tvana gāzi:

NO, **CO**, CO₂, SO₂

3. uzdevums. **Šķīdinām, kristalizējam, ķīmiķojam...** (10 punkti)

70 °C ūdenī izšķīdināja kālija nitrātu, iegūstot 200 g 55% kālija nitrāta šķīdumu. Iegūto šķīdumu atdzesēja līdz 10 °C.

*Aprēķini, cik g kālija nitrāta izkristalizējās, ja kālija nitrāta šķīdība 10 °C temperatūrā ir 20,9 g kālija nitrāta 100 gramos ūdens! **91g***

Kālija nitrātu var iegūt dažādās ķīmiskajās reakcijās.

Atzīmē vielu pārus, kuriem reaģējot savā starpā, var rasties kālija nitrāts!

Iespējamās vairākas pareizas atbildes:

Kālija sulfāts un slāpekļskābe

Kālija hidroksīds un slāpekļa(V) oksīds

Kālija oksīds un slāpekļa(III) oksīds

Kālija sulfāts un nātrija nitrāts

Kālija sulfīds un slāpekļskābe

Kālija karbonāts un slāpekļa(V) oksīds

Kālija nitrātu karsējot, rodas kālija nitrīts un skābeklis. Kādā eksperimentā pilnīgi izkarsēja 6,06 g kālija nitrāta.

*Aprēķini iegūtā skābekļa tilpumu normālos apstākļos! **672mL***

*Aprēķini, cik daudz alumīnija var sadedzināt ar šo iegūto skābekļa daudzumu! **0,040mol***

4. uzdevums. **Ceļojums pa ķīmisko elementu periodisko tabulu** (9 punkti)

Ķīmisko elementu periodiskā tabula (ĶEPT) ir nenovērtējams palīgs ķīmisko elementu un to savienojumu raksturošanā. Katram ķīmiskajam elementam ir savs nosaukums un simbols. Daži ķīmiskie elementi tika sintezēti pavisam nesen, bet savus oficiālos nosaukumus un simbolus ieguva tikai pagājušā gada nogalē.

*Pieraksti, cik ķīmisko elementu šobrīd ir ĶEPT! **118***

*Uzraksti Zemes garozā visizplatītākā ķīmiskā elementa simbolu! **O***

Uzraksti simbolu ķīmiskajam elementam, kuru vispirms atklāja uz Saules, bet tikai pēc tam uz Zemes!

No sekojošajiem ķīmisko elementu simboliem atzīmē to, kuram ir zināmas vairākas alotropās formas!

H, **O**, Ne, I

Atzīmē tās vienkāršās vielas formulu, kurai normālos apstākļos ir tāds pats agregātstāvoklis kā dzīvsudrabam!

H₂, P₄, **Br₂**, S₈, O₃

Atzīmē tās vielas formulu, kuras 8 gramī aizņem tādu pašu tilpumu kā 10 g argona normālos apstākļos!

Iespējamās vairākas pareizas atbildes: **O₂**; **SiH₄**; HF; CuO.

Atzīmē tā ķīmiskā elementa simbolu, kura atoma kodola elektronapvalka ārējā enerģētiskajā līmenī ir vislielākais elektronu skaits no dotajiem!

F, Fe, Fr, Fm

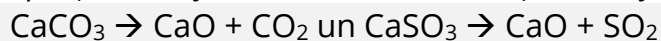
Atzīmē tā ķīmiskā elementu simbolu, kura atoma kodola elektronapvalka ārējā enerģētiskajā līmenī elektronu skaits ir lielāks nekā tā perioda numurs, kurā šis elements atrodas!

H, Be, **Si**, Sb

5. uzdevums. **Ak, šie maisījumi!** (7 punkti)

Pilnīgi izkarsējot 9,20 g kalcija karbonāta un kalcija sulfīta maisījumu, ieguva 4,48 g cietu produktu.

Aprēķini kalcija karbonāta masas daļu (%) šajā maisījumā!



$$n(\text{CaO};1) = n(\text{CaCO}_3) = x$$

$$n(\text{CaO};2) = n(\text{CaSO}_3) = y$$

$$M(\text{CaCO}_3) = 100 \text{ g/mol}, M(\text{CaSO}_3) = 120 \text{ g/mol},$$

$$M(\text{CaO}) = 9,20 \text{ g} = m(\text{CaCO}_3) + m(\text{CaSO}_3) = 100x + 120y$$

$$4,48 \text{ g} = (x+y) \cdot 56$$

Atrisinot vienādojumu sistēmu, iegūst $x=0,02 \text{ mol}$, $y=0,06 \text{ mol}$.

$$W(x) = 100 \cdot 0,02 / (100 \cdot 0,02 + 120 \cdot 0,06) = \mathbf{22\%}$$

Citā eksperimentā tādu pašu maisījumu izkarsēja, līdz tā masa vairs nemainījās.

Atzīmē, kādas vielas radās, kalcija karbonāta un kalcija sulfīta maisījumu karsējot!

Iespējamās vairākas pareizas atbildes: **SO₂**, SO₃, **CaO**, **CO₂**, Ca, CO

Kalcija karbonāts ūdenī nešķīst, tāpēc eksperimentos izmanto tā suspensiju ūdenī.

Atzīmē vielas, kuras reaģēs ar kalcija karbonāta suspensiju!

Iespējamās vairākas pareizas atbildes: **HCl**, K₂SO₄, **CO₂**, Na₂CO₃

Atzīmē, ar kādu nosaukumu kalcija karbonāts pazīstams ikdienā!

Iespējamās vairākas pareizas atbildes: **kalķakmens**, ģipsis, **Islandes špats**, smiltis

10. KLASE

1. uzdevums. Ķīmisko elementu periodiskās tabulas noslēpumi (12 punkti)

Ķīmisko elementu periodiskā tabula (ĶEPT) ir nenovērtējams palīgs ķīmisko elementu un to savienojumu raksturošanā. Tā joprojām papildinās un daži jaunatklātie ķīmiskie elementi savus oficiālos nosaukumus un simbolus ieguva tikai pagājušā gada nogalē.

*Pieraksti, cik ķīmisko elementu šobrīd ir ĶEPT! **118***

*Uzraksti Visumā visizplatītākā ķīmiskā elementa simbolu! **H***

*Uzraksti ķīmiskā elementa simbolu, kurš savu nosaukumu ieguvis par godu slavenajam zinātniekam N. Boram! **Bh***

Atzīmē tās vienkāršās vielas formulu, kurai no dotajām ir viszemākā kušanas temperatūra!

Br₂, P₄, S₈, C₆₀

Atzīmē tās vielas formulu, kurai no dotajām istabas temperatūrā ir vislielākais blīvums!

Rn, Cl₂, H₂O, **SiO₂**

Atzīmē tās vielas formulu, kuras 8 gramu aizņem tādus pašus tilpumu kā 10 g argona normālos apstākļos!

Iespējamās vairākas pareizas atbildes: **O₂**; **SiH₄**; HF; CuO.

*Visvājākā no sekojošajām skābēm ir: **HF**, HCl, HBr, HI*

Vienāds elektronu skaits ir sekojošajiem elementārobjektu pāriem:

Iespējamās vairākas pareizas atbildes: Cr²⁺ un Cr³⁺, Co²⁺ un Fe³⁺, **K⁺ un Cl⁻**, **Se²⁻ un Br⁻**, Li⁺ un Na⁺, F⁻ un Cl⁻

*Visstiprākās reducējošās īpašības būs: HF, HCl, HBr; **HI***

2. uzdevums. Slāpekļis un tā savienojumi (15 punkti)

Kā zināms, tad slāpekļa molekula sastāv no diviem atomiem.

Kādas ķīmiskās saites saista atomus savā starpā?

Iespējamās vairākas pareizas atbildes:

Vienkāršā ķīmiskā saite

Divkāršā ķīmiskā saite

Trīskāršā ķīmiskā saite

Tikai viena sigma saite

Viena sigma (σ) saite un viena pī (π) saite

Viena sigma (σ) saite un divas pī (π) saites

Slāpekļa savienojumos tā oksidēšanas pakāpes mainās robežās:

no -3 līdz +5, no -5 līdz +3, no -1 līdz +7, no -4 līdz +4

*Nosaki slāpekļa oksidēšanas pakāpi nitrozilhlorīdā NOCl! **+3***

Viens no zināmākajiem slāpekļa savienojumiem ir amonjaks. Tas ļoti labi šķīst ūdenī.

Atzīmē, kāda būs amonjaka ūdens šķīduma reakcija:

Skāba, neitrāla, **bāziska**

Kādā eksperimentā kolbu, kas bija pilnībā piepildīta ar amonjaku (n.a.), piepildīja ar ūdeni tā, ka viss pirms tam kolbā esošais amonjaks izšķīda šajā ūdenī.

*Aprēķini amonjaka masas daļu, izteiktu%, iegūtajā šķīdumā! **0,076%***

*Aprēķini amonjaka molāro koncentrāciju iegūtajā šķīdumā! **0,045M***

Labi zināms, ka amonija sāļi karsējot sadalās. Kādā eksperimentā, karsējot trīs dažādus amonija sāļus, vienmēr ieguva vienus un tos pašus karsēšanas produktus.

*Uzraksti nosaukumu tai sāļij, kurai no visām trim ir vismazākā molmasa! **Amonija dihidrogēnfosfāts***

Viens no pazīstamākajiem ķīmiskajiem eksperimentiem ir "vulkāns" – amonija dihromāta (NH₄)₂Cr₂O₇ termiskā sadalīšanās.

Šajā reakcijās rodas:

NH₃, CrO₃ un H₂O; **N₂, Cr₂O₃ un H₂O**

Kāda metāla nitrāts satur 38,21% metāla.

*Uzraksti šī metāla simbolu! **In***

3.uzdevums. **Sāļi, sāļi un vēlreiz sāļi** (14 punkti)

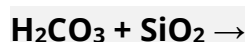
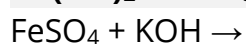
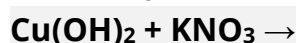
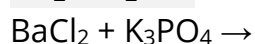
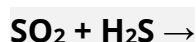
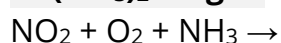
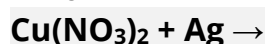
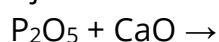
Atzīmē to sāļus ķīmiskās formulas, kuri nav iespējami!

Iespējamās vairākas pareizas atbildes: Cu(OH)Cl, KHSO₄, **Na₃SO₄**, KHF₂, **NaS₂**, **Ca₃Si₂O₅**

Sāļi rodas dažādās ķīmiskajās reakcijās:

Atzīmē tās ķīmiskās reakcijas, kurās nerodas sāļš, vai nerodas jauna sāļš!

Iespējamās vairākas pareizas atbildes:



Daudziem sāļiem ieksistē arī dažādi ikdienas nosaukumi

Par vārāmo sāli sauc:

NaF, **NaCl**, NaI, NaBr

Par briežraga sāli sauc:

Na₄B₂O₇, **NH₄HCO₃**, CuSO₄·5H₂O, NH₄Cl

Par rūgto sāli sauc:

MgSO₄, BaSO₄, Na₂CO₃, KBr

Par dzeramo sodu sauc:

CaCO₃, CaSO₄, **NaHCO₃**, NaCl

Daudzi sāļi ūdens šķīdumos hidrolizējas:

Atzīmē, kuru sāļu ūdens šķīdumiem būs sārmaina reakcija!

Iespējamās vairākas pareizas atbildes:

KCl, CuSO₄, Na₂CO₃, K₂S, KHSO₄, AgNO₃

Atzīmē, kuru sāļu ūdens šķīdumiem būs neitrāla reakcija!

Iespējamās vairākas pareizas atbildes:

NH₄Cl, Cu(NO₃)₂, Rb₂CO₃, AgNO₃, KBr, Li₂SO₄

Atzīmē, kuru sāļu ūdens šķīdumiem būs skāba reakcija!

Iespējamās vairākas pareizas atbildes:

KI, FeSO₄, Na₂CO₃, K₂S, KHSO₄, Pb(NO₃)₂

4. uzdevums. **Karsējam vara(II) nitrātu!** (12 punkti)

Karsējot vara(II) nitrātu, rodas vara(II) oksīds, slāpekļa(IV) oksīds un skābeklis.

*Aprēķini, cik lielu tilpumu skābekļa var iegūt, pilnīgi izkarsējot 11,28 g vara(II) nitrāta! **672mL***

Kādā eksperimentā sāka karsēt 7,52 g vara(II) nitrāta, taču karsēšanu pārtrauca, pirms vēl viss vara(II) nitrāts paspēja sadalīties. Iegūto gāzu kopējais tilpums normālos apstākļos bija 560 ml.

*Aprēķini, cik g vara(II) nitrāta sadalījās! **1,88 g***

Karsējot iegūto cieto paraugu šķīdināja ūdenī, to daļu, kas neizšķīda, nofiltrēja, izžāvēja un nosvēra.

*Aprēķini šo nogulšņu masu! **0,80g***

Iegūtajam filtrātam pievienoja kālija sulfīda šķīdumu, izkrita melnas nogulsnes.

*Aprēķini iegūto nogulšņu daudzumu! **4,80g***

Vara(II) nitrātu var iegūt dažādās ķīmiskajās reakcijās.

Atzīmē vielu pārus, kuriem reaģējot savā starpā, rodas vara nitrāts!

Iespējamās vairākas pareizas atbildes:

Vara(II) sulfāts un slāpekļskābe

Vara(II) hidroksīds un slāpekļa(V) oksīds

Vara(I) oksīds un slāpekļskābe

Vara(II) oksīds un kālija nitrāts

Vara(II) bāziskais karbonāts un slāpekļskābe

Vara(II) hlorīds un bārija nitrāts

Vara(II) nitrāts veido divus kristālhidrātus. Viena kristālhidrāta molmasa ir 1,22 reizes lielāka nekā otra kristālhidrāta molmasa.

Nosaki koeficientu pirms H₂O formulas tā kristālhidrāta formulā, kuram ir lielākā molmasa!

$$M(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}) = 188 + 18x$$

$$M(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot y\text{H}_2\text{O}) = 188 + 18y$$

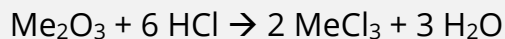
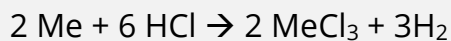
Visvienkāršākais veids ir y vietā ievietot 1;2;3... un skatīties, vai pareizinot ar 1.22 ir iespējams iegūt veselu skaitli x. **y=3, x=6**

5. uzdevums. **Ak, šie nelaimīgie maisījumi!** (7 punkti)

5,82 g kāda metāla maisījumu ar tā oksīdu izšķīdināšanai ir nepieciešams 300 ml 0,6 M sālsskābes. Zināms, ka praktiski vienīgā metāla oksidēšanas pakāpe tā savienojumos ir +3.

Uzraksti šī metāla ķīmisko simbolu!

Metāla oksīds ir Me₂O₃.



$$m(\text{Me}) + m(\text{Me}_2\text{O}_3) = 5,82 \text{ g} = n(\text{Me}) \cdot x + n(\text{Me}_2\text{O}_3) \cdot (2x + 16 \cdot 3) \quad (x = \text{molmasa Me})$$

$$n(\text{HCl}) = 3n(\text{Me}) + 6n(\text{Me}_2\text{O}_3) = 0,300 \text{ L} \cdot 0,6 \text{ M} = 0,18 \text{ mol}$$

Divi augstāk esošie vienādojumi sastāda vienādojumu sistēmu, kura nav analītiski atrisināma (jo nezināmo lielumu skaits ir lielāks nekā vienādojumu skaits). Taču no šiem abiem vienādojumiem ir iespējams izteikt $m(\text{Me})$ (y) un $m(\text{Me}_2\text{O}_3)$ (z) tā, lai tie saturētu tikai x .

Iegūst $y = (x - 73) \cdot x / 400$ un $z = (-x^2 + 73x + 2328) / 400$. Jāņem vērā, ka y un z ir abu maisījuma komponentu masa, līdz ar to, neviena no vērtībām nevar būt lielāka par kopējo masu 5.82g. Sastāda nevienādības $(x - 73) \cdot x / 400 < 5.82$ un $(-x^2 + 73x + 2328) / 400 < 5.82$

Atrisinot šo nevienādību sistēmu, iegūst, ka Me molmasa ir robežās starp 73 un 97. Vienīgais metāls, kurš atbilst šim nosacījumam, un vienīgā oksidēšanās pakāpe ir +3 ir **Itrijs - Y**.

Aprēķini metāla oksīda masa daļu šajā maisījumā! 0,39

11. KLASE

1. uzdevums. **Metālu detektors** (12 punkti)

1. **A – M** ķīmiskās formulas (kopā 11 punkti):

A = Fe	(1 punkts)	F = Na ₃ [Fe(OH) ₆]	(1 punkts)	K = Na ₂ [Zn(OH) ₄]	(1 punkts)
B = Zn	(1 punkts)	G = FeO	(0,5 punkti)	L = Zn(OH) ₂	(0,5 punkti)
C = FeSO ₄	(1 punkts)	H = Fe ₂ O ₃	(0,5 punkti)	M = ZnO	(0,5 punkti)
D = Fe(OH) ₂	(1 punkts)	I = Fe ₃ O ₄ / FeO·Fe ₂ O ₃	(1 punkts)		
E = Fe(OH) ₃ / FeO(OH)	(1 punkts)	J = ZnSO ₄	(1 punkts)		

2. Kādas ir **A** oksidēšanās pakāpes oksidā **I**? (1 punkts)

- a. +1
- b. +2**
- c. +3**
- d. +4
- e. +5
- f. +6

2. uzdevums. **Kalcija cikls** (14 punkti)

1. Numuriem **1 – 11** atbilst vielas (par katru vielu 1 punkts):

CaO	1, 6, 9	Ca(OH) ₂	2	Ca(HCO ₃) ₂	4
CaCl ₂	7, 10	CaH ₂	11		
CaCO ₃	3, 6	Ca(NO ₃) ₂	8		

2. Reaģentu **a – c** ķīmiskās formulas (par katru vielu 1 punkts):

a	H ₂ O	c	H ₂
b	HCl		

3. uzdevums. **Katrs pa savam** (15 punkti)

- $C_{NaOH} = \frac{C_{HCl} \cdot V_{HCl}}{V_{NaOH}} = \frac{0,100 \cdot 14,55}{10,00} = \mathbf{0,146 \text{ mol} \cdot L^{-1}}$ (1 punkts)
- $Q = c_{ip} \cdot m \cdot \Delta t = c_{ip} \cdot d \cdot V \cdot \Delta t = 4,184 \cdot 1,00 \cdot 60 \cdot 1,45 = \mathbf{364 \text{ J}}$ (2 punkti)
- $C_{NaOH} = \frac{n_{NaOH}}{V_{NaOH}} = \frac{Q_{neitr.}}{V_{NaOH} \cdot Q_{mol.neitr.}} = \frac{364}{0,050 \cdot 57620} = \mathbf{0,126 \text{ mol} \cdot L^{-1}}$ (2 punkti)
- Tabulā dotā sakarība starp blīvumu un koncentrāciju ir lineāra. No tās varam noteikt, ka blīvuma izmaiņa par 0,005 g·mL⁻¹ atbilst koncentrācijas pieaugumam par 0,1112 mol·L⁻¹, līdz ar to blīvuma izmaiņa par 0,001 g·mL⁻¹ atbilst koncentrācijas pieaugumam par 0,02224 mol·L⁻¹. Tātad NaOH koncentrācija blīvumam 1,004 g·mL⁻¹ varam aprēķināt kā
 $C_{NaOH} = 0,0398 + 4 \cdot 0,02224 = \mathbf{0,129 \text{ mol} \cdot L^{-1}}$. (2 punkti)

5. Kura no skolēnu izmantotajām metodēm vispārīgi ir ar viszemāko precizitāti?
(1 punkts)
- a. Koncentrācijas noteikšana titrējot.
 - b. Koncentrācijas noteikšana, mērot blīvumu ar areometru.**
 - c. Koncentrācijas noteikšana, mērot neitralizācijas siltumefektu.
6. Kura no NaOH koncentrācijas noteikšanas metodēm skolēnu izpildījumā ir visprecīzākā un dos vispareizākos rezultātus?
(2 punkti)
- a. Koncentrācijas noteikšana titrējot.**
 - b. Koncentrācijas noteikšana, mērot blīvumu ar areometru.
 - c. Koncentrācijas noteikšana, mērot neitralizācijas siltumefektu.
7. Kas ir būtiskākais neprecizitātes / kļūdu avots Annas veiktajā koncentrācijas noteikšanā ar titrēšanas metodi?
(1 punkts)
- a. Iespējamās blakusreakcijas ar NaOH reakcijas produktiem ar glabājot absorbētajām vielām.**
 - b. Nekorekta indikatora izvēle.
 - c. Nepareiza NaOH un HCl tilpumu izvēle.
 - d. Metode principā nav piemērota NaOH šķīduma koncentrācijas noteikšanai.
8. Kas ir būtiskākais neprecizitātes / kļūdu avots Kārļa veiktajā koncentrācijas noteikšanā ar kalorimetrijas metodi?
(1 punkts)
- a. Iespējamās blakusreakcijas ar NaOH reakcijas produktiem ar glabājot absorbētajām vielām.
 - b. Siltuma zudumi vienkāršotās kalorimetra uzbūves dēļ.**
 - c. Nepareiza NaOH un HCl tilpumu izvēle.
 - d. Metode principā nav piemērota NaOH šķīduma koncentrācijas noteikšanai.
9. Kas ir būtiskākais neprecizitātes / kļūdu avots Toma veiktajā koncentrācijas noteikšanā, mērot šķīduma blīvumu ar areometru?
(1 punkts)
- a. Iespējamās blakusreakcijas ar NaOH reakcijas produktiem ar glabājot absorbētajām vielām.
 - b. Zemā areometra precizitāte (pārāk liela vienas iedaļas vērtība).**
 - c. Fakts, ka skolas laboratorijā mērījuma laikā temperatūra patiesībā bija 21,5 °C.
 - d. Metode principā nav piemērota NaOH šķīduma koncentrācijas noteikšanai.
10. Izvēlieties piemaisījumus, kas glabāšanas laikā varētu būt radušies skolēnu analizētajā NaOH šķīdumā.
(2 punkti)
- a. Na₂O
 - b. Na₂O₂
 - c. NaCl
 - d. Na₂CO₃**
 - e. NaHCO₃
 - f. Na₂S
 - g. NaNO₃

4. uzdevums. Ūdens cietība (15 punkti)

1. **A = Ca²⁺** un **B = Mg²⁺** (2 punkti)
2. $C_{\text{ū.c.}} = \frac{C_{\text{EDTA}} \cdot V_{\text{EDTA}}}{V_{\text{ūdens}}} = \frac{0,011 \cdot 6,80}{50,00} = 0,00150 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = \mathbf{1,50 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}}$ (2 punkti)
3. $C_{\text{Ca}^{2+}} = \frac{C_{\text{EDTA}} \cdot V_{\text{EDTA}}}{V_{\text{ūdens}}} = \frac{0,011 \cdot 4,50}{50,00} = 0,00099 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = \mathbf{0,99 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}}$ (1 punkts)
4. $C_{\text{Mg}^{2+}} = C_{\text{ū.c.}} - C_{\text{Ca}^{2+}} = 1,50 - 0,99 = \mathbf{0,51 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}}$ (1 punkts)
5. Kas ir viela **C**? No dotajām izvēlieties vispiemērotāko! (1 punkts)

- a. HCl
- b. NaOH**
- c. NaHCO₃
- d. NaCl

6. Kā minēts uzdevumā, pieņem, ka Ca²⁺ un Mg²⁺ joni veido CaCO₃.
 $\gamma_{\text{CaCO}_3} = C_{\text{ū.c.}} \cdot M_{\text{CaCO}_3} = 1,50 \cdot 100 = \mathbf{150 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}}$ (1 punkts)
7. Izmantojot doto ūdens cietības testa atšifrējumu, nosakiet analizētā parauga ūdens cietību! *Izvēlieties no dotajiem!* (1 punkts)

- a. Mīksts
- b. Ciets**
- c. Ļoti ciets

8. Kā novērst pārejošo cietību? Izvēlieties variantu(-s), kas **nederēs** nepārejošās cietības novēršanai! (1 punkts)

- a. Izmantojot katjonītu
- b. Pievienojot dzēstos kaļķus**
- c. Ūdeni izkarsējot**
- d. Izmantojot reverso osmozi.

9. Kādi **A** un **B** savienojumi parasti ir atbildīgi par nepārejošo cietību? (1 punkts)

- a. Karbonāti
- b. Hlorīdi**
- c. Hidrogēnkarbonāti
- d. Sulfāti**

10. Sākumā varam aprēķināt, kāda ir kopējā jonapmaiņas kapacitāte 25 L jonīta:

$$IEC_{\text{kop}} = IEC_{\text{īpatn.}} \cdot d \cdot V = 5,0 \text{ mekv} \cdot \text{g}^{-1} \cdot 1,28 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} \cdot 25 \text{ L} \cdot 1000 = 160\,000 \text{ mekv}$$

Tad varam aprēķināt, kāds ir Ca²⁺ un Mg²⁺ jonu daudzums vienā m³ ūdens

$$n_{\text{m}^3} = C \cdot V = 3,5 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot 1000 \text{ L} = 3\,500 \text{ mmol}$$

Līdz ar to, zinot, ka 1 mmol Ca²⁺ (vai Mg²⁺) saistīšanai tiek patērēti 2 mekv katjonīta

$$V = \frac{IEC_{\text{kop}}}{2 \cdot n_{\text{m}^3}} = \frac{160\,000}{2 \cdot 3\,500} = \mathbf{22,9 \text{ m}^3}$$

(3 punkti)

11. No dotajām izvēlieties, kādas ķīmiskās grupas saturēs katjonīts, kas spējīgs mīkstināt ūdeni! (1 punkts)

- a. Sulfonskābes anjonus**
- b. Hidroksilgrupas
- c. Amonija katjonus
- d. Nitrogrupas

5. uzdevums. **Līdzsvara nosacījums** (13 punkti)

1. **A**, **B** un **C** ķīmiskās formulas:

A = H₂ (0,5 punkti) **B = N₂** (0,5 punkti) **C = NH₃** (1 punkts)

2. **Amonjaks** (0,5 punkti)
3. Nosakiet, kā jāizmaina sistēmas spiediens, lai līdzsvaru nobīdītu **C** veidošanās virzienā! (1 punkts)
- a. Kopējais spiediens jāpalielina**
- b. Kopējais spiediens jāsamazina
- c. Šajā reakcijā spiediena izmaiņš nenobīdīs ķīmisko līdzsvaru
4. Kā tāda spiediena izmaiņš, kas līdzsvaru nobīdīs **C** veidošanās virzienā, šajā reakcijā ietekmēs reakcijas ātrumu (ātruma konstanti)? (1 punkts)
- a. Reakcijas ātrums palielināsies**
- b. Reakcijas ātrums samazināsies
- c. Reakcijas ātrums nemainīsies
- d. Šajā reakcijā spiediena izmaiņš nenobīdīs ķīmisko līdzsvaru
5. Nosakiet, kā jāizmaina temperatūra, lai līdzsvaru nobīdītu **C** veidošanās virzienā! (1 punkts)
- a. Temperatūra jāpalielina
- b. Temperatūra jāsamazina**
- c. Šajā reakcijā temperatūras izmaiņš nenobīdīs ķīmisko līdzsvaru
6. Kā tāda temperatūras izmaiņš, kas līdzsvaru nobīdīs **C** veidošanās virzienā, šajā reakcijā ietekmēs reakcijas ātrumu (ātruma konstanti)? (0,5 punkti)
- a. Reakcijas ātrums palielināsies
- b. Reakcijas ātrums samazināsies**
- c. Reakcijas ātrums nemainīsies
- d. Šajā reakcijā temperatūras izmaiņš nenobīdīs ķīmisko līdzsvaru
7. Nosakiet, kā katalizatora izmantošana nobīda šīs reakcijas ķīmisko līdzsvaru! *Izvēlieties vienu vispareizāko atbildi!* (1 punkts)
- a. Katalizatora izmantošana nobīda ķīmisko līdzsvaru **C** veidošanās virzienā
- b. Katalizatora izmantošana nobīda ķīmisko līdzsvaru **C** sadalīšanās virzienā
- c. Šajā reakcijā katalizatora izmantošana nenobīdīs ķīmisko līdzsvaru
- d. Katalizatora izmantošana ķīmisko reakciju līdzsvaru neietekmē.**
8. Kā katalizatora izmantošana ietekmēs reakcijas ātrumu (ātruma konstanti)? (1 punkts)
- a. Reakcijas ātrums palielināsies**
- b. Reakcijas ātrums samazināsies
- c. Reakcijas ātrums nemainīsies
9. Pieņemsim, ka sākumā sajauc 3 mol H₂ ar 1 mol N₂. Šādā gadījumā iegūtais NH₃ daudzums bija:

$$n_{NH_3} = 2 \cdot \frac{0,272}{100} = 0,00544 \text{ mol}$$

10. Līdz ar to vielu moldaļas maisījumā varam aprēķināt, izmantojot šādus datus

Lielums	H ₂	N ₂	NH ₃	Kopā
$n_{\text{sākumā}}$	3,000	1,000	0	
Δn	0,00816	0,00272	0,00544	
$n_{\text{beigās}}$	2,99184	0,99728	0,00544	3,99456
$X_{\text{beigās}}$	0,748978611	0,249659537	0,001361852	

No iegūtajām moldaļām aprēķina reakcijas līdzsvara konstanti:

$$K_{525\text{ }^{\circ}\text{C}} = \frac{(X_{\text{NH}_3})^2}{X_{\text{N}_2}(X_{\text{H}_2})^3} = \frac{(0,0013619)^2}{0,24966 \cdot (0,74898)^3} = 1,77 \cdot 10^{-5}$$

(5 punkti)

12. KLASE

1. uzdevums. **Organika 101** (17 punkti)

1. No informācijas par degšanas produktiem aprēķina C un H daudzumu:

$$n(C) = n(CO_2) = \frac{V}{V_0} = \frac{1,552}{22,4} = 0,06929 \text{ mol}$$

$$n(H) = 2 \cdot n(H_2O) = 2 \cdot \frac{m}{M} = 2 \cdot \frac{1,498}{18,02} = 0,1663 \text{ mol}$$

Aprēķina C un H daudzumu attiecību un empīrisko ogļūdeņraža formulu

$$n(C):n(H) = 1:2,4 = 5:12$$

A un **B** empīriskā formula ir C_5H_{12} . Tā kā šāda savienojuma molmasa ir $72 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, arī **A** un **B** molekulārā formula ir **C_5H_{12}** . (2 punkti)

2. Tātad iespējamie ogļūdeņraži ir alkāni pentāns, 2-metilbutāns un 2,2-dimetilpropāns, kuriem iespējami 3 (pentānam), 4 (2-metilbutānam) un 1 (2,2-dimetilpropānam) monohlor aizvietošanās produkti. Ja hlorējot A un B iegūst 4 monohlor aizvietošanās produktus, tad A un B ir pentāns un 2,2-dimetilpropāns. Līdz ar to **A = pentāns**. (1 punkts)

3. **B = 2,2-dimetilpropāns**. (1,5 punkti)

4. No 2,2-dimetil-1-hlorpropāns (2,2-dimetilpropāna hlorēšanas produkta) HCl izšķelt nav iespējams, bet izšķeļot to no 1-hlorpentāna, 2-hlorpentāna un 3-hlorpentāna iespējams iegūt pentēnu-1 un *cis*-pentēnu-2 un *trans*-pentēnu-2. Tātad iespējam iegūt **3** izomērus. (2 punkti)

5. Numuriem **1 – 7** atbilstošās vielas ir:

1 = etīns (1 punkts)	4 = hloretāns (0,5 punkti)	7 = hlorbenczols (0,5 punkti)
2 = etēns (0,5 punkti)	5 = hidroksietāns (0,5 punkti)	
3 = etāns (0,5 punkti)	6 = benzols (1 punkts)	

6. **a = HCl** (0,5 punkti)

7. **Acetilēns** (0,5 punkti)

8. **Etilēns** (0,5 punkti)

9. **Etilspirts** (der arī spirts, alkohols, vīna spirts) (0,5 punkti)

10. Pēc kāda mehānisma notiks dotā pārvērtība no **3** par **4**? (1 punkts)

a. Elektofilās aizvietošanās mehānisma

b. Jonu mehānisma

c. Radikāļu mehānisma

d. Nukleofilās aizvietošanās mehānisma

11. Kādi apstākļi jānodrošina, lai notiktu dotā pārvērtība no **3** par **4**? (1 punkts)

a. Jālieto katalizators - $AlCl_3$

b. Reakcija jāveic $85 \text{ }^\circ\text{C}$ temperatūrā paaugstinātā spiedienā

c. Reakcijas maisījums jākarsē un jāapstaro ar UV gaismu

d. Reakcija notiks spontāni laboratorijas apstākļos

12. Pēc kāda mehānisma notiks dotā pārvērtība no **6** par **7**? (1 punkts)

a. Elektofilās aizvietošanās mehānisma

b. Jonu mehānisma

- c. Radikāļu mehānisma
 d. Nukleofilās aizvietošanās mehānisma
13. Kādi apstākļi jānodrošina, lai notiktu dotā pārvērtība no **6** par **7**? (1 punkts)

a. Jālieto katalizators - AlCl₃

- b. Reakcija jāveic 85 °C temperatūrā paaugstinātā spiedienā
 c. Reakcijas maisījums jākarsē un jāapstaro ar UV gaismu
 d. Reakcija notiks spontāni laboratorijas apstākļos

2. uzdevums. **Sērvērtību shēma** (14 punkti)

1. Numuriem **1 – 10** atbilstošās vielas (par katru vielu 1 punkts):

BaS	7	H ₂ SO ₄	4	Na ₂ SO ₄	5
BaSO ₄	6	Na ₂ S ₂ O ₃	8	SO ₂	2 un 10
H ₂ S	1	Na ₂ SO ₃	9	SO ₃	3

2. Reāģentu **a – f** ķīmiskās formulas (par katru vielu 0,5 punkti):

a	H ₂	d	NaOH
b	O ₂	e	O ₂
c	H ₂ O	f	H ₂ O / H ₂

d var būt arī citas ķīmiskās vielas, piem., Na₂CO₃, Na₂SO₃, Na₂O

f var būt arī citas ķīmiskās vielas, piem., HCl, HBr, H₂SO₄, H₃PO₄

3. Izvēlieties, kurš ķīmiskais savienojums būtu lietojams kā reāģents **g**! (1 punkts)

a. konc. HNO₃

- b. konc. NaOH
 c. N₂H₄
 d. SO₂

3. uzdevums. **Katrs pa savam** (15 punkti)

1. $C_{NaOH} = \frac{C_{HCl} \cdot V_{HCl}}{V_{NaOH}} = \frac{0,100 \cdot 14,55}{10,00} = \mathbf{0,146 \text{ mol} \cdot L^{-1}}$ (1 punkts)

2. $Q = c_{ip} \cdot m \cdot \Delta t = c_{ip} \cdot d \cdot V \cdot \Delta t = 4,184 \cdot 1,00 \cdot 60 \cdot 1,45 = \mathbf{364 \text{ J}}$ (2 punkti)

3. $C_{NaOH} = \frac{n_{NaOH}}{V_{NaOH}} = \frac{Q_{neitr.}}{V_{NaOH} \cdot Q_{mol.neitr.}} = \frac{364}{0,050 \cdot 57620} = \mathbf{0,126 \text{ mol} \cdot L^{-1}}$ (2 punkti)

4. Tabulā dotā sakarība starp blīvumu un koncentrāciju ir lineāra. No tās varam noteikt, ka blīvuma izmaiņa par 0,005 g·mL⁻¹ atbilst koncentrācijas pieaugumam par 0,1112 mol·L⁻¹, līdz ar to blīvuma izmaiņa par 0,001 g·mL⁻¹ atbilst koncentrācijas pieaugumam par 0,02224 mol·L⁻¹. Tātad NaOH koncentrācija blīvumam 1,004 g·mL⁻¹ varam aprēķināt kā

$$C_{NaOH} = 0,0398 + 4 \cdot 0,02224 = \mathbf{0,129 \text{ mol} \cdot L^{-1}}. \quad (2 \text{ punkti})$$

5. Kura no skolēnu izmantotajām metodēm vispārīgi ir ar viszemāko precizitāti? (1 punkts)

a. Koncentrācijas noteikšana titrējot.

b. Koncentrācijas noteikšana, mērot blīvumu ar areometru.

c. Koncentrācijas noteikšana, mērot neitralizācijas siltumefektu.

6. Kura no NaOH koncentrācijas noteikšanas metodēm skolēnu izpildījumā ir visprecīzākā un dos vispareizākos rezultātus? (2 punkti)

a. Koncentrācijas noteikšana titrējot.

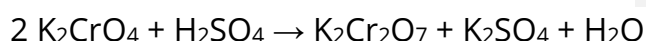
- b. Koncentrācijas noteikšana, mērot blīvumu ar areometru.
 c. Koncentrācijas noteikšana, mērot neitralizācijas siltumefektu.
7. Kas ir būtiskākais neprecizitātes / kļūdu avots Annas veiktajā koncentrācijas noteikšanā ar titrēšanas metodi? (1 punkts)
a. Iespējamās blakusreakcijas ar NaOH reakcijas produktiem ar glabājot absorbētajām vielām.
 b. Nekorekta indikatora izvēle.
 c. Nepareiza NaOH un HCl tilpumu izvēle.
 d. Metode principā nav piemērota NaOH šķīduma koncentrācijas noteikšanai.
8. Kas ir būtiskākais neprecizitātes / kļūdu avots Kārļa veiktajā koncentrācijas noteikšanā ar kalorimetrijas metodi? (1 punkts)
a. Iespējamās blakusreakcijas ar NaOH reakcijas produktiem ar glabājot absorbētajām vielām.
b. Siltuma zudumi vienkāršotās kalorimetra uzbūves dēļ.
 c. Nepareiza NaOH un HCl tilpumu izvēle.
 d. Metode principā nav piemērota NaOH šķīduma koncentrācijas noteikšanai.
9. Kas ir būtiskākais neprecizitātes / kļūdu avots Toma veiktajā koncentrācijas noteikšanā, mērot šķīduma blīvumu ar areometru? (1 punkts)
a. Iespējamās blakusreakcijas ar NaOH reakcijas produktiem ar glabājot absorbētajām vielām.
b. Zemā areometra precizitāte (pārāk liela vienas iedaļas vērtība).
 c. Fakts, ka skolas laboratorijā mērījuma laikā temperatūra patiesībā bija 21,5 °C.
 d. Metode principā nav piemērota NaOH šķīduma koncentrācijas noteikšanai.
10. Izvēlieties piemaisījumus, kas glabāšanas laikā varētu būt radušies skolēnu analizētajā NaOH šķīdumā. (2 punkti)
 a. Na₂O
 b. Na₂O₂
 c. NaCl
d. Na₂CO₃
 e. NaHCO₃
 f. Na₂S
 g. NaNO₃

4. uzdevums. Krāsainās pārvērtības (16 punkti)

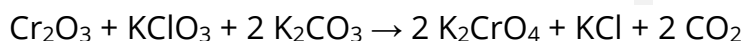
1. Metāla **X** un savienojumu **A – I** ķīmiskās formulas (kopā 11 punkti):

X = Cr	(1 punkts)	D = NaCrO ₂	(1 punkts)	H = CrO ₂ Cl ₂	(3 punkti)
A = Cr ₂ O ₃	(1 punkts)	E = K ₂ CrO ₄	(1 punkts)	I = H ₂ CrO ₄	(0,5 punkti)
B = CrO ₃	(1 punkts)	F = K ₂ Cr ₂ O ₇	(1 punkts)		
C = CrCl ₃	(1 punkts)	G = H ₂ Cr ₂ O ₇	(0,5 punkti)		

2. Visu stehiometrisko koeficientu summa ir **6**.



3. Visu stehiometrisko koeficientu summa ir **9**.



4. Balstoties uz doto informāciju un jūsu zināšanām par vielu uzbūvi, nosakiet, kāda ir savienojuma **H** uzbūve! (2 punkti)

a. Molekulārs savienojums ar tetraedrisku formu

b. Molekulārs savienojums ar planāru kvadrātisku formu

c. Molekulārs savienojums ar trigonālu bipiramidālu formu

d. Jonisks savienojums, kas satur tetraedriskus XO_4 fragmentus

e. Jonisks savienojums, nepietiekami dati kristāliskās uzbūves noteikšanai

f. Polimērveida savienojums, X atomus saista O atomi, Cl atomi ir termināli

5. uzdevums. **Homeopātisko preparātu ķīmija** (16 punkti)

1. Vielu **A**, **C** un **D** ķīmiskās formulas:

A = HgI₂ (1 punkts)

C = I₂ (1 punkts)

D = Hg (0,5 punkti)

2. Vielu **B**, **E** un **F** ķīmiskās formulas:

B = As₂S₃ (1 punkts)

E = As (1 punkts)

F = S (0,5 punkti)

3. $m = n \cdot M = C \cdot V \cdot M = 10^{-12} \cdot 4,05 \cdot 10^{11} \cdot 454,4 = \mathbf{184 \text{ g}}$ (3 punkti)

4. $n_{1\text{mL} \text{ ūdens}} = \frac{m}{M} = \frac{\gamma \cdot V}{M} = \frac{1,0 \cdot 10^{-6} \cdot 1 \cdot 10^{-3}}{200,6} = 5,00 \cdot 10^{-12} \text{ mol}$

$$n_{1\text{L} \text{ preparāta}} = C' \cdot V = C_{\text{orig}} \cdot \frac{V_{\text{orig}}}{V_{\text{prep}}} \cdot V = 10^{-12} \cdot \frac{0,95}{100} \cdot 1 = 9,5 \cdot 10^{-15} \text{ mol}$$

$$V = \frac{n_{1\text{L} \text{ preparāta}}}{n_{1\text{mL} \text{ ūdens}}} = \frac{9,5 \cdot 10^{-15}}{5,00 \cdot 10^{-12}} = \mathbf{525 \text{ L}}$$
 (5 punkti)

5.

$$V = 365 \text{ dienas} \cdot 0,010 \text{ L} = 3,65 \text{ L}$$

$$N = n \cdot N_A = c \cdot V \cdot N_A = 10^{-24} \text{ M} \cdot 3,65 \text{ L} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ molekulas/mol} \approx \mathbf{2 \text{ molekulas}}$$

9. KLASE

1. uzdevums. **Sārmzemju metāli, oksīdi, karbonāti...** (26 punkti)

No 4 gramiem kalcija un 5 gramiem cita, nezināma sārmzemju metāla ieguva šo elementu karbonātus (katru atsevišķi), kurus pēc tam pārvērta par šo elementu oksīdiem. Izrādījās, ka iegūtā nezināmā metāla karbonāta masa ir mazāka par iegūto kalcija karbonāta masu, turpretī iegūtā nezināmā oksīda masa ir lielāka par iegūto kalcija oksīda masu.

Izmantojot aprēķinus, nosaki nezināmo sārmzemju metālu! (7 punkti)

$n(\text{Ca}) = 4/40 = 0,10 \text{ mol}$, tātad $n(\text{CaCO}_3) = 0,10 \text{ mol}$ un $m(\text{CaCO}_3) = 0,1 \cdot 100 = 10,00 \text{ g}$ līdzīgi izriet, ka $n(\text{CaO}) = 0,10 \text{ mol}$ un $m(\text{CaO}) = 0,10 \cdot 56 = 5,60 \text{ g}$

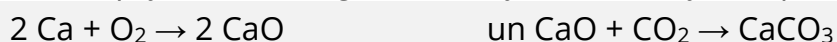
Pieņemam, ka nezināmā sārmzemju metāla molmasa ir $X \text{ g/mol}$.

Iegūtā nezināmā karbonāta daudzums būs tā ds pats kā metāla daudzums: $5/X \text{ mol}$ iegūtā karbonāta masa būs: $(5/X) \cdot (X + 60) \text{ g}$, zināms, ka $(5/X) \cdot (X + 60) < 10,00$ tātad nezināmā sārmzemju metāla molmasa $X > 60 \text{ g/mol}$

Iegūtā nezināmā oksīda daudzums būs tāds pats kā metāla daudzums: $5/X \text{ mol}$ iegūtā oksīda masa būs: $(5/X) \cdot (X + 16) \text{ g}$, zināms, ka $(5/X) \cdot (X + 16) > 5,60$ tātad nezināmā sārmzemju metāla molmasa $X < 133 \text{ g/mol}$

No sārmzemju metāliem šiem nosacījumiem atbilst **stroncijs - Sr**

Uzraksti ķīmiskās reakcijas vienādojumu kalcija karbonāta iegūšanai no kalcija oksīda! Iespējams, ka tā iegūšana būs jāveic 2 stadijās! (2 punkti)



Iegūto kalcija karbonātu izšķīdināja slāpekļskābē, kuras koncentrācija bija $0,25 \text{ mol/L}$.

Uzraksti ķīmiskās reakcijas vienādojumu! (1 punkts)

Aprēķini reakcijā patērētās $0,25 \text{ mol/L}$ slāpekļskābes tilpumu! (2 punkti)

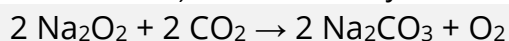


$$n(\text{CaCO}_3) = 0,10 \text{ mol}$$

$$n(\text{HNO}_3) = 0,20 \text{ mol} \quad v(\text{HNO}_3) = 0,20/0,25 = \mathbf{0,8 \text{ L}}$$

Šajā reakcijā (kalcija karbonāts + slāpekļskābe) iegūtās gāzes reģenerācijai par skābekli var izmantot tās iedarbību ar sārmu metālu peroksīdiem, piem., Na_2O_2 . Šajā reakcijā bez skābekļa rodas vēl tikai viens cits reakcijas produkts.

Uzraksti šīs ķīmiskās reakcijas vienādojumu! (3 punkti)



Šī reakcija ir oksidēšanās-reducēšanās reakcija.

Uzraksti ķīmiskā elementa simbolu, kurš šajā reakcijā ir oksidētājs! (1 punkts)

O

Uzraksti ķīmiskā elementa simbolu, kurš šajā reakcijā ir reducētājs! (1 punkts)

O

Arī iegūto nezināmā sārmzemju metāla karbonātu apstrādāja ar slāpekļskābes pārākumu, bet iegūto gāzveida vielu uztvēra 400 ml kālija hidroksīda šķīdumā, kura koncentrācija bija 0,20 mol/L.

Izmantojot aprēķinus, nosaki, kādi reakcijas produkti (neskaitot ūdeni) un cik daudz radās, iegūtajai gāzei reaģējot ar KOH šķīdumu! (9 punkti)

$$n(\text{SrCO}_3) = 5/88 = 0,0568 \text{ mol, tātad } n(\text{CO}_2) = 0,0568 \text{ mol}$$

$$n(\text{KOH}) = 0,20 \cdot 0,400 = 0,0800 \text{ mol}$$

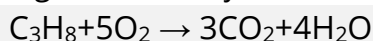
Tā kā KOH molārā attiecība pret CO₂ ir mazāka par 2, bet lielāka par 1, radīsies kālija hidroģenkarbonāta un kālija karbonāta maisījums.

Varam pieņemt, ka procesā CO₂ + KOH → KHCO₃ izreaģēja visi 0,0568 mol CO₂ un radās 0,0568 moli KHCO₃, bet pāri palika 0,0800 – 0,0568 = 0,0232 moli KOH

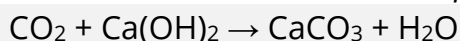
Tālāk atbilstoši vienādojumam KHCO₃ + KOH → K₂CO₃ + H₂O izreaģēja pāri palikušie 0,0232 mol KOH ar tikpat lielu molu skaitu KHCO₃, rodoties **0,0232 moliem K₂CO₃** un palika neizreaģējoši 0,0568 – 0,0232 = **0,0336 moli KHCO₃**

2. uzdevums. **Organiskie savienojumi deg** (16 punkti)

Ļoti raksturīga organisko savienojumu īpašība ir to spēja degt. Uzraksti propāna sadegšanas reakcijas vienādojumu! (2 punkti)



Uzraksti vienādojumu ķīmiskajai reakcijai, kas notiek, ja propāna sadegšanas produktus izlaiž cauri Ca(OH)₂ suspensijai! (1 punkts)



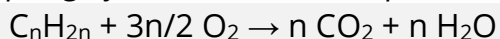
Uzraksti šīs ķīmiskās reakcijas veidu! (1 punkts)

Apmaiņas/neutralizācijas

Piesātināto ogleņdeņražu sadegšanu var aprakstīt ar vispārīgu sadegšanas reakcijas vienādojumu (formulu): C_nH_{2n+2} + (3n+1)/2 O₂ → n CO₂ + (n+1) H₂O Paskaidro, kā šādā vienādojumā iegūst koeficientus vispārīgā veidā! (2 punkti)

2 punkti par jebkuru sakarīgu skaidrojumu

Uzraksti līdzīgu vispārīgo sadegšanas reakcijas vienādojumu ogleņdeņražiem, kuru vispārīgā formula ir C_nH_{2n}! (3 punkti)



Lai sadedzinātu 10 gramus kāda piesātināta ogleņdeņraža (tā vispārīgā formula ir C_nH_{2n+2}), bija nepieciešami 26,13 litri skābekļa (n.a.).

Nosaki sadedzinātā ogleņdeņraža ķīmisko formulu! (4 punkti)

C₂H₆

Aprēķini, cik litri skābekļa nepieciešams, lai sadedzinātu 10 gramus ogleņdeņraža ar vispārīgo formulu C_nH_{2n}, kurš satur tikpat daudz oglekļa atomu kā iepriekšējā darbībā sadedzinātais piesātinātais ogleņdeņradis, kura formula bija C_nH_{2n+2}! (3 punkti)

24 litri

3. uzdevums. **Kalcija hlorīds un kristālhidrāti** (14 punkti)

Kalcija hlorīds ir diezgan tipisks jonu tipa savienojumu pārstāvis.

Uzraksti ķīmiskās reakciju vienādojumu kalcija hlorīda ieguvei! (1 punkts)



Gan kalcija hlorīds, gan daudzi citi sāļi viegli veido savienojumus, kurus sauc par kristālhidrātiem.

Uzraksti divu dažādu kristālhidrātu ķīmiskās formulas! (1 punkts)



Kristālhidrātus veidojošie savienojumi parasti ļoti viegli piesaista ūdeni, šīs īpašības dēļ tos izmanto kā ūdens atņēmējvielas.

Aprēķini, cik gramu kalcija hlorīda vajadzīgs, lai saistītu 5 g ūdens, ja zināms, ka reakcijā veidojas $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$! (3 punkti)

$$n(\text{CaCl}_2) = 1/6 n(\text{H}_2\text{O}) = 5/(6 \cdot 18) = 0,046 \text{ mol}$$

$$m(\text{CaCl}_2) = 0,0463 \cdot 111 = \mathbf{5,14 \text{ g}}$$

Vara(II) nitrāts arī veido kristālhidrātu, tā formula ir $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Karsējot 5,00 g šī kristālhidrāta, ieguva 2,00 g sausā atlikuma. Tika noskaidrots, ka sausais atlikums nesatur vara(II) nitrāta kristālhidrātu. Zināms, arī tas, ka karsējot $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, tas sadalās atbilstoši ķīmiskās reakcijas vienādojumam:



Aprēķini sausā atlikuma sastāvu! (9 punkti)

$$n(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 5/296 = 0,0169 \text{ mol}$$

$$n(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 0,0169 \text{ mol}$$

$$m(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 0,0169 \cdot 188 = 3,176 \text{ g}$$

$$m = 3,176 - 2,00 = 1,176 \text{ g}$$

Sadaloties 2 moliem $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ masas zudumi būtu 216 g ($4 \text{NO}_2 + \text{O}_2$)

Sadaloties x moliem $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ masas zudumi bija 1,176 g

Atrod, ka $x = 0,0109 \text{ mol}$, t.i. $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, kas sadalījās

Sausais atlikums satur $3,176 - 0,0109 \cdot 188 = \mathbf{1,13 \text{ g Cu}(\text{NO}_3)_2}$ un $2 - 1,13 = \mathbf{0,87 \text{ g CuO}}$

4. uzdevums. **Dzeltenīgā mistērija** (14 punkti)

Sadedzinot dzeltenīgu vienkāršu vielu A, radās viela B. Tā reaģē ar ūdeni, veidojot šķīdumu, kas satur vielu C, indikatori šķīdumā uzrāda skābu vidi. Vielu B var iegūt arī sadedzinot vienkāršu vielu D. Lai vielu D pārvērstu vielā A, to karsē bez gaisa skābekļa klātienes. Vielas A pārvēršana vielā D ir sarežģītāka.

Līdzīgā eksperimentā sadedzinot dzeltenu vienkāršu vielu A^1 , radās viela B^1 . Tā reaģē ar ūdeni, veidojot šķīdumu, kas satur vielu C^1 , indikatori šķīdumā uzrāda skābu vidi. Vielu B^1 var iegūt arī sadedzinot vienkāršu vielu D^1 . Lai vielu D^1 pārvērstu vielā A^1 , to karsē (silda)

gaisā noteiktā temperatūrā. Vielas A¹ pārvēršanās vielā D¹ notiek, lēni atdzesējot iepriekš iegūto vielu A¹.

Nosaki, kas varētu būt vielas A, B, C un D, kā arī A¹, B¹, C¹ un D¹! Atbildi pamato ar spriedumiem! (8 punkti)

A – baltais fosfors (īstenībā tas ir nedaudz dzeltenīgs)

B – P₂O₅ vai P₄O₁₀

C – H₃PO₄

D – sarkanais fosfors

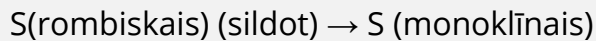
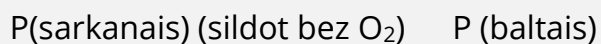
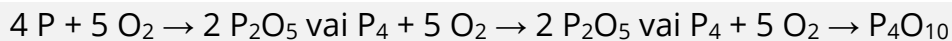
A¹ – monoklīnais sērs

B¹ – SO₂

C¹ – H₂SO₃

D¹ – rombiskais sērs

Uzraksti aprakstīto reakciju vienādojumus! (6 punkti)

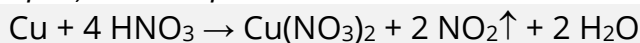


10. KLASE

1. uzdevums. **Vara rati, gari, plati...** (20 punkti)

Izšķīdinot koncentrētā slāpekļskābē 20,17 g vara un sudraba skaidiņu maisījumu, novēroja brūnas gāzes izdalīšanos. Nosverot iegūto šķīdumu, izrādījās, ka šķīduma masa ir tikpat liela kā reakcijai izmantotās koncentrētās slāpekļskābes šķīduma masa.

Uzraksti ķīmisko reakciju vienādojumus vara un sudraba reakcijām ar koncentrētu slāpekļskābi! (2 punkti)



Aprēķini iegūtās brūnās gāzes daudzumu un tilpumu (n.a.)! (1 punkts)

$$n(\text{NO}_2) = 20,17/46 = \mathbf{0,4385 \text{ mol}}$$

$$v(\text{NO}_2) = 0,4385 \cdot 22,4 = \mathbf{9,82 \text{ L}}$$

Aprēķini vara un sudraba masas daļas (izteiktas%) to maisījumā! (3 punkti)

Apzīmējot ar x Cu daudzumu, bet ar y – Ag daudzumu, sastāda un atrisina vienādojumu sistēmu:

$$64x + 108y = 20,17$$

$$2x + y = 0,4385$$

legūst, ka $x = 0,1789$ mol Cu, $y = 0,0807$ mol Ag,

tātad $m(\text{Cu}) = 11,45$ g un $m(\text{Ag}) = 8,72$ g, jeb **56,77% Cu** un **43,23% Ag**

Aprēķini iegūtā vara(II) nitrāta masu! (1 punkts)

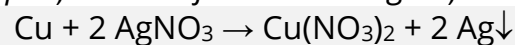
$$n(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = n(\text{Cu}) = 0,1789 \text{ mol}$$

$$m(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 0,1789 \cdot 188 = \mathbf{33,63 \text{ g}}$$

legūtajam vara(II) nitrāta un sudraba nitrāta šķīdumam pievienoja vara skaidiņas pārākumā.

Uzraksti notiekošās ķīmiskās reakcijas vienādojumu! (1 punkts)

Aprēķini reakcijā radušos nogulšņu masu! (1 punkts)



$$n(\text{Ag}) = n(\text{AgNO}_3) = 0,0807 \text{ mol } m(\text{Ag}) = 8,72 \text{ g}$$

Zemes garozā sudrabs ir gan tīrradņa, gan ķīmisko savienojumu formā. Viens no sudrabu saturošiem minerāliem ir sudraba spīde. Tā sastāv no diviem ķīmiskajiem elementiem – metāla un nemetāla, sudraba masas daļa tajā ir 87,10%.

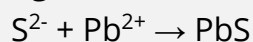
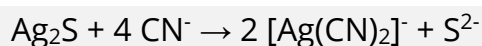
Aprēķini sudraba spīdes ķīmisko formulu! (2 punkti)

Apzīmēsim nezināmo elementu ar X.

$$n(\text{Ag}) : n(\text{X}) = 87,10/108 : 12,9/M(\text{X}) = 0,8064 : 12,9/M(\text{X})$$

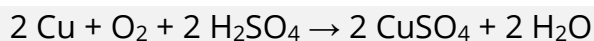
Zinot, ka Ag stabila oksidēšanas pakāpe ir tikai +1, iespējamās formulas ir AgX; Ag₂X; Ag₃X; Ag₄X. Aprēķina, ja formula būtu AgX, tad $M(\text{X}) = 16,00$, taču AgO nebūs stabils, ja formula būtu Ag₂X, tad $M(\text{X}) = 32,00$, ķīmiskais elements sērs der, minerāla formula būs **Ag₂S**.

Lai no šī minerāla iegūtu sudrabu, to vispirms šķīdina ļoti atšķaidītā nātrija cianīda NaCN šķīdumā. Reakcijās rodas kompleksais savienojums – nātrija dicianoargentāts un vēl viens reakcijas produkts. Lai reakcijas līdzsvaru nobīdītu vēlamajā virzienā, otrā produkta anjona saistīšanai pievieno šķīstošu svina(II) sāli, rodas melnas nogulsnes. No iegūtā kompleksā savienojuma sudrabu izgulsnē, pievienojot pulverveida cinku, cinks pāriet šķīdumā nātrija tetracianocinkāta veidā.



Uzraksti šo ķīmisko reakciju saīsinātos jonu vienādojumus! (3 punkti)

Zināmākais vara savienojums ir vara(II) sulfāts. Rūpniecībā to iegūst, šķīdinot varu karstā atšķaidītā sērskābē gaisa skābekļa klātienē.



Uzraksti šo ķīmiskās reakcijas vienādojumu! (1 punkts)

No šķīdumiem vara(II) sulfāts izkristalizējas pentahidrāta veidā. Kādā eksperimentā 200 g 25% CuSO₄ atdzesēja līdz 10 °C. Vara(II) sulfāta šķīdība 10 °C temperatūrā ir 17,4 g bezūdens vara(II) sulfāta 100 g ūdens.

Aprēķini, cik liela CuSO₄·5H₂O masa izkristalizējās! (5 punkti)

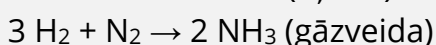
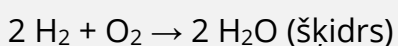
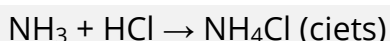
200 g šķīduma satur 50 g CuSO₄ un 150 g ūdens. Pieņemot, ka atdzesējot izkristalizējās x g CuSO₄·5H₂O, šķīduma masa samazinājās par x g, bet tajā esošā CuSO₄ masa samazinājās par $(x \cdot M(\text{CuSO}_4)) / M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 0,64x$ g. Tā kā atdzesējot izveidojās piesātināts šķīdums, tad spēkā būs sakarība: $(50 - 0,64x) / (200 - x) = 17,4 / (100 + 17,4)$

Atrisinot to, iegūst, ka x = **41,40 g CuSO₄·5H₂O**

2. uzdevums. Dažādas gāzu dimensijas (16 punkti)

Divām vai vairākām gāzēm reaģējot savā starpā var veidoties gan cietas, gan šķidrās, gan gāzveida vielas.

Uzraksti trīs ķīmisko reakciju vienādojumus, kuri parāda, ka, reaģējot savā starpā divām vai vairākām gāzēm, rodas cieta viela, šķidra viela, gāzveida viela (katru reizi cits reakcijas vienādojums)! Reakcijas produktu agregātstāvoklis tiek noteikts standartapstākļos (25 °C). (3 punkti)



Dažas gāzes ļoti labi šķīst ūdenī. Piemēram, 1 litrā ūdens 0 °C var izšķīdināt pat vairāk nekā 500 litrus hlorūdeņraža. Kādā eksperimentā milzīgu kolbu, kuras tilpums bija 20,17 L, piepildīja ar sausu hlorūdeņradi, bet pēc tam tās kaklu iegremdēja ūdenī. Ūdens piepildīja visu kolbu pilnībā.

Aprēķini HCl molāro koncentrāciju iegūtajā šķīdumā! Pieņem, ka mērījumi veikti normālos apstākļos! (2 punkti)

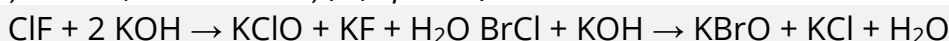
Kolbas tilpums nav svarīgs, jo:

$$c(\text{HCl}) = n(\text{HCl})/v(\text{HCl}) = v(\text{HCl})/(v(\text{HCl}) \cdot V_0) = 1/V_0$$

$$c(\text{HCl}) = 1/22,4 = \mathbf{0,045 \text{ mol/L}}$$

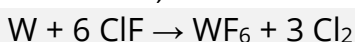
Hlora(I) fluorīds ir bezkrāsaina gāze, turpretī broms(I) hlorīds ir sarkanbrūna gāze. Abi savienojumi sārmainā vidē viegli hidrolizējas, katrs veidojot divus dažādus sāļus.

Uzraksti hlora(I) fluorīda un broms(I) hlorīda hidrolīzes reakciju vienādojumus KOH šķīdumā (katru atsevišķi)! (4 punkti)



Hlora(I) fluorīds ir ļoti stiprs oksidētājs. Tas var oksidēt volframu par tā augstāko halogenīdu, vienlaicīgi veidojoties kādai vienkāršai vielai.

Uzraksti ķīmiskās reakcijas vienādojumu šim procesam! (1 punkts)



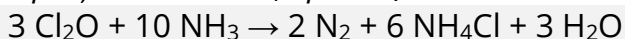
Šis volframa augstākais halogenīds istabas temperatūrā arī ir gāze, jo tā vārīšanās temperatūra ir 17,1°C.

Aprēķini, cik reizes tā tvaiku blīvums ir lielāks par gaisa blīvumu! (1 punkts)

$$d_{(\text{WF}_6/\text{gaisu})} = M(\text{WF}_6)/29 = 298/29 = \mathbf{10,28 \text{ reizes}}$$

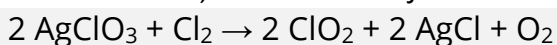
Arī divi hlora oksīdi ir gāzveida vielas. Hlora(II) oksīds (atklāts 1834. gadā) ir stiprs oksidētājs, tāpēc tā maisījums ar citu gāzi – amonjaku, kuram raksturīgas stipras reducējošās īpašības, eksplodējot ar sevišķi lielu efektivitāti.

Uzraksti šīs ķīmiskās reakcijas vienādojumu! Ievēro, ka hlora(II) savienojumi parasti reducējas par hlora(-I) savienojumiem, bet ļoti liela stabilitāte ir raksturīga slāpekļa molekulai! (3 punkti)



Hlora(IV) oksīds ir pirmais zināmais hlora oksīds, to atklāja jau 1811. gadā. Laboratorijas apstākļos to var iegūt, reducējot sudraba hlorātu AgClO_3 ar hloru. Reakcijā rodas trīs produkti, no kuriem viens ir vienkārša viela.

Uzraksti šīs ķīmiskās reakcijas vienādojumu! (2 punkti)

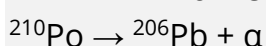
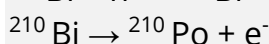
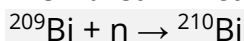


3. uzdevums. **Kas gan var būt noderīgāks par poloniju...** (12 punkti)

Polonijs ir radioaktīvs elements, kuru 1898. gadā atklāja Marija Kirī. Lai arī šis elements nelielos daudzumos ir atrodams urāna rūdās, mūsdienās to ražo ar neitroniem apstarojot ^{209}Bi izotopu. Šajā procesā rodas ^{210}Bi , kurš ātri beta sadalīšanās procesā pārvēršas par ^{210}Po .

Polonija pussabrukšanas periods ir 138 dienas un tā sabrukšanā rodas hēlija atoma kodoli.

Uzraksti minēto kodolreakciju vienādojumus! (3 punkti)



Tā kā ^{210}Po ir salīdzinoši īss pussabrukšanas periods, un tas ir alfa daļiņu avots, tas un tā savienojumi sasilst (uzkarst) paši no sevis. Šī iemesla dēļ polonijs tiek izmantots radioizotopu sildītājos un termogeneratoros, lai apsildītu un nodrošinātu satelītus ar elektrību. Pieņemsim, ka satelīta palaišanas brīdī tas satur 2 g ^{210}Po , kura jauda ir $P = 141 \text{ W}\cdot\text{g}^{-1}$.

Aprēķini, kāda būs tā jauda pēc 276 dienām! (3 punkti)

276 dienas ir divi polonija pussabrukšanas periodi, tātad ^{210}Po masa būs samazinājusies 4 reizes. Atbilstoši jauda būs $P = (141 \cdot 2)/4 = \mathbf{70,5 \text{ W}}$

Kā alternatīvu ^{210}Po var izmantot ^{238}Pu izotopu, kam ir lielāks pussabrukšanas periods, taču mazāka īpatnējā jauda ($P_{\text{īpatnējā}} = 0,56 \text{ W}\cdot\text{g}^{-1}$).

Zinot, ka pēc 5 gadiem ($t = 5 \text{ gadi}$), jauda ir kritusies par 4%, nosaki ^{238}Pu pussabrukšanas periodu! (3 punkti)

Padoms: $\ln(m_2/m_1)/\ln(0,5) = t/t_{1/2}$, kā arī $\ln(x) = 2,30 \lg(x)$.

Ievērojot, ka $m_2/m_1 = 1 - 0,04 = 0,96$ iegūst, ka $\ln 0,96/\ln 0,5 = 5/t_{1/2}$. Atrisinot, iegūst, ka $t_{1/2} = \mathbf{85 \text{ gadi}}$.

Nosaki, pēc aptuveni cik ilga laika ^{210}Po jauda sakritīs ar sākotnējo ^{238}Pu jaudu! (3 punkti)

Viena pussabrukšanas perioda laikā polonija jauda samazinās 2 (jeb 2^1) reizes, divu pussabrukšanas periodu laikā jau $2 \cdot 2 = 4$ (jeb 2^2) reizes, trīs pussabrukšanas periodu laikā – $2 \cdot 2 \cdot 2 = 8$ (jeb 2^3) reizes, tātad n pussabrukšanas periodu laikā – 2^n reizes. Jaudu attiecība ^{210}Po pret ^{238}Pu ir $141/0,56 = 252$ reizes, kas apmēram vienāds ar 2^8 . Tas atbilst jaudas samazināšanās lielumam astoņu ^{210}Po pussabrukšanas periodu laikā, tātad $138 \cdot 8 = \mathbf{1104 \text{ dienās}}$.

4. uzdevums. **Volframa un sēra radniecība** (11 punkti)

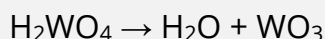
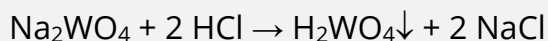
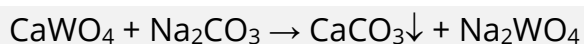
Gan volframs, gan sērs ķīmisko saišu veidošanai var izmantot 6 valences (vērtības) elektronus, tāpēc tie veido daudz līdzīgus savienojumus. Viens no šādiem savienojumiem ir volframa(VI) oksīds. Volframa(VI) oksīdu var izmantot stiklu izgatavošanā, kuri kļūst tumši, tiem pievadot elektrisko strāvu. Dabā volframs sastopams minerāla šēlīta formā. No ķīmiskā skatupunkta tas ir kalcija volframāts, kas satur sulfātjoniem analogiskus volframātjonus.

Uzzīmē volframātjona struktūrformulu! Centies parādīt tajā ķīmisko saišu telpisko izvietojumu un informāciju par saišu garumiem (īsāks, garāks)! (3 punkti)

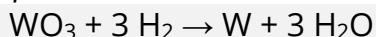
Voframātjonam tāpat kā sulfātjonam ir tetraedriska uzbūve, visas saites ir vienāda garuma (izlīdzināta ķīmisko saišu sistēma)

Lai iegūtu volframu, vispirms minerālu šēlītu apstrādā ar koncentrētu nātrija karbonāta ūdens šķīdumu, veidojas baltas nogulsnes, kuras nofiltrē. Filtrātam pievieno sālsskābi, veidojas volframskābe, kuru izkarsējot rodas volframa(VI) oksīds.

Uzraksti atbilstošos ķīmisko reakciju vienādojumus! (3 punkti)

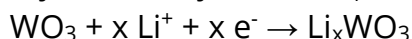


*Uzraksti ķīmiskās reakcijas vienādojumu volframa iegūšanai tīrā veidā no tā oksīda!
(2 punkti)*



2 punkti, ja reducētājs ir ūdeņradis; 1 punkts, ja kāds no metāliem; 0 punktu, ja C vai CO

Apskatīsim iepriekš minēto stiklu darbības principu. Caurspīdīgam volframa(VI) oksīda slānim, kurš satur jonu avotus, piemēram, litija sāļus, pievadot elektrisko strāvu, notiek sekojošā reakcija, kurā daļa no litija joniem nokļūst oksīda struktūrā:



Savienojumus, kuru formulas līdzīgas Li_xWO_3 formulai, sauc par volframa bronzām un to krāsa ir atkarīga no x vērtības. Tipiska vērtība ir $x = 0,3$, tad novērojama tumši zila krāsa.

Nosaki volframa oksidēšanas pakāpi, ja $x = 1$! (1 punkts)

Nosaki vidējo volframa oksidēšanas pakāpi, ja $x = 0,3$! (2 punkti)

+5 un +5,7

5. uzdevums. **Kas gan var noderīgāks par spirtu...** (11 punkti)

Organisko savienojumu degšanu izmanto enerģijas un siltuma iegūšanai.

Uzraksti etanola sadegšanas termokīmisko vienādojumu, ja zināms, ka sadegot 1 molam etanola izdalās 1370 kJ enerģijas! (2 punkti)



Aprēķini etanola īpatnējo sadegšanas siltumu (siltuma daudzumu, kas izdalās sadegot vienam kilogramam etanola)! Rezultātu izsaki kJ/kg! (1 punkts)

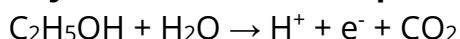
$$q(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = ((1000 \text{ g}/46 \text{ g/mol}) * 1370 \text{ kJ/mol}) / 1 \text{ kg} = \mathbf{29783 \text{ kJ/kg}}$$

Salīdzini etanola un metanola īpatnējo sadegšanas siltumu, ja zināms, ka sadegot 1 molam metanola rodas 715 kJ enerģijas! (2 punkti)

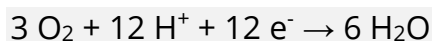
$$q(\text{CH}_3\text{OH}) = (1 \text{ mol} * 715 \text{ kJ/mol}) / (1 \text{ mol} * 32 \text{ g/mol}) = 22344 \text{ kJ/kg}$$

Tātad **etanolam** sadegšanas īpatnējais siltums **ir lielāks nekā metanolam**.

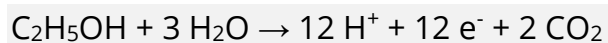
Šis ievērojamais enerģijas daudzums padara etanolu par potenciālu enerģijas avotu baterijās. Viens no iespējamajiem veidiem ir etanola degvielas šūnas, kurās notiek katalītiska etanola oksidēšana. Tajā pie anoda notiekošo procesu (**anodreakciju**) var aprakstīt šādā veidā (**vienādojuma labā un kreisā puse nav novienādotas**):



*Uzraksti novienādotu **katodreakciju**, ievērojot to, ka summārā reakcija atbilst etanola sadegšanas reakcijai! (2 punkti)*



Uzraksti novienādotu **anodreakciju!** (1 punkts)



Šūnas darbības gaitā no anoda izdalījās 35,60 L gāzes (25 °C, 100 kPa).

Aprēķini, cik daudz enerģijas šūna saražoja! (2 punkti)

$$n = pV/RT = (100 \cdot 1000 \text{ Pa} \cdot 35,60 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3) / (8,314 \text{ m}^3 \cdot \text{Pa}/\text{K} \cdot \text{mol} \cdot (273+25)\text{K}) = 1,44 \text{ mol}$$

$$Q = (1,44 \text{ mol} / 2) \cdot 1370 \text{ kJ/mol} = \mathbf{986 \text{ kJ}}$$

Zinot, ka process notika 150 minūtes, nosaki šūnas jaudu! (1 punkts)

$$P = Q/t = 986000 \text{ J} / (60 \cdot 150) \text{ s} = \mathbf{110 \text{ W}}$$

11. KLASE

1. uzdevums. **Legendām apvītais sakausējums** (12 punkti)

1. Nosakiet niķeļa masas daļu sakausējumā.

$\text{Ni}(\text{C}_4\text{H}_7\text{N}_2\text{O}_2)_2$ molmasa ir $288,91 \text{ g mol}^{-1}$, un līdz ar to gan šī savienojuma, gan Ni daudzums analizētajā daļā no šķīduma A ir:

$$n(\text{Ni})_{20\text{mL}} = n(\text{nog}) = \frac{0,0466}{288,91} = 1,61 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

Tā kā šai analīzei tika ņemti 20 ml no 100 ml mērkolbas, kopējais Ni daudzums ir 5 reizes lielāks, un tā masa sakausējumā bija:

$$m(\text{Ni}) = \frac{100}{20} n(\text{Ni})_{20\text{mL}} \cdot M(\text{Ni}) = 5 \cdot 1,61 \cdot 10^{-4} \cdot 58,69 = 0,0472 \text{ g}$$

Tātad Ni masas daļa sakausējumā ir **4,72%**. 3 punkti

2. Pēc iespējas precīzāk nosakiet cinka masas daļu sakausējumā. *Ja nepieciešams, zīmējiet kalibrēšanas grafiku,*

No datiem varam noteikt, ka koncentrācija, ko satur katrs 1 ml $1,00 \text{ mM Zn}^{2+}$ standartšķīduma palielina absorbcijas vērtību par 0,250 (Šo pašu informāciju mēs noteiktu no kalibrēšanas grafika, kas dots zemāk).

Tā kā analizētā parauga absorbcija bija 0,909, varam aprēķināt, ka Zn^{2+} daudzums tajā ir vienāds ar to, kas būtu x ml standartšķīduma, kur x :

$$x = \frac{0,947}{0,250} = 3,79 \text{ mL}$$

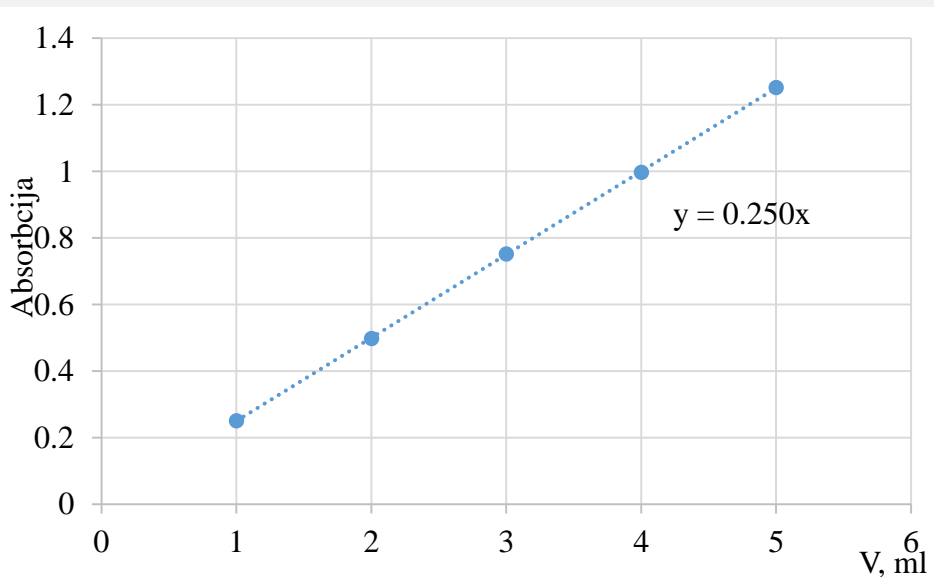
Tātad Zn^{2+} daudzums analizētajā šķīdumā bija:

$$n = x \cdot n_{1 \text{ mL stšķ.}} = x \cdot C_{\text{stšķ.}} \cdot V_{1 \text{ ml}} = 3,79 \cdot 1,00 \cdot 10^{-3} \cdot 0,001 = 3,79 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$$

Tā kā šai analīzei tika ņemti 0,125 ml no 100 ml mērkolbas, kopējais Zn daudzums ir 800 reižu lielāks, un tā masa sakausējumā bija:

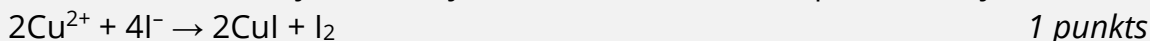
$$m(\text{Zn}) = \frac{100}{0,125} n(\text{Zn})_{0,125 \text{ mL}} \cdot M(\text{Zn}) = 800 \cdot 3,79 \cdot 10^{-6} \cdot 65,38 = 0,1982 \text{ g}$$

Tātad Zn masas daļa sakausējumā ir **19,82%**. 4 punkti

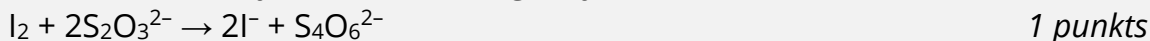


3. Nosakiet vara masas daļu sakausējumā. Uzrakstiet ar vara noteikšanu saistīto ķīmisko reakciju vienādojumus.

Pirmā no notiekošajām reakcijām ir vara reducēšanās par vara (I) jodīdu:



Titrēšanas reakcijā tiek noteikts iegūtā joda daudzums:



Tātad izejas paraugā esošam 1 mol Cu^{2+} noteikšanai tiks patērēts 1 mol nātrija tiosulfāta.

Līdz ar to varam noteikt, ka:

$$n(\text{Cu})_{20\text{mL}} = C_{\text{tios}} V_{\text{tios}} = 0,100 \cdot 0,0236 = 2,36 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

Tā kā šai analīzei tika ņemti 20 ml no 100 ml mērkolbas, kopējais Cu daudzums ir 5 reizes lielāks, un tā masa sakausējumā bija:

$$m(\text{Cu}) = \frac{100}{20} n(\text{Cu})_{20\text{mL}} \cdot M(\text{Cu}) = 5 \cdot 2,36 \cdot 10^{-3} \cdot 63,55 = 0,7500 \text{ g}$$

Tātad Ni masas daļa sakausējumā ir **75,00%**. 2,5 punkti

4. Balstoties uz iegūtajiem datiem, novērtējiet dzelzs masas daļu sakausējumā, pieņemot, ka sakausējums citus elementus nesatur!

$$w(\text{Fe}) = 100 - w(\text{Cu}) - w(\text{Ni}) - w(\text{Zn}) = 100 - 75,00 - 19,82 - 4,72 = \mathbf{0,46\%}$$

0,5 punkti

2. uzdevums. Neorganiskās pārvērtības (23 punkti)

1. Uzrakstīt savienojumu **A – L** ķīmiskās formulas.

A = P (fosfors)

B = P_2O_3

C = P_2O_5

D = PCl_3

E = PCl_5

F = POCl_3

G = PH_3

H = PH_4Cl

I = PH_4I

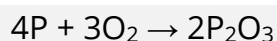
J = PI_3

K = P_2I_4

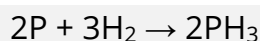
L = H_3PO_4

12 x 0,5 punkti

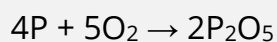
2. Uzrakstīt aprakstīto pārvērtību ķīmisko reakciju vienādojumus.



0,25 punkti



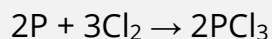
0,25 punkti



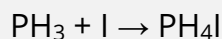
0,25 punkti



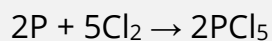
0,25 punkti



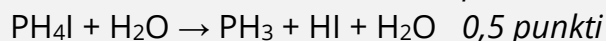
0,25 punkti



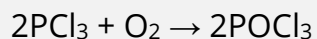
0,25 punkti



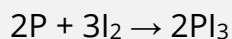
0,25 punkti



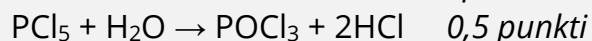
0,5 punkti



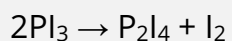
0,5 punkti



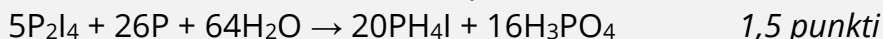
0,25 punkti



0,5 punkti



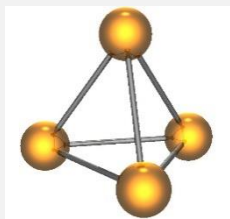
0,5 punkti



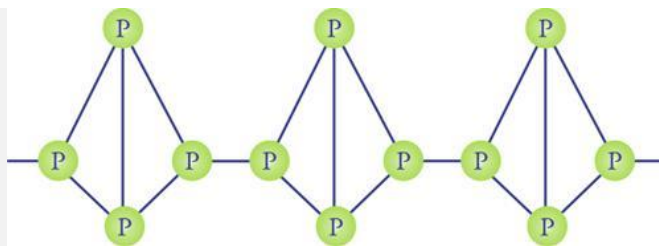
0,5 punkti

3. Pēc iespējas skaidrāk (bet lakoniskāk) aprakstīt, kā uzbūves un reaģētspējas ziņā atšķiras **A₁** un **A₂**.

Baltais fosfors P_4 (**A₁**) sastāv no tetradriski izkārtotiem 4 P atomiem (skat. 48. att.), un ir ļoti reaģētspējīgs.



48. att. Baltais fosfors

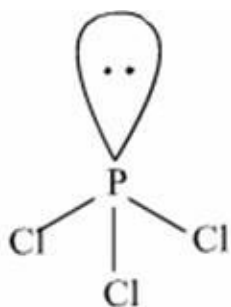


49. att. Sarkanais fosfors

Sarkanajam fosforam (\mathbf{A}_2) ir polimērveida struktūra (ko var uzskatīt par polimerizējušos P_4 , skat. 49. att.), un tas reaģētspējas ziņā ir inertāks un līdz ar to stabilāks.

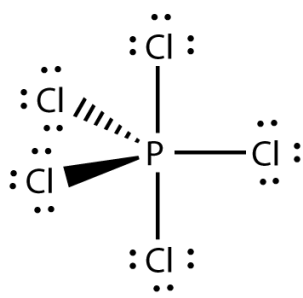
1,5 punkti

4. Uzzīmējiet **D**, **E**, **F** un **K** Luisa struktūras, pēc iespējas korektāk attēlojot to telpisko uzbūvi.



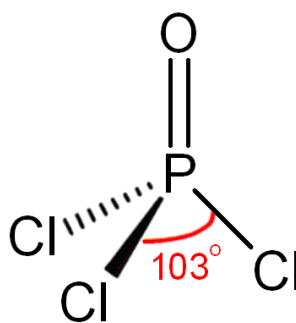
50. att.

0,5 punkti



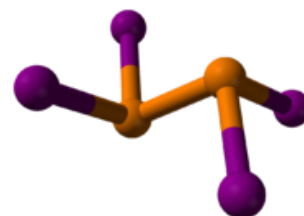
51. att.

0,5 punkti



52. att.

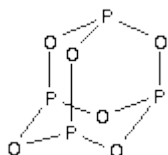
0,5 punkti



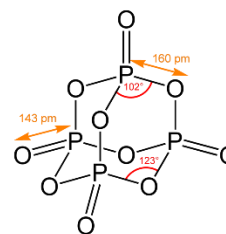
53. att.

1 punkts

5. Pēc iespējas skaidrāk un korektāk attēlojiet oksīdu **B** un **C** telpisko uzbūvi.



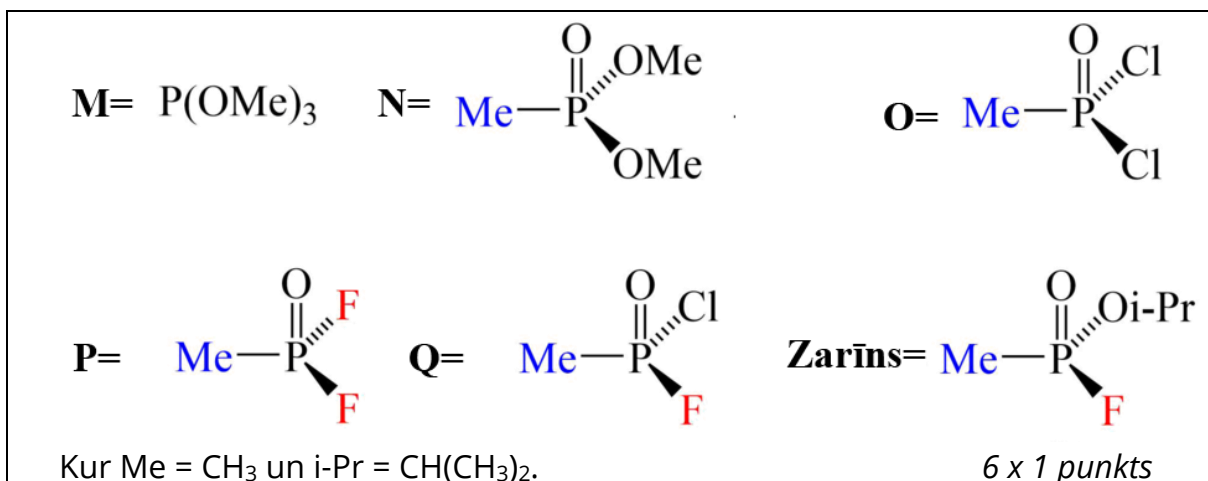
54. att.



55. att.

1 punkts

6. Uzrakstīt savienojumu **M** – **Q** un zarīna ķīmiskās formulas, pēc iespējas skaidrāk attēlojot atomu savstarpējo saistību tajos.



56. att.

3. uzdevums. Krāsainais labirints (10 punkti)

(a) **Mangāna violetais** ir pirofosfāta dubultsāls. Kā katjoni šajā sāļi ir amonija jons un mangāna jons. Noteikt oksidēšanās pakāpi mangānam, ja zināms, ka savienojuma molmasa ir 247g/mol. Uzrakstīt savienojuma ķīmisko formulu. *Padoms: pirofosfāta jons ir P₂O₇⁴⁻.*

Oksidēšanās pakāpe mangānam ir **+3**

0,5 punkti

Formula **NH₄MnP₂O₇**

0,5 punkti

(b) **Hroma zaļais** ir binārs savienojums, kurā hroma masas daļa ir 68%. Aprēķināt formulu šim pigmentam. Sākotnēji šis savienojums tika iegūts, reducējot nātrija dihromātu ar sēru. Uzrakstīt šīs reakcijas vienādojumu.

Cr₂O₃

1 punkts

$\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{S} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Cr}_2\text{O}_3$

1 punkts

(c) **Parīzes zaļā molmasa** ir 1016g/mol un tā sastāvā ir acetātjoni (C₂H₃O₂⁻), varš (II) un vēl kāds neorganisks oksianjons. Zinot, ka vara masas daļa ir 25%, oglekļa masas daļa ir 4,7% un oksianjons ir formā (X_yO_{2y})³⁻, noteikt šo oksianjonu un tādējādi kopējo savienojuma molekulformulu.

Parīzes zaļais satur **4 vara atomus**

0,5 punkti

Parīzes zaļais satur **2 acetātgrupas**

1 punkts

Parīzes zaļais satur **2 oksianjonus,**

tādējādi oksianjona molmasa ir **321 g/mol**

1 punkts

Oksianjons ir **As₃O₆³⁻**

1 punkts

(Cu²⁺)₄(As₃O₆³⁻)₂(AcO⁻)₂

0,5 punkti

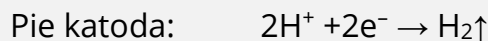
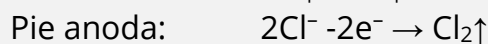
(d) **Realgārs** un **Orpiments** (sarkani un dzelteni pigmenti attiecīgi) ir bināri savienojumi, kuri sastāv no blakus grupās esošiem nemetāliem. To molmasas ir 107g/mol un 246g/mol. Noteikt formulas šiem pigmentiem. Viens no šajos savienojumos ietilpstošajiem elementiem ir arī Parīzes zaļā sastāvā.

AsS un As₂S₃

3 punkti

4. uzdevums. **Elektrolīzeris** (15 punkti)

1. Uzrakstiet nātrija hlorīda ūdens šķīduma elektrolīzes reakcijas vienādojumu, norādot, kāds process notiek pie anoda, un kāds pie katoda.



1,5 punkti

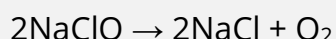
2. Uzrakstīt visu aprakstīto pārvērtību ķīmisko reakciju vienādojumus.



1 punkts



1 punkts



0,5 punkti

3. Aprēķināt no elektrolīzes iekārtas izdalītā hlora daudzumu.

Ja iegūtā AgCl masa ir 10,00 g, tad tā daudzums ir vienāds ar:

$$n(\text{AgCl}) = \frac{m}{M} = \frac{10,00}{143,32} = 0,06977 \text{ mol}$$

Tātad izdalītā hlora daudzums būs divas reizes mazāks:

$$n(\text{Cl}_2)_{\text{izdal}} = 0,5 \cdot n(\text{AgCl}) = 0,5 \cdot 0,06977 = \mathbf{0,03489 \text{ mol}}$$

1,5 punkti

4. Aprēķināt ar elektrolīzes šķīdumu izreaģējušā hlora daudzumu.

Zināms, ka elektrolizējot NaCl ūdens šķīdumu, rodas NaOH, kas reakcijā ar Cl₂ veidos NaClO un papildus NaCl. Rūpīgi ietvaicējot šo vielu šķīdumu, tās iegūsim cietā veidā, taču karsējot šo maisījumu NaClO sadalīsies par NaCl un O₂. Līdz ar to masas zudums karsēšanas procesā saistāms ar O₂ rašanos no NaClO. Aprēķinām izdalītā O₂ daudzumu:

$$n(\text{O}_2) = \frac{m}{M} = \frac{19,51 - 18,71}{32,00} = 0,0250 \text{ mol}$$

Reakcijā ar Cl₂ iegūtā NaClO daudzums ir divas reizes lielāks (tātad 0,050 mol), kas savukārt ir vienāds ar hlora daudzumu, kas izreaģēja ar elektrolīzē iegūto šķīdumu. Tātad:

$$n(\text{Cl}_2)_{\text{izreaģ}} = \mathbf{0,0500 \text{ mol}}$$

2,5 punkti

5. Aprēķināt elektrolīzes praktisko iznākumu procentos pēc kopā iegūtā hlora daudzuma.

Tātad kopā elektrolīzē iegūtais hlora daudzums ir:

$$n(\text{Cl}_2)_{\text{kop}} = n(\text{Cl}_2)_{\text{izdal}} + n(\text{Cl}_2)_{\text{izreaģ}} = 0,0349 + 0,0500 = 0,0849 \text{ mol}$$

Teorētiski iespējamo elektrolīzē iegūstamo hlora daudzumu varam aprēķināt kā:

$$n_{\text{teor}} = \frac{It}{zF} = \frac{0,650 \cdot 7,00 \cdot 60 \cdot 60}{96485 \cdot 2} = 0,0849 \text{ mol}$$

Tātad reakcijas praktiskais iznākums ir:

$$\frac{n(\text{Cl}_2)_{\text{kop}}}{n_{\text{teor}}} \cdot 100\% = \frac{0,0849}{0,0849} \cdot 100\% = \mathbf{100\%}$$

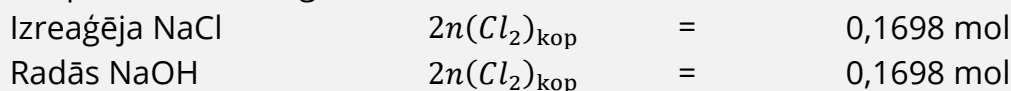
2,5 punkti

6. Aprēķināt ietvaicējot pazeminātā spiedienā 40 °C temperatūrā iegūtā sausā atlikuma sastāvu masas daļās procentos.

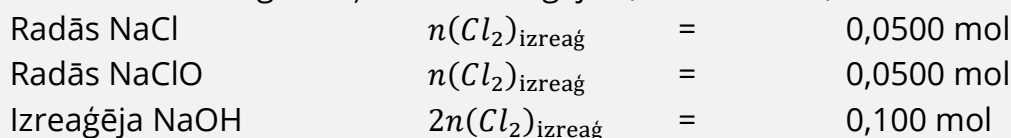
100 g 20% NaCl ūdens šķīdumā NaCl masa ir 20,0 g, un līdz ar to tā daudzums ir:

$$n(\text{NaCl}) = \frac{m}{M} = \frac{20,0}{58,44} = 0,3422 \text{ mol}$$

Ja kopā elektrolīzē iegūtā hlora daudzums ir 0,0849 mol, tad elektrolīzē:



Ja ar elektrolīzē iegūto šķīdumu izreaģēja 0,0500 mol Cl₂, tad



Līdz ar to apkopojot šo informāciju, varam iegūt maisījuma sastāvā ietilpstošo vielu daudzumus, masu un masas daļu:

Viela	Daudzums, mol	Masa, g	W%
NaCl	$0,3422 - 0,1698 + 0,0500 = 0,2224$	13,00	66,6%
NaClO	$0,0500 = 0,0500$	3,72	19,1%
NaOH	$0,1698 - 0,100 = 0,0698$	2,79	14,3%
	Kopā:	19,51	

4,5 punkti

5. uzdevums. **Nevienāda oksīds** (16 punkti)

1. Kas ir metāls **X** un oksīdi **A** – **C**?

Varam aprēķināt, ka skābekļa masas daļa oksīdā **A** ir $0,401/1,001 = 0,4006$

Ja oksīda formula ir X_yO_z, tad skābekļa masas daļa ir vienāda ar:

$$w_o = \frac{z \cdot M(O)}{y \cdot M(X) + z \cdot M(O)}$$

Metāla molmasa līdz ar to ir:

$$M(X) = \frac{z \cdot M(O) - w_o \cdot z \cdot M(O)}{y \cdot w_o} = \frac{z \cdot 16,00 - 0,4006 \cdot z \cdot 16,00}{y \cdot 0,4006}$$

Izmantojot y un z vērtības dažādām iespējamām oksidēšanās pakāpēm, atrodam, ka teorētiski derīgas varētu būt kombinācijas y = 1 un z = 1, kas dod M(X) ≈ 24 g mol⁻¹, kas atbilstu Mg, y = 1 un z = 2, kas dod M(X) = 47,88 g mol⁻¹, kas atbilstu Ti, kā arī y = 1 un z = 4, kas dod M(X) = 95,8 g mol⁻¹, kas atbilstu Mo. Vienīgais no šiem uzdevuma nosacījumiem atbilst **titāns** (Mg nav zināmi vēl citi oksīdi, un Mo šāds oksīds neeksistē). *2 punkti*

Tātad:

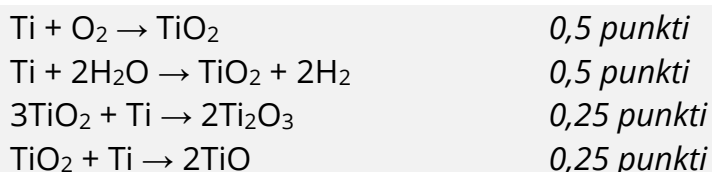
3 x 0,5 punkti

A = TiO₂

B = Ti₂O₃

C = TiO (no C struktūras var noteikt, ka tā elementu attiecība ir 1:1, un, zinot, ka oksīdu B iegūst ne tik agresīvos apstākļos, var secināt, ka Ti oksidēšanās pakāpe q tajā būs $+4 > q > +2$)

2. Uzrakstīt aprakstīto pārvērtību ķīmisko reakciju vienādojumus.



3. Aprēķināt, uz cik elementāršūnām **C** struktūrā atrodas viena pilna vakanta atoma pozīcija (vienalga vai X, vai O), ja tās visā kristālā izkliedētas vienmērīgi. *Skaidri parādiet aprēķinu gaitu! Padoms: elementāršūnai pieder 1/8 no atoma kuba virsotnē, 1/4 no atoma uz kuba šķautnes un 1/2 no atoma uz kuba skaldnes.*

Aprēķinām, cik atomu pozīcijas varam saistīt ar vienu elementāršūnu:

$$N = \frac{1}{8} \cdot 8 + \frac{1}{4} \cdot 12 + \frac{1}{2} \cdot 6 + 1 = 1 + 3 + 3 + 1 = 8$$

Ja neaizņemtas ir 7% no atomu pozīcijām, tad vienā elementāršūnā tās būs $8 \cdot 0,07 = 0,56$ pozīcijas. Tātad ir nepieciešamas **2** elementāršūnas, lai tajās atrastu vienu vakantu atoma pozīciju. 3 punkti

4. Aprēķināt y vērtību analizētajā XO_y (oksīda **C**) paraugā.

Titrēšanas reakcijā tiek noteikts Ti daudzums, un tā kā reakcija notiek attiecībā 1:1, tad:

$$n_{\text{Ti}} = n_{\text{Fe}^{3+}} = C \cdot V = 0,100 \cdot 0,01614 = 0,001614 \text{ mol}$$

$$\text{Līdz ar Ti masa ir } m_{\text{Ti}} = m_{\text{Ti}} \cdot M_{\text{Ti}} = 0,001614 \cdot 47,87 = 0,0773 \text{ g}$$

$$\text{Tātad O masa ir } m_{\text{O}} = 0,1000 - 0,0773 = 0,0227 \text{ g}$$

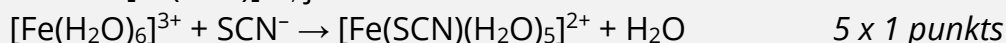
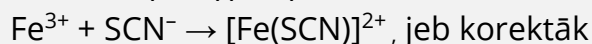
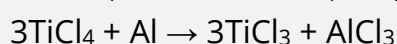
$$\text{Un skābekļa daudzums ir } n(\text{O}) = m(\text{O})/M(\text{O}) = 0,0227/16,00 = 0,001419 \text{ mol}$$

Tātad pieraksta veidā XO_y y vērtība ir:

$$y = \frac{0,001419}{0,001614} = \mathbf{0,88}$$

Un šī oksīda formula ir **TiO_{0,88}**. 3 punkti

5. Uzrakstīt ar parauga sagatavošanu, titrēšanu un indikatora krāsas maiņu saistīto pārvērtību ķīmisko reakciju vienādojumus.



Papildu informācija par uzdevumu:

Zināšanas, kas tiek sagaidītas no skolēna:

- Izpratne par elementāršūnas jēdzienu, tās parametriem un saistību ar kristālisku vielu uzbūvi.

6. uzdevums. **Atšķirīgā ķīmija** (14 punkti)

1. Kas ir elements **X**?

Ja fluora masas daļa savienojumā **F** (XF_y) ir 46,48%, varam to izmantot, rakstot:

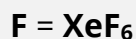
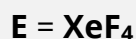
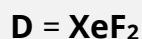
$$w_F = \frac{yM(F)}{M(X) + yM(F)}$$

No tā varam izteikt, ka:

$$M(X) = \frac{yM(F) - w_F yM(F)}{w_F} = \frac{yM(F)(1 - w_F)}{w_F} = \frac{y \cdot 19,00(1 - 0,4648)}{0,4648}$$

Varam atrast, ka vienīgā y vērtība, kas dod molmasu elementam, kas atbilst uzdevuma nosacījumiem, ir $y = 6$, iegūtā molmasa ir $131,3 \text{ g mol}^{-1}$, un elements ir ksenons **Xe**. 2 punkti

2. Uzrakstīt savienojumu **A – F, H un J**, kā arī jonu **G un I** ķīmiskās formulas!



6 x 0,5 punkti

G = HXeO₄⁻ (Ja anjonā ietilpst 1 Xe atoms, minimālais O atomu skaits tajā ir 4. Šādā gadījumā tā molmasa būtu $M(G) = \frac{4 \cdot 16}{0,3260} = 196,32 \text{ g mol}^{-1}$. Anjonā papildus ietilpst 1 H atoms, jo $196,3 - 131,3 - 4 \cdot 16,0 = 1,0 \text{ g mol}^{-1}$) 1,5 punkti



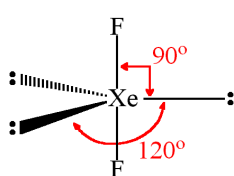
0,5 punkti

I = XeO₆⁴⁻ (Ja anjonā ietilpst 1 Xe atoms, minimālais O atomu skaits uzdevumā dotā anjona lādiņa nodrošināšanai ar Xe oksidēšanās pakāpi +8 (jo ir notikusi disproporcionēšanās) ir 6. Šādā gadījumā tā molmasa būtu $M(G) = \frac{6 \cdot 16}{0,4226} = 227,2 \text{ g mol}^{-1}$. Tā kā $227,2 - 131,3 - 6 \cdot 16,0 = 0 \text{ g mol}^{-1}$, citi atomi šajā jonā neietilpst) 1,5 punkti



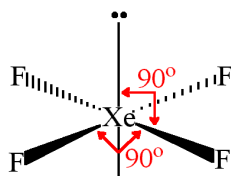
0,5 punkti

3. Uzzīmējiet **D, E, F, G un I** Luisa struktūras, pēc iespējas korektāk attēlojot to telpisko uzbūvi.



57. att.

1 punkts



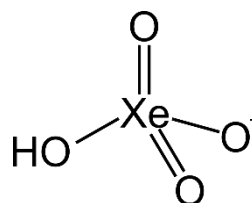
58. att.

1 punkts



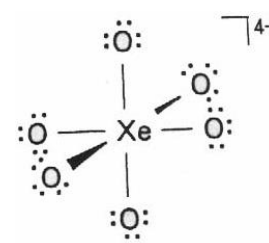
59. att.

0,5 punkti



60. att.

1 punkts



61. att.

1 punkts

* - Viens nedalītais elektronu pāris nav attēlots, līdz ar to molekula nav ideāls oktaedrs

4. Paskaidrojiet, kādas ir ķīmiskās atšķirības, kas atšķir **X** no citiem elementiem tajā pat periodiskās sistēmas grupā.

Xe ir cēlgāze, un atšķirībā no citām cēlgāzēm, tas nav ķīmiski pilnībā inerts, un veido dažādus ķīmiskos savienojumus. Pārējās cēlgāzes vai nu ķīmiskos savienojumus neveido vispār (He, Ne, Ar), vai arī veido dažus ļoti nestabilus fluorīdus (Kr un Rn).

0,5 punkti

Papildu informācija par uzdevumu:

Zināšanas, kas tiek sagaidītas no skolēna:

- Izpratne par savienojumu uzbūvi un ģeometriju, VSEPR teoriju (valences līmeņa elektronu pāru atgrūšanās)

7. uzdevums. Termodinamika atmosfērā (6 punkti)

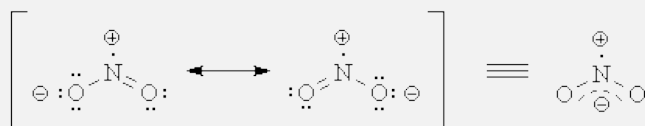
1. Uzrakstīt **A**, **B** un **C** ķīmiskās formulas.

A = NO_2 0,5 punkti

B = N_2O_4 0,5 punkti

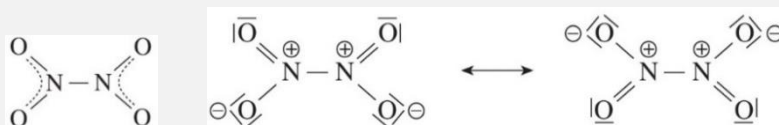
C = NH_3 1 punkts

2. Pēc iespējas precīzāk uzzīmējiet **A** un **B** Luisa struktūrformulas. Pamatojiet, kādēļ **A** ir ļoti reaģētspējīga molekula!



62. att.

1 punkts



63. att.

1 punkts

A ir radikālis ar nesapārotu elektronu.

0,5 punkti

3. Izmantojot dotos datus aprēķiniet **A** dimerizācijas reakcijas i) entalpiju $\Delta_{\text{reakc}}H^\circ$ un ii) entropiju $\Delta_{\text{reakc}}S^\circ$ 298,15 K temperatūrā.

$$\Delta_{\text{reakc}}H^\circ = \Delta_{\text{raš}}H^\circ(\text{N}_2\text{O}_4) - 2 \cdot \Delta_{\text{raš}}H^\circ(\text{NO}_2) = 9,16 - 2 \cdot 33,18 = -57,2 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta_{\text{reakc}}S^\circ = \Delta S^\circ(\text{N}_2\text{O}_4) - 2 \cdot \Delta S^\circ(\text{NO}_2) = 304,29 - 2 \cdot 240,06 = -175,8 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

1,5 punkti

4. Balstoties uz jūsu iegūtajiem rezultātiem

- nosakiet, vai dimerizācijas reakcija ir eksotermiska vai endotermiska;
- Izskaidrojiet, kādēļ reakcijas entropija ir ar + vai - zīmi!

Dimerizācijas reakcija ir **eksotermiska** (jo $\Delta_{\text{reakc}}H^\circ < 0$).

0,5 punkti

Reakcijas entropija ir **negatīva**, jo no divām gāzveida vielām rodas viena, līdz ar ko atomiem ir mazāk kustības brīvības pakāpju.

1 punkts

5. Balstoties uz dimerizācijas reakciju un tās siltumefektu $\Delta_{\text{reakc}}H^\circ$, nosakiet, kā līdzsvaru nobīdīs

i) Temperatūras palielināšana nobīdīs līdzsvaru **pretējās (N_2O_4 sadalīšanās) reakcijas virzienā** (jo $\Delta_{\text{reakc}}H^\circ < 0$).

0,5 punkti

ii) Kopējā spiediena palielināšana nobīdīs līdzsvaru **tiešās (N_2O_4 veidošanās) reakcijas virzienā** (jo tādejādi samazinās gāzveida molekulu daudzums). 0,5 punkti

6. Pieņemot, ka reakcijas entalpija $\Delta_{\text{reakc}}H^{\circ}$ un entropija $\Delta_{\text{reakc}}S^{\circ}$ nav atkarīga no temperatūras, aprēķiniet
- Reakcijas Gibbsa enerģiju $\Delta_{\text{reakc}}G$ 25 °C un 100 °C temperatūrā.
 - Reakcijas līdzsvara konstanti K 25 °C un 100 °C temperatūrā.

$$\Delta_{\text{reakc}}G_{25^{\circ}\text{C}} = \Delta_{\text{reakc}}H^{\circ} - T\Delta_{\text{reakc}}S^{\circ} = -57,2 - 298,15(-0,1758) = -4,79 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta_{\text{reakc}}G_{100^{\circ}\text{C}} = \Delta_{\text{reakc}}H^{\circ} - T\Delta_{\text{reakc}}S^{\circ} = -57,2 - 373,15(-0,1758) = +8,40 \text{ kJ mol}^{-1}$$

1 punkts

$$\ln K_{25^{\circ}\text{C}} = -\frac{\Delta_{\text{reakc}}G_{25^{\circ}\text{C}}}{RT} = -\frac{-4790}{8,314 \cdot 298,15} = 1,93$$

$$K_{25^{\circ}\text{C}} = e^{\ln K_{25^{\circ}\text{C}}} = e^{1,93} = 6,89$$

$$\ln K_{100^{\circ}\text{C}} = -\frac{\Delta_{\text{reakc}}G_{100^{\circ}\text{C}}}{RT} = -\frac{8400}{8,314 \cdot 373,15} = -2,71$$

$$K_{100^{\circ}\text{C}} = e^{\ln K_{100^{\circ}\text{C}}} = e^{-2,71} = 0,0665$$

1 punkts

7. Zinot, ka gan tiešā, gan apgriezeniskā reakcija ir ātra, un līdz ar to vielu daudzumus nosaka reakcijas termodinamiskie parametri, izspriediet, kas notiks ar līdzsvaru 25 °C un kas 100 °C temperatūrā!

Redzams, ka 25 °C reakcijas Gibbsa enerģija ir negatīva, kas liecina, ka tiešā reakcija (N_2O_4 veidošanās) ir spontāna, turpretī 100 °C reakcijas Gibbsa enerģija ir pozitīva, kas liecina, ka spontāna ir pretējā reakcija (N_2O_4 sadalīšanās). Tātad var secināt, ka **zemākajā no temperatūrām pastāvēs dimērs N_2O_4 , bet augstākajā – monomērs NO_2 .**

8. Aprēķiniet, kāds būs **A** un **B** parciālais spiediens pēc līdzsvara iestāšanās! Kādā krāsā būs reakcijas maisījums?

Apskatīsim, kā ķīmiskās reakcijas rezultātā izmainās spiediens: 1 punkts

	2NO_2	\rightleftharpoons	N_2O_4
Sākuma spiediens	1,00		0
Daudzuma izmaiņas	$-2x$		$+x$
Beigu spiediens	$1,00 - 2x$		x

Zinot šo sakarību un līdzsvara konstantes vērtību, varam atrast x un beigu parciālo spiedienu:

$$K = \frac{p_{\text{N}_2\text{O}_4}}{p_{\text{NO}_2}^2} = \frac{x}{(1,00 - 2x)^2} \quad 1 \text{ punkts}$$

$$x = K \cdot (1,00 - 2x)^2 = K - 4Kx + 4Kx^2$$

$$K - (4K + 1)x + 4Kx^2 = 0$$

Ievietojot K vērtību, iegūstam:

$$0,0665 - 1,266x + 0,266x^2 = 0$$

Atrisinām kvadrātvienādojumu:

$$x = \frac{1,266 \pm \sqrt{1,266^2 - 4 \cdot 0,266 \cdot 0,0665}}{2 \cdot 0,266} = \frac{1,266 \pm 1,238}{0,532}$$

$$x_1 = 0,0526$$

Tātad $p_{\text{N}_2\text{O}_4} = 0,0526 \text{ bar}$ un $p_{\text{NO}_2} = 0,895 \text{ bar}$.

2 punkti

Otra vērtība $x_2 = 4,707$ mums neder, jo šādā gadījumā nonākam pie negatīva spiediena.

Tā kā maisījumā pamatā ir NO_2 , tas būs **brūnā krāsā**.

0,5 punkti

12. KLASE

1. uzdevums. **Kvadrātskābe** (12 punkti)

1. Nosakiet kvadrātskābes empīrisko formulu un molekulformulu, ja zināms, ka tās molmasa ir lielāka nekā etiķskābei, bet mazāka nekā benzoskābei.

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{0,1580}{18,02} = 0,008768 \text{ mol}$$

$$n(\text{H}) = 2 n(\text{H}_2\text{O}) = 0,01754 \text{ mol}$$

0,5 punkti

$$m(\text{H}) = n(\text{H}) \cdot A(\text{H}) = 0,01754 \cdot 1,01 = 0,01771 \text{ g}$$

$$n(\text{C}) = n(\text{CO}_2) = \frac{pV}{RT} = \frac{100 \text{ kPa} \cdot 0,8693 \text{ L}}{8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \cdot 298,15 \text{ K}} = 0,03507 \text{ mol}$$

0,5 punkti

$$m(\text{C}) = n(\text{C}) \cdot A(\text{C}) = 0,03507 \cdot 12,01 = 0,4212 \text{ g}$$

$$m(\text{O}) = 1,000 - 0,4212 - 0,01771 = 0,5611 \text{ g}$$

$$n(\text{O}) = \frac{m(\text{O})}{M(\text{O})} = \frac{0,5611}{16,00} = 0,03507 \text{ mol}$$

$$\text{Tātad } n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{O}) = 2 : 1 : 2$$

1 punkts

Līdz ar to kvadrātskābes empīriskā formula ir C_2HO_2 . Šādas formulvienības molmasa ir $57,03 \text{ g mol}^{-1}$, un formulvienības $\text{C}_4\text{H}_2\text{O}_4$ molmasa ir $114,06 \text{ g mol}^{-1}$.

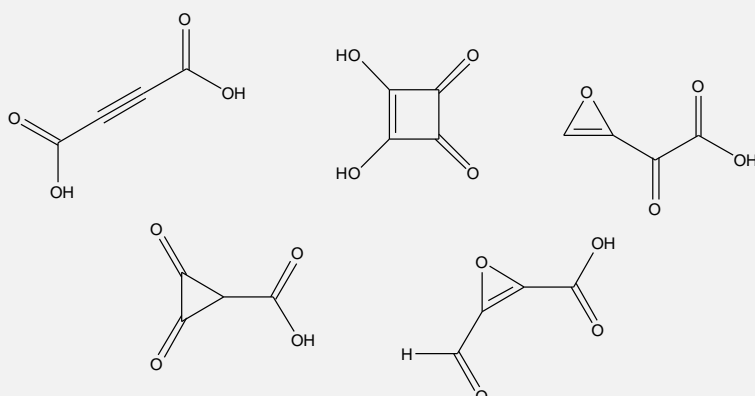
Tā kā etiķskābes molmasa ir $60,05 \text{ g mol}^{-1}$, bet benzoskābes $122,12 \text{ g mol}^{-1}$, varam secināt, ka kvadrātskābes molekulformula ir **$\text{C}_4\text{H}_2\text{O}_4$** .

1 punkts

2. Uzzīmējiet četras iespējamās šī savienojuma struktūrformulas. Balstoties uz vielas nosaukumu, kā arī faktu, ka šī **nav** karbonskābe, atzīmējiet, kura no struktūrformulām atbilst kvadrātskābei.

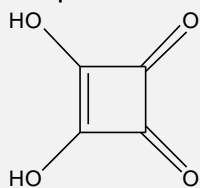
Tā kā kvadrātskābē ir tikai 2 H atomi, bet 4 O atomi, tās struktūrā iespējamas divas karboksilgrupas (šādā gadījumā pārējā struktūra veidota tikai no 2 C atomiem), kas iespējams tikai butīndiskābē. Arī citos variantos struktūras iespējams veidot vai nu izmantojot vienu karboksilgrupu, vai OH grupas, taču šādu nelielu H atomu skaitu iespējams sasniegt tikai cikliskās nepiesātinātās struktūrās.

Korektas struktūras varētu būt šādas:



64. att.

Un pati kvadrātskābe ir:

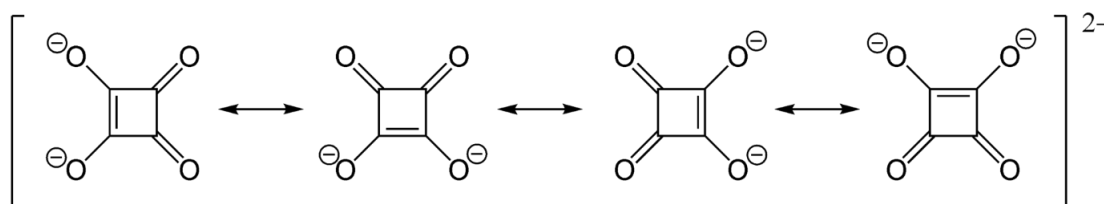


65. att.

Par pareizu kvadrātskābes struktūrformulu 1,5 punkti

Par katru pareizu kvadrātskābes izomēra struktūrformulu 1,5 punkti (maks. 4,5 punkti)

3. Uzzīmējiet visas rezonanses struktūrformulas anjonam, kas tiek iegūts, kvadrātskābei reaģējot ar nātrija hidroksīdu pārākumā.



66. att.

1 punkts

4. Paskaidrojiet, kādēļ kvadrātskābe ir ļoti stipra organiskā skābe ($pK_{a,1} = 1,50$)!

Jo tās anjonu stabilizē rezonanses struktūras.

0,5 punkti

5. Vai kvadrātskābe ir aromātiska? Pamatojiet!

Jā, jo cikls ir planārs, tajā visi oglekļa atomi ir sp^2 hibridizācijā, tiem ir p orbitāle perpendikulāri cika plaknei, un ciklā ir divi elektroni, kas atbilst $4n + 2$ likumam ar n vērtību 0.

1,5 punkti

Papildu informācija par uzdevumu:

Zināšanas, kas tiek sagaidītas no skolēna:

- Izpratne par savienojumu skābes/bāzes īpašībām, rezonansi un aromātiskumu.

2. uzdevums. **Neorganiskās pārvērtības** (23 punkti)

1. Uzrakstīt savienojumu **A – L** ķīmiskās formulas.

A = P (fosfors)

B = P_2O_3

C = P_2O_5

D = PCl_3

E = PCl_5

F = $POCl_3$

G = PH_3

H = PH_4Cl

I = PH_4I

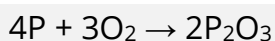
J = PI_3

K = P_2I_4

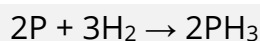
L = H_3PO_4

12 x 0,5 punkti

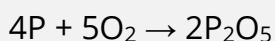
2. Uzrakstīt aprakstīto pārvērtību ķīmisko reakciju vienādojumus.



0,25 punkti



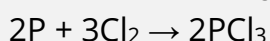
0,25 punkti



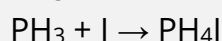
0,25 punkti



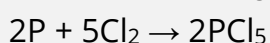
0,25 punkti



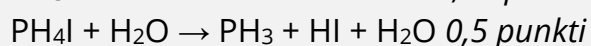
0,25 punkti



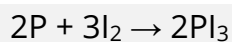
0,25 punkti



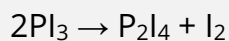
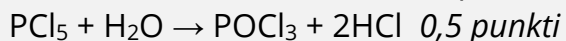
0,25 punkti



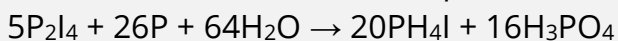
0,5 punkti



0,25 punkti



0,5 punkti



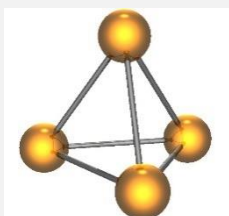
1,5 punkti



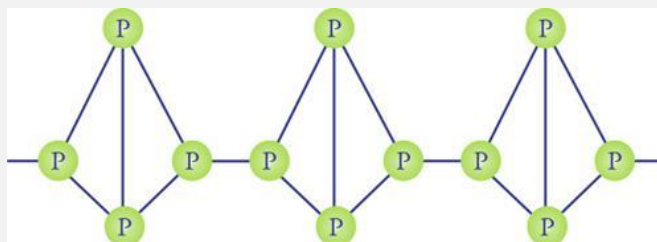
0,5 punkti

3. Pēc iespējas skaidrāk (bet lakoniskāk) aprakstīt, kā uzbūves un reaģētspējas ziņā atšķiras **A₁** un **A₂**.

Baltais fosfors **P₄ (A₁)** sastāv no tetradriski izkārtotiem 4 P atomiem, un ir ļoti reaģētspējīgs.



67. att. Baltais fosfors.

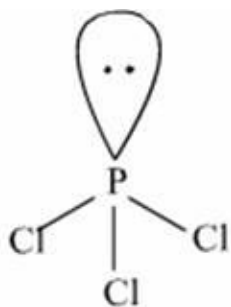


68. att. Sarkanais fosfors.

Sarkanajam fosforam (**A₂**) ir polimērveida struktūra (ko var uzskatīt par polimerizējušos P₄), un tas reaģētspējas ziņā ir inertāks un līdz ar to stabilāks.

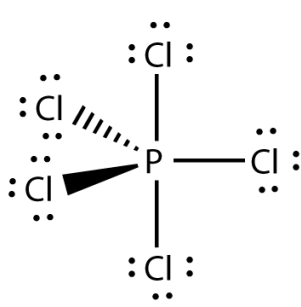
1,5 punkti

4. Uzzīmējiet **D**, **E**, **F** un **K** Luisa struktūras, pēc iespējas korektāk attēlojot to telpisko uzbūvi.



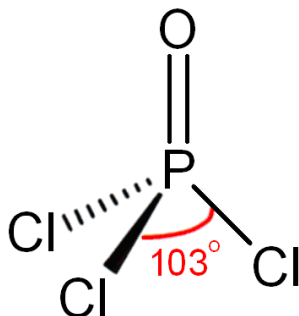
69. att.

0,5 punkti



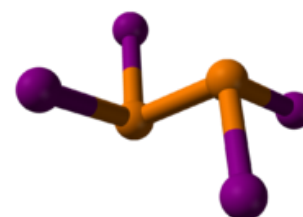
70. att.

0,5 punkti



71. att.

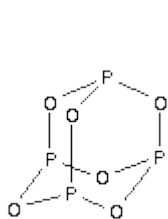
0,5 punkti



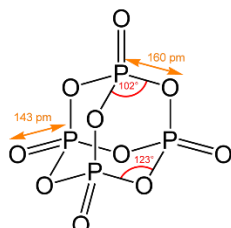
72. att.

1 punkts

5. Pēc iespējas skaidrāk un korektāk attēlojiet oksīdu **B** un **C** telpisko uzbūvi.



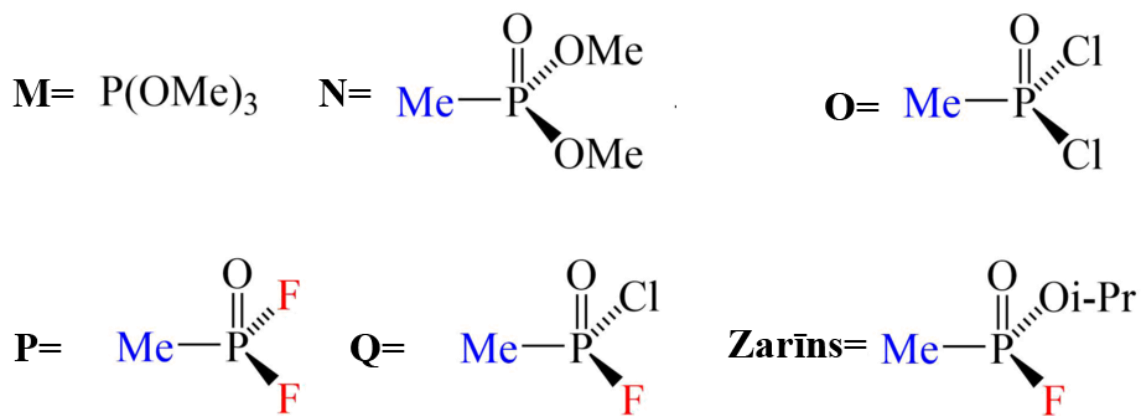
73. att.



74. att.

1 punkts

6. Uzrakstīt savienojumu **M** – **Q** un zarīna ķīmiskās formulas, pēc iespējas skaidrāk attēlojot atomu savstarpējo saistību tajos.



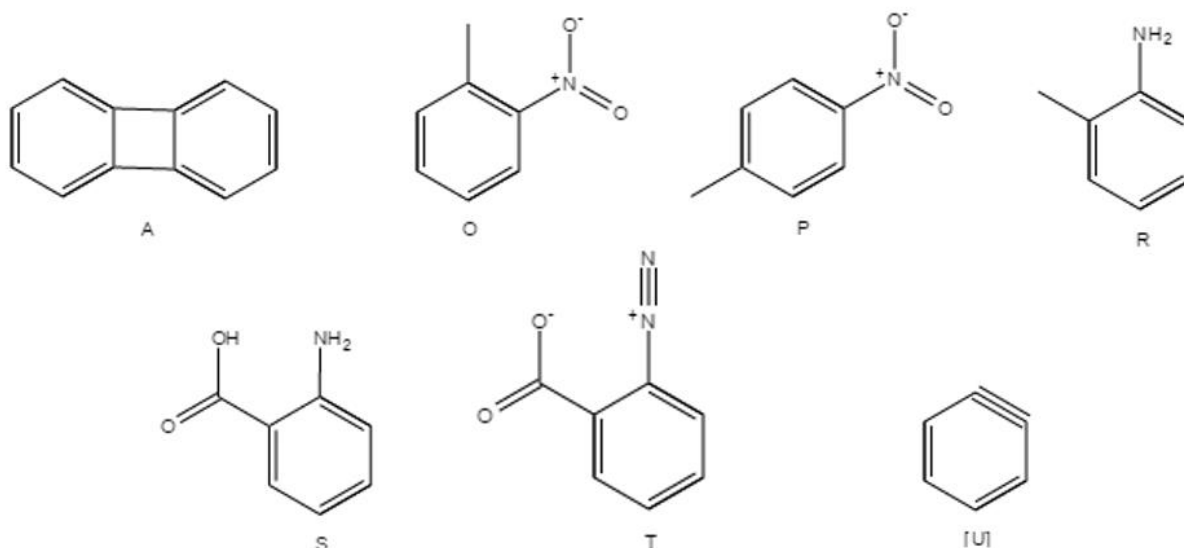
Kur $\text{Me} = \text{CH}_3$ un $\text{i-Pr} = \text{CH}(\text{CH}_3)_2$.

6 x 1 punkts

75. att.

3. uzdevums. Dīvainās dimerizācijas produkts (14 punkti)

1. Attēlojiet savienojumu **A**, un **O** – **U** struktūrformulas.



76. att.

10 punkti

2. Kas ir galvenais reakcijas $T \rightarrow U$ virzītājspēks?

Izdalās divas gāzveida vielas – ogļskābā gāze un slāpeklis, kas aiziet no sistēmas un nevar iesaistīties pretreakcijā. 1 punkts

3. Kāpēc reakcijā ar toluolu **O** veidosies pārākumā?

Toluola molekulā ir divas orto pozīcijas un tikai viena para pozīcija, tāpēc, pieņemot, ka aizvietošana katrā orto un para pozīcijā notiek ar vienādu varbūtību, iegūstam, ka para produkta būs divreiz mazāk, nekā orto produkta. 1,5 punkti

4. Kas ir galvenais savienojuma **U** nestabilitātes cēlonis?

sp hibridizētam ogleklim un abiem tā aizvietotājiem jāatrodas uz vienas taisnes. No savienojuma [U] struktūrformulas ir redzams, ka tas nav iespējams. Tāpēc saišu leņķi pie sp oglekļiem ir „nepareizi”, kas destabilizē molekulu. 1,5 punkti

Papildu informācija par uzdevumu:

Zināšanas, kas tiek sagaidītas no skolēna:

- Izpratne par organisko savienojumu struktūras-reaģētspējas un stabilitātes sakarībām.

4. uzdevums. Daudzkrāsainais metāls (14 punkti)

Aprēķināt elementāršūnas tilpumu (cm^3)!

Tā kā elementāršūna ir kubs, tās tilpums ir:

$$V = a^3 = (303 \cdot 10^{-12} \text{m})^3 = (303 \cdot 10^{-10} \text{cm})^3 = 2,78 \cdot 10^{-23} \text{cm}^3 \quad 0,5 \text{ punkti}$$

3. Aprēķināt **X** atommasu un noteikt, kas ir metāls **X**! Padoms: katrā kuba virsotnē atrodas 1/8 no atoma.

Varam aprēķināt, ka elementāršūnā atrodas $1 + 8 \cdot \frac{1}{8} = 2$ atomi.

Līdz ar to elementāršūnas blīvums ir vienāds ar:

$$d = \frac{m}{V} = \frac{n \cdot A}{V} = \frac{N \cdot A}{V \cdot N_A}$$

Tātad **X** atommasa ir :

$$A = \frac{d \cdot V \cdot N_A}{N} = \frac{6,08 \cdot 2,78 \cdot 10^{-23} \cdot 6,022 \cdot 10^{23}}{2} = 50,89 \text{ g mol}^{-1}$$

Tātad **X** = **vanādijs V**. 2,5 punkti

5. Nosakiet, kas ir metāls **X** (ja nenoteicāt to jau iepriekš) un savienojumi **A** – **F**.

No apraksta varam noteikt, ka **C**, **E** un **F** ir **X** hlorīdi, un zinot ka **C** pārvērtībā par **E** molmasa samazinās par 18,4%, varam atrast, ka **C** molmasa ir:

$$M(\text{C}) = \frac{M(\text{Cl})}{\Delta M_{rel}} = \frac{35,45}{0,184} = 192,7 \text{ g mol}^{-1}$$

Tātad **X** molmasu savienojumā XCl_y , varam noteikt kā:

$$M(\text{X}) = 192,7 - y \cdot M(\text{Cl})$$

Pārbaudot dažādas y vērtības, varam atrast, ka vienīgā uzdevuma nosacījumiem atbilstošā vērtība ir $y = 4$, kad $M(\text{X}) = 50,9 \text{ g mol}^{-1}$, un metāls ir **vanādijs V**.

1 punkts par aprēķinu un $X = V$, ja vanādijs nebija aprēķināts iepriekš.

Ja bija, tad punkti par šo **netiek** piešķirti.

No tā uzreiz varam secināt, ka:

C = **VCl₄** 1 punkts

D = **VOCl₂** 1 punkts

E = **VCl₃** 0,5 punkti

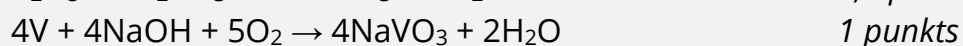
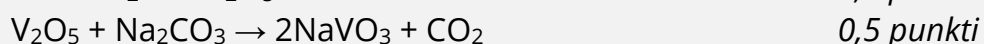
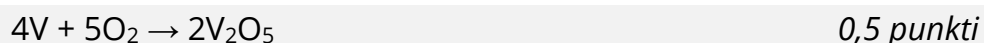
F = **VCl₂** 0,5 punkti

Kā arī nonākt pie tā, ka:

A = **V₂O₅** 0,5 punkti

B = **NaVO₃** 1 punkts

6. Uzrakstīt visu aprakstīto pārvērtību ķīmisko reakciju vienādojumus!



$3V + 12HCl + 4HNO_3 \rightarrow 3VCl_4 + 4NO + 8H_2O$	1 punkts
$VCl_4 + H_2O \rightarrow VOCl_2 + 2HCl$	0,5 punkti
$2VCl_4 \rightarrow 2VCl_3 + Cl_2$	0,5 punkti
$V_2O_5 + 10HCl \xrightarrow{\text{elektrol.}} 2VCl_3 + 2Cl_2 + 5H_2O$	1 punkts
$2VCl_3 \rightarrow VCl_4 + VCl_2$	0,5 punkti
$2VCl_3 \rightarrow 2VCl_2 + Cl_2$	0,5 punkti
$2VCl_2 + 2HCl \rightarrow 2VCl_3 + H_2$	0,5 punkti

5. uzdevums. **Nevienāda oksīds** (16 punkti)

1. Kas ir metāls **X** un oksīdi **A – C**?

Varam aprēķināt, ka skābekļa masas daļa oksīdā **A** ir $0,401/1,001 = 0,4006$
Ja oksīda formula ir X_yO_z , tad skābekļa masas daļa ir vienāda ar:

$$w_o = \frac{z \cdot M(O)}{y \cdot M(X) + z \cdot M(O)}$$

Metāla molmasa līdz ar to ir:

$$M(X) = \frac{z \cdot M(O) - w_o \cdot z \cdot M(O)}{y \cdot w_o} = \frac{z \cdot 16,00 - 0,4006 \cdot z \cdot 16,00}{y \cdot 0,4006}$$

Izmantojot y un z vērtības dažādām iespējamām oksidēšanās pakāpēm, atrodam, ka teorētiski derīgas varētu būt kombinācijas $y = 1$ un $z = 1$, kas dod $M(X) \approx 24 \text{ g mol}^{-1}$, kas atbilstu Mg, $y = 1$ un $z = 2$, kas dod $M(X) = 47,88 \text{ g mol}^{-1}$, kas atbilstu Ti, kā arī $y = 1$ un $z = 4$, kas dod $M(X) = 95,8 \text{ g mol}^{-1}$, kas atbilstu Mo. Vienīgais no šiem uzdevuma nosacījumiem atbilst **titāns** (Mg nav zināmi vēl citi oksīdi, un Mo šāds oksīds neeksistē).

2 punkti

Tātad:

3 x 0,5 punkti

A = TiO₂

B = Ti₂O₃

C = TiO (no C struktūras var noteikt, ka tā elementu attiecība ir 1:1, un, zinot, ka oksīdu B iegūst ne tik agresīvos apstākļos, var secināt, ka Ti oksidēšanās pakāpe q tajā būs $+4 > q > +2$)

2. Uzrakstīt aprakstīto pārvērtību ķīmisko reakciju vienādojumus.

$Ti + O_2 \rightarrow TiO_2$	0,5 punkti
$Ti + 2H_2O \rightarrow TiO_2 + 2H_2$	0,5 punkti
$3TiO_2 + Ti \rightarrow 2Ti_2O_3$	0,25 punkti
$TiO_2 + Ti \rightarrow 2TiO$	0,25 punkti

3. Aprēķināt, uz cik elementāršūnām **C** struktūrā atrodas viena pilna vakanta atoma pozīcija (vienalga vai X, vai O), ja tās visā kristālā izkliedētas vienmērīgi. *Skaidri parādiet aprēķinu gaitu! Padoms: elementāršūnai pieder 1/8 no atoma kuba virsotnē, 1/4 no atoma uz kuba šķautnes un 1/2 no atoma uz kuba skaldnes.*

Aprēķinām, cik atomu pozīcijas varam saistīt ar vienu elementāršūnu:

$$N = \frac{1}{8} \cdot 8 + \frac{1}{4} \cdot 12 + \frac{1}{2} \cdot 6 + 1 = 1 + 3 + 3 + 1 = 8$$

Ja neaizņemtas ir 7% no atomu pozīcijām, tad vienā elementāršūnā tās būs $8 \cdot 0,07 = 0,56$ pozīcijas. Tātad ir nepieciešamas **2** elementāršūnas, lai tajās atrastu vienu vakantu atoma pozīciju. 3 punkti

4. Aprēķināt y vērtību analizētajā XO_y (oksīda **C**) paraugā.

Titrēšanas reakcijā tiek noteikts Ti daudzums, un tā kā reakcija notiek attiecībā 1:1, tad:

$$n_{Ti} = n_{Fe^{3+}} = C \cdot V = 0,100 \cdot 0,01614 = 0,001614 \text{ mol}$$

$$\text{Līdz ar Ti masa ir } m_{Ti} = n_{Ti} \cdot M_{Ti} = 0,001614 \cdot 47,87 = 0,0773 \text{ g}$$

$$\text{Tātad O masa ir } m_O = 0,1000 - 0,0773 = 0,0227 \text{ g}$$

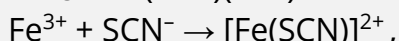
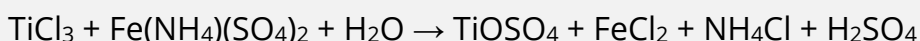
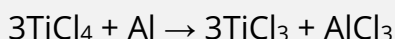
$$\text{Un skābekļa daudzums ir } n(O) = m(O)/M(O) = 0,0227/16,00 = 0,001419 \text{ mol}$$

Tātad pieraksta veidā XO_y y vērtība ir:

$$y = \frac{0,001419}{0,001614} = \mathbf{0,88}$$

Un šī oksīda formula ir **TiO_{0,88}**. 3 punkti

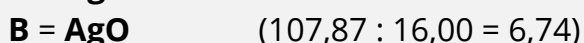
5. Uzrakstīt ar parauga sagatavošanu, titrēšanu un indikatora krāsas maiņu saistīto pārvērtību ķīmisko reakciju vienādojumus.



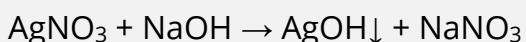
5 x 1 punkts

6. uzdevums. Sudraba izšķīdināšana (18 punkti)

1. Uzrakstiet **A – C** ķīmiskās formulas un aprakstīto ķīmisko reakciju vienādojumus.



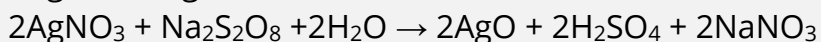
3 x 0,5 punkti



0,25 punkti



0,25 punkti



2 punkti

2. Nosakiet, kāda ir sudraba oksidēšanās pakāpe oksīdā **B**, un attiecīgi uzdodiet tā korektu pieraksta veidu. *Savu atbildi pamatojiet, izmantojot doto informāciju!*

Sudraba atomā ir 47 elektroni, līdz ar to tā jonā ar oksidēšanās pakāpi +2 būs nesapārots elektrons, un tas būs paramagnētisks. Tātad šo oksīdu veido sudraba joni ar nepāra oksidēšanās pakāpēm. Tā kā struktūrā ir divi atšķirīgi koordinācijas veidi attiecībā 1:1, šis ir sudraba (I,III) oksīds: **Ag^IAg^{III}O₂** jeb **Ag₂O·Ag₂O₃**.

1 punkts par atbildi + 1 punkts par pamatojumu

3. Aprēķiniet sudraba hlorīda šķīdību ūdenī (mol L⁻¹ un mg L⁻¹), ja zināms, ka, šķīdinot tīru sudraba hlorīdu, rodas vienāds Ag^+ un Cl^- jonu daudzums!

$$C = [Ag^+]$$

$K_{sp} = [Ag^+][Cl^-]$ un piesātinātā sudraba hlorīda šķīdumā abu jonu koncentrācija ir vienāda $[Ag^+] = [Cl^-]$, tādēļ $K_{sp} = [Ag^+]^2$

$$C = [Ag^+] = \sqrt{K_{sp}} = \sqrt{1,77 \cdot 10^{-10}} = 1,33 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

$$\gamma = C \cdot M = 1,33 \cdot 10^{-5} \cdot 143,32 = 0,00191 \text{ g L}^{-1} = 1,91 \text{ mg L}^{-1}$$

2 punkti

4. Aprēķiniet sudraba hlorīda šķīdību piesātinātā NaCl šķīdumā (mol L^{-1}), ja pieņem, ka nenotiek blakusreakcijas, un šādos apstākļos Cl^- jonu koncentrācija ir vienāda ar NaCl koncentrāciju! Zināms, ka 25 °C NaCl šķīdība 100 g H_2O ir 36,0 g, un pies. NaCl šķīduma blīvums ir 1,20 g ml^{-1} .

Izšķīdinot 100 g H_2O 36,0 g NaCl, iegūstam 136,0 g šķīduma, kurā NaCl daudzums ir:

$$n_{NaCl} = \frac{m}{M} = \frac{36,0}{58,44} = 0,616 \text{ mol}$$

Šī šķīduma tilpums ir $V = \frac{m}{d} = \frac{136,0}{1,20} = 113 \text{ mL} = 0,113 \text{ L}$, un līdz ar to koncentrācija ir:

$$C_{NaCl} = \frac{n}{V} = \frac{0,616}{0,113} = 5,45 \text{ M}$$

1 punkts

Tā kā šādos apstākļos hlorīdjonu koncentrāciju nosaka NaCl koncentrācija, un sudraba hlorīda šķīdība būs vienāda ar sudraba jonu koncentrāciju, tad:

$$C = [Ag^+] = \frac{K_{sp}}{[Cl^-]} = \frac{1,77 \cdot 10^{-10}}{5,45} = 3,25 \cdot 10^{-11} \text{ M}$$

2 punkti

5. Aprēķiniet sudraba hlorīda šķīdību piesātinātā NaCl šķīdumā (mol L^{-1} un mg L^{-1}), ņemot vērā kompleksveidošanās līdzsvaru. Arī šādos apstākļos Cl^- jonu koncentrācija ir vienāda ar NaCl koncentrāciju!

Varam izteikt, ka:

$$[AgCl_2^-] = K_{stab}[Ag^+][Cl^-]^2$$

Tā kā $[Ag^+][Cl^-] = K_{sp}$, iegūstam:

$$[AgCl_2^-] = K_{stab}K_{sp}[Cl^-] = 1,80 \cdot 10^5 \cdot 1,77 \cdot 10^{-10} \cdot 5,45 = 1,74 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$

Varam atrast arī sudraba jonu koncentrāciju:

$$[Ag^+] = \frac{K_{sp}}{[Cl^-]} = \frac{1,77 \cdot 10^{-10}}{5,45} = 3,25 \cdot 10^{-11} \text{ M}$$

Un līdz ar to:

$$C = [Ag^+] + [AgCl_2^-] = 3,25 \cdot 10^{-11} + 1,74 \cdot 10^{-4} = 1,74 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$

$$\gamma = C \cdot M = 1,74 \cdot 10^{-4} \cdot 143,32 = 0,0249 \text{ g L}^{-1} = 24,9 \text{ mg L}^{-1}$$

3 punkti

6. Aprēķiniet sudraba hlorīda šķīdību 25% amonjaka šķīdumā (mol L^{-1} un mg L^{-1}), ņemot vērā kompleksveidošanās līdzsvaru. 25% amonjaka šķīduma blīvums ir 0,907 g ml^{-1} .

100 g 25% NH_3 šķīdumā amonjaka daudzums ir:

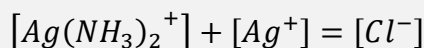
$$n_{NH_3} = \frac{m}{M} = \frac{25,0}{17,03} = 1,468 \text{ mol}$$

Šī šķīduma tilpums ir $V = \frac{m}{d} = \frac{100,0}{0,907} = 110,3 \text{ mL} = 0,1103 \text{ L}$, un līdz ar to koncentrācija ir:

$$C_{\text{NH}_3} = \frac{n}{V} = \frac{1,468}{0,1103} = 13,31 \text{ M}$$

1 punkts

Šādā šķīdumā spēkā ir līdzsvari $[\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] = K_{sp}$ kā arī $\frac{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+]}{[\text{Ag}^+][\text{NH}_3]^2} = K_{stab}$, turklāt, papildus tam, izšķīdušā sudraba un hlora daudzums ir vienāds, līdz ar ko:



Tātad varam tālāk iegūt:

$$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+] = K_{stab}[\text{Ag}^+][\text{NH}_3]^2$$

un:

$$[\text{Cl}^-] = \frac{K_{sp}}{[\text{Ag}^+]}$$

Apvienojot uzrakstītos vienādojumus, iegūstam:

$$K_{stab}[\text{Ag}^+][\text{NH}_3]^2 + [\text{Ag}^+] = \frac{K_{sp}}{[\text{Ag}^+]}$$

$$[\text{Ag}^+](K_{stab}[\text{NH}_3]^2 + 1) = \frac{K_{sp}}{[\text{Ag}^+]}$$

$$[\text{Ag}^+]^2(K_{stab}[\text{NH}_3]^2 + 1) = K_{sp}$$

$$[\text{Ag}^+] = \sqrt{\frac{K_{sp}}{(K_{stab}[\text{NH}_3]^2 + 1)}} = \sqrt{\frac{1,77 \cdot 10^{-10}}{1,60 \cdot 10^7 \cdot 13,31^2 + 1}} = \sqrt{6,244 \cdot 10^{-20}} = 2,50 \cdot 10^{-10} \text{ M}$$

$$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+] = K_{stab}[\text{Ag}^+][\text{NH}_3]^2 = 1,60 \cdot 10^7 \cdot 2,50 \cdot 10^{-10} \cdot 13,31^2 = 0,709 \text{ M}$$

$$C = [\text{Ag}^+] + [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+] = 2,50 \cdot 10^{-10} + 0,709 = \mathbf{0,709 \text{ M}}$$

$$\gamma = C \cdot M = 0,709 \cdot 143,32 = \mathbf{102 \text{ g L}^{-1}}$$

4 punkti

Papildu informācija par uzdevumu:

Zināšanas, kas tiek sagaidītas no skolēna:

- Izpratne par šķīdību, tās saistību ar līdzsvara vienādojumiem un līdzsvara konstanti.

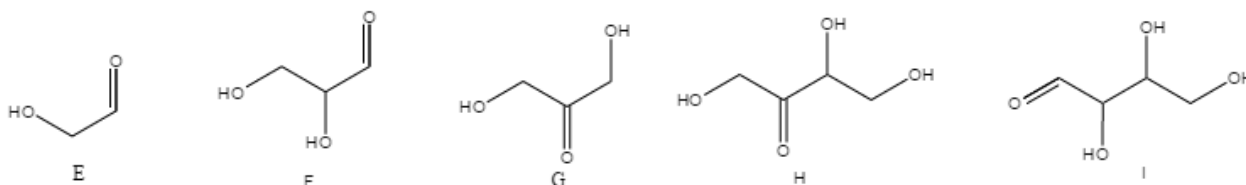
7. uzdevums. Dzīvības pirmsākumi (22 punkti)

7. Uzrakstiet savienojumu **A**, **B** un **C** nosaukumus pēc IUPAC nomenklatūras!

A = metanols, B = metānskābe, C = metilmetanoāts

3 punkti

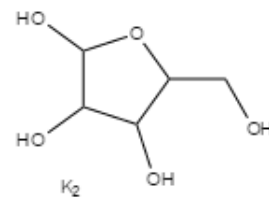
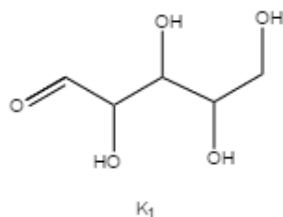
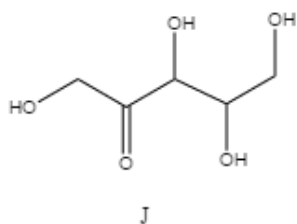
8. Attēlojiet savienojumu **E – I** struktūrformulas.



77. att.

10 punkti

9. Attēlojiet savienojumu **J**, **K₁** un **K₂** struktūrformulas.



78. att.

6 punkti

10. Cik stereoizomēru var veidot **K₁** un cik **K₂**?

K₁ – 8; **K₂** – 16

1 punkts

11. Kāpēc Formozes reakcija pēc ilga iniciēšanas perioda notiek tik strauji?

Ilgais iniciācijas laiks saistīts ar ļoti lēno reakciju $2\text{CH}_2\text{O} \rightarrow \mathbf{E}$. Taču, kad šī reakcija ir izveidojusi saprātīgu daudzumu **E**, tās norise vairs nav nepieciešama, lai formozes reakcija turpinātos, jo viena **E** reaģējot ar formaldehīdu var veidot divas **E** molekulas.

1 punkts

12. Kura vārda reakcija var pārtraukt ķēdes augšanu?

Cannizzaro reakcija

1 punkts

Papildu informācija par uzdevumu:

Zināšanas, kas tiek sagaidītas no skolēna:

- Izpratne par organisko sintēzi, sintēzes shēmām, līdzsvara reakcijām un funkcionālo grupu reaģētspēju organiskās molekulās.

2017./2018. MĀCĪBU GADS - LATVIJAS 59. ĶĪMIJAS OLIMPIĀDE NOVADA OLIMPIĀDE - 2018

9. KLASE

1. uzdevums. Ķīmisko elementu periodiskās tabulas plašumi

Kāda ķīmiskā elementa atoma elektronapvalks satur 34 elektronus.

Uzraksti šī ķīmiskā elementa simbolu! (1 punkts) **Se**

Cik elektronu ir šī ķīmiskā elementa atoma elektronapvalka ārējā enerģijas līmenī? (1 punkts) **6**

Uzraksti ķīmisko formulu šī ķīmiskā elementa oksīdam, kurā šim elementam ir visaugstākā iespējamā oksidēšanas pakāpe! (1 punkts) **SeO₃**

Ķīmiskais elements slāpekļis arī veido oksīdus.

Aprēķini molmasu slāpekļa oksīdam, kurā slāpeklim ir augstākā iespējamā oksidēšanas pakāpe! (1 punkts)

Slāpekļa augstākā oksidēšanas pakāpe ir +5, tā oksīda formula ir N₂O₅. Šī oksīda molmasa ir $2 \cdot 14 + 5 \cdot 16 = 108 \text{ g/mol}$.

Uzraksti permangānskābes ķīmisko formulu! (2 punkti)

Permangānskābes formulā būs ūdeņraža, mangāna un skābekļa atomi. Tā saturēs vienu ūdeņraža atomu (jo ir vienvērtīga skābe). Visticamāk, ka tā saturēs arī vienu mangāna atomu. Tādā gadījumā pozitīvo oksidēšanas pakāpju summa formulā ir +8. Tā kā savienojums kopumā ir elektroneitrāls, negatīvo oksidēšanas pakāpju summai jābūt -8. Skābekļa oksidēšanas pakāpe ir -2, tātad nepieciešami četri skābekļa atomi. Permangānskābes formula būs **HMnO₄**.

Uzraksti šīs vienkāršās vielas formulu! (2 punkti)

Viens mols gāzes normālos apstākļos aizņem tilpumu 22,4 litrus. Tātad šīs gāzes molmasa ir $1,429 \cdot 22,4 = 32,0 \text{ g/mol}$. Šī gāze ir skābeklis **O₂**.

Uzraksti šī savienojuma formulu! (2 punkti)

Fosfora masas daļa savienojumā, izteikta procentos, būs $100 - 64,77 = 35,23\%$. Fosfora un slāpekļa daudzumu attiecības šajā savienojumā būs $n(\text{P}) : n(\text{F}) = 35,23/31 : 64,77/19 = 1,1365 : 3,4089 = 1,00 : 3,00$. Savienojuma formula ir **PF₃**.

Uzraksti iegūtā antimona sulfīda ķīmisko formulu! (2 punkti)

Iegūtā antimona sulfīda masa ir vienāda ar abu izejvielu masu summu, tātad neviens cits savienojums nav veidojies. Aprēķina abu elementu daudzumu attiecību antimona sulfīdā: $n(\text{Sb}) : n(\text{S}) = 3,66/122 : 1,44/32 = 0,030 : 0,045 = 2,00 : 3,00$.

Meklējamā antimona sulfīda formula ir **Sb₂S₃**.

Kāda ķīmiskā elementa atoma elektronapvalka ārējais enerģijas līmenis satur 50% no visiem elektronapvalkā esošajiem elektroniem.

Uzraksti šī ķīmiskā elementa simbolu! (2 punkti)

Atoma elektronapvalka ārējā enerģijas līmenī var būt no 1 līdz 8 elektroniem.

Pieņemsim, ka šis elements atoma elektronapvalka ārējā enerģijas līmenī satur vienu elektronu, tādā gadījumā kopējais elektronu skaits ir 2. Tas atbilst ķīmiskajam elementam hēlijam, taču hēlija atoma elektronapvalka ārējā enerģijas līmenī ir 2 elektroni.

Pieņemsim, ka šis elements atoma elektronapvalka ārējā enerģijas līmenī satur divus elektronus, tādā gadījumā kopējais elektronu skaits ir 4. Tas atbilst ķīmiskajam elementam berilijam, berilija atoma elektronapvalka ārējā enerģijas līmenī tiešām ir 2 elektroni.

Šis ķīmiskais elements ir **berilijs**, kura simbols ir **Be**.

2017. gada novembrī izsolē Ženēvā par 33,5 miljoniem Šveices franku tika pārdots 163,41 karātu liels dimants.

Aprēķini pārdotās vielas daudzumu, ievērojot, ka 1 karāts = 200 mg.

Atbildi izsaki molos ar diviem cipariem aiz komata! (1 punkts)

Dimants ir viens no ķīmiskā elementa oglekļa alotropajiem veidiem.

Šī dimanta masa ir $163,41 \cdot 0,200 = 32,682$ g, bet oglekļa daudzums ir $32,682/12 = \mathbf{2,72}$ moli

2.uzdevums. Oksīdu parāde

Gandrīz visi ķīmiskie elementi veido oksīdus. Istabas temperatūrā tie var būt gan cieti, gan šķidri, gan gāzveida. Oksīdus iedala sālūs veidojošajos un sālūs neveidojošajos oksīdos. Sālūs veidojošos oksīdus vēl iedala bāziskajos, skābajos un amfotērajos oksīdos. Daudzi oksīdi ikdienā mums ir visapkārt, daudzus citus sintezē laboratorijās vai iegūst rūpnieciski. Oksīdus izmanto visdažādākajās nozarēs, jo tiem ir daudz vērtīgu īpašību.

Uzglabājot ilgstoši gaisā magnija oksīdu, tas var reaģēt ar gaisa sastāvā esošo ogļskābo gāzi. *Uzraksti formulu ķīmiskajam savienojumam, kurš veidosies, magnija oksīdam reaģējot ar ogļskābo gāzi! (1 punkts)*

Magnija oksīda reakcijā ar ogļskābo gāzi (oglekļa(IV) oksīdu) rodas **magnija karbonāts** **MgCO₃**.

Lai noskaidrotu, vai magnija oksīda paraugs, kas ilgstoši uzglabāts saskarē ar gaisu, ir reaģējis ar ogļskābo gāzi, 0,968 g šī parauga apstrādāja ar atšķaidītu sērskābi. Pilnīgai reakcijas norisei bija nepieciešami 38,685 ml 5,39% sērskābes šķīduma, kura blīvums bija 1,034 g/mL.

Aprēķini šajā reakcijā izlietotās sērskābes daudzumu! (2 punkti)

5,39% sērskābes šķīduma masa ir $1,034 \text{ g/mL} \cdot 38,685 \text{ ml} = 40,000 \text{ g}$

Sērskābes masa ir $0,0539 \cdot 40,000 \text{ g} = 2,156 \text{ g}$

Sērskābes daudzums ir $2,156 \text{ g} / 98 \text{ g/mol} = \mathbf{0,022 \text{ mol}}$

Aprēķini magnija oksīda masas daļu analizētajā paraugā! (4 punkti)

Apzīmēsim magnija oksīda daudzumu paraugā ar x, bet magnija karbonāta daudzumu paraugā ar y. Tādā gadījumā parauga masa būs $40x + 84 y = 0,968$

Patērētās sērskābes daudzums ir vienāds ar magnija oksīda un magnija karbonāta daudzumu summu, tātad $x + y = 0,022$

Atrisinot sistēmu, kas satur šos abus vienādojumus, iegūst, ka $x = 0,020$ mol MgO. Magnija oksīda masa ir $0,020 \cdot 40 = 0,800$ g, bet tā masas daļa paraugā ir $0,800/0,968 = 0,8264$ jeb **82,64%**

Aprēķini, cik lielu tilpumu ogļskābās gāzes (normālos apstākļos) bija piesaistījis šis paraugs! (2 punkti) Atbilde izsaki mililitros ar vienu ciparu aiz komata!

No iepriekš atrastā izriet, ka magnija karbonāta daudzums ir $0,022 - 0,020 = 0,002$ moli. Piesaistītās ogļskābās gāzes daudzums arī būs $0,002$ moli, bet tās tilpums normālos apstākļos ir $0,002 \cdot 22,4 = 0,0448$ litri jeb **44,8 ml**.

Atzīmē vielas, ar kurām reagē magnija oksīds! (1 punkts) Iespējamās vairākas pareizas atbildes!

Magnija oksīds ir bāziskais oksīds, tātad no minētajām vielām tas reagēs ar sērskābi un skābo oksīdu N_2O_5 .

H₂SO₄, CaCO₃, Au, N₂O₅

Arī sēra(IV) oksīds ir ļoti reaģēt spējīgs savienojums.

Atzīmē, ar kurām vielām reagēs sēra(IV) oksīds! (1 punkts) Iespējamās vairākas pareizas atbildes!

FeO, O₂, P₂O₅, H₃PO₄

Daudzām vielām joprojām lieto to vēsturiskos (triviālos) nosaukumus. Zinātkārais Ārčijs apgalvo, ka slāpekļa(I) oksīdu sauc arī par *tvana gāzi*.

Vai tas ir patiesi? (1 punkts) Aplami

Oksīdu ķīmiskās formulas var paredzēt, zinot to veidojošā ķīmiskā elementa atrašanās vietu periodiskajā tabulā. Analīzē noskaidrots, ka kāda ķīmiskā elementa oksīda molmasa ir 60 g/mol.

Uzraksti šī oksīda formulu! (2 punkti)

Pieņemsim, ka nezināmā oksīda formula satur vienu skābekļa atomu. Tas atbilst formulām M_2O un MO . Ja nezināmā oksīda formula būtu M_2O , tad meklējamā elementa molmasa būtu $(60 - 16)/2 = 22$ g/mol. Ķīmiskā elementa ar šādu molmasu nav. Ja nezināmā oksīda formula būtu MO , tad nezināmā elementa molmasa būtu $60 - 16 = 44$ g/mol. Ķīmiskā elementa ar šādu molmasu nav.

Pieņemsim, ka nezināmā oksīda formula satur divus skābekļa atomus un ir MO_2 . Tādā gadījumā nezināmā elementa molmasa ir $60 - 16 \cdot 2 = 28$ g/mol. Tas atbilst ķīmiskā elementa silīcija molmasai. Silīcijs tiešām veido savienojumus ar oksidēšanas pakāpi +4. Tātad meklējamā oksīda formula ir **SiO₂**.

Uzraksti tā mangāna oksīda formulu, kurš rodas šajā reakcijā (2 punkti)

33,6 litri skābekļa atbilst $33,6/22,4 = 1,5$ moliem. Tā kā ķīmisko reakciju vienādojumos koeficienti parasti ir veseli skaitļi, ir izdevīgi visu dubultot - no diviem moliem Mn_2O_7 rodas trīs moli O_2 . Katra ķīmiskā elementa atomu skaitam reakcijas vienādojuma labajā un kreisajā pusē ir jābūt vienādam. Mn_2O_7 sadalīšanās reakcijas vienādojuma kreisajā pusē būs 4 mangāna atomi un 14 skābekļa atomi, labajā pusē trīs skābekļa molekulās būs kopā

6 skābekļa atomi, tātad paliek pāri 4 mangāna atomi un $14 - 6 = 8$ skābekļa atomi. Mangāna un skābekļa atomu skaita attiecība ir $4 : 8$, jeb $1 : 2$, tātad iegūtā oksīda formula ir **MnO₂**.

3. uzdevums. Šķīdumi

Aprēķini kālija bromīda masas daļu iegūtajā šķīdumā paaugstinātajā temperatūrā! (1 punkts) Ieraksti rezultātu, izteiktu procentos ar vienu ciparu aiz komata! **50%**

Aprēķini, cik g kālija bromīda izkristalizējās, pagatavoto šķīdumu atdzesējot līdz 20 °C! Ieraksti rezultātu, izteiktu gramos ar vienu ciparu aiz komata! (2 punkti)

75 g ūdens 20°C būs izšķīduši $75,0 \cdot 65,5 / 100 = 49,1$ g KBr.

Tātad izkristalizējās $75,0 - 49,1 =$ **25,9 g KBr**.

4. uzdevums. Pretstati ķīmijā - bāzes un skābes

Uzraksti iegūtās skābes ķīmisko formulu! (1 punkts)

Slāpekļa(V) oksīdam reaģējot ar ūdeni rodas **slāpekļskābe**.

Atzīmē kuras no skābēm nevar iegūt skābā oksīda reakcijā ar ūdeni! Iespējamās vairākas pareizas atbildes!

Skābo oksīdu reakcijās ar ūdeni var iegūt tikai skābekli saturošās skābes. Sālsskābe nesatur skābekli, tāpēc to nevar iegūt šādā veidā. Savukārt silīcija(IV) oksīds (smilšu galvenā sastāvdaļa) ar ūdeni nereaģē, silīcijskābi iegūst no tās sāļiem.

HCl, H₂SiO₃, H₂SO₄, H₃PO₄

Atzīmē tos vielu pārus, kuru savstarpējā reakcijā varēs iegūt nātrija hidroksīdu! (1 punkts) Iespējamās vairākas pareizas atbildes!

Nātrija reakcijā ar ūdeni rodas nātrija hidroksīds un izdalās ūdeņradis. Nātrija hlorīda šķīdums ar kālija hidroksīda šķīdumu nereaģēs. Nātrija karbonāta šķīduma reakcijā ar kalcija hidroksīda šķīdumu izkritīs kalcija karbonāta nogulsnes, bet šķīdumā paliks nātrija hidroksīds. Kristālisks litija hidroksīds ar nātriju nereaģēs.

Na (kristālisks) + **H₂O**

NaCl (šķīdums) + KOH (šķīdums)

Na₂CO₃ (šķīdums) + **Ca(OH)₂** (šķīdums)

LiOH (kristālisks) + Na (kristālisks)

Atzīmē, kuras gāzes var žāvēt ar nātrija hidroksīdu! (3 punkti) Iespējamās vairākas pareizas atbildes!

NaOH var izmantot tikai tādu gāzu žāvēšanai, kuras ar to nereaģē. Oglekļa(IV) oksīds un sēra(IV) oksīds ir skābie oksīdi, tātad reaģēs ar NaOH. Arī sērūdeņradis reaģē ar nātrija hidroksīdu. Tāpēc šīs gāzes nevar žāvēt ar nātrija hidroksīdu.

Oglekļa(IV) oksīdu, **ūdeņradi**, sēra(IV) oksīdu, sērūdeņradi, **slāpekļa(I) oksīdu, skābekli**.

Aprēķini iegūtās sāls masu! (2 punkti)

Rezultātu izsaki gramos ar diviem cipariem aiz komata!

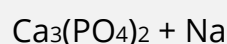
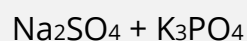
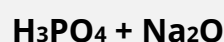
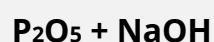
Fosforskābes masa izmantotajā šķīdumā ir $50 \cdot 0,1176 = 5,88$ g, bet tās daudzums ir $5,88/98 = 0,06$ moli.

Atbilstoši ķīmiskās reakcijas vienādojumam no 2 moliem fosforskābes var iegūt vienu molu kalcija fosfāta, tātad no 0,06 moliem fosforskābes varēs iegūt 0,03 molus kalcija fosfāta. Iegūtā kalcija fosfāta masa ir $0,03 \cdot 310 = \mathbf{9,30}$ g

Atzīmē vielu pārus, kuriem savstarpēji reaģējot, var veidoties nātrija fosfāts! (1 punkts)
Iespējamās vairākas pareizas atbildes!

Nātrija sulfāta šķīdumam pievienojot kālija fosfāta šķīdumu šķīdumu, jonu reakcija līdz galam nenotiks, jo abi iespējamie gala produkti šķīst ūdenī.

Kalcija fosfāts nešķīst ūdenī, kā arī kalciju aizvietot ar nātriju šādā veidā nav iespējams.



5. uzdevums. **Nezināmās vielas**

Nosaki vielas A, B, C, D, E, F, G! (4 punkti)

Izvēlies vielu formulas no piedāvātajām!

$Na_3PO_4, Na_2SO_4, Mg, P_2O_5, S, H_2SO_4, O_2, H_3PO_4, Mg_3(PO_4)_2, SO_3, MgSO_4, Na_2O, Na, P, MgO$

Viela A ir $\rightarrow Mg$, B ir $\rightarrow O_2$, C ir $\rightarrow MgO$, D ir $\rightarrow P$ (baltais), E ir $\rightarrow P_2O_5$, F ir $\rightarrow H_3PO_4$, G ir $\rightarrow Mg_3(PO_4)_2$

10. KLASE

1. uzdevums. **Neorganiskie savienojumi**

Neorganisko savienojumu klāsts ir ļoti liels, arī to izmantošana ir daudzveidīga.

Uzraksti tā ķīmiskā elementa simbolu, kurš veido visvairāk ķīmisko savienojumu! (1 punkts)

Lai arī oglekļa veidoto organisko savienojumu ir daudz vairāk nekā zināmo neorganisko savienojumu, visvairāk savienojumu veido ūdeņradis. **H**

Viens no analītiskās ķīmijas uzdevumiem ir vielu kvalitatīvā sastāva noteikšana (pierādīšana).

Atzīmē, ar kuru reaģentu komplektu var pierādīt sērskābes kvalitatīvo sastāvu! (1 punkts)

Sulfātjonu pierādīšanai izmanto bārija hlorīda šķīdumu, savukārt ūdeņraža jonus (hidroksonija) jonus pierāda ar indikatoriem, no abiem piedāvātajiem piemērots ir metiloranžs.

Bārija hlorīda šķīdums un fenolftaleīna šķīdums

Bārija hlorīda šķīdums un metiloranža šķīdums

Nātrija hidroksīda šķīdums un cinks

Koka skaidiņa un cinks

Amonjakam raksturīgas ļoti daudzveidīgas ķīmiskās reakcijas.

Atzīmē, ar kurām no dotajām vielām reaģē amonjaks! (2 punkti) iespējamās vairākas pareizas atbildes!

Ķīmiskajās reakcijās amonjaks var būt gan reducētā (palielinās slāpekļa oksidēšanas pakāpe), gan reducētājs (sašķīdrināta amonjak reakcijās ar aktīvākajiem metāliem izdalās ūdeņradis), gan reaģēt kā bāze (ar skābēm, ūdeni), gan veidot jaunas saites, izmantojot nedalīto elektronu pāri pie slāpekļa atoma (ligands kompleksajos savienojumos). Piemērotos apstākļos amonjaks reaģē ar visām minētajā vielām.

Sālsskābe, skābeklis, nātrijs, vara(II) sulfāta šķīdums

Sāļi ir viena no svarīgākajām neorganisko savienojumu klasēm.

Atzīmē vielu pārus, kuru savstarpējās reakcijas rezultātā veidojas vara(II) hlorīds! (1 punkts) iespējamās vairākas pareizas atbildes!

Vara reakcija ar sālsskābi

Vara(II) sulfāta šķīduma reakcija ar bārija hlorīda šķīdumu

Vara(II) hidroksīda reakcija ar nātrija hlorīda šķīdumu

Vara(II) hidroksīda reakcija ar sālsskābi

Neorganiskajiem savienojumiem raksturīgas ļoti daudzveidīgas oksidēšanas reducēšanas reakcijas.

Nosaki koeficientu pirms reducētāja formulas reakcijas shēmā (1 punkts):

Šajā reakcijā reducētājs ir ogleklis, bet oksidētājs ķīmiskais elements slāpeklis, kas atrodas slāpekļskābes sastāvā. Slāpeklis maina oksidēšanas pakāpi no +5 uz +4, savukārt

ogleklis no 0 uz +4, tātad oglekļa atomu skaitam jābūt 4 reizes mazākam nekā slāpekļa atomu skaitam: **$C + 4 HNO_3 \rightarrow 4 NO_2 + CO_2 + 2 H_2O$**

Koeficients pirms reducētāja formulas ir 1, ko parasti vienādojumos neraksta.

Savienojumiem, kas pieder vienai neorganisko vielu klasei, ir raksturīgas līdzīgas ķīmiskās īpašības. Tomēr tās nav pilnīgi vienādas.

Atzīmē, ar kuru no dotajām vielām reaģēs gan sālsskābe, gan atšķaidīta fosforskābe! (2 punkti)

Varš metālu aktivitātes rindā atrodas aiz ūdeņraža, tāpēc ar šīm skābēm nereaģēs. Ar kālija dihidrogēnfosfātu reaģēs tikai sālsskābe. Ar oglekļa(IV) oksīdu neviena no skābēm nereaģēs. Ar Kālija hidrogēnfosfātu reaģēs abas skābes, sālsskābe to var pārvērst kālija hlorīdā, bet fosforskābe - kālija dihidrogēnfosfātā.

Ar varu

Ar kālija dihidrogēnfosfātu

Ar kālija hidrogēnfosfātu

Ar oglekļa(IV) oksīdu

Šķīdumam, kurš saturēja 0,20 molus kālija hidroksīda, lēnām, pa pilienam, šķīdumu nepārtraukti maisot, pievienoja šķīdumu, kas saturēja 0,20 molus sērskābes.

Ķīmiķis Artūrs apgalvo, ka vispirms radās kālija hidrogēnsulfāts, bet pēc tam kālija sulfāts. *Vai Artūra apgalvojums ir patiess?* (1 punkts)

Šajā gadījumā sākumā ir pārākumā kālija hidroksīds, tātad veidosies normālais sāls kālija sulfāts. Tā kā pēc visa kālija hidroksīda neitralizācijas sērskābes pievienošana turpinās, tad sāk veidoties skābais sāls - kālija hidrogēnsulfāts. Uzdevumā minētais apgalvojums **nav patiess**, ir otrādi.

Četrās mēģenēs bez uzrakstiem atsevišķi atrodas vienādas koncentrācijas amonija sulfāta, magnija sulfāta, alumīnija sulfāta un kālija sulfāta ūdens šķīdumi.

Ar kuru no piedāvātajiem reaģentiem var šos savienojums atšķirt vienu no otra? (1 punkts)
Bārija hlorīda šķīdums, Slāpekļskābes šķīdums, **Nātrijs hidroksīda šķīdums**, Amonjaka šķīdums ūdenī.

Pievienojot katras mēģenes saturam bārija hlorīda šķīdumu, visos gadījumos izkritīs nogulsnes, jo visas mēģenes satur sulfātu šķīdumus. Pievienojot katras mēģenes saturam slāpekļskābes šķīdumu, nevienā no mēģenēm izmaiņas nenovēros. Pievienojot katras mēģenes saturam amonjaka šķīdumu ūdenī, nogulsnes veidosies tajā mēģenē, kurā ir alumīnija sulfāta šķīdums, bet tajās mēģenēs, kas satur kālija sulfātu un amonija sulfātu, izmaiņas nebūs novērojamas. Tātad ar katru no šiem trim reaģentiem, nebūs iespējams visas četras vielas atšķirt vienu no otras.

Pievienojot katras mēģenes saturam nātrijs hidroksīda šķīdumu, novēros amonjaka izdalīšanos no tās mēģenes, kura saturēja, amonija sulfātu. Tajā mēģenē, kura saturēja alumīnija sulfātu, veidosies liels ūdenī nešķīstošā alumīnija hidroksīda nogulšņu daudzums. Tajā mēģenē, kura saturēja magnija sulfātu, veidosies neliels ūdenī mazšķīstošā magnija hidroksīda nogulšņu daudzums. Savukārt mēģenē, kura saturēja kālija sulfātu, nekādas izmaiņas nenovēros.

Oksidēšanas reducēšanas reakcijās mainās ķīmisko elementu oksidēšanas pakāpes.

Nosaki, kurā no piedāvātajiem ķīmisko reakciju vienādojumiem ķīmiskā elementa sēra oksidēšanas pakāpe pieaug no (-2) uz (+4):

Izejvielā sērūdeņradī H_2S sēra oksidēšanas pakāpe ir -2, bet reakcijas produktā SO_2 tā ir +4.

1. $Zn + S \rightarrow ZnS$
2. $Na_2S + Pb(NO_3)_2 \rightarrow 2 NaNO_3 + PbS$
3. $2H_2S + O_2 \rightarrow 2H_2O + 2S$
4. **$2 H_2S + 3O_2 \rightarrow 2 H_2O + 2 SO_2$**

2.uzdevums. Šķīdinām, pēc tam eksperimentējam...

Jaunais ķīmiķis Artūrs 150 g ūdens izšķīdināja 50 g sudraba nitrāta. *Aprēķini sudraba nitrāta masas daļu iegūtajā šķīdumā! (1 punkts) Iegūto lielumu izsaki procentos un ieraksti ar vienu ciparu aiz komata!*

Šķīduma masa ir $150 + 50 = 200$ g, bet izšķīdinātās vielas masa ir 50 g. Sudraba nitrāta masas daļā šķīdumā ir $50/200 = 0,250$ jeb **25,0%**

Iedvesmots no veiksmīgās sudraba nitrāta šķīduma pagatavošanas, nākamajā dienā Artūrs 150 g ūdens izšķīdināja 50 litrus hlorūdeņraža.

Aprēķini HCl masas daļu iegūtajā šķīdumā! Uzskati, ka hlorūdeņraža tilpumu Artūrs izmērīja normālos apstākļos!

HCl masas daļu izsaki procentos un ieraksti ar vienu ciparu aiz komata! (2 punkti)

Hlorūdeņraža daudzums ir $50/22,4 = 2,23$ moli, bet tā masa ir $2,23 * 36,5 = 81,40$ g. Iegūtā šķīduma masa ir $150 + 81,40 = 231,40$ g. HCl masas daļa šķīdumā ir $81,40/231,40 = 0,352$ jeb **35,2%**.

Nākamajā dienā Artūrs vēlējās pagatavot amonjaka šķīdumu ūdenī, jo bija lasījis, ka amonjaka šķīdība ūdenī ir ļoti liela. Taču amonjaka viņam nebija.

Atzīmē, kurās reakcijās var iegūt amonjaku! (2 punkti) Iespējamās vairākas pareizas atbildes!

Vara apstrāde ar koncentrētu slāpekļskābi

Reakcija starp kalcija hidroksīdu un amonija hlorīdu

Amonija fosfāta termiska sadalīšana

Amonija nitrāta termiska sadalīšana

Tomēr Artūrs izvēlējās amonjaka iegūšanai kalcija amīda $Ca(NH_2)_2$ termisko sadalīšanu, kuras rezultātā veidojas kalcija imīds un izdalās amonjaks. Kalcija imīds satur tos pašus ķīmiskos elementus, kurus satur kalcija amīds un tā molmasa ir 55 g/mol.

Aprēķini, cik lielu tilpumu amonjaka (normālos apstākļos) Artūrs var iegūt, izkarsējot 18 g kalcija amīda! (2 punkti)

Iegūto rezultātu izsaki litros ar diviem cipariem aiz komata!

Zinot, ka kalcija imīda molmasa ir 55 g/mol un tas satur ķīmiskos elementus kalciju, slāpekli un ūdeņradi, atrod, ka tā formula ir CaNH. Tātad sadaloties vienam molam kalcija amīda $\text{Ca}(\text{NH}_2)_2$ rodas viens mols kalcija imīda CaNH un viens mols amonjaka NH_3 . Kalcija amīda molmasa ir 72 g/mol. Kalcija amīda daudzums ir $18/72 = 0,25$ moli. Amonjaka daudzums būs arī 0,25 moli, bet tā tilpums normālos apstākļos būs $0,25 \cdot 22,4 = \mathbf{5,60}$ litri

Ievērojot visus nepieciešamos drošības pasākumus, Artūrs 80 g ūdens izšķīdināja 20 g sēra(VI) oksīda.

Aprēķini ūdens masas daļu iegūtajā šķīdumā! (2 punkti) Iegūto lielumu izsaki procentos un ieraksti ar vienu ciparu aiz komata!

Sēra(VI) oksīda daudzums ir $20/80 = 0,25$ moli. Šķīdinot ūdenī sēra(VI) oksīdu rodas sērskābe. Tās daudzums ir vienāds ar sēra(V) oksīda daudzumu un ir 0,25 moli, bet masa: $0,25 \cdot 98 = 24,5$ g. Savukārt kopējā šķīduma masa ir: $80 + 20 = 100$ g. Sērskābes masas daļa šķīdumā ir $24,5/100 = 0,245$. Ūdens masas daļa šķīdumā ir $1 - 0,245 = 0,755$ jeb **75,5%**.

Lai noskaidrotu, kāda ir 30,20% NaOH šķīduma molārā koncentrācija, Artūrs izmērīja tā blīvumu. Tas bija 1,330 g/mL.

Aprēķini 30,20% NaOH šķīduma molāro koncentrāciju! (3 punkti)

Iegūto lielumu, izteiktu molos/litrā, ieraksti ar diviem cipariem aiz komata! Pieņemsim, ka 30,20% NaOH šķīduma tilpums ir 1,00 litrs. Viena litra 30,20% NaOH šķīduma masa būs $1000 \cdot 1,330 = 1330$ g. Šis šķīdums satur $1330 \cdot 0,3020 = 401,66$ g NaOH. Izšķīdušā NaOH daudzums būs $401,66 / 40 = 10,04$ moli, bet tā molārā koncentrācija būs $10,04 / 1,00 = \mathbf{10,04}$ mol/L.

3.uzdevums. Periodiskā tabula

Kāda ķīmiskā elementa elektronapvalka ārējais enerģijas līmenis satur 10% no tā kopējā elektronu skaita.

Uzraksti šī ķīmiskā elementa simbolu! (1 punkts)

Kalcija atoma elektronapvalkā kopējais elektronu skaits ir 20, no kuriem 2 jeb 10% atrodas ārējā enerģijas līmenī.

Ķīmisko elementu rutēnija atklāja 1844. gadā Kārlis Klauss (*Carl Claus*). 2017. gada novembrī Eiropā gaisā tika konstatēta niecīga radioaktīvā izotopa rutēnija-106 klātie.

Cik neitronu atrodas rutēnija-106 atoma kodolā? (1 punkts)

Rutēnija kārtas skaitlis ir 44, tātad tā atoma kodols satur 44 protonus. Rutēnija-106 izotops satur $106 - 44 = \mathbf{62}$ neitronus.

Radioaktīvais rutēnija-106 izotops ir beta starotājs.

Uzraksti ķīmiskā elementa simbolu, par kuru pārvērtīsies šis rutēnija izotops radioaktīvās sabrukšanas procesā! (1 punkts)

Beta sabrukšanas rezultātā ķīmiskā elementa kodolā protonu skaits palielinās par vienu, nemainoties tā masas skaitlim. Tātad rodas rodija-106 izotops. Rodija simbols ir **Rh**.

Rutēnija-106 izotopa pussabrukšanas periods ir 1 gads.

Aprēķini, kāda būs rutēnija-106 masa pēc trim gadiem, ja tā sākotnējā masa bija 10,00 g. (2 punkti) Atbilde izsaki gramos un ieraksti ar 2 cipariem aiz komata!

Pirmā gada laikā rutēnija izotopa masa samazināsies divas reizes un no 10,00 g paliks tikai 5,00 g. Nākošā gada laikā no 5,00 gramiem rutēnija būs vairs palikuši tikai 2,50 g, bet trešā gada laikā rutēnija daudzums samazināsies vēl divas reizes un tā masa būs **1,25 g**.

Kāda ķīmiskā elementa atoma kodola elektronapvalka ārējā enerģētiskā līmeņa elektronkonfigurācija ir ns^2np^3 , kurā ar n apzīmēts galvenais kvantu skaitlis.

Pieņemsim, ka šī ķīmiskā elementa simbols ir E.

Uzraksti šī elementa augstākā oksīda (elementam šajā oksīdā ir augstākā iespējamā oksidēšanas pakāpe) formulu! (1 punkts)

Šis elements atoma kodola elektronapvalka ārējā enerģētiskajā līmenī satur 5 elektronus, tātad oksīda formula ir **E₂O₅**.

Ir zināms ļoti daudz molekulu, atomu un jonu, kuri satur tikai sapārotus elektronus.

Ir arī tādi atomi, molekulas un joni, kuri satur vienu vai vairākus nesapārotus elektronus.

Atrodi, kurā no dotajām savienojumu rindām visas trīs daļiņas satur nesapārotus elektronus:

- a) NO, BH₄, CO⁺
- b) CO, NO, BH₄⁻
- c) NH₄⁺, H₃O⁺, CO₂
- d) H₂O⁺, CO⁺, NO⁻

Ieraksti atbilstošo burtu! (2 punkti)

Tikai **a)** rindā katra no daļiņām satur nepāra elektronu skaitu.

4.uzdevums. Oksīdu parāde

Izšķīdinot kādu metāla oksīdu nepieciešamajā daudzumā 25,20% slāpekļskābes, ieguva 37,58% šī metāla nitrāta šķīdumu. Zināms arī, ka šī metāla oksidēšanas pakāpe savienojumos ir +2.

Nosaki šo metālu un ieraksti šī metāla simbolu! (3 punkti)

Pieņemsim, ka reakcijā piedalījās viens mols metāla(II) oksīda MO, kura molmasa pieņemsim par X g/mol. Tā izšķīdināšanai (reakcijai) ir nepieciešami 2 moli slāpekļskābes, kuras masa būs $2 \cdot 63 = 126$ g. Savukārt nepieciešamā 25,20% slāpekļskābes šķīduma masa būs 500 g. Reakcijā radīsies 1 mols metāla(II) nitrāta, kura molmasa būs $X - 16 + 2 \cdot 62 = X + 108$ g/mol. Šķīduma masa pēc reakcijas būs $500 + X$ g. Metāla(II) nitrāta masas daļa šķīdumā būs $(X + 108)/(X + 500) = 0,3758$. Atrisinot šo vienādojumu iegūst, ka metāla(II) oksīda molmasa $X = 128$ g/mol. Nezināmā metāla molmasa būs $128 - 16 = 112$ g/mol. Tā atbilst ķīmiskajam elementam **kadmijam**, kura simbols ir **Cd**. Kadmija oksidēšanas pakāpe tiešām ir 2.

Ilgstoši uzglabājot daudzus metālu oksīdus, tie saista (reagē) gaisā esošo oglekļa(IV) oksīdu, veidojot karbonātus. 19,91 g šādu metāla(II) oksīda un metāla(II) karbonāta maisījumu apstrādāja ar sērskābi. Pilnīgai abu savienojumu pārvēršanai par sulfātiem izlietoja 550 ml 0,20 molāra sērskābes šķīdumu.

Aprēķini izmantoto sērskābes daudzumu! (1 punkts)

Atbilde izsaki molos un ieraksti ar diviem cipariem aiz komata!

$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,20 * 0,550 = 0,11 \text{ moli}$

Aprēķini, kāda metāla oksīds un karbonāts ir augstākminētajā maisījumā! Atceries, ka šī metāla oksidēšanas pakāpe ir +2! (3 punkti)

Ieraksti šī ķīmiskā elementa simbolu!

Pieņemsim, ka analizējamais paraugs sastāv tikai no metāla(II) oksīda. Atbilstoši reakcijas vienādojumam metāla(II) oksīda daudzums ir vienāds ar patērētās sērskābes daudzumu, tātad 0,11 moli. Oksīda molmasa tādā gadījumā būtu $19,91/0,11 = 181 \text{ g/mol}$, bet metāla molmasa būtu $181 - 16 = 165 \text{ g/mol}$.

Pieņemsim, ka analizējamais paraugs sastāv tikai no metāla(II) karbonāta. Atbilstoši reakcijas vienādojumam metāla(II) karbonāta daudzums ir vienāds ar patērētās sērskābes daudzumu, tātad 0,11 moli. Metāla(II) karbonāta molmasa tādā gadījumā būtu $19,91/0,11 = 181 \text{ g/mol}$, bet metāla molmasa būtu $181 - 12 - 48 = 121 \text{ g/mol}$.

Nezināmā metāla molmasa ir robežās starp 121 un 165 g/mol. Tas atbilst ķīmiskajam elementam **bārijam**, kura oksidēšanas pakāpe tiešām ir +2, tā oksīda īpašības ir ļoti līdzīgas kalcija oksīda īpašībā, tas saista no gaisa oglekļa(IV) oksīdu.

Iespējama arī vēl viena atbilde - **Eu**.

Ķīmisko elementu veidoto savienojumu ķīmiskās formulas var paredzēt, izmantojot no ķīmisko elementu periodiskās tabulas iegūstamo informāciju.

Dažādiem ķīmiskajiem savienojumiem var būt vienādas molmasas. Ķīmiskais elements volframs veido oksīdu, kurā volframa oksidēšanas pakāpe ir +6.

Uzraksti cita ķīmiskā elementa oksīda ķīmisko formulu, kuram ir tikpat liela molmasa kā volframa(VI) oksīdam! (2 punkti)

Aprēķina volframa(VI) oksīda molmasu: $184 + 3*16 = 232 \text{ g/mol}$. Pieņem, ka nezināmā ķīmiskā elementa oksīda formulā ir viens skābekļa atoms. Tas iespējams, ja nezināmā elementa oksidēšanas pakāpe ir +2, tad oksīda formula būs EO, un, ja nezināmā elementa oksidēšanas pakāpe ir +1, tad oksīda formula būs E₂O.

Ja oksīda formula būtu EO, tad, izrēķinot nezināmā elementa molmasu, iegūst, ka tā ir 216 g/mol. Tāda ķīmiskā elementa periodiskajā tabulā nav.

Ja oksīda formula būtu E₂O, tad nezināmā elementa molmasa ir 108 g/mol, kas atbilst sudraba molmasai. Sudrabs tiešām veido savienojumus ar oksidēšanas pakāpi +1, tātad nezināmā oksīda formula ir **Ag₂O**.

Līdzīgā veidā var veikt pārbaudi, pieņemot, ka nezināmā ķīmiskā elementa oksīda formulā ir divi vai vairāki skābekļa atomi, taču izrādīsies, ka ķīmisko elementu, kuri atbilstu uzdevuma nosacījumiem, nav.

Ir dzirdēti apgalvojumi, ka:

a) nemetāli veido tikai skābos oksīdus;

b) visiem nemetālu oksīdiem ir molekulārs kristāliskais režģis;

c) visi nemetālu oksīdi, kuros nemetāliem ir augstākās oksidēšanas pakāpes, reaģē ar ūdeni;

d) visi IIIA līdz VIIA grupas nemetālu oksīdi, kuros nemetāliem ir augstākās oksidēšanas pakāpes, ir skābie oksīdi.

Cik no šiem apgalvojumiem ir pareizi? (1 punkts)

Nemetāli veido ne tikai skābos, bet arī sāļus neveidojošos oksīdus, piem., CO. Daudziem nemetālu oksīdiem tiešām ir molekulārs kristāliskais režģis, piem., CO₂, tomēr daudziem nemetālu oksīdiem ir arī atomārs kristāliskais režģis, piem., SiO₂. Daudzi nemetālu oksīdi, kuros nemetāliem ir augstākās oksidēšanas pakāpes, tiešām reaģē ar ūdeni, piem., SO₃, tomēr ir arī tādi, kuri ar ūdeni nereaģē, piem., SiO₂, B₂O₃. Visi IIIA līdz VIIA grupas nemetālu oksīdi, kuros nemetāliem ir augstākās oksidēšanas pakāpes, tik tiešām ir skābie oksīdi. **Pareizs ir tikai viens apgalvojums.**

5. uzdevums. **Kas ar ko?**

Vienkārša kristāliska viela A reaģē gan ar vielas B šķīdumu, gan ar vielas C šķīdumus. Abos gadījumos rodas viena un tā pati vienkāršā viela D, taču reakcijas otrais produkts katrreiz ir atšķirīgs. Reakcijā ar vielas B šķīdumu tas ir E, bet reakcijā ar vielas C šķīdumu - F.

Zināms arī, ka savā starpā reaģē gan vielas B un C, gan vielas E un F, gan vielas B un F, gan vielas C un E. Vielas B molmasa ir lielāka par vielas C molmasu, bet vielas E molmasa ir lielāka par vielas F molmasu.

Nosaki nezināmās vielas A, B, C, D, E un F! (3 punkti)

Izvēlies vielu formulas no piedāvātajām!

K₂ZnO₂, HNO₃, H₂, HCl, Zn, KOH, K₂[Zn(OH)₄], ZnCl₂, Zn(NO₃)₂, Zn(OH)₂

Vielas A ir → Zn, B ir → KOH, C ir → HCl, D ir → H₂, E ir → K₂[Zn(OH)₄], F ir → ZnCl₂

11. KLASE

1. uzdevums. Latvijas dabas bagātības (15 punkti)

1. Uzrakstiet elementu **X** un **Y** ķīmiskos simbolus. (kopā 1,5 punkti) **X- Ca, Y-Mg**
2. Uzrakstiet vielu **A – M** ķīmiskās formulas. (kopā 12 punkti)

**A – Ca(OH)₂, B – H₂, C- CO₂, D – CaCO₃, E – Ca(HCO₃)₂, F – MgCO₃, G – HCl,
H – CaCl₂, I – Cl₂, J – H₂SO₄, K – CaSO₄*2H₂O, L – CaSO₄*0,5H₂O, M – CaSO₄**

Nosauciēt nogulumiežus, ko veido a) **D**, b) **D** un **F**, un c) **K**. (par katru nosaukumu 0,5 punkti) **Attiecīgi kalņakmens, dolomīts un ģipšakmens**

2. uzdevums. Augstspiediena kristāli (16 punkti)

1. Uzrakstiet vielu **A – K** ķīmiskās formulas. (kopā 10 punkti) **A - H, B – H₂O, C – NH₃,
D - NO, E – NO₂, F – N₂O₄, G – HNO₃, H – NH₄NO₃, I – N₂O, J – N₂, K – O₂**

2. Kāds ir **I** triviālais nosaukums? (1 punkts) **smieklu gāze**

3. Kādā(-s) sfērā(-s) tiek izmantots oksīds **I**? Izvēlieties vienu vai vairākas pareizās atbildes! (1 punkts)

- a. kā dzesējošais aģents dažādās iekārtās
- b. kā degviela iekšdedzes dzinējos
- c. enerģētikā
- d. lauksaimniecībā

e. medicīnā

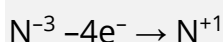
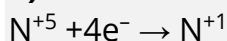
4. Kāda ir visu koeficientu summa ķīmiskajai reakcijai, kas notiek ar **H** a) to lēni karsējot, un b) tam eksplodējot? (par katru pareizu atbildi 1 punkts)

- a. $\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O}$
- b. $2\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow 2\text{N}_2 + \text{O}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$

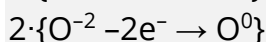
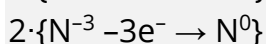
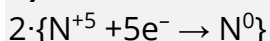
5. Kurš vai kuri atomi ir oksidētāji, un kuri reducētāji ķīmiskajā reakcijā, kas notiek ar **H** a) to lēni karsējot, un b) tam eksplodējot? Ja uzdodat vairākus elementus, atdaliet to simbolus ar komatu bez atstarpes. (par pareizu rezultātu katrai no reakcijām 1 punkts)

a) Oksidētājs: N, reducētājs: N. b) Oksidētājs N, reducētāji: N, O.

a)



b)

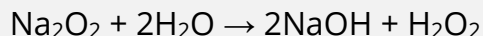


3. uzdevums. **Nātrijs vs. Skābeklis** (13 punkti)

1. Uzrakstiet vielu **A** un **B** ķīmiskās formulas. (par katru vielu 1 punkts)

A – Na₂O; B – Na₂O₂

2. Aprēķināt pēc nātrija sadedzināšanas iegūtā maisījuma sastāvu masas daļās (%). (3,5 punkti)



Sākotnējā maisījuma masa ir vienāda ar:

$$1,000 = n_{\text{oks}} \cdot M_{\text{oks}} + n_{\text{per}} \cdot M_{\text{per}} = n_{\text{oks}} \cdot 61,98 + n_{\text{per}} \cdot 77,98$$

Nātrija hidroksīda masa ir vienāda ar:

$$1,092 = 2 \cdot n_{\text{oks}} \cdot M_{\text{NaOH}} + 2 \cdot n_{\text{per}} \cdot M_{\text{NaOH}} = (n_{\text{oks}} + n_{\text{per}}) \cdot 80,00$$

No otrā vienādojuma izsaka, piem., oksīda daudzumu: $n_{\text{oks}} = \frac{1,092}{80,00} - n_{\text{per}} = 0,01365 -$

n_{per}

Tad to ievieojam pirmajā vienādojumā: $1,000 = (0,01365 - n_{\text{per}}) \cdot 61,98 + n_{\text{per}} \cdot 77,98 =$
 $= 0,8460 - 61,98 \cdot n_{\text{per}} + n_{\text{per}} \cdot 77,98 = 0,8460 + 16,00 \cdot n_{\text{per}}$

$$n_{\text{per}} = \frac{1,000 - 0,8460}{16,00} = 0,009623$$

Aprēķina nātrija peroksīda masu un masas daļu:

$$m_{\text{per}} = n_{\text{per}} \cdot M_{\text{per}} = 0,009623 \cdot 77,98 = 0,750 \text{ g}$$

$$w_{\text{per},\%} = \frac{m_{\text{per}}}{m_{\text{kop}}} = \frac{0,750}{1,000} = 75,0\%$$

$$w_{\text{oks},\%} = 100 - w_{\text{per},\%} = 100 - 75,0 = 25,0\%$$

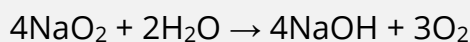
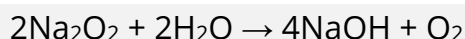
3. Kāda ne sevišķi stabila viela rodas **B** reakcijā ar aukstu ūdeni? (1 punkts)

H₂O₂

4. Uzrakstiet vielas **C** ķīmisko formulu! (1 punkts)

NaO₂

5. Aprēķināt iegūtā **B** un **C** maisījuma sastāvu masas daļās. (2,5 punkti)



Sākotnējā maisījuma masu ir vienāda ar:

$$1,000 = n_{\text{sup}} \cdot M_{\text{sup}} + n_{\text{per}} \cdot M_{\text{per}} = n_{\text{sup}} \cdot 54,99 + n_{\text{per}} \cdot 77,98$$

Izdalītā skābekļa daudzums ir vienāda ar: $\frac{V}{V_0} = 0,5 \cdot n_{\text{per}} + 0,75 \cdot n_{\text{sup}} = 0,009304$

No otrā vienādojuma izsaka, piem., peroksīda daudzumu: $n_{\text{per}} = 0,018607 - 1,5 \cdot n_{\text{sup}}$

Tad to ievieojam pirmajā vienādojumā:

$$1,000 = n_{\text{sup}} \cdot 54,99 + (0,018607 - 1,5 \cdot n_{\text{sup}}) \cdot 77,98 =$$
$$= n_{\text{sup}} \cdot 54,99 + 1,451 - 116,97 \cdot n_{\text{sup}} = 1,451 - 61,98 \cdot n_{\text{sup}}$$

$$n_{\text{sup}} = \frac{1,000 - 1,451}{-61,98} = 0,00728$$

Aprēķina nātrija superoksīda masu un masas daļu:

$$m_{\text{sup}} = n_{\text{sup}} \cdot M_{\text{sup}} = 0,00728 \cdot 54,99 = 0,400 \text{ g}$$

$$w_{\text{sup},\%} = \frac{m_{\text{sup}}}{m_{\text{kop}}} = \frac{0,400}{1,000} = 40,0\%$$

$$w_{\text{per},\%} = 100 - w_{\text{sup},\%} = 100 - 40,0 = \mathbf{60,0\%}$$

6. Kāds ir savienojumu **B** un **C** nosaukums? (par katru nosaukumu 0,5 punkti)

B – nātrija peroksīds, C – nātrija superoksīds

7. Kāda ir nātrija, un kāda skābekļa oksidēšanās pakāpē savienojumos **A**, **B** un **C**? (kopā 2 punkti)

Peroksīda sastāvā ietilpst peroksīdjons O_2^{2-} , bet superoksīda: superoksīdjons O_2^- . Nātrijs visos savienojumos +1; skābeklis **A -2, B -1, C -0.5**.

4. uzdevums. **Gāzu laboratorija** (14 punkti)

1. Aprēķiniet kādu daudzumu gāzveida vielas (mol) Pēteris bija iepildījis katrā traukā. Pieņemiet, ka trauka tilpums nav atkarīgs no temperatūras. Pieņemiet, ka A ir ideāla gāze! (2 punkti)

Tikai traukā A visos apstākļos viela ir gāzveida agregātstāvoklī, un mēs zinām, ka – 10,0 °C 1,00 L gāzes spiediens ir 87,5 kPa, varam aprēķināt gāzes daudzumu traukā A:

$$n = \frac{pV}{RT} = \frac{87,5 \cdot 1,00}{8,314 \cdot (273,15 - 10,0)} = \mathbf{0,0400 \text{ mol}}$$

2. Aprēķiniet temperatūru (°C) telpā, kurā Pēteris bija uzpildījis traukus. (1 punkts)

Tā kā šādos apstākļos spiediens ir 99,0 kPa, tad:

$$T = \frac{pV}{nR} = \frac{99,0 \cdot 1,00}{0,0400 \cdot 8,314} = 297,69 \text{ K}$$
$$t = T - 273,15 = 297,69 - 273,15 = \mathbf{24,5 \text{ °C}}$$

Gāzes B viršanas temperatūra literatūrā tiek uzdots kā –0,5 °C.

3. Vai **B** viršanas temperatūra šādos apstākļos slēgtā traukā būs –0,5 °C? (1 punkts)

a. Jā, jo tā ir katrai vielai raksturīga konstante.

b. Jā, jo atmosfēras spiediens eksperimenta laikā ir aptuveni 1 atm.

c. Nē, jo tā ir atkarīga no spiediena, kas šai gadījumā nav vienāds ar aptuveni 1 atm.

d. Nē, jo ar **B** slēgtajā traukā notiek dimerizācija.

Parasti literatūrā uzdots viršanas temperatūra ir pie 1 atm spiediena, kamēr šādā traukā spiediens ir atkarīgs no temperatūras, un vielas viršanas temperatūra nebūs saistīta ar normālu atmosfēras spiedienu 1 atm.

4. Cik daudz (%) no traukā esošā B –10,0 °C temperatūrā ir šķidrums formā?

Pieņemiet, ka gāzveida fāzē B ir ideāla gāze! Šķidrās fāzes radītās tilpuma izmaiņas neievērojiet! (2 punkti)

Tā kā gāzveida fāzes spiediens –10,0 °C ir 69,5 kPa, un tilpums ir 1,00 L (jo šķidrums aizņemto tilpumu varam ignorēt), tad gāzes fāzē vielas B daudzums ir:

$$n = \frac{pV}{RT} = \frac{69,5 \cdot 1,00}{8,314 \cdot (273,15 - 10,0)} = 0,0318 \text{ mol}$$

Tātad šķidrā fāzē relatīvais B daudzums ir: $\frac{n_{\text{kop}} - n_{\text{gāz}}}{n_{\text{kop}}} \cdot 100\% = \frac{0,0400 - 0,0318}{0,0400} \cdot 100\% = \mathbf{20,6\%}$

5. Kāda ir vielas **B** formula? (2 punkti)

Aprēķinām ogļskābās gāzes un ūdens daudzumu, no kā aprēķinām **B** ietilpstošo C un H daudzumu:

$$n(\text{CO}_2) = \frac{V}{V_o} = \frac{3,58}{22,4} = 0,16 \text{ mol} = n(\text{C})$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m}{M} = \frac{3,60}{18,0} = 0,200 \text{ mol}$$

$$n(\text{H}) = 2 \cdot n(\text{H}_2\text{O}) = 0,400 \text{ mol}$$

Tagad varam aprēķināt x un y daudzumu vielā B, kas ir C_xH_y :

$$x = \frac{n(\text{C})}{n(\text{B})} = \frac{0,160}{0,0400} = 4$$

$$y = \frac{n(\text{H})}{n(\text{B})} = \frac{0,400}{0,0400} = 10$$

Tātad **B** = **C₄H₁₀**.

6. Kāda ir vielas **A** formula? (1 punkts)

$$\text{Aprēķinām A molmasu: } M = \frac{m}{n} = \frac{1,60}{0,0400} = 40,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

Tā kā visu atomu rādiusi ir vienādi, tā būs monomolekulāra gāze, un tā bus **Ar**.

7. Aprēķiniet elementāršūnas malas garumu a . (2 punkti)

Kuba skaldnes diagonāles garums ir $a\sqrt{2}$, un uz diagonāles atrodas viens vesels atoms un 2 "pus"-atomi, tātad kopā diagonāles garums būs $4r$. Līdz ar to:

$$a = \frac{4r}{\sqrt{2}} = \frac{4 \cdot 185,8}{\sqrt{2}} = 525,5 \text{ pm}$$

8. Aprēķiniet kristāliska **A** blīvumu ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$)! (3 punkti)

Aprēķinām blīvumu kubam, kam mums nepieciešams zināt tā masu un tilpumu. Kopā uz kuba virsotnēm ir $8 \cdot \frac{1}{8} = 1$ atoms, un kuba skaldnē: $6 \cdot \frac{1}{2} = 3$ atomi. Aprēķinām 4 atomu masu:

$$m = \frac{N \cdot M}{N_A} = \frac{4 \cdot 40}{6,022 \cdot 10^{23}} = 2,657 \cdot 10^{-22} \text{ g}$$

Aprēķina kuba tilpumu:

$$V = a^3 = (525,5 \cdot 10^{-12} \text{ m})^3 = (525,5 \cdot 10^{-10} \text{ cm})^3 = 1,45 \cdot 10^{-22} \text{ cm}^3$$

Tad blīvums ir vienāds ar:

$$d = \frac{m}{V} = \frac{2,657 \cdot 10^{-22} \text{ g}}{1,45 \cdot 10^{-22} \text{ cm}^3} = 1,83 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$$

Papildu informācija par uzdevumu:

Zināšanas, kas tiek sagaidītas no skolēna:

- Izpratne par elementāršūnas jēdzienu, tās saistību ar kristāliskām vielām un kristālisku vielu atšķirību no amorfām vielām.

5. uzdevums. **Joniem bagātais ezers** (13 punkti)

1. Kāda ir nātrija jonu koncentrācija (mg/mL) 2. šķīdumā? (2 punkti)

Tā kā šķīduma ar koncentrāciju 0,0500 mg/mL $A_{st.šk.} = 0,950$, bet mērāmā šķīduma absorbcija $A_{2.šk.} = 1,047$, tad mērāmā šķīduma (2. šķīduma) koncentrācija ir:

$$c_{2.šk.} = \frac{A_{2.šk.} \cdot c_{st.šk.}}{A_{st.šk.}} = \frac{1,047 \cdot 0,0500}{0,950} = \mathbf{0,0551 \text{ mg/mL}}$$

2. Kāda ir nātrija jonu un nātrija hlorīda koncentrācija (g/L) Afrēras ezera ūdenī? (2 punkti)

Tā kā 2. šķīdumu pagatavoja sākumā 100x atšķaidot ezera ūdeni, un iegūto šķīdumu atšķaidot vēl 20x, tad ezera ūdenī koncentrācija būs:

$$c_{ez} = 100 \cdot 20 \cdot c_{2.šk.} = 100 \cdot 20 \cdot 0,0551 = 110,2 \frac{\text{mg}}{\text{mL}} = 110,2 \frac{\text{g}}{\text{L}}$$

Nātrija hlorīda koncentrāciju savukārt būs:

$$c_{NaCl} = \frac{c_{ez}}{A_{Na}} M_{NaCl} = \frac{110,2 \cdot 58,44}{22,99} = \mathbf{279,6 \frac{\text{g}}{\text{L}}}$$

3. Kāda ir nātrija hlorīda koncentrācija (g/L) tā piesātinātā šķīdumā 30 °C? (2 punkti)

Ja 100 g H₂O izšķīdina 36,1 g NaCl, iegūtā šķīduma masa ir 136,1, un tilpums attiecīgi $V = \frac{m}{d} = \frac{136,1}{1,198} = 113,6 \text{ mL}$.

Tātad 1 L piesātināta šķīduma izšķīdušā NaCl masa būs: $m_{1L} = \frac{m_{100g} \cdot 1000}{113,6} = \mathbf{317,7 \text{ g}}$

4. Uzrakstīt vielas **A** ķīmisko formulu! (2 punkti)

A – H₂SO₄

5. Kāda bija **A** masa (mg) analizētajos 10,0 ml šķīduma? (2 punkti)

Aprakstītajā reakcijā kā nogulsnes tiek iegūts BaSO₄. Aprēķinām tā daudzumu:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{37,2}{233,39} = 0,159 \text{ mmol}$$

Aprēķinām H₂SO₄ masu 10,0 ml šķīduma:

$$m = n \cdot M = 0,159 \cdot 98,08 = \mathbf{15,6 \text{ mg}}$$

6. Kāda ir **A** koncentrācija (g/L un mol/L) Afrēras ezera ūdenī? (1,5 punkti)

Tātad 1 L ezera ūdens izšķīdušā H₂SO₄ masa būs:

$$\gamma = \frac{15,6 \cdot 1000}{10} = 1560 \frac{\text{mg}}{\text{L}} = \mathbf{1,56 \frac{\text{g}}{\text{L}}}$$

$$C = \frac{\gamma}{M} = \frac{1,56}{98,08} = \mathbf{0,0159 \text{ M}}$$

7. Kāds ir Afrēras ezera ūdens pH? Pieņemiet, ka to nosaka tikai viela **A**, kas ir pilnībā disociējusi jonus. (1,5 punkti)

$$pH = -\log[H^+] = -\log(2 \cdot 0,0159) = \mathbf{1,50}$$

12. KLASE

1. uzdevums. Augstspiediena kristāli (16 punkti)

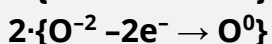
1. Uzrakstiet vielu **A – K** ķīmiskās formulas. (kopā 10 punkti) **A - H, B - H₂O, C - NH₃, D - NO, E - NO₂, F - N₂O₄, G - HNO₃, H - NH₄NO₃, I - N₂O, J - N₂, K - O₂**
2. Kāds ir **I** triviālais nosaukums? (1 punkts) **smieklu gāze**
3. Kādā(-s) sfērā(-s) tiek izmantots oksīds **I**? Izvēlieties vienu vai vairākas pareizās atbildes! (1 punkts)
 - a. kā dzesējošais aģents dažādās iekārtās
 - b. kā degviela iekšdedzes dzinējos
 - c. enerģētikā
 - d. lauksaimniecībā
 - e. medicīnā**
4. Kāda ir visu koeficientu summa ķīmiskajai reakcijai, kas notiek ar **H** a) to lēni karsējot, un b) tam eksplodējot? (par katru pareizu atbildi 1 punkts)
 - a. $\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O}$
 - b. $2\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow 2\text{N}_2 + \text{O}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$
5. Kurš vai kuri atomi ir oksidētāji, un kuri reducētāji ķīmiskajā reakcijā, kas notiek ar **H** a) to lēni karsējot, un b) tam eksplodējot? Ja uzdodat vairākus elementus, atdaliel to simbolus ar komatu bez atstarpes. (par pareizu rezultātu katrai no reakcijām 1 punkts)

a) Oksidētājs: N, reducētājs: N. b) Oksidētājs N, reducētāji: N, O.

a)



b)



2. uzdevums. Indīgais konservants (16 punkti)

C ir kāda elementa **Z** oksīda hidrāts. Zināms, ka **Z** dabā eksistē vairākās alotropajās formās, izplatītākā un nozīmīgākā no kurām ir metāliski pelēka. **C** veidojošajā oksīdā **Z** masas daļa ir 69,2%, bet savienojumā **C** – 56,4%. Gan **Z** gan lielākā daļa no tā savienojumiem ir ļoti toksiski un potenciālas indes.

1. Uzrakstiet elementu **X, Y** un **Z** ķīmiskos simbolus! (kopā 4 punkti)
2. Uzrakstiet vielu **A – H** ķīmiskās formulas. (kopā 9 punkti)

X – Cr (nosaka pēc savienojumu krāsām un hromātu-dihromātu līdzsvara), **Y – Cu** (nosaka pēc savienojumu krāsām).

Ja neidentificējāt **Z** pēc tā īpašību apraksta, vispārīgi **Z** masas daļa oksīdā Z_2O_a (kur pie pāra oksidēšanās pakāpēc 2 pie **Z** saīsināsies) ir:

$$w_Z = \frac{2A_Z}{2 \cdot A_Z + 16a}$$
$$w_Z 2 \cdot A_Z + w_Z 16a = 2A_Z$$

Varam izteikt no vienādojuma A_Z (pirms tam to izdalot ar 2):

$$A_Z = \frac{8w_Z a}{1 - w_Z} = \frac{8 \cdot 0,652 \cdot a}{1 - 0,652}$$

Elementiem atbilstošas atommasas atrodam pie $a = 3$ (Sc, taču tas neder uzdevuma aprakstam) un $a = 5$ (As). Tātad **Z = As** un oksīds ir As_2O_5 .

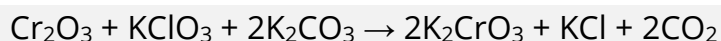
Tā ka oksīda formula būs $As_2O_5 \cdot bH_2O$, varam aprēķināt tā molmasu un no tās atņemot As_2O_5 molmasu iegūt molmasu, kas pieder hidratācijas ūdenim:

$$w_{As} = \frac{2 \cdot A_{As}}{M}$$
$$M = \frac{2 \cdot A_{As}}{w_{As}} = \frac{2 \cdot 74,92}{0,564} = 265,7 \frac{g}{mol}$$
$$b = \frac{M - M_{As_2O_5}}{M_{H_2O}} = \frac{265,7 - 229,8}{18,02} = 2$$

Tātad **A - $K_2Cr_2O_7$, B - $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, C - $As_2O_5 \cdot 2H_2O$, D - Cr_2O_3 , E - K_2CrO_4 , F - Cu_2O , G - CuO , H - $CuSO_4$ (bezūdens).**

3. Kāda ir visu koeficientu summa aprakstītajai **D** oksidēšanai ar kālija hlorātu kālija karbonāta klātienē. (2 punkti)

9



4. Kā savā starpā atšķiras alotopās formas? (1 punkts)

Ar atomu vai to veidoto molekulu molekulu izkārtojumu kristāliskajā fāzē

3. uzdevums. **Joniem bagātais ezers** (13 punkti)

1. Kāda ir nātrija jonu koncentrācija (mg/mL) 2. šķīdumā? (2 punkti)

Tā kā šķīduma ar koncentrāciju 0,0500 mg/mL $A_{st.šķ.} = 0,950$, bet mērāmā šķīduma absorbcija $A_{2.šķ.} = 1,047$, tad mērāmā šķīduma (2. šķīduma) koncentrācija ir:

$$c_{2.šķ.} = \frac{A_{2.šķ.} \cdot c_{st.šķ.}}{A_{st.šķ.}} = \frac{1,047 \cdot 0,0500}{0,950} = \mathbf{0,0551 \text{ mg/mL}}$$

2. Kāda ir nātrija jonu un nātrija hlorīda koncentrācija (g/L) Afrēras ezera ūdenī? (2 punkti)

Tā kā 2. šķīdumu pagatavoja sākumā 100x atšķaidot ezera ūdeni, un iegūto šķīdumu atšķaidot vēl 20x, tad ezera ūdenī koncentrācija būs:

$$c_{ez} = 100 \cdot 20 \cdot c_{2.šķ.} = 100 \cdot 20 \cdot 0,0551 = 110,2 \frac{mg}{mL} = 110,2 \frac{g}{L}$$

Nātrija hlorīda koncentrāciju savukārt būs:

$$c_{NaCl} = \frac{c_{ez}}{A_{Na}} M_{NaCl} = \frac{110,2 \cdot 58,44}{22,99} = \mathbf{279,6 \frac{g}{L}}$$

3. Kāda ir nātrija hlorīda koncentrācija (g/L) tā piesātinātā šķīdumā 30 °C? (2 punkti)

Ja 100 g H_2O izšķīdina 36,1 g NaCl, iegūtā šķīduma masa ir 136,1, un tilpums attiecīgi $V = \frac{m}{d} = \frac{136,1}{1,198} = 113,6 \text{ mL}$.

Tātad 1 L piesātināta šķīduma izšķīdusā NaCl masa būs: $m_{1L} = \frac{m_{100g} \cdot 1000}{113,6} = \mathbf{317,7 \text{ g}}$

4. Uzrakstīt vielas **A** ķīmisko formulu! (2 punkti)

A - H_2SO_4

5. Kāda bija **A** masa (mg) analizētajos 10,0 ml šķīdumā? (2 punkti)

Aprakstītajā reakcijā kā nogulsnes tiek iegūts BaSO₄. Aprēķinām tā daudzumu:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{37,2}{233,39} = 0,159 \text{ mmol}$$

Aprēķinām H₂SO₄ masu 10,0 ml šķīdumā:

$$m = n \cdot M = 0,159 \cdot 98,08 = \mathbf{15,6 \text{ mg}}$$

6. Kāda ir **A** koncentrācija (g/L un mol/L) Afrēras ezera ūdenī? (1,5 punkti)

Tātad 1 L ezera ūdens izšķīdušā H₂SO₄ masa būs:

$$\gamma = \frac{15,6 \cdot 1000}{10} = 1560 \frac{\text{mg}}{\text{L}} = \mathbf{1,56 \frac{\text{g}}{\text{L}}}$$

$$C = \frac{\gamma}{M} = \frac{1,56}{98,08} = \mathbf{0,0159 \text{ M}}$$

7. Kāds ir Afrēras ezera ūdens pH? Pieņemiet, ka to nosaka tikai viela **A**, kas ir pilnībā disociējusi jonus. (1,5 punkti)

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log(2 \cdot 0,0159) = \mathbf{1,50}$$

4. uzdevums. **Zanes organiskā aizraušanās** (20 punkti)

1. Kāda ir **A** un kāda **B** empīriskā formula? (kopā 3 punkti)

Savienojumā A:

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m}{M} = \frac{0,692}{18,02} = 0,0384 \text{ mol}$$

$$n(\text{H}) = 2 n(\text{H}_2\text{O}) = 0,0768 \text{ mol}$$

$$m(\text{H}) = n \cdot A = 0,0768 \cdot 1,01 = 0,0776 \text{ g}$$

$$n(\text{C}) = n(\text{CO}_2) = \frac{V}{V_0} = \frac{1,72}{22,4} = 0,0768 \text{ mol}$$

$$m(\text{C}) = n \cdot A = 0,0768 \cdot 12,01 = 0,922 \text{ g}$$

Tā kā $m(\text{C}) + m(\text{H})$ ir 1,00 g, savienojums citus elementus nesatur.

Tātad $n(\text{C}) : n(\text{H}) = 1 : 1$ un **A empīriskā formula ir CH**.

Savienojumā B:

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m}{M} = \frac{0,569}{18,02} = 0,0316 \text{ mol}$$

$$n(\text{H}) = 2 n(\text{H}_2\text{O}) = 0,0632 \text{ mol}$$

$$m(\text{H}) = n \cdot A = 0,0632 \cdot 1,01 = 0,0638 \text{ g}$$

$$n(\text{C}) = n(\text{CO}_2) = \frac{V}{V_0} = \frac{1,42}{22,4} = 0,0634 \text{ mol}$$

$$m(\text{C}) = n \cdot A = 0,0634 \cdot 12,01 = 0,761 \text{ g}$$

$$m(\text{N}) = 1,000 - 0,761 - 0,0638 = 0,1752 \text{ g}$$

$$n(\text{N}) = \frac{m}{M} = \frac{0,1752}{14,01} = 0,0125 \text{ mol}$$

Tātad $n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{N}) = 5 : 5 : 1$ un **B empīriskā formula ir C₅H₅N**.

2. Kāda ir **A** un kāda **B** molekulformula? (kopā 1 punkts)

Ja apskatām gadījumu, kad **B = C₅H₅N**, A molmasa ir:

$$M_A = \frac{M_B}{1,01} = \frac{79,11}{1,01} = 78,3 \text{ g/mol}$$

Tātad $x = \frac{78,3}{12,01+1,01} = 6$ un **A molekulformula ir C₆H₆**, kas atbilst uzdevuma aprakstam.

3. Kā sauc **A**? (1 punkts) **Benzols**
4. Pēc kāda mehānisma notiek šo savienojumu reakcija ar hloru? (1 punkts)
 - a. **Elektrofilās aizvietošanās mehānisma**
 - b. Jonu mehānisma
 - c. Radikāļu mehānisma
 - d. Nukleofilās aizvietošanās mehānisma
5. Kādos apstākļos notiks šī reakcija? (1 punkts)
 - a. **Jālieto katalizators - AlCl₃**
 - b. Reakcija jāveic 85 °C temperatūrā paaugstinātā spiedienā
 - c. Reakcijas maisījums jākarsē un jāapstaro ar UV gaismu
 - d. Reakcija notiks spontāni laboratorijas apstākļos
6. Kurš no savienojumiem ar hloru reaģēs vieglāk? (1 punkts) **A**

Slāpekļa atoms ir elektronegatīvāks un atvelk elektronus no konjugētās elektronu sistēmas. Tā kā aplūkotā reakcija ir elektrofilā aizvietošanās, kur hlors ir elektrofilis, ar slāpekli aizvietota molekula (piridīns) ar hloru reaģēs sliktāk.

7. Kā skaidrojamas reaģētspējas atšķirības? (1 punkts)
 - a. Jo slāpekļa atoms darbojas kā elektronu donors
 - b. **Jo slāpekļa atoms darbojas kā elektronu akceptors**
 - c. To nosaka ķīmisko saišu atšķirības
 - d. To nosaka atšķirības ķīmiskajā sastāvā
8. Kādā secībā un kādas ķīmiskās reakcijas jāveic Zanei, lai no toluola trīs stadijās ar pēc iespējas lielāku iznākumu iegūtu 2-hlor-4-nitrobenzoscābi? (kopā 6 punkti)
 1. reakcija
 - i. Hlorēšana ar Cl₂ UV gaismā 300 °C temperatūrā.
 - ii. Hlorēšana ar Cl₂ AlCl₃ klātienē.
 - iii. **Nitrēšana ar HNO₃ sērskābes klātienē.**
 - iv. Nitrēšana ar NO₂ gaismā 250 °C temperatūrā.
 - v. Oksidēšana ar KMnO₄ šķīdumu sildot.
 - vi. Oksidēšana ar O₂ 200 °C temperatūrā.
 - vii. Reducēšana ar NaBH₄ sildot.
 - viii. Reducēšana ar H₂ 200 °C temperatūrā.
 - ix. Acilēšana ar acetilhlorīdu AlCl₃ klātienē.
 - x. Acilēšana ar acetilhlorīdu 200 °C temperatūrā.
 2. reakcija
 - i. Hlorēšana ar Cl₂ UV gaismā 300 °C temperatūrā.
 - ii. **Hlorēšana ar Cl₂ AlCl₃ klātienē.**
 - iii. Nitrēšana ar HNO₃ sērskābes klātienē.
 - iv. Nitrēšana ar NO₂ gaismā 250 °C temperatūrā.
 - v. Oksidēšana ar KMnO₄ šķīdumu sildot.
 - vi. Oksidēšana ar O₂ 200 °C temperatūrā.
 - vii. Reducēšana ar NaBH₄ sildot.
 - viii. Reducēšana ar H₂ 200 °C temperatūrā.

- ix. Acilēšana ar acetilhlorīdu AlCl_3 klātienē.
- x. Acilēšana ar acetilhlorīdu $200\text{ }^\circ\text{C}$ temperatūrā.

3. reakcija

- i. Hlorēšana ar Cl_2 UV gaismā $300\text{ }^\circ\text{C}$ temperatūrā.
- ii. Hlorēšana ar Cl_2 AlCl_3 klātienē.
- iii. Nitrēšana ar HNO_3 sērskābes klātienē.
- iv. Nitrēšana ar NO_2 gaismā $250\text{ }^\circ\text{C}$ temperatūrā.
- v. Oksidēšana ar KMnO_4 šķīdumu sildot.**
- vi. Oksidēšana ar O_2 $200\text{ }^\circ\text{C}$ temperatūrā.
- vii. Reducēšana ar NaBH_4 sildot.
- viii. Reducēšana ar H_2 $200\text{ }^\circ\text{C}$ temperatūrā.
- ix. Acilēšana ar acetilhlorīdu AlCl_3 klātienē.
- x. Acilēšana ar acetilhlorīdu $200\text{ }^\circ\text{C}$ temperatūrā.

No visām reakcijām mums nepieciešama hlorēšana AlCl_3 klātienē (jo mehānisms = elektrofilā aizvietošanās), nitrēšana sērskābes klātienē (jo mehānisms = elektrofilā aizvietošanās) un oksidēšana ar KMnO_4 šķīdumu sildot (CH_3 grupa oksidējas samērā viegli).

No šīm reakcijām 1. stadija nevar būt oksidēšana, jo iegūtajā benzoskābē tālākās aizvietošanās reakcijās iegūs *meta*-aizvietotus produktus.

Kā 1. stadiju izvēloties hlorēšanu, un kā produktu izdalot 2-hlortoluolu mēs atkal nonākam pie problēmām, jo gan metil gan hlor aizvietotāji tālāku aizvietošanos virza *orto*- un *para*- vietās, līdz ar ko iegūsim 4 nitrēšanas produktu maisījumu (2. stadija nevar būt oksidēšana tā paša iemesla dēļ, kas minēts iepriekš).

Kā 1. stadiju izvēloties nitrēšanu un atdalot *orto* no *para* produkta, mēs iegūstam 4-nitrotoluolu. To hlorējot iegūstam 2-hlor-4-nitrotoluolu (pamatā veidojas tikai šis viens produkts), ko oksidējot iegūstam vajadzīgo 2-hlor-4-nitrobenzoskābi.

9. Kurā(-s) no stadijām radīsies izomēru maisījums, ko būs nepieciešams atdalīt, lai iegūtu tikai 2-hlor-4-nitrobenzoskābi? *Mazvarbūtīgu piemaisījumu veidošanos ignorējiet! Izvēlieties vienu vai vairākas pareizās atbildes! (2 punkti)*

a. 1. reakcijā

- b. 2. reakcijā
- c. 3. reakcijā

1. stadijā izveidosies *orto* un *para* produkti, taču otrajā stadijā iegūsim tikai vienu aizvietošanās produktu, kamēr trešajā stadijā izomēri veidoties nevar.

10. Cik hlornitrobenzoskābes izomērus kopā iegūtu šādā sintēzē, ja šajā(-s) stadijā(-s) neveiktu izomēru atdalīšanu? *Mazvarbūtīgu piemaisījumu veidošanos ignorējiet un tos summā neieskaitiet! (3 punkti)*

Ja 1. stadijā neatdalām *orto* no *para* izomērus, tad hlorējot 2-nitrotoluolu iegūsim 2 produktus: 4-hlor-2-nitrotoluolu un 6-hlor-2-nitrotoluolu, ko oksidējot iegūsim attiecīgās skābes. Tātad kopumā iegūsim 3 hlornitrobenzoskābes izomērus.

Papildu informācija par uzdevumu:

Zināšanas, kas tiek sagaidītas no skolēna:

- Izpratne par aromātisku savienojumu reaģētspēju, izomēriju, izomēru veidošanos principus un struktūras ietekmi uz izomēru veidošanos.

5. uzdevums. **Trīskāršas problēmas...** (18 punkti)

1. Kāda ir trīskāršā sāls **OX** molmasa? (4 punkti)

Dots, ka dimetilsulfīds ar A reaģē attiecībā 1:1. Tā kā izreaģēja 75,8% no pievienotajiem 0,800 g dimetilsulfīda, tad šādi sarēķinātais daudzums būs vienāds ar pievienotā A daudzumu:

$$n(A) = n(DMS, izr) = \frac{75,8\% m}{100\% M} = \frac{75,8\% \cdot 0,800}{100\% \cdot 62,14} = 0,00976 \text{ mol}$$

Tā kā OX veidots no A, B un C daudzuma attiecībā 2:1:1, OX daudzums būs 2 reizes mazāks:

$$n(OX) = 0,5n(A) = 0,00488 \text{ mol}$$

Un OX molmasa būs: $M = \frac{m}{n} = \frac{3,00}{0,00488} = \mathbf{614,75 \text{ g/mol}}$

2. Kāds ir tekstā minētā vienvērtīgā metāla jonam atbilstošā elementa ķīmiskais simbols? (4 punkti)

Zinām, ka metāls ir vienvērtīgs, un B un C rodas tā hidroksīda reakcijā ar sērskābi. Šādi iegūstam sulfātus un hidrogēnsulfātus, līdz ar ko B = MHSO₄ un C = M₂SO₄. Zinām arī, ka A reducējoties pārvēršas par B (tātad MHSO₄).

Ja pirms reakcijas pievienoja 0,00976 mol A un pa 0,00488 mol B un C, pēc reakcijas ieguva 0,00976 + 0,00488 = 0,01464 mol MHSO₄ un 0,00488 mol M₂SO₄, kuru masa kopā ir 2,844 g. Zinot ka $m = n \cdot M$ varam sarēķināt, ka:

$$2,844 = 0,01464 \cdot (A_M + 97,07) + 0,00488 \cdot (2A_M + 96,06)$$

$$2,844 = 0,01464A_M + 1,421 + 0,00976A_M + 0,4688$$

$$A_M = \frac{2,844 - 1,421 - 0,4688}{0,01464 + 0,00976} = 39,1$$

Tātad metāls ir kālijs K!

3. Uzrakstiet sāļu **A**, **B** un **C** ķīmiskās formulas! (kopā 8 punkti)

B = KHSO₄ un **C = K₂SO₄**.

Vēl zinām, ka reducējoties no A par B 0,00976 mol A "zaudē" 3,000 - 2,844 = 0,156 g masas. "Zaudētās daļas" molmasa tātad ir $M = \frac{m}{n} = \frac{0,156}{0,00976} = 16,00$, kas atbilst 1 O atomam, līdz ar ko **A = KHSO₅** (kālija hidrogēnperoksisulfāts jeb kālija peroksimonosulfāts).

4. Kāda ir skābes "centrālā" atoma oksidēšanās pakāpe katrā no sāļiem **A**, **B** un **C**? (kopā 2 punkti)

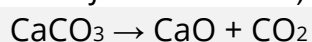
Visos trīs savienojumos sēra oksidēšanas pakāpe ir +6 (skaidrs, ka tā tas ir sulfātā un hidrogēnsulfātā, un, tā kā hidrogēnperoksisulfātā viena no OH grupām tiek aizvietota ar peroksigrupu OOH, šīs izmaiņas neizmaina sēra oksidēšanas pakāpi).

9. KLASE

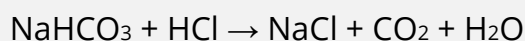
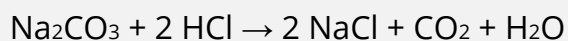
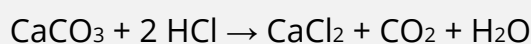
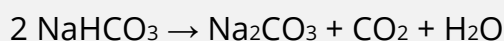
1. uzdevums. **Karsējam maisījumus!** (22 punkti)

14,22 g maisījumu, kas sastāvēja no kalcija karbonāta, nātrija karbonāta un nātrija hidroģēnkarbonāta, izkarsēja un iegūtos gāzveida produktus atdzesēja. To tilpums bija 2,016 litri (n.a.). Apstrādājot tādu pašu daudzumu šī maisījuma ar atšķaidītu sālsskābi, ieguva 6,60 g gāzes.

Uzraksti ķīmisko reakciju vienādojumus aprakstītajiem ķīmiskajiem procesiem! Ar katru no maisījuma sastāvdaļām raksti atsevišķu ķīmiskās reakcijas vienādojumu! (5 punkti)



Nātrija karbonāts karsējot nesadalās



Aprēķini vielas daudzumu, ko satur 2,016 litri iegūtās gāzes (n.a.) un vielas daudzumu, ko satur 6,60 g iegūtās gāzes! (2 punkti)

$$n(\text{CO}_2, \text{ iegūts karsējot}) = 2,016/22,4 = \mathbf{0,09 \text{ moli}}$$

$$n(\text{CO}_2, \text{ iegūts apstrādājot ar skābi}) = 6,60/44 = \mathbf{0,15 \text{ moli}}$$

Aprēķini katras sastāvdaļas daudzumu (molos) maisījumā! (6 punkti)

Pieņemsim, ka maisījums satur x molus CaCO_3 , y molus Na_2CO_3 un z molus NaHCO_3 , tātad $100x + 106y + 84z = 14,22$

Maisījumu karsējot, no x moliem CaCO_3 veidosies x moli CO_2 , Na_2CO_3 karsējot nesadalās, bet no z moliem NaHCO_3 radīsies $z/2$ moli CO_2 , tātad

$$x + z/2 = 0,09$$

Apstrādājot maisījumu ar sālsskābi, no x moliem CaCO_3 radīsies x moli CO_2 , no y moliem Na_2CO_3 radīsies y moli CO_2 , bet no z moliem NaHCO_3 radīsies z moli CO_2 , tātad

$$x + y + z = 0,15$$

Atrisinot šo vienādojumu sistēmu, kas satur trīs vienādojumus un trīs nezināmos, iegūst, ka:

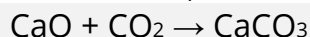
$$x = \mathbf{0,06 \text{ moli CaCO}_3}$$

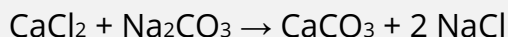
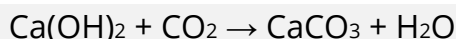
$$y = \mathbf{0,03 \text{ moli Na}_2\text{CO}_3}$$

$$z = \mathbf{0,06 \text{ moli NaHCO}_3}$$

Kalcija karbonātu var iegūt dažādos veidos.

Uzraksti trīs ķīmisko reakciju vienādojumus kalcija karbonāta ieguvei! (3 punkti)





iespējami citi dažādi ķīmisko reakciju vienādojumi

Atšķirībā no kalcija karbonāta, nātrija karbonāts šķīst ūdenī. Tas ir zināms gan bezūdens savienojuma formā, gan kā kristālhidrāts $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. Laboratorijā bija nepieciešams pagatavot 10% nātrija karbonāta šķīdumu.

Aprēķini, cik g bezūdens nātrija karbonāta un cik ml ūdens nepieciešams, lai pagatavotu 140,0 g 10,0% nātrija karbonāta šķīdumu! (2 punkti)

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 140,0 \cdot 0,10 = 14,0 \text{ g}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 140,0 - 14,0 = 126,0 \text{ g un } v(\text{H}_2\text{O}) = 126,0 \text{ g} / 1 \text{ g/mL} = 126,0 \text{ ml}$$

Bezūdens nātrija karbonāta vietā šī šķīduma pagatavošanai izmantoja tā dekahidrātu. *Aprēķini, cik g nātrija karbonāta dekahidrāta un cik ml ūdens nepieciešams, lai pagatavotu 140 g 10% nātrija karbonāta šķīdumu! (4 punkti)*

$$M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 106 \text{ g/mol, } M(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 286 \text{ g/mol}$$

14,0 gramiem bezūdens nātrija karbonāta, kas nepieciešami šī šķīduma pagatavošanai, atbilst $14,0 \cdot 286 / 106 = 37,8 \text{ g}$ tā dekahidrāta.

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 140,0 - 37,8 = 102,2 \text{ g}$$

$$v(\text{H}_2\text{O}) = 102,2 \text{ g} / 1 \text{ g/mL} = 102,2 \text{ ml}$$

2. uzdevums. **Piķis un zēve!** (16 punkti)

Ķīmiskais elements A veido vienkāršu vielu dzeltenā krāsā, kuru sadedzinot gaisā, veidojas gāzveida oksīds B, kas satur 50% skābekli.

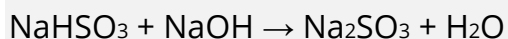
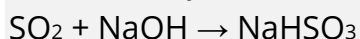
Uzraksti ķīmiskā elementa A simbolu un oksīda B ķīmisko formulu! (2 punkti)

A-S; B-SO₂

Izlaizot oksīda B pārākumu caur nātrija hidroksīda šķīdumu, rodas savienojums C. Savienojums C reaģē ar ekvimolāru (tikpat lielu) daudzumu nātrija hidroksīda, veidojot savienojumu D, kas satur 38,10% skābekli.

Uzraksti savienojumu C un D formulas, un abu ķīmisko reakciju vienādojumus! (4 punkti)

C - NaHSO₃; D - Na₂SO₃



No ūdens šķīduma viela D izkristalizējas kristālhidrāta formā. Atdzesējot 98,4 g 25,61% šīs vielas šķīdumu no 40 °C līdz 10 °C, izkristalizējās 26,4 g šī kristālhidrāta. Zināms, ka 10 °C 100 g ūdens šķīst 20 g šī savienojuma (bezūdens formā).

Nosaki kristālhidrāta ķīmisko formulu (6 punkti)

98,4 g 25,61% nātrija sulfīta šķīduma satur $98,4 \cdot 0,2561 = 25,20 \text{ g}$ nātrija sulfīta. Šķīduma masa pēc kristalizācijas beigām būs $98,4 - 26,4 = 72 \text{ g}$

Tas satur $72 \cdot 20 / 120 = 12 \text{ g}$ nātrija sulfīta, tātad kristālhidrāts satur $25,2 - 12 = 13,2 \text{ g}$ bezūdens nātrija sulfīta un $26,4 - 13,2 = 13,2 \text{ g}$ ūdens.

Nātrija sulfīta un ūdens daudzuma attiecība kristālhidrātā ir kā $13,2/126 : 13,2/18 = 0,1048 : 0,7333$ jeb $1 : 7$ Kristālhidrāta formula ir **Na₂SO₃ 7H₂O**

Vārot vielas D šķīdumu kopā ar vienkāršo vielu A rodas viela E, kas satur 29,11% nātriju un 30,38% skābekli. Atdzesējot šķīdumu, viela E izkristalizējas pentahidrāta formā.

Nosaki vielas E ķīmisko formulu un uzraksti reakcijas vienādojumu! (4 punkti)

Sēra saturs vielā E ir: $100 - 29,11 - 30,38 = 40,51\%$

Nātrija, sēra un skābekļa molārās attiecībās vielā E ir:

$29,11/23 : 40,51/32 : 30,38/16 = 1,2657 : 1,2659 : 1,8988 = 2 : 2 : 3$.

Šī viela ir nātrija tiosulfāts **Na₂S₂O₃**.

$\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{S} \rightarrow \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

vai $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{S} + 5 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

3. uzdevums. Izotopi, izobāri, izomorfi, izo... (11 punkti)

Ķīmiskais elements bors ir divu dabīgo izotopu ^{10}B un ^{11}B maisījums. Bora vidējā molmasa ir 10,81 g/mol.

Aprēķini katra izotopa moldaļu (procentuālo saturu) borā! (3 punkti)

Pieņemam, ka ^{10}B moldaļa ir x , tad ^{11}B moldaļa būs $1-x$:

$10x + 11(1-x) = 10,81$

Atrisinot vienādojumu iegūst, ka $x = 0,19$. Tātad dabīgais bors sastāv no 19% izotopa ^{10}B un no 81% izotopa ^{11}B .

Dabā esošais ogleklis ir divus stabilu izotopu (^{12}C un ^{13}C) maisījums, kā arī tas satur niecīgus daudzumus radioaktīva, nestabila izotopa ^{14}C . Savukārt skābeklim ir zināmi 3 stabili izotopi (^{16}O , ^{17}O un ^{18}O).

Uzraksti visas iespējamās oglekļa(IV) oksīda molekulas formulas (ņemot vērā trīs oglekļa un trīs skābekļa izotopu eksistenci) un aprēķini vislielāko un vismazāko iespējamo oglekļa(IV) oksīda molmasu! (8 punkti)

$^{12}\text{C}^{16}\text{O}^{16}\text{O}$ M = 44 g/mol; $^{12}\text{C}^{17}\text{O}^{17}\text{O}$ M = 46 g/mol; $^{12}\text{C}^{18}\text{O}^{18}\text{O}$ M = 48 g/mol;

$^{13}\text{C}^{16}\text{O}^{16}\text{O}$ M = 45 g/mol; $^{13}\text{C}^{17}\text{O}^{17}\text{O}$ M = 47 g/mol; $^{13}\text{C}^{18}\text{O}^{18}\text{O}$ M = 49 g/mol;

$^{14}\text{C}^{16}\text{O}^{16}\text{O}$ M = 46 g/mol; $^{14}\text{C}^{17}\text{O}^{17}\text{O}$ M = 48 g/mol; $^{14}\text{C}^{18}\text{O}^{18}\text{O}$ M = 50 g/mol;

$^{12}\text{C}^{16}\text{O}^{17}\text{O}$ M = 45 g/mol; $^{12}\text{C}^{16}\text{O}^{18}\text{O}$ M = 46 g/mol; $^{12}\text{C}^{17}\text{O}^{18}\text{O}$ M = 47 g/mol;

$^{13}\text{C}^{16}\text{O}^{17}\text{O}$ M = 46 g/mol; $^{13}\text{C}^{16}\text{O}^{18}\text{O}$ M = 47 g/mol; $^{13}\text{C}^{17}\text{O}^{18}\text{O}$ M = 48 g/mol;

$^{14}\text{C}^{16}\text{O}^{17}\text{O}$ M = 47 g/mol; $^{14}\text{C}^{16}\text{O}^{18}\text{O}$ M = 48 g/mol; $^{14}\text{C}^{17}\text{O}^{18}\text{O}$ M = 49 g/mol;

4. uzdevums. **Gāzu dimensijas** (12 punkti)

Trauka, kas piepildīts ar kriptonu, masa vienādos apstākļos ir par 3,12 g lielāka nekā tā paša trauka masa, ja tas ir piepildīts ar skābekli. Ja to pašu trauku tādos pašos apstākļos piepilda ar kāda no gāzveida sēra fluorīdiem, tad tā masa ir par 1,44 g lielāka, nekā, ja tas ir piepildīts ar kriptonu.

Aprēķini šī trauka tilpumu (n.a.)! (5 punkti)

$$m(\text{trauks}) + m(\text{Kr}) = m(\text{trauks}) + n(\text{Kr}) \cdot M(\text{Kr})$$

$$m(\text{trauks}) + m(\text{O}_2) = m(\text{trauks}) + n(\text{O}_2) \cdot M(\text{O}_2)$$

$$n(\text{Kr}) = n(\text{O}_2) = n$$

$$m = m(\text{trauks}) + n \cdot M(\text{Kr}) - m(\text{trauks}) - n \cdot M(\text{O}_2) = n \cdot (M(\text{Kr}) - M(\text{O}_2)) = n(84 - 32) = 52n$$

$$3,12 = 52n, \text{ tātad } n = 3,12/52 = 0,06 \text{ mol}$$

$$v(\text{trauka}) = 0,06 \cdot 22,4 = \mathbf{1,344 \text{ litri}}$$

Nosaki nezināmā sēra fluorīda ķīmisko formulu! (4 punkti)

$$1,44 = 0,06 \cdot (M(\text{SF}_x) - M(\text{Kr})) = 0,06 \cdot (M(\text{SF}_x) - 84)$$

Atrisinot vienādojumu, iegūst, ka $M(\text{SF}_x) = 108 \text{ g/mol}$

Ja savienojums satur vienu sēra atomu, tad $x = (108 - 32)/19 = 4$

Savienojuma formula ir **SF₄**.

Diborāns(6), kura formula ir B₂H₆, arī ir gāze.

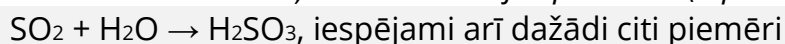
Aprēķini B₂H₆ relatīvo blīvumu pret hēliju! (2 punkti)

$$M(\text{B}_2\text{H}_6) = 28 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{B}_2\text{H}_6)/M(\text{He}) = 28/4 = \mathbf{7}$$

Šķīdinot dažas gāzes ūdenī, rodas skābes.

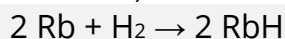
Uzraksti atbilstošas ķīmiskās reakcijas piemēru! (1 punkts)



5. uzdevums. **Aktīvie metāli un to savienojumi** (9 punkti)

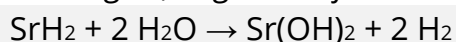
Sārmu un sārmzemju metāli paaugstinātā temperatūrā reagē ar ūdeņradi, veidojot binārus savienojumus – hidrīdus. Hidrīdos metālu oksidēšanas pakāpes ir pozitīvas, bet ūdeņraža oksidēšanas pakāpe ir negatīva (-1).

Uzraksti ķīmiskās reakcijas vienādojumu rubīdija hidrīda ieguvei! (1 punkts)



Kā zināms, sārmu un sārmzemju metāliem reaģējot ar ūdeni, rodas to hidroksīdi un izdalās ūdeņradis. Arī hidrīdi ir ļoti reaģētspējīgi savienojumi, saskaroties ar ūdeni, tie pārvēršas par hidroksīdiem. Arī šajā reakcijā izdalās ūdeņradis.

Uzraksti ķīmiskās reakcijas vienādojumu un aprēķini, cik litri ūdeņraža rodas (n.a.), ja ar ūdeni reagē 0,63 g stroncija hidrīda! (3 punkti)



$$M(\text{SrH}_2) = 90 \text{ g/mol}$$

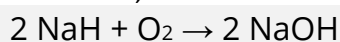
$$n(\text{SrH}_2) = 0,63/90 = 0,007 \text{ mol}$$

$$n(\text{H}_2) = 2n(\text{SrH}_2) = 2 \cdot 0,007 = 0,014 \text{ mol}$$

$$v(\text{H}_2) = 0,014 \cdot 22,4 = \mathbf{0,314 \text{ L}}$$

Saskaroties ar skābekli, hidrīdi viegli oksidējas.

Uzraksti ķīmiskās reakcijas vienādojumu starp nātrija hidrīdu un skābekli (1 punkts)



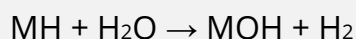
Apstrādājot ar ūdeni 1,20 gramus cietas, kristāliskas vielas A, izdalījās 672 ml (n.a.) ūdeņraža.

Nosaki divas iespējamās vielas A formulas! (4 punkti)

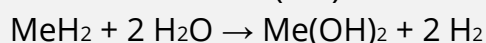
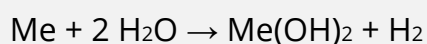
$$n(\text{H}_2) = 0,672/22,4 = 0,03 \text{ mol}$$

Ūdeņradis rodas, ja ar ūdeni reaģē kāds no aktīvajiem metāliem vai aktīvo metālu hidrīdiem

Ja tie ir sārmu metāli, tad atbilstošie reakciju vienādojumi būs:



Ja tie ir sārmzemju metāli, tad atbilstošie reakciju vienādojumi būs:



Ja reakcijā piedalītos sārmu metāls, tad $n(\text{M}) = 0,06 \text{ mol}$ un $M(\text{M}) = 1,20/0,06 = 20 \text{ g/mol}$, tāda sārmu metāla nav.

Ja reakcijā piedalītos sārmzemju metāls, tad $n(\text{Me}) = 0,03 \text{ mol}$ un $M(\text{Me}) = 1,20/0,03 = 40 \text{ g/mol}$, tas atbilst kalcija molmasai.

Ja reakcijā piedalītos sārmu metāla hidrīds, tad $n(\text{MH}) = 0,03 \text{ mol}$ un $M(\text{MH}) = 1,20/0,03 = 40 \text{ g/mol}$, tas atbilst kālija hidrīdam KH.

Ja reakcijā piedalītos sārmzemju metāla hidrīds, tad $n(\text{MeH}_2) = 0,015 \text{ mol}$ un $M(\text{MeH}_2) = 1,20/0,015 = 80 \text{ g/mol}$, tāda sārmu metālu hidrīda nav.

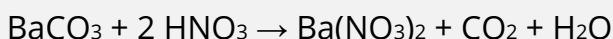
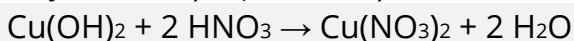
Vielas A var būt gan **kalcijs Ca**, gan **kālija hidrīds KH**.

10. KLASE

1. uzdevums. **Slāpekļskābe, nitrāti un citas labas lietas...** (18 punkti)

2,067 g maisījuma, kas sastāvēja no vara(II) hidroksīda un bārija karbonāta izšķīdināja slāpekļskābē. Pilnīgai maisījuma izšķīdināšanai bija nepieciešami 600,0 ml slāpekļskābes, kuras koncentrācija bija 0,040 mol/litrā.

Uzraksti ķīmisko reakciju vienādojumus vara(II) hidroksīda un bārija karbonāta reakcijām ar slāpekļskābi! (2 punkti)



Aprēķini reakcijā izlietotās slāpekļskābes daudzumu! (1 punkts)

$$n(\text{HNO}_3) = c(\text{HNO}_3) \cdot v(\text{HNO}_3) = 0,040 \cdot 0,600 = \mathbf{0,024 \text{ mol}}$$

Aprēķini vara(II) hidroksīda un bārija karbonāta daudzumu maisījumā! (4 punkti)

Pieņemsim, ka maisījums satur x molus Cu(OH)_2 un y molus BaCO_3 .

$$\text{Tad } 98x + 197y = 2,067 \text{ un } x + y = 0,024/2 = 0,012$$

Atrisinot vienādojumu sistēmu, iegūst, ka

$$x = \mathbf{0,003 \text{ mol Cu(OH)}_2} \text{ un } y = \mathbf{0,009 \text{ mol BaCO}_3}$$

Kādā citā eksperimentā izmantoja slāpekļskābes šķīdumu, kura molārā koncentrācija bija 6,956 mol/litrā, bet blīvums 1,220 g/mL.

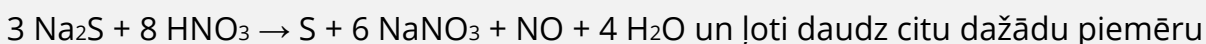
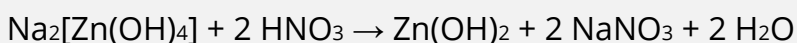
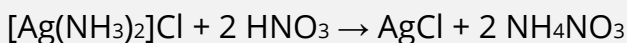
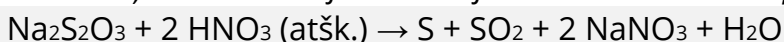
Aprēķini HNO₃ masas daļu šajā šķīdumā! (4 punkti)

Pieņemsim, ka mums ir 1 litrs šāda šķīduma. Tā masa ir $1000 \cdot 1,220 = 1220 \text{ g}$.

Viens litrs šķīduma satur 6,956 molus HNO_3 , tātad HNO_3 masa šajā šķīdumā ir $6,956 \cdot 63 = 438,228 \text{ g}$, tātad HNO_3 masas daļa šķīdumā ir $438,228/1220 = 0,3592$ jeb **35,92%**

Praktiski visi nitrāti labi šķīst ūdenī. Tomēr, pievienojot dažādu vielu šķīdumiem slāpekļskābes šķīdumu, var novērot nogulšņu veidošanos.

Uzraksti ķīmisko reakciju vienādojumus diviem šādiem procesiem! (2 punkti)



Karsējot nitrāti sadalās. Sadalīšanās produkti ir atkarīgi no katra konkrētā savienojuma īpašībām (galvenokārt katjona dabas) un no karsēšanas temperatūras. Kādā eksperimentā 140 °C izkarsēja 2,018 g nezināma nitrāta. Iegūtā cietā atlikuma masa bija 0,867 g.

Nosaki izkarsētā nitrāta ķīmisko formulu! (5 punkti)

Karsējot nitrātus var izdalīties skābeklis un veidojoties nitrīts, kā arī var izdalīties skābeklis un slāpekļa(IV) oksīds, veidojoties metāla oksīdam, var arī izdalīties skābeklis un slāpekļa(IV) oksīds, veidojoties brīvam metālam. Amonija nitrītus karsējot, cietā atlikuma nebūs vispār. Lielais masas samazinājums (~57%) norāda, ka cietais atlikums nebūs nitrīts, bet gan metāla oksīds vai brīvs metāls.

Pārbaudām iespēju, ka cietais atlikums ir metāls, kuru apzīmēsim ar simbolu A: karsēšanas procesu apraksta shēma $A(\text{NO}_3)_x$ A

$$M(A)/(M(A) + 62x) = 0,867/2,018$$

$M(A)/(M(A) + 62x) = 0,4296$ Atrisinot to, iegūstam, ka $M(A) = 46,696 x$ Pārbaudot atrod, ka metāla ar atbilstošām īpašībām nav.

Pārbaudām iespēju, ka cietais atlikums ir metāla oksīds, kuru apzīmēsim ar formulu $\text{AO}_{x/2}$, karsēšanas procesam atbilst shēma $A(\text{NO}_3)_x \text{AO}_{x/2}$

$M(\text{AO}_{x/2})/(M(A) + 62x) = 0,867/2,018 = 0,4296$ $(M(A) + 8x)/(M(A) + 62x) = 0,4296$ Atrisinot iegūst, ka $M(A) = 32,665x$

Pārbaudot atrod, ka meklējamais metāls ir cinks un savienojuma formula ir **Zn(NO₃)₂**.

2. uzdevums. **Nezināmais elements un tā savienojumi** (12 punkti)

Ķīmiskā elementa A veidotā vienkāršā viela sildot bez gaisa klātienes šķīst nātrija hidroksīda šķīdumā, veidojot jaunus savienojumus B un C. Savienojums B satur 25,40% ķīmiskā elementa A, bet savienojums C satur 41,03% ķīmiskā elementa A. Gaisa klātienē savienojums B viegli oksidējas par savienojumu D, kas satur 22,54% ķīmiskā elementa A. Savukārt sadedzinot ķīmiskā elementa A veidoto vienkāršo vielu, rodas gāzveida oksīds E, kura relatīvais blīvums pret hēliju ir 16.

Aprēķini oksīda E molmasu! (1 punkts)

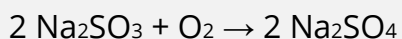
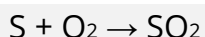
$M(E) = 16 \cdot 4 = \mathbf{64 \text{ g/mol}}$, tā atbilst sēra(IV) oksīda **SO₂** molmasai.

Uzraksti ķīmiskā elementa A simbolu un ķīmisko savienojumu B, C, D un E formulas! (5 punkti)

A – S, B – Na₂SO₃, C – Na₂S, D – Na₂SO₄, E – SO₂

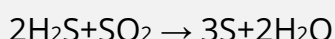
Skaitliskā pārbaude par sēra masas daļām savienojumos B, C un D apstiprina augstākminētās savienojumu B, C un D formulas.

Uzraksti trīs iepriekš minēto ķīmisko reakciju vienādojumus! (3 punkti)



Ķīmisko elementu A satur arī gāze F. Gāze F reaģē ar savienojumu E molārajās attiecībās 2 : 1, reakcijā rodas viena vienkārša viela un viens ķīmiskais savienojums. *Nosaki gāzi F un uzraksti šīs ķīmiskās reakcijas vienādojumu! (3 punkti)*

F – H₂S



3. uzdevums. **Vēl viens nezināms ķīmiskais elements...** (14 punkti)

2,032 g vienkāršu cietu vielu izšķīdināja koncentrētā slāpekļskābē, izdalījās 598,1 ml (n.a.) gāze A, kas satur 53,33% skābekli.

Aprēķini iegūtās gāzes daudzumu un nosaki gāzes A ķīmisko formulu (4 punkti)

$$n(\text{gāze}) = 0,5981/22,4 = 0,0267 \text{ mol}$$

Visticamāk, ka šī gāze ir kāds no slāpekļa oksīdiem. Pārbaudīsim to:

$$n(\text{N}) : n(\text{O}) = (100 - 53,33)/14 : 53,33/16 = 3,3336 : 3,3331 = 1 : 1 \text{ Šī gāze ir } \mathbf{NO}$$

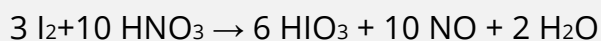
letvaicējot iegūto šķīdumu, izkristalizējās bezkrāsaini skābes B kristāli.

Nosaki šīs skābes ķīmisko formulu, uzraksti notikušās ķīmiskās reakcijas vienādojumu un aprēķini iegūtās skābes masu! (10 punkti)

Lai izveidotos 0,0267 moli NO, ir nepieciešami 0,0267 moli HNO₃. Tā kā slāpekļa oksidēšanas pakāpe mainās no +5 uz +2, šajā procesā katrs slāpekļa atoms pievieno trīs elektronus, bet kopējais pievienotais elektronu skaits ir 0,0267*3 = 0,080 moli.

Pievienoto un zaudēto elektronu skaitam jābūt vienādam, tātad nezināmais *ķīmiskais elements* šajā procesā zaudē 0,080 molus elektronu, kam atbilst izreaģējušā *ķīmiskā elementa daudzums* 0,080/x moli, kur ar x apzīmēts elektronu skaits, ko zaudē viens nezināmā ķīmiskā elementa atoms. Tā kā reakcijā piedalījās vienkārša viela, x ir vienāds arī ar elementa oksidēšanas pakāpi skābē, kas radās. Nezināmā *ķīmiskā elementa* molmasa ir 2,032/(0,080/x) = 25,4x.

Pārbaudot iespējamās x vērtības no 1 līdz 8, iegūst, ka vienīgā derīgā atbilde ir, ja x=5, kas atbilst ķīmiskā elementa joda molmasai 127 g/mol. Jods tiešām veido cietu vienkāršu vielu I₂, tam ir raksturīga oksidēšanas pakāpe +5, reakcijā rodas jodskābe **HIO₃**, kas tiešām ir cieta, kristāliska viela.



$$n(\text{HIO}_3) = 6/10 * n(\text{NO}) = 6/10 * 0,0267 = 0,016 \text{ mol } m(\text{HIO}_3) = 176 * 0,016 = \mathbf{2,816 \text{ g}}$$

4. uzdevums. **Neorganisko vielu klases** (18 punkti)

Ķīmiskais savienojums A satur 25,50% skābekļa, 1,59% ūdeņraža, bet tā molmasa ir 125,5 g/mol.

Nosaki šī savienojuma ķīmisko formulu un uzraksti tā nosaukumu! (6 punkti)

Savienojums A noteikti satur hloru, jo tas ir vienīgais elements, kuram olimpiādes uzdevumu nosacījumos molmasa netiek noapaļota līdz veselam skaitlim. Atrodam skābekļa un ūdeņraža savstarpējās attiecības:

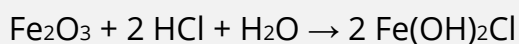
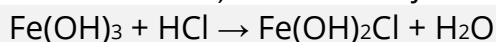
$n(\text{O}) : n(\text{H}) = 25,50/16 : 1,59/1 = 1,59 : 1,59 = 1 : 1$, tātad šī savienojuma formulā ir vienāds ūdeņraža un skābekļa atomu skaits.

Apzīmējam skābekļa atomu skaitu savienojuma formulā ar n un aprēķinām, cik O atomu ir savienojuma formulā: $16 * n / 125,5 = 0,2550$

Atrisinot vienādojumu, atrod, ka n = 2, tātad savienojums satur 2 OH grupas tā formulā Nosakām nezināmā elementa molmasu (vai nezināmo elementu molmasu summu):

125,5 - 35,5 - 2*17 = 56 g/mol. Tas atbilst dzelzs molmasai, tātad savienojuma formula ir **Fe(OH)₂Cl**. Nosaukums – **dzelzs(III) dihidroksīdhlorīds**.

Uzraksti vienu ķīmisko reakcijas vienādojumu šī savienojuma ieguvei! (1punkts)



Iespējami arī citi Fe(OH)₂Cl iegūšanas reakciju vienādojumi

Ķīmiskais savienojums B satur 1,03% ūdeņradi, 16,49% skābekli un vienu vai vairākus citus ķīmiskos elementus.

Nosaki šī savienojuma ķīmisko formulu! (5 punkti)

n(H) : n(O) = 1,03/1 : 16,49/16 = 1,03 : 1,03 = 1 : 1, tātad arī šis savienojums satur vienu vai vairākas OH grupas.

Ja ķīmiskais savienojums B satur vienu ūdeņraža atomu (tātad arī vienu OH grupu), tad tā molmasa ir 1/0,0103 = 97 g/mol

Nezināmā elementa molmasa (vai elementu molmasu summa) ir: 97 - 1 - 16 = 80 g/mol, kas atbilst broma molmasai, tas atbilst savienojuma formulai BrOH, tātad savienojums varētu būt bromapskābe **HBrO**.

Ķīmiskais savienojums C satur tikai nemetāliskos ķīmiskos elementus, tā molmasa ir 162 g/mol, tas satur 2,47% ūdeņradi, 39,51% skābekli un vēl divus ķīmiskos elementus.

Nosaki šī savienojuma ķīmisko formulu! (6 punkti)

$$n(\text{H}) : n(\text{O}) = 2,47/1 : 39,51/16 = 2,47 : 2,47 = 1 : 1$$

Arī šī savienojuma formulā ir vienāds ūdeņraža un skābekļa atomu skaits. Aprēķinām O atomu skaitu (kas ir vienāds ar OH grupu skaitu) savienojuma formulā: 16n/162 = 0,3951

Atrisinot iegūstam, ka n = 4

Atlikušo divu ķīmisko elementu molmasu summa ir 162 - 17*4 = 94 g/mol, kas atbilst slāpekļa un broma molmasu summai. Savienojuma formula ir **NH₄BrO₄** – **amonija perbromāts**.

5.uzdevums. **Grafīts vai dimants? Vai tomēr kaut kas cits?** (8 punkti)

Ķīmiskie elementi A un B atrodas ķīmisko elementu periodiskās tabulas otrajā periodā. Tie savā starpā veido savienojumu C, kas ir zināms divu modifikāciju veidā. Viena no šīm modifikācijām uzbūves ziņā ļoti atgādina grafītu, savukārt otra – dimantu. Arī šo modifikāciju īpašības ir tuvas grafīta un dimanta īpašībām. Ar skābekli elements A veido vienu oksīdu, savukārt elements B veido vairākus oksīdus.

Uzraksti abu ķīmisko elementu simbolus un savienojuma C ķīmisko formulu! (3 punkti)

A – bors B; B – slāpekļis N; C – bora nitrīds BN

Nosaki abu elementu oksidēšanas pakāpes savienojumā C! (2 punkti)

Bora oksidēšanas pakāpe ir **+3**, slāpekļa oksidēšanas pakāpe ir **-3**.

Izskaidro, kāpēc savienojuma C veidotās modifikācijas uzbūves ziņā ir ļoti līdzīgas grafītam un dimantam! (3 punkti)

Kopējais vērtības elektronu skaits vienam slāpekļa un vienam bora atomam ir tikpat liels kā diviem oglekļa atomiem, grupas B-N un C-C ir izoelektroniskas (satur tikpat daudz elektronu), kā arī līdzīgi ir šo elementu atomu rādiusi un tuvas elektronegativitātes (turklāt oglekļa elektronegativitātes skaitliskā vērtība 2,5 ir starp bora 2,0 un slāpekļa 3,0 elektronegativitāšu skaitliskajām vērtībām).

11. KLASE

1. uzdevums. **Violeto-trons** (15 punkti)

1. Uzrakstīt **A – E** ķīmiskās formulas.

A = **KMnO₄**

1 punkts

B = **KI** (ko varam noteikt, jo pēc oksidēšanās rodas I₂)

1 punkts

Tā kā zinām, ka reducēšanās reakcijā skābā vidē rodas MnSO₄, tad skaidrs, ka C = MnSO₄·xH₂O, ko dehidratējot karsējot iegūsim MnSO₄. Tā kā masas samazinājums notiek uz ūdens zaudēšanas rēķina, varam rakstīt, ka:

$$w(H_2O) = \frac{xM(H_2O)}{M(MnSO_4) + xM(H_2O)}$$
$$w(H_2O)M(MnSO_4) + w(H_2O)xM(H_2O) = xM(H_2O)$$
$$x = \frac{w(H_2O)M(MnSO_4)}{M(H_2O)(1 - w(H_2O))} = \frac{0,323 \cdot 151,0}{18,0 \cdot 0,677} = 4$$

C = **MnSO₄·4H₂O**

2 punkti

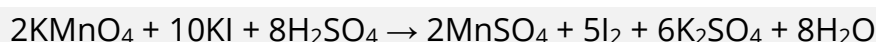
D = **MnSO₄**

1 punkts

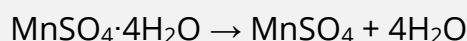
E = **I₂**

1 punkts

2. Uzrakstīt aprakstīto ķīmisko reakciju vienādojumus.



2 punkti



1 punkts

3. Pamatot, kādēļ organiskās vielas slānis iekrāsojās violetā krāsā? Kādēļ ūdens slāņa krāsa pēc šī procesa mainās kā aprakstīts?

Jods ir nepolāra molekulāra viela, kas labi šķīst nepolāros šķīdinātājos, piem., hlороformā, bet ļoti slikti ūdenī.

1 punkts

Ūdens šķīdumā savukārt I₂ veido komplekso savienojumu ar pārākumā esošajiem I⁻ joniem: I⁻ + I₂ → I₃⁻, kas mazā koncentrācijā ir brūngani sarkanā krāsa.

1 punkts

4. Kādu daļiņu klātieņe ir atbildīga par gaiši rozā šķīdumu pēc ekstrakcijas ar hlороformu?

Pēc I₂ pāriešanas organiskajā slānī ūdens slāņa krāsu nosaka tikai hidratētie Mn²⁺ joni **[Mn(H₂O)6]²⁺**, kas ir rozā.

1 punkts

5. Kas veidotos no **A**, ja reakciju veiktu nevis sērskābes bet a) kālija hidroksīda, un b) tīra ūdens klātieņē? Kādas krāsu izmaiņas novērotu šādā gadījumā?

Visos gadījumos no KI rastos jods, jo šo procesu neietekmē vide, un līdz ar to visos gadījumos ūdens slāņa krāsu korekti varētu novērtēt pēc ekstrakcijas procesa.

a) Sārmainā vidē no MnO₄⁻ iegūst manganāta jonus MnO₄²⁻, kas ir zaļā krāsā.

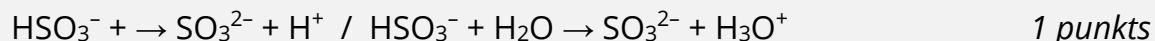
1 + 0,5 punkti

b) Neitrālā vidē no MnO₄⁻ iegūst mangāna (IV) oksīdu MnO₂, kas veidojas kā brūngani melnas nogulsnes.

1 + 0,5 punkti

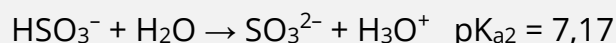
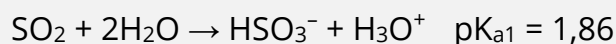
2. uzdevums. **Vīna konservēšana** (18 punkti)

1. Uzrakstiet ķīmisko reakciju vienādojumus šīm pārvērtībām!



2. Izmantojiet doto informāciju, nosakiet, kurai no daļiņām atbilst kura no līknēm. Pamatojiet savu atbildi ar ķīmisko pārvērtību vienādojumiem katrai no protolītisko pārvērtību stadijām.

Abus iepriekš aprakstītos līdzsvarus apraksta katra no disociācijas konstantēm:



Tātad $[\text{SO}_2] = [\text{HSO}_3^-]$, būs kad $K_{a1} = [\text{H}_3\text{O}^+]$ un $pK_{a1} = \text{pH}$

Analogi $[\text{HSO}_3^-] = [\text{SO}_3^{2-}]$, būs kad $K_{a2} = [\text{H}_3\text{O}^+]$ un $pK_{a2} = \text{pH}$ 1,5 punkti

No tā secinām, ka vidējā līnija atbilst HSO_3^- , līnija pa kreisi SO_2 , bet līnija pa labi SO_3^{2-} . 1,5 punkti

Zināms, ka kādā analizētā baltvīnā ūdeņraža jonu koncentrācija ir $3,16 \cdot 10^{-4}$ M.

3. Aprēķināt šī vīna pH!

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+] = -\lg(3,16 \cdot 10^{-4}) = 3,50 \quad 1 \text{ punkts}$$

4. Noteikt, kura būs dominējošā daļiņa (sēra dioksīds, hidrogēnsulfīti vai sulfīti) šajā baltvīnā. Kuras daļiņas būs vismazāk?

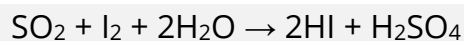
Pie $\text{pH} = 3,5$ dominējošā daļiņa būs HSO_3^- , ap 2-4% būs SO_2 formā, bet SO_3^{2-} faktiski nebūs detektējami. 2 punkti

5. Tikpat kā uz visām vīna pudelēm tiek rakstīts, ka vīns satur sulfītus. Komentējiet šo apgalvojumu un, ja nepieciešams, precizējiet to!

Apgalvojums zinātniski ir **nekorekts**, jo faktiski vīns satur hidrogēnsulfītus.

1 punkts

6. Uzrakstīt titrēšanas reakcijas vienādojumu!



No šī redzam, ka reakcija notiek attiecībā 1:1. 2 punkti

7. Kādēļ vīna paraugam pievienoja sērskābi? Pamatojiet!

Lai visas trīs formas (sēra dioksīdu, hidrogēnsulfītu un sulfītu) pārvērstu par SO_2 , kas notiek tikai ļoti skābā vidē. 1 punkts

8. Kādēļ pirms titrēšanas pievienoja cietes šķīdumu? Pamatojiet!

Lai padarītu vieglāk identificējamu jodu, kas ar cieti veid spilgti zilu kompleksu. Titrējot zilā kompleksa krāsa parādās, kad viss SO_2 ir izreaģējis, un titranta pievienotais jods vairs neizreaģē. 1 punkts

9. Aprēķināt kopējo sulfītu koncentrāciju (mol/L) un masas koncentrāciju vīnā (mg/L), ja to izsaka SO_2 masā (kā to parasti dara praksē)!

Titrēšanā patērētā joda daudzums ir:

$$n(I_2) = C \cdot V = 0,0100 \cdot 0,00625 = 0,0000625 \text{ mol} \quad 1 \text{ punkts}$$

Tāpat paraugā ir tāds pats kopējais sulfītu daudzums, un kopējā sulfītu koncentrācija ir:

$$n(\text{sulf}) = n(I_2) = 0,0000625 \text{ mol}$$
$$c(\text{sulf}) = \frac{n}{V} = \frac{0,0000625}{0,0200} = \mathbf{0,003125 \text{ mol/L}} \quad 1 \text{ punkts}$$

$$\gamma(\text{sulf}) = c(\text{sulf}) \cdot M(\text{SO}_2) \cdot 1000 = 0,003125 \cdot 64,06 \cdot 1000 = \mathbf{200,2 \text{ mg/L}} \quad 1 \text{ punkts}$$

10. Zināms, ka zinošs cilvēks ar jutīgu ožu vīnā sēra dioksīdu var sasmaržot (tā ir gāze ar izteiktu smaržu!) pie koncentrācijas 15 – 40 mg/L! Izmantojiet augstāk doto grafiku un nosakiet, vai sēra dioksīdu būs iespējams šādi sasmaržot arī šajā vīnā?

Ja vīna pH = 3,50, varam novērtēt, ka SO₂ formā būs aptuveni 2-4% no kopējā sulfītu sēra, kas ir 200,2 · 0,02 – 200,2 · 0,04 tātad 4 – 8 mg/L, tātad zem robežas, kur to iespējams sasmaržot. 2 punkti

Papildu informācija par uzdevumu:

Zināšanas, kas tiek sagaidītas no skolēna:

- Izpratne par skābju/bāzu īpašībām, to saistību ar ķīmisko līdzsvaru.

3. uzdevums. Līkņu ķīmija (13 punkti)

1) Kura metode [1], [2] vai [3] veido visprecīzākos DTA un TG mērījumus?

[2] (1K·min⁻¹), jo ir vismazākā temperatūras izmaiņa, līdz ar to dehidratēšanās nenotiks lēnāk kā temperatūras celšanās (signāli būs visšaurākie un precīzākie).

1+1 punkti

2) Pieņem, ka pie 460 °C 96% kristālhidrātā esošais ūdens ir iztvaikojis un aprēķini ūdens attiecību **X** kristālhidrātā Na₂B₄O₇ · **X** H₂O. Izmanto tikai precīzākās metodes datus! **X ir vesels skaitlis.**

No grafika nolasot, pie 460 grādiem Celsija w=70.5% (Intervāls 69%-72%) 1 punkts

$$w = \frac{M_{\text{borakss}} + M_{\text{ūdens}} \cdot x \cdot (1 - 0.96)}{M_{\text{borakss}} + M_{\text{ūdens}} \cdot x} = 0.705$$

$$\frac{201.219 + 18.015 \cdot x \cdot (1 - 0.96)}{201.219 + 18.015 \cdot x} = 0.705$$

1 punkts

Atrisina vienādojumu un iegūst x robežās no 4.6 līdz 5.4. Visos gadījumos jānoapaļo līdz **X=5.** 1 punkts

3) Pieņem, ka pirmā posma dehidratācija beidzas pie temperatūras, pie kuras masas izmaiņa ir vislielākā (skat. 2.att.). Nosaki starpsavienojuma Na₂B₄O₇ · **Y** H₂O ūdens daudzumu. **Y var nebūt vesels skaitlis.**

Temperatūru, pie kuras beidzas pirmais posms, pieņem kā T=136.7 C

No grafika nolasot w=[86%;90%]

1 punkts

$$w = \frac{M_{\text{borakss}} + M_{\text{ūdens}} \cdot y}{M_{\text{borakss}} + M_{\text{ūdens}} \cdot 5} = 0.86$$

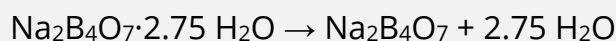
$$\frac{201.219 + 18.015 \cdot y}{201.219 + 18.015 \cdot 5} = 0.86$$

1 punkts

Atrisinā vienādojumu un iegūst **Y=2.75**. (Intervāls [2.75;3.40])

1 punkts

4) Uzraksti kristālhidrāta abu dehidratāciju posmu reakciju vienādojumus.



2 punkti

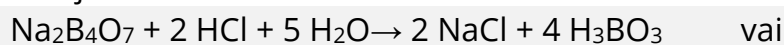
2.75 vietā ir Y, kas iegūts iepriekšējā punktā

5) Kāpēc 1. posmā (līdz 170°C) parauga masa samazinās daudz straujāk nekā 2. posmā (no 170°C)?

Jo krietni vieglāk ietvaicēt kristalizācijas ūdens molekulas nekā tās, kas saistās ar bora kompleksu ar kovalentajām saitēm.

2 punkti

6) Boraksu apstrādājot ar sālsskābi, ir iespējams iegūt borskābi H_3BO_3 . Uzraksti reakciju vienādojumu.



1 punkts

Papildu informācija par uzdevumu:

Zināšanas, kas tiek sagaidītas no skolēna:

- Izpratne par procesiem kristālhidrātu karsēšanas laikā un šo procesu atkarību no kristālhidrāta uzbūves.

4. uzdevums. **Izsālīšana** (16 punkti)

1. Jums jāveic kālija hlorīda (=A) un nātrija nitrāta (=B) atdalīšana. Aprēķiniet, kāds būs šo sāļu maisījuma sastāvs pēc vienas atdalīšanas (pārkristalizācijas) veikšanas, ja izmantos "visefektīvāko" ūdens daudzumu (attiecībā pret sāļu masu)!

Racionālākais piegājiens atdalīšanai sāļiem, kam zemās temperatūras ir līdzīga šķīdība, ir šķīdināt sāļus augstākajā temperatūrā tādā ūdens daudzumā, kurā izšķīdīs šajos apstākļos labāk šķīstošā viela, šķīdumu nofiltrēt un atdzesēt līdz minimālajai temperatūrai, kad daudz lielākā mērā kristalizēsies sāls, kuram būs lielāka koncentrācijas izmaiņa temperatūrā.

KCl un NaNO_3 maisījumam augstākā pieejamā temperatūra ir 80 °C, kad KCl šķīdība ir 49 g / 100 g H_2O , bet NaNO_3 šķīdība - 144 g / 100 g H_2O .

Pie 0 °C KCl šķīdība ir 28 g / 100 g H_2O , bet NaNO_3 šķīdība - 73 g / 100 g H_2O .

Tātad ja mums ir, piem., 100 g sāļu maisījuma, tajā būs 50,0 g NaNO_3 , kura izšķīdināšanai 80 °C nepieciešami $100 \cdot \frac{50}{144} = 34,7$ g H_2O . Šādā daudzumā izšķīdīs $\frac{34,7}{100} \cdot 49 = 17,0$ g KCl. Tātad šķīdumā ir 50,0 g NaNO_3 un 17,0 g KCl.

Šādā ūdens daudzumā 0 °C šķīdumā paliks $\frac{34,7}{100} \cdot 28 = 9,7$ g KCl un $\frac{34,7}{100} \cdot 73 = 25,3$ g NaNO_3 .

Tātad izgulsnēsies 50,0 - 25,3 = 24,7 g NaNO_3 un 17,0 - 9,7 = 7,3 g KCl.

Tātad maisījuma sastāvs būs $\frac{24,7}{24,7+7,3} = 77,2\%$ **NaNO_3** un **22,8% KCl** 5 punkti

Korektāks atrisinājums ietver KNO_3 izgulsnēšanos NaNO_3 vietā, kas tiks pievienots vēlāk.

2. Aprēķiniet, kāds būs šo sāļu maisījuma sastāvs pēc otrās atdalīšanas (pārkristalizācijas) veikšanas, ja tajā izmantos maisījumu, kas iegūts pirmajā atdalīšanā, un atkal "visefektīvāko" ūdens daudzumu!

Atkārtojot šo procedūru un atkal sākot ar 100 g maisījuma (lai vienkāršotu aprēķinus):

77,2 g NaNO_3 izšķīdināšanai 80 °C nepieciešami $100 \cdot \frac{77,2}{144} = 53,6$ g H_2O . Šādā daudzumā izšķīdīs $\frac{53,6}{100} \cdot 49 = 26,3$ g (tātad viss) KCl. Tātad šķīdumā ir visi 77,2 g NaNO_3 un 22,8 g KCl.

Šādā ūdens daudzumā 0 °C šķīdumā paliks $\frac{53,6}{100} \cdot 28 = 15,0$ g KCl un $\frac{53,6}{100} \cdot 73 = 39,1$ g NaNO_3 .

Tātad izgulsnēsies 77,2 – 39,1 = 38,1 g NaNO_3 un 22,8 – 15,0 = 7,8 g KCl.

Tātad maisījuma sastāvs būs $\frac{38,1}{38,1+7,8} = 83,0\%$ NaNO_3 un **17,0% KCl**.

Redzam, ka nākamajā pārkristalizācijā sastāva izmaiņas jau ir daudz mazākas.

3 punkti

Korektāks atrisinājums ietver KNO_3 izgulsnēšanos NaNO_3 vietā, kas tiks pievienots vēlāk.

3. Kuru no attēlā dotajiem sāļiem būs visefektīvāk atdalīt no citiem sāļiem, izmantojot šķīdības atšķirības dažādās temperatūrās? Pamatojiet!

Ja ņemsim **$\text{Ce}_2(\text{SO}_4)_3$** , tad, atdzesējot, izgulsnēsies tikai otrs no sāļiem, jo $\text{Ce}_2(\text{SO}_4)_3$ (un no dotajiem tikai šim sālim) šķīdība, pazeminot temperatūru, pieaug. Līdz ar to no šī sāls ar 100% tīrību varam atdalīt jebkuru citu sāli.

3 punkti

4. Kuru sāli būs visefektīvāk atdalīt no iepriekšējā punktā atrastā, ja kā primāro kritēriju izmantojiet pēc atdalīšanas iegūtā produkta tīrību, kā sekundāro – masu. Aprēķiniet, kāds būs šo sāļu maisījuma sastāvs pēc vienas atdalīšanas (pārkristalizācijas) veikšanas, ja izmantos "visefektīvāko" ūdens daudzumu!

Tā kā no šī sāls ar 100% tīrību varam atdalīt jebkuru citu sāli, izmantojam otru kritēriju un izvēlamies sāli, kam ir lielākās šķīdības izmaiņas, mainot temperatūru, un tas ir **KNO_3** .

Pēc kristalizācijas tiks iegūts 100% KNO_3 , jo atdzesējot izgulsnēsies tikai šis sāls, kamēr viss $\text{Ce}_2(\text{SO}_4)_3$ paliks šķīdumā.

2 punkti

(ja ignorējam iespējamo K_2SO_4 izgulsnēšanos, jo tā šķīdība ir salīdzinoši maza, ko gan no uzdevumā dotā nevar uzzināt)

5. Kurš no attēlā dotajiem sāļiem būs nākamais visefektīvāk atdalāmais no citiem sāļiem, izmantojot šķīdības atšķirības dažādās temperatūrās? Pamatojiet!

Tas būs NaCl, jo tā šķīdība, samazinot temperatūru, tikpat kā nemainās, līdz ar to atdzesējot nogulsnes radīsies tikai ļoti neliels daudzums šī sāls.

3 punkti

5. uzdevums. Litija jonu baterija (22 punkti)

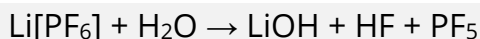
1. Uzrakstiet **B** – **E** ķīmiskās formulas.

Ja B hidrolizē radīsies LiOH, tad tā katjons ir Li⁺.

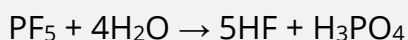
Vājā bet toksiskā reaģētspējīgā skābe ir HF. E pēc apraksta atbilst ortofosforskābe H₃PO₄, kas norāda, ka C ir PF₅ (jo hidrolizē P oksidēšanās pakāpe nemainās), un attiecīgais B anjons ir PF₆

B = Li[PF₆] **C = PF₅** **D = HF** **E = H₃PO₄** 4 punkti

2. Uzrakstiet aprakstīto pārvērtību vienādojums!

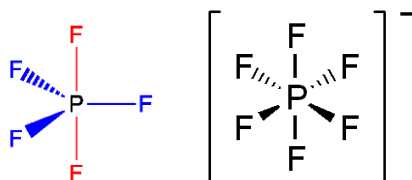


Tā kā stikla galvenā sastāvdaļa ir SiO₂:



3 punkti

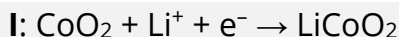
3. Uzskatāmi attēlojiet **C** un **B** anjona telpisko uzbūvi.



79. att.

1 punkts

4. Uzrakstiet abu pusreakciju vienādojumus.



4 punkti

5. Kurš no elektrodiem būs pozitīvais, bet kurš – negatīvais.

Pozitīvais elektrods būs dopētais kobalta (IV) oksīds (pusreakcija I), bet negatīvais – oglekļa (pusreakcija II)

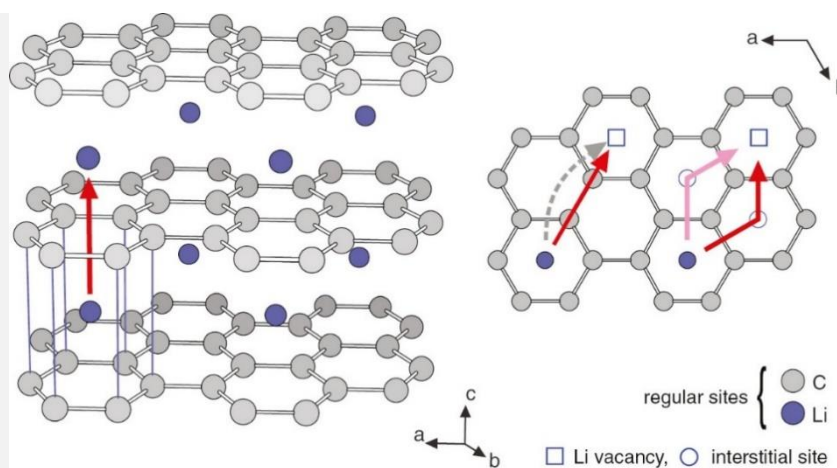
1 punkts

6. Zinot grafīta struktūru, skaidri iezīmējiet un paskaidrojiet, kur, visticamāk, novietosies litija atomi kompleksā LiC₆, ja zināms, ka šī pusreakcija ir apgriezeniska.

Zinot, ka grafīts ir slāņains, un produkts ir komplekss, Li atomi ievietosies starp grafīta plāksnēm.

1,5 punkti

Tā kā Li uzbūve faktiski ir līdzīga benzolam, kur punkti ar identisku elektronu blīvumu starp plākšņu telpā ir virs C veidotajiem sešstūriem (un kompleksa formula tiek pierakstīta kā LiC₆), tad Li novietosies virs/zem šiem sešlocekļu cikliem. 1,5 punkti



80. att.

Kāds mobilais telefons ir aprīkots ar 2800 mAh (mA·h) ietilpīgu litija jonu bateriju. Tā uzlādi veica ar 1,8 A lielu strāvu.

7. Aprēķiniet, cik ilgi teorētiski būtu jāveic šīs baterijas pilnīga uzlāde?

Ja baterijas ietilpību uzdod kā $I \cdot t$ (mērvienība = mA·h), tad uzlādes laiku aprēķinā kā ietilpības dalījumu ar strāvas stiprumu:

$$t = \frac{Iet}{I} = \frac{2,8 \text{ Ah}}{1,8 \text{ A}} = 1,556 \text{ h}$$

2 punkti

8. Aprēķiniet, kāds ir litija jonu daudzums un masa (g), kas šīs uzlādes laikā tiek pārnesti caur elektrolītu no viena elektrod uz otru?

Uzlāde ir pretējs process šūnas izlādei, kad notiek aprakstītās ķīmiskās pārvērtības, un faktiski ir elektrolīze, kur varam izmantot Faradeja vienādojumu:

$$It = nFz$$

Tā kā abas pusreakcijas saistās ar lādiņa izmaiņu par 1, $z = 1$, un iegūstam:

$$n = \frac{It}{1 \cdot F} = \frac{1,8 \cdot 1,556 \cdot 60 \cdot 60}{96486} = 0,1045 \text{ mol}$$

Tātad pārnestā Li jonu masa būs $m = n \cdot A = 0,1045 \cdot 6,94 = 0,725 \text{ g}$ 4 punkti

Internetā pieejamā informācija apstiprina, ka viena šāda baterija satur ap 0,75 g "aktīvā" litija (jo Li satur arī elektrolīts, tā kā tā nebūs kopējā Li masa).

6. uzdevums. **Same but different but still same** (25 punkti)

1. Uzrakstīt **X**, kā arī **A** – **L** ķīmiskās formulas.

Bāziska gāze ar raksturīgu asu smaku ir amonjaks, līdz ar ko:

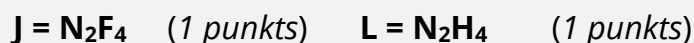
X = N (1 punkts) **A = NH₃** (1 punkts) **C = H₂** (0,5 punkti) **E = NH₄Cl** (0,5 punkti)

No apraksta par D var secināt, ka tā ir fluors, tātad:

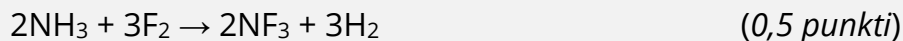
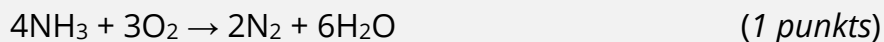
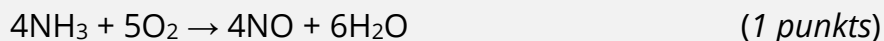
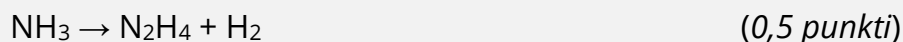
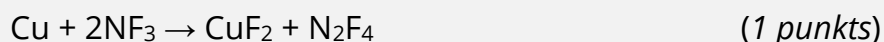
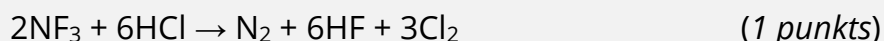
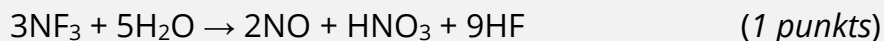
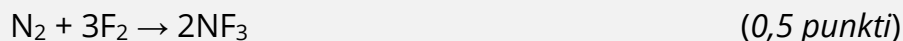
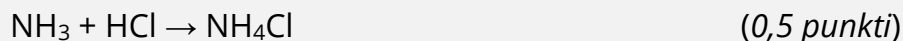
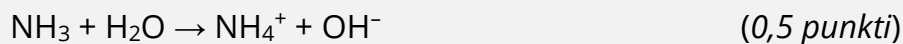
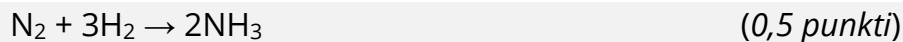
B = NF₃ (1 punkts) **D = F₂** (0,5 punkti) **F = NO** (1 punkts)

G = HNO₃ (1 punkts) **H = HF** (1 punkts) **I = Cl₂** (1 punkts) **K = CuF₂** (0,5 punkti)

No apraksta varam secināt, ka, ja NH_3 UV gaismas klātienē izdalīs H_2 , iegūtais savienojums **L** būs ar mazāku H:N attiecību. Ja tā ir 2, tad $\text{L} = \text{N}_2\text{H}_4$, kura īpašības un izmantošana atbilst aprakstītajai.



2. Uzrakstīt visu aprakstīto (shēmā uzrādīto) ķīmisko reakciju vienādojumus!

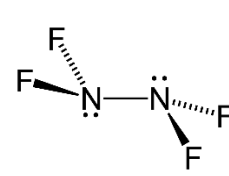
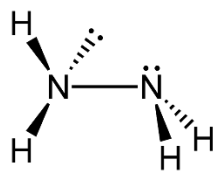
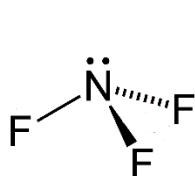
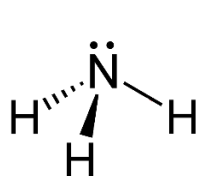


3. Kādēļ **A** ir bāziskas īpašības, bet **B** nav?

Tādēļ, ka H elektronegativitāte ir mazāka nekā slāpeklim, līdz ar to uz slāpekļa esošais nedalītais elektronu pāris ir stipri negatīvs.

Turpretī F ir elektronegatīvāks nekā slāpekļi, un līdz ar to daļēji atvelk slāpekļa nedalīto elektronu pāri. 2 punkti

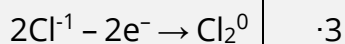
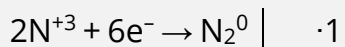
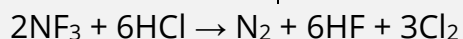
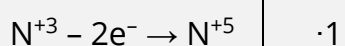
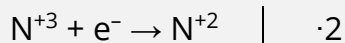
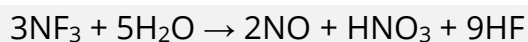
4. Uzzīmēt **A** un **B**, kā arī **L** un **J** struktūrformulas, skaidri norādot atomu un nedalīto elektronu pāru telpisko novietojumu un molekulu telpisko formu!



81. att.

2 punkti

5. B reakcijai ar ūdeni un HCl uzrakstīt oksidēšanās-reducēšanās pusreakciju jonu-elektronu bilances!



2 punkti

7. uzdevums. **Magnusa zaļais sāls** (22 punkti)

1. Uzrakstīt metāla **X** un **A – J** ķīmiskās formulas.

X masas daļa hlorīdā XCl_a ir:

$$w_X = \frac{A_X}{A_X + 35,5 a}$$

$$w_X A_X + w_x 35,5 a = A_X$$

Varam izteikt no vienādojuma A_X :

$$A_X = \frac{35,5 a w_x}{(1 - w_X)} = \frac{35,5 \cdot a \cdot 0,5791}{0,4209}$$

Vienīgais uzdevuma nosacījumiem atbilstošais elements (kas nav radioaktīvs) ir **Pt** ($A_X = 195,3$ g/mol)

Tātad:

X = Pt (2 punkti) **C = PtCl₄** (1 punkts)

PtCl₄ reakcijā ar KCl (atkarībā no Pt koordinācijas) var iegūt K₂[PtCl₆]. Varam pārlicināties, ka tajā katjona masas daļa ir $w_K = \frac{2 \cdot 39,1}{2 \cdot 39,1 + 195,1 + 6 \cdot 35,5} = 16,1\%$

Reducējot šo savienojumu, samazināsies Pt oksidēšanās pakāpe (uz +2), un iegūsim K₂[PtCl₄]. Varam pārlicināties, ka tajā $w_K = \frac{2 \cdot 39,1}{2 \cdot 39,1 + 195,1 + 4 \cdot 35,5} = 18,8\%$. Tātad:

D = K₂[PtCl₆] (1 punkts) **E = K₂[PtCl₄]** (1 punkts)

Kompleksais anjons mums jau ir, un komplekso katjonu veidot var arī tikai Pt, turklāt Pt +2 koordinācijas skaitlis ir 4, tālab:

A = [Pt(NH₃)₄][PtCl₄] (1 punkts)

Pievienojot pie A NH₃ pārākumā, viss Pt pārvēršas kompleksajā katjonā, kā anjons paliek Cl (no izjukušā anjona):

F = [Pt(NH₃)₄]Cl₂ (1 punkts)

Varam aprēķināt, ka otra Pt hlorīda formulā a būs:

$$w_{Pt} = \frac{A_{Pt}}{A_{Pt} + 35,5 a} \quad w_{Pt} A_{Pt} + w_{Pt} 35,5 a = A_{Pt} \quad a = \frac{A_{Pt}(1 - w_{Pt})}{35,5 w_{Pt}} = 2$$

G = PtCl₂ (1 punkts)

Sekojošai informācijai par ķīmisko pārvērtību stehiometriju, nosakām, ka:

H = K₂[PtI₄] (0,5 punkti) **I = [Pt(NH₃)₂I₂]** (0,5 punkti)

J = [Pt(NH₃)₂(H₂O)₂](NO₃)₂ (1 punkts)

Tātad **B = [Pt(NH₃)₂Cl₂]**, kura empīriskā formula patiesi ir identiska [Pt(NH₃)₄][PtCl₄].
(1 punkts)

2. Uzrakstīt visu aprakstīto pārvērtību ķīmisko reakciju vienādojumus!

Pt + 2Cl₂ → PtCl₄ (0,5 punkti)

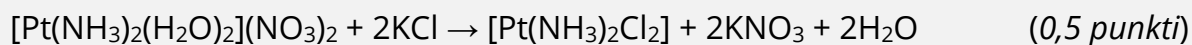
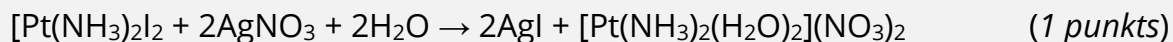
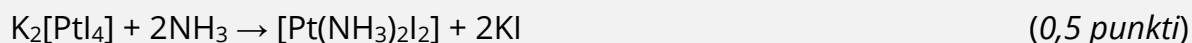
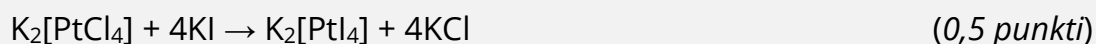
PtCl₄ + 2KCl → K₂[PtCl₆] (0,5 punkti)

K₂[PtCl₆] + SO₂ + 2H₂O → K₂[PtCl₄] + H₂SO₄ + 2HCl (1 punkts)

2K₂[PtCl₄] + 4NH₃ → [Pt(NH₃)₄][PtCl₄] + 4KCl (1 punkts)

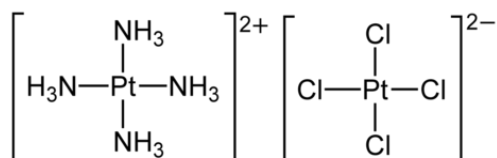
[Pt(NH₃)₄][PtCl₄] + 4NH₃ → 2[Pt(NH₃)₄]Cl₂ (1 punkts)

PtCl₂ + 4NH₃ → [Pt(NH₃)₄]Cl₂ (0,5 punkti)



3. Uzskatāmi attēlojiet ģeometriju kompleksajiem joniem, kas ietilpst savienojumos **E** un **F** (un līdz ar to arī **A**).

Abi joni būs planāri:

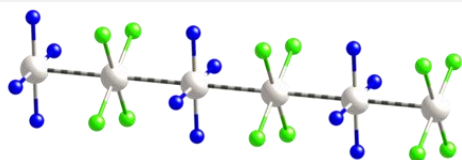


82. att.

1 punkts

4. Balstoties uz pieejamo informāciju, pēc iespējas precīzāk, attēlojiet **A** uzbūvi.

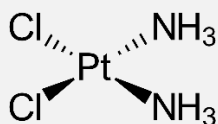
Tā kā abi joni ir planāri, un Pt atomi saistās ķēdē, tās uzbūve būs šāda:



83. att.

2 punkti

5. Uzskatāmi attēlojiet ģeometriju kompleksajam savienojumam **B**.



84. att.

Arī šis jons būs planārs, un tas būs *cis* izomērs (saskaņā ar doto) 0,5 punkti

Papildu informācija par uzdevumu:

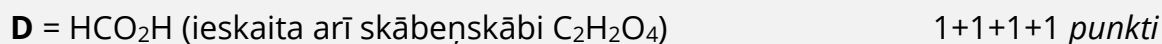
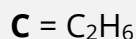
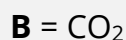
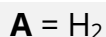
Zināšanas, kas tiek sagaidītas no skolēna:

- Izpratne par ligandiem kompleksajos savienojumos, komplekso savienojumu uzbūvi, ģeometriju un izomēriju.

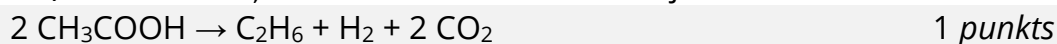
12. KLASE

1. uzdevums. **Kolbe kolbā** (16 punkti)

1) Nosaki savienojumus **A-D**.



2) Uzraksti etiķskābes elektrolīzes vienādojumu.

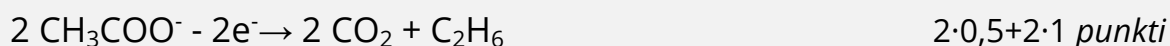


3) Zināms, ka etiķskābes elektrolīzē uz viena elektroda veidojas **A** un uz otra **B** un **C**. Nosaki, uz kura elektroda notiks kura pusreakcija un uzraksti abas pusreakcijas.

Uz katoda – reducēšanās



Uz anoda – oksidēšanās



4) Pieņemt, ka gāzu maisījums sastāv no ideālām gāzēm, un noteikt minimālo temperatūru T₁ kelvinos, pie kura gāzu maisījuma spiediens kļūs lielāks par atmosfēras spiedienu. Zināms, ka 1 atm=1,013·10⁵ Pa un R=8,3145 J/(mol·K)

$$n(\text{CH}_3\text{COOH})=0.150 \text{ L} \cdot 4.505 \text{ M}=0.676 \text{ mol}$$

$$n(\text{gāzes})=n(\text{C}_2\text{H}_6)+n(\text{H}_2)+n(\text{CO}_2)=0.5 \cdot n(\text{CH}_3\text{COOH})+0.5 \cdot n(\text{CH}_3\text{COOH})+n(\text{CH}_3\text{COOH})=2 \cdot n(\text{CH}_3\text{COOH})=0.676 \text{ mol} \cdot 2=1.35 \text{ mol}$$

$$T = \frac{p \cdot V}{n \cdot R} = \frac{1.013 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 0.0375 \text{ m}^3}{1.35 \text{ mol} \cdot 8.3145 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})} = 338 \text{ K}$$

1+1 punkti

5) Kādi pieņēmumi tiek veikti, aprakstot ideālu gāzi, taču vairs netiek pieņemti aprakstot reālu gāzi (kāpēc reālas gāzes vienādojumā ir spiediena un tilpuma korekcijas)?

a) Tilpuma korekcijas: ideālas gāzes modelī pieņem, ka molekulas neaizņem telpu

b) Spiediena korekcijas: ideālas gāzes modelī pieņem, ka sadursmes starp molekulām ir elastīgas un starp molekulām neeksistē mijiedarbības spēki (pievilkšanās un atgrūšanās) 1+1 punkti

6) Aprēķini, izmantojot tabulas datus, kāds būs reālu gāzu maisījuma spiediens, ja temperatūra konteinerā ir 400 K.

Izmanto R=0,083145 (L·bar)/(mol·K)

	a, bar·L ² /mol ²	b, L/mol
gāze A	0,2453	0,02651
gāze B	3,658	0,04286
gāze C	5,570	0,06499

Piezīme: Šajā apakšpunktā pieņem, ka vienādas gāzes molekulas uzvedas kā reālas gāzes, taču, attiecībā pret citām gāzēm, kā ideālas gāzes.

Kopējais sistēmas spiediens ir vienāds ar visu gāzu veidoto parciālspliedienu summu.

$$p(\text{kopējais})=p(\text{CO}_2)+p(\text{H}_2)+p(\text{C}_2\text{H}_6)$$

Šeit (atšķirībā no ideālas gāzes modeļa) parciālspliedienu vairs nav proporcionāli gāzu molskaitļiem. Vispirms aprēķina katras gāzes vielas daudzumu.

$$n(\text{CO}_2)=n(\text{CH}_3\text{COOH})=0.150 \text{ L} \cdot 4.505 \text{ M}=\mathbf{0.676 \text{ mol}}$$

$$n(\text{H}_2)=n(\text{CH}_3\text{COOH})/2=\mathbf{0.338 \text{ mol}}$$

$$n(\text{C}_2\text{H}_6)=n(\text{CH}_3\text{COOH})/2=\mathbf{0.338 \text{ mol}}$$

No van der Vālsa vienādojuma izsaka spiedienu

$$p = \frac{n \cdot R \cdot T}{(V - n \cdot b)} - \frac{a \cdot n^2}{V^2}$$

Aprēķina katras gāzes radīto parciālspliedienu. Jāievēro, ka tā kā konstantēs a un b tilpuma parametrs ir L nevis m^3 , tad arī parciālspliediena aprēķināšanā tilpums jāievieto L ! Tas pats ar spiedienu (parciālspliedienu iegūst bar).

$$p_{\text{CO}_2} = \frac{0.676 \text{ mol} \cdot 0.083145 \text{ L} \cdot \frac{\text{bar}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 400\text{K}}{\left(37.5 \text{ L} - 0.676 \text{ mol} \cdot 0.04286 \frac{\text{L}}{\text{mol}}\right)} - \frac{3.658 \text{ bar} \cdot \frac{\text{L}^2}{\text{mol}^2} \cdot (0.676 \text{ mol})^2}{(37.5 \text{ L})^2}$$
$$= 0.599 \text{ bar}$$

$$P(\text{H}_2)=\mathbf{0.300 \text{ bar}}$$

$$P(\text{C}_2\text{H}_6)=\mathbf{0.299 \text{ bar}}$$

$$p(\text{kopējais})=p(\text{CO}_2)+p(\text{H}_2)+p(\text{C}_2\text{H}_6)=\mathbf{1.198 \text{ bar}}$$

3·0.5+0.5 (par formulu) +3·0.5+0.5 punkti

Papildu informācija par uzdevumu:

Zināšanas, kas tiek sagaidītas no skolēna:

- Izpratne par gāzu īpašībām, ideālas gāzes vienādojuma "trūkumiem", parciālspliedieniem un

2. uzdevums. Dārgakmeņu uzbūve (27 punkti)

1. Kas ir metāls **X** un oksīds **A**?

Skābekļa masas daļa oksīdā X_2O_a (kur pie pāra oksidēšanās pakāpēm 2 pie **X** saīsināsies) ir:

$$w_o = \frac{16a}{2 \cdot A_x + 16a}$$

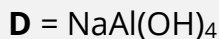
$$w_o 2 \cdot A_x + w_o 16a = 16a$$

Varam izteikt no vienādojuma A_x (pirms tam to izdalot ar 2):

$$A_x = \frac{8a(1 - w_o)}{w_o} = \frac{8 \cdot a(1 - 0,4708)}{0,4708}$$

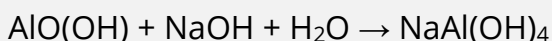
Vienīgais uzdevuma nosacījumiem atbilstošais elements ir Al ($A = 26,98 \text{ g/mol}$) (dažos citos gadījumos atrodam vai nu nemetāls vai metālus, kam nevar būt attiecīgā oksidēšanās pakāpe). Tātad **X = Al** un oksīds ir **Al₂O₃**. 2 punkti

2. Kas ir savienojumi **B – D**?



3 punkti

3. Uzrakstīt aprakstīto ķīmisko reakciju vienādojumus!



2 punkti

4. Kurā stadijā tiek atdalīti dzelzs savienojumi, bet kurā – silikāti?

Dzelzs nav amfotērs, un līdz ar to nešķīdīs nātrija hidroksīdā.

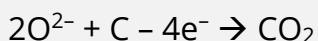
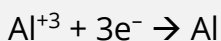
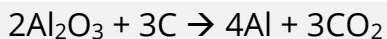
Silikāti neizgulsnēsies, kad šķīdums tiks atdzesēts.

2 punkti

5. Kas ir savienojumi **E – G**?

Al₂O₃ reakcijā ar nātrija hidroksīdu un HF alumīnijs veidos anjonu, turklāt HF klātienē šis anjons saturēs fluoru. Katjons savukārt būs kālijs, un tā kā anjonam ir oktaedriskā forma, **E = Na₃AlF₃** **F = CO**; **G = CO₂** 2+2·0,5 punkti

6. Uzrakstīt ķīmiskās reakciju vienādojumu, ja tiek iegūta **G**, norādot, kāda pusreakcija notiek pie katoda, un kāda pie anoda!



1+2·0,5 punkti

7. Aprēķināt kāda ir molārā **X** un hroma attiecība (**X** : Cr) šajā dārgakmenī!

Savienojums ir veidots no Al₂O₃ un Cr₂O₃. Cr₂O₃ molmasa ir 152,0 g/mol, un Cr masas daļa tajā ir 68,42%. Ja Cr masas daļa ir 1,025%, tad Cr₂O₃ masas daļa ir $w(\text{Cr}_2\text{O}_3) = \frac{w(\text{Cr})}{w(\text{Cr}/\text{Cr}_2\text{O}_3)} = \frac{1,025}{0,6842} = 1,50\%$.

Līdz ar to Al₂O₃ masas daļa ir 98,50%. Tā kā Al masas daļa Al₂O₃ ir 52,92%, tad Al masas daļa ir $w(\text{Al}) = w(\text{Al}_2\text{O}_3)w(\text{Cr}/\text{Al}_2\text{O}_3) = 98,50 \cdot 0,5292 = 52,13\%$.

Izdalot abu metālu masas daļu ar molmasu nonāksim līdz to daudzuma attiecībai:

$$n(\text{Al}) : n(\text{Cr}) = \frac{w(\text{Al})}{A(\text{Al})} : \frac{w(\text{Cr})}{A(\text{Cr})} = \frac{52,13}{26,98} : \frac{1,025}{52,00} = 1,932 : 0,0197 = \mathbf{98 : 1}$$

3 punkti

8. Cik **A** struktūras elementāršūnas ir jāapskata, lai šajā kopā vidēji atrastu 1 hroma atomu, ja zināms, ka elementāršūnā ietilpst sešas oksīda formulvienības?

Tā kā uz katriem 98 Al atomiem būs 1 Cr atoms, kopumā uz 99 atomiem būs 1 Cr atoms. Ja elementāršūnā ir 6 Me₂O₃ formulvienības, tas nozīmē ka tajā būs 12 atomi.

Tā kā $\frac{99}{12} = 8,25$, tad 99 metāla atomi būs **8,25** elementāršūnās, un līdz ar to jāņem **9 elementāršūnas**, lai tajās vidēji atrastu 1 hroma atomu (jo elementāršūnās būs tikai 96 atomi). 2 punkti

9. Kas ir oksīds **H**?

Skābekļa masas daļa oksīdā Y_2O_a (kur pie pāra oksidēšanās pakāpēm 2 pie **X** saīsināsies) ir:

$$w_O = \frac{16a}{2 \cdot A_Y + 16a}$$
$$w_O 2 \cdot A_Y + w_O 16a = 16a$$

Varam izteikt no vienādojuma A_Y (pirms tam to izdalot ar 2):

$$A_Y = \frac{8a(1 - w_O)}{w_O} = \frac{8 \cdot a(1 - 0,401)}{0,401}$$

Uzdevuma nosacījumiem atbilst gan Mg ($A = 23,9$ g/mol), gan Ti ($A = 47,8$ g/mol) (dažos citos gadījumos atrodam vai nu nemetāls vai metālus, kam nevar būt attiecīgā oksidēšanās pakāpe). Aprēķinātās molmasas sakritība labāka ir Ti, turklāt saskaitot atomus (skatīt nākamo atbildi), nonākam pie tā, ka attiecība $Y : O = 1:2$, līdz ar ko metāls = **Ti** un oksīds ir **TiO₂**. 2 punkti

10. Aprēķiniet metāla un O atomu skaitu, kas atrodas dotajā elementāršūnā! Nemiet vērā, ka ja atoms atrodas uz šūnas malas, pie tās pieder tikai daļa no atoma, un šo daļu nosaka tas, cik kopumā šūnām pieder šis atoms.

Tā kā 8 metāla atomi atrodas uz virsotnēm (un šūnai pieder 1/8 no katra) un viens atrodas šūnas vidū, ir $8 \cdot \frac{1}{8} + 1 = 2$ metāla atomi.

Tā kā 4 O atomi atrodas uz skaldnes (un šūnai pieder 1/2 no katra) un divi atrodas šūnas iekšienē, ir $4 \cdot \frac{1}{2} + 2 = 4$ O atomi. 2 punkti

11. Cik oksīda formulvienību ietilpst elementāršūnā?

Šūnā atrodas Ti_2O_4 , tātad 2 oksīda TiO_2 formulvienības. 1 punkts

12. Aprēķiniet **H** blīvumu (g/cm^3)!

Tā kā elementāršūna ir kuba paralēlskaldnis, tās tilpums ir:

$$V = a^2c = (4,594 \cdot 10^{-10}m)^2(2,959 \cdot 10^{-10}m) = 6,24 \cdot 10^{-29}m^3 = 6,24 \cdot 10^{-23}cm^3$$

Elementāršūnas blīvums ir vienāds ar:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{n \cdot M}{V} = \frac{N \cdot M}{V \cdot N_A} = \frac{2 \cdot 79,87}{6,24 \cdot 10^{-23} \cdot 6,022 \cdot 10^{23}} = 4,25 g/cm^3$$

3 punkti

Papildu informācija par uzdevumu:

Zināšanas, kas tiek sagaidītas no skolēna:

- Izpratne par elementāršūnas jēdzienu un tās saistību ar kristāliskām vielām. Kristālisku vielu īpašības un atšķirības no amorfām vielām.

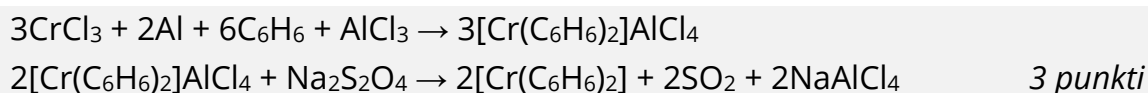
3. uzdevums. **Apetīti rosinošais uzdevums** (15 punkti)

1. Kāda ir hroma oksidēšanās pakāpe šai kompleksā, kad a) tas ir jons ar lādiņu +1, un b) kad tas ir neitrāls savienojums.

Benzols ir neitrāla molekula, un to jonizēt ir ļoti grūti (lai neteiktu neiespējami), tādēļ Cr lādiņš vienāds ar kopējo kompleksā jona lādiņu

- a) Cr^+ b) Cr^0 *1 punkts*

2. Uzrakstiet aprakstīto ķīmisko reakciju vienādojumus.

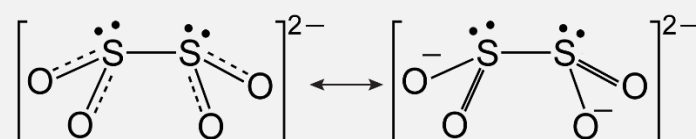


3. Izmantojot uzzīmēto sendviča kompleksa struktūru, paskaidrojiet, kāda ķīmiskā saite saista hromu ar benzolu?

Ņemot vērā attēlojumu, hroms saistās ar benzola gredzena konjugētās sistēmas π elektroniem, visticamāk pēc donora-akceptora mehānisma. *1 punkts*

4. Zinot, ka abi sēra atomi $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ ir identiski, nosakiet sēra oksidēšanās pakāpi un uzzīmējiet anjona $\text{S}_2\text{O}_4^{2-}$ Luisa struktūrformulu.

Ja abi S atomi ir identiski, abi tie būs ekvivalenti "centrālie" atomi, un 4 O atbildīs pa 2, kas saistīti ar S ar 1 saiti, un pa 2, kas saistīti ar dubultsaiti. Tātad oksidēšanās pakāpe būs **+3**, un struktūra:



85. att.

2 punkti

5. Uzrakstīt gāzes **Y** un kompleksā savienojuma **X** formulu!

Aprēķinam Y molmasu: $M(Y) = d \cdot M(\text{H}_2) = 14 \cdot 2 = 28$

Šai molmasai atbilst N_2 , CO un C_2H_4 , no kuriem tikai **CO** varētu klasificēt kā indīgu.

1 punkts

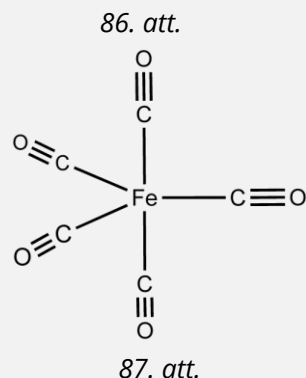
6. Kāda ir dzelzs oksidēšanās pakāpe ferrocēnā, un kāda kompleksā **X**?

Ferrocēnā ligandi ir monoanjoni, tādēļ Fe lādiņš ir **+2**, kamēr **X** ligandi ir neitrālas molekulas, un Fe lādiņš ir **0**. *1 punkts*

7. Uzzīmējiet kompleksa **X** struktūru, uzskatāmi attēlojot a) tā ģeometrisko formu un b) liganda saistību ar dzelzi.

Tā kā tas ir Fe komplekss ar 5 ekvivalentiem ligandiem, tā uzbūve būs trigonāla bipiramīda.

Co Luisa struktūra ir dota zemāk, bet par spīti atomu elektronegativitātēm tieši nedalītais elektronu pāris pie CO ir tas, kas veido saiti ar Fe kompleksā **X**.



2 punkti

8. Uzskatāmi attēlojiet kāds telpiski izskatīsies ciklopentadienil gredzens C_5H_5^- un kāds - ciklopentadiēns C_5H_6 , skaidri parādot arī ūdeņražu novietojumu! Vai kāds no šiem savienojumiem a) veido konjugētu elektronu sistēmu, un b) ir aromātisks.

Ciklopentadienil gredzenā C_5H_5^- visi H atomi un C atomi atradīsies planāri 1 plaknē, un tā kā uz C atoma, kas neveido dubultsaites ir nedalītais elektronu pāris, tad veidosies konjugēta π elektronu sistēma.

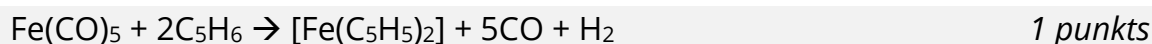
Ciklopentadiēnā visi C atomi būs vienā plaknē, bet CH_2 H atomi pie būs novietot uz leju un augšu no šīs plaknes. Šai molekulā nebūs konjugētas elektronu sistēmas.



88. att.

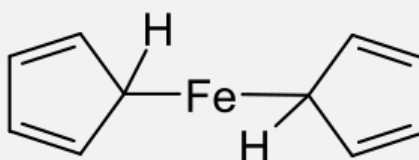
Tā kā ciklopentadienilanjonā ir 6 π elektroni, tas būs aromātisks. 2 punkti

9. Uzrakstīt ferrocēna iegūšanas ķīmiskās reakcijas vienādojumu.



10. Uzzīmējiet šo nepareizo struktūru!

Nepareizā struktūra atbildīs ķīmiskās saites veidošanai starp Fe un C atomu ar nedalīto elektronu pāri.



89. att.

1 punkts

Papildu informācija par uzdevumu:

Zināšanas, kas tiek sagaidītas no skolēna:

- Izpratne par kompleksajiem savienojumiem, ligandiem, aromātiskiem savienojumiem, kā arī savienojumu uzbūvi un to ģeometriju.

4. uzdevums. **Magnusa zaļais sāls** (22 punkti)

1. Uzrakstīt metāla **X** un **A – J** ķīmiskās formulas.

X masas daļa hlorīdā XCl_a ir:

$$w_X = \frac{A_X}{A_X + 35,5 a}$$

$$w_X A_X + w_x 35,5 a = A_X$$

Varam izteikt no vienādojuma A_X :

$$A_X = \frac{35,5 a w_x}{(1 - w_x)} = \frac{35,5 \cdot a \cdot 0,5791}{0,4209}$$

Vienīgais uzdevuma nosacījumiem atbilstošais elements (kas nav radioaktīvs) ir **Pt** ($A_X=195,3$ g/mol)

Tātad:

X = Pt (2 punkti) **C = PtCl₄** (1 punkts)

PtCl₄ reakcijā ar KCl (atkarībā no Pt koordinācijas) var iegūt K₂[PtCl₆]. Varam pārliicināties, ka tajā katjona masas daļa ir $w_K = \frac{2 \cdot 39,1}{2 \cdot 39,1 + 195,1 + 6 \cdot 35,5} = 16,1\%$

Reducējot šo savienojumu, samazināsies Pt oksidēšanās pakāpe (uz +2), un iegūsim K₂[PtCl₄]. Varam pārliicināties, ka tajā $w_K = \frac{2 \cdot 39,1}{2 \cdot 39,1 + 195,1 + 4 \cdot 35,5} = 18,8\%$. Tātad:

D = K₂[PtCl₆] (1 punkts) **E = K₂[PtCl₄]** (1 punkts)

Kompleksais anjons mums jau ir, un komplekso katjonu veidot var arī tikai Pt, turklāt Pt +2 koordinācijas skaitlis ir 4, tālab:

A = [Pt(NH₃)₄][PtCl₄] (1 punkts)

Pievienojot pie A NH₃ pārākumā, viss Pt pārvēršas kompleksajā katjonā, kā anjons paliek Cl (no izjukušā anjona):

F = [Pt(NH₃)₄]Cl₂ (1 punkts)

Varam aprēķināt, ka otra Pt hlorīda formulā a būs:

$$w_{Pt} = \frac{A_{Pt}}{A_{Pt} + 35,5 a} \quad w_{Pt} A_{Pt} + w_{Pt} 35,5 a = A_{Pt} \quad a = \frac{A_{Pt}(1 - w_{Pt})}{35,5 w_{Pt}} = 2$$

G = PtCl₂ (1 punkts)

Sekojošai informācijai par ķīmisko pārvērtību stehiometriju, nosakām, ka:

H = K₂[PtI₄] (0,5 punkti) **I = [Pt(NH₃)₂I₂]** (0,5 punkti)

J = [Pt(NH₃)₂(H₂O)₂](NO₃)₂ (1 punkts)

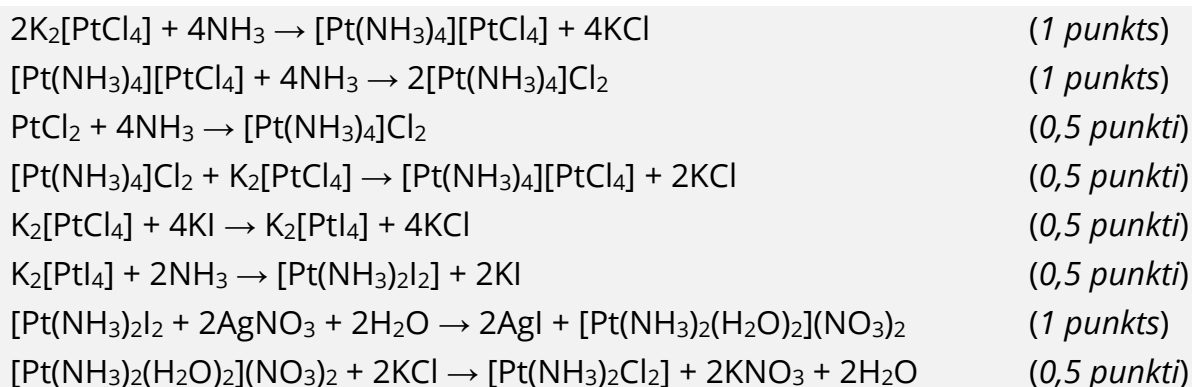
Tātad **B = [Pt(NH₃)₂Cl₂]**, kura empīriskā formula patiesi ir identiska [Pt(NH₃)₄][PtCl₄]. (1 punkts)

2. Uzrakstīt visu aprakstīto pārvērtību ķīmisko reakciju vienādojumus!

Pt + 2Cl₂ → PtCl₄ (0,5 punkti)

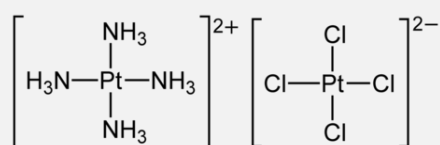
PtCl₄ + 2KCl → K₂[PtCl₆] (0,5 punkti)

K₂[PtCl₆] + SO₂ + 2H₂O → K₂[PtCl₄] + H₂SO₄ + 2HCl (1 punkts)



3. Uzskatāmi attēlojiet ģeometriju kompleksajiem joniem, kas ietilpst savienojumos **E** un **F** (un līdz ar to arī **A**).

Abi joni būs planāri:

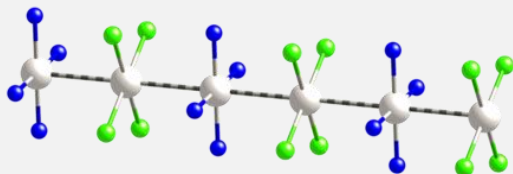


90. att.

1 punkts

4. Balstoties uz pieejamo informāciju, pēc iespējas precīzāk, attēlojiet **A** uzbūvi.

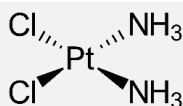
Tā kā abi joni ir planāri, un Pt atomi saistās ķēdē, tās uzbūve būs šāda:



91. att.

2 punkti

5. Uzskatāmi attēlojiet ģeometriju kompleksajam savienojumam **B**.



92. att.

Arī šis jons būs planārs, un tas būs *cis* izomērs (saskaņā ar doto) 0,5 punkti

Papildu informācija par uzdevumu:

Zināšanas, kas tiek sagaidītas no skolēna:

- Izpratne par kompleksu uzbūvi, ķīmiskajām īpašībām, izomēriju.

5. uzdevums. Potenciālu medības (14 punkti)

1. Kāds būs šāda elektroda potenciāls 25 °C, ja 1,00 g dzelzs (II) hlorīda un 2,00 g dzelzs (III) hlorīda heksahidrāta izšķīdina ūdenī, iegūstot 100,0 ml šķīduma?

Aprēķinām dzelzs (II) un dzelzs (III) koncentrāciju iegūtajā šķīdumā:

$$n(\text{Fe}^{2+}) = n(\text{FeCl}_2) = \frac{m}{M} = \frac{1,00}{126,75} = 0,00789 \text{ M} \quad (0,5 \text{ punkti})$$

$$n(\text{Fe}^{3+}) = n(\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = \frac{m}{M} = \frac{2,00}{270,32} = 0,00740 \text{ M} \quad (0,5 \text{ punkti})$$

Pusreakcija ir $\text{Fe}^{3+} + \text{e}^- \rightarrow \text{Fe}^{2+}$

Tagad varam aprēķināt elektroda potenciālu, zinot ka $z = 1$:

$$E(\text{Fe}) = E^o - \frac{RT}{zF} \ln \frac{c_{\text{red}}}{c_{\text{ox}}} = 0,771 - \frac{8,314 \cdot 298,15}{1 \cdot 96486} \ln \frac{0,00789}{0,00740} = 0,769 \text{ V} \quad (1 \text{ punkts})$$

2. Par cik izmainās elektroda potenciāls 25 °C, ja a) dzelzs (II) koncentrāciju samazina 10 reizes un b) dzelzs (III) koncentrāciju samazina 10 reizes?

a) Ja dzelzs (II) koncentrāciju samazina 10 reizes, $E = 0,829 \text{ V}$ un $\Delta E = 0,0592 \text{ V}$

b) Ja dzelzs (III) koncentrāciju samazina 10 reizes, $E = 0,710 \text{ V}$ un $\Delta E = 0,0592 \text{ V}$
(1 punkts)

3. Kāds ir šāda elektroda potenciāls 25 °C, ja sudraba (I) koncentrācija ir 0,0200 mol·L⁻¹? Piezīme: tīru vielu aktivitāte ir 1.

Pusreakcija ir $\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}$

$$E(\text{Ag}) = E^o - \frac{RT}{zF} \ln \frac{c_{\text{red}}}{c_{\text{ox}}} = 0,800 - \frac{8,314 \cdot 298,15}{1 \cdot 96486} \ln \frac{1}{0,0200} = 0,699 \text{ V} \quad (2 \text{ punkti})$$

4. Kāds ir elektroķīmiskās šūnas potenciāls 25 °C, ja to veido no abiem aplūkotajiem elektrodiem? Piezīme: pozitīvais elektrods ir elektrods ar lielāko potenciālu.

$$EDS = E_{\text{kat} (+)} - E_{\text{anod} (-)} = 0,769 - 0,699 = 0,070 \text{ V} \quad (1 \text{ punkts})$$

5. Kāds ir sudraba elektroda potenciāls 25 °C, kad sudraba (I) koncentrācija sasniedz maksimālo iespējamo vērtību, ja to pagatavo no sudraba (I) nitrāta, ja tā šķīdība 25 C ir 256 g/100 g ūdens, un iegūtā piesātinātā šķīduma blīvums ir 2,05 g·mL⁻¹. Ignorējiet to, ka šādos apstākļos Nernsta vienādojumā vairs nav korekti lietot koncentrāciju!

Aprēķināsim sudraba (I) jonu koncentrāciju šajā šķīdumā:

Ja šķīdumu iegūst šķīdinot 256 g AgNO₃ 100 g ūdens, šķīduma masa ir 356 g, un tilpums $V = \frac{m}{\rho} = \frac{356}{2,05} = 173,7 \text{ mL}$

Izšķīdušā sudraba (I) nitrāta daudzums būs vienāds ar sudraba jonu daudzumu:

$$n(\text{Ag}^+) = n(\text{AgNO}_3) = \frac{m}{M} = \frac{256}{169,9} = 1,507 \text{ mol}$$

Un koncentrācija būs:

$$C(\text{Ag}^+) = \frac{n(\text{Ag}^+)}{V} = \frac{1,507}{0,1737} = 8,68 \text{ M}$$

$$E(\text{Ag}) = E^o - \frac{RT}{zF} \ln \frac{c_{\text{red}}}{c_{\text{ox}}} = 0,800 - \frac{8,314 \cdot 298,15}{1 \cdot 96486} \ln \frac{1}{8,68} = 0,856 \text{ V}$$

(3 punkti)

6. Aprēķiniet sudraba (I) jonu koncentrāciju (mol L^{-1}) piesātinātā NaCl šķīdumā, ja pieņem, ka nenotiek blakusreakcijas, un šādos apstākļos Cl^- jonu koncentrācija ir vienāda ar NaCl koncentrāciju! Zināms, ka 25°C NaCl šķīdība $100\text{ g H}_2\text{O}$ ir $36,0\text{ g}$, un pies. NaCl šķīduma blīvums ir $1,20\text{ g ml}^{-1}$.

Izšķīdinot $100\text{ g H}_2\text{O}$ $36,0\text{ g NaCl}$, iegūstam $136,0\text{ g}$ šķīduma, kurā NaCl daudzums ir:

$$n_{\text{NaCl}} = \frac{m}{M} = \frac{36,0}{58,44} = 0,616\text{ mol}$$

Šī šķīduma tilpums ir $V = \frac{m}{\rho} = \frac{136,0}{1,20} = 113\text{ mL} = 0,113\text{ L}$, un līdz ar to koncentrācija ir:

$$C_{\text{NaCl}} = \frac{n}{V} = \frac{0,616}{0,113} = 5,45\text{ M}$$

Tā kā šādos apstākļos hlorīdu koncentrāciju nosaka NaCl koncentrācija, un sudraba jonu koncentrācija būs:

$$[\text{Ag}^+] = \frac{K_{sp}}{[\text{Cl}^-]} = \frac{1,77 \cdot 10^{-10}}{5,45} = 3,25 \cdot 10^{-11}\text{ M} \quad (3\text{ punkti})$$

7. Aprēķiniet sudraba elektroda potenciālu 25°C , ja tā pagatavošanā izmanto sudraba hlorīdu un piesātinātu nātrija hlorīda šķīdumu!

$$E(\text{Ag}) = E^0 - \frac{RT}{zF} \ln \frac{c_{red}}{c_{ox}} = 0,800 - \frac{8,314 \cdot 298,15}{1 \cdot 96486} \ln \frac{1}{3,25 \cdot 10^{-11}} = 0,180\text{ V} \quad (1\text{ punkts})$$

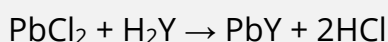
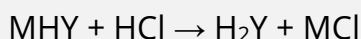
8. Kāds ir elektroķīmiskās šūnas potenciāls 25°C , ja to veido no iepriekš aprakstītā Pt| $\text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}$ elektroda un iepriekšējos punktos aprakstītā Ag|AgCl|NaCl elektroda?

$$EDS = E_{kat(+)} - E_{anod(-)} = 0,769 - 0,180 = 0,589\text{ V} \quad (1\text{ punkts})$$

6. uzdevums. Vīna kristāli (19 punkti)

1. Aprēķināt, kurš sārmu metāls veido **A**!

Sāk ar $1,00\text{ g A}$. Atbilstošo divvērtīgo skābi apzīmēsim kā H_2Y , bet tās sārmu metāla sāli kā MHY . Ar to veic šādas pārvērtības:



Tātad rodas $1,888\text{ g}$ svina sāls PbY , savukārt pēc ietvaicēšanas iegūst $0,396\text{ g}$ sāls MCl .

Tā kā abas reakcijas notiek stehiometriskā attiecībā 1:1, tad varam sastādīt šādu vienādību:

$$\frac{m(\text{MHY})}{M(\text{MHY})} = \frac{m(\text{PbY})}{M(\text{PbY})} = \frac{m(\text{MCl})}{M(\text{MCl})}$$

Elementu vai jonu atommasas apzīmējot ar to ķīmiskajiem simboliem vai ieviestajiem apzīmējumiem varam uzrakstīt:

$$\frac{1,000}{M + H + Y} = \frac{1,888}{Pb + Y} = \frac{0,396}{M + Cl}$$

$$\frac{1,000}{M + 1,01 + Y} = \frac{1,888}{207,2 + Y} = \frac{0,396}{M + 35,45}$$

No šī varam izveidot 2 vienādojumus. Pirmais būtu

$$\frac{1,000}{M + 1,01 + Y} = \frac{1,888}{207,2 + Y}$$

Tā kā, ja $\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$ ir ekvivalents: $\frac{b}{a} = \frac{d}{c}$, varam uzrakstīt, ka:

$$M + 1,01 + Y = \frac{207,2}{1,888} + \frac{Y}{1,888}$$

$$M - \frac{Y}{1,888} + Y = 109,75 - 1,01$$

$$M + 0,470 Y = 108,74$$

Otrais vienādojums analogi būs:

$$\frac{1,000}{M + 1,01 + Y} = \frac{0,396}{M + 35,45}$$

$$M + 1,01 + Y = \frac{M}{0,396} + \frac{35,45}{0,396}$$

$$M + Y - \frac{M}{0,396} = +89,52 - 1,01$$

$$Y - 1,525 M = +88,51$$

$$Y = 88,51 + 1,525 M$$

Ievietojam Y no 2. vienādojuma pirmajā:

$$M + 0,470 (88,51 + 1,525 M) = 108,74$$

$$M + 41,60 + 0,717 M = 108,74$$

$$M = \frac{108,74 - 41,60}{1,717} = 39,1 \text{ g/mol}$$

Tātad $M = \mathbf{K}$.

(6 punkti)

2. Aprēķināt **A** anjona molmasu!

$$\text{Tā kā } Y = 88,51 + 1,525 M = 88,51 + 1,525 \cdot 39,1 = 148,14 \text{ g/mol} \quad (3 \text{ punkti})$$

3. Kāda ir **A** anjona molekulformula, ja tas satur tikai oglekli, skābekli un ūdeņradi?

Tā kā A ir dikarbonskābe, anjonā būs 2 COO^- grupas, līdz ar ko atlikušās daļas molmasa būs $148,14 - 2 \cdot (12,01 + 32,00) = 60,12 \text{ g/mol}$

Ja aplūko gadījumu, kad anjona vidus, kas savieno COO^- grupas, satur 4 C atomus, pāri paliek $60,12 - 48,04 = 12,08 \text{ g/mol}$, kas ir par daudz H atomiem, bet par maz O atomam.

Ja aplūko gadījumu, kad anjona vidus satur 3 C atomus, pāri paliek $60,12 - 36,03 = 24,09 \text{ g/mol}$, un ja noņem 1 O atomu, paliek $8,09 \text{ g/mol}$, kas ir par daudz H atomiem.

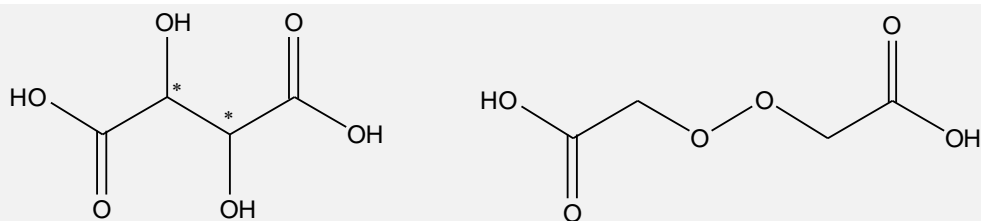
Ja aplūko gadījumu, kad anjona vidus satur 2 C atomus, pāri paliek $60,12 - 24,02 = 36,1 \text{ g/mol}$, un ja noņem 2 O atomu, paliek $4,1 \text{ g/mol}$, kas kļūdas robežās atbilst 4 H atomiem.

Tātad anjona vidus būs $\text{C}_2\text{O}_2\text{H}_4$, un anjona A molekulformula būs $\mathbf{C_4O_6H_4^{2-}}$.

(3 punkti)

4. Uzrakstīt **A** formulu!

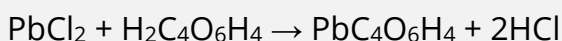
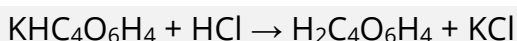
Varam nonākt pie divām iespējamām simetriskām struktūrām: dihidroksibutāndiskābes (93. att. pa kreisi) un peroksidiētiskābes (93. att. pa labi)



93. att.

Tomēr tā kā peroksidietiķskābei nebūs stereoizomēru (turklāt tā ir nestabila un līdz ar to vīnā ilgstoši nevarētu pastāvēt), korektā molekula ir **dihidroksibutāndiķskābe** jeb triviāli vīnskābe. (2 punkti)

5. Uzrakstīt aprakstīto ķīmisko reakciju vienādojumus!



(2 punkti)

6. Cik hirālos atomus satur **A** monoanjons? Norādīt! Cik dažādi optiskie izomēri ir iespējami **A** monoanjonam, un cik tam atbilstošajai skābei?

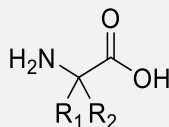
Gan monoanjons, gan pati skābe satur pa 2 hirālajiem C atomiem (skatīt attēlā ar *).

Tomēr: monoanjonam būs $2^2 = 4$ optiskie izomēri (RR, SS, RS un SR), kamēr skābei būs par 1 mazāk (jo tā ir simetriska un līdz ar to RS un SR izomēri būs identiski) un tie būs 3: SS-vīnskābe, RR-vīnskābe un SR-mezovīnskābe. (3 punkti)

7. uzdevums. **Veltījums simtgadē** (17 punkti)

1) Nosaki aminoskābes **L** molekulformulu un uzzīmē struktūru.

Tā kā L ir aminoskābe, var uzrakstīt vispārīgā formā.



94. att.

$$M(\text{R}_1) + M(\text{R}_2) = 100 - M(\text{NH}_2\text{C}) - M(\text{COOH}) = 27 \text{ g/mol}$$

(1 punkts)

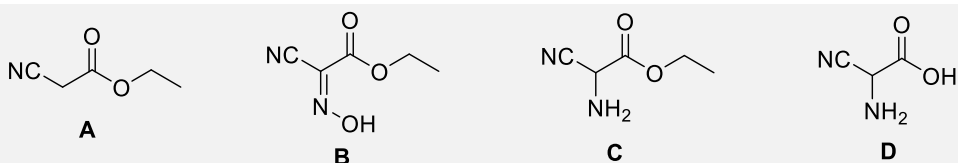
Vienīgais derīgais variants R_1 un $\text{R}_2 = \text{H}$ un CN .

(1 punkts)

Molekulformula – **$\text{C}_3\text{H}_4\text{N}_2\text{O}_2$**

(1 punkts)

2) Nosaki struktūras **A-C**.



95. att.

(1+2+1+2 punkti)

3) Aprēķini kopējo sintēzes iznākumu%.

$$\text{Iznākums} = 0.75 \cdot 0.85 \cdot 0.95 \cdot 0.90 = \mathbf{55\%}$$

(1 punkts)

4) Piedāvā reaģentus un reakcijas apstākļus, kā no etilacetāta vienā solī iegūt izejvielu – etil bromacetātu.

Pieņemamie varianti:

- Skābe vai bāze + Br₂
- HOBr + skābe
- NBS, piridīnija tribromīds vai cits bromēšanas reaģents (2 punkti)

Ja ir tikai Br₂ (1 punkts)

5) Solī **A** → **B** sērskābe un nātrija nitrīts izveido reaģētspējīgu elektrofilu jonu **X**. Uzzīmēt jona **X** Luisa struktūru, parādot nedalītos elektronu pārus.

Der jebkura no rezonanses formām.



96. att.

(2 punkti)

6) Norādi, kuros soļos veidosies izomēri un norādi, kāda veida izomēri tie ir.

Izomēri veidosies soļos B un C. Oksīmam ir dubultsaites izomērija (cis/trans izomēri) un reducējot oksīmu veidojas hirāls centrs, līdz ar to stereoizomēri (enantiomēri).



97. att.

(2·0.5+1+1 punkti)

Papildu informācija par uzdevumu:

Zināšanas, kas tiek sagaidītas no skolēna:

- Izpratne par aminoskābēm, to uzbūvi, optisko aktivitāti un optiskajiem izomēriem.

2018./2019. MĀCĪBU GADS - LATVIJAS 60. ĶĪMIJAS OLIMPIĀDE

NOVADA OLIMPIĀDE - 2019

9. KLASE

1. uzdevums. (21 punkts)

Kāda ķīmiskā elementa atoma kodolā ir tieši 15 protoni.

Ieraksti šī ķīmiskā elementa simbolu! **P**

Elektronu skaits kāda ķīmiskā elementa atomā ir trīs reizes lielāks nekā perioda numurs, kurā šis ķīmiskais elements atrodas.

Ieraksti šī ķīmiskā elementa simbolu! **C**

Maksimālo elektronu skaitu enerģētiskajā līmenī var aprēķināt pēc formulas $N = 2n^2$, kur N - maksimālais elektronu skaits enerģētiskajā līmenī, bet n - enerģētiskā līmeņa numurs.

Ieraksti ķīmiskā elementa simbolu, kuram pirmajam atomā ir pilnīgi aizpildīts trešais enerģētiskais līmenis! **Cu**

Ķīmiskajiem elementiem to savienojumos ir iespējamas gan pozitīvas, gan negatīvas oksidēšanas pakāpes.

Ieraksti tā ķīmiskā elementa simbolu, kura augstākā pozitīvā oksidēšanas pakāpe ir tikpat liela kā elektronu skaits šī elementa atomā! **H**

Ķīmiskos elementus iedala metāliskajos elementos un nemetāliskajos elementos. *Ieraksti tā metāliskā elementa simbolu, kurš veido vienkāršu vielu (metālu) ar viszemāko kušanas temperatūru!* **Hg**

Ieraksti nemetāliskā ķīmiskā elementa simbolu, kurš veido vienkāršu vielu (nemetālu) ar viszemāko kušanas temperatūru! **He**

Telūra(VI) oksīds ir skābais oksīds. Tam atbilst ortotelūrskābe. Ortotelūrskābe ir sešvērtīga skābe un satur vienu telūra atomu, kura oksidēšanās pakāpe ir tāda pati kā telūra(VI) oksīdā.

Ieraksti ortotelūrskābes formulu! **H₆TeO₆**

Vairāki ķīmiskie elementi veido nevis vienu, bet gan vairākas vienkāršas vielas.

Atzīmē, kā sauc šo parādību!

Izomērija

Alotropija

Izotopija

Ķīmiskais elements skābeklis veido vairākas vienkāršas vielas. Vienu no tām sauc par ozonu.

Ieraksti ozona formulu! **O₃**

Ķīmiskais elements selēns veido vairākus oksīdus.

Aprēķini selēna masas daļu selēna oksīdā, kurā selēnam ir augstākā oksidēšanas pakāpe!

Oksīds - SeO_3 . $w_{\text{Se}} = (\text{MSe}) / (3 \cdot \text{MO}) = 79 \text{ g/mol} / (3 \cdot 16 \text{ g/mol}) = \mathbf{62,2\%}$

Tikai daži ķīmiskie elementi veido savienojumus, kuros to augstākā oksidēšanas pakāpe ir +8. Zināmi vairāki šādi oksīdi, kā arī skābes un to sāļi. Viens no šiem oksīdiem, satur 25,20% skābekļa.

Uzraksti šī oksīda ķīmisko formulu!

Ja elementa oksidēšanās pakāpe ir +8, tad vispārīgā formula ir XO_4 , kur X-meklētais elements. $\text{M}(\text{XO}_4) = \text{MX} + 4 \cdot \text{MO}$

$\text{W}(\text{O}) = (4 \cdot \text{MO}) / (4 \cdot \text{MO} + \text{MX}) = 0,252$

$0,252 \text{MX} + 4 \cdot 0,252 \cdot \text{MO} = 4 \text{MO}$

Izsakot X un ievietojot $\text{MO} = 16$, iegūstam $\text{X} = 190 \text{ g/mol}$, tātad **Osmijs** un oksīds - **OsO_4**

2. uzdevums. (19 punkti)

380 gramos ūdens izšķīdināja 20 g kālija hidroksīda. *Aprēķini kālija hidroksīda masas daļu iegūtajā šķīdumā! Rezultātu izsaki procentos ar vienu ciparu aiz komata!*

$w_{\text{KOH}} = m_{\text{KOH}} / (m_{\text{KOH}} + m_{\text{H}_2\text{O}}) = 20 \text{ g} / (20 \text{ g} + 380 \text{ g}) = \mathbf{5\%}$

Aprēķini, kādā ūdens daudzumā jāizšķīdina 20 g kālija hidroksīda, lai iegūtu 8% kālija hidroksīda šķīdumu! Atceries, ka vielas daudzuma mērvienība ir moli!

Ieraksti atbildi, izteiktu molos, ar vienu ciparu aiz komata!

Kopīgā šķīduma masa būs $20 / 0,08 = 250 \text{ g}$. Nepieciešamā ūdens masa būs $250 - 20 = 230 \text{ g}$. Atbilstošais ūdens daudzums būs $230 / 18 = \mathbf{12,8 \text{ moli}}$.

138 gramos 5% kālija hidroksīda šķīduma vēl papildus izšķīdināja 12 g kālija hidroksīda.

Aprēķini kālija hidroksīda masas daļu šķīdumā pēc šo 12 g kālija hidroksīda pievienošanas!

*Atbildi izsaki decimāldaļās un ieraksti ar trim cipariem aiz komata! **0,126***

Laboratorijā ir 26,20% sālsskābe, kuras blīvums ir 1,130 g/mL.

Aprēķini, kāds tilpums 26,20% sālsskābes nepieciešams, lai pagatavotu 2019 gramus 12,50% sālsskābi!

*Atbildi izsaki mililitros un ieraksti noapaļojot līdz veseliem skaitļiem! **853 ml***

Kā zināms, skābie oksīdi reaģē ar ūdeni, veidojot skābes. Tātad atšķaidītu sērskābes šķīdumu var iegūt gan atšķaidot koncentrētu sērskābes šķīdumu, gan izšķīdinot sēra(VI) oksīdu noteiktā ūdens tilpumā.

Kādā eksperimentā 190 gramos ūdens izšķīdināja 10 g sēra(VI) oksīdu.

Aprēķini sērskābes masas daļu iegūtajā šķīdumā!

*Atbildi izsaki procentos ar vienu ciparu aiz komata! **6,1%***

Zinātkārais Ārčijs ūdenī izšķīdināja 0,04 molus vienu no sārņu metālu halogenīdiem (1. grupas elementu savienojumi ar 17. grupas elementiem) un ieguva 200 g 5,20% sārņu metāla halogenīda šķīdumu ūdenī.

Ieraksti izšķīdinātā sārņu metāla halogenīda ķīmisko formulu! **CsI**

3. uzdevums. (19 punkti)

Vairāki nemetāliskie ķīmiskie elementi veido vienkāršas vielas, kuras normālos apstākļos ir gāzes. Vienas šādas gāzes blīvums normālos apstākļos ir 1,25 g/litrā.

Ieraksti šīs gāzes formulu! **N₂**

Sadedzinot gaisā 3,12 g maisījumu, kas sastāvēja no oglekļa un sēra, ieguva 2,464 litrus gāzu maisījumu normālos apstākļos (n.a).

Aprēķini iegūtā gāzu maisījuma daudzumu normālos apstākļos!

Atbildi izsaki molos un ieraksti ar diviem cipariem aiz komata! **0,11 mol**

Aprēķini oglekļa masu iepriekšminētajā maisījumā!

Atbildi izsaki gramos ar trim cipariem aiz komata! **0,24 g**

Ķīmiskais elements sērs veido vairākas vienkāršas vielas, no tām zināmākās ir monoklīnais un rombiskais sērs. Gan rombiskais, gan monoklīnais sērs sastāv no molekulām. Reakcijā starp nātrija tiosulfāta šķīdumu un sālsskābi zemā temperatūrā var iegūt vēl vienu citu sēra formu, kas arī sastāv no molekulām. Nosakot šīs formas molmasu, konstatēja, ka tā ir robežās no 180 līdz 200 g/mol.

Aprēķini sēra atomu skaitu šajā molekulā! **6**

Ūdeņradis reaģē gan ar vienkāršām, gan ar saliktām vielām.

600 °C katalizatora klātienē ūdeņradis reaģē arī ar nātrija sulfātu. Šajā reakcijā rodas divi produkti, no kuriem viens ir ūdens. Ar vienu molu nātrija sulfāta izreaģē četri moli ūdeņraža.

Ieraksti otra reakcijas produkta formulu! **Na₂S**

Ūdeņradim ir zināmi dažādi iegūšanas paņēmieni.

Atzīmē reakcijas, kuru rezultātā var iegūt ūdeņradi! Iespējamās vairākas pareizas atbildes!

$\text{Cu} + \text{HCl} \text{ (atšķ.)} \rightarrow$

$\text{Al} + \text{NaOH} \text{ (šķīd.)} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$

$\text{H}_2\text{O}_2 \text{ (kat.)} \rightarrow$

$\text{Sn} + \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ (atšķ.)} \rightarrow$

Ūdeņradi rodas arī tad, ja sārņu metāli reaģē ar ūdeni.

1,00 g kāda sārņu metāla reakcijā ar ūdeni izdalījās 487 ml ūdeņradis (n.a.).

Ieraksti izmantotā sārņu metāla ķīmisko simbolu! **Na**

2200 °C ūdeņradis reaģē ar kalcija karbīdu CaC₂. Reakcijā rodas metāls un organisks savienojums, kura relatīvais blīvums pret ūdeņradi ir 13.

Ieraksti šī organiskā savienojuma formulu. **C₂H₂**

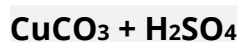
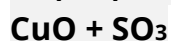
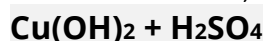
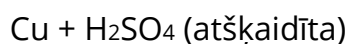
4. uzdevums. (4 punkti)

Daudziem savienojumiem līdzās to pareizajiem ķīmiskajiem nosaukumiem lieto arī vēsturiskos, triviālos vai ikdienas nosaukumus.

Ārčijs apgalvo, ka kalcijsulfātu sauc arī par glaubersāli.

Vai tā ir? **Aplami**

Atzīmē, kuras reakcijas var izmantot vara(II) sulfāta iegūšanai!
Iespējamās vairākas pareizas atbildes!



5. uzdevums. (11 punkti)

Izkarsējot krāsainu pulverveida savienojumu A, tas sadalījās, veidojot trīs reakcijas produktus, kas visi pieder vienai neorganisko savienojumu klasei. Reakcijas produkts B istabas temperatūrā ir gāze, no 6,92 g vielas A radās 896 ml (n.a.) viela B. Reakcijas produkts C istabas temperatūrā ir šķidrums, no 6,92 g vielas A radās 0,36 g viela C. Reakcijas produkts D istabas temperatūrā ir melna pulverveida viela.

Uzraksti vielu B, C un D formulas! **B-CO₂, C-H₂O, D-CuO**

Aprēķini vielas A molmasu!

$$n_B = 0,896 \text{ L} / 22,4 \text{ L} = 0,04 \text{ mol}$$

$$n_C = 0,36 \text{ g} / 18 \text{ g/mol} = 0,02 \text{ mol}$$

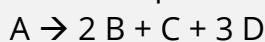
$$m_B = 0,04 \text{ mol} * 44 \text{ g/mol} = 1,76 \text{ g}$$

Tā kā no visa A veidojās B+C+D (masas nezūdamības likums), tad D masa ir

$$m_D = m_A - m_B - m_C = 6,92 \text{ g} - 1,76 \text{ g} - 0,36 \text{ g} = 4,80 \text{ g}$$

$$n_D = 4,80 \text{ g} / 80 \text{ g/mol} = 0,06 \text{ mol}$$

Atbilstoši produktos veidojušos vielu daudzumiem, izliekam reakcijas koeficientus:



A – **Cu₃C₂H₂O₈ (azurīts)**

$$M = 346 \text{ g/mol}$$

10. KLASE

1. uzdevums. (16 punkti)

1937. gadā kodolreakcijā tika iegūts pirmais ķīmiskais elements, kurš nebija atrodams Zemes garozā.

Ieraksti šī ķīmiskā elementa simbolu! Tc

Atzīmē ķīmiskā elementa simbolu, kura atomā ir divi nesapāroti elektroni!

Iespējamās vairākas pareizas atbildes!

He, Be, **C, S**

Atzīmē tā ķīmiskā elementa simbolu, kura atomā ir lielākais nesapāroto elektronu skaits!

N, S, Br, Xe

Atzīmē ķīmiskā elementa simbolu, kura atomā nav nesapārotu elektronu!

Iespējamās vairākas pareizas atbildes!

Mg, C, O, Ne

Atzīmē ķīmiskā elementa simbolu, kurš veido vienkāršu vielu ar augstāko kušanas temperatūru!

Hg, He, **Os**, Br

Atzīmē elementārobjektus (atomus, molekulas vai jonus) ar vienādu elektronu skaitu!

Iespējamās vairākas pareizas atbildes!

Na⁺ un F⁻

Ca²⁺ un Sc³⁺

O₂ un F₂

O₂ un O₃

Ķīmisko elementu periodisko tabulu var izmantot, lai noteiktu ķīmisko elementu iespējamās oksidēšanas pakāpes.

Atzīmē fosfora oksidēšanas pakāpju kopumu!

no -3 līdz +5

no -5 līdz +5

no -5 līdz +3

no -3 līdz +3

Nosaki hroma oksidēšanas pakāpi amonija dihromātā (NH₄)₂Cr₂O₇! +6

2. uzdevums. (23 punkti)

Vienkāršas gāzveida vielas blīvums normālos apstākļos ir 1,79 mg/mL.

Ieraksti šīs vielas formulu! Ar

Atzīmē vielas formulu, kuras molekulā ir 1σ (sigma) saite un 2π (pī) saites!

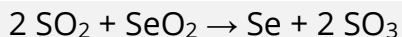
N₂, F₂, O₂, S₈

Atzīmē vielu formulas, kuru molekulas nav polāras!

CO₂, SO₂, NH₃, **O₂**

Molekulas ķīmiskajās reakcijās var būt gan oksidētāji, gan reducētāji.

Nosaki koeficientu pirms reducētāja ķīmiskajā reakcijā: SO₂ + SeO₂ → Se + SO₃



Reducētājs ir sēra(IV) oksīds.

Ozona slānis ir ļoti svarīgs priekšnoteikums dzīvās dabas eksistencei. To iznīcina daudzas vielas, tai skaitā slāpekļa(II) oksīds. Slāpekļa(II) oksīda reakcijā ar ozonu rodas divi savienojumi, kuru molmasu attiecība ir 1,4375.

*Ieraksti tā reakcijas produkta formulu, kuram ir mazākā molmasa! **O₂***

Daudzu metālu augstākie fluorīdi sastāv no molekulām. Kāda metāla augstākajam fluorīdam ir oktaedriskā uzbūve – oktaedra centrā atrodas metāla atoms, bet tā virsotnēs – fluora atomi. Fluora saturs šī metāla fluorīdā ir 36,89%.

Ieraksti šī savienojuma ķīmisko formulu!

PtF₆

Sulfurilchlorīds SO₂Cl₂ arī ir molekulārs savienojums. Šķīdinot sulfurilchlorīdu ūdenī, notiek ķīmiskā reakcija, kuras rezultātā veidojas divas skābes. Reakcija ir neatgriezeniska un ķīmisko elementu oksidēšanas pakāpes šajā reakcijā nemainās.

280 gramos ūdens izšķīdināja 20 g sulfurilchlorīda.

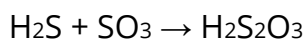
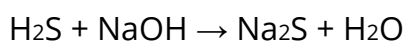
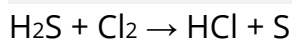
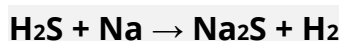
Aprēķini tās skābes masas daļu iegūtajā šķīdumā, kurai ir lielāka molmasa!

*Ieraksti atbildi, izteiktu%, ar diviem cipariem aiz komata! **4,83%***

H₂S ķīmiskajās reakcijās var būt gan oksidētājs, gan reducētājs.

Atzīmē ķīmisko reakciju vienādojumus, kuros H₂S ir oksidētājs.

Piezīme. Koeficienti šajos ķīmisko reakciju vienādojumos nav salikti!



Nelielā ūdens daudzumā izšķīdināja 224 ml (n.a.) jodūdeņradi, pēc tam šķīduma tilpumu papildināja līdz 100 ml.

*Aprēķini iegūtā šķīduma pH vērtību! **1***

3. uzdevums. (10 punkti)

Vienkārša viela sastāv no molekulām, tās molmasa ir 124 g/mol.

*Uzraksti šīs vielas formulu! **P₄***

Ķīmiskie elementi dabā atrodas gan vienkāršu vielu, gan ķīmisko savienojumu formā!

Atzīmē ķīmiskos elementus, kuri dabā ir vienkāršu vielu formā!

Iespējamās vairākas pareizas atbildes!

Al, **S**, **Cu**, **O**, Ca, Cl

Ķīmiskajās reakcijās ūdeņradis var būt gan oksidētājs, gan reducētājs. To bieži izmanto oksīdu reducēšanai. Šādā veidā no oksīdiem ar augstāku metāla oksidēšanas pakāpi var iegūt gan dažādus oksīdus ar zemāku metāla oksidēšanas pakāpi, gan arī metālus brīvā veidā.

7,28 g vanādija(V) oksīda reducēšanai izlietoja 2,688 litrus ūdeņraža (n.a.).
Nosaki vanādiju saturošā reakcijas produkta ķīmisko formulu! VO

4. uzdevums. (15 punkti)

Kalcija karbonāta un bārija karbonāta maisījumu, kura masa bija 1,679 g, karsēja tik ilgi, līdz parauga masa vairs nemainījās. Izdalījās gāze, kuras tilpums, pārrēķinot uz normāliem apstākļiem, bija 224 ml.

*Aprēķini summāro karbonātu daudzumu to maisījumā!
Atbilde izsaki molos ar trim cipariem aiz komata! 0,010 mol*

Iegūto gāzi uztvēra 100 ml KOH šķīdumā, kura koncentrācija bija 0,10 mol/litrā.
Uzraksti iegūtā kāliju saturošā savienojuma ķīmisko formulu! KHCO₃

*Aprēķini iepriekšējā reakcijā iegūtā kāliju saturošā savienojuma masu!
Ieraksti atbilde, izteiktu gramos, ar diviem cipariem aiz komata! 1,00 g
Aprēķini kalcija karbonāta masas daļu iepriekš minētajā karbonātu maisījumā!
Atbilde izsaki procentos ar vienu ciparu aiz komata! 17,9%*

Kalcija karbonāts dabā ir daudzu minerālu un iežu sastāvā.
Atzīmē minerālus vai iežus, kuru galvenā sastāvdaļa ir kalcija karbonāts!
Iespējamās vairākas pareizas atbildes!

Krīts, Marmors, Ģipsis, Māls

Minerāls smitsonīts arī ir karbonāts. Tas satur 9,60% oglekli.
Uzraksti minerāla smitsonīta ķīmisko formulu! ZnCO₃

5. uzdevums. (11 punkti)

Gan sildot savienojumu A, gan sildot savienojumu B, rodas vieni un tie paši trīs reakcijas produkti C, D un E. No viena mola vielas A kopā rodas četri moli reakcijas produktu, bet no viena mola vielas B - trīs moli reakcijas produktu. Reakcijas produkts D istabas temperatūrā ir šķidrums, pazeminot temperatūru līdz 0 °C, tas pāriet cietā stāvoklī. Reakcijas produkts E istabas temperatūrā ir gāze, pazeminot temperatūru, tas tieši no gāzes agregātvokļa pāriet cietā agregātvoklī, apejot šķidro agregātvokli. Reakcijas produkta C molmasa ir 2,588 reizes mazāka nekā vielas E molmasa.

Uzraksti vielu A, B, C, D un E formulas!

Pēc aprakstītajām fizikālajām īpašībām viegli noteikt savienojumus D un E. Tad iespējams aprēķināt C molmasu un noteikt savienojumu. Izmantojot masas nezūdamības principu un tekstā dotos padomus par A un B sadalīšanās reakcijām, iespējams noteikt A un B.

D-H₂O, E-CO₂, C-NH₃, A-(NH₄)₂CO₃, B-NH₄HCO₃

1. uzdevums. **Dzeltenās nogulsnes** (8 punkti)

1. Kādas ir vielu
- A**
- ,
- B**
- un
- C**
- ķīmiskās formulas? (par katru formulu 2 punkti)

Tā kā salejot C un B šķīdumus nogulšņu maksimālā masa ir pie attiecības 3:1 (koncentrācijas ir vienādas), ticamākais, ka nogulsnes veidos trīsvērtīgs jons no B un vienvērtīgs no C, savukārt no A un C šķīdumiem nogulsnes veidos joni ar vienādu lādiņu.

Populārākais katjons, kas veidos baltas nogulsnes ar hlorīdu (visi plašāk zināmie nātrija sāļi ir šķīstoši), ir sudrabs, tātad C ir sudraba sāls. No katjoniem liesmu violetu krāso kālijs (A), bet dzeltenu - nātrijs (B).

Bāzisks trīsvērtīgs anjons, visticamāk, būs fosfāts, līdz ar to **B = Na₃PO₄**.

Vienvērtīgs anjons, kas veidos dzeltenas nogulsnes ar sudraba joniem, būs jodīds, kas turklāt ir reducētājs, tātad **A = KI**.

No zināmākajiem sudraba sāļiem vienīgais šķīstošais ar neitrālu reakciju būs **AgNO₃**, kas tātad ir **C**

2. Kāda ir šķīdumu koncentrācija (mol/L) mēģenēs? (2 punkti)

Nogulsnes ir AgI, kura molmasa ir 235 g·mol⁻¹.

Tātad nogulšņu daudzums ir $n = m/M = 0,0352/235 = 0,000150 \text{ mol}$, un tad katra šķīduma koncentrācija ir $C = n/V = 0,00015/0,001 = 0,15 \text{ M}$

2. uzdevums. **Ciklotrons** (15 punkti)

1. 1. ciklā tev burtiem
- A – D**
- pieejamas šādas vielas: CaCl
- ₂
- , CaO, Ca(OH)
- ₂
- un CaCO
- ₃
- , bet reaģenti: CO
- ₂
- , HCl un H
- ₂
- O. Karsēšana jāveic vismaz 850 °C temperatūrā. (par katru pareizu vielu un reaģentu – 0,5 punkti)

A-CaO, B-Ca(OH)₂, C-CaCl₂, D-CaCO₃, 1.-H₂O, 2.-HCl, 3. -CO₂. Varam izmantot, ka karsējot Ca(OH)₂ vai CaCO₃ iegūstam CaO. Pārbaudot iespējas, nonākam pie tā, ka dotā vielu un reaģentu kombinācija atbilst gadījumam, kad karsējam CaCO₃.

2. 2. ciklā tev burtiem
- A – D**
- pieejamas šādas vielas: Na
- ₂
- S, SO
- ₂
- , H
- ₂
- S un Na
- ₂
- SO
- ₃
- , bet reaģenti: O
- ₂
- , NaOH un HCl. Karsēšana jāveic 600-700 °C temperatūrā. (par katru pareizu vielu un reaģentu – 0,5 punkti)

A-Na₂S, B-H₂S, C-SO₂, D-Na₂SO₃, 1.-HCl, 2.-O₂, 3.-NaOH. Varam izmantot, ka karsējot Na₂SO₃ iegūstam Na₂S. Pārbaudot iespējas, nonākam pie tā, ka dotā vielu un reaģentu kombinācijai der atbildēs dotais variants. Ja nepareizi secinākam, ka karsējot Na₂SO₃, iegūst SO₂ ātri nonākam strupceļā (jo tas reagēs tikai ar NaOH dodot jau izmantoto Na₂SO₃).

3. Kuras no 2. cikla reakcijām vienkārši veikt arī pretējā virzienā? Kāds reaģents vai apstākļi tam jālieto? (2 punkti)

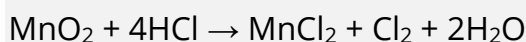
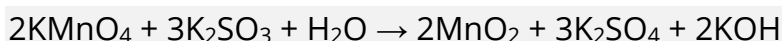
1. reakciju var ar NaOH, 2. reakciju var ar H₂, 3. reakciju var ar HCl, 4. reakciju nevar.

4. 3. ciklā tev burtiem **A – D** pieejamas šādas vielas: MnSO_4 , MnCl_2 , KMnO_4 un MnO_2 , bet reaģenti: HCl , K_2SO_3 un H_2SO_4 un $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$. Zināms, ka $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ ir spēcīgs oksidētājs. (par katru pareizu vielu un reaģentu – 0,5 punkti)

A-MnSO₄, B-KMnO₄, C-MnO₂, D-MnCl₂, 1.-K₂S₂O₈, 2.-K₂SO₃, 3.-HCl, 4.-H₂SO₄.

Izmantojam, ka vienīgie savienojumi ar vienādu Mn oksidēšanās pakāpi ir MnSO_4 un MnCl_2 , kas tādā būs 4. reakcijas produkts/izejviela. Redzot, ka mums pieejams viens izteikts oksidētājs ($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$), B būs KMnO_4 , ko varam reducēt par MnO_2 . Tā kā MnO_2 reducēšanā izdalās Cl_2 , tad iegūsim MnCl_2 , kā reaģentu lietojot HCl . No tā izriet, ka ar sērskābi iegūstam MnSO_4 , kas atstāj KMnO_4 reducēšanai lietot K_2SO_3 .

5. Kāda ir 2. un 3. ķīmiskās reakcijas stehiometrisko koeficientu summa? Padoms: abās reakcijās viens no produktiem vai reaģentiem ir ūdens! (2 punkti)



3. uzdevums. **Dzelžainais ūdens** (11 punkti)

1. Kāda ir sarkanbrūno nogulšņu ķīmiskā formula? (1 punkts)

Fe(OH)₃; Pie iegūtā pH jau novērojama ļoti mazšķīstošā dzelzs (III) hidroksīda izgulsnēšanās.

2. Kādēļ caur šķīdumu tika pūsts slāpekļis? (1 punkts)

a. Lai nenotiktu oksidēšanās

b. Lai nenotiktu reducēšanās

c. Lai nogulšņu izgulsnēšanās būtu pilnīgāka

d. Tas nenodrošināja nekādu vērā ņemamu efektu

Skābekļa klātienē daļa no paraugā esošajiem dzelzs (II) joniem pārvērtīsies par dzelzs (III) joniem.

3. Kādēļ nepieciešama reducētāja pievienošana? (1 punkts)

a. Lai novērstu dzelzs (II) oksidēšanos par dzelzs (III)

b. Lai novērstu 1,10-fenantrolīna oksidēšanos

c. Lai novērstu iegūtā kompleksa oksidēšanos

d. Tas nenodrošināja nekādu vērā ņemamu efektu

4. Kāda ir dzelzs (II) jonu masas koncentrācija ūdens paraugā (mg/L)? (5 punkti)

Tā kā ņemtā ūdens parauga tilpums ir 50 ml un tas tika atšķaidīts līdz 100 ml, šķīdumā Fe(II) koncentrācija ir 2 reizes lielāka nekā mērkolbā, un tai atbilst absorbcijas vērtība 0,422.

Standartšķīdumam:

$$M(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 55,85 + 32,06 + 4 \cdot 16,00 + 7 \cdot 18,02 = 278,05 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{Fe}) = \frac{m(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{Fe})}{M(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})} = \frac{0,0498 \cdot 55,85}{278,05} = 0,0100 \text{ g}$$

$$\gamma(\text{Fe}) = \frac{m(\text{Fe})}{V(\text{šķīd})} = \frac{0,0100}{0,100} = 0,1000 \text{ g/L} = 100 \text{ mg/L}$$

Tā kā ņemtā standartšķīduma tilpums ir 2 ml un tas tika atšķaidīts līdz 100 ml, gala šķīdumā Fe(II) koncentrācija ir 50 reizes mazāka nekā mērkolbā, un tai atbilst absorbcijas vērtība 1,125.

Tātad 2,00 mg/L šķīdumam absorbcijas vērtība 1,125, bet 2 reizes atšķaidītam ūdens paraugam 0,422, līdz ar to varam uzrakstīt, ka:

$$\gamma(\text{Fe}^{2+}_{\text{ūd}}) = 2 \cdot 2,00 \cdot 0,422 \cdot 1,125 = \mathbf{1,50 \text{ mg/L}}$$

5. Kāda ir kopējā dzelzs jonu un kāda dzelzs (III) jonu masas koncentrācija ūdens paraugā mg/L? (3 punkti)

Ņemot neizmainīto ūdens paraugu, viss paraugā esošais dzelzs tiek reducēts par Fe(II), kas veido krāsaino kompleksu ar 1,10-fenantrolīnu.

Tā kā ņemtā ūdens parauga tilpums ir 10 ml un tas tika atšķaidīts līdz 100 ml, šķīdumā dzelzs jonu koncentrācija ir 10 reizes lielāka nekā mērkolbā, un tai atbilst absorbcijas vērtība 0,450, līdz ar to varam uzrakstīt, ka:

$$\gamma(\text{Fe}_{\text{kop,ūd}}) = 10 \cdot 2,00 \cdot 0,450 \cdot 1,125 = 8,00 \text{ mg/L}$$

Līdz ar to Fe(III) jonu koncentrācija būs:

$$\gamma(\text{Fe}^{3+}_{\text{ūd}}) = \gamma(\text{Fe}_{\text{kop,ūd}}) - \gamma(\text{Fe}^{2+}_{\text{ūd}}) = 8,00 - 1,50 = \mathbf{6,50 \text{ mg/L}}$$

4. uzdevums. **Neredzamā tinte** (15 punkti)

1. Kādas vielas šķīdums kalpos kā attīstītājs fenolftaleīna neredzamajai tinteī? (1 punkts)
- NaCl
 - NH₃**
 - HCl
 - AgNO₃

Fenolftaleīns krāsains būs bāziskā vidē, un vienīgā bāziskā viela ir **amonjaks**.

2. Uzrakstiet **A**, kā arī **C** – **G** ķīmiskās formulas. (par katru formulu 1 punkts)

Brūngana gāze ar raksturīgu asu smaku **D ir NO₂**.

Karsējot oksīdu, tas sadalās par zemākas oksidēšanās pakāpes oksīdu un **skābekli**, kas tātad ir **E**.

Tā kā oksīda C sadalīšanās reakcijā metāla oksidēšanās pakāpe samazinās par 2, oksīda F (metālu apzīmēsim ar M) formula vispārīgi ir M₂O_a (kur pie pāra oksidēšanās pakāpe 2 pie M saīsināsies), bet oksīda C: M₂O_{a-2}.

Masas samazinājums 6,69% atbilst 32 g/mol zaudēšanai (pirms dalīšanas ar 2 pāra pakāpēm), līdz ar to varam rakstīt, ka:

$$0,0669 = 32 / (2 \cdot A_M + 16a)$$

Varam pārveidot:

$$2 \cdot 0,0669 \cdot A_M + 16a \cdot 0,0669 = 32$$

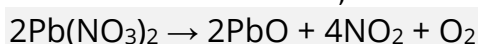
$$2 \cdot 0,0669 \cdot A_M = 32 - 1,0704a$$

$$A_M = (32 - 1,0704a) / 0,1338$$

Pārbaudot iespējamās a vērtības atrodam, ka vienīgā derīgā ir 4, kas dod M = 207,2 g/mol, kas atbilst Pb (tuvu teorētiski derīgai molmasai nonākam arī pie a = 7, kad molmasa tikpat kā atbilst W molmasai, bet oksīds W₂O₇ neeksistē).

Tātad **C = PbO**, **F = PbO₂**, **A = Pb(NO₃)₂** un **G = Na₂[Pb(OH)₆]**.

3. Kāda ir **A** sadalīšanās ķīmiskās reakcijas koeficientu summa? (1 punkts)



4. Uzrakstiet **B**, kā arī **H – J** ķīmiskās formulas. (kopā 3,5 punkti)
Violetie tvaiki **H** būs I_2 , indīgā gāze ar izteikti nepatīkamu smaku **I** būs H_2S , violetu liesmu krāso kālija joni, tātad **K** = K_2SO_4 , un varam secināt, ka **B** = **KI**.
5. Kāda ir **B** ķīmiskās reakcijas ar konc. sērskābi koeficientu summa? (1 punkts)
 $8KI + 5H_2SO_4 \rightarrow 4I_2 + H_2S + 4K_2SO_4 + 4H_2O$
6. Kāda viela tiek pierādīta ar svina acetāta papīriņu (uzraksti ķīmisko formulu)? Kāda viela atbild par melnās krāsas parādīšanos (uzraksti ķīmisko formulu)? (kopā 1 punkts) **H₂S; PbS**
7. Kāds indikators varētu papildus apstiprināt vielas **H** veidošanos? (0,5 punkti)
- Cietes šķīdums**
 - Fenolftaleīns
 - Metilvioletais
 - Sarkanais asinssāls

Cietes šķīdums joda klātienē krāsojas tumši zilā krāsā.

8. Kāda ir vielas ķīmiskā formula, kas veidojas minētās neredzamās tintes attīstīšanas procesā? (0,5 punkti) **PbI₂**
9. Kādēļ šī nebūtu pati piemērotākā neredzamā tinte? (0,5 punkti)
- Tā ir indīga**
 - Tā ir nedaudz radioaktīva
 - Neattīstīta tā var izzust, savienojumam **A** sublimējoties
 - Tā ātri izbalēs

5. uzdevums. **Trio** (14 punkti)

1. Uzrakstiet **A – E** ķīmiskās formulas! (par katru formulu 1 punkts)

Šķīdinot metālu sāļsskābē, iegūs hlorīdu, līdz ar ko A - C ir metāla hlorīdi. Hlorīda reakcijā ar ūdeni iegūs hidroksīdu, kas izkarsējot sadalīsies par bināru savienojumu - oksīdu, līdz ar ko E ir oksīds.

Vispārīgi D masas daļa oksīdā D_2O_a (kur pie pāra oksidēšanās pakāpēc 2 pie D saīsināsies) ir:

$$w_D = 2A_D / (2 \cdot A_D + 16a)$$

$$w_D \cdot 2 \cdot A_D + w_D 16a = 2A_D$$

Varam izteikt no vienādojuma A_D (pirms tam to izdalot ar 2):

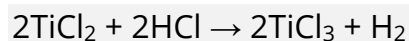
$$A_D = 8w_D a / (1 - w_D) = 8 \cdot 0,599 \cdot a / (1 - 0,599)$$

Metālam atbilstošas atommasas atrodam pie $a = 2$ (Mg, taču tas neder uzdevuma aprakstam), $a = 4$ (Ti) un $a = 8$ (Mo, taču tas neveido šādu oksīdu). Tātad **D = Ti** un **E ir TiO₂**.

Tā kā Ti stabilākā oksidēšanās pakāpe ir +4 (kā arī reakcijā ar ūdeni oksidēšanās pakāpe nemanās), **C = TiCl₄**, **B = TiCl₂** un **A = TiCl₃**.

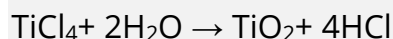
2. Kāds vēl produkts bez **B** rodas **A** reakcijā ar sāļsskābi (uzraksti ķīmisko formulu)?

Kāda ir koeficientu summa šīs ķīmiskās reakcijas vienādojumā. (kopā 2 punkti)



3. Aprēķiniet, kāda ir **A** masa (g), kas karsēšanas procesā pārvērtās. (3 punkti)

Reakcijā radās $TiCl_4$, kura reakcija ar ūdeni ir šāda:



Varam aprēķināt reakcijā iegūtā $TiCl_4$ daudzumu:

$$n(TiCl_4) = n(TiO_2) = m/M = 2,25/79,87 = 0,02817 \text{ mol}$$

Tā kā $TiCl_3$ sadalīšanās reakcija ir:



tad reakcijā izreaģējušais $TiCl_3$ daudzums ir 2 reizes lielāks, un tā masa ir:

$$m(TiCl_3) = n(TiCl_3) \cdot M(TiCl_3) = 2 \cdot n(TiCl_4) \cdot M(TiCl_3) = 2 \cdot 0,02817 \cdot 154,22 = \mathbf{8,69 \text{ g}}$$

Aprēķināt tīģelītī palikušā maisījuma sastāvu masas daļās procentos. (2 punkti)

Tā kā reakcijā radās 0,02817 mol $TiCl_4$, radās arī tikpat liels daudzums $TiCl_2$, kura masa ir:

$$m(TiCl_2) = n(TiCl_2) \cdot M(TiCl_2) = n(TiCl_4) \cdot M(TiCl_2) = 0,02817 \cdot 118,77 = 3,35 \text{ g}$$

Tātad palikusī $TiCl_3$ masa bija $6,66 - 3,35 = 3,31 \text{ g}$ un $TiCl_3$ masas daļa attiecīgi $100 \cdot 3,31/6,66 = 49,7\%$.

Varam pārliacināties, ka šādā maisījumā metāla masas daļa ir:

$$0,497 \cdot 47,87/154,22 + 0,503 \cdot 47,87/118,77 = 0,357 = \mathbf{35,7\%}$$

4. Kāda bija sākotnējā **A** masa (g), ko Rūdis bija karsējis. (2 punkti)

Tā kā izreaģēja 8,69 g un palika 3,31 g $TiCl_3$, tā sākotnējā masa bija **12,0 g**.

1. uzdevums. **Atšķirīgi līdzīgie** (9 punkti)

1. Kas ir elementi **1, 2, 3** un **4**, to oksīdi **1O₁, 2O₁, 3O₁, 4O₁, 1O₂, 2O₂, 3O₂** un **4O₂**, skābes **1A, 2A, 3A** un **4A** un savienojumi ar ūdeņradi **1H, 2H, 3H** un **4H**? Uzraksti ķīmiskās formulas! (par katru elementu 0,5 punkti, par katru tā savienojumu 0,25 punkti, kopā 6 punkti)

1-S, 2-P, 3-N, 4-C, 1O₁-SO₂, 2O₁-P₂O₃, 3O₁-NO, 4O₁-CO, 1O₂-SO₃, 2O₂-P₂O₅, 3O₂-NO₂, 4O₂-CO₂, 1A-H₂SO₄, 2A-H₃PO₄, 3A-HNO₃, 4A-H₂CO₃, 1H-H₂S, 2H-PH₃, 3H-NH₃, 4H-CH₄

2. Vai dabā elementi **1, 2, 3** un **4** eksistē vairāku alotropo formu veidā? (1,5 punkti)

1-jā, 2-jā, 3-nē, 4-jā.

3. Oksīda **3O₂** reakcijā ar ūdeni bez skābes rodas vēl kāda no uzdevumā nosakāmajām vielām. Uzraksti tās ķīmisko formulu. Kāda ir šīs ķīmiskās reakcijas stehiometrisko koeficientu summa? (1,5 punkti)

NO : 3NO₂ + H₂O → 2HNO₃ + NO , koeficientu summa = 7

2. uzdevums. **Šonakt mēs dedzinām spridzinām ...** (10 punkti)

1. Kāda ir savienojuma **A** empīriskā formula? (2 punkti)

$$n(\text{H}_2\text{O})=m/M=0,692/18,02=0,0384\text{mol}$$

$$n(\text{H})=2n(\text{H}_2\text{O})=0,0768\text{mol}$$

$$n(\text{C})=n(\text{CO}_2)=V/V_0=1,72/22,4=0,0768\text{mol}$$

Tātad $n(\text{C}):n(\text{H})=1:1$ un **A empīriskā formula ir CH.**

2. Kāda ir savienojuma **A** molmasa? (1 punkts)

$$pV=nRT=m/(MRT)$$

$$M=(mRT)/(pV)=(1,000\cdot 8,314\cdot 298,15)/(23,79\cdot 1,00)=\mathbf{104,2\text{ g/mol}}$$

3. Kāda ir savienojuma **A** molekulformula? (1 punkts)

Ja **A** molekulformula ir (CH)_x, x varam atrast kā $x=MM_{\text{CH}}=104,2/12,01+1,01=8$

Un molekulformula ir **C₈H₈.**

4. Par kādas funkcionālās grupas klātieni liecina reakcija ar hloru bez speciālu reakcijas apstākļu nodrošināšanas? (1 punkts)

a. Alkānu C-C vienkāršās saites

b. Alkānu C=C dubultsaites

c. Arēnu benzola gredzena

d. Spirtu OH saites

e. Hlororganisko savienojumu C-Cl saites

5. Par kādas funkcionālās grupas klātieni liecina reakcija ar hloru alumīnija hlorīda klātienē? (1 punkts)

a. Alkānu C-C vienkāršās saites

b. Alkānu C=C dubultsaites

c. Arēnu benzola gredzena

d. Spirtu OH saites

e. Hlororganisko savienojumu C-Cl saites

6. Kāda būs ķīmiskā formula produktam, kas radīsies savienojuma **A** reakcijā ar hloru bez speciālu reakcijas apstākļu nodrošināšanas? Cik izomēru iespējams iegūt? Cik no tiem dominēs (veidosies pamatā)? (1 punkts)
C₈H₈Cl₂; Tā būs pievienošanās reakcija, kurā iespējama viena produkta veidošanās. Ja ņemam vērā to, ka pievienošanās reakcijā iegūstam gan R, gan S stereoizomērus, tad iegūto produktu skaits ir 2, kas veidojas vienādos daudzumos, jo reakcija nav stereoselektīva.
7. Kāda būs ķīmiskā formula produktam, kas radīsies savienojuma **A** reakcijā ar 2 ekvivalentiem hlora, ar otro no kuriem tikai alumīnija hlorīda klātienē? Cik izomēru iegūs? Cik no tiem dominēs (veidosies pamatā)? (1 punkts)
C₈H₇Cl₃; Tā ir aizvietošanās reakcija benzola gredzenā, kas var notikt meta-, orto- vai para- vietā, no kurām vieglāk reakcija notiek orto- un para- vietās.
8. Savienojumu **A** izmanto kāda populāra polimēra izgatavošanā. Kura funkcionālā grupa polimerizēsies? (1 punkts)
- Alkānu C-C vienkāršā saite
 - Alkānu C=C dubultsaite**
 - Arēnu benzola gredzens
 - Spirtu OH saite
 - Hlororganisko savienojumu C-Cl saite
9. Kāds ir šī polimēra nosaukums? (1 punkts) **polistirols**

3. uzdevums. **Ātrās reagēšanas vienība** (15 punkti)

1. Kāds ir oglekļa monoksīda triviālais nosaukums un ķīmiskā formula? (1 punkts)
tvana gāze; CO
2. Uzraksti gāzu **B** un **C**, metāla **F** un sāļu **E** un **G** ķīmiskās formulas! (par katru formulu 1 punkts)
 Bezkrāsainu gāzi ar asu smaku **C** ir **SO₂**. Par potašu sauca **K₂CO₃**, kas ir **G**, līdz ar ko **B** ir **CO₂** un **F** ir **K**, savukārt **E** ir **K₂SO₃**.
3. Kāda ir metāla **D** ķīmiskā formula (2 punkti)
 Ņemot vērā to, ka reakcijā izdalās SO₂, dubultsāls būs sulfīts K₂D(SO₃)₂. Tā kā D masas daļa ir 30,86% un kālijam 22,68%, varam atrast D molmasu kā:
 $MD = 2M_K \cdot 30,86 / 22,68 = 2 \cdot 39,1 \cdot 30,86 / 22,68 = 106,4 \text{ g/mol}$, kas atbilst **Pd**.
4. Kāda ir **A** ķīmiskā formula? (1 punkts)
 To, ka dubultsāls ir sulfīts **K₂Pd(SO₃)₂** nevis, piem., sulfāts, varam pārlicināties, pārbaudot skābekļa masas daļu šai sāļi:
 $wO = 6 \cdot 162 \cdot 39,1 + 106,4 + 2 \cdot 32,06 + 6 \cdot 16 = 0,2785$
5. Kāda ir vienādojuma koeficientu summa **A** reakcijai ar oglekļa monoksīdu? (1 punkts)
6; $K_2Pd(SO_3)_2 + CO \rightarrow CO_2 + SO_2 + Pd + K_2SO_3$
6. Kāds reakcijas tips vislabāk raksturo **A** reakciju ar oglekļa monoksīdu? (0,5 punkti)
- Oksidēšanās-reducēšanās vienādojums**
 - Sadalīšanās reakcija
 - Apmaiņas reakcija
 - Jonu reakcija

7. Kāda loma reakcijā ir oglekļa monoksīdam? (0,5 punkti)
- Reducētājs**
 - Pretjons
 - Katalizators
 - Indikators
8. Kura viela nodrošinās krāsas maiņu uz brūngani melnu? (1 punkts)
- Metāls D**
 - Sāls E
 - Sāls E tālākas ķīmiskās pārvērtības produkti
 - Starpprodukts
9. Cik liela ir oglekļa masa (g), kas nepilnīgi jāsadedzina (oglekļa reakcija ar skābekli, veidojot tieši oglekļa monoksīdu) slēgtā 20 m² telpā ar griestu augstumu 2,6 m, lai oglekļa monoksīda koncentrācija sasniegtu 400 ppm. Gāzes daudzuma aprēķinam izmantojiet normālu apstākļu (n.a.) nosacījumu. (3 punkti)

Telpas tilpums būs:

$$V=20 \cdot 2,6=52\text{m}^3=52000 \text{ L}$$

CO tilpums būs:

$$V(\text{CO})=V(\text{telpas})400/1000000=20,8 \text{ L}$$

C daudzums būs vienāds ar CO daudzumu pēc vienādojuma $2\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}$

$$n(\text{C})=n(\text{CO})=V/V_0=20,8/22,4=0,93 \text{ mol}$$

$$\text{un tā masa būs } m=n \cdot M=0,93 \cdot 12,01=\mathbf{11,2 \text{ g}}$$

4. uzdevums. Minerālu ķīmija (17 punkti)

1. Kāda ir dzelzs un kāda – sēra oksidēšanās pakāpe pirītā? (1 punkts)
- Fe⁺²; S⁻¹**
2. Balstoties uz analogijas ar skābekļa savienojumiem, pirītu būtu korekti saukt par dzelzs ___? (1 punkts)
- Sulfīdu
 - Hiposulfīdu
 - Hiposulfītu
 - Persulfīdu**
 - Supersulfīdu
3. Kāda bija cieto reakcijas produkti pēc oksidēšanas ķīmiskā formula? (1 punkts)
- Fe₂O₃ un NiO**
4. Kāda produkta veidošanās varētu traucēt pareizas C₈H₁₄N₄NiO₄ masas noteikšanu, ja neievēros korektu vides pH? Uzraksti ķīmisko formulu! (1 punkts)
- Pie pārāk augsta pH veidosies Fe(OH)₃, kas izgulsnēsies kopā ar C₈H₁₄N₄NiO₄ un palielinās nogulšņu masu.
5. Kāda ir Fe/Ni molārā attiecība analizētajā minerāla paraugā? (2 punkti)
- $$m(\text{NiO})=n(\text{NiO}) \cdot M(\text{NiO})=n(\text{Ni}) \cdot M(\text{NiO})=0,002755 \cdot 74,69=0,2058 \text{ g}$$
- Atlikusī daļa no cietajiem reakcijas produktiem pieder Fe₂O₃:
- $$m(\text{Fe}_2\text{O}_3)=6,873-0,2058=6,667 \text{ g}$$
- Dzelzs daudzums tāad ir:

$$n(\text{Fe})=2 \cdot n(\text{Fe}_2\text{O}_3)=2m(\text{Fe}_2\text{O}_3)/M(\text{Fe}_2\text{O}_3)=2 \cdot 6,667/159,7=0,0835 \text{ mol}$$

Līdz ar to $n(\text{Fe}):n(\text{Ni})=0,0835/0,00276=30,3$

6. Kas ir oksidēšanā iegūtā gāze, un kas nogulsnes, kas radās kalcija hidroksīda šķīdumā? Uzraksti ķīmiskās formulas! (1 punkts)

SO₂ un CaSO₃

7. Kāda ir x vērtība pirīta formulā FeS_{2-x}? Uzmanību – x nav koeficients pie S, bet tā atšķirība no 2! (3 punkti)

No CaSO₃ masas aprēķinām iegūto SO₂ daudzumu:

$$n(\text{SO}_2)=n(\text{CaSO}_3)=m(\text{CaSO}_3)/M(\text{CaSO}_3)=19,39/120,14=0,1614 \text{ mol}$$

No NiS iegūtais SO₂ daudzums vienāds ar Ni daudzumu 0,002755 mol, līdz ar to no pirīta iegūtais SO₂ daudzums ir 0,1614 - 0,002755 = 0,1586 mol.

2-x varam vienkārši noteikt dalot sēra un dzelzs daudzumu 0,1586/0,0835=1,90

Tātad $x = 0,1$.

8. Kāda ir niķeļa (II) sulfīda masas daļa procentos analizētajā paraugā? (1 punkts)

Varam aprēķināt, ka NiS masa paraugā bija

$$m(\text{NiS})=n(\text{Ni}) \cdot M(\text{NiS})=0,002755 \cdot 90,75=0,250 \text{ g}$$

Identiskā veidā varam aprēķināt pirīta masu paraugā:

$$m(\text{FeS}_{1,9})=n(\text{Fe}) \cdot M(\text{FeS}_{1,9})=0,0835 \cdot (55,85+1,9 \cdot 32,06)=0,0835 \cdot 116,76=9,75 \text{ g}$$

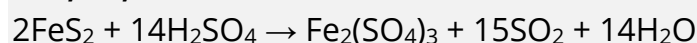
Tātad NiS masas daļa ir $w(\text{NiS})=100m(\text{NiS})/m_{\text{kop}}=100 \cdot 0,25/10,00=2,5$

9. Kurš(-i) ķīmiskais(-ie) elements(-i) ir oksidētājs(-i) un kurš(-i) reducētājs(-i) pirīta reakcijā ar sērskābi? (1 punkts)

Sērs sērskābē-oksīdētājs, dzelzs pirītā un sērs pirītā – reducētāji.

10. Uzraksti ķīmisko formulu gāzei, kas izdalās šai reakcijā. Kāds ir stehiometriskais koeficients pie tās ķīmiskās reakcijas vienādojumā? Kāda ir reakcijas stehiometrisko koeficientu summa? (kopā 2 punkti)

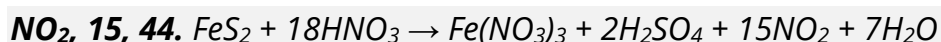
SO₂; 15; 46



11. Kurš(-i) ķīmiskais(-ie) elements(-i) ir oksidētājs(-i) un kurš(-i) reducētājs(-i) pirīta reakcijā ar slāpekļskābi? (1 punkts)

Slāpeklis slāpekļskābē – oksidētājs, reducētāji dzelzs pirītā un sērs pirītā.

12. Uzraksti ķīmisko formulu gāzei, kas izdalās šai reakcijā. Kāds ir stehiometriskais koeficients pie tās ķīmiskās reakcijas vienādojumā? Kāda ir reakcijas stehiometrisko koeficientu summa? (kopā 2 punkti)



5. uzdevums. **Polimēra molekulārās masas noteikšana** (14 punkti)

1. Kādu oksidētāju vajadzētu izvēlēties Aldim? (1 punkts)

- a. **KMnO₄ šķīdumu**
- b. Ozonu
- c. Peroksietikskābi
- d. Koncentrētu HNO₃ šķīdumu

2. Kādu indikatoru vajadzētu izvēlēties Aldim? (1 punkts)

- a. **Fenolftaleīnu**
- b. Universālindikatoru
- c. Metiloranžu
- d. Metilēnzilo

Tā kā vājas skābes pH būs virs 3-4 un stehiometriskais punkts virs 7, piemērotākais būs fenolftaleīns. Universālindikatoru neizmanto kā indikatoru titrēšanas reakcijā, bet metilēnzilais nav skābju-bāzu indikators.

3. Aprēķināt PEG molekulāro masu (g/mol)! (2 punkti)

Tā kā katrā molekulas galā būs pa 1 skābes grupai, reakcija notiks attiecībā 1:2.

$$n(\text{PEG}) = C(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH}) / 2 = 0,1000 \cdot 0,001672 = 0,0000835 \text{ mol}$$

$$M(\text{PEG}) = m(\text{PEG}) / n(\text{PEG}) = 1,000 / 0,0000835 = \mathbf{11980 \text{ g/mol}}$$

4. Kāds būs titrēšanā patērētā nātrija hidroksīda tilpums (mL), ja paraugs saturēs 0,1% (masas daļa procentos) monomēra. Pieņemiet, ka atlikušā polimēra masa ir tāda, kā noteicāt 2. punktā! (2 punkti)

Tātad mums ir 0,001 g monomēra, kura daudzums ir

$$0,001 / (2,02 + 32 + 24,02 + 4,04) = 1,61 \cdot 10^{-5} \text{ mol un } 0,999 \text{ g polimēra, kura daudzums ir}$$

$$0,999 / 11980 = 8,334 \cdot 10^{-5} \text{ mol, kas kopā dod } 9,95 \cdot 10^{-5} \text{ mol divvērtīgu spirtu, kas}$$

oksidēsies par divvērtīgām karbonskābēm. To notitrēšanai vajadzīgais NaOH

$$\text{tilpums būs: } V = 2 \cdot 9,95 \cdot 10^{-5} / 0,1000 = 0,00199 \text{ L} = \mathbf{1,99 \text{ mL}}$$

5. Kāda polimēra molekulārā masa (g/mol) tiktu noteikta, izmantojot šādu tilpumu (nezinot par to, ka paraugs nav tīrs). (1 punkts)

Noteiktā polimēra molekulārā masa būtu:

$$n(\text{PEG}) = C(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH}) / 2 = 0,1000 \cdot 0,001992 = 0,0000995 \text{ mol}$$

$$M(\text{PEG}) = m(\text{PEG}) / n(\text{PEG}) = 1,000 / 0,0000995 = \mathbf{10050 \text{ g/mol}}$$

6. Uz ko norāda divu signālu parādīšanās? (1 punkts)

- a. Metodes neprecizitāte
- b. **Paraugš ir maisījums no 2 vielām ar atšķirīgu molekulāro masu**
- c. Paraugs ir daudz vielu maisījums un par tā molekulāro masu nav jēgas runāt
- d. Paraugs kolonnā sadalījās
- e. Izmantots nepareizais šķīdinātājs

Ar šādu hromatogrāfisko metodi tiks atdalītas vielas ar atšķirīgu molekulāro masu, līdz ar ko divi signāli norāda uz 2 vielu ar atšķirīgām molekulārajām masām klātieni.

7. Katram signālam aprēķiniet atbilstošo molekulāro masu (g/mol)? (4 punkti)

Uzticoties, ka izdalīšanās laiks ir lineāri saistīts ar molekulārās masas decimālogaritmu, aprēķinā izmantosim tikai informāciju par pirmo un pēdējo signālu.

Pie linearitātes nosacījuma, ja laikā no 5,505 min līdz 9,364 min ($\Delta t=3,859$) polimēra molmasas logaritms $\lg M$ pieaug no $\lg(106)=2,025$ līdz $\lg(1702000)=6,231$ ($\Delta \lg M=4,206$), katrā minūtē, sākot ar 5,505, polimēra molmasas logaritms $\lg M$ pieaugs par $\Delta \lg M/\Delta t = 1,090$. Pieaugums turklāt notiks no sākotnējās vērtības 2,025. Izmantojot šo, varam noteikt $\lg M$ un tālāk M katram no signāliem:

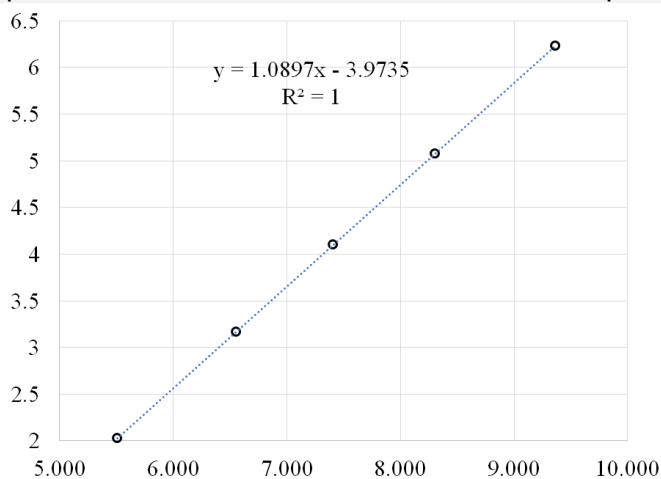
$$\lg(M_1)=2,025+(7,317-5,505)\cdot 1,090=4,000$$

$$M_1=10^{4,000}=10000\text{g/mol}$$

$$\lg(M_2)=2,025+(7,593-5,505)\cdot 1,090=4,301$$

$$M_2=10^{4,301}=20000\text{g/mol}$$

Varam arī vizuāli pārliecināties (skat. 98. att.), ka sakarība patiešām ir lineāra.



98. att.

8. Kāda ir analizētā PEG vidējā svērtā molekulārā masa (g/mol)? (1 punkts)

Izmantojot laukumu attiecību, nosakām, ka

$$M_{\text{vid}}=4,3/5,3\cdot M_1+1/5,3\cdot M_2=4,3/5,3\cdot 10000+1/5,3\cdot 20000=11890$$

9. Vai, balstoties uz Krišjāņa rezultātiem, var uzskatīt, ka Alda veiktajā analizē iegūts metodes iespēju robežās pareizs rezultāts. (1 punkts)

- Jā, jo Alda rezultāts būtiski neatšķiras no PEG vidējās molekulārās masas.
- Nē, jo Alda rezultāts nesakrīt ar PEG vidējo molekulāro masu.
- Nē, jo Alda analizē iegūta tikai viena vērtība, kamēr Krišjāņa analizē divas.
- d. Jā, jo Alda rezultāts būtiski neatšķiras no lielākajam signālam noteiktās molekulārās masas.**
- Jā, jo titrēšana pēc būtības ir augstas precizitātes analītiskā metode.

Papildu informācija par uzdevumu:

Zināšanas, kas tiek sagaidītas no skolēna:

- Izpratne par polimēriem un to ķīmiskajām un fizikālajām īpašībām, to iegūšanu.

9. KLASE

1. uzdevums. **ĶEPT – 150 gadi!** (4 punkti)

Ķīmisko elementu periodiskā tabula ļauj prognozēt elementu un to savienojumu īpašības pēc to atrašanās vietas periodiskajā tabulā.

Uzraksti bismuta oksīda formulu, kurā tam ir augstākā oksidēšanas pakāpe! (1 punkts)

Bi₂O₅

Uzraksti ķīmiskā elementa simbolu, kas atbilst visiem sekojošajiem kritērijiem:

1) ķīmiskā elementa kārtas skaitlis ir pirmskaitlis;

2) ķīmiskais elements atrodas periodā, kura numurs ir pirmskaitlis;

3) ķīmiskais elements atrodas grupā, kuras numurs ir pirmskaitlis;

no visiem atbilstošajiem ķīmiskajiem elementiem, šim elementam ir vismazākā molmasa!

(1 punkts)

Bors **B**

Ķīmisko elementu periodiskās tabulas sastādīšanas laikā daudzi ķīmiskie elementi vēl nebija zināmi.

Uzraksti zināmo ķīmisko elementu skaitu periodiskās tabulas sastādīšanas laikā! (1 punkts)

63

Uzraksti ķīmiskā elementa simbolu ar vismazāko kārtas skaitli, kurš vēl nebija atklāts ķīmisko elementu periodiskās tabulas sastādīšanas laikā! (1 punkts)

He

2. uzdevums. **Oksīdi, skābes, sāļi ...** (13 punkti)

Vienu molu slāpekļa(V) oksīda izšķīdināja 44 molos ūdens.

Uzraksti ķīmiskās reakcijas vienādojumu un aprēķini slāpekļskābes masas daļu iegūtajā šķīdumā! (4 punkti)



$$m(\text{N}_2\text{O}_5) = 1 \cdot 108 = 108 \text{ g}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 44 \cdot 18 = 792 \text{ g}$$

$$m(\text{šķīduma}) = 108 + 792 = 900 \text{ g}$$

$$n(\text{HNO}_3) = 2 \cdot n(\text{N}_2\text{O}_5) = 2 \cdot 1 = 2 \text{ mol}$$

$$m(\text{HNO}_3) = 2 \cdot 63 = 126 \text{ g}$$

$$w(\text{HNO}_3) = 126/900 = 0,14 \text{ jeb } \mathbf{14\%}$$

iegūtā šķīduma blīvums ir 1,078 g/mL.

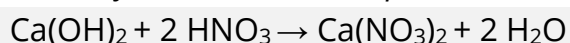
Aprēķini slāpekļskābes molāro koncentrāciju iegūtajā šķīdumā! (2 punkti)

$$v(\text{šķīduma}) = 900/1,078 = 834,88 \text{ ml}$$

$$c(\text{HNO}_3) = n(\text{HNO}_3)/v(\text{HNO}_3) = 2/0,83488 = \mathbf{2,40 \text{ mol/L}}$$

Iegūto slāpekļskābes šķīdumu neitralizēja ar kristālisku kalcija hidroksīdu.

Uzraksti šo neitralizācijas reakcijas vienādojumu, aprēķini izmantotā kalcija hidroksīda un iegūtā kalcija nitrāta masu! (3 punkti)



$$n(\text{Ca}(\text{OH})_2) = \frac{1}{2} \cdot n(\text{HNO}_3) = \frac{1}{2} \cdot 2 = 1 \text{ mol } m(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 1 \cdot 74 = 74 \text{ g}$$

$$n(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2) = \frac{1}{2} \cdot n(\text{HNO}_3) = \frac{1}{2} \cdot 2 = 1 \text{ mol } m(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2) = 1 \cdot 164 = \mathbf{164 \text{ g}}$$

Lai kalcija nitrātu iegūtu cietā veidā, iegūto šķīdumu ietvaicēja tik ilgi, kamēr tā masa samazinājās par 660 gramiem, bet pēc tam atdzesēja līdz 0 °C. Izkristalizējas 122,82 g kalcija nitrāta tetrahidrāts $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.

Aprēķini bezūdens kalcija nitrāta šķīdību 100 g ūdens 0 °C! (4 punkti)

$$m(\text{šķīduma pirms ietvaicēšanas}) = m(\text{HNO}_3 \text{ šķīduma}) + m(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 900 + 74 = 974 \text{ g}$$
$$m(\text{šķīduma pēc ietvaicēšanas, pirms atdzesēšanas}) = 974 - 660 = 314 \text{ g}$$

Aprēķina 122,82 gramiem $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ atbilstošo bezūdens $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ masu:

$$m(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2, \text{ kas ir izkristalizējies}) = 122,82 \cdot \frac{M(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2)}{M(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O})} =$$
$$= 122,82 \cdot \frac{164}{236} = 85,35 \text{ g}$$

Tātad šķīdumā 0 °C atradīsies: $164 - 85,35 = 78,65 \text{ g Ca}(\text{NO}_3)_2$

Šķīduma kopējā masa 0 °C būs: $314 - 122,82 = 191,18 \text{ g}$

Ūdens masa šķīdumā 0 °C būs: $191,18 - 78,65 = 112,53 \text{ g}$

$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ šķīdība 100 g ūdens 0 °C būs: $100 \cdot \frac{78,65}{112,53} = \mathbf{69,89 \text{ g}}$

3. uzdevums. **Grinokīta piedzīvojumi** (16 punkti)

Metāls, kura oksidēšanās pakāpe ir +2, veido ķīmisko savienojumu A. Vielas A paraugu, kura masa bija 8,64 g, sadalīja divās vienādās daļās. Vienu no tām izkarsēja gaisā un ieguva 672 ml (n.a.) bezkrāsainu gāzi B ar asu smaržu. Otro parauga daļu apstrādāja ar sālsskābi, ieguva 672 ml (n.a.) bezkrāsainu gāzi C ar nepatīkamu smaku. Iegūtās gāzes B un C uztvēra nelielā daudzumā mitrā traukā, radās cietā vienkārša viela D, kurai ir raksturīga dzeltena krāsa.

Aprēķini gāzes B un gāzes C daudzumu! (1 punkts)

$$n(\text{B}) = n(\text{C}) = 0,672/22,4 = \mathbf{0,03 \text{ mol}}$$

Izmantojot aprēķinus, nosaki vielas A, B, C, D un uzraksti trīs notikušo ķīmisko reakciju vienādojumus! (8 punkti)

Gāzu raksturojums norāda, ka, visticamāk, B ir SO_2 , bet C – H_2S . Par to liecina arī dzeltenas cietas vienkāršas vielas (sēra) veidošanās gāzēm reaģējot savā starpā mitruma klātienē.

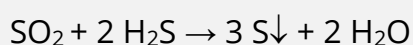
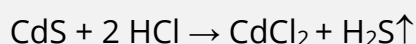
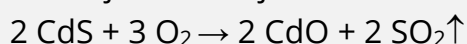
Tādā gadījumā viela A ir kāds metāla(II) sulfīds MeS .

$$n(\text{MeS}) = n(\text{SO}_2 \text{ vai } \text{H}_2\text{S}) \cdot 2 = 0,03 \cdot 2 = 0,06 \text{ mol.}$$

$$M(\text{Me}) = 8,64/0,06 - 32 = 144 - 32 = 112 \text{ g/mol, kas atbilst kadmija Cd molmasai.}$$

A – CdS, B – SO₂, C – H₂S, D – S

Reakciju vienādojumi:



Aprēķini iegūtās dzeltenās vielas masu! (3 punkti)

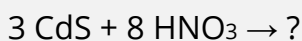
SO₂ un H₂S reagē savā starpā molārajās attiecībās 1 : 2. Šajā eksperimentā pārākumā ir SO₂, tātad aprēķini jāveic pēc H₂S daudzuma.

$$n(S) = 3/2 * n(H_2S) = 3/2 * 0,03 = 0,045 \text{ mol } m(S) = 0,045 * 32 = \mathbf{1,44 \text{ g}}$$

Vielā A reagē ar karstu atšķaidītu slāpekļskābi molārajās attiecībās 3 : 8.

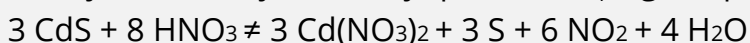
Uzraksti šo ķīmiskās reakcijas vienādojumu! (4 punkti)

Ja CdS reakcija ar HNO₃ būtu tikai apmaiņas reakcija, tad abas vielas reagētu molārajās attiecībās 1: 2, taču tā nav.

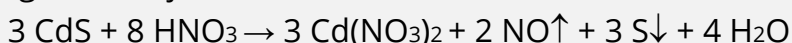


Kadmija sulfīda un slāpekļskābes molārās attiecības 3 : 8 reakcijā norāda, ka CdS reakcija ar slāpekļskābi ir oksidēšanas-reducēšanas reakcija. Reducētājs būs sulfīdjons, kas varētu oksidēties gan par sēru, gan par sēra(IV) oksīdu vai sulfātjonu. Oksidētājs būs slāpekļskābe, kas, visticamāk, reducēsies līdz slāpekļa(IV) oksīdam NO₂ vai slāpekļa(II) oksīdam NO. Reakcijās veidosies arī kadmija nitrāts un ūdens.

Sulfīdjonam oksidējoties par sēru, tas zaudēs 2 elektronus. Koeficients 3 pirms CdS norāda, ka kopā tiks zaudēti 6 elektroni. Ja šajā reakcijā veidotos NO₂, N(V) pievienotu vienu elektronu, tad koeficients pirms NO₂ būtu 6/1 = 6. Taču šajā gadījumā reakcijas vienādojuma kreisajā un labajā pusē ir atšķirīgs slāpekļa atomu skaits.



Ja šajā reakcijā veidotos NO, tad N(V) pievienotu trīs elektronus un koeficients pirms NO būtu 6/3 = 2. Šāda reakcijas produktu izvēle atbilst nosacījumam, ka CdS ar HNO₃ reagē molārajās attiecībās 3 : 8



4. uzdevums. **Ak, šie nelaimīgie maisījumi!** (9 punkti)

Maisījums sastāv no viena un tā paša sārma metāla karbonāta un sulfīta. Katras sāls masas daļa maisījumā ir 50%. Iedarbojoties uz šo maisījumu ar atšķaidītu sērskābi pārākumā, izdalās gāzu maisījums, kura relatīvais blīvums pret ūdeņradi ir 26,850.

Aprēķini gāzu maisījuma vidējo molmasu! (1 punkts)

$$M(\text{vidējā}) = 26,850 * 2 = \mathbf{53,700 \text{ g/mol}}$$

Aprēķini katras gāzes tilpumdaļu gāzu maisījumā! (2 punkti)

Reakcijā izdalās divas gāzes – oglekļa(IV) oksīds un sēra(IV) oksīds.

Pieņemsim, ka CO₂ tilpumdaļa maisījumā ir x, tad SO₂ tilpumdaļa maisījumā būs 1-x
 $44x + 64*(1-x) = 53,700$

Atrisinot vienādojumu, iegūst, ka x = 0,515

CO₂ tilpumdaļa gāzu maisījumā ir **0,515**, bet SO₂ tilpumdaļa gāzu maisījumā ir **0,485**.

Izmantojot aprēķinus, nosaki šo sārma metālu! Metāla molmasai jāsakrīt ± 1 vienības robežās. (6 punkti)

Sārma metāla karbonāta masa maisījumā ir tāda pati kā sārma metāla sulfīta masa, savukārt sārma metāla karbonāta un sārma metāla sulfīta mola daļas maisījumā ir tādas

pašas kā CO₂ un SO₂ tilpumdaļas iegūtajā gāzu maisījumā. Apzīmēsim nezināmā sārmu metāla molmasu ar X.

$$m(\text{Me}_2\text{CO}_3) = n(\text{Me}_2\text{CO}_3) \cdot M(\text{Me}_2\text{CO}_3) = n(\text{CO}_2) \cdot (2X + 60) = 0,515 \cdot (2X + 60)$$

$$m(\text{Me}_2\text{SO}_3) = n(\text{Me}_2\text{SO}_3) \cdot M(\text{Me}_2\text{SO}_3) = n(\text{SO}_2) \cdot (2X + 80) = 0,485 \cdot (2X + 80)$$

$$0,515 \cdot (2X + 60) = 0,485 \cdot (2X + 80)$$

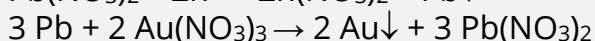
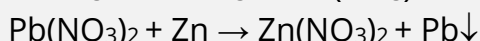
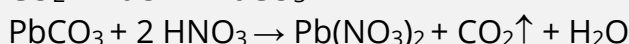
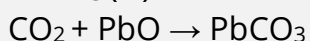
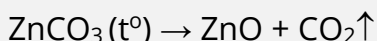
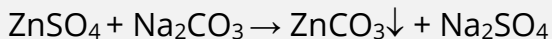
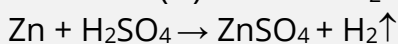
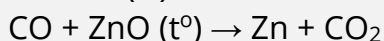
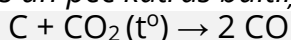
Atrisinot vienādojumu iegūst, ka X = 132, kas kļūdu robežās atbilst cēzija molmasai. Nezināmais sārmu metāls ir **cēzijs**.

5. uzdevums **Ksenijas vectēva alkīmija** (12 punkti)

Ļaudis jau sen runāja, ka Ksenijas vectēvs visu protot pārvērst zeltā. Ksenija tā īsti tam tomēr neticēja, taču, aplūkojot sava vectēva mantas Aizkrauklē, viņa atrada interesantu shēmu: C → CO → Zn → ZnSO₄ → ZnCO₃ → CO₂ → PbCO₃ → Pb(NO₃)₂ → Pb → Au

Vai tiešām šo reakciju rezultātā ogleklis pārvēršas zeltā?

Uzraksti ķīmisko reakciju vienādojumus, kuri saista savā starpā vielas, kas shēmā atrodas pirms un pēc katras bultiņas! (9 punkti)



Aprēķini, cik g zelta „var iegūt”, izmantojot šo ķīmisko reakciju shēmu, ja pirmajā reakcijā piedalījās 8 g oglekļa! (3 punkti)

Protams, ka no oglekļa zeltu iegūt nevar, šajā shēmā tas tiek iegūts aizvietošanas reakcijā no pēdējai reakcijai izvēlētās šķīstošās zelta sāls.

Pirmajā reakcijā iegūtā CO daudzums ir divas reizes mazāks nekā izmantotā oglekļa daudzums. Tālākajās reakcijās (no 2. līdz 8. ieskaitot) izmantojot vienu molu vielas, kas ir pirms bultiņas, vienmēr rodas viens mols nākamā savienojuma, kas atzīmēts shēmā, tātad svina daudzums pēc 8. reakcijas būs divas reizes mazāks nekā sākumā izmantotā oglekļa daudzums.

Pēdējā reakcijā iegūtais zelta daudzums ir 2/3 no izmantotā svina daudzuma, jeb 1/3 no sākotnējā oglekļa daudzuma.

$n(\text{C}) = 8/12 = 0,666 \text{ mol}$, tātad $n(\text{Au}) = 0,666/3 = 0,222 \text{ mol}$, bet **$m(\text{Au}) = 0,222 \cdot 197 = 43,73 \text{ g}$** .

6. uzdevums. Bromīdu līgas noslēpumi (16 punkti)

0,03 molus nezināma metāla bromīdu izšķīdināja ūdenī un ieguva 80 g 7,5% metāla bromīda šķīdumu. Metāla oksidēšanas pakāpe šajā savienojumā ir +2.

Izmantojot aprēķinus, nosaki nezināmo metālu! (3 punkti)

$$m(\text{MeBr}_2) = 80 \cdot 0,075 = 6,00 \text{ g} \quad M(\text{MeBr}_2) = 6,00/0,03 = 200 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{Me}) = 200 - 2 \cdot 80 = 40 \text{ g/mol}$$

Nezināmais metāls ir **kalcijs**

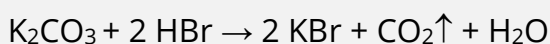
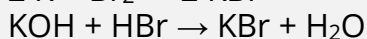
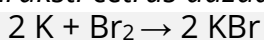
Bromīdus veido praktiski visi metāli.

Uzraksti divu dažādu metālu bromīdu formulas, kurās elektronu skaits metāla katjonā ir tikpat liels kā elektronu skaits bromīdjonā! (2 punkti)

RbBr un **SrBr₂**

Bromīdus var iegūt vairākos veidos.

Uzraksti četrus dažādus ķīmisko reakciju vienādojumus kālija bromīda ieguvei! (4 punkti)



No ūdens šķīdumiem daudzi bromīdi izkristalizējas kristālhidrātu formā. Pilnīgi atūdeņojot (atņemot ūdeni) 7,40 g nezināma metāla(II) bromīda kristālhidrātu, parauga masa samazinājās par 1,8 g.

Izmantojot aprēķinus, nosaki metāla(II) bromīda kristālhidrāta ķīmisko formulu! (5 punkti)

Metāla bromīda parauga masa samazinājās tāpēc, ka kristālhidrāts zaudēja ūdeni. $n(\text{H}_2\text{O}) = 1,8/18 = 0,1$ mols

$$m(\text{MeBr}_2) = 7,40 - 1,80 = 5,60 \text{ g}$$

Koeficients pirms ūdens molekulām kristālhidrāta formulā parasti ir mazs vesels skaitlis. Vispārīgā veidā šo nezināmā metāla bromīda formulu var izteikt kā $\text{MeBr}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ $n(\text{MeBr}_2) = n(\text{H}_2\text{O})/x = 0,1/x$

$$M(\text{MeBr}_2) = 5,60/(0,1/x) = 56x$$

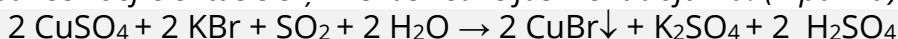
Pārbaudām dažādas iespējamās x vērtības:

$x = 1$, tad $M(\text{MeBr}_2) = 56 \text{ g/mol}$, kas ir mazāka par divu bromīdjonu molmasu, tāda savienojuma nav $x = 2$, tad $M(\text{MeBr}_2) = 112 \text{ g/mol}$, kas ir mazāka par divu bromīdjonu molmasu, tāda savienojuma nav $x = 3$, tad $M(\text{MeBr}_2) = 168 \text{ g/mol}$, bet $M(\text{Me}) = 168 - 160 = 8 \text{ g/mol}$, tāda metāla nav.

$x = 4$, tad $M(\text{MeBr}_2) = 224 \text{ g/mol}$, bet $M(\text{Me}) = 224 - 160 = 64 \text{ g/mol}$, kas atbilst vara Cu molmasai Savienojuma formula **CuBr₂·4H₂O**

Vara(I) bromīds CuBr nešķīst ūdenī. Tas rodas oksidēšanas-reducēšanas reakcijā, uztverot sēra(IV) oksīdu ūdensšķīdumā, kas satur vara(II) sulfātu un kālija bromīdu.

Saliec koeficientus šīs ķīmiskās reakcijas vienādojumā! (2 punkti)



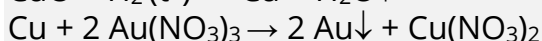
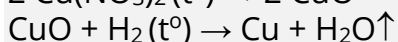
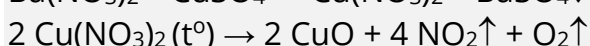
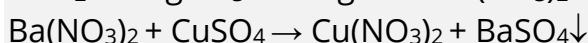
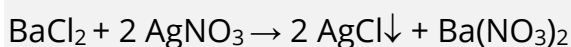
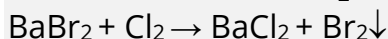
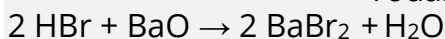
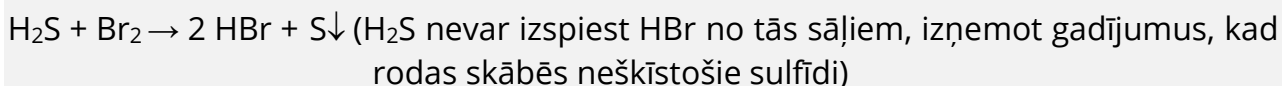
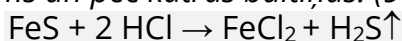
10. KLASE

1. uzdevums. **Ksenijas vectēva alkīmija.** (9 punkti)

Ļaudis jau sen runāja, ka Ksenijas vectēvs visu protot pārvērst zeltā. Ksenija tā īsti tam tomēr neticēja, taču, aplūkojot sava vectēva mantas Aizkrauklē, viņa atrada interesantu shēmu: $\text{FeS} \rightarrow \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{HBr} \rightarrow \text{BaBr}_2 \rightarrow \text{BaCl}_2 \rightarrow \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{CuO} \rightarrow \text{Cu} \rightarrow \text{Au}$

Vai tiešām šo reakciju rezultātā dzelzs sulfīds pārvēršas zeltā?

Uzraksti ķīmisko reakciju vienādojumus, kuri saista savā starpā vielas, kas shēmā atrodas pirms un pēc katras bultiņas! (9 punkti)



2. uzdevums. **Cinka un sēra maisījums** (9 punkti)

Cinka un sēra maisījumu, kura kopējā masa bija 6,49 g, ilgstoši karsēja bez gaisa klātienēs, tad maisījumu atdzesēja un izšķīdināja atšķaidītā sālsskābē. Iegūtos gāzveida produktus savāca, to tilpums bija 2,016 litri (n.a.), bet relatīvais blīvums pret hēliju 2,278.

Aprēķini gāzveida produktu daudzumu un to vidējo molmasu! (2 punkti)

$$n(\text{gāze}) = 2,016/22,4 = 0,09 \text{ mol}$$

$$M(\text{gāze}) = 4 \cdot 2,278 = \mathbf{9,112 \text{ g/mol}}$$

Molmasas lielums norāda, ka ir radies divu gāzu – sērūdeņraža un ūdeņraža maisījums

Aprēķini katras gāzes tilpumdaļu gāzu maisījumā! (2 punkti)

Pieņemsim, ka ūdeņraža tilpumdaļa maisījumā ir x , tādā gadījumā sērūdeņraža tilpumdaļa maisījumā būs $1-x$.

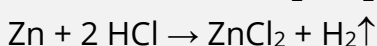
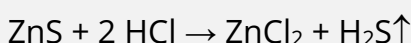
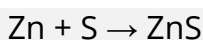
$$2x + 34(1-x) = 9,112$$

Atrisinot vienādojumu, iegūst, ka $x = 0,778$.

Ūdeņraža tilpumdaļa maisījumā ir 0,778 jeb **77,8%**.

Sērūdeņraža tilpumdaļa maisījumā ir 0,222 jeb **22,2%**.

Uzraksti visu notikušo ķīmisko reakciju vienādojumus un aprēķini reakcijā izlietotās sālsskābes daudzumu! (2 punkti)



$$n(\text{HCl}) = 2 \cdot (n(\text{H}_2\text{S}) + n(\text{H}_2)) = 2 \cdot 0,09 = \mathbf{0,18 \text{ mol}}$$

Aprēķini sēra masas daļu sākotnējā maisījumā! (3 punkti)

Gan viens mols cinka, gan viens mols cinka sulfīda reakcijā ar sālsskābi izdala vienu molu gāzes (ūdeņraža vai sērūdeņraža), tātad cinka daudzums sākotnējā maisījumā ir tāds pats kā kopējais izdalīto gāzu daudzums, jeb 0,09 moli.

$$m(\text{Zn}) = 0,09 \cdot 65 = 5,85 \text{ g} \quad m(\text{S}) = 6,49 - 5,85 = 0,64 \text{ g}$$

$$w(\text{S}) = 0,64/6,49 = 0,0986 \text{ jeb } \mathbf{9,86\%}$$

3. uzdevums. **Sēra savienojumi ar halogēniem** (14 punkti)

Sērs veido savienojumus ne tikai ar metāliem, bet arī ar nemetāliem. Sēra savienojumi ar halogēniem ir gan cietas, gan šķidrās, gan gāzveida vielas. Viens no sēra halogēniem A rodas, sēram tiešā veidā reaģējot ar šo halogēnu, un tas satur 21,92% sēru. Šī savienojuma molekulas forma ir regulārs oktaedrs, kura centrā ir sēra atoms, bet virsotnēs – halogēna atomi. Savienojums ir ķīmiski ļoti inerta gāze.

Izmantojot aprēķinus, nosaki šī savienojuma ķīmisko formulu! (2 punkti)

Savienojuma molekulā ir viens sēra atoms, tātad tā molmasa ir $M = 32/0,2192 = 146 \text{ g/mol}$. Oktaedram ir sešas virsotnes, tātad savienojuma molekulā ir 6 halogēna atomi, bet atbilstošā halogēna molmasa ir $(146 - 32)/6 = 19 \text{ g/mol}$. Šis halogēns ir fluors, bet savienojuma formula SF_6 .

A – SF_6

Savienojuma formulu SF_6 var arī atrast, nezinot to, ka oktaedram ir 6 virsotnes, bet pieņemot, ka savienojuma formula ir SX_n , bet pēc tam piemeklējot tādu halogēnu un n vērtību, lai sēra masas daļa šajā savienojumā būtu 21,92%.

Šis halogēns ar sēru veido vēl trīs citus savienojumus B, C un D. Savienojums B arī ir gāze, taču to nevar iegūt tiešā sintēzē. Viena litra savienojuma B masa ir 4,554 g (n.a.).

Izmantojot aprēķinus, nosaki savienojuma B formulu! (3 punkti)

$$M(\text{B}) = 4,554 \cdot 22,4 = 102 \text{ g/mol}$$

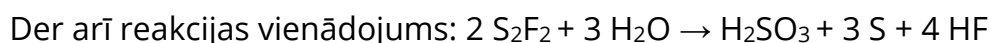
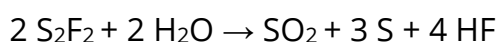
Pieņemsim, ka savienojuma molekulā ir 1 sēra atoms, tad fluora atomu skaits molekulā būs $(102 - 32)/19 = 70/19 = 3,68$, kas nav iespējams.

Pieņemsim, ka savienojuma molekulā ir 2 sēra atomi, tas fluora atomu skaits molekulā būs $(102 - 2 \cdot 32)/19 = 38/19 = 2$, šāds risinājums der.

Savienojuma **B** formula ir **S_2F_2**

Savienojums B ir ļoti reaģētspējīgs. Tas reaģē ar ūdeni, veidojot divas saliktas vielas un vienu vienkāršu cietu vielu, turklāt 50% no reakcijā iegūtā vielu kopējā daudzuma (nevis vielu skaita) satur ķīmisko elementu sēru.

Uzraksti šī reakcijas vienādojumu! (2 punkti)

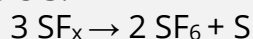


Savienojums C ir termiski stabila gāze, kas sadalās tikai virs $600 \text{ }^\circ\text{C}$, veidojot jau pieminēto vielu A un kādu vienkāršu vielu molārajās attiecībās 2 : 1.

Nosaki savienojuma C formulu un uzraksti šīs reakcijas vienādojumu! (3 punkti)

Pieņemsim, ka savienojuma C formula ir SF_x

Savienojums A ir SF₆ un sēra oksidēšanas pakāpē tajā ir +6. Visticamāk, ka savienojumā C sēra oksidēšanas pakāpe ir zemāka par +6, tātad šī savienojuma sadalīšanās būs disproporcionēšanās reakcija, kurā rodas savienojums ar augstāku sēra oksidēšanas pakāpi SF₆ un savienojums ar zemāku sēra oksidēšanas pakāpi – vienkāršā sērs S:

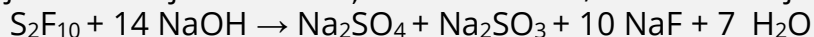


x = 4, savienojuma **C** formula ir **SF₄**.

Savienojums D ir pasīvs bezkrāsains šķidrums. Tā molekulā sērs veido 6 kovalentās ķīmiskās saites, taču sēra oksidēšanas pakāpe ir zemāka par 6. Savienojums D reaģē ar koncentrētu nātrija hidroksīda šķīdumu, reakcijā rodas trīs dažādi sāļi un viens oksīds. Diviem no sāļiem ir vienāds kvalitatīvais, bet atšķirīgs kvantitatīvais sastāvs, nātrija masas daļa tajos ir attiecīgi 36,51% un 32,39%, reakcijā rodas vienādi to daudzumi. Savukārt trešā sāls daudzums ir 10 reizes lielāks nekā pirmā vai otrā sāls daudzums.

Nosaki savienojuma C ķīmisko formulu un uzraksti ķīmiskās reakcijas vienādojumu starp savienojumu C un nātrija hidroksīdu! (4 punkti)

Tas, ka sērs veido 6 ķīmiskās saites, bet tā oksidēšanas pakāpe šajā savienojumā ir mazāka par 6, varētu nozīmēt, ka molekulā ir divi sēra atomi, starp kuriem ir kovalentā ķīmiskā saite. Tādā gadījumā, katrs no sēra atomiem vēl veido 5 ķīmiskās saites ar fluora atomiem un savienojuma formula varētu būt S₂F₁₀. Sēram oksidēšanas pakāpe +5 nav raksturīga, tāpēc šāds savienojums reakcijā ar nātrija hidroksīda šķīdumu varētu disproporcionēties, veidojot nātrija sulfātu un nātrija sulfītu, kuros sēra oksidēšanas pakāpes attiecīgi ir +6 un +4. Tas atbilst arī uzdevumā norādītajai nātrija masas daļai abos šajos savienojumos un sāļu daudzumiem, kas rodas šajā reakcijā:



D – S₂F₁₀

4. uzdevums. **Kas ir LiClO_x?** (6 punkti)

Hlors veido četras skābekli saturošas skābes, kuru ķīmiskās formulas ir HClO, HClO₂, HClO₃ un HClO₄. To sāļi ir stipri oksidētāji, ķīmiskajās reakcijās tie parasti reducējas līdz

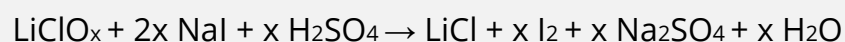
hlorīdiem. 0,149 g viena no šo skābju litija sāļiem skābā vidē (to nodrošināja ar atšķaidītu sērskābi) reaģēja ar nātrija jodīdu. Reakcijā radās 1,016 g jods.

Izmantojot aprēķinus, nosaki, kuru no litija sāļiem izmantoja šajā reakcijā! (6 punkti)

$$n(\text{I}_2) = 1,016/254 = 0,004 \text{ mol}$$

Apzīmēsim izmantotā litija sāls formulu ar LiClO_x.

Notikušās reakcijas vienādojumu vispārīgā veidā var pierakstīt šādi:



$$n(\text{LiClO}_x) = n(\text{I}_2)/x = 0,004/x$$

$$M(\text{LiClO}_x) = m(\text{LiClO}_x) / n(\text{LiClO}_x) = 0,149/(0,004/x) = 37,25x$$

Ja x = 1, tad M(LiClO_x) = 37,25 g/mol, kas neatbilst savienojuma LiClO molmasai.

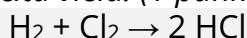
Ja x = 2, tad M(LiClO_x) = 74,5, g/mol, kas atbilst savienojuma LiClO₂ molmasai

Šis savienojums ir **LiClO₂**

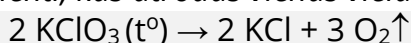
5. uzdevums. **Oksidēšanas-reducēšanas līkloči** (11 punkti)

Oksidēšanas-reducēšanas reakcijas ir vienas no visizplatītākajām ķīmiskajām reakcijām.

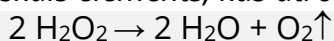
Uzraksti ķīmiskās reakcijas vienādojumu, kurā oksidētājs ir viena viela, bet reducētājs ir cita viela! (1 punkts)



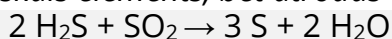
Uzraksti ķīmiskās reakcijas vienādojumu, kurā oksidētājs un reducētājs ir dažādi ķīmiskie elementi, kas atrodas vienas vielas sastāvā! (2 punkti)



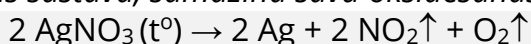
Uzraksti ķīmiskās reakcijas vienādojumu, kurā oksidētājs un reducētājs ir viens un tas pats ķīmiskais elements, kas atrodas vienas vielas sastāvā! (2 punkti)



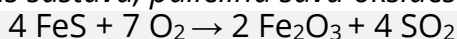
Uzraksti ķīmiskās reakcijas vienādojumu, kurā oksidētājs un reducētājs ir viens un tas pats ķīmiskais elements, bet atrodas divu dažādu vielu sastāvā! (2 punkti)



Uzraksti ķīmiskās reakcijas vienādojumu, kurā divi ķīmiskie elementi, kas atrodas vienas vielas sastāvā, samazina savu oksidēšanas pakāpi! (2 punkti)



Uzraksti ķīmiskās reakcijas vienādojumu, kurā divi ķīmiskie elementi, kas atrodas vienas vielas sastāvā, palielina savu oksidēšanas pakāpi! (2 punkti)



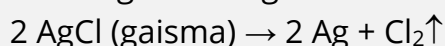
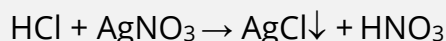
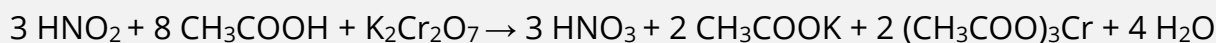
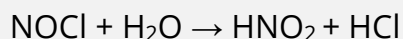
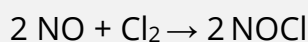
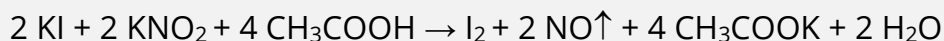
6. uzdevums. **Vēl viens nezināms ķīmiskais elements** (21 punkts)

Nemetālisks ķīmiskais elements veido vienkāršu vielu A, kuras molmasu var iegūt, pareizinot ķīmiskā elementa molmasu ar veselu skaitli. Šim ķīmiskajam elementam ir zināmi vairāki oksīdi, tā zemāko oksīdu B izmanto par propelentu pārtikas produktiem. Uztverot kālija hidroksīda šķīdumā vienu no šī elementa oksīdiem ar augstāku oksidēšanas pakāpi C, šķīdumā radās divu sāļu maisījums. Iegūto šķīdumu paskābināja un reducēja ar kālija jodīda pārākumu, radās gāze D. Gāze D reaģēja ar halogēnu E, veidojot oranždzeltenu gāzi F, kuras masa bija 2,183 reizes lielāka par sākotnējo gāzes D masu. Iegūto gāzi F šķīdināja aukstā ūdenī un iegūto šķīdumu sadalīja divās vienādās daļās. Lai vienu no šķīdumā esošajām vielām nooksidētu, šo šķīduma daļu paskābināja un tad pievienoja stehiometrisku kālija dihromāta $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ daudzumu. Otrajai šķīduma daļai pievienoja sāls G šķīdumu, izkrita biezpienveida nogulsnes H. Nogulsnes H nofiltrēja, izžāvēja un uzglabāja gaismā, turklāt tika novērots, ka tās sadalās par vielu E un metālu I.

Nosaki vielas A, B, C, D, E, F, G, H un I (9 punkti)

A - N₂	B - N₂O	C - NO₂ (pareiza atbilde ir arī N₂O₄)	D - NO
E - Cl₂	F - NOCl	G - šķīstoša sudraba sāls, piem., AgNO₃	H - AgCl
I - Ag			

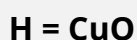
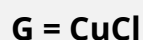
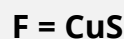
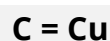
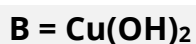
Uzraksti ķīmisko reakciju vienādojumus visiem minētajiem procesiem (7 vienādojumi)! (12 punkti)



11. KLASE

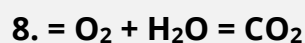
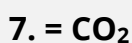
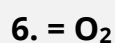
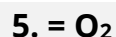
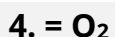
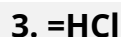
1. uzdevums. **Izgulsnējam!** (11 punkti)

1. Kādas ir **A – I** ķīmiskās formulas?



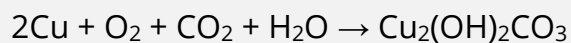
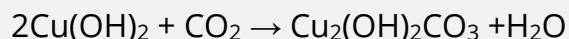
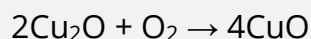
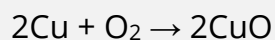
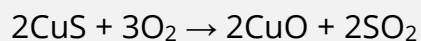
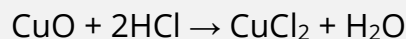
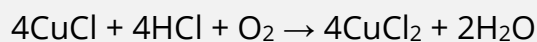
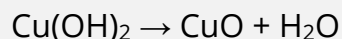
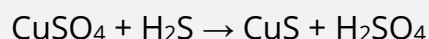
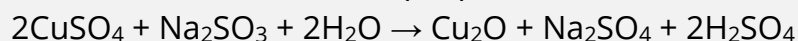
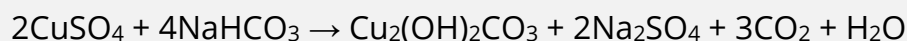
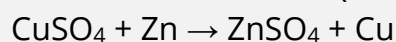
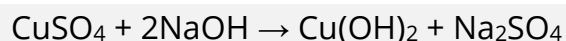
Par katru formulu 0,5 punkti, kopā 4,5 punkti.

2. Kādi reaģenti jālieto reakciju 3. – 8. realizēšanai?



Par katru 0,5 punkti, kopā 3 punkti.

3. Uzraksti visu aprakstīto ķīmisko reakciju vienādojumus!



Par katru reakciju 0,25 punkti, kopā 3,5 punkti.

2. uzdevums. **Varalīze** (12 punkti)

1. Par kādu jonu klātieni liecina veiktais eksperiments.

Sulfāta SO_4^{2-}

0,5 punkti

2. Kāds ir šo jonu masas daļa savienojumā **A**?

$$\begin{aligned}n(SO_4^{2-}) &= n(PbSO_4) = \frac{m}{M} = \frac{1,05}{303,26} = 0,00346 \text{ mol} \\m(SO_4^{2-}) &= n \cdot M = 0,00346 \cdot 96,06 = 0,332 \text{ g} \\w(SO_4^{2-}) &= \frac{m(SO_4^{2-})}{m(par)} = \frac{0,332}{0,85} = 0,391\end{aligned}$$

1,5 punkti

3. Kādas daļiņas tiek noteiktas ar šo eksperimentu.

Titrējot ar skābi nosaka bāziskā amonjaka NH_3 daudzumu.

1 punkts

4. Ar kādām ķīmiskām pārvērtībām saistāmā aprakstītā krāsas maiņa?

Titrējot tiek samazināts šķīdumā esošais amonjaka daudzums:



Tas rezultējas ar vara (II) tetraamino kompleksa pakāpenisku sadalīšanos, piem.:



Krāsas maiņa no dzeltenas uz oranžu saistāma ar metiloranža krāsu skābā vidē, kad viss amonjaks ir notitrēts.

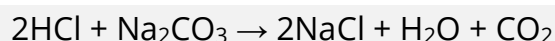
1 punkts

5. Kādēļ standartizēšanai netiek izmantots, piem., nātrija hidroksīda šķīdums?

Nātrija hidroksīds nav standartviela – tas no gaisa saistīs CO_2 , pārvēršoties par nātrija karbonātu.

0,5 punkti

6. Kāda ir titrēšanā lietotās sālsskābes koncentrācija?



$$\begin{aligned}n(HCl) &= 2n(karb) = 2 \frac{m(karb)}{M(karb)} = 2 \frac{0,0555}{105,99} = 0,00105 \text{ mol} \\C(HCl) &= \frac{n}{V} = \frac{0,00105}{0,0105} = \mathbf{0,100 \text{ M}}\end{aligned}$$

1 punkts

7. Kāds ir nosakāmo daļiņu masas daļa paraugā?

$$\begin{aligned}n(NH_3) &= n(HCl) = C \cdot V = 0,100 \cdot 0,01632 = 0,001632 \text{ mol} \\m(NH_3) &= n \cdot M = 0,001632 \cdot 17,04 = 0,0278 \text{ g} \\w(NH_3) &= \frac{m(NH_3)}{m(par)} = \frac{0,0278}{0,100} = \mathbf{0,278}\end{aligned}$$

1 punkts

8. Kāda ir vara masas daļa savienojumā **A**?

Vara (II) jonu masa pievienotajā standartšķīdumā bija 50,0 mg, savukārt vara (II) jonu masa no parauga ir x .

Tā kā abus šķīdumus atšķaida līdz 25 ml, absorbcijai varam izmantot:

$$x \rightarrow 0,857$$

$$x + 50,0 \rightarrow 1,188$$

Līdz ar to varam secināt, ka 50,0 mg vara dos absorbciju $1,188 - 0,857 = 0,331$

Tad varam rakstīt, ka:

$$50,0 - 0,331$$

$$x - 0,857$$

$$\text{Un pēc krusta likuma atrast, ka } x = \frac{50,0 \cdot 0,857}{0,331} = 129,5 \text{ mg}$$

$$\text{Tātad vara (II) jonu masas daļa ir } w(\text{Cu}) = \frac{m(\text{Cu})}{m(\text{par})} = \frac{0,1295}{0,500} = \mathbf{0,259}$$

1,5 punkti

9. Kāda ir **A** formula? Kāds ir tā nosaukums?

Varam sarēķināt, ka bez vara(II), SO_4^{2-} un NH_3 pāri palikusī masas daļa ir $1 - 0,391 - 0,259 - 0,278 = \mathbf{0,072}$. Tā kā sintēzē bez šīm daļiņām pieejams ir tikai ūdens, šī ir **H₂O** masas daļa.

1 punkts

Tad varam sarēķināt katras daļiņas molāro attiecību:

$$n(\text{Cu}) = \frac{0,259}{63,55} = 0,00408 \text{ mol}$$

$$n(\text{SO}_4^{2-}) = \frac{0,391}{96,06} = 0,00407 \text{ mol}$$

$$n(\text{NH}_3) = \frac{0,278}{17,04} = 0,0163 \text{ mol}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{0,072}{18,02} = 0,00400 \text{ mol}$$

Tad varam atrast savienojuma veidojošo elementu attiecību:

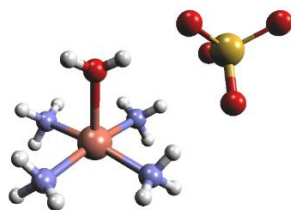
$$n(\text{Cu}):n(\text{NH}_3):n(\text{SO}_4):n(\text{H}_2\text{O}) = 1:4:1:1$$

Līdz ar to savienojums ir $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ jeb korektāk $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4(\text{H}_2\text{O})]\text{SO}_4$.

Tā nosaukums vara(II) tetraamīnakva sulfāts (jeb vara(II) tetraamīn sulfāta monohidrāts).

2 punkti

10. Telpiski attēlojiet **A** uzbūvi.



99. att.

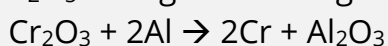
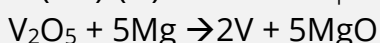
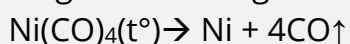
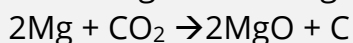
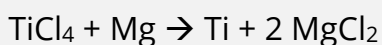
1 punkts

3. uzdevums. **Pieci metāli sakausējumā stāv** (12 punkti)

1. Uzraksti aprakstītos reakcijas vienādojumus un nosaki metālus **A, B, C, D, E**.

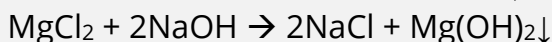
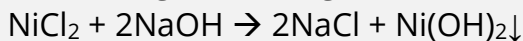
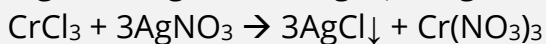
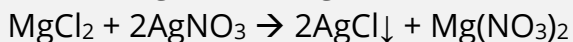
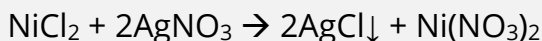
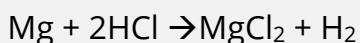
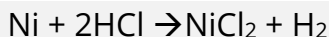
A-Ti B-Mg C-Ni D-V E-Cr F-TiCl₄ X-Ni(CO)₄ H-V₂O₅ Y-Cr₂O₃ Z-MgO

Par katru formulu 0,5 punkti, kopā 5 punkti



Kopā 1 punkts.

2. Noteikt **A, B, C, D, E**, masas daļu procentos sākotnējajā metāla paraugā, ja zināms, ka 34,123 g nogulšņu satur tikai divus no metāliem vielas daudzumu attiecībā 1:1,35677.



Sistēma, kas jāatrisina:

$$65.877 = 58.693n_{\text{Ni}} + 24.305n_{\text{Mg}} + 51.996n_{\text{Cr}}$$

$$489.422 = 286.64n_{\text{Ni}} + 286.64n_{\text{Mg}} + 429.96n_{\text{Cr}}$$

$$74.431 = 92.724 \cdot n_{\text{Ni}} + 58.320n_{\text{Mg}}$$

$$W\%(\text{Ni}) = 28.856\text{g} \cdot 100/100 = 28.856\% \quad W\%(\text{Mg}) = 12.021\text{g} \cdot 100/100 = 12,021\%$$

$$W\%(\text{Cr}) = 25.000\text{g} \cdot 100/100 = 25,000\% \quad W\%(\text{V}) = 15.000\text{g} \cdot 100/100 = 15.000\%$$

$$W\%(\text{Ti}) = 19.123\text{g} \cdot 100/100 = \mathbf{19.123\%}$$

Kopā 6 punkti

4. uzdevums. **Senioru izpriecās** (13 punkti)

1. Kas ir metāls **X**? Uzraksti **D** ķīmisko formulu!

Sākotnēji varam domāt, ka **A** ir metāla **X** hlorīds XCl_n .

Metāla masas daļa tajā būtu $w_X = \frac{A(X)}{A(X) + nA(\text{Cl})}$

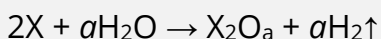
Tātad varam izteikt metāla atommasu:

$$A_X = \frac{nw_X A_{\text{Cl}}}{1 - w_X} = n \frac{0,6982 \cdot 35,45}{1 - 0,6982} = 82,01n$$

n	A
1	82.01
2	164.02
3	246.03

Diemžēl šāda analīze mums nedod nevienu derīgu rezultātu. Rūpīgāk apskatot uzdevuma tekstu varam ievērot, ka nav teikts, ka **A** ir metāla hlorīds, bet hlorīds, kurš satur šo metālu, līdz ar to tā ķīmiskā formula būs sarežģītāka.

Uzticamāks metāla noteikšanai ir tā oksīds **D**, kas rodas metāla reakcijā ūdeni:



Kur pie pāra pakāpēm formula un vienādojums jādala ar 2.

Atrodam ūdeņraža daudzumu:

$$n = \frac{pV}{RT} = \frac{295,6 \cdot 0,100}{8,314 \cdot (273,15 + 150)} = 0,008402 \text{ mol}$$

Tātad metāla daudzums attiecīgi būs $\frac{2}{a} \cdot 0,008402 \text{ mol}$ un metāla atommasa attiecīgi:

$$A_x = \frac{m}{n} = \frac{1,000}{\frac{2}{a} \cdot 0,008402} = 59,51 \cdot a$$

a	A	
1	59.51	
2	119.02	Sn
3	178.53	Hf
4	238.04	U

Lai gan nosacījumiem atbilst arī Sn un Hf, SnO nav tā stabilākais oksīds (un tālāk nav iespējams iegūt eksistējošus savienojumus), savukārt Hf₂O₃ neeksistē. Tātad meklētais oksīds **D** ir **UO₂**, un metāls **X** ir **U**. 5 punkti

2. Uzraksti **A** ķīmisko formulu!

Oksīdam reaģējot ar sālsskābi var veidoties vai nu metāla hlorīds, vai dažiem elementiem arī oksianjonu hlorīdi. Tātad šai gadījumā tas būtu UO_bCl_c. Varam noteikt, ka kopējā O_bCl_c molmasa ir:

$$M = \frac{A_U w_{OCl}}{w_U} = \frac{238,03 \cdot (1 - 0,6982)}{0,6982} = 102,89 \text{ g/mol}$$

Varam pārbaudīt, cik pie katras *c* vērtības ir *b* vērtība, iegūstot:

c	b
1	4.215
2	1.999375
3	-0.21625

Redzam, ka vienīgā derīgā kombinācija ir 2 un 2, līdz ar ko **A** = UO₂Cl₂.

2 punkti

3. Uzraksti **B** un **C** ķīmiskās formulas! Kāda ir **X** oksidēšanās pakāpe oksīdā **C**.

Ja metāla oksīdu **D** pierakstam kā UO_d, tad

$$A_U = 84,8\% \\ dA_O = 15,2\%$$

varam noteikt, ka *d* ir:

$$d = \frac{A_U \cdot 15,2}{84,8 \cdot A_O} = \frac{238,03 \cdot 15,2}{84,8 \cdot 16,00} = 2,666$$

Varam redzēt, ka veselus skaitļus iegūstam pie formulas **U₃O₈**, kas arī ir **C**.

Tā kā oksidēšanās pakāpes būs +4 vai augstākas, varam pārbaudīt iespējamās kombinācijas.

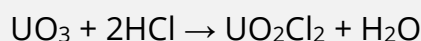
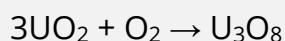
Ja ņemam UO₂ kā vienu no daļām, otra daļa paliek U₂O₆, kas nederēs, jo saīsinās uz UO₃.

Ņemot U₂O₅ pāri paliek UO₃, kas arī ir pareizā atbilde, līdz ar to oksidēšanās pakāpes ir **+5** un **+6**.

Oksidējot šo oksīdu iegūsim **UO₃**, kas ir **B**.

3 punkti

4. Uzraksti aprakstīto ķīmisko reakciju vienādojumus.



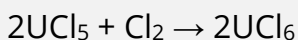
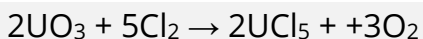
Kopā 1 punkts

5. Uzraksti **E** un **F** ķīmiskās formulas!



Kopā 1 punkts

6. Uzraksti ķīmisko reakciju vienādojumus!



Kopā 1 punkts

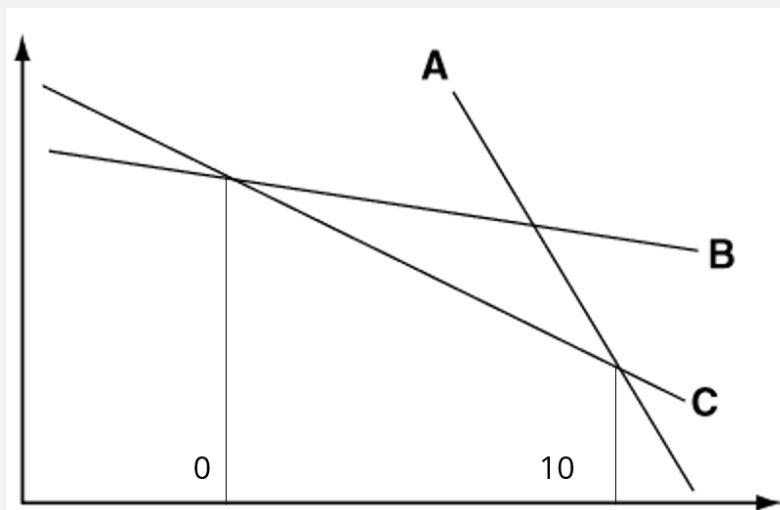
5. uzdevums. **Pavasara baltie ceļi** (13 punkti)

1. Noteikt, kura līnija atbilst kurai ūdens fāzei.

A – ūdens tvaiks (gāze), B – ledus (cieta), C – ūdens (šķidra)

(1 punkts tikai, ja visi 3 pareizi)

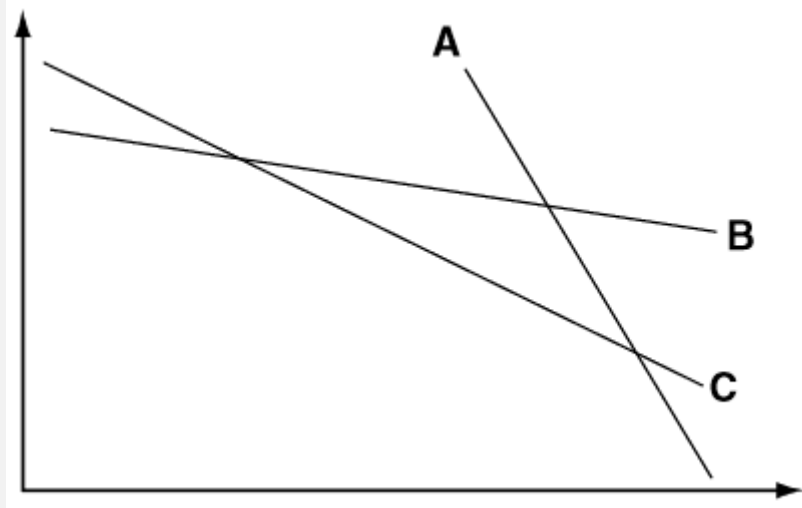
2. Grafikā (100. att.) nepārprotami atzīmēt divas zināmas temperatūras, kuras atbilst ūdens ķīmiskā potenciāla atkarībai no temperatūras (pie standarta spiediena).



100. att.

Jābūt nepārprotamām līnijām, kuras izriet no BC un AC krustpunktiem. (1 punkts par katru taisni/temperatūru; kopā 2 punkti)

Grafikā (101. att.) iezīmē taisni, kas atbilst sāls šķīduma ķīmiskajam potenciālam.



101. att.

Grafikā jābūt jaunai taisnei, kura ir paralēla C un zem tās. (1 punkts)

3. Nosaki, kā sāls šķīdums ietekmēs viršanas temperatūru (pie vienāda spiediena) relatīvi pret tīru ūdeni.
- Zemāks nekā ūdenim
 - Tāds pats kā ūdenim
 - **Augstāks nekā ūdenim** (1 punkts)
4. Izmantojot tīra ūdens blīvumu 1,00 g/mL aprēķini tā koncentrāciju mol/L.

Varam pieņemt, ka $V=1\text{L}$, tādējādi $m(\text{ūdens})=1000\text{g}$. $M(\text{ūdens})=18\text{ g/mol}$
 $C=m/(M*V)=1000\text{g}/(18\text{ g/mol}*1\text{L})=55,5=$ **56 mol/L** (1 punkts)

5. Aprēķini kopējo jonu mol daļu (x_i) 3,00 M NaCl šķīdumā. Pieņem, ka, šķīdinot sāli, šķīduma kopējais tilpums nemainās.

Vielas daudzums ir proporcionāls koncentrācijai šķīdumā, tādēļ vieglāk rēķināt koncentrācijās.

$$C(\text{NaCl})=3,00\text{ M}$$

$$C(\text{kopējo jonu})=6,00\text{M}$$

$$C(\text{ūdens})=55,5\text{ M}$$

$$X_i=6/(55,5+6)=$$
0,098

(1 punkts)

6. Aprēķini ΔT un sasaldšanas temperatūru 3,00 M NaCl šķīdumam.

$$\Delta T = (0,098*8,314*273^2)/6010=10,1^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{šķ}}=-10,1^\circ\text{C}=263,05\text{K}$$

(ja $\Delta T = \{10,0; 10,3\}$, tad 2 punkti; ja entalpija izmantota kJ nevis J, tad viens punkts; par 2 zīmīgo skaitļu lietošanu -0,5p; ja kļūda pārnesas no 6. punkta, tad maksimālie punkti, ja $\Delta T=103*x_i$)

7. Uz ceļiem faktiski sāls ir lielā pārākumā, tādējādi maksimālo sasaldšanas temperatūras pazeminājumu stipri ietekmē maksimālā sāls šķīdība ūdenī pie

zemām temperatūrām. Viskoncentrētākie NaCl šķīdumi paliek šķidri līdz pat -21,1°C. Aprēķini NaCl koncentrāciju (M) šajā šķīdumā.

Pārveidojot temperatūras pazeminājuma punkta formulu, iegūst

$$x_i = \frac{\Delta T \Delta_{kuš} H^\circ}{RT_{kuš}^2} = \frac{21,1 * 6010}{8,314 * 273^2} = 0,205$$

Tālāk aprēķina kopējo jonu koncentrāciju, iegūstot 14,28 M, no kura iegūst $c(\text{NaCl})=7,1 \text{ M}$

(Ja $C = \{14,0; 14,4\}$, tad 2 punkti; ja entalpija izmantota kJ nevis J, tad viens punkts)

8. Aprēķiniet sasaldēšanas punktu 3,00 M CaCl_2 šķīdumam.

$C(\text{CaCl}_2)=3,0 \text{ M}$

$C(\text{kopējo jonu})=9,0 \text{ M}$

$C(\text{ūdens kopējā})=55,5 \text{ M}$

$C(\text{brīvā ūdens})=55,5-(9*3,0 \text{ M})=28,5 \text{ M}$

Moldaļa $x=9/(9+28,5)=0,24$

$\Delta T = (0,24*8,314*273^2)/6010=24,7^\circ\text{C}$

$T_{\text{šķ}}=-24,7^\circ\text{C}=248,45\text{K}$

(ja $\Delta T = \{24,6; 24,8\}$, tad 2 punkti; ja entalpija izmantota kJ nevis J, tad viens punkts;

par 2 zīmīgo skaitļu lietošanu -0,5p; ja nav izmantota ūdens saistīšanās ideja, tad -1 punkts)

Papildu informācija par uzdevumu:

Zināšanas, kas tiek sagaidītas no skolēna:

- Izpratne par fāzu īpašībām un fāzu pārejām, atšķirībām makroskopiskā un molekulārā līmenī. Izpratne par korektu mērvienību noteikšanu nezināmiem fizikāliem lielumiem (dimensionālā analīze). Izpratne par izšķīdušā sāls ietekmi uz šķīduma īpašībām un procesiem, kas notiek šķīšanas brīdī.

6. uzdevums. Termiski nestabilie (19 punkti)

1. Uzraksti **A – M** ķīmiskās formulas.

A = $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$

D = NH_3

G = N_2O

J = NO

M = N_2O_4

B = NH_4NO_3

E = H_2O

H = Cr_2O_3

K = O_2

C = $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

F = CO_2

I = N_2

L = NO_2

Par katru formulu 0,5 punkti, izņemot par M = 0,25 punkti, kopā 6,25 punkti

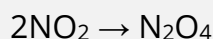
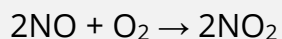
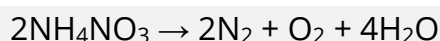
2. Uzraksti visu aprakstīto pārvērtību ķīmisko reakciju vienādojumus.

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

$\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O}$

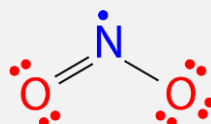
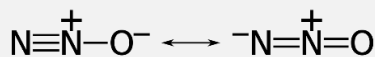
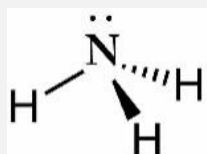
$(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{N}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$

$2\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow \text{N}_2 + 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O}$

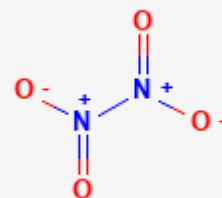


Par katru vienādojumu 0,25 punkti, kopā 1,75 punkti

3. Uzzīmē **D**, **G**, **L** un **M** Luisa struktūrformulu. Detalizēti attēlo un uzraksti šo molekulu telpisko formu.



102. att.



Kopā 2 punkti

4. Kādēļ **C** sadalīšanu nav pārāk labi iekļaut ķīmijas demonstrējumos?

Dihromāts ir toksisks un kancerogēns.

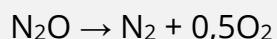
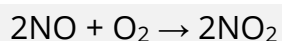
1 punkts

5. Kas ir viela, kura ietilpa reakcijas produktos 100 °C bez **G**, **I**, **J**, **E**.

Ja reakcijas maisījums satur N_2O , N_2 , NO un H_2O , ir skaidrs, ka ir notikušas visas trīs sadalīšanās reakcijas. Tā kā reakcijā rodas arī O_2 , tas izreaģēs ar NO , dodot **NO₂**, kas arī ir neuzskaitītā viela. Turklāt tā kā klāt ir tikai 1 viela, tad viss O_2 izreaģējis.

1 punkts

6. Uzrakstīt ķīmisko reakciju vienādojumus pārvērtībām, kas norisinājās ar **B** sadalīšanas produktiem aprakstītajos eksperimentos.



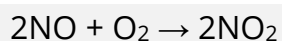
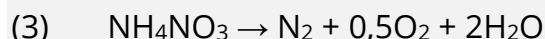
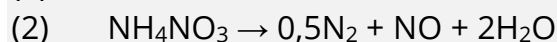
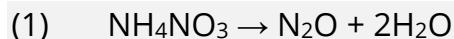
1 punkts

7. Kas ir viela, kas kondensējās 30 °C, un kas 0 °C.

30 °C H_2O , 0 °C NO_2 (dimerizācijas process aprēķinus nemainīs, tādēļ to ignorēsim).

1 punkts

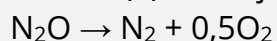
8. Aprēķināt sākuma iegūtā maisījuma (110 °C **G**, **I**, **J**, **E** un vēl vienas citas vielas) sastāvu moldaļās.



No šīm vielām līdz 30°C temperatūrai būs kondensējies H_2O , kamēr pie 0 °C kondensēsies arī NO_2 , kura masa tātad ir $0,385 - 0,270 = 0,115$ g.

$$n = \frac{m}{M} = \frac{0,115}{46,01} = 0,00250 \text{ mol}$$

Tātad varam aprēķināt, ka (3) reakcijā izveidojies N_2 daudzums ir 0,00250 mol, kamēr no (2) reakcijas patērētais NO daudzums bija 0,00250 mol.



Tā kā sadaloties N_2O rodas skābeklis, tas atkal reaģē ar pāri palikušo NO . Tā kā pēc atdzesēšanas palika tikai 1 viela, tad skaidrs, ka radās tieši tik daudz O_2 , lai izreaģētu viss palikušais NO , un gāzes fāzē palika tikai N_2 .

$$n = \frac{m}{M} = \frac{0,0575}{46,01} = 0,00125 \text{ mol}$$

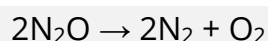
Tātad šādi izreaģēja vēl 0,00125 mol NO (kopējais NO daudzums tātad bija 0,00375 mol), un patērētais O_2 radās sadaloties 0,00125 mol N_2O .

Tātad sākotnējā maisījumā ietilpa 0,00125 mol N_2O (5,1%), 0,00125 mol NO (5,1%), 0,00250 mol NO_2 (10,3%). Varam sarēķināt, ka kopējais N_2 daudzums bija $0,00250 + 0,00375/2 = 0,004375$ mol (18,0%). Ūdens daudzums savukārt bija $0,270/18,02 = 0,0150$ mol (61,5%).

5 punkti

7. uzdevums. **Paviršības cena** (18 punkti)

1. Uzraksti slāpekļa oksīda sadalīšanās reakciju.



0,5 punkti

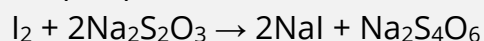
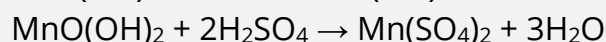
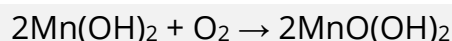
2. Aprēķini, kāds bija spiediens traukā 500 °C pirms reakcijas sākuma.

$$n = \frac{pV}{RT} = \frac{2000 \cdot 10,0}{8,314 \cdot (273,15 + 25)} = 8,07 \text{ mol}$$

$$p = \frac{nRT}{V} = \frac{8,07 \cdot 8,314 \cdot (273,15 + 500)}{10,0} = 5187 \text{ kPa} = \mathbf{5,19 \text{ MPa}}$$

0,5 punkti

3. Uzraksti aprakstītās ķīmiskās analīzes reakciju vienādojumus!



Kopā 2 punkti

4. Nosaki kāda saskaņā ar reakciju vienādojumiem ir attiecība $O_2 : I_2 : Na_2S_2O_3$ šajā analīzes metodē.

$O_2 : I_2 : Na_2S_2O_3 = 1:2:4$

1 punkts

5. Ar aprēķinu parādiet, kāds ir skābekļa daudzums analizētajā 1 ml parauga, un kāda attiecīgi slāpekļa (I) oksīda koncentrācija (mol/L) reaktorā pēc 10 min reakcijai uz A lapiņas. *Ignorējiet nebūtiskās izmaiņas reaktorā, kas saistāmas ar parauga paņemšanu.*

$$n(tios) = C \cdot V = 0,0500 \cdot 0,00144 = 7,20 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

$$n(O_2) = \frac{n(tios)}{4} = \frac{7,20 \cdot 10^{-5}}{4} = 1,80 \cdot 10^{-5}$$

1 punkts

$$n(N_2O)_{izr.} = \frac{V_{reakt}}{V_{par}} \cdot 2 \cdot n(O_2)_{par} = \frac{10,0}{0,001} \cdot 2 \cdot 1,80 \cdot 10^{-5} = 0,36 \text{ mol}$$

1 punkts

$$[N_2O] = \frac{n(sāk) - n(izr)}{V} = \frac{8,07 - 0,36}{10,0} = 0,771 \text{ mol/L}$$

1 punkts

6. Iegūstiet (empīrisku) saistību, lai ātri noteiktu slāpekļa oksīda koncentrāciju no titrēšanas datiem visiem dotajiem eksperimentiem.

Tā kā reakcijā patērētais N_2O daudzums ir $\frac{10,0}{0,001} \cdot 2 \cdot \frac{C_{tios} \cdot V_{tios}}{4}$

To varam ātri vienkāršot kā: $5 \cdot C_{tios} V_{tios} (mL) = 0,25 V_{tios} (mL)$ (tilpums jāizmanto ml)

Tātad N_2O koncentrāciju ātri varam aprēķināt kā:

$$\frac{8,07 - 0,25 \cdot V_{tios}}{10} = 0,807 - 0,025 \cdot V_{tios}$$

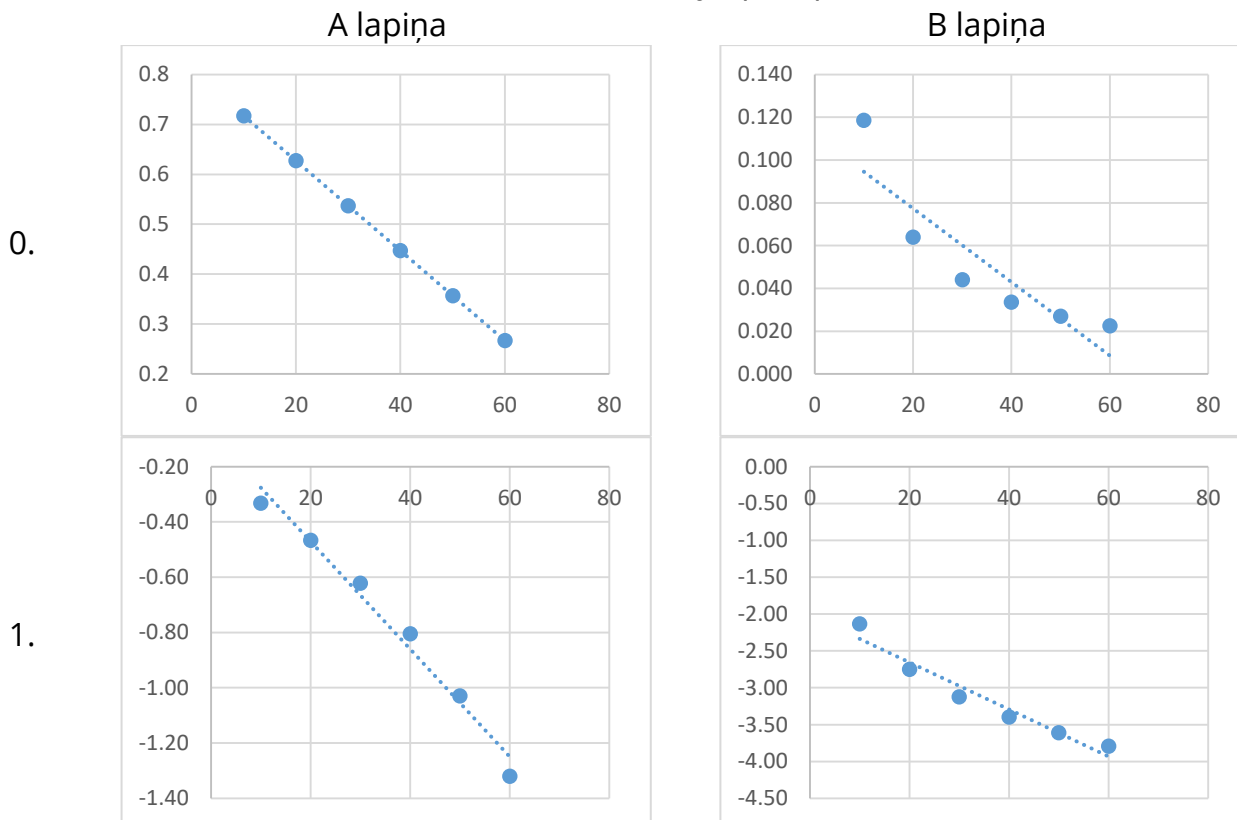
3 punkti, iespējami arī citi korekti ne pārāk komplicēti vienādojumi

7. Izmantojiet iegūtos datus un tabulā doto linearitātes nosacījumu, lai noteiktu reakcijas pakāpi uz A un B lapiņas pierakstītajiem procesiem.

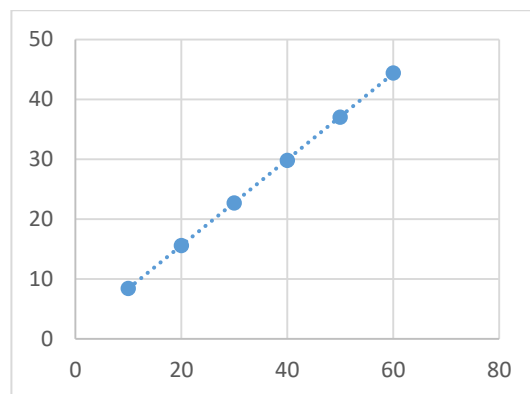
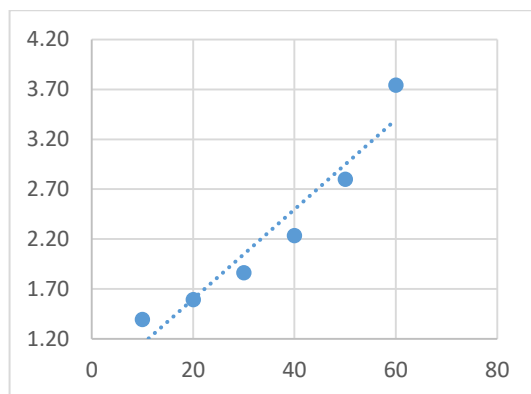
Ātri varam sarēķināt N_2O koncentrāciju katrā punktā (pietiktu arī ar 3 punktiem, piem., pēc 10, 30 un 50 minūtēm):

A lapiņa					B lapiņa				
t, min	V(tios), ml	C(N_2O), M	ln(C)	1/C	t, min	V(tios), ml	C(N_2O), M	ln(C)	1/C
10	3.60	0.717	-0.33	1.39	10	27.54	0.119	-2.13	8.44
20	7.20	0.627	-0.47	1.59	20	29.72	0.064	-2.75	15.63
30	10.80	0.537	-0.62	1.86	30	30.52	0.044	-3.12	22.73
40	14.40	0.447	-0.81	2.24	40	30.94	0.034	-3.40	29.85
50	18.00	0.357	-1.03	2.80	50	31.2	0.027	-3.61	37.04
60	21.60	0.267	-1.32	3.75	60	31.38	0.023	-3.79	44.44

Grafiski atliekot punktus visās koordinātēs redzam, ka uz A lapiņas dati dod taisni koordinātēs $[N_2O]$ vs. laiks un atbilst nulltajai pakāpei, kamēr uz B lapiņas dati dod taisni koordinātēs $1/[N_2O]$ vs. laiks un atbilst otrajai pakāpei.



2.



103. att.

- Korekti aprēķinātas koncentrācijas vismaz 3 punktiem katrā lapiņā – 2 punkti
- Korekta lineāro koordināšu pārbaude – 3 punkti (1 punkts arī ja A lapiņai taisne iegūta, atliekot tiosulfāta tilpuma atkarību no laika)
- Korekti noteiktas reakcijas pakāpes – 1 punkts

8. Mēģiniet izspriest un pamatot, kurš process tika pierakstīts uz A lapiņas, un kurš uz B lapiņas. Padoms: platīna stieples klātienē reakcija notiek tikai uz platīna virsmas, slāpekļa (I) oksīda molekulām sorbējoties aktīvajos centros, kuru skaits ir izteikti ierobežots, salīdzinot ar traukā esošo slāpekļa (I) oksīda molekulu skaitu!

Uz **B** lapiņas (otrās kārtas reakcija) pierakstīta reakcija 500 °C, jo reakcijas norisei nepieciešama 2 molekulu sadursme, un līdz ar to ātrums ir proporcionāls reaģentu koncentrācijai 2. pakāpē.

Uz **A** lapiņas (nulltās kārtas reakcija) pierakstīta reakcija 400 °C Pt stieples klātienē, jo reakcijas ātrumu principā nosaka tas, cik aktīvie centri ir uz Pt virsmas, un kamēr ir gana N₂O molekulu, to koncentrācija nevar ietekmēt reakcijas ātrumu.

2 punkti

12. KLASE

1. uzdevums. **Nitrātu spēlītes** (14 punkti)

1. Kas ir gāze **C**?

O₂

0,5 punkti

2. Kāda ir skābekļa masas daļa oksīdā **D**? Kas ir šis oksīds? Kas ir attiecīgo metālu saturošais nitrāts **A**?

Puse no oksīds + metāls masas ir $0,4874/2 = 0,2437$ g.

Tā kā iespēja, ka oksīds nešķīdīs sāļsskābē, ir niecīga, jādoma, ka sāļsskābē neizšķīda metāls, kura masa ir $0,09525$ g, bet oksīda masa ir $0,2437 - 0,09525 = 0,14845$ g.

Reducējot ar ūdeņradi tika iegūts 2 metālu maisījums, tā kā masas samazinājums atbilst skābeklim, kas ir $0,2437 - 0,2138 = 0,0299$.

Tātad metāla masas daļa oksīdā ir: $\frac{0,14845 - 0,0299}{0,14845} = 79,9\%$ un skābekļa masas daļa

20,1%.

Oksīda vispārīga formula ir X_2O_n , kur pie pāra pakāpēm formula ir jādala ar 2.

Metāla masas daļa tātad ir $w_X = \frac{2A(X)}{2A(X) + nA(O)}$

Tātad varam izteikt metāla atommasu:

$$A_X = \frac{nw_X A_O}{2(1 - w_X)} = n \frac{0,799 \cdot 16,00}{2(1 - 0,799)} = 32,2n$$

n	A
1	31.8
2	63.6
3	95.4
4	127.2
5	159.0
6	190.8
7	222.6
8	254.4

No šiem elementiem precīza sakritība novērojama varam, līdz ar ko **D = CuO** un **A = Cu(NO₃)₂**.

3 punkti

3. Kāda ir **A** masas daļa sākotnējā nitrātu maisījumā?

Tā kā puse no CuO masas ir $0,14845$ g, tad vara (II) nitrāta daudzums ir:

$$n = \frac{m(CuO)}{M(CuO)} = 2 \cdot \frac{0,14845}{79,55} = 0,003732 \text{ mol}$$

$$m = n \cdot M = 0,003732 \cdot 187,57 = 0,700 \text{ g}$$

Un masas daļa attiecīgi ir **70,0%**.

1 punkts

4. Kas ir metāls **E** un šī metāla nitrāts **B**?

Tātad nitrāta **B** masa ir $0,300$ g, bet metāla **E** kas no tā rodas masa ir $2 \cdot 0,09525 = 0,1905$ g.

Tātad gan **B**, gan **E** daudzums ir vienāds, un ja nitrāta formula ir $E(NO_3)_m$:

$$\frac{m(B)}{M(B)} = \frac{m(E)}{M(E)}$$

$$\frac{0,300}{M + m \cdot 62,01} = \frac{0,1905}{M}$$

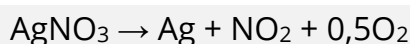
$$0,1905M + 11,81m = 0,300M$$

$$M = \frac{11,81m}{0,1095}$$

Vienīgā m vērtība, kas dod derīgu rezultātu, ir $m = 1$, kur $M = 107,9$ g/mol, tātad **E = Ag** un **B = AgNO₃**.

3 punkti

5. Kāds daudzums slāpekļa dioksīda un gāzes **C** radās **A** un **B** karsēšanā?



Tā kā vara (II) nitrāta daudzums ir 0,003732 mol un sudraba (I) nitrāta daudzums 0,300/169,88 = 0,001766 mol, tad:

C daudzums ir $0,5 \cdot 0,003732 + 0,5 \cdot 0,001766 = 0,002749$ mol

slāpekļa dioksīda daudzums ir $2 \cdot 0,003732 + 0,001766 = \mathbf{0,00923}$ mol

1 punkts

6. Līdz kādai temperatūrai θ veica gāzu sildīšanu?

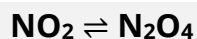
Tā kā ar O₂ pārmaiņas nenotiek, to varam aprakstīt kā ideālu gāzi un atrast T:

$$T = \frac{pV}{nR} = \frac{101,3 \cdot 0,0700}{8,314 \cdot 0,002749} = 310,2 \text{ K}$$

Tātad temperatūra ir **37,1 °C**.

1 punkts

7. Kāds ķīmiskais vienādojums apraksta slāpekļa dioksīda dimerizāciju?



0,5 punkti

8. Uzrakstiet dimerizācijas procesa līdzsvara konstantes vienādojumu. Nosakiet, kāda ir slāpekļa dioksīda mola daļa maisījumā ar tā dimerizācijas produktu temperatūrā θ .

Līdzsvara konstantes vienādojums ir $K = \frac{[\text{N}_2\text{O}_4]}{[\text{NO}_2]^2}$

Varam aprēķināt, ka līdzsvarā temperatūrā θ kopējais vielu daudzums ir:

$$n = \frac{pV}{RT} = \frac{101,3 \cdot 0,229}{8,314 \cdot 310,2} = 0,008995$$

Tā kā pirms dimerizācijas NO₂ daudzums ir 0,00923 mol, un dimerizējoties no 2x mol NO₂ rodas x mol N₂O₄, tad brīdī, kad NO₂ daudzums būs 0,00923 - 2x mol, N₂O₄ daudzums būs x mol, bet kopējais abu daudzums 0,00923 - x.

Temperatūrā θ līdz ar to 0,008995 = 0,00923 - x.

$x = 0,00923 - 0,008995 = 0,000235$ mol, līdz ar ko NO₂ daudzums ir 0,00923 - 2 · 0,000235 = 0,00876 mol.

NO₂ mola daļa: $\frac{0,00876}{0,008995} = \mathbf{0,974}$

3 punkti

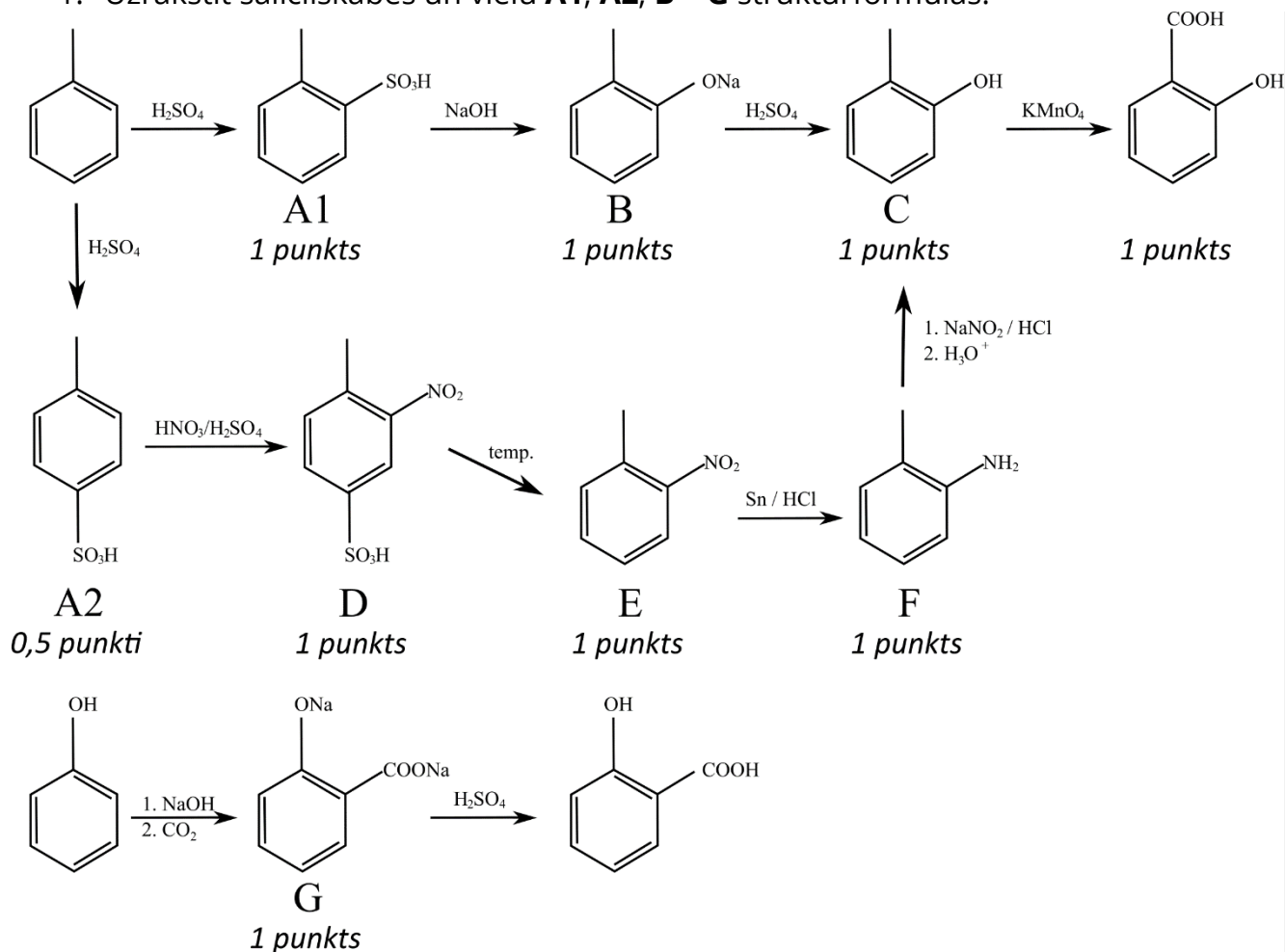
9. Aprēķiniet slāpekļa dioksīda dimerizācijas līdzsvara konstanti šai temperatūrā. Aprēķinā izmantojiet daudzumus vai mola daļas, nevis koncentrāciju!

$$K = \frac{0,000235}{0,00876^2} = 3,06$$

1 punkts

2. uzdevums. **Vītolu mizu dziedniecība** (19 punkti)

1. Uzrakstīt salicilskābes un vielu **A1, A2, B – G** struktūrformulas.



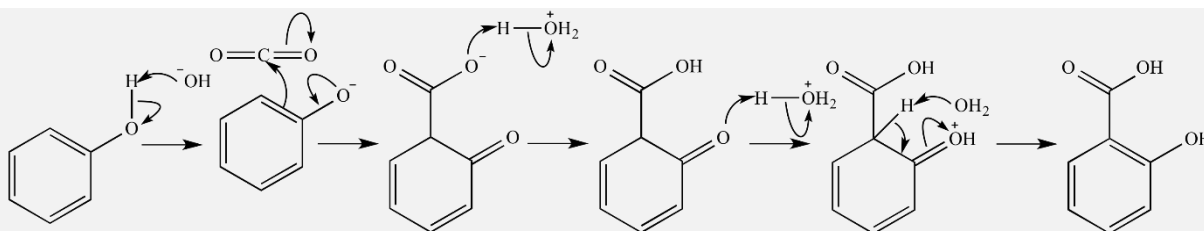
104. att.

2. Kāds ir salicilskābes nosaukums pēc IUPAC nomenklatūras?

2-hidroksibenzoskābe

0,5 punkti

3. Piedāvāriet reakcijas mehānismu fenola pārvērtībai par salicilskābi.



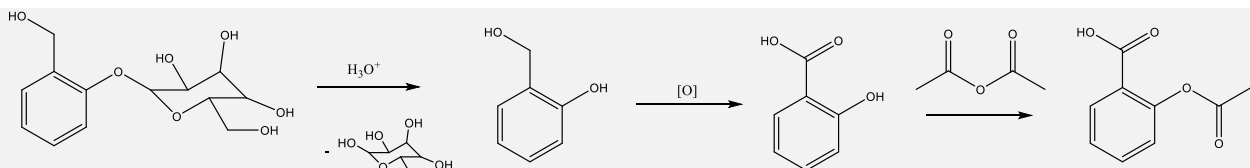
105. att.

1,5 punkti

4. Kādu reaģentu varētu izmantot salicisikābes pārvēršanai par aspirīnu?

Acilējošo reaģentu, piem., etiķskābes anhidrīdu vai acetilchlorīdu 0,5 punkti

5. Uzrakstiet pārvērtību virkni, norādot nepieciešamos reģentus un uzrādot starpproduktus aspirīna iegūšanai no salicīna!



106. att.

Oksidētājs var būt, piem., CrO_3 vai peroksietišķskābe.

2 punkti

6. Pēc iespējas precīzāk aprakstiet, cik vielas ietilpst vītolu mizas ekstraktā.

Vītolu mizas ekstraktā ietilpst vismaz 5 hromatogrāfiski atdalāmas vielas, kuras absorbē elektromagnētisko starojumu pie 267 nm.

1 punkts – 5 vielas; +0,5 punkti – hromatogrāfiski / šādos apstākļos atdalāmas;
+0,5 punkti – absorbē pie 267 nm

7. Kurš signāls atbilst salicīnam? Pamatojiet!

Salicīnam atbilst 3. signāls, jo tikai tā laukums ir būtiski izmainījies, ja salīdzina parauga un parauga + standarta hromatogrammu.

1 punkts

8. Nosakiet salicīna koncentrāciju šķīdumā A (mg/mL) un masas daļu% vītolu mizā! Pieņemiet, ka salicīns ekstrahējas pilnībā!

No 25 ml standartšķīduma šķīdumam B tika pievienoti 5,00 ml, kas atbilst $\frac{6,02}{5} = 1,204$ mg salicīna.

Mizās esošā salicīna daudzumam atbilst signāla laukums 51 569, bet paraugam kurā papildus pievienots salicīns signāla laukums ir 73 390. Tātad 1,204 mg salicīna atbilst signāla laukums 21 821.

$$1,204 \rightarrow 21\ 821$$

$$x \rightarrow 51\ 569$$

Tātad no parauga izekstrahētā salicīna masa ir:

$$m(\text{salic}) = \frac{1,204 \cdot 51\ 569}{21\ 821} = 2,85\ \text{mg}$$

Tātad salicīna koncentrācija šķīdumā A ir:

$$\gamma = \frac{m}{V} = \frac{2,85}{25} = 0,114\ \text{mg/mL}$$

Un masas daļa izžāvētās mizās ir:

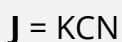
$$w = \frac{m(\text{salic})}{m(\text{mizas})} \cdot 100\% = \frac{2,85}{200,0} \cdot 100\% = 1,43\%$$

3 punkti

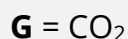
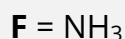
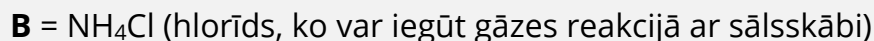
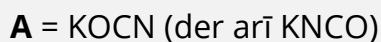
3. uzdevums. Lielais ķīmijas atklājums (12 punkti)

1. Uzraksti **A, B, C, E, F, G, I** un **J** ķīmiskās formulas.

Sākotnēji varam atrast, ka:



Tad varam noteikt, ka:



Par katru formulu 0,5 punkti, kopā 4 punkti

2. Uzraksti **D** un **H** struktūrformulas.

Nosakām D formulu, atrodot, ka:

$$n(\text{C}) = n(\text{CO}_2) = \frac{V}{V_0} = \frac{0,373}{22,4} = 0,01665 \text{ mol}$$

$$n(\text{H}) = 2 \cdot n(\text{H}_2\text{O}) = 2 \frac{m}{M} = 2 \frac{0,600}{18,02} = 0,06659 \text{ mol}$$

Varam atrast, ka kopā šo elementu masa būs

$$m = 12,01 \cdot 0,01665 + 1,01 \cdot 0,06659 = 0,267 \text{ g}$$

Tātad citiem elementiem pāri paliek 0,733 g.

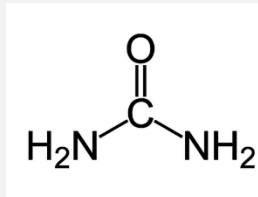
Varam ievērot, ka elementu attiecība C:H ir 1:4

Pārbaudām O un N:

$$n(\text{O}) = \frac{0,733}{16,00} = 0,04581 \text{ mol}$$

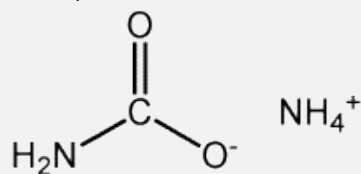
$$n(\text{N}) = \frac{0,733}{14,01} = 0,05232 \text{ mol}$$

Redzam, ka attiecība pret oglekli O ir 2,75 un N ir 3,14, tā kā acīmredzot viela satur abus šos elementus, un pārbaudot kombinācijas nonākam, ka kombinācija ON₂ dod tieši 0,01665 mol, līdz ar ko **D** molekulformula ir CH₄N₂O un struktūrformula:



107. att.

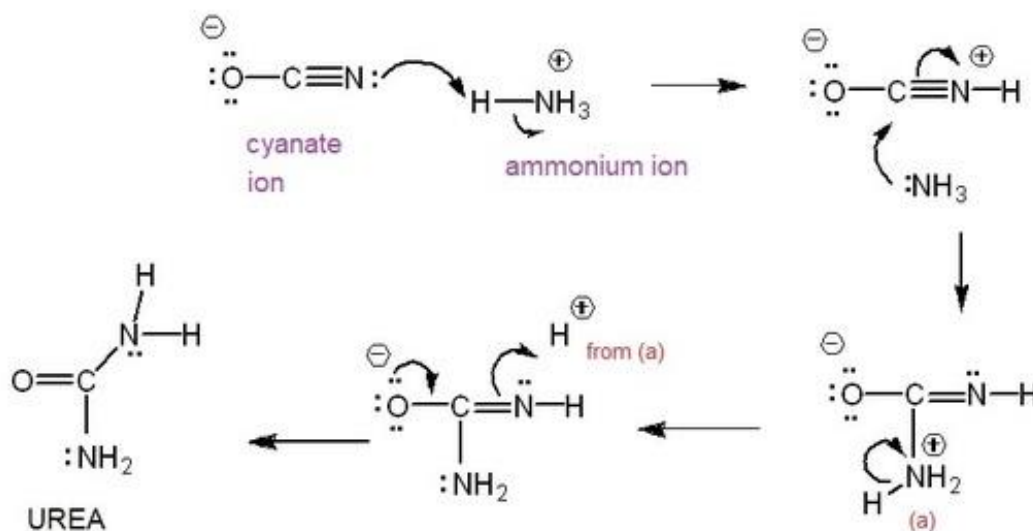
NH₃ CO₂ reakcijā var iegūt aminokarbonskābes amonija sāli H, kura molekulformula ir NH₂COONH₄ un struktūrformula:



108. att.

Par katru formulu 1 punkts, kopā 2 punkti

3. Piedāvā **C** pārvēršanās reakcijas mehānismu par **D**, zinot, ka pirmais solis ir šī sāļa termiska sadalīšanās.



109. att.

2 punkti

4. Kāda būtiska loma ķīmijas attīstībā ir aprakstītajai ķīmiskajai reakcijai?

Tā ir pirmā reize, kad tika pierādīts, ka organiskas vielas iespējams iegūt no neorganiskām, un apgāza līdz tam pastāvošo uzskatu, ka organiskas vielas veidojas tikai dzīvos organismos.

1 punkts

5. Uzraksti **A** anjona rezonanses struktūrformulas, skaidri norādot telpisko formu, elektronus un saites.



Teorētiski iespējama arī

110. att.

2 punkti

6. Uzraksti abu iegūto skābju struktūrformulas, skaidri norādot telpisko formu, elektronus un saites.



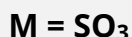
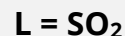
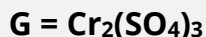
un

111. att.

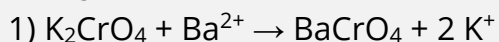
1 punkts

4. uzdevums. **Oksidētāju mīkla** (13 punkti)

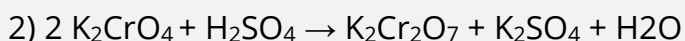
1. Noteikt savienojumus **A-N**, uzrakstīt visu aprakstīto procesu reakcijas vienādojumus, oksidēšanās-reducēšanās procesiem norādot jonu-elektronu bilanci.



Par katru formulu 0,5 punkti, kopā 7 punkti



0,25 punkti



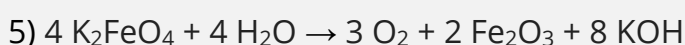
0,25 punkti



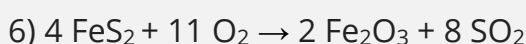
0,5 punkti



0,5 punkti



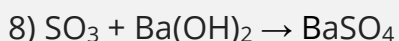
0,5 punkti



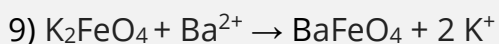
0,25 punkti



0,25 punkti



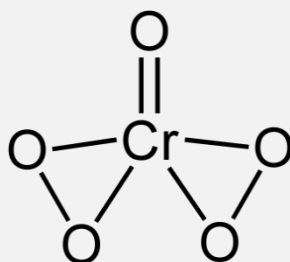
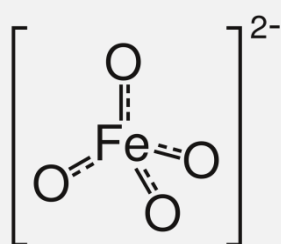
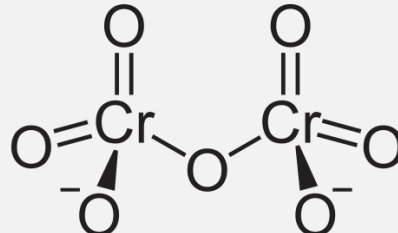
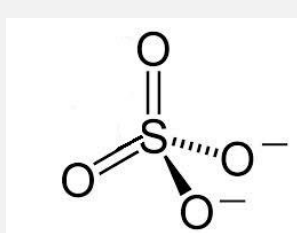
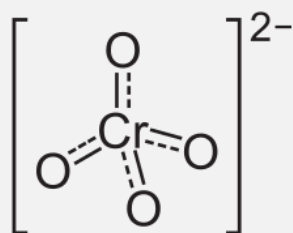
0,25 punkti



0,25 punkti

Par reakciju vienādojumiem kopā 3 punkti

Uzzīmēt savienojumu **A, C, E, H** anjonu uzbūvi, un savienojuma **F** uzbūvi!



112. att.

Kopā 3 punkti

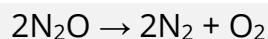
Papildu informācija par uzdevumu:

Zināšanas, kas tiek sagaidītas no skolēna:

- Izpratne par savienojumu uzbūvi, valenci, saišu veidošanos un molekulu ģeometriju pēc VSEPR (valences līmeņa elektronu atgrūšanās teorijas)

5. uzdevums. **Paviršības cena** (18 punkti)

1. Uzraksti slāpekļa oksīda sadalīšanās reakciju.



0,5 punkti

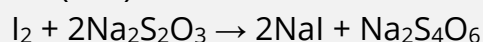
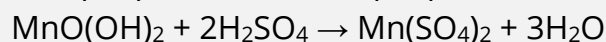
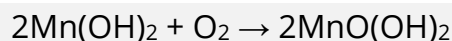
2. Aprēķini, kāds bija spiediens traukā 500 °C pirms reakcijas sākuma.

$$n = \frac{pV}{RT} = \frac{2000 \cdot 10,0}{8,314 \cdot (273,15 + 25)} = 8,07 \text{ mol}$$

$$p = \frac{nRT}{V} = \frac{8,07 \cdot 8,314 \cdot (273,15 + 500)}{10,0} = 5187 \text{ kPa} = \mathbf{5,19 \text{ MPa}}$$

0,5 punkti

3. Uzraksti aprakstītās ķīmiskās analīzes reakciju vienādojumus!



Kopā 2 punkti

4. Nosaki kāda saskaņā ar reakciju vienādojumiem ir attiecība $\text{O}_2 : \text{I}_2 : \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ šajā analīzes metodē.



1 punkts

5. Ar aprēķinu parādiet, kāds ir skābekļa daudzums analizētajā 1 ml parauga, un kāda attiecīgi slāpekļa (I) oksīda koncentrācija (mol/L) reaktorā pēc 10 min reakcijai uz A lapiņas. *Ignorējiet nebūtiskās izmaiņas reaktorā, kas saistāmas ar parauga paņemšanu.*

$$n(\text{tios}) = C \cdot V = 0,0500 \cdot 0,00144 = 7,20 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

$$n(\text{O}_2) = \frac{n(\text{tios})}{4} = \frac{7,20 \cdot 10^{-5}}{4} = 1,80 \cdot 10^{-5}$$

1 punkts

$$n(\text{N}_2\text{O})_{\text{izr.}} = \frac{V_{\text{reakt}}}{V_{\text{par}}} \cdot 2 \cdot n(\text{O}_2)_{\text{par}} = \frac{10,0}{0,001} \cdot 2 \cdot 1,80 \cdot 10^{-5} = 0,36 \text{ mol}$$

1 punkts

$$[\text{N}_2\text{O}] = \frac{n(\text{sāk}) - n(\text{izr})}{V} = \frac{8,07 - 0,36}{10,0} = 0,771 \text{ mol/L}$$

1 punkts

6. Iegūstiet (empīrisku) saistību, lai ātri noteiktu slāpekļa oksīda koncentrāciju no titrēšanas datiem visiem dotajiem eksperimentiem.

$$\text{Tā kā reakcijā patērētais } \text{N}_2\text{O} \text{ daudzums ir } \frac{10,0}{0,001} \cdot 2 \cdot \frac{C_{\text{tios}} \cdot V_{\text{tios}}}{4}$$

$$\text{To varam ātri vienkāršot kā: } 5 \cdot C_{\text{tios}} V_{\text{tios}} (\text{mL}) = 0,25 V_{\text{tios}} (\text{mL}) \text{ (tilpumu jāizmanto ml)}$$

Tātad N_2O koncentrāciju ātri varam aprēķināt kā:

$$\frac{8,07 - 0,25 \cdot V_{\text{tios}}}{10} = \mathbf{0,807 - 0,025 \cdot V_{\text{tios}}}$$

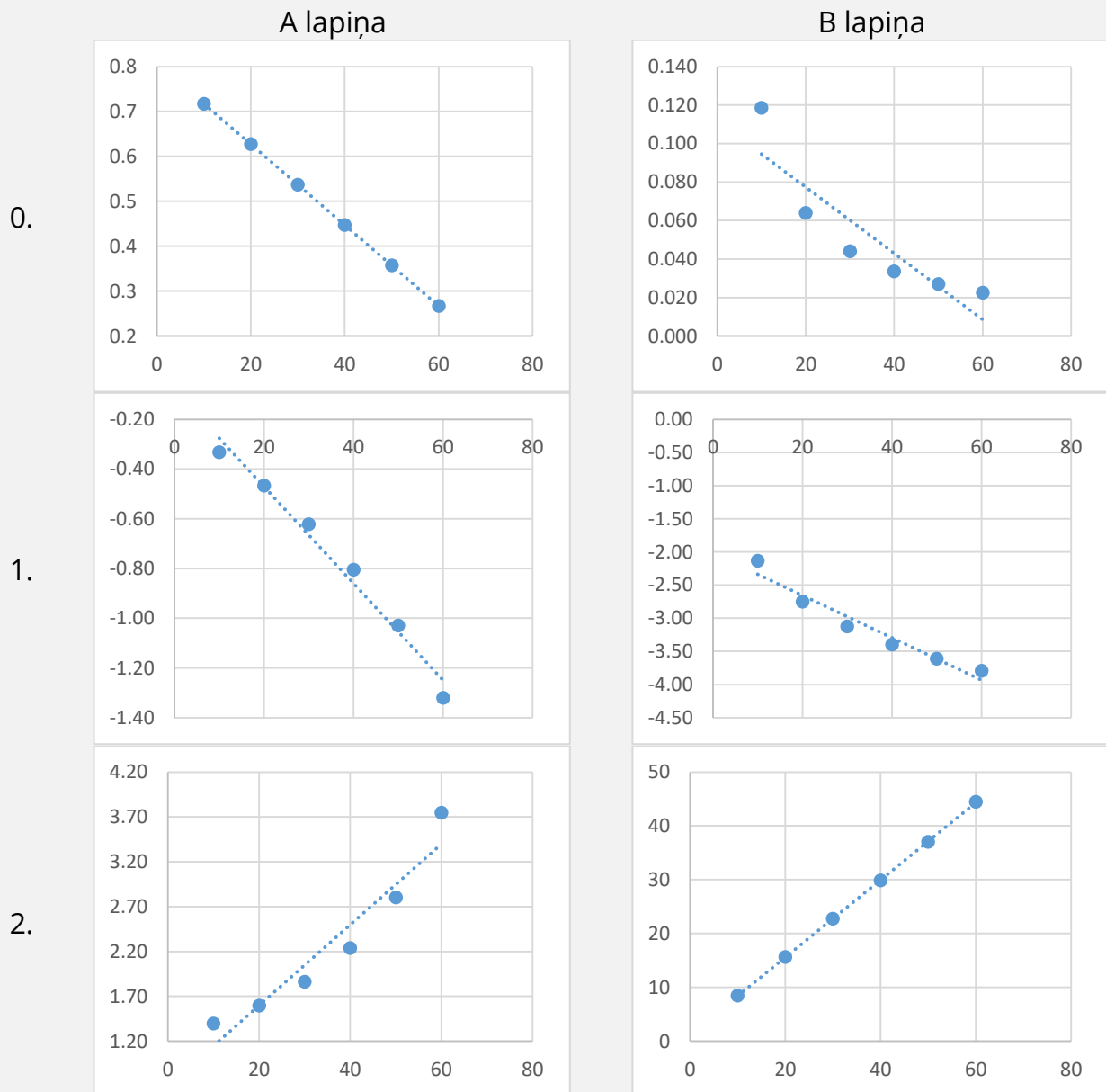
3 punkti, iespējami arī citi korekti ne pārāk komplicēti vienādojumi

7. Izmantojiet iegūtos datus un tabulā doto linearitātes nosacījumu, lai noteiktu reakcijas pakāpi uz A un B lapiņas pierakstītajiem procesiem.

Ātri varam sarēķināt N_2O koncentrāciju katrā punktā (pietiktu arī ar 3 punktiem, piem., pēc 10, 30 un 50 minūtēm):

A lapiņa					B lapiņa				
t, min	V(tios), ml	$C(N_2O)$, M	$\ln(C)$	$1/C$	t, min	V(tios), ml	$C(N_2O)$, M	$\ln(C)$	$1/C$
10	3.60	0.717	-0.33	1.39	10	27.54	0.119	-2.13	8.44
20	7.20	0.627	-0.47	1.59	20	29.72	0.064	-2.75	15.63
30	10.80	0.537	-0.62	1.86	30	30.52	0.044	-3.12	22.73
40	14.40	0.447	-0.81	2.24	40	30.94	0.034	-3.40	29.85
50	18.00	0.357	-1.03	2.80	50	31.2	0.027	-3.61	37.04
60	21.60	0.267	-1.32	3.75	60	31.38	0.023	-3.79	44.44

Grafiski atliekot punktus visās koordinātēs redzam, ka uz A lapiņas dati dod taisni koordinātēs $[N_2O]$ vs. laiks un atbilst nulltajai pakāpei, kamēr uz B lapiņas dati dod taisni koordinātēs $1/[N_2O]$ vs. laiks un atbilst otrajai pakāpei.



113. att.

- Korekti aprēķinātas koncentrācijas vismaz 3 punktiem katrā lapiņā – 2 punkti

- Korekta lineāro koordināšu pārbaude – 3 punkti (1 punkts arī ja A lapiņai taisne iegūta, atliekot tiosulfāta tilpuma atkarību no laika)
- Korekti noteiktas reakcijas pakāpes – 1 punkts

8. Mēģiniet izspriest un pamatot, kurš process tika pierakstīts uz A lapiņas, un kurš uz B lapiņas. Padoms: platīna stieples klātienē reakcija notiek tikai uz platīna virsmas, slāpekļa (I) oksīda molekulām sorbējoties aktīvajos centros, kuru skaits ir izteikti ierobežots, salīdzinot ar traukā esošo slāpekļa (I) oksīda molekulu skaitu!

Uz **B** lapiņas (otrās kārtas reakcija) pierakstīta reakcija 500 °C, jo reakcijas norisei nepieciešama 2 molekulu sadursme, un līdz ar to ātrums ir proporcionāls reaģentu koncentrācijai 2. pakāpē.

Uz **A** lapiņas (nulltās kārtas reakcija) pierakstīta reakcija 400 °C Pt stieples klātienē, jo reakcijas ātrumu principā nosaka tas, cik aktīvie centri ir uz Pt virsmas, un, kamēr ir gana N₂O molekulu, to koncentrācija nevar ietekmēt reakcijas ātrumu.

2 punkti

Papildu informācija par uzdevumu:

Zināšanas, kas tiek sagaidītas no skolēna:

- Izpratne par reakcijas ātrumu, koncentrāciju, aktivācijas enerģiju un to saistību. Spēja analizēt funkcijas un funkciju grafikus

6. uzdevums. Mooooooph (11 punkti)

1. Noteikt metālu **X**, peroksīdu **A** un uzzīmēt peroksīda **A** struktūru.

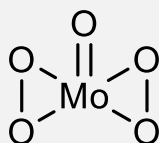
Metālu **X** var uzminēt, izmantojot reaģenta nosaukumu vai arī aprēķinot.

Izmantojot faktu, ka ir dota A skābekļa masas daļa, varam sarakstīt iespējamās struktūras un to molmasas, no kurienes var noteikt metāla molmasu.

	y	z	M(A)	M(X)	Metāls?	Atbilst?
XO	1	1	35,2	19,20	nav	
XO ₂	1	2	70,4	38,39	gandrīz K, bet būtu superoksīds	
XO ₃	1	3	105,6	57,59	nav	
XO ₄	1	4	140,8	76,79	nav	
XO ₅	1	5	176,0	95,98	Mo	jā
XO ₆	1	6	211,2	115,18	Gandrīz In	nevar veidot tādu oksīdu
XO ₇	1	7	246,4	134,38	nav	

X – Mo **A** – MoO₅

(Nav svarīgi, no kuras puses risina, par kvalitatīvu risinājumu kopā 3 punkti; ja ir iegūts In vai K, tad 1 punkts.)



114. att.

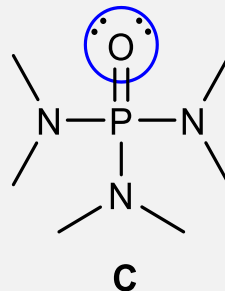
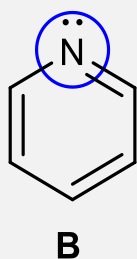
(1 punkts par korektu struktūru)

2. Noteikt ligandus **B** un **C** un uzzīmēt to struktūras. Apvilkt ligandu struktūrās atomus, ar kuriem tie saistās pie metāla **A**.

Vienīgais aromātiskais, slāpekli saturošais savienojums, kurš ir izoelektronisks ar benzolu, ir piridīns (**B**).

Lai noteiktu **C**, vispirms aprēķina elementu atomu attiecību savienojumā, iegūstot P:O:N:C:H=1:1:3:6:18

Tā kā visi ūdeņraži ir ķīmiski ekvivalenti, tie visi ir saistīti ar vienu elementu. Tas nevar būt nedz P, nedz O, nedz N, jo pārāk liela attiecība. Tātad visi H saistīti ar C, veidojot CH₃ (metil) grupas. Tālāk jābūvē struktūra, lai O būtu divvērtīgs, P trīs vai piecvērtīgs, N būtu trīsvērtīgs. Vienīgā iespējamā struktūra dota zemāk. **C** – HMPA

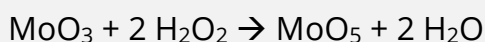


115. att.

(1 punkts par piridīna struktūras uzzīmēšanu, 1 punkts par HMPA formulas noteikšanu + 1 punkts par struktūru + 1 punkts par pareizu apvilktu atomu; kopā 5 punkti)

3. Peroksīdu **A** iegūst, apstrādājot metāla **X** oksīdu **Y** (skābekļa masas daļa 33,34%) ar ūdeņraža peroksīdu. Uzrakstīt reakciju vienādojumu un izlikt mazākos, veselos koeficientus.

Zinot metālu, viegli aprēķināt oksīdu – tas ir **MoO₃**. (1 punkts par aprēķinu)



(1 punkts par vienādojumu ar pareiziem koeficientiem; 0,5 punkti par vienādojumu bez koeficientiem)

7. uzdevums. Laimīgais kuņģis² (14 punkti)

1. Kāda skābe veidojas cilvēka kuņģī, un kāda ir tās funkcija gremošanas procesā?

Kuņģī veidojas sālsskābe HCl.

Tās loma ir nodrošināt proteīnu (olbaltumvielu) šķelšanu un kuņģa enzīmu (pepsīna) normālu funkcionēšanu.

Skābe vide samazina arī infekciju risku un kavē mikroorganismu attīstību.

0,5 p – nosaukta skābe vai formula
0,5 p – nosaukta vismaz viena funkcija

2. Kas ir vielas **A**, **B** un **C**?

A – oglekļa dioksīds **CO₂**, **B** – salicilskābe **C₇H₆O₃** (vai struktūrformula),
C – bismuts **Bi**

1 p
1 p
1 p

$$n_C : n_H : n_O = \frac{60.87}{12.01} : \frac{4.38}{1.01} : \frac{34.75}{16.00} = 5,07 : 4,34 : 2,17$$

(par katru nosauktu)

$$5,07 : 4,34 : 2,17 \approx 2,33 : 2,00 : 1,00$$

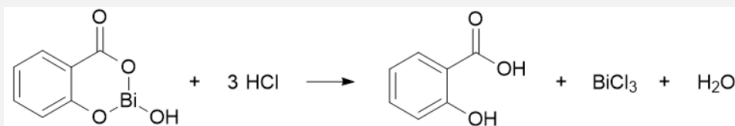
vielu vai tās
formulu 1 p)

Empīriskā formula, kas atbilst šādai atomu skaita attiecībai, ir **C₇H₆O₃**, kas atbilst salicilskābei. Kā aromātiskam savienojumam tai raksturīga arī zema šķīdība ūdenī

3. Uzraksti tekstā aprakstīto ķīmisko reakciju vienādojumus!



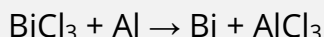
0,5 p – pareizs vien.



1 p – pareizs vien., ieskaita arī molekulformulas lietojumu

1 p

Par Al un HCl r-ju ptus nedod



4. Pie kādas vielu klases pieder bismuta subsalicilāts?

Sāļi, bāziskie sāļi. Gan karbonskābes, gan fenoli veido sāļus. 1 p – nosauc vismaz Bismuta subsalicilāts satur abas funkcionālās grupas – vienu no klasēm karboksilāta un fenolāta grupu.

5. Aprēķini, kādu masu bismuta subsalicilāta satur viena *Pepto-bismol*[®] tablete!

$$n_{\text{Bi subsal.}} = n_{\text{Bi}} = \frac{7,272}{208,98} = 0,03480 \text{ mol}$$

1 p – Bi daudzums

$$m_{\text{Bi subsal.}} = nM = 0,03480 \cdot 362,09 = 12,60 \text{ g}$$

1 p – stehiometrija/Bi subsal. masas apr.

$$m_{\text{Bi subsal. tabletē}} = 12,60 : 24 = 0,5250 \text{ g} = \mathbf{525 \text{ mg}}$$

0,5 p – Bi subsal. Masas tabletē apr.

6. Kādu **B** masu Anatolijs teorētiski varēja iegūt šajā eksperimentā?

$$n_{\text{salicilsk.}} = n_{\text{Bi subsal.}} = 0,03480 \text{ mol}$$

0,5 p – salicilsk. daudzums/stehiometrija

$$m_{\text{salicilsk.}} = nM = 0,03480 \cdot 138,12 = 4,81 \text{ g}$$

0,5 p – masas aprēķins

7. Kas bez bismuta subsalicilāta ir otra aktīvā viela *Pepto-bismol*[®] sastāvā, un kāda tās masa vienā tabletē?

Kalcija karbonāts CaCO₃ ir otra aktīvā viela, tā mazina kuņģa sulas skābumu

0,5 p – nosauc CaCO₃ kā akt. vielu

CaCO₃ masu iegūst no izdalītā CO₂ daudzuma. Visu tabl. un konc. sālsskābes masa:

0,5 p – CO₂ masa

$$m = 155,550 + 39,600 = 195,150 \text{ g}$$

1 p – CO₂ daudzums un CaCO₃ daudzums

Pēc gāzes izdalīšanās šī masa samazinājusies; CO₂ masa:

1 p – masas aprēķins tabletē

$$m_{\text{CO}_2} = 195,150 - 193,040 = 2,110 \text{ g}$$

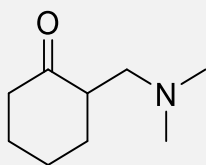
$$n_{\text{CO}_2} = m : M = 2,110 : 44,0 = 0,0480 \text{ mol} = n_{\text{CaCO}_3}$$

$$m(\text{CaCO}_3 \text{ tabletē}) = n \cdot M : 24 = 0,0480 \cdot 100,1 : 24 = 0,200 \text{ g} = \mathbf{200 \text{ mg}}$$

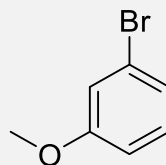
8. uzdevums. **No pain, no gain** (12 punkti)

1. Uzzīmēt savienojumu **A**, **B**, reāģenta **X** un **cikloheksanona** struktūrformulas.

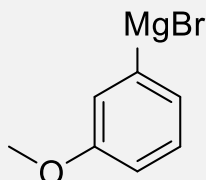
A (2 punkti)



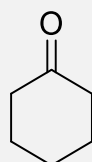
B (2 punkti)



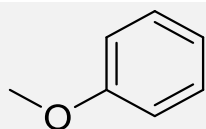
Reāģents X (2 punkti)



Cikloheksanons (1 punkts)



2. Uzzīmēt struktūru organiskajam savienojumam **C**, kurš veidojas, ja **reāģents X** nokļūst saskarē ar ūdeni.



(2 punkti)

3. Noteikt, cik hirālu oglekļa atomu ir Tramadolā un cik ir iespējamu optiski aktīvu izomēru (stereoizomēru)?

Ir 2 hirāli oglekļi (sp^3 atomi, kuriem visi aizvietotāji atšķirīgi). Stereoizomēru skaits= $2^2=4$ (*SS,RS,SR,RR*)

(1 + 1 punkts tikai par atbildi, nav nepieciešami skaidrojumi).

4. Tramadols komerciāli ir pieejams kā hidrohlorīds (*Tramadoli hydrochloridum*). Uzrakstīt 1 iemeslu, kādēļ Tramadolu būtu nepieciešams pārveidot par hidrohlorīdu.

- Tā kā Tramadols ir bioaktīva viela, tai svarīga ir šķīdība ūdenī, lai nodrošinātu efektīvu darbību organismā. Amīnu pārveidošana par hidrohlorīdu padara to polārāku un labāk šķīstošu ūdenī.
- Dažkārt amīni ir eļļas, pārveidošana par hidrohlorīdu (cietu vielu) palīdz savienojuma uzglabāšanā, apstrādē, attīrīšanā utt.

(1 punkts, der jebkurš no šiem vai kāds cits loģisks secinājums)

Papildu informācija par uzdevumu:

Zināšanas, kas tiek sagaidītas no skolēna:

- Izpratne par organisko sintēzi un sintēzes shēmām, savienojumu struktūras noteikšanu ar molekulformulu kā palīgu, izpratne par optisko izomēriju un organisku molekulu skābes/bāzes īpašībām.

2019./2020. MĀCĪBU GADS - LATVIJAS 61. ĶĪMIJAS OLIMPIĀDE

NOVADA OLIMPIĀDE - 2020

9. KLASE

1. uzdevums.

Plumbum apgalvo, ka izplatītākā cēlgāze gaisā ir hēlijs.

Vai tā tiešām ir? **Nē, tā tomēr nav.** Izplatītākā cēlgāze gaisā ir argons.

Plumbum apgalvo, ka hēliju vispirms atklāja uz Saules, bet tikai pēc tam uz Zemes.

Vai tiešām tā ir? Hēliju atklāja 1895. gadā uz Saules (precīzāk Saules spektrā).

Plumbum apgalvo, ka visizplatītākais elements Visumā ir ūdeņradis.

Vai tiešām tā ir? Apmēram 90% no visiem ķīmisko elementu atomiem, kas atrodas Visumā, ir ūdeņraža atomi.

Plumbum apgalvo, ka istabas temperatūrā vienīgā šķidrā vienkāršā viela ir broms.

Vai tiešām tā ir? Laikam jau visi zina, ka arī dzīvsudrabs istabas temperatūrā ir šķidr.

Plumbum apgalvo, ka fluora augstākā pozitīvā oksidēšanas pakāpe ir +7.

Vai tiešām tā ir? Fluors ir viselektronegatīvākais ķīmiskais elements un neveido savienojumus ar oksidēšanās pakāpi +7. Savienojumos ar citiem ķīmiskajiem elementiem fluora oksidēšanas pakāpe ir -1. Savukārt F₂ molekulā fluora oksidēšanas pakāpe ir 0.

Plumbum apgalvo, ka ķīmisko elementu, kuru kārtas skaitlis ir pāra skaitlis, ir vairāk nekā ķīmisko elementu, kuru kārtas skaitlis ir nepāra skaitlis.

Vai tiešām tā ir? Ķīmisko elementu periodiskajā tabulā ir 118 ķīmiskie elementi, tātad elementu skaits ar pāra kārtas skaitli ir tikpat liels kā elementu skaits ar nepāra skaitli.

Plumbum apgalvo, ka visizplatītākais metāls Zemes garozā ir svins.

Vai tiešām tā ir? Svins nav izplatītākais metāls Zemes garozā.

Plumbum apgalvo, ka istabas temperatūrā skābekļa blīvums ir lielāks nekā neona blīvums.

Vai tiešām tā ir? Gan skābeklis, gan neons istabas temperatūrā ir gāzes. Skābekļa molekula sastāv no diviem atomiem, tās molmasa ir 32 g/mol, turpretī neons sastāv no atsevišķiem atomiem (neveido molekulu Ne₂), tā molmasa ir 20 g/mol. Dažādu gāzu blīvumi vienādos apstākļos ir proporcionāli to molmasām, tātad skābekļa blīvums ir lielāks nekā neona blīvums.

Plumbum apgalvo, ka par tvana gāzi sauc oglekļa(II) oksīdu.

Vai tiešām tā ir? **Jā,** oglekļa(II) oksīds ir zināms arī ar nosaukumu tvana gāze.

Plumbum apgalvo, ka, izšķīdinot 50 gramus ūdens 10 gramus sāls, iegūst šķīdumu, kurā sāls masas daļa ir 0,20.

Vai tiešām tā ir? Ja 50 g ūdens izšķīdina 10 g sāls, tad šķīduma masa ir 50 + 10 = 60 g. Sāls masas daļa šķīdumā ir 10/60 = 0,1667 jeb 16,67%.

Plumbum apgalvo, ka ūdeņradi var iegūt atšķaidītai sērskābei reaģējot ar varu. *Vai tiešām tā ir?* Varš metālu aktivitātes rindā (elektroķīmiskajā sprieguma rindā) atrodas aiz ūdeņraža, tātad nevar izspiest ūdeņradi no atšķaidītas sērskābes.

Plumbum apgalvo, ka reakcija starp sērskābi un kalcija nitrātu ir apmaiņas reakcija. *Vai tiešām tā ir?* Reakcijā starp sērskābi un kalcija nitrātu rodas ūdenī mazšķīstošais kalcija sulfāts un slāpekļskābe. Tā ir apmaiņas reakcija.

Plumbum apgalvo, ka par krītu sauc kalcija karbonātu.

Vai tiešām tā ir? Kalcija karbonāts dabā atrodas vairākās formās. Viena no tām ir **krīts**.

2. uzdevums.

Nosaki augstāko pozitīvo un zemāko negatīvo oksidēšanas pakāpi selēnam Se! Selēns atrodas ķīmisko elementu periodiskā tabulas 16. grupā, ārējā enerģētiskajā līmenī tam ir 6 elektroni un tā augstākā pozitīvā oksidēšanas pakāpe savienojumos ir +6, piemēram, selēnskābē H_2SeO_4 .

Selēna zemākā negatīvā oksidēšanas pakāpe ir -2, piemēram, selēnūdeņradī H_2Se .

Nosaki ķīmiskā elementa slāpekļa oksidēšanas pakāpes sekojošajās vielās!

NaN_3 NH_4Cl $N_2H_6SO_4$ NH_2OH N_2 NO_2 N_2O_4 KNO_3

Hidroksilamīnā NH_2OH slāpekļa oksidēšanas pakāpe ir -1, vienkāršā viela slāpekļī N_2 slāpekļa oksidēšanas pakāpe ir 0, nātrija azīdā NaN_3 slāpekļa oksidēšanas pakāpe ir -1/3, amonija hlorīdā NH_4Cl slāpekļa oksidēšanas pakāpe ir -3, slāpekļa dioksīdā NO_2 slāpekļa oksidēšanas pakāpe ir +4, slāpekļa dioksīda dimērā N_2O_4 slāpekļa oksidēšanas pakāpe ir +4, kālija nitrātā KNO_3 slāpekļa oksidēšanas pakāpe ir +5, hidrazīnija sulfātā $N_2H_6SO_4$ slāpekļa oksidēšanas pakāpe ir -2.

Nosaki elektronu skaitu ārējā enerģētiskajā līmenī sekojošajiem ķīmiskajiem elementiem!

He Ne Be S Br Al

Hēlijam He → 2, Neonam Ne → 8, Berilijam Be → 2, Sēram S → 6, Bromam Br → 7, Alumīnijam Al → 3

Pazīstamajam ķīmiķim Ārčijam ļoti patika kubisms. Viņš dievināja Pablo Pikaso un arī Latvijas kubistu darbus. Jubilejā darba kolēģi viņam uzdāvināja kubu. Tas bija izgatavots no tīra zelta, kuba šķautnes garums bija 10 milimetri.

Aprēķini, cik molu zelta saturēja uzdāvinātais kubs, ja zelta blīvums ir 19300 kg/m^3 .

10 mm = 1 cm. Kuba tilpums ir $V = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1 \text{ cm}^3$.

Kuba masu aprēķina pēc formulas $m = \rho \cdot V = 19,300 \cdot 1 = 19,3 \text{ g}$.

Pareizā atbilde ir: **0,098 mol**

3. uzdevums.

Nosaki, pie kādām vielu klasēm pieder vielas, kurām ir sekojošas ķīmiskās formulas!

CaO H₂SO₄ SO₃ LiOH AlCl₃ XeO₄ VO BeF₂ Al(OH)₃ H₂SiO₃

Skābe Bāze Bāziskais oksīds Skābais oksīds Sāls

CaO → Bāziskais oksīds, H₂SO₄ → Skābe, SO₃ → Skābais oksīds, LiOH → Bāze, AlCl₃ → Sāls, XeO₄ → Skābais oksīds, VO → Bāziskais oksīds, BeF₂ → Sāls, Al(OH)₃ → Bāze, H₂SiO₃ → Skābe

No 1,68 g metāla var iegūt 3,12 g šī metāla sulfātu.

Aprēķini šī metāla molmasu, ja zināms, ka tā oksidēšanas pakāpe savienojumos ir +2!

$$n(\text{Me}) = m(\text{MeSO}_4)$$

Apzīmēsim nezināmā metāla molmasu ar X, tad $1,68/X = 3,12/(X + 96)$.

Atrisinot vienādojumu, iegūst, ka X = **112 g/mol**.

Ieraksti metāla simbolu!

Aprēķinātā metāla molmasa 112 g/mol atbilst ķīmiskajam elementam **kadmijam**, kura simbols ir **Cd**.

Daudzi sāļi no ūdens šķīdumiem izkristalizējas kristālhidrātu formā. Viens no tādiem ir arī nātrijsulfīds. Atkarībā no apstākļiem tas var veidot divus dažādus kristālhidrātus Na₂S·nH₂O. Kādā eksperimentā no 2,34 g nātrijsulfīda ieguva 7,20 g nātrijsulfīda kristālhidrātu.

Aprēķini šī nātrijsulfīda kristālhidrāta molmasu!

Aprēķina nātrijsulfīda daudzumu: $2,34/78 = 0,03$ moli

Nātrijsulfīda kristālhidrāta daudzums būs tāds pats kā nātrijsulfīda daudzums, tātad 0,03 moli.

Nātrijsulfīda kristālhidrāta molmasa būs $7,20/0,03 = \mathbf{240 \text{ g/mol}}$.

Nosaki koeficienta n vērtību (vesels skaitlis) kristālhidrāta formulā!

$$n = (240 - 78)/18 = \mathbf{9}$$

Aprēķini nepieciešamo nātrijsulfāta masu, lai pagatavotu 225 gramus nātrijsulfāta šķīdumu, kurā nātrijsulfāta masas daļa ir 0,12!

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 225 \cdot 0,12 = \mathbf{27 \text{ g}}$$

Nātrijsulfāts ļoti bieži ir piejams nevis kā bezūdens sāls, bet gan dekahidrāta formā (saistīts ar 10 ūdens molekulām).

Aprēķini nepieciešamo nātrijsulfāta dekahidrāta masu, lai pagatavotu tos pašus 225 gramus nātrijsulfāta šķīdumu, kurā nātrijsulfāta masas daļa ir 0,12! Viens mols nātrijsulfāta dekahidrāta satur vienu molu bezūdens nātrijsulfāta.

Šķiduma pagatavošanai bija nepieciešami 27 g nātrijsulfāta, kas atbilst $27/142 = 0,190$ moliem

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = n(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 0,190 \cdot 322 = \mathbf{61,2 \text{ g}}$$

Aprēķini iepriekšminētā šķīduma pagatavošanai nepieciešamo ūdens tilpumu, ja šķīdums tiek gatavots no nātrija sulfāta dekahidrāta!

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 225 - 61,2 = 163,8 \text{ g}$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = 163,8/1 = \mathbf{163,8 \text{ ml}}$$

Šķīdumus ar noteiktu izšķīdinātās vielas masas daļu var pagatavot arī atšķaidot koncentrētākus šķīdumus ar ūdeni. Kādā eksperimentā bija nepieciešami 140 ml nātrija karbonāta šķīdums, kurā nātrija karbonāta masa daļa ir 9,75%. Šāda šķīduma blīvums ir 1,100 g/mL.

Aprēķini, cik ml 17,70% nātrija karbonāta šķīduma nepieciešams, lai pagatavotu iepriekš minēto šķīdumu! 17,70% nātrija karbonāta šķīduma blīvums ir 1,190 g/mL.

$$\text{Aprēķina pagatavojamā nātrija karbonāta šķīduma masu: } 140 \cdot 1,100 = 154 \text{ g}$$

$$\text{Aprēķina nātrija karbonāta masu pagatavojamajā šķīdumā: } 154 \cdot 0,0975 = 15,015 \text{ g}$$

Aprēķina 17,70% nātrija karbonāta šķīduma masu, kas saturēs 15,015 g nātrija karbonātu: $15,015/0,1770 = 84,78 \text{ g}$

Aprēķina nepieciešamā 17,70% nātrija karbonāta šķīduma tilpumu: $84,78/1,190 = \mathbf{71,25 \text{ ml}}$

Ir zināmi dati par kādas sāls šķīdību ūdenī:

50 °C 100,0 gramos ūdens šķīst 20,0 sāls

10 °C 100,0 gramos ūdens šķīst 12,0 g sāls

Aprēķini, cik sāls izkristalizēsies, atdzesējot 30,0 g piesātināta sāls šķīduma no 50 °C līdz 10 °C!

$$50 \text{ grādos maksimālā šķīdība ir } 20 \text{ g}/(100+20 \text{ g})=0,167$$

$$30 \text{ g šķīduma } 50 \text{ grādos sāls ir } 0,167 \cdot 30 \text{ g}=5 \text{ g}$$

$$M(\text{H}_2\text{O})=30 \text{ g}-5 \text{ g}=25 \text{ g}$$

$$\text{Pie } 10 \text{ grādiem } 25 \text{ gramos ūdens šķīst } 3 \text{ g sāls. Starpība}=5\text{g}-3\text{g}=\mathbf{2,0 \text{ g}}$$

Aprēķini nepieciešamo ūdens tilpumu iepriekšminētā nātrija karbonāta šķīduma pagatavošanai!

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 154 - 84,78 = 69,22 \text{ g}$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = 69,22/1 = \mathbf{69,22 \text{ ml}}$$

Sāļu maisījums sastāv no kalcija karbonāta un nātrija karbonāta. 8,76 g šī maisījuma apstrādāja ar atšķaidītu sālsskābi. Maisījums izreaģēja pilnīgi, radās 1,792 L (normālos apstākļos) gāze.

Aprēķini iegūtās gāzes daudzumu!

$$n(\text{gāze}) = 1,792/22,4 = \mathbf{0,080 \text{ mol}}$$

Ieraksti iegūtās gāzes formulu!

CO₂

Aprēķini kalcija karbonāta daudzumu sāļu maisījumā!

Pieņemsim, ka vielu maisījums satur x molus kālija karbonātu un y molus kalcija karbonātu, tad tā masa būs: $138x + 100y = 8,76$

No x moliem kālija karbonāta izdalīsies x moli CO_2 , bet no y moliem kalcija karbonāta izdalīsies y moli CO_2 , kopā izdalās: $x + y = 0,08$ moli CO_2

Atrisinot šo vienādojumu sistēmu (2 vienādojumi, 2 nezināmie), iegūst, ka $y = \mathbf{0,06 \text{ mol CaCO}_3}$

Zināms, ka kalcija karbonāta un kālija karbonāta maisījuma apstrādei izmantotajā atšķaidītajā sālsskābē HCl masas daļa bija 5%.

Aprēķini reakcijā izlietotās 5% sālsskābes masu!

Tā kā gan kālija karbonāts, gan kalcija karbonāts ar HCl reaģē molārajās attiecībās 1 : 2, tad nepieciešamais HCl daudzums būs 0,16 moli.

Tas atbilst HCl masai: $0,16 \cdot 36,5 = 5,84 \text{ g}$

Nepieciešamā 5% HCl masa būs $5,85/0,05 = \mathbf{116,8 \text{ g}}$

4. uzdevums.

Sēroglekļa sastāvā ir divi ķīmiskie elementi - sērs un ogleklis. Tā molmasa ir 76 g/mol.

Nosaki sēroglekļa formulu!

Sērogleklim ir jāsaturs vismaz viens sēra un vismaz viens oglekļa atoms. Šādas grupas (CS) molmasa ir $32 + 12 = 44 \text{ g/mol}$

Starpība starp sēroglekļa molmasu un grupas SC molmasu ir $76 - 44 = 32 \text{ g/mol}$, kas atbilst vēl vienam sēra atomam molekulas sastāvā.

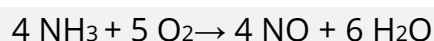
Sēroglekļa formula ir **CS_2** .

Fosfīnskābes molmasa ir 66 g/mol.

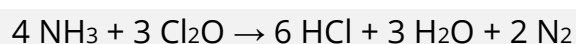
Nosaki fosfīnskābes formulu!

Fosfīnskābe satur trīs ķīmiskos elementus: fosforu, ūdeņradi un skābekli. Skābes molekulā ir jābūt vismaz vienam katrā ķīmiskā elementa atomam. Šīs grupa (HPO) molmasa būs: $1 + 31 + 16 = 48 \text{ g/mol}$. Starpība starp fosfīnskābes molmasu un grupas HPO molmasu ir: $66 - 48 = 18 \text{ g/mol}$, tas atbilst grupas H_2O molmasai, tātad fosfīnskābes formula ir **H_3PO_2** .

Nosaki koeficientus ķīmiskās reakcijas vienādojumā:



Nosaki koeficientus ķīmiskās reakcijas vienādojumā:



1,12 g nezināmas vielas normālos apstākļos aizņem tikpat lielu tilpumu kā 0,80 g neona.

Nosaki nezināmo vielu! Iespējamās vairākas pareizas atbildes!

CO **N₂** Si C₂He

Aprēķina neona daudzumu: $0,80/20 = 0,04$ moli

Uzdevumam ir risinājums tikai tādā gadījumā, ja nezināmā viela tāpat kā neons ir gāze.

Nezināmās vielas daudzums ir arī 0,04 moli, bet tās molmasa ir: $1,12/0,04 = 28$ g/mol

28 g/mol ir gan slāpekļa (N₂), gan oglekļa(II) oksīda molmasa.

Savienojums C₂He nav iespējams, bet Si ir cieta viela.

10. KLASE

1. uzdevums.

Lodes grūdējs Volframo sapņoja tikai par lodēm. Jubilejā kolēģi viņam uzdāvināja platīna lodi. Tās rādiuss bija 2 cm, lode tik tiešām bija izgatavota no tīra platīna, kura blīvums ir 21450 kg/m^3 .

Aprēķini platīna daudzumu šajā lodē!

Lai noteiktu platīna daudzumu lodē, nepieciešams aprēķināt tās masu, lai aprēķinātu tās masu, vispirms ir jāaprēķina lodes tilpums.

$$V(\text{Pt lodei}) = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3 = \frac{4}{3} \cdot 3,14 \cdot 2^3 = 33,49 \text{ cm}^3.$$

$$m(\text{Pt lodei}) = \rho \cdot V = 21,450 \cdot 33,49 = 718,36 \text{ g}$$

$$n(\text{Pt}) = 718,36 / 195 = \mathbf{3,684 \text{ mol}}$$

Norādi, cik nesapārotu elektronu ir katra ķīmiskā elementa atoma kodola elektronapvalkā!

Na, Mg, B, Si, He, P, O, Br

Nātrijs Na → 1, Magnijs Mg → 0, Bors B → 1, Silīcijs Si → 2, Hēlijs He → 0, Fosfors P → 3, Skābeklis O → 2, Broms Br → 1

Atzīmē skābekļa oksidēšanas pakāpi sekojošajos savienojumos!

CuO O₃ Na₂O₂ OF₂ KO₂ Fe₃O₄ BaO₂ XeO₄

CuO → -2, O₃ → 0, Na₂O₂ → -1, OF₂ → +2, KO₂ → -0,5, Fe₃O₄ → -2, BaO₂ → -1, XeO₄ → -2

Nezināma ķīmiskā elementa binārais savienojums ar skābekli satur 40,0% šo elementu. Elektronu skaits nezināmā ķīmiskā elementa atoma kodola elektronapvalkā ir pāra skaitlis.

Nosaki nezināmo ķīmisko elementu!

Skābekļa masas daļa šajā oksīdā ir $100 - 46,67 = 53,33\%$.

Pieņemsim, ka mums ir 100 g šī oksīda. Nezināmo elementu apzīmēsim ar X.

$$n(\text{O}) = 53,33 / 16 = 3,3331 \text{ mol}$$

Ja nezināmā elementa oksidēšanas pakāpe ir +1, tad $n(\text{X}) = 3,3331 \cdot 2 = 6,6662 \text{ mol}$, bet X molmasa ir $46,76 / 6,6662 = 7 \text{ g/mol}$. Tas atbilst litija molmasai, taču litija atoms satur 3 elektronus, tas nav pāra skaitlis.

Ja nezināmā elementa oksidēšanas pakāpe ir +2, tad $n(\text{X}) = 3,3331 \text{ mol}$, bet X molmasa ir $46,76 / 3,3331 = 14 \text{ g/mol}$. Tas atbilst slāpekļa molmasai, taču slāpekļa atoms satur 7 elektronus, tas nav pāra skaitlis.

Ja nezināmā elementa oksidēšanas pakāpe ir +4, tad $n(\text{X}) = 3,3331 / 2 = 1,6666 \text{ mol}$, bet X molmasa ir $46,76 / 1,6666 = 28 \text{ g/mol}$. Tas atbilst silīcija molmasai, silīcija atoms satur 14 elektronus, tas ir pāra skaitlis.

Arī cita nezināma ķīmiskā elementa atoma kodola elektronapvalkā esošo elektronu skaits ir pāra skaitlis. Šis ķīmiskais elements veido divus oksīdus. Viens no tiem satur 32,82% skābekli.

Nosaki šī oksīda formulu!

Pārbaudot iespējamās nezināmā ķīmiskā elementa molmasas līdzīgi kā iepriekšējā uzdevumā, iegūst, ka šis elements ir ksenons, bet oksīda formula XeO_4 . Ksenons veido arī otru stabilu oksīdu **XeO_3** .

Atzīmē vielas formulu, kuras molekulā ir tikai σ (sigma) saites! Iespējamās vairākas pareizas atbildes!

N_2 **HCl** CO_2 **H_2S** **S_8** SO_2

H_2S molekulā ir divas σ saites, S_8 molekula ir 8 σ saites, HCl molekulā ir viena σ saite, N_2 molekulā ir viena σ saite un 2 π saites, SO_2 molekulā ir 2 σ saites un 2 π saites, CO_2 molekulā ir 2 σ saites un divas π saites.

Atzīmē elementārobjektu pārus (jonu, molekulas, atomus) ar vienādu elektronu skaitu! Iespējamās vairākas pareizas atbildes!

Cl_2 un F_2

O_2 un O_3

Fe^{2+} un Fe^{3+}

Fe^{2+} un Co^{3+}

Ar un Cl^-

Na^+ un F^-

Cl_2 molekulā ir 34 elektroni, bet F_2 molekulā ir 18 elektroni.

O_2 molekulā ir 16 elektroni, bet O_3 molekulā ir 24 elektroni.

Fe^{2+} jonā ir 24 elektroni, bet Fe^{3+} jonā ir 23 elektroni.

Fe^{2+} jonā ir 24 elektroni, Co^{3+} jonā arī ir 24 elektroni.

Ar atomā ir 18 elektroni, arī Cl^- jonā ir 18 elektroni.

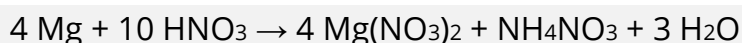
Na^+ jonā ir 10 elektroni, arī F^- jonā ir 10 elektroni.

1937. gadā kodolreakcijā ieguva pirmo ķīmisko elementu, kas nebija Zemes garozā!

*Ieraksti šī elementa simbolu! **Tc***

2. uzdevums.

Nosaki koeficientus ķīmiskās reakcijas vienādojumā:



Slāpeklis veido ne tikai slāpekļskābi un slāpekļpaskābi, bet vēl arī citas, mazāk zināmas skābes. Viena no tām ir slāpekļpaskābe. Tās molmasa ir 62 g/mol.

Nosaki slāpekļpaskābes ķīmisko formulu!

Slāpekļpaskābe satur trīs ķīmiskos elementus - ūdeņradi, slāpekli un skābekli. Tās molekulā ir vismaz viens katra šī ķīmiskā elementa atoms. Grupas(HNO) molmasa ir:

$1 + 14 + 16 = 31$ g/mol. Starpība starp slāpekļapskābes molmasu un grupas HNO molmasu ir $62 - 31 = 31$ g/mol, kas precīzi atbilst vēl vienai grupas HNO molmasai. Tātad slāpekļapskābes formula ir **H₂N₂O₂**.

Minerāls spodumens satur 3,76% litiju, 14,52% alumīniju, kā arī silīciju un skābekli.

Nosaki minerāla spodumena ķīmisko formulu!

Atrisinājumu var atrast dažādos veidos. Viens no tiem ir, izteikt savienojuma formulu oksīdu veidā.

3,76% litija atbilstošais litija oksīda saturs būs: $3,76 \cdot 30 / 14 = 8,06\%$ Li₂O

14,52% alumīnijam atbilstošais alumīnija oksīda saturs būs $14,52 \cdot 102 / 54 = 27,43\%$,

Silīcija dioksīda saturu atrod kā starpību starp 100%: $100 - 8,06 - 27,43 = 64,51\%$

$n(\text{Li}_2\text{O}) : n(\text{Al}_2\text{O}_3) : n(\text{SiO}_2) = 8,06/30 : 27,43/102 : 64,51/60$

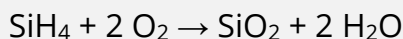
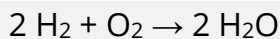
$n(\text{Li}_2\text{O}) : n(\text{Al}_2\text{O}_3) : n(\text{SiO}_2) = 0,2687 : 0,2689 : 1,0752$

$n(\text{Li}_2\text{O}) : n(\text{Al}_2\text{O}_3) : n(\text{SiO}_2) = 1 : 1 : 4$

Formula, izteikta oksīdu veidā, būs: **Li₂O·Al₂O₃·4SiO₂** jeb **Li₂Al₂Si₄O₁₂**, kas ir līdzvērtīgs **LiAlSi₂O₆**.

Gāzu maisījums sastāv no ūdeņraža un silīcijūdeņraža SiH₄. Lai sadedzinātu 20,20 L šī maisījuma, ir nepieciešami 20,20 L skābekļa.

Aprēķini ūdeņraža tilpumdaļu gāzu maisījumā!



No sadegšanas reakciju vienādojumiem izriet, ka ūdeņraža sadedzināšanai ir nepieciešams divas reizes lielāks skābekļa daudzums (molos, arī litros), bet silīcijūdeņraža sadedzināšanai ir nepieciešams divas reizes mazāks skābekļa daudzums. Uzdevuma nosacījumos teikts, ka skābekļa tilpums (arī daudzums) ir tikpat liels kā ūdeņraža un silīcijūdeņraža maisījuma tilpums. Tas iespējams tādā gadījumā, ja maisījums sastāv no 1/3 silīcijūdeņraža un 2/3 ūdeņraža. Tātad ūdeņraža tilpumdaļa maisījumā ir **66,67%**.

3. uzdevums.

Jūsu laboratorijā ir sērskābes šķīdums. Tā tilpums ir 20,20 ml, sērskābes masas daļa šķīdumā ir 20,20%, bet šķīduma blīvums ir 1,141 g/mL.

Aprēķini sērskābes molāro koncentrāciju šajā šķīdumā!

Lai arī laboratorijā ir 20,20 ml, aprēķinus būs nedaudz ērtāk veikt, izmantojot sērskābes šķīduma tilpumu 1 litrs (1000 ml).

1 litra sērskābes šķīduma masa ir: $1000 \cdot 1,141 = 1141$ g.

Sērskābes masa šajā šķīdumā ir: $1141 \cdot 0,2020 = 230,482$ g.

Sērskābes daudzums šķīdumā ir: $230,482/98 = 2,352$ mol

Sērskābes molārā koncentrācija šķīdumā ir: $2,352/1 = \mathbf{2,35 \text{ mol/L}}$

Nepieciešamās koncentrācijas sērskābes šķīdumus laboratorijās bieži vien pagatavo no koncentrētas sērskābes šķīduma.

Aprēķini 90,12% sērskābes šķīduma tilpumu, kas nepieciešams, lai pagatavotu 250 ml 1,401 molāru sērskābes šķīdumu!

250 ml 1,401 molāras sērskābes satur $0,250 \cdot 1,401 = 0,350$ molus sērskābes, kuras masa ir $0,350 \cdot 98 = 34,30$ g.

34,30 g sērskābes atradīsies $34,32/0,9012 = 38,06$ gramos 90,12% sērskābes šķīduma.

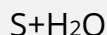
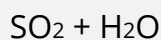
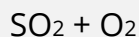
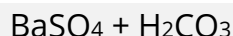
Šī šķīduma tilpums ir $38,06/1,085 = \mathbf{35,08 \text{ ml}}$.

Plaši zināmais jūtūberis Maksītis Dižais visiem skaidro, ka, atšķaidot koncentrētu sērskābi, ūdens ir jālej koncentrētās sērskābes šķīdumā, bet nedrīkst darīt otrādi - koncentrētu sērskābi liet ūdenī.

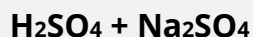
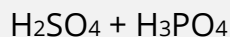
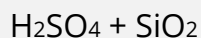
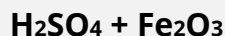
*Vai tas ir pareizi? **Aplami***

Jūtūberis Maksītis Dižais apgalvo, ka sērskābi var iegūt piecos dažādos veidos.

Atzīmē, kurās reakcijās patiešām rodas sērskābe!

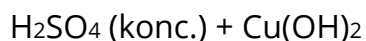


Atšķaidīta sērskābe reaģē ar daudzām vielām, tomēr ne ar visām. *Atzīmē tās ķīmiskās reakcijas, kas ar atšķaidītu sērskābi ir iespējamās!*



Koncentrēta sērskābe ir ļoti stiprs oksidētājs un reaģē arī ar tādām vielām, ar kurām atšķaidīta sērskābe nereaģē. Šajās reakcijās var rasties ļoti daudzveidīgi reakciju produkti.

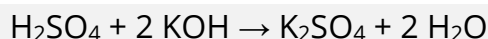
Norādi, kādi produkti radīsies reakcijās, kurās piedalās koncentrēta sērskābe!



H₂SO₄ (konc.) + Cu(OH)₂ → vara(II) sulfāts + ūdens

Sērskābes koncentrāciju šķīdumā var noteikt dažādos veidos. Kādā eksperimentā sērskābes šķīdumu titrēja ar 0,1500 molāru kālija hidroksīda šķīdumu. 20 ml sērskābes šķīduma notitrēšanai izlietoja 15,23 ml kālija hidroksīda šķīdumu.

Aprēķini sērskābes šķīduma molāro koncentrāciju!



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

$$c(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot V(\text{H}_2\text{SO}_4) = c(\text{KOH}) \cdot V(\text{KOH})/2$$

$$c(\text{H}_2\text{SO}_4) = c(\text{KOH}) \cdot V(\text{KOH}) / (2 \cdot V(\text{H}_2\text{SO}_4)) = 0,15 \cdot 15,23 / 20 / 2 = \mathbf{0,057 \text{ mol/L}}$$

Aprēķini sērskābes masu analizējamajā paraugā!

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,057 \cdot 20 \cdot 98 / 1000 = \mathbf{0,112 \text{ g}}$$

Atzīmē, kā var noteikt, ka, titrējot sērskābi ar kālija hidroksīdu, ir sasniegts stehiometriskais punkts!

Indikators maina krāsu

Rodas KOH nogulsnes

Izdalās sērskābes tvaiki

Jūtama asa sērskābes smaka

7,35% sērskābes šķīdumu neitralizēja ar kādu kristālisku metāla(II) oksīdu. Visa sērskābe izreaģēja, iegūtais šķīdums saturēja tikai metāla(II) sulfātu, tā masas daļa šķīdumā bija 8,74%.

Nosaki izmantoto metāla(II) oksīdu!

Uzskatīsim, ka neitralizācijas procesā izlietoja 1 molu metāla(II) oksīdu. Ar šo oksīda daudzumu tika neitralizēts 1 mols sērskābes, bet šķīdumā radās 1 mols metāla(II) sulfāta.

Pieņemsim, ka nezināmā metāla molmasa ir x g/mol, tad izlietotā metāla oksīda masa ir: $x + 16$ g

Neitralizācijā izlietotā sērskābes šķīduma masa ir: $98 / 0,0735 = 1333,33$ g

Reakcijā iegūtā metāla(II) sulfāta masa ir: $x + 96$ g.

Šķīduma masa pēc reakcijas ir vienāda ar sērskābes šķīduma masu + metāla oksīda masu = $1333,33 + x + 16 = 1349,33 + x$ g.

Metāla sulfāta masas daļa šķīdumā būs: $(x + 96) / (1349,33 + x) = 0,0874$.

Atrisinot vienādojumu, iegūst, ka $x = 24$ g/mol. Tas atbilst ķīmiskā elementa **magnija** molmasai. Tātad iegūtais oksīds – **MgO**.

4. uzdevums.

Plumbum apgalvo, ka visi urāna izotopi ir radioaktīvi.

Vai tiešām tā ir? Patiesi

Plumbum apgalvo, ka svina(II) jodīdu sauc arī par alķīmiķu zeltu.

Vai tiešām tā ir? Patiesi

Plumbum apgalvo, ka CO ir skābais oksīds.

Vai tiešām tā ir? Aplami

Plumbum apgalvo, ka cēlgāzes (inertās gāzes) neveido nevienu stabilu ķīmisko savienojumu.

Vai tiešām tā ir? Aplami. Cēlgāzes ķīmiskos savienojumus tomēr veido, piemēram, ksenons veido trīs dažādus fluorīdus XeF₂, XeF₄ un XeF₆.

Plumbum apgalvo, ka ķīmiskie elementi periodiskajā tabulā ir sakārtoti to molmasu pieaugšanas secībā.

Vai tiešām tā ir? Aplami. Ķīmiskie elementi periodiskajā tabulā ir sakārtoti to atomu kodola lādiņu pieaugšanas secībā.

Plumbum apgalvo, ka vislielākā elektronegativitāte ir skābeklim.

Vai tiešām tā ir? Aplami. Fluora elektronegativitāte ir lielāka nekā skābekļa elektronegativitāte.

Plumbum apgalvo, ka alfa (α) sabrukšanas procesā no dubnija (Db) rodas borijis (Bh). *Vai tiešām tā ir? Aplami.* Alfa sabrukšanas procesā no dubnija (Db) rodas lourensijs (Lr).

Plumbum apgalvo, ka visas vienkāršās vielas sastāv no atomiem.

Vai tiešām tā ir? Aplami. Tā nav, daudzas vienkāršās vielas, piemēram, O₂, N₂, Cl₂, F₂ utt. sastāv no molekulām.

5. uzdevums.

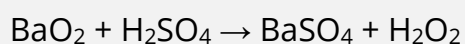
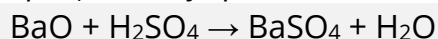
Maisījums sastāv no bārija oksīda un bārija peroksīda BaO₂. 6,60 g šī maisījuma apstrādāja ar atšķaidītu sērskābi, radās 9,32 g baltas nogulsnes.

Aprēķini nogulšņu daudzumu!

Baltās nogulsnes ir bārija sulfāts.

$$n(\text{BaSO}_4) = 9,32/233 = \mathbf{0,04 \text{ mol}}$$

Aprēķini bārija peroksīda masas daļu maisījumā!



Pieņemsim, ka maisījums satur x molus bārija oksīda un y molus bārija peroksīda.

$$\text{Tā masa būs: } 153x + 169y = 6,60 \text{ g}$$

No x moliem BaO rodas x moli BaSO₄, bet no y moliem BaO₂ rodas y moli BaSO₄.

$$\text{Tātad: } x + y = 0,04$$

Atrisinot šo vienādojumu sistēmu, iegūst, ka x = 0,01 mol BaO un y = 0,03 mol BaO₂.

$$m(\text{BaO}_2) = 0,03 \cdot 169 = 5,07 \text{ g}$$

$$w(\text{BaO}_2) = 5,07/6,60 = 0,7682 \text{ jeb } \mathbf{76,82\%}$$

Kāds binārais savienojums reaģēja ar ūdeni. Reakcijā izdalījās gāze, kuras relatīvais blīvums pret hēliju ir 0,5. No 0,80 g binārā savienojuma ieguva 448 ml šo gāzi.

Aprēķini iegūtās gāzes masu!

$$M(\text{gāzei}) = 0,5 \cdot 4 = 2 \text{ g/mol}$$

Šī gāze ir ūdeņradis.

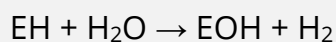
$$n(\text{H}_2) = 0,448/22,4 = 0,02 \text{ mol}$$

$$m(\text{H}_2) = 0,02 \cdot 2 = \mathbf{0,04 \text{ g}}$$

Nosaki izmantotā binārā savienojuma formulu!

Binārais savienojums, kura reakcijā ar ūdeni rodas ūdeņradis, visticamāk ir kāda sārmu metāla vai sārmzemju metāla hidrīds.

Pieņemsim, ka tas ir sārmu metāla hidrīds, tad tā formula būs EH, kur E ir šī elementa simbols vispārīgā veidā.



$$n(\text{EH}) = n(\text{H}_2) = 0,02 \text{ mol}$$

$$M(\text{EH}) = 0,80/0,02 = 40 \text{ g/mol}$$

Tas atbilst **kālija hidrīda KH** molmasai.

6. uzdevums.

Nosaki, kādām vielu klasēm pieder savienojumi, kuru sastāvu apraksta sekojošās formulas!



Bāziskais sāls Skābais sāls Bāziskais oksīds Skābais oksīds Skābe Bāze Dubultsāls Amfotērais oksīds

Al(OH)Cl₂ → Bāziskais sāls, KHSO₄ → Skābais sāls, PbO → Bāziskais oksīds, I₂O₅ → Skābais oksīds, CrO₃ → Skābais oksīds, HClO₄ → Skābe, NH₃ → Bāze, KNaCO₃ → Dubultsāls, Al₂O₃ → Amfotērais oksīds, Ba(OH)₂ → Bāze, Cu(OH)₂ → Bāze, HF → Skābe

Atzīmē, kuras reakcijas var izmantot cinka karbonāta iegūšanai!

Cinka sulfāta šķīdums + nātrija karbonāta šķīdums

Cinka oksīds + oglekļa(IV) oksīds

Cinka hidroksīds + ogļskābe

Cinka sulfāta šķīdums + ogļskābe

Cinka nitrāta šķīdums + oglekļa(IV) oksīds

Cinka fosfāts + kālija karbonāta šķīdums

11. KLASE

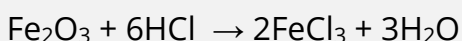
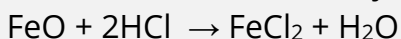
1. uzdevums. Dzelzs oksidēšana (10 punkti)

1. Uzraksti oksīdu **A** un **B** ķīmiskās formulas, ja zināms, ka metāla masas daļa oksīdā **A** ir lielāka nekā oksīdā **B**! (par katru formulu 0,5 punkti) **A-FeO, B-Fe₂O₃**

2. Uzraksti ķīmisko formulu trešajam stabilajam dzelzs oksīdam! (1 punkts) **Fe₃O₄**

3. Aprēķini oksīda **A** masas daļu (%) šajā maisījumā! (4 punkti)

Uzrakstām abus vienādojumus un sastādām sistēmu:



Patērētais sālsskābes daudzums ir:

$$n_{\text{HCl}} = CV = 0,500 \cdot 0,0600 = 0,030 \text{ mol}$$

Molu daudzuma apzīmēšanai izmantosim burtus A (FeO) un B (Fe₂O₃).

$$\{n_A M_A + n_B M_B = 1,00; 2n_A + 6n_B = 0,030\}$$

Izsakām n_A :

$$n_A = 0,015 - 3n_B$$

Un ievietojam 1. vienādojumā:

$$M_A(0,015 - 3n_B) + n_B M_B = 1,00$$

$$n_B = (1 - 0,015 M_A) / (M_B - 3M_A) = (1 - 0,015 \cdot 71,85) / (159,7 - 3 \cdot 71,85) = 0,00139 \text{ mol}$$

$$m_B = n_B M_B = 0,00139 \cdot 159,7 = 0,222 \text{ g}$$

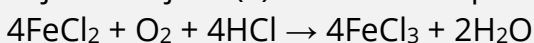
$$n_A = 0,015 - 3n_B = 0,015 - 3 \cdot 0,00139 = 0,01083 \text{ mol}$$

$$m_A = n_A M_A = 0,01083 \cdot 71,85 = 0,778 \text{ g}$$

$$w_A = m_A / (m_A + m_B) = 0,778 \text{ g} / (0,778 \text{ g} + 0,222 \text{ g}) = 0,778 = \mathbf{77,8\%}$$

4. Aprēķini skābekļa tilpumu (L, n.a.) un masu (g), kas tiks patērēts ķīmiskajā reakcijā! (2 punkti)

Šajā reakcijā Fe(II) tiks oksidēts par Fe(III).



$$n_{\text{O}_2} = n_{\text{FeO}} / 4 = 0,01083 / 4 = 0,002708 \text{ mol}$$

$$V = n V_0 = 0,002708 \cdot 22,4 = \mathbf{0,0607 \text{ L}}$$

$$m = n M = 0,002708 \cdot 32,0 = \mathbf{0,0867 \text{ g}}$$

5. Cik reižu Regnāram būtu jāpiesātina 60,0 ml reakcijas maisījums ar skābekli, ja reakciju varētu sadalīt soļos: a) piesātināta skābekļa šķīduma iegūšana un b) ķīmiskā reakcija līdz skābekļa šķīdumā vairs nav? Pieņem, ka šķīduma tilpums nemainās un skābekļa šķīdība aplūkotajā šķīdumā ir tāda pati kā tīrā ūdenī. (2 punkti)

60,0 ml piesātināta šķīduma izšķīdusī skābekļa masa ir:

$$m_{60\text{mL}} = m_{1\text{L}} V(L) = 8,0 \cdot 0,060 = 0,48 \text{ mg}$$

Reakcijas pilnīgai norisei nepieciešami 0,0867 g jeb 86,7 mg skābekļa. Izdalot abus lielumus iegūstam to, cik reižu šķīdumu nepieciešams piesātināt.

$$86,7 / 0,48 = 180,6 \approx \mathbf{181}$$

2. uzdevums. **levelc elpu** (11 punkti)

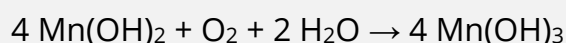
1. Kādos apstākļos skābekļa šķīdība ūdenī būs visaugstākā? (1 punkts)

- a) Zema temperatūra un zems atmosfēras spiediens
- b) Augsta temperatūra un zems atmosfēras spiediens
- c) Zema temperatūra un augsts atmosfēras spiediens**
- d) Augsta temperatūra un augsts atmosfēras spiediens

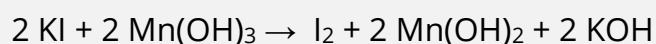
Šo uzdevumu var izdomāt, vai nu zinot gāzu mijiedarbības ar šķīdinātāju vai arī domājot piemērus "no dzīves", piemēram, atverot noslēgtu pudeli limonādes. Limonādē izšķīdis CO₂, kā arī virs limonādes slāņa ir CO₂ ar paaugstinātu spiedienu. Atverot pudeli, var novērot, ka CO₂ izdalās ne tikai no augšējā slāņa, bet arī sāk burbuļoties pati limonāde - samazinās CO₂ šķīdība ūdenī (limonādē), jo samazinājies spiediens virs tās. Līdzīgu CO₂ samazināšanos var sajust, paaugstinot temperatūru - limonāde siltā laikā "atgāzējusies".

2. Izliec mazākos veselos koeficientus Reakcijai Nr1 un Nr2 (*ieraksti "1", ja nepieciešams*). (4 punkti)

Nr1



Nr2



3. Kādu indikatoru jāizmanto titrēšanā? (1 punkts)

- a) Universālindikatoru
- b) Fenolftaleīnu
- c) Metiloranžu
- d) Cietes šķīdumu ūdenī**

Titrēšanā notiekošo reakciju nevar noteikt ar pH izmaiņu, jo nepiedalās un neveidojas skābes vai bāzes, līdz ar to metiloranžs, fenolftaleīns un universālindicators neder. Jods I₂ šķīdumā ar jodīdjoniem ir līdzsvarā ar trijodīdjonu I₃⁻, kurš kompleksējas ar cieti, izveidojot raksturīgo zilo krāsu. Līdzko pazūd I₂, nevar veidoties I₃⁻, līdz ar to pazūd zilā krāsa.

Vairāk šeit: https://en.wikipedia.org/wiki/Iodine_test

20,0 ml upes ūdens parauga apstrādāja pēc Vinklera metodes un titrēšanā bija nepieciešami 18,80 ml 0,00105 M nātrija tiosulfāta šķīduma.

4. Aprēķini ISK ūdenī mg/L. (3 punkti)

$$n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \cdot V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 18,80 \text{ mL} \cdot 0,00105 \text{ M} = 1,974 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

$$n\text{I}_2 = n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \cdot 0,5 = 1,974 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot 0,5 = 9,87 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$$

Apvienojot abus vienādojumus, kuros piedalās mangāna savienojumi, iegūst



$$\text{Tādējādi } n\text{O}_2 = n\text{I}_2 \cdot 0,5 = 9,87 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \cdot 0,5 = 4,935 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$$

$$\text{ISK} = m(\text{O}_2) / V_{\text{paraugs}} = n(\text{O}_2) \cdot M(\text{O}_2) / V_{\text{paraugs}} = \\ = (4,935 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \cdot 32,00 \text{ g/mol}) / 0,0200 \text{ L} = \mathbf{7,90 \text{ mg/L}}$$

5. Kas ir gāze **T**? (1 punkts) **NO**

6. Kas ir joni **R**? (1 punkts) **NO₂⁻**

3. uzdevums. **Krāsainie metāli** (14 punkti)

1. Nosauciet abus metālus, zinot, ka **A** kārtas skaitlis ir zemāks nekā **B**! (1 punkts)

A-Cu, B-Au

2. Atzīmējiet nozares, kurās mūsdienās plaši izmanto metālus **A** un **B**! (1,5 punkti)

a. Rotaslietu ražošanā

b. Elektrotehnikā

c. Melnajā metalurģijā

d. Lidmašīnu un kosmosa kuģu korpusu būvniecībā

e. Pretkorozijas pārklājumos

3. Kā sauc šo skābju maisījumu? (1 punkts) **Karaļūdens**

4. Uzraksti **E** un **F** ķīmiskās formulas? (2 punkti) **E-HNO₃, F-HCl**

5. Uzraksti ķīmisko formulu vielai, kas nosaka maisījuma krāsas maiņu! (1 punkts)

NOCl

6. Kādēļ šis maisījums ir spējīgs izšķīdināt metālu **B**? (1 punkts)

a. Abas skābes viena otras klātienē kļūst spēcīgākas

b. Maisījumā viena skābe darbojas kā spēcīgs oksidētājs, kamēr otra nodrošina

B jonu kompleksēšanu

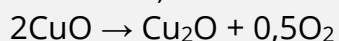
c. Abu skābju reakcijā rodas cita vēl spēcīgāka skābe

d. Joprojām nav izskaidrots, kādēļ tieši šāds maisījums ir spējīgs izšķīdināt **B**.

7. Uzraksti **C** un **D** ķīmiskās formulas! (1,5 punkti) **C-CuO, D-Cu₂O**

8. Aprēķini maisījuma sastāvu masas daļās un realizētās ķīmiskās reakcijas iznākumu (procentos no teorētiskā)! (5 punkti)

Realizētā ķīmiskā reakcija ir:



Ērtības labad vienādojumos saglabāsim udevumā lietotos apzīmējumus C (CuO) un D (Cu₂O):

$$W_{\text{Cu}} = W_{\text{C}}W_{\text{Cu,C}} + (1 - W_{\text{C}})W_{\text{Cu,D}}$$

$$W_{\text{Cu}} = W_{\text{C}}W_{\text{Cu,C}} + W_{\text{Cu,D}} - W_{\text{C}}W_{\text{Cu,D}}$$

$$W_{\text{C}} = (W_{\text{Cu}} - W_{\text{Cu,D}}) / (W_{\text{Cu,C}} - W_{\text{Cu,D}})$$

Aprēķinām Cu masas daļu CuO (C): $63,5/79,5 = 0,799$

un Cu masas daļu Cu₂O (D): $2 \cdot 63,5/143 = 0,888$

un nosakām, ka

$$W_{\text{C}} = (0,850 - 0,888) / (0,799 - 0,888) = 0,427$$

Pieņemsim, ka mums ir 10,0 g maisījuma attiecīgi 4,27 g CuO un 5,73 g Cu₂O (saskaņā ar oksīdu masas daļu tajā).

Neizreaģējušā CuO daudzums ir: $n = m/M = 4,27/79,5 = 0,0537 \text{ mol}$

No tā mēs būtu varējuši iegūt $n(\text{Cu}_2\text{O}) = n\text{CuO}/2 = 0,0537/2 = 0,02685 \text{ mol}$

Cu₂O, kura masa būtu bijusi $m = nM = 0,02685 \cdot 143 = 3,84 \text{ g}$

Tātad reakcijas iznākumu varam aprēķināt kā iegūtās un teorētiski iegūstamās Cu₂O masas dalījumu:

$$5,73 / (5,73 + 3,84) = 5,73 / 9,57 = 0,599 = \mathbf{59,9\%}$$

4. uzdevums. Igora pigori (15 punkti)

1. Uzraksti **A – J** ķīmiskās formulas! (12 punkti)

Varam uzdevuma risināšanu iesākt ar to, ka **G** ir vāja skābe, kas eksistē tikai ūdens šķīdumā, un kas veidojas no **D** un **F**. Vēlāk dots, ka **D** ir bezkrāsains šķidrums un ir ļoti stabils un dabā plaši sastopams.

Aprakstam atbilst ogļskābe **G = H₂CO₃**; ūdens **D = H₂O** un ogļskābā gāze **F = CO₂**.

Tā kā **C** izkarsējot bija iespējams iegūt cinka oksīdu un **D**, **C = Zn(OH)₂**. Acīmredzot iegūtais skābeklis uz reakcijas norisi aizvadīja ūdens tvaikus, jo skābekļa iegūšana notika ūdens šķīduma klātienē.

Tā kā karsējot **E** rodas cinka oksīds, kā arī vielas **D** un **F** vienādā molārā daudzumā, **E** varētu būt cinka hidroģēnkarbonāts vai cinka bāziskais karbonāts.



Redzams, ka molārā attiecībā 1:1 H₂O un CO₂ rodas no bāziskā karbonāta **E = Zn₂(OH)₂CO₃**.

Varam spriest, ka arī H būs vara bāziskais karbonāts, taču tam būs cita OH⁻ un CO₃²⁻ attiecība. Pēc analogijas ar **E**, tā kā molārā attiecībā H₂O : CO₂ šeit ir 3:2, varam spriest ka koeficients pie OH⁻ būs 6 un pie CO₃²⁻ būs 2, iegūsim **H = Zn₅(OH)₆(CO₃)₂**.

Pēc apraksta **B = H₂O₂**.

Pēc apraksta varam secināt, ka **A atbilst MnO₂**.

Varam arī izmantot to, ka secinām, ka A ir oksīds (jo reakcijā ar sālsskābi rodas tikai hlору saturoši produkti un ūdens), un atrodam atbilstošā metāla atommasu:

Vispārīgi metāla masas daļa oksīdā M₂O_a (kur pie pāra oksidēšanās pakāpē 2 pie M saīsināsies) ir:

$$w_M = 2A_M / (2 \cdot A_M + 16a)$$

$$w_M \cdot 2 \cdot A_M + w_M 16a = 2A_M$$

Varam izteikt no vienādojuma A_M (pirms tam to izdalot ar 2):

$$A_M = 8w_M a / (1 - w_M) = (8 \cdot 0,632 \cdot a) / (1 - 0,632)$$

Metālam atbilstošas atommasas atrodam pie a = 2 (Al, taču tas neveido šādu oksīdu), a = 4 (Mn) un a = 7 (Mo, taču tas neveido šādu oksīdu). Tātad **A = MnO₂**.

Līdz ar to **I = Cl₂** un **J = MnCl₂**, jo reakcija, kas ir aprakstīta, ir:



2. Kādu skābekļa attīrīšanas mehānismu bija cerējis izmantot Igoris? (1 punkts)

a. Piemaisījumu kondensāciju

b. Piemaisījumu sorbciju

c. Piemaisījumu iztvaicēšanu

d. Piemaisījumu reverso osmozi

3. Kā sauc savienojumu klasi, pie kuras pieder **E** un **H**? (1 punkts)

a. Bāziskie sāļi

b. Kompleksie sāļi

c. Skābie sāļi

d. Dubultsāļi

4. Kāda loma skābekļa iegūšanā bija **A**? (1 punkts)

a. Tas ir katalizators

b. Tas ir reaģents

c. Tas ir oksidētājs

d. Tas ir reducētājs

5. uzdevums. **Slāpekļskābe apēd visu! ... Nu vismaz Pēča skrūves...** (16 punkti)

1. Kas ir metāli **A**, **B** un **C**. (par katru formulu 1 punkts) **A-Zn, B-Fe, C-Cu**

2. Miniet divus visplašāk izmantotos **B** sakausējumus ar oglekli. (1 punkts)

Tērauds un čuguns

3. Kādas ir atšķirības starp materiāliem, no kā izgatavotas skrūves? (1 punkts)

a. **I skrūve ir A pārklājums uz B, kamēr II skrūve veidota no viendabīga sakausējuma**

b. I skrūve veidota no viendabīga sakausējuma, kamēr II skrūve ir A pārklājums uz C

c. Abas skrūves veidotas no viendabīga sakausējuma

d. Abas skrūves ir A pārklājums uz B vai C attiecīgi

4. Kādēļ izvēlēts šāds I skrūves ķīmiskais sastāvs? (1 punkts)

a. **A pārklājums uz B nodrošina korozijas aizsardzību**

b. Šis sakausējums ir gana inerts pret koroziju

c. A pārklājums uz B izmantots pamatā vizuālo īpašību dēļ

d. A pievienošana būtiski uzlabo skrūves ķīmisko izturību

5. Kādēļ izvēlēts šāds II skrūves ķīmiskais sastāvs? (1 punkts)

a. A pārklājums uz C nodrošina korozijas aizsardzību

b. **Šis sakausējums ir gana inerts pret koroziju**

c. A pārklājums uz C izmantots pamatā vizuālo īpašību dēļ

d. A pievienošana būtiski uzlabo skrūves ķīmisko izturību

6. Kā triviāli sauc materiālu, no kā izgatavota II skrūve? (1 punkts) **Misiņš**

7. Kāda ir A moldaļa (X) un masas daļa (W%) skrūvē, kas veidota no sakausējuma? (2 punkti)

No sakausējuma ir veidota II skrūve.

No grafika varam nolasīt, ka pēc 80 min koncentrācijas ir A: 0,28 M un C: 0,52 M.

Aprēķinam, ka A moldaļa ir $0,280,28+0,52=0,35$

Masas daļu aprēķinām kā:

$$w_A=(n_A A_A)/(n_A A_A+n_C A_C)=(0,35 \cdot 65,4)/(0,35 \cdot 65,4+0,65 \cdot 63,5)=0,357$$

8. Kāda ir A masa (g), kas ietilpa pārklājumā skrūves šķīdumā iemērtajai daļai skrūvei, kas ir veidota kā metāla pārklājums uz cita metāla? (2 punkti)

Tā koncentrācija pie pilnīgas tā izšķīšanas ir 0,20 M, tātad daudzums ir

$$n=CV=0,20 \cdot 0,020=0,004 \text{ mol un masa } m=nM=0,004 \cdot 65,4=0,262 \text{ g.}$$

9. Kāds ir A pārklājuma biezums (mm) skrūvei, kas ir veidota kā metāla pārklājums uz cita metāla? Šajā aprēķinā pieņemiet, ka skrūvei *nav* rievotu malu un spīcas apakšas (kā tas būtu, ja šķīdumā būtu iemērkts gluds cilindrisks stienītis)! (4 punkti)

Pārklājuma biezumu varam aprēķināt kā pārklājuma tilpuma un pārklājuma laukuma dalījumu. Pārklājuma tilpumu varam aprēķināt, izmantojot pārklājumā ietilpstošā metāla

masu un blīvumu. Pārklājuma laukumu varam aprēķināt kā stienīša (kas pielīdzināts skrūves) iemērtās daļas laukumu.

Blīvumu pārvērtīsim kubikmilimetros, iegūstot $0,00714 \text{ g}\cdot\text{mm}^{-3}$.

Pārklājuma tilpums tāpat būs $V_{prkl}=m/\rho=0,262/0,00714=36,7 \text{ mm}^3$

Pārklājuma laukums ir skābē iemērtā stienīša (kas pielīdzināts skrūvei) laukums, ko aprēķinām saskaitot laukumu stienīša sāniem un apakšai.

$$S_{ap}=\pi\cdot r^2=\pi\cdot 2^2=12,57 \text{ mm}^2$$

$$S_{san}=H\cdot 2\cdot\pi\cdot r=100\cdot 2\cdot\pi\cdot 2=1256,6 \text{ mm}^2$$

$$S_{kop}=1256,6+12,6=1269,2 \text{ mm}^2$$

Pārklājuma biezumu aprēķinām kā tilpuma un laukuma dalījumu:

$$d=V_{prkl}/S_{kop}=36,7/1269,2=\mathbf{0,0289 \text{ mm}}$$

12.KLASE

1. uzdevums. **Skolotāja mīkla** (11 punkti)

1. Kādas skābes sāļus Jancim bija iedevis skolotājs? *Uzraksti skābes ķīmisko formulu! (1 punkts)*

HNO₃. Nav citas skābes, kas veidotu šķīstošus sāļus ar tālāk uzdevumam atbilstošajiem Ag⁺, Pb²⁺, Ba²⁺ u.c. joniem.

2. Kas ir savienojums **A**? *Uzraksti ķīmisko formulu! (1 punkts)*

Vienīgais nešķīstošais hlorīds (no sāļiem, kas doti šķīdības tabulā) ir **AgCl**.

3. Kas ir savienojums **B**? Zināms, ka to saturošo metālu jau senatnē plaši izmantoja dažādās sfērās. *Uzraksti ķīmisko formulu! (2 punkti)*

Vienīgie nešķīstošie sulfāti (no sāļiem, kas doti šķīdības tabulā) ir BaSO₄, PbSO₄, un varētu pieskaitīt arī mazšķīstošo CaSO₄, taču no atbilstošajiem metāliem senatnē plaši izmantoja **Pb**.

4. Kas ir savienojums **C**? *Uzraksti ķīmisko formulu! (1 punkts)*

Vienīgais nešķīstošais hidroksīds zilā krāsā ir **Cu(OH)₂**.

5. Kas ir savienojums **D** un pēc tā izkarsēšanas iegūtais produkts? *Uzraksti ķīmiskās formulas. (3 punkti)*

No teksta varam secināt, ka šis metāla jons veido nešķīstošu hidroksīdu, kas pārākumā šķīst nātrija hidroksīdā, tātad tas ir amfotērs hidroksīds, kas ar sārmu veido komplekso savienojumu Na_x[M(OH)_y]

Tam pievienojot atšķaidītu sālsskābi, tas pārvēršas atpakaļ par nešķīstošo hidroksīdu. To izkarsējot 250 °C iegūst metāla oksīdu:



kur pie pāra a vērtībām vienādojums un koeficienti oksīdā jādala ar 2.

Pēc uzdevuma teksta redzam, ka M₂O_a un 2·M(OH)_a molmasu dalījums ir 0,819:

$$(2M_M + 16a) / (2M_M + 2 \cdot 17a) = 0,819$$

Izdalām vienādojuma kreisajā pusē saucēju un dalītāju ar 2 un uzrakstām:

$$M_M + 8a = 0,819M_M + 0,819 \cdot 17a$$

$$M_M = (0,819 \cdot 17a - 8a) / (1 - 0,819)$$

Kā vienīgo stabilo uzdevuma nosacījumiem atbilstošo metālu atrodam pie a= 2, un tātad **D** ir **Zn**, un pēc karsēšanas iegūtais produkts - **ZnO**.

6. Kāda savienojuma veidā **D** saturošais metāls atradās 4. šķīdumā? *Uzraksti ķīmisko formulu! (2 punkti)* **Na₂[Zn(OH)₄]**

7. Kādu metālu īpašību izmantoja **C** un **D** saturošo metālu atdalīšanai? (1 punkts)

a. **Amfoteritāti**

b. Atšķirīgu reakcijas ātrumu

c. Alotropiju

d. Izomēriju

2. uzdevums. Oda svaigam gaisam (11 punkti)

1. Pārvērt ogļskābās gāzes koncentrāciju 1400 m.d. procentos! (1 punkts)

$$1'400/1'000'000 = 1,4/1'000 = 0,14/100 = 14\%$$

2. Kāds ir ogļskābās gāzes tilpums (L) un daudzums (mol) pēc kontroldarba uzrakstīšanas? Pieņemiet, ka mēbeļu, skolēnu, skolotāja un citu telpā esošo objektu tilpumu var ignorēt. (3 punkti)

Klases tilpumu varam aprēķināt kā:

$$V_{kl} = S \cdot h = 60 \cdot 3,1 = 186 \text{ m}^3$$

Ogļskābās gāzes koncentrācija faktiski atbilst tās procentuālajam daudzumam no gāzu kopējā daudzuma, kas ideālām gāzēm vienāds arī ar tilpumdaļu.

$$V_{CO_2} = V_{kl} X_{CO_2} = 186 \cdot 0,0014 = 0,2604 \text{ m}^3 = \mathbf{260 \text{ L}}$$

$$n_{CO_2} = p \cdot V_{CO_2} / (RT) = (100 \cdot 260) / (8,314 \cdot (273,15 + 22)) = 26000 / 2454 = \mathbf{10,60 \text{ mol}}$$

3. Cik ilgi (min) skolēni bija rakstījuši kontroldarbu, ja pirms tā sākuma telpa bija labi izvēdināta (400 m.d.), un tajā atradās tikai 19 skolēni un 1 skolotājs? Pieņemiet, ka telpa kontroldarba laikā bija hermētiski noslēgta. Iespējamās nelielās spiediena un temperatūras izmaiņas ignorējiet. (3 punkti)

Ogļskābās gāzes koncentrācija kontroldarba rakstīšanas laikā pieauga par 1000 ppm jeb 0,1%, kas atbilst kontroldarba laikā izelpotajam ogļskābā gāzes daudzumam.

Aprēķinām kontroldarba laikā izelpotās ogļskābā gāzes daudzumu:

$$V_{CO_2} = V_{kl} X_{CO_2} = 186 \cdot 0,0010 = 0,186 \text{ m}^3 = 186 \text{ L}$$

$$n_{CO_2} = p \cdot V_{CO_2} / (RT) = 100 \cdot 186 / (8,314 \cdot (273,15 + 22)) = 18600 / 2454 = 7,579 \text{ mol}$$

Aprēķinām, cik ogļskābās gāzes vidēji minūtē izelpo 1 cilvēks:

$$n_{CO_2, 24h} = m_{CO_2} / M_{CO_2} = 750 / (12 + 32) = 17,045 \text{ mol}$$

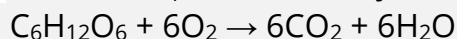
$$n_{CO_2, 1min} = n_{CO_2, 24h} / (24 \cdot 60) = 17,045 / 1440 = 0,011837 \text{ mol}$$

Varam aprēķināt laiku, dalot kontroldarba laikā izelpotās ogļskābās gāzes daudzumu ar skolēnu skaitu un ogļskābās gāzes daudzumu, ko minūtē izelpo 1 cilvēks:

$$t = 7,579 / (0,011837 \cdot 20) = 7,579 / 0,2367 = \mathbf{32,0 \text{ min}}$$

4. Kāda ir skābekļa koncentrācija (%) klasē pēc kontroldarba uzrakstīšanas, pieņemot, ka organismā notika tikai cukuru ($C_6H_{12}O_6$) oksidēšana par ogļskābo gāzi un ūdeni, un sākotnējā skābekļa koncentrācija bija 21,0%? (1 punkts)

Notiekošā ķīmiskā reakcija ir:



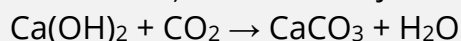
Redzams, ka šajā reakcijā tiek patērēts tikpat skābeklis, kā rodas ogļskābā gāzē.

Tā kā ogļskābās gāzes koncentrācija pieauga par 0,1%, skābekļa koncentrācija samazinājās par 0,1%. Skābekļa koncentrācija klasē pēc kontroldarba uzrakstīšanas ir **20,9%**.

5. Cik liels daudzums (mol) kalcija hidroksīda nepieciešams, lai šādi samazinātu ogļskābās gāzes koncentrāciju līdz 400 m.d.? Zināms, ka pie šādām ogļskābās gāzes koncentrācijām skābā sāls veidošanās nenotiek. (2 punkti)

Lai samazinātu ogļskābās gāzes koncentrāciju, nepieciešams aizvēkt jau aprēķinātos 7,579 mol ogļskābās gāzes.

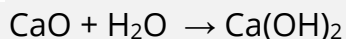
Notiekošā ķīmiskā reakcija ir:



Tātad nepieciešami **7,579 mol** kalcija hidroksīda.

6. Cik liela masa (g) kalcija oksīda jāņem, ja skolotājs kalcija hidroksīdu gatavoja, sajaucot kalcija oksīdu un ūdeni? (1 punkts)

Notiekošā ķīmiskā reakcija ir:



Tātad tam nepieciešams 7,579 mol kalcija oksīda. Tā masa ir:

$$m=nM=7,579 \cdot (40,1+16,0)=\mathbf{425g}$$

3. uzdevums. **Gredzenu pavēlnieks** (12 punkti)

1. Atzīmē pazīmi/-es, kurai/-ām jāizpildās, lai savienojumu uzskatītu par aromātisku. (2 punkti)

a) Savienojumam piemīt specifiska smarža

b) Savienojums ir ciklisks

c) Savienojums sastāv tikai no oglekļa un ūdeņraža atomiem

d) Savienojums sastāv no konjugētas π saišu sistēmas

e) **Savienojumā aromātisko sistēmu veidojošo π elektronu skaits atbilst $4n+2$, kur n ir vesels, nenegatīvs skaitlis**

f) Savienojums ir planārs jeb plakans

g) Savienojumam jābūt elektroniski neitrālam (nedrīkst būt lādēts)

Aromātiskums ir īpašība savienojumam, kas ļauj molekulai ieņemt zemākas enerģijas stāvokli, kas ir izdevīgi, tai pašā laikā molekulu padarot mazāk reaģētspējīgu. Nosaukums cēlies no benzola atvasinājumiem, kuriem bija specifiska smarža, taču ne visiem aromātiskiem savienojumiem ir specifiska smarža.

Savienojums ir aromātisks, ja tas ir ciklisks, satur konjugētu π saišu sistēmu, šī π saišu sistēma ir planāra un π elektronu skaits tajā ir $4n+2$.

Neviens no šiem punktiem neietver to, ka aromātiski savienojumi sastāv tikai no C un H (piem. piridīna sastāvā ir slāpekļis), kā arī to, ka savienojumam jābūt neitrālam (piem. tropilija katjons C_7H_7^+ vai ciklopentadienil anjons C_5H_5^-).

2. Kuram nosacījumam obligāti jāizpildās, lai notiktu izolētas dubultsaites hidrogenēšanas reakcija ar H_2 ? (1 punkts)

a) Reakcijā jāizmanto katalizators

b) Reakcija jāveic augstā temperatūrā ($>100^\circ\text{C}$)

c) Reakcija jāveic ar paaugstinātu H_2 spiedienu (>1 atm)

d) Izejviela noteikti jāizšķīdina polārā šķīdinātājā

Vairums reakciju notiek istabas temperatūrā pie ūdeņraža spiediena 1 atm, kā arī šķīdinātājs dažkārt vispār nav vajadzīgs, piemēram, ja izejviela ir šķīdīga (cikloheksēns). Taču bez katalizatora reakcija noteikti nenotiks, jo H_2 kā gāze nav pietiekami reaģētspējīga, lai reaģētu ar dubultsaiti, ir nepieciešama mijiedarbība ar katalizatoru (parasti pārejas metāls, piem. Pd, Pt, Rh u.c.)

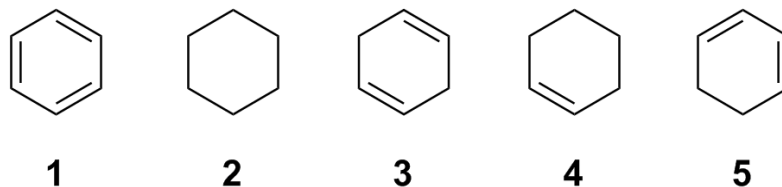
3. Kurš no savienojumiem attēlā netiks novērots reakcijas maisījumā benzola hidrogenēšanas laikā (arī kā starpprodukts)? (1 punkts)

Savienojums 1 ir izejviela, tas tiks novērots, kamēr vien viss nebūs izreaģējis.

Savienojums 2 ir pilnīgi hidrogenēts produkts, tas ar laiku tiks novērots.

Savienojumi 4 un 5 ir daļēji hidrogenētie produkti, kas ir starp 1 un 2.

Savienojums 3 netiks novērots, jo tas nevar veidoties pēc mehānisma. Hidrogenēšana balstās uz H₂ vienlaicīgu pievienošanu dubultsaietei, tādējādi pie katra no blakus esošiem oglekļiem pa vienam ūdeņraža atomam. Lai veidotos savienojums 3, diviem ūdeņražiem būtu jāpienāk pie dubultsaites pretējos molekulas galos.



116. att.

4. Nosaki, kas ir gāze **A** un viela **B** (molekulformulas). (2 punkti)

Tā kā A ir smagāka par H₂ par 50%, tās molmasa = 3 g/mol. Tā kā ir tikai viens elements, kura molmasa ir mazāka par A molmasu, tas sastāv tikai no ūdeņraža atomiem. Lai molmasa būtu 3, A sastāv vai nu no 3 ūdeņražiem, vai arī tā sastāvā ir kāds cits ūdeņraža izotops.

Teikts, ka A iegūst reakcijā starp NaH un vielu B. NaH ir stipri bāzisks, tāpēc tas var paņemt H kā H⁺ avotu no citas molekulas, izveidojot konjugēto jeb saistīto bāzi. Jāpamana, ka B ir bināra, šķidra viela ar kušanas temperatūru tuvu pie ūdens temperatūras.

Tātad **A ir HD**, **B ir D₂O** un iegūšanas reakcija $\text{NaH} + \text{D}_2\text{O} \rightarrow \text{HD} + \text{NaOD}$

5. Nosaki, cik daudz dažādu reģioizomēru (pozīcijas izomēru) var veidoties, ja **A** lielā pārkūmā pilnīgi reaģē ar benzolu. *Stereoizomērus jeb telpiskos izomērus neņem vērā.* (1 punkts)

Tā kā hidrogenēšanas laikā pie viena oglekļa pievienojas tikai H vai D no A molekulas, tad pie viena oglekļa divi D nevar būt. Tā kā ir trīs dubultsaites un trīs HD molekulas, tad pie trim oglekļiem pievienosies H, pie trim - D. Visvienkāršāk domāt analogiski, piemēram, cik dažādu izomēru eksistē trihlorbenzolaam?

Atbilde: 3 (1,2,3-trihlorbenzols, 1,2,4-trihlorbenzols un 1,3,5-trihlorbenzols)

Tāču jāpamana, ka analogiski 1,2,3-trihlorbenzolaam, deitērijs nevar būt pie trim pēc kārtas esošiem oglekļiem, jo pie tiem atrodas tikai divas dubultsaites. Līdz ar to kopējais **reģioizomēru skaits ir 2.**

6. Noteikt savienojuma **C** empīrisko formulu un molekulformulu. (2 punkti)

Tā kā C izmanto hidrogenēšanā, tad viens no šiem elementiem ir ūdeņradis. Varam izveidot nelielu tabulu ar iespējamajām empīriskajām formulām, pieņemot, ka H ir 6,7% pēc masas nevis 93,3%.

Attiecība X:H	Mx, ja H=6,7%	Elements	Empīriskā formula	Der pēc oksidēšanās pakāpes?
1:1	13,9	N	NH	Jā
1:2	27,9	Si	SiH ₂	(Tiek ieskaitīts kā alternatīva)
2:1	7,0	Li	Li ₂ H	Nē
1:3	41,8	-		
3:1	4,6	-		
2:3	20,9	-		

3:2	9,3	Be	Be ₃ H ₂	Nē
3:4	18,6	F	F ₃ H ₄	Nē
4:3	10,4	-		

Tādējādi vienīgais, kas atbilst, ir NH un viela - N₂H₂ jeb diazēns. Tā sastāvā ir dubultsaite, ap kuru nav iespējama rotācija, līdz ar to izšķirami divi dubultsaites izomēri cis un trans vai E un Z.

7. Kurš no **C** izomēriem var tikt izmantots pārneses hidrogenēšanā? (1 punkts)

Jāpamana, ka, veicot hidrogenēšanu ar N₂H₂, izdalās N₂. N₂ molekulas izdalīšanās ir ārkārtīgi izdevīga trīskāršās saites stabilitātes dēļ un reakciju var uztvert kā N₂H₂ "atbrīvošanos" no H₂, lai izveidotu stabilāku molekulu. Līdzīgi kā ar gāzveida H₂, abi ūdeņraži pievienojas no vienas puses un vienlaicīgi, līdz ar to šo procesu var veikt tikai **cis jeb Z izomērs**. Trans izomērs vienlaicīgi nevar atdot abus ūdeņražus ģeometrijas dēļ un, ja tas atdotu tikai vienu, izveidotu nestabilu daļiņu, kuras veidošanās nebūtu izdevīga.

8. Noteikt savienojumu **D** un **E** molekulformulas. (2 punkti)

Šo var atrisināt divos variantos.

1) Tā kā H₂ izdalīšana no N₂H₂ ir izdevīga, tad viena no molekulām var "hidrogenēt" otru, veidojot N₂ un N₂H₄.

2) Tā kā reakcija ir $2 \text{N}_2\text{H}_2 \rightarrow \text{D} + \text{C}$, tad, ievērojot masas nezūdamības likumu, otrā pusē jābūt 4N un 4H.

D ir vienkārša viela, līdz ar to H₂ vai N₂.

Ja D ir H₂, tad uz C paliek 4N 2H, no kuriem reālu molekulu izveidot nav iespējams.

Ja **D ir N₂**, tad uz **C** paliek 2N 4H, kas **atbilst N₂H₄** jeb hidrazīnam.

Papildu informācija par uzdevumu:

Zināšanas, kas tiek sagaidītas no skolēna:

- Izpratne par aromātisku savienojumu uzbūvi, fizikālajām un ķīmiskajām īpašībām un reaģētspējas atšķirību no parastām, "izolētām" dubultsaitēm.

4. uzdevums. **Vectēva bērnības dienu hobijs** (16 punkti)

1. Kāds ir kopējais visu 3 īstenoto reakciju iznākums? *Tas raksturo iegūtā **D** daudzumu no sākotnēji pieejamā **A** daudzuma!* (1,5 punkti)

Tā kā reakcijas notiek secīgi, reakciju iznākumi jāreizina, šādi iegūstot kopējo visu reakciju iznākumu: $0,82 \cdot 0,70 \cdot 0,70 = \mathbf{0,4018}$

2. Uzraksti **A** – **D** ķīmiskās formulas! *Ja nezināt atbildi uz iepriekšējo punktu, pieņemiet, ka visas reakcijas notiek ar 100% iznākumu un pēc 3. pārvērtības iegūtā **D** masa bija 1,648 reizes lielāka par sākotnējo **A** masu.* (4,5 punkti)

Varam izspriest, ka sākotnēji metāls pārvēršas par oksīdu (B), kas, šķīstot skābē, dod metāla acetātu (C), kamēr ar nātrija karbonātu izgulsnējas šī metāla karbonāts. Vispārīgi metāla karbonātu varam pierakstīt kā A₂(CO₃)_x, kur formula pie pāra x vērtībām dalās ar 2. 100% reakcijas iznākumu gadījumā no 1 mol metāla pēc pārvērtībam iegūsim 1 mol karbonāta, bet mūsu gadījumā iegūsim 0,4018 mol karbonāta.

Zinot šo attiecību un to, ka karbonātu masu attiecība ir 1, varam uzrakstīt:

$$m_A = m_D$$

$$n_A M_A = n_D M_D = 0,4018 n_A M_D$$

$$M_A / M_D = 0,4018$$

Izmantojot vispārīgo karbonāta formulu un to, ka šādi mums ir koeficients 2, iegūstam:

$$2M_A / (2M_A + xM_{CO_3}) = 0,4018$$

$$2M_A + xM_{CO_3} = 2M_A / 0,4018 = 4,978M_A$$

$$M_A = xM_{CO_3} / (4,978 - 2) = x60,01 / 2,978 = 20,15x$$

Varam atrast, ka no x vērtībām derīgus risinājumus atrodam pie $x = 2$ (Ca), 6 (Sb) un 7 (Pr), taču pēdējiem diviem šāda oksidēšanās pakāpe nav raksturīga), līdz ar to A ir kalcijs, un B - D ir attiecīgie kalcija savienojumi.

Ja izmantojam lielumus, kas doti iespējai bez reakcijas iznākuma, nonākam pie šādiem vienādojumiem:

$$1,648m_A = m_D$$

$$1,648n_A M_A = n_D M_D = n_A M_D$$

$$M_A / M_D = 0,6068$$

Izmantojot vispārīgo karbonāta formulu un to, ka šādi mums ir koeficients 2, iegūstam:

$$2M_A / (2M_A + xM_{CO_3}) = 0,6068$$

$$2M_A + xM_{CO_3} = 2M_A / 0,6068 = 3,296M_A$$

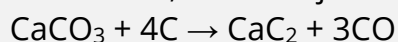
$$M_A = xM_{CO_3} / (3,296 - 2) = x60,01 / 1,296 = 46,30x$$

Varam atrast, ka no x vērtībām derīgus risinājumus atrodam pie $x = 2$ (Nb) un 3 (La), taču niobijam tā nav raksturīgākā oksidēšanās pakāpe (tas atrodas V B grupā), un šie savienojumi nav stabili, līdz ar to **A šādā redakcijā ir lantāns, un B - D ir attiecīgie lantāna savienojumi.**

3. Uzraksti E un F ķīmiskas formulas! (2 punkti)

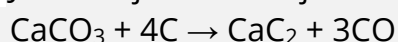
Sākumā notiek karbonāta sadalīšanās, kurā rodas oksīds CaO un CO₂.

Šiem produktiem reaģējot ar oglekli, rodas metāla karbīds **CaC₂** (E) un **CO** (F). Varam pārliicināties, ka reakcijas vienādojumā produkti rodas korektās attiecībās:



4. Aprēķini, kāda bija Railenda vectēva bundžā esošā A masa (g)! (3 punkti)

Ja reakcijas vienādojums ir:



varam redzēt, ka kalcija karbonāta daudzums ir 4 reizes mazāks par oglekļa daudzumu:

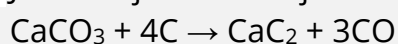
$$n_{CaCO_3} = n_C / 4 = m_C / (4M_C) = 4,00 / (4 \cdot 12,01) = 0,0833 \text{ mol}$$

Atceramies, ka kalcija karbonāta daudzums ir 40,18% no sākotnējā kalcija daudzuma, varam atrast kalcija masu:

$$m_{Ca} = n_{Ca} M_{Ca} = n_{CaCO_3} M_{Ca} \cdot 0,4018 = 0,0833 \cdot 40,080 \cdot 0,4018 = \mathbf{8,31 \text{ g}}$$

5. Kāda ir reakcijā iegūtā F masa (g)? (1 punkts)

Ja reakcijas vienādojums ir:



iegūtā CO daudzums ir 3/4 no oglekļa daudzuma:

$$n_{CO} = 3n_C / 4 = 3m_C / (4M_C) = 3 \cdot 4,00 / (4 \cdot 12,01) = 0,250 \text{ mol}$$

un iegūtā CO masa ir:

$$m_{CO} = n_{CO} M_{CO} = 0,250 \cdot 28 = \mathbf{7 \text{ g}}$$

6. Kā būtu jārikojas Railendam pēc šīs reakcijas veikšanas vectēva garāžā? (2 punkti)

a. Nekā, iegūtais F daudzums ir nebūtisks.

b. Telpa jāizvēdina, iegūtais F daudzums telpā ilgstoši uzturoties ir bīstams.

c. Telpa jāpamet un rūpīgi jāizvēdina, iegūtais **F** daudzums aptuveni stundas laikā var izraisīt nopietnu saindēšanos.

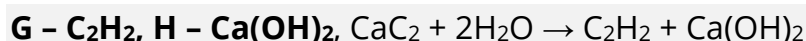
d. Telpa tūlīt pat jāpamet, iegūtais **F** daudzums pat īslaicīgi ir bīstams dzīvībai.

CO koncentrācija garāžā pēc gāzes izkliedēšanās būs:

$$\text{konc} = m/V = 7000 \text{ mg} / 30 \text{ m}^3 = 233 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$$

Redzams, ka šī koncentrācija ir veselībai bīstama, taču tikai gadījumā, ja telpa uzturēsies vairāk par stundu.

7. Uzraksti **G** un **H** ķīmiskas formulas! (2 punkti)



5. uzdevums. **Organiskais detektīvs** (13 punkti)

1. Kas ir baltās nogulsnes, kuras veidojas, izvadot maisījumu caur bārija hidroksīda šķīdumu? (1 punkts)

Sadedzinot vielu Q, veidojas CO₂ un H₂O. Izlaižot CO₂ caur Ba(OH)₂ šķīdumu, notiek reakcija CO₂ + Ba(OH)₂ → BaCO₃ + H₂O. Nogulsnes ir **BaCO₃**.

2. Kāds ir kopējais gāzu daudzums (mol) pie 400°C? (1 punkts)

Gāzes veido kopējo spiedienu 955,6 kPa pie 400°C. Pieņemot, ka visas gāzes ir ideālas, izmantojot ideālas gāzes jeb Mendeļejeva-Klapeirona vienādojumu, varam iegūt kopējo vielas daudzumu.

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

Jāatceras, ka, izmantojot $R = 8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, jāizmanto korektas mērvienības.

Tā, kā $J = \text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$, tad tilpums ir jāizmanto nevis L, bet m³ (kas ir visbiežākā kļūda).

$$n = (p \cdot V) / (R \cdot T) = (9,556 \cdot 10^6 \text{ Pa} \cdot 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3) / (8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 673,15 \text{ K}) = \mathbf{0,2561 \text{ mol}}$$

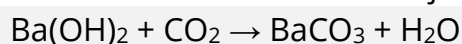
3. Kāds ir reakcijā izdalītā ūdens daudzums (mol)? (2 punkti)

Reakcijas beigās pie 400°C gāzveida stāvoklī ir H₂O, CO₂ un neizreaģējušais O₂. Līdz ar to par H₂O un CO₂ daudzumu spriest nevaram. Taču, atdzesējot gāzes līdz 25°C, spiediens samazinās ne tikai tādēļ, ka samazinājusies temperatūra, bet arī tādēļ, ka H₂O kondensējies un vairs nerada spiedienu. Līdz ar to, aprēķinot gāzu daudzumu, kas rada spiedienu pie 25°C (CO₂ + O₂), varam izmantot to, lai aprēķinātu starpību kopējā vielas daudzumā, kas arī būs H₂O vielas daudzums.

$$n = p \cdot V / R \cdot T = 3,020 \cdot 10^6 \text{ Pa} \cdot 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 / 8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 298,15 \text{ K} = 0,1827 \text{ mol}$$

$$n_{\text{H}_2\text{O}} = n_{\text{pie } 400^\circ\text{C}} - n_{\text{pie } 25^\circ\text{C}} = 0,2561 \text{ mol} - 0,1827 \text{ mol} = \mathbf{0,0734 \text{ mol}}$$

4. Kāda ir nezināmā savienojuma **Q** molekulformula? (3 punkti)



$$n_{\text{CO}_2} = n_{\text{BaCO}_3} = m_{\text{BaCO}_3} / M_{\text{BaCO}_3} = 23,53 \text{ g} / 197,34 \text{ g/mol} = 0,1192 \text{ mol}$$

Tādējādi

$$n_{\text{H}} = 2 \cdot n_{\text{H}_2\text{O}} = 0,0734 \text{ mol} \cdot 2 = 0,1468 \text{ mol}$$

$$n_{\text{C}} = n_{\text{CO}_2} = 0,1192 \text{ mol}$$

Tā, kā zināms, kādu masu Q sadedzināja, varam aprēķināt, kādu cik daudz skābekļa ir tā sastāvā.

$$m_{\text{O}} = m_{\text{Q}} - m_{\text{H}} - m_{\text{C}} = m_{\text{Q}} - n_{\text{H}} \cdot M_{\text{H}} - n_{\text{C}} \cdot M_{\text{C}} =$$

$$= 2,020 \text{ g} - 1,008 \text{ g/mol} \cdot 0,1468 \text{ mol} - 12,01 \text{ g/mol} \cdot 0,1192 \text{ mol} = 0,4404 \text{ g}$$

$$n_{\text{O}} = m_{\text{O}} / M_{\text{O}} = 0,4404 \text{ g} / 16,00 \text{ g/mol} = 0,02753 \text{ mol}$$

Tātad savienojumā Q $C : H : O = 0,1192 : 0,1468 : 0,02753 = 13 : 16 : 3$

Tātad **Q = C₁₃H₁₆O₃**

5. Pabeigt savienojuma **Q** sadegšanas vienādojumu, izliekot mazākos, veselos koeficientus (*arī "1", ja nepieciešams*). (2 punkti)



6. Atzīmē visas piedāvātās molekulas, kuras atkrāsos bromūdeni. (2 punkti)

- a) Benzoīns
- b) Naproksēns
- c) **Miristicīns**
- d) Butilftalīds
- e) **Jasmīnskābe**
- f) **Goniodiols**
- g) Flosonols
- h) **Prekocēns II**
- i) Ibuprofēns
- j) Pindons

Bromūdens atkrāsošana ir kvalitatīvais tests dubultsaišu vai trīskāršo saišu pierādīšanai. Aromātiskos ciklos esošas dubultsaites nereaģēs ar bromūdeni, jo ir zemākas enerģijā.

7. Kas ir viela **Q**? (2 punkti)

- a) Benzoīns
- b) Naproksēns
- c) Miristicīns
- d) Butilftalīds
- e) Jasmīnskābe
- f) Goniodiols
- g) **Flosonols**
- h) Prekocēns II
- i) Ibuprofēns
- j) Pindons

Tātad **Q ir C₁₃H₁₆O₃**, satur aromātisko ciklu (jo reagē ar Br₂ AlBr₃ klātbūtnē) un nesatur dubultsaiti ārpus aromātiskā gredzena (neatkrāso bromūdeni). Vienīgais savienojums, kas der, ir Flosonols.

Papildu informācija par uzdevumu:

Zināšanas, kas tiek sagaidītas no skolēna:

- Izpratne par savienojuma molekulformulas noteikšanu no sadegšanas datiem, kā arī izpratne par kvalitatīvajām reakcijām funkcionālo grupu pierādīšanai.

9. KLASE

1. uzdevums. **Kur tas fosfors paslēpies?** (15 punkti)

1. Nosaki gāzes **C** formulu. **SO₂**
2. Aprēķini iegūtās gāzes masu! *Atbilde izsaki gramos ar diviem cipariem aiz komata!* **13,44 g**
3. Aprēķini iegūtās baltās cietvielas **B** masu! *Atbilde izsaki gramos un ieraksti ar diviem cipariem aiz komata!* **8,52 g**
4. Nosaki baltās cietvielas formulu! **P₄O₁₀ (tiek pieņemts arī P₂O₅)**
5. Izmantojot aprēķinus, nosaki vielas **A** formulu! *Izmanto ķīmisko elementu molmasas, kas noapaļotas līdz veseliem skaitļiem!* **P₄S₇**
6. Uzraksti ķīmisko reakciju vienādojumus procesiem (kopā 4 reakciju vienādojumi), kuros:
 - a) kāds skābais oksīds reaģē ar amfotēro oksīdu $3\text{SO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_3)_3$
 - b) divi skābie oksīdi reaģē savā starpā $\text{SO}_2 + \text{NO}_2 \rightarrow \text{SO}_3 + \text{NO}$
 - c) skābais oksīds reaģē ar skābi $2\text{HNO}_3 + \text{P}_2\text{O}_5 \rightarrow 2\text{HPO}_3 + \text{N}_2\text{O}_5$
 - d) skābais oksīds reaģē ar nemetālu $\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{SO}_3$

2. uzdevums. **Dubults neplīst** (18 punkti)

1. Nosaki, kāda ir oksidēšanas pakāpe katram no trim svina atomiem savienojumā **Pb₃O₄**!
 - a) **+2, +2 un +4**
 - b) +1, +3 un +4
 - c) +2, +3 un +3
 - d) +1, +2 un +5
2. Aprēķini, cik ml 0,25 M sērskābes šķīduma nepieciešams, lai izšķīdinātu 5,22 g šī savienojuma! **480 ml**
3. Aprēķini, cik liels tilpums ūdeņraža (normālos apstākļos) nepieciešams 20,20 g šī dubultoksīda reducēšanai! *Atbilde, izteiktu litros, ieraksti ar diviem cipariem aiz komata!* **5,66 L**
4. Izmantojot aprēķinus, nosaki šo ķīmisko elementu un ieraksti šī dubultoksīda formulu (nelietojot iekavas)! **Pb₂O₃ (der arī W₃O₄)**
5. Atzīmē, kādus divus metāliskos elementus vēl satur šis dubultoksīds (skābekļa atomu skaits savienojuma formulā ir mazāks par 6)! *Aprēķinos izmanto ķīmisko elementu molmasas, kas noapaļotas līdz veseliem skaitļiem!*
 - a) Vanādiju un dzelzi
 - b) **Magniju un titānu**
 - c) **Magniju un hromu**
 - d) Varu un dzelzi
6. Uzraksti iepriekšējā jautājumā iegūtā savienojuma formulu (nelietojot iekavas)! **MgCr₂O₄**

7. Nosaki metālisko elementu oksidēšanas pakāpes savienojumā, kura formulu Tu ieguvi iepriekšējā jautājumā!

Ķīmiskā elementa, kura kārtas skaitlis ir mazāks, oksidēšanas pakāpe ir +2.

Ķīmiskā elementa, kura kārtas skaitlis ir lielāks, oksidēšanas pakāpe ir +3.

3. uzdevums. **Attīrām un izmantojam** (31 punkts)

1. Apraksti, kā izdalīt tīru kalcija karbonātu no cietu vielu maisījuma, kas satur kalcija karbonātu, kālija sulfātu, bārija sulfātu, pulverveida dzelzi un jodu!

1) ar magnēta iedarbību atdalīt Fe.

2) palikušas vielas izšķīdināt dest. H₂O, H₂O šķīst tikai K₂SO₄

3)nofiltrēt šķīdumu, nogulsnēs paliks CaCO₃+BaSO₄+I₂

4)Nogulsnes izšķīdināt etanolā, kur šķīst I₂

5)atkal nofiltrēt, nogulsnēs paliek CaCO₃+BaSO₄

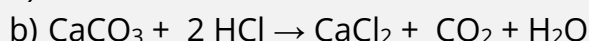
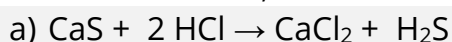
6)nogulsnes pārvietot vārglāzē un tajā ieliet HCl šķīdumu līdz gāzes izdalīšanas beigumam. Reakcija: CaCO₃+2HCl=CaCl₂+CO₂+H₂O. Ar BaSO₄ reakcija nenotiks.

7)Nofiltrēt, uz filtra paliek BaSO₄, filtrātā-CaCl₂

8)Uz filtrātu iedarbināties ar Na₂CO₃ šķīdumu parākumā. Parādās baltās nogulsnes. Reakcija: CaCl₂+Na₂CO₃=CaCO₃+2NaCl

9)Nofiltrēt, nogulsnēs paliek tīrs CaCO₃

2. Izliec mazākos, veselos koeficientus šādām reakcijām:



3. Aprēķini iegūto gāzu daudzumu! *Atbildi izsaki molos un ieraksti ar trim cipariem aiz komata!* **0,060 mol**

4. Aprēķini reakcijā ar maisījumu izlietotās sālsskābes tilpumu, ja tās koncentrācija bija 1,520 mol/litrā! *Atbildi izsaki mililitros un ieraksti ar vienu ciparu aiz komata!* **78,9 ml**

5. Aprēķini kalcija karbonāta un kalcija sulfīda masas daļas maisījumā! *Aprēķinos izmanto ķīmisko elementu molmasas, kas noapaļotas līdz veseliem skaitļiem!*

Apzīmēsim CaS daudzumu ar x mol, CaCO₃ daudzumu ar y mol

Pēc reakcijas vienādojuma no 1 mol CaS iegūst 1 mol H₂S, un no 1 mol CaCO₃ iegūst 1 mol CO₂.

Tātad, $x+y=1,344/22,4=0,06$

Otrkārt, zināms, ka vielu masas kopā ir 5,3 grami.

Tātad CaS masa būs $M(\text{CaS}) \cdot n(\text{CaS})=72x$. savukārt, CaCO₃ masa ir 100y
legūstam sistēmu:

$$72x+100y=5,30$$

$$x+y=0,06$$

Atrisinot, iegūst, ka $x=0,025$ mol, $y=0,035$ mol.

Tātad CaS masas daļa ir $0,025 \cdot 72 / 5,30 = \mathbf{34\%}$

un CaCO₃ masas daļa ir $0,035 \cdot 100 / 5,30 = \mathbf{66\%}$

6. Aprēķini HCl masas daļu šajā šķīdumā! *Aprēķinos izmanto $M(\text{HCl}) = 36,5$ g/mol.*

Masas daļa= masa(HCL)/masa(šķīdums)

Pieņemsim, ka mums ir 1 l sālsskābes šķīduma.

Tad 1l šķīduma būs 11,34 mol HCl

Aprēķinām šķīduma masu pēc formulas $m=pV$

Tad $m=1,175 \cdot 1000=1175$ g

1175 g šķīduma ir 11,34 mol jeb $11,34 \cdot 36,5=413,91$ g HCl

Tātad masas daļa ir $413,91/1175=35,23\%$

7. Atzīmē ķīmiskās reakcijas, kurās rodas kalcija karbonāts:

a) CaO (cieta viela) + C (cieta viela) + t°

b) CaO (cieta viela) + CO₂ (gāze)

c) CaCl₂ (šķīdums) + H₂CO₃ (šķīdums)

d) CaCl₂ (šķīdums) + Na₂CO₃ (šķīdums)

e) Ca(OH)₂ (suspensija) + CO₂ (gāze)

f) Ca₃(PO₄)₂ (suspensija) + Na₂CO₃ (šķīdums)

8. Izmantojot aprēķinus, noskaidro nezināmā metāla sulfīda ķīmisko formulu!

Aprēķinos izmanto ķīmisko elementu molmasas, kas noapaļotas līdz veseliem skaitļiem! **Cs₂S**

9. Saliec koeficientus ķīmisko reakciju vienādojumos:

a) $H_2S + 3 H_2SO_4 \rightarrow 4 SO_2 + 4 H_2O$

b) $H_2S + 8 HNO_3 \rightarrow H_2SO_4 + 4 H_2O + 8 NO_2$

10. Atzīmē vielas, ar kurām H₂S reagē:

a) BaO

b) Fe

c) K₂CO₃ šķīdums

d) H₂SO₃ šķīdums

e) Zn(OH)₂

f) NH₃

g) O₂

h) CuCl₂ šķīdums

4. uzdevums. **Lielais gāzu piedzīvojums** (21 punkts)

1. Izmantojiet dotos lielumus un aprēķiniet universālās gāzu konstantes vērtību. **8,314**

2. Kas notiktu ar jaunā ķīmiķa reaktoru, ja viņš laicīgi nepamanītu, ka karsēšana turpinās?

a) aprakstītais reaktors, visticamāk, uzsprāgtu

b) ja reaktorā būtu iebūvēts temperatūras vai spiediena sensors un atbilstoša reaktora vadības programmatūra, tad karsēšana tiktu automātiski atslēgta, ja temperatūra vai spiediens pārsniegtu kritisko vērtību

c) gāzes spiediens reaktorā kļūtu vienāds ar bezgalību

d) no jebkuras gāzes veidotos jauna gāze, kuras molekulās būtu divas reizes lielāks atomu skaits nekā sākotnējās gāzes molekulās

e) sāktos kodolreakcija un rastos radioaktīvas vielas

3. Kura no skicē parādītajām līnijām atbilst katram no pētītajiem procesiem ?
- spiediena atkarība no reaktora tilpuma **VI.**
 - spiediena atkarība no temperatūras **II.**
 - spiediena atkarība no smagāko molekulu skaita reaktorā, ja kopējais molekulu skaits tiek uzturēts konstants **III.**
4. Nolasiet spiedienu no manometra šajos apstākļos. **77,9 atm**
5. Aprēķiniet reaktora tilpumu un izsakiet to litros! Aprēķiniem nepieciešamās konstantes var atrast šī uzdevuma ievadā un ķīmijas olimpiāžu formulu lapā. **$5,25 \cdot 10^{-22}$ L**
6. Aprēķiniet slāpekļa (N_2) molekulu vidējo kustības ātrumu (m/s) 27°C (300K) temperatūrā. $v_{kv} = \sqrt{3RT/M} = \sqrt{3 \cdot 8,3145 \cdot 300 / 0,028} = \mathbf{517 \text{ m/s}}$
7. Aprēķiniet vidējo M_2/M_1 attiecību, kur M_2 ir vieglākās molekulas molmasa. **0,9**
8. Norādiet galveno(os) kļūdu avotu(us) iepriekšējā jautājumā veiktajā eksperimentā:
- visi eksperimenti nebija veikti vienādu laiku
 - reaktorā nebija konstanta temperatūra, tādēļ eksperimenta laikā mainījās arī gāzu molekulu ātrumi**
 - molekulu skaits reaktorā tika izmērīts nepareizi
 - reaktora vāks bija atvērts dažādā platumā dažādos eksperimentos
- Tā kā tiek mērīta ātrumu attiecība, tad eksperimenta laika atšķirībām ir nebūtiska ietekme uz rezultātu, izņemot gadījumus, ja eksperimenta laiks būtu parāk mazs. molekulu kustības ātrums ir atkarīgs no kvadrātsaknes no temperatūras / molmasas attiecības, tādējādi svārstīga temperatūra dažādi ietekmē dažādu molekulu ātrumus.
9. Balstoties uz Jūsu aprēķināto gāzu molmasu attiecību, norādiet divas gāzu formulas, kuras tuvu (vai vistuvāk) atbilst uzdevuma nosacījumiem. Atkāpes no Jūsu aprēķinātās molmasu attiecības nevar būt lielākas par 10%. **Ar, N₂**
10. Aplūkojiet UF_6 stāvokļa diagrammu un nosakiet, kāda procesa rezultātā atmosfēras spiediena apstākļos veidojas gāzveida UF_6 :
- sublimācijas**
 - vārīšanās (viršanas)
 - kondensācijas
 - kristalizācijas
 - jonizācijas
11. Aprēķiniet $^{235}UF_6$ un $^{238}UF_6$ molekulu ātrumu attiecību (v_{235}/v_{238}) konstantā temperatūrā.
- Aprēķina abu vielu molmasas un ievieto dotajā formulā, iegūstot $v_{235}/v_{238} = \mathbf{1,004}$

Papildu informācija par uzdevumu:

Zināšanas, kas tiek sagaidītas no skolēna:

- Izpratne par gāzēm un to atšķirību no šķidrumiem un cietām vielām, procesiem gāzēs mikroskopiskā un makroskopiskā līmenī.

10. KLASE

1. uzdevums. Šķīdinām un minam (8 punkti)

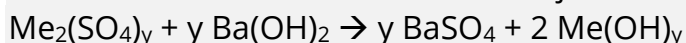
1. Nosaki vielas **B** formulu.

Trīs vismazāk šķīstošie Bārija sāļi ir sulfāts, karbonāts un sulfīds, taču tikai sulfāts nešķīstu arī atšķaidītā skābē. **BaSO₄**

2. Aprēķini absorbētā CO₂ daudzumu. Atbilde izsaki molos ar trim cipariem aiz komata! **$n=V/V_0=0,896\text{ L}/22,4\text{ L}=0,040\text{ mol}$**

3. Aprēķini savienojuma **A** molmasu. Aprēķinos izmanto ķīmisko elementu molmasas, kas noapaļotas līdz veseliem skaitļiem! Atbilde noapaļo līdz veseliem skaitļiem!

Vielā C- hidroksīds. Uzrakstām reakciju vienādojumus.



$\text{Me}(\text{OH})_y + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Me}(\text{HCO}_3)_y$ (maksimālā CO₂ saistīšana ir hidroģēnkarbonāta nevis karbonāta veidošanās)

$$n(\text{CO}_2)=n(\text{Me}(\text{OH})_y)=0,040\text{ mol}$$

$$n(\text{Me}_2(\text{SO}_4)_y)=n(\text{CO}_2)/2=0,020\text{ mol}$$

$$m(\text{A})=10,08\text{g}$$

$$M(\text{A})=m/n=10,08\text{g}/0,020\text{mol}=\mathbf{504\text{ g/mol}}$$

4. Nosaki **A**, **C** un **D** formulas. **A-Tl₂SO₄, C-TlOH, D-TlHCO₃**

2. uzdevums. Burtu spēles (26 punkti)

1. Aprēķini gāzes **C** daudzumu! Atbilde izsaki molos ar trim cipariem aiz komata! **$n=0,448\text{L}/22,4\text{L}=0,020\text{ mol}$**

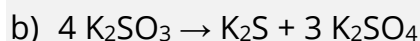
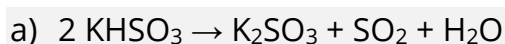
2. Aprēķini vielas **D** masu! Ieraksti atbilde, izteiktu gramos, ar diviem cipariem aiz komata! Gāze C ir SO₂, līdz ar to $m_D=4,80\text{g}-3,16\text{g}-0,020\text{mol}\cdot 64\text{g/mol}=\mathbf{0,36\text{ g}}$

3. Aprēķini vielas **A** molmasu (g/mol)! Aprēķinos izmanto ķīmisko elementu molmasas, kas noapaļotas līdz veseliem skaitļiem! **120 g/mol**

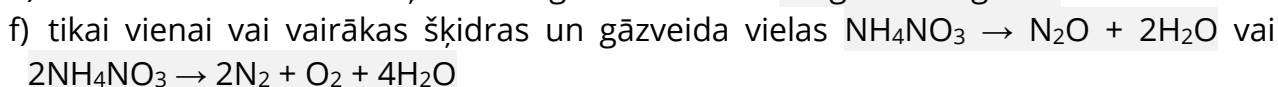
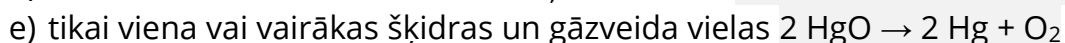
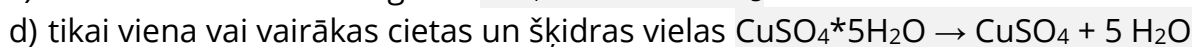
4. Nosaki nezināmo vielu **A - E** un **G** formulas!

A-KHSO₃, B-K₂SO₃, C-SO₂, D-H₂O, E-K₂SO₄, G-K₂S

5. Uzraksti un izliec koeficientus reakcijām:

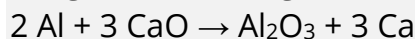
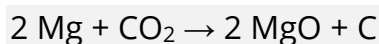


6. Uzraksti vienādojumus termiskās sadalīšanās reakcijām, kurās izejviela vienmēr ir tikai viena cieta viela, bet reakcijas produkti attiecīgi (Vielu agregātstāvoklis tiek fiksēts 25 °C):



3. uzdevums. Populārais savienojums A (31 punkts)

1. Nosaki vielu **A – C** formulas! **A-CaCO₃, B-CaO, C-CO₂**
2. Uzraksti trīs minētos ķīmisko reakciju vienādojumus!



3. Izmantojot aprēķinus, nosaki šī oksīda formulu! Aprēķinos izmanto ķīmisko elementu molmasas, kas noapaļotas līdz veseliem skaitļiem! **Fe₃O₄**
4. Aprēķini iegūtā šķīduma pH vērtību, ja tā tilpums ir 10,0 litri. Aprēķinos izmanto ķīmisko elementu molmasas, kas noapaļotas līdz veseliem skaitļiem! **12**
5. Nosaki vielu, no kuras iegūtā šķīduma pH vērtība būs vislielākā un pamato savu izvēli. **K (metāls)**
6. Nosaki vielu, kuras reakcijā ar ūdeni izdalījās lielākais gāzes tilpums, un pamato savu izvēli! **KH**

4. uzdevums. Vieni vienīgi cipari un skaitļi (29 punkti)

1. Saliec koeficientus oksidēšanas-reducēšanas reakcijas vienādojumā!
 $4 \text{Mg} + 10 \text{HNO}_3 \rightarrow 4\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + 3 \text{H}_2\text{O}$
2. Nosaki koeficientus ķīmisko reakciju vienādojumos, kā arī norādi, kurš ķīmiskais elements ir oksidētājs, bet kurš - reducētājs!
 - a) $\text{NH}_3 + 3 \text{F}_2 \rightarrow \text{NF}_3 + 3 \text{HF}$ **oksidētājs – F, reducētājs - N**
 - b) $\text{NH}_3 + 3 \text{Cl}_2 \rightarrow \text{NCl}_3 + 3 \text{HCl}$ **oksidētājs – Cl, reducētājs - Cl**
 - c) $\text{PbO}_2 + 4 \text{HCl} \rightarrow \text{PbCl}_2 + \text{Cl}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$ **oksidētājs – Pb, reducētājs - Cl**
 - d) $2 \text{PbO}_2 + 4 \text{HNO}_3 \rightarrow 2 \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$ **oksidētājs – Pb, reducētājs - O**
3. Nosaki ķīmiskā elementa hroma oksidēšanas pakāpes šādos savienojumos:
 - a) **KCr(SO₄)₂·12H₂O** **+3**
 - b) **(NH₄)₂Cr₂O₇** **+6**
 - c) **CrO₅** **+6**
 - d) **[Cr(NH₃)₆]₂(SO₄)₃** **+3**
4. Nosaki ķīmiskā elementa slāpekļa oksidēšanas pakāpes sekojošajos savienojumos!
 - a) **NH₄Cl** **-3**
 - b) **Au(NO₃)₃** **+5**
 - c) **N₂H₄·HCl** **-2**
 - d) **[Cr(NO)₄]** **+4**
5. Aprēķini nezināmā metāla molmasu! **64 g/mol**
6. Nosaki koeficientus šai reakcijai.



5. uzdevums. **Vismaz traukus nevar sabojāt...** (28 punkti)

1. Izlieciet koeficientus titrēšanas reakcijas vienādojumā:
 $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$
2. Vai uzskatāt par nepieciešamu atšķaidīt kādu no reaģentiem?
 - a) Jā, nepieciešams atšķaidīt NaOH šķīdumu
 - b) Jā, nepieciešams atšķaidīt CH_3COOH šķīdumu**
 - c) Nevienu no dotajiem šķīdumiem nav nepieciešams atšķaidīt
3. Norādiet bīretē ielietā NaOH šķīduma koncentrāciju. **0,1 M**
4. Norādiet titrēšanai izvēlētajā etiķskābes šķīduma molāro koncentrāciju. **0,1 M**
5. Norādiet vienai titrēšanai (vienam eksperimentam) ņemtā skābes šķīduma tilpumu. **10 ml**
6. Aprēķiniet, cik mililitri titranta (NaOH) teorētiski ir nepieciešami stehiometriskā punkta sasniegšanai, ja tiek izmantoti šķīdumu ar koncentrāciju un tilpumu, kādi norādīti atbildēs uz iepriekšējiem jautājumiem. **10 ml**
7. Norādiet titrēšanā izlietotā NaOH šķīduma tilpumu. **4 ml**
8. Norādiet šķīduma pH titrēšanas beigās (indikatora krāsas maiņas brīdī). **4,5**
9. Norādiet titrēšanā izlietotā NaOH šķīduma tilpumu. **10 ml**
10. Norādiet šķīduma pH titrēšanas beigās (indikatora krāsas maiņas brīdī). **9,6**
11. Izvēlēties piemērotāko indikatoru etiķskābes šķīduma titrēšanai ar nātrija hidroksīda šķīdumu:
 - a) metiloranžs
 - b) fenolftaleīns**
 - c) abi indikatori ir vienlīdz piemēroti šai titrēšanai
 - d) abi indikatori nav piemēroti šai titrēšanai
12. Īsi paskaidrojiet savu atbildi uz iepriekšējo jautājumu!
Titrēšanai piemērotāks indikators ir fenolftaleīns, jo: [jebkurš no tālāk minētajiem skaidrojumiem ir pareizs un vērtējams ar maksimālo punktu skaitu]
 - 1) tas maina krāsu stehiometriskā punkta tiešā tuvumā;
 - 2) titrēšanā ar fenolftaleīnu izlietotā reaģenta (NaOH) tilpums ir tuvāks teorētiski aprēķinātajam tilpumam
13. Norādiet, atbilstoši Jūsu veiktā eksperimenta rezultātiem, kāds pH (aptuveni) ir stehiometriskajā punktā?
pH > 7 (pieņem atbildes 9 ± 1.5), jo nātrija acetāta šķīdums hidrolīzes dēļ ir bāzisks. pH = 7 nav pareizā atbilde.

Papildu informācija par uzdevumu:

Zināšanas, kas tiek sagaidītas no skolēna:

- Izpratne par skābju/bāzu īpašībām, titrēšanu un procesiem titrēšanas laikā.

11. KLASE

1. uzdevums. Rupucīša noslēpums (11 punkti)

1. Uzraksti vielu **A – J** ķīmiskās formulas!
A-KOCN, B-KCN, C-K₂CO₃, D-CO, E-N₂, F-PbO₂, G-CO₂, H-HOCN, I-KCl, J-HCN
2. Kāpēc gāze **D** ir indīga cilvēka organismam?
 - a. Tai ir toksiska iedarbība uz aknām un nierēm;
 - b. Ieelpojot šo gāzi rodas deguna gļotādas ulcerācija;
 - c. Tā rada endokrīnās sistēmas, smadzeņu un reproduktīvās sistēmas traucējumus;
 - d. **Tā veido stabilu kompleksu ar asinīs esošo hemoglobīnu, tāpēc hemoglobīns nespēj pārnest skābekli.**

2. uzdevums. Uz četrām debespusēm (17 punkti)

1. Uzraksti **A – T** ķīmiskās formulas!
A-NaH, B-Na₂O₂, C-C₂, D-ClO₂, E-Na, F-H₂, G-NaOH, H-Na₂O, I-O₂, J-Ca, K-C, L-Ca(OH)₂, M-C₂H₂, N-Cl₂, O-HCl, P-HClO₃, Q-HClO₂, R-HClO₄, S-HClO, T-NaCl
2. Kuras vielas sadalīšanās reakcijām oksidēšanās pakāpi maina tikai 1 ķīmiskais elements?
 - a. A
 - b. B**
 - c. C
 - d. D

3. uzdevums. Nezināma šķīduma analīze (12 punkti)

1. Uzraksti savienojumu **A, B** un **C** ķīmiskās formulas! Zināms, ka metāla **A** masas daļa savienojumā **C** ir 23,32%. **A-Cr, B-Cr(OH)₃, C-Na₃[Cr(OH)₆]**
2. Uzraksti **C** ķīmisko nosaukumu. **nātrijs heksahidroksokromāts(III)**
3. Raksturojiet kompleksā savienojuma C anjona uzbūvi!
 - 3.1. Savienojuma C anjona forma ir:
 - a) Tetraedrs
 - b) Oktaedrs**
 - c) Trigonāla bipiramīda
 - 3.2. Valences leņķu lielums C anjonā:
 - a) 90°**
 - b) 90° un 120°
 - c) 109°28'
4. Izmantojiet iegūto grafiku un aprēķiniet metāla **A** jonu masas koncentrāciju sākotnēji kolbā esošajā šķīdumā!
No taisnes vienādojuma $A = 2,994y - 0,002$ izsaka:
 $y_{\text{atšķ.}} = (A+0,002)/2,994 = (0,123+0,002)/2,994$
(10 x atšķaidītam šķīdumam)
 $y_{\text{anal}} = 10 \cdot y_{\text{atšķ.}} = 10 \cdot 0,042 = \mathbf{0,42 \text{ mg/mL}}$
5. Aprēķiniet metāla **A** jonu molāro koncentrāciju sākotnēji kolbā esošajā šķīdumā!
 $c = y(\text{anal})/(M(\text{Cr})) = 0,42/52 = \mathbf{0,008 \text{ mol/L}}$

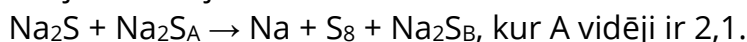
6. Aprēķiniet metāla **A** jonu masu analizējamajā šķīdumā, ja zināms, ka sākotnējais analizējamā šķīduma tilpums bija 100 ml! $m = \gamma \cdot V = 0,42 \cdot 100 = 42 \text{ mg}$
7. Aprēķiniet analizē izmantotā kompleksā savienojuma (**A** - kompleksons III) molārās absorbcijas koeficientu ϵ !
- c (atšķaidītam) = $\gamma(\text{atšķ})/M(\text{Cr}) = 0,042/52 = 0,0008 \text{ mol/L}$
- $\epsilon = A \cdot b \cdot c = 0,123/0,0008 \cdot 1 = 153,75 \text{ L}/(\text{mol} \cdot \text{cm})$

4. uzdevums. **Glābiņš enerģijas krīzei** (10 punkti)

1. Kādus aspektus var uzskatīt par Na-S bateriju priekšrocībām?
- Baterijas galvenās izejvielas ir ļoti lētas**
 - Baterijām piemīt liela energoietilpība, salīdzinot ar cita tipa baterijām**
 - Baterijās izmantotās vielas un savienojumi ir stabili un ugunsdroši
 - Na-S šķīdrajām baterijām, lai sasniegtu optimālo darbību, nav sākotnēji nepieciešams pievadīt papildus siltumu
2. Kāds elektrods atrodas pie nātrija, un kāds process pie tā notiek?
- Anods – oksidēšanās**
 - Anods – reducēšanās
 - Katods – oksidēšanās
 - Katods – reducēšanās

Pie anoda vienmēr notiek oksidēšanās, bet pie katoda – reducēšanās process. Šajā gadījumā nātrijs oksidējas par nātrija joniem.

3. Izmantojot dotos datus un formulas, aprēķināt šūnas potenciālu starpību, kas veidojas starp elektrodiem, ja šūnā notiek dotā reakcija! $E = \Delta G / (-zF) = 1,85 \text{ V}$
4. Uz elektrodu virsmas izveidojoties polisulfīda Na_2S_7 kārtai, tas sāk reaģēt ar nātriju, un veidojas kāds cits polisulfīds **X**. Veicot šī polisulfīda kārtiņas gravimetrisku analīzi, to dedzinot gaisā, tika novērota masas samazināšanās par 69,957%. Uzrakstīt šī savienojuma ķīmisko formulu!
- Savienojums ir Na_2S_5 . Na_2O molmasa ir 61,9789, savienojuma molmasa ir X. $(1 - 0,69957) \cdot X = 61,9789$, tātad $X = 206,3006$. Visiem polisulfīdiem ir lādiņš -2, tas nozīmē, ka tie satur 2 Na atomus. Tātad sēra daļa ir $206,3006 - 2 \cdot 22,9898 = 160,3210$, kas atbilst 5 sēra atomiem.
5. Uzrakstīt pilnu reakcijas vienādojumu, kur Na reaģē ar Na_2S_7 , veidojoties savienojumam **X**! $4\text{Na} + 5\text{Na}_2\text{S}_7 \rightarrow 7\text{Na}_2\text{S}_5$
6. Ja zināms, ka pēc šādas analogijas nātrijs ir spējīgs vēl vienu reizi izreaģēt ar savienojumu **X**, veidojot polisulfīdu **Y**. Paredzēt polisulfīda **Y** molekulformulu! **Na_2S_3**
7. Veicot baterijas uzlādi, iespējams atgūt nātriju un sēru. Reakcija istabas temperatūras baterijai ir sekojoša



Savukārt, lai noskaidrotu B, veica elementanalīzi, un ieguva, ka polisulfīdu kārtiņa vidēji satur 14,43% nātrija. Aprēķināt skaitli B, sniedzot atbildi ar 1 skaitli aiz komata!

$$M = 22,9898 \cdot 2 / 0,1443 = 318,6389$$

$$B = (318,6389 - 22,9898 \cdot 2) / 32,0648 = 8,5$$

8. Kādu informāciju uzdevuma 7. jautājumā dotais reakcijas vienādojums sniedz par atkārtotām reakcijas uzlādes iespējām un baterijas dzīves ilgumu?

Reakcijas vienādojums parāda, ka pilnībā Na un S nav iespējams atgūt, jo daļa no elementiem uzkrājas polisulfīdu slānī, ko atkārtoti izmantot nav iespējams.

5. uzdevums. **Jāņa sapnis** (19 punkti)

1. Nosakiet kristālīzācijas ūdens daudzumu x , y un z kristālhidrātos **A**, **B** un **C**, ja zināms, ka tie ir veseli skaitļi, un pareizie ir mazākie koeficienti, kas atbilst masas zudumu līknei.

No $A \text{ JnCl}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ veidojoties bezūdens jānija hlorīdam JnCl_2 masas zudums ir 35,5%.

$$x\text{H}_2\text{O} \rightarrow 35,5\%$$

$$18,02x \rightarrow 35,5\%$$

$$\text{JnCl}_2 \rightarrow 64,5\%$$

$$A_{\text{Jn}} + 2 \cdot 35,45 \rightarrow 64,5\%$$

Jānija atommasas atkarību no x varam iegūt kā:

$$A_{\text{Jn}} + 2 \cdot 35,45 = 64,535,5 \cdot 18,02x$$

$$A_{\text{Jn}} = 64,535,5 \cdot 18,02x - 2 \cdot 35,45$$

x	A_{Jn}
-----	-----------------

1	-38.2
---	-------

2	-5.4
---	------

3	27.3
---	------

4	60.1
---	------

5	92.8
---	------

6	125.5
---	-------

Šo pašu aprēķinu veicam arī ar B.

$$y\text{H}_2\text{O} \rightarrow 45,0\%$$

$$18,02y \rightarrow 45,0\%$$

$$\text{JnCl}_2 \rightarrow 55,0\%$$

$$A_{\text{Jn}} + 2 \cdot 35,45 \rightarrow 55,0\%$$

Jānija atommasas atkarību no x varam iegūt kā:

$$A_{\text{Jn}} + 2 \cdot 35,45 = 55,045,0 \cdot 18,02x$$

$$A_{\text{Jn}} = 55,045,0 \cdot 18,02x - 2 \cdot 35,45$$

y	A_{Jn}
-----	-----------------

1	-48.9
---	-------

2	-26.9
---	-------

3	-4.8
---	------

4	17.2
---	------

5	39.2
---	------

6	61.2
---	------

7	83.3
---	------

8	105.3
---	-------

Ņemot vērā to, ka šoreiz masas zudumu nolasiņām no grafika, pieļaujama lielāka nenoteiktība atommasas noteikšanā. Sakrītošā atommasa ir 60.1 g/mol, līdz ar ko $x = 4$ un $y = 6$.

Pirmajā solī $\text{JnCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ zaudē 15% jeb

$$0,15 \cdot (60,1 + 2 \cdot 35,45 + 6 \cdot 18,02) = 0,15 \cdot 239,12 = 35,9 \approx 36 \text{ g/mol}$$

Tātad šajā solī tiek zaudētas divas ūdens molekulas, līdz ar ko arī $z = 4$.

2. Kāda ir jānija **Jn** molmasa? **59,8 g/mol**

3. Kāda ir jānija koordinācija katrā no kristālhidrātiem **A - C**? Abi sākotnējie jānija horīda hidrāti ir tetradidrāts, kas dehidratējas vienā solī un heksahidrāts, kas dehidratējas 2 soļos, sākotnēji relatīvi zemā temperatūrā zaudējot 2 ūdens molekulas, un stipri augstākā atlikušās 2 ūdens molekulas.

Vienīgais racionālais komplekso savienojumu uzbūves variants, kas saistāms ar dehidratācijas mehānismu - $\text{A JnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ir tetraedrīks un dehidratējoties zaudē visas savas ūdens molekulas.

B $\text{JnCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ir oktaedrīks, taču visi ligandi nav vienādi, tie ir: 2 Cl^- un 4 H_2O , līdz ar ko pirmajā dehidratatācijas stadijā tas zaudē tikai kompleksā neietilpstošās 2 ūdens molekulas, un arī **C** $\text{JnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ir oktaedrīks.

4. Kādi un cik būs ligandi tetraedrīskajā kompleksā? Paskaidro!

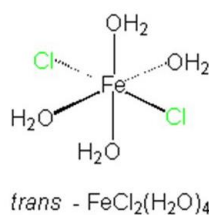
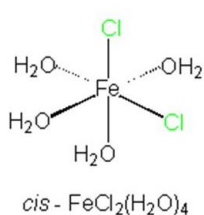
Tā uzbūve būtu tāda pati kā identiskam dzelzs kompleksajam savienojumam $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$: 4 H_2O ligandi.

5. Kādi un cik būs ligandi oktaedrīskajā kompleksā? Paskaidro!

4 H_2O ligandi un 2 Cl^- ligandi.

6. Cik un kādi ģeometrīskie izomēri ir iespējami kompleksajam savienojumam, kura ligandi nav vienādi?

Geometric Isomers: $\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_2$



117. att.

7. Vai starp kristālhidrātiem **A - C** var identificēt izomērus?

a. Nē, to vidū nav izomēru

b. Jā, 2 no tiem ir izomēri

c. Jā, visi 3 tie savā starpā ir izomēri

8. Pie kādas izomēr klases pieder starp kristālhidrātiem **A - C** identificētie izomēri?

a. Nekādas, to vidū nav izomēru

b. Jonizācijas izomēri

c. Ģeometrīskie izomēri

d. Stereoizomēri

9. Ar kuru no dotajiem šķīdumiem pilnīgāk varēs panākt jānija jonu izgulsnēšanu no šķīduma?

- nātrija sulfīda šķīdumu**
- sērūdeņraža šķīdumu
- nātrija karbonāta šķīdumu
- amonija karbonāta šķīdumu

Mazšķīstošāks savienojums ir jānija sulfīds, tālab pilnīgāk jānija joni tiks izgulsnēti ar sulfīdiem. Tā kā sērūdeņradīt tikai neliela daļa molekulu ir jonizētā formā, vairāk sulfīdu un līdz ar to efektīvāka jānija izgulsnēšana tiks panākta ar nātrija sulfīda šķīdumu.

10. Kāda daļa (%) no jānija joniem paliks šķīdumā, ja 0,50 M jānija nitrāta šķīdumam pievienos identisku tilpumu:

- 0,5 M nātrija karbonāta šķīdumu
- 0,5 M nātrija sulfīda šķīdumu

Sajaucot identiskus tilpumus 0,50 M jānija nitrāta un 0,5 M nātrija karbonāta kopējā jānija un kopējā karbonātu koncentrācija bez nogulšņu veidošanās būtu 0,25 M. Tā kā nogulsnēm veidojoties jānija un karbonātu koncentrācija visu laiku būs identiska, jo nogulsnēsies identisks šo jonu daudzums. Šķīdumā palikušais jonu daudzums ir aprēķināms kā:

$$[n^{2+}] = [CO_3^{2-}]$$

$$K_s = [n^{2+}][CO_3^{2-}] = [n^{2+}]^2$$

$$[n^{2+}] = \sqrt{K_s} = \sqrt{(10^{-pK_s})} = \sqrt{(10^{-4,60})} = 0,00501$$

Tātad šķīdumā palikušā jānija jonu procentuālais daudzums no sākotnējā bija:
 $0,00501 / 0,25 \cdot 100 = 2,0$

Identiskā veidā aprēķinus veicam nātrija sulfīda pievienošanas gadījumam:

$$[n^{2+}] = \sqrt{K_s} = \sqrt{(10^{-pK_s})} = \sqrt{(10^{-9,40})} = 2,00 \cdot 10^{-5}$$

$$2,00 \cdot 10^{-5} / 0,25 \cdot 100 = \mathbf{0,0080}$$

Papildu informācija par uzdevumu:

Zināšanas, kas tiek sagaidītas no skolēna:

- Izpratne par pārejas metālu kompleksiem, to uzbūvi un ķīmiskajām īpašībām

6. uzdevums. Oksidētāji labirintā (18 punkti)

1. Uzraksti **A - K** un **X** ķīmiskās formulas!

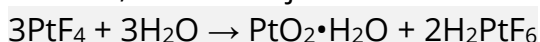
A-Xe, B-XeF₂, C-XeF₄, D-KBrO₃, E-KBrO₄, F-F₂, G-Pt, H-PtF₄, I-H₂[PtF₆], J-PtO₂, K-PtO₂·H₂O, X-HF

2. Kurš(-i) no apgalvojumiem par darbu ar savienojumu **X** ir patiess(-i)?

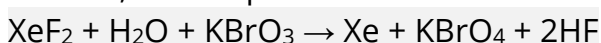
- Tā ir stipra skābe.
- To var uzglabāt stikla pudelē.

c. To var iegūt kā kristālisku vielu.

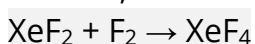
3. Uzraksti, kāda ir izejvielu koeficientu summa reakcijā, kur **H** reagē ar ūdeni!



4. Uzraksti, kāda ir produktu koeficientu summa reakcijā, kur **B** reagē ar **D** un ūdeni!



5. Uzraksti, kāda ir koeficientu summa reakcijā, kur **B** reagē ar **F** un veidojas **C**!



7. uzdevums. Sadalām pa sastāvdaļām (20 punkti)

1. Uzraksti vielu **A** – **D** ķīmiskās formulas!

Par oglekļa dioksīdu, visticamāk, sadalās karbonāts, līdz ar ko D būs oksīds. Tā kā izdaloties CO₂ karbonāta masa samazinājās par 44,0%, varam aprēķināt oksīda molmasu kā:

$$M_E = M_{CO_2} \cdot 56,0 / 44,0 = 44,01 \cdot 56,0 / 44,0 = 56,01 \text{ g/mol}$$

Ja oksīds ir M₂O, metāla molmasa ir 20,0 g/mol, kas neder.

Ja oksīds ir MO, metāla molmasa ir 40,01 g/mol, kas atbilst kalcijam Ca.

Ja oksīds ir MO₂, metāla molmasa ir 24,01 g/mol, kas aptuveni atbilst Mg, taču šāds oksīds neeksistē.

Tātad D = CaO, C = CaCO₃,

Varam aprēķināt, ka A molmasa ir:

$$M_A = M_{CaO} \cdot 10038,4 = 56,1 \cdot 10038,4 = 146,1 \text{ g/mol}$$

Tātad starpība starp A un CaCO₃ ir 146,1 – 100,1 = 46,0 g/mol

kas atbilst 1 CO un 1 H₂O. Tātad

B = CaC₂O₄ (kalcija oksalāts), A = CaC₂O₄·H₂O

2. Pie kādas savienojumu klases pieder **A**? Zināms, ka **B** – **C** pie šīs savienojumu klases nepieder! **kristālhidrāti**

3. Kādā molārā attiecībā tika iegūti H₂O : CO : CO₂? **1:1:1**

4. Aprēķini, kāds bija maisījuma sastāvs pēc līdzsvara iestāšanās mola daļās.

Sadalīšanās produkta **D** tilpumu ignorējiet! Tāpat ignorējiet to, ka trauku pirms reakcijas pilnīgi vakuūmēt nav iespējams.

Sadaloties CaC₂O₄·H₂O radās 1 ekv CO₂, 1 ekv CO un 1 ekv H₂O.

Līdz ar to, ja starp vielām nenotiktu ķīmiskā reakcija, CO₂ spiediens būtu 1 bar, CO spiediens 1 bar un H₂O spiediens 1 bar. Tā kā papildus notiek ķīmiskā reakcija, veidojoties x H₂ CO un H₂O spiediens samazināsies par x, bet CO₂ pieaugs par x.

CO	+	H ₂ O	→	CO ₂	+	H ₂
1-x	+	1-x		1+x	+	x

Līdzsvara konstantes vienādojumu tātad varam uzrakstīt kā:

$$K_{eq} = [CO_2][H_2] / ([CO][H_2O]) = (1+x)x / ((1-x)(1-x))$$

$$K_{eq} = (x+x^2) / (1-2x+x^2)$$

$$x+x^2 = K_{eq} - 2x \cdot K_{eq} + K_{eq} \cdot x^2$$

$$K_{eq} - (2 \cdot K_{eq} + 1)x + (K_{eq} - 1) \cdot x^2 = 0$$

Līdz ar to jāatrisina kvadrātvienādojums, kura koeficienti ir šādi: $a = K_{eq} - 1 = 0,28$

$$b = -(2 \cdot K_{eq} + 1) = -3,56 \quad c = K_{eq} = 1,28$$

Aprēķinām diskriminantu:

$$D = \sqrt{(b^2 - 4ac)} = 3,353$$

Un x vērtību:

$$x = -b - D / (2a) = 0,370$$

Izmantojot šo aprēķinam katras vielas spiedienu pēc līdzsvara iestāšanās un mola daļu (kas vienāda ar spiediena daļu):

CO	H ₂ O	CO ₂	H ₂
0,630 bar	0,630 bar	1,370 bar	0,370 bar
21,0%	21,0%	45,7%	12,3%

5. Aprēķini, kāda bija sākotnēji ņemtā **A** masa!

Tā kā sadaloties A rodas 3 ekvivalenti gāzu, tā daudzums ir 3 reizes mazāks par gāzu daudzumu:

$$ngāz = PV/(RT) = 300 \text{ c} \cdot 2,00V / (8,314 \text{ c} \cdot 1053,15) = 0,06853 \text{ mol}$$

$$nA = ngāz / 3 = 0,02284 \text{ mol}$$

$$mA = nA \cdot MA = 0,02284 \cdot 146,12 = \mathbf{3,34 \text{ g}}$$

6. Kāds ir kopējais spiediens traukā? Sadalīšanās produkta **C** tilpumu ignorējiet! Šādā veidā no 1 ekvivalenta **A** radās 2 ekvivalenti gāzes.

$$ngāz = 2 \cdot nA = 0,02284 \cdot 2 = 0,04568 \text{ mol}$$

$$p = nRT/V = 0,04568 \cdot 8,314 \cdot 973,15 / 2,000 = \mathbf{184,8 \text{ kPa}}$$

7. Aprēķiniet reakcijas līdzsvara konstanti 700 °C, ja reakcijas entalpija ΔH_r ir -37,5 kJ mol⁻¹.

$$\ln K_2 = \ln K_1 - \Delta H_r / R \cdot (1/T_2 - 1/T_1) = \ln 1,28 - 37500 / 8,314 \cdot (1/973,15 - 1/1053,15) = 0,599$$

$$K_2 = e^{\ln K_2} = 2^{0,599} = \mathbf{1,82}$$

8. Aprēķini, kāds bija maisījuma sastāvs pēc līdzsvara iestāšanās moldaļās šajā gadījumā!

Šādos apstākļos sadaloties CaC₂O₄·H₂O radās 1 ekv CO un 1 ekv H₂O.

Līdz ar to, ja starp vielām nenotiktu ķīmiskā reakcija, CO spiediens 1 bar un H₂O spiediens 1 bar (šeit varam brīvi izvēlēties spiedienu, jo vienādojuma abās pusēs ir vienāds gāzveida produktu skaits. Identisku risinājumu iegūtu, lietojot precīzo spiedienu, kas vielām bija šajos apstākļos). Tā kā papildus notiek ķīmiskā reakcija, veidojoties x H₂ un x CO₂, kamēr CO un H₂O spiediens samazināsies par x.

CO	+	H ₂ O	→	CO ₂	+	H ₂
1-x	+	1-x		x	+	x

Līdzsvara konstantes vienādojumu tā tad varam uzrakstīt kā:

$$K_{eq} = [CO_2][H_2] / ([CO][H_2O]) = x^2 / ((1-x)(1-x))$$

$$K_{eq} = x^2 / (1 - 2x + x^2)$$

$$x^2 = K_{eq} - 2x \cdot K_{eq} + K_{eq} \cdot x^2$$

$$K_{eq} - (2 \cdot K_{eq})x + (K_{eq} - 1) \cdot x^2 = 0$$

Līdz ar to jāatrisina kvadrātvienādojums, kura koeficienti ir šādi: $a = K_{eq} - 1 = 0,82$

$$b = -(2 \cdot K_{eq}) = -3,64 \quad c = K_{eq} = 1,82$$

Aprēķinām diskriminantu:

$$D = \sqrt{b^2 - 4ac} = 2,698$$

Un x vērtību:

$$x = (-b - D) / 2a = 0,574$$

Izmantojot šo aprēķinam katras vielas spiedienu pēc līdzsvara iestāšanās un moldaļu (kas vienāda ar spiediena daļu):

CO	H ₂ O	CO ₂	H ₂
0,426 bar	0,426 bar	0,574 bar	0,574 bar
21,3%	21,3%	28,7%	28,7%

Papildu informācija par uzdevumu:

Zināšanas, kas tiek sagaidītas no skolēna:

- Izpratne par gāzu īpašībām, koncentrācijas un spiediena atkarību un saistību ar līdzsvara reakcijām.

8. uzdevums. **A un viņa komanda** (18 punkti)

- Uzrakstiet visu videomateriālā norisošo ķīmisko reakciju vienādojumus! Konkrēti norādiet, kādi novērojumi liecina par katras ķīmiskās reakcijas norisi!

		Ko varēja novērot?
1.	$\text{Cu} + 2\text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow (\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$	Spirāle kļuva spodra, tumšā kārtiņa uz tās virsmas izšķīda
2.	$\text{I}_2 + \text{NaI} \rightarrow \text{NaI}_3$	Šķīdums kļuva tumši brūns, melnie kristāli izzuda
3.	$\text{NaI}_3 + 2\text{Cu} \rightarrow 2\text{CuI} \downarrow + \text{NaI}$	Šķīduma tumši brūnā krāsa pilnībā izzuda, šķīdumā radās baltas nogulsnes, spirāles masa samazinājās
4.	$\text{CuI} + \text{NaI} \rightarrow \text{Na}[\text{CuI}_2]$	Vielā A izšķīda, veidojot iedzeltenu šķīdumu
5.	$\text{Na}[\text{CuI}_2] + 2\text{NH}_3 \rightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]\text{I} + \text{NaI}$	
6.	$8[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]\text{I} + 8\text{NH}_3 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})\text{I}$	Saskarē ar gaisu šķīdums kļuva tumši zils
7.	$\text{Na}[\text{CuI}_2] \rightarrow \text{CuI} \downarrow + \text{NaI}$	Samazinoties šķīduma koncentrācijai, radās baltas nogulsnes
8.	$\text{Na}[\text{CuI}_2] + \text{NaOH} \rightarrow \text{Cu}(\text{OH}) \downarrow + 2\text{NaI}$	Radās oranžas nogulsnes

- Aprēķiniet **A** sintēzes iznākumu! Kā to skaidrot?

$$m(\text{Cu, kas izreaģēja}) = 9,89 - 9,50 = 0,39 \text{ g}$$

$$n(\text{Cu}) = n : M = 0,39 : 63,55 = 0,00614 \text{ mol}$$

$$n(\text{CuI teor.}) = n(\text{Cu}) = 0,00614 \text{ mol}$$

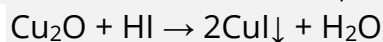
$$m(\text{CuI teor.}) = n \cdot M = 0,00614 \cdot 190,45 = 1,17 \text{ g}$$

$$m(\text{CuI iegūtā}) = 20,28 - 19,02 = 1,26 \text{ g}$$

$$\text{CuI iznākums} = 1,26 : 1,17 = 108\%$$

Tā kā iznākums pārsniedz teorētisko, var secināt, ka svēršanas mirklī CuI vēl nebija pilnībā izžuvis un saturēja ūdeni.

3. Piedāvāriet vēl divus konceptuāli atšķirīgus veidus (reakciju vienādojumus) **A** iegūšanai!



4. Paskaidrojiet, kādēļ **A** sintēzē būtiski veikt soli ar CH₃COOH šķīdumu!
Vara spirāles virsma klāta ar vara(II) oksīda slāni, kā dēļ vara reakcija ar trijodīdjoniem noritētu ļoti lēni vai nenoritētu nemaz. Reakcijā ar etiķskābi vara(II) oksīds izšķīst un metāla virsma aktivējas.
5. Paskaidrojiet, kādu funkciju nodrošināja vārglāze ar ūdeni, kurā ievietoja pudelīti ar tumšo reakcijas maisījumu!
Vārglāze ar ūdeni nodrošināja siltuma pārnesi uz reakcijas maisījumu. Tādējādi reakcijas laikā visā maisījuma tilpumā bija vienmērīga temperatūra, kas nepārsniedza 95 grādus.
6. Paskaidrojiet, kādam mērķim lietoja vislielāko no videomateriālā redzamajiem stikla traukiem! Kā to sauc?
Eksikatoru lietoja vara(I) jodīda žāvēšanai pazeminātā spiedienā (vakuumā).
7. Kas varēja būt lielā stikla trauka apakšdaļā ievietotā baltā substance? Kādam mērķim pēc lielā trauka noslēgšanas tam, visticamāk, pievienoja gumijas cauruli, kāpēc tas bija nepieciešams?
Eksikatora apakšā ievietotā viela varēja būt kāds žāvējošais (ūdeni saistošais) reaģents, piemēram, fosfora(V) oksīds vai bezūdens kalcija hlorīds.

Papildu informācija par uzdevumu:

Zināšanas, kas tiek sagaidītas no skolēna:

- Izpratne par sintēzes metodēm, trauku izvēli un nepieciešamību, savienojumu attīrīšanu ar dažādām metodēm, kā arī specifisku reaģentu izvēli sintēzes vai attīrīšanas veikšanai.

12. KLASE

1. uzdevums. C vitamīna medības (12 punkti)

1. Zināms, ka askorbīnskābe ar jodu piedalās oksidēšanās reducēšanās reakcijā, nosakiet oksidētāju un reducētāju! **Oksidētājs – jods, reducētājs - askorbīnskābe**
2. Kāpēc pētniece jodu šķīdināja kālija jodīda šķīdumā?
a) Joda šķīdība ūdenī ir vāja, taču KI šķīdumā- ievērojami labāka;
b) Kālija jodīds palīdz nodrošināt reakcijas norisei nepieciešamo pH;
c) Kālija jodīds samazina joda gaistamību.
3. Uzrakstiet reakcijas vienādojumu, jodam reaģējot ar nātrija tiosulfātu! Kāda ir koeficientu summu šajā vienādojumā? $I_2 + 2Na_2S_2O_3 \rightarrow 2NaI + Na_2S_4O_6$
4. Kāds ir neizreāģējušā joda daudzums apelsīna parauga šķīdumā, pirms titrēšanas ar nātrija tiosulfātu?

$$n(Na_2S_2O_3) = cV = 0,01 \cdot 0,03744 = 0,0003744 \text{ mol}$$

$$n(I_2, \text{ pārkumā}) = n(Na_2S_2O_3) / 2 = 0,0003744 / 2 = 0,0001872 \text{ mol} = 0,1872 \text{ mmol}$$

5. Kāds ir neizreāģējušā joda daudzums greipfrūtu parauga šķīdumā, pirms titrēšanas ar nātrija tiosulfātu?

$$n(Na_2S_2O_3) = cV = 0,01 \cdot 0,03744 = 0,0003856 \text{ mol}$$

$$n(I_2, \text{ pārkumā}) = n(Na_2S_2O_3) / 2 = 0,0003856 / 2 = 0,0001928 \text{ mol} = 0,1928 \text{ mmol}$$

6. Kāds ir askorbīnskābes daudzums apelsīna paraugā, ko titrēja?

$$n(I_2, \text{ pievienotā}) = cV = 0,02 \cdot 0,01 = 0,0002 \text{ mol} = 0,2 \text{ mmol}$$

$$n(\text{askorbīnskābei}) = n(I_2, \text{ pievienotā}) - n(I_2, \text{ pārkumā}) = 0,2 - 0,1872 = 0,0128 \text{ mmol}$$

7. Kāds ir askorbīnskābes daudzums greipfrūtu paraugā, ko titrēja?

$$n(I_2, \text{ pievienotā}) = cV = 0,02 \cdot 0,01 = 0,0002 \text{ mol} = 0,2 \text{ mmol}$$

$$n(\text{askorbīnskābei}) = n(I_2, \text{ pievienotā}) - n(I_2, \text{ pārkumā}) = 0,2 - 0,1928 = 0,0072 \text{ mmol}$$

8. Cik mg askorbīnskābes satur 100 g apelsīnu? Cik mg askorbīnskābes satur 100 g greipfrūtu? *Pieņemiet, ka tā koncentrācija sulā ir tāda pati kā citās augļa daļās!*

$$m(\text{askorbīnskābei}) = n \cdot M \cdot a \cdot 100g / 20g = 0,0128 \cdot 176,12 \cdot 5 \cdot 5 = 56,35 \text{ mg}$$

a – alikvotā daļa (titrēšanai ņēma 1/5 daļu no visa šķīduma)

9. Kuram no augļiem C vitamīna saturs ir lielāks? Cik doto augļu būtu jāapēd dienā, lai sasniegtu ieteicamo C vitamīna dienas devu (80 mg), ja zināms, ka viena apelsīna vidējais svars ir 130 g, bet greipfrūtam tas ir 235 g? Atbildi uzdodiet vesela skaitļa veidā!

Aprēķinām apelsīna masu, kurā ietilpst vajadzīgais C vitamīna daudzums:

$$100 \text{ g} \dots 56,35 \text{ mg}$$

$$X \text{ g} \dots 80 \text{ mg}$$

$$X = 80 \cdot 100 / 56,35$$

Atbilde: 142 g

Lai to uzņemtu, nepieciešams apēst **2 apelsīnus** (ar 1 apēšanu uzņemtais C vitamīna daudzums būtu par mazu).

2. uzdevums. **Sāļus radošo spēlītes** (14 punkti)

1. Uzraksti vienkāršo vielu **X**, **Y** un vielu **A – E** ķīmiskās formulas!

X-Cl₂, Y-F₂, A-ClF, B-ClF₃, C-ClF₅, D-KCl, E-KF

2. Uzraksti metālu **F**, **H** un vielu **G**, **I** ķīmiskās formulas!

Metālu F varam atrast, zinot, ka tā augstākās oksidēšanās pakāpes fluorīdā MeF_x metāla masas daļa ir 0,6172, kas atbilst:

$$W_{Me} = M_{Me} / (M_{Me} + x \cdot M_F)$$

$$M_{Me} = W_{Me} \cdot M_{Me} + W_{Me} \cdot x \cdot M_F$$

$$M_{Me} = (W_{Me} \cdot x \cdot M_F) / (1 - W_{Me}) = 0,6172 \cdot x \cdot 19,00 / (1 - 0,6172)$$

Pārbaudot dažādas x vērtības varam atrast, ka derīgs ir rezultāts x=6, pie kura M_{Me}=183,8g/mol

Tādējādi **F = W** un **G = WF₆**.

H fluorēšanas reakcija ir: $H + x/2 ClF_5 \rightarrow HF_x + x/2 ClF_3$

Tā kā no 1 mol ClF₅ rodas 1 mol ClF₃, spiediens kolbā pieaug tikai HF_x veidošanās dēļ.

Varam aprēķināt šī gāzes daudzumu:

$$n = p \cdot V / (R \cdot T) = 13,75 \cdot 1,00 / (8,314 \cdot (173,15 + 120)) = 0,004207 \text{ mol}$$

Varam aprēķināt metāla molmasu kā: $M = m/n = 1,00 / 0,004207 = 238 \text{ g/mol}$

Tātad **metāls ir urāns. H = U**

Aprēķinām arī x vērtību, zinot pēc krusta likuma:

$$1,000 \text{ g} \rightarrow 238 \text{ g/mol}$$

$$0,479 \text{ g} \rightarrow x \cdot 19,0 \text{ g/mol}$$

$$x = 0,479 \cdot 238 / (1,000 \cdot 19,0) = 6$$

Tātad **I = UF₆**.

3. Ar ko īpašs ir metāls **F**?

a. Tam ir visaugstākā kušanas un vārīšanās temperatūra no visiem elementiem

b. Tam ir viszemākā kušanas temperatūra no visiem elementiem

c. Tam ir vislielākais blīvums no visiem elementiem

d. Tam ir vismazākais blīvums no visiem elementiem

e. Tas ir visdārgākais no dabā brīvā formā sastopamajiem elementiem

f. Tas ir Zemes garozā visizplatītākais metāls

g. Tas ir metāls, kas mūsdienās kļūst arvien pieprasītāks, jo ir būtiska izejviela skārienjutīgo ekrānu ražošanā

h. Tas ir metāls, kura daudzums Zemes kodolā ir vislielākais

i. Tas ir metāls, kura daudzums Zemes ūdeņos (jūrās, okeānos) ir vislielākais

3. uzdevums. Nezināmie kristāli (19 punkti)

1. Uzrakstiet vielu **B - O** ķīmiskās formulas.

B - Cu(NO₃)₂

C - H₂Cr₂O₇

D - K₂CrO₄

E - Cu(OH)₂

F - CuO

G - I₂

H - CuI

I - Br₂

J - Cu

K - Na₃[Cu(S₂O₃)₂]

L - Br₂

M - Cr(OH)₃

N - Cr₂O₃

O - Cr

2. Aprēķiniet un uzrakstiet savienojuma **A** molekulformulu!

Pievienojot šķīdumam (trešais šķīdums) sārma šķīdumu, veidojās zilās nogulsnes, kuras var liecināt par vara (II) hidroksīda klātbūtni un, tās karsējot, veidojas vara (II) oksīds, kurš ir melnā krāsā. Spilgti dzeltenā krāsa liecina par hromātu jonu klātbūtni, līdz ar to zaļais pulveris, ko ieguva otrajā paraugā, varētu būt hroma (III) oksīds. Pieņemtais apstiprinās ar dotajiem lielumiem:

CuI (no pirmā šķīduma)

$$w(\text{Cu}) = \frac{64 \text{ g/mol}}{191 \text{ g/mol}} * 100 = 33,51\%$$

$$n(\text{CuI}) = n(\text{Cu}) = \frac{4,2975 \text{ g}}{191 \text{ g/mol}} = 0,0225 \text{ mol}$$

Cr₂O₃ (no otrā šķīduma)

$$w(\text{Cr}) = \frac{104 \text{ g/mol}}{152 \text{ g/mol}} * 100 = 68,42\%$$

$$n(\text{Cr}_2\text{O}_3) = 2n(\text{Cr}) = 2 * \frac{3,42 \text{ g}}{152 \text{ g/mol}} = 0,045 \text{ mol}$$

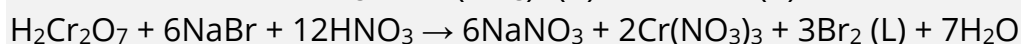
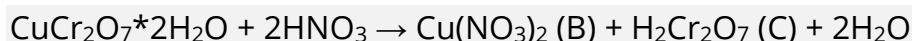
No tā var secināt, ka $n(\text{Cr}):n(\text{Cu}) = 2:1$

Tā kā sākuma šķīdums tika sadalīts trijās vienādās daļās, tad $n(\text{Cu}) = 0,0675 \text{ mol}$, bet $n(\text{Cr}) = 0,135 \text{ mol}$. Pieņemam, ka vielā **A** ir viens vara atoms un iegūstam, ka $M(\text{A}) = \frac{21,33 \text{ g}}{0,0675 \text{ mol}} = 316 \text{ g/mol}$. $M(\text{CuCr}_2\text{O}_7) = 280 \text{ g/mol}$, līdz ar to $316 - 280 = 36$, kas varētu būt 2 ūdens molekulas jeb viela **A ir CuCr₂O₇*2H₂O**.

3. Uzrakstiet un izlieciet mazākos, veselos koeficientus reakcijām:

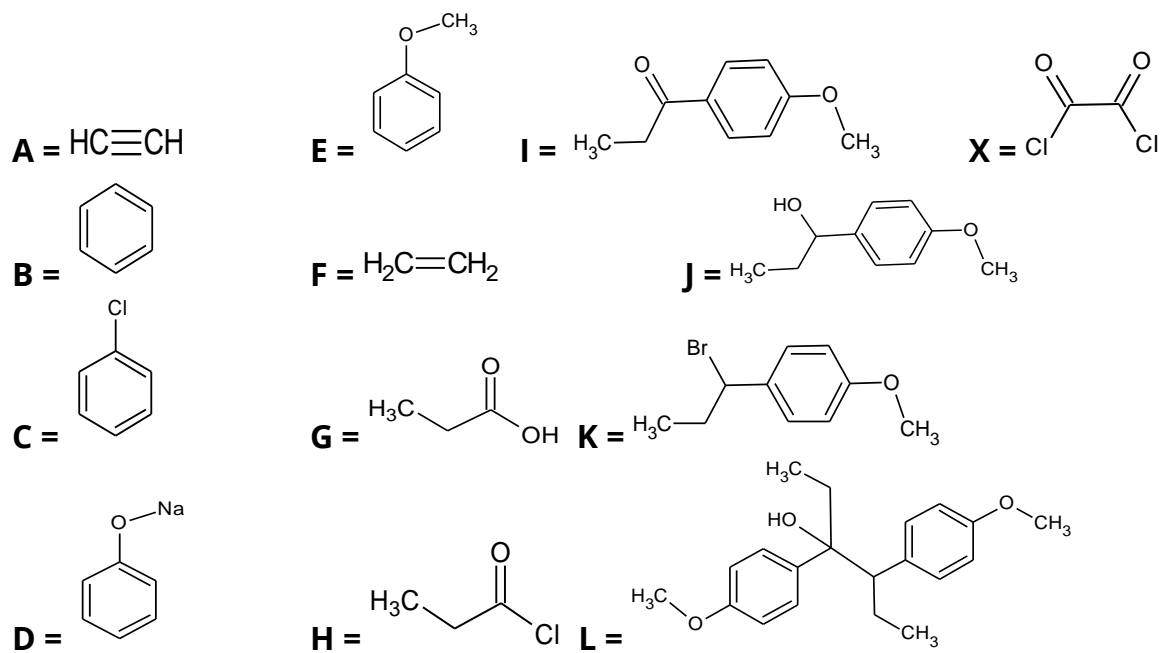
a) **B** un **C** iegūšana no **A**

b) **L** iegūšanas reakcija



4. uzdevums. **Dimestrols** (17 punkti)

1. Uzzīmējiet vielu **A-L** un **X** struktūrformulas!



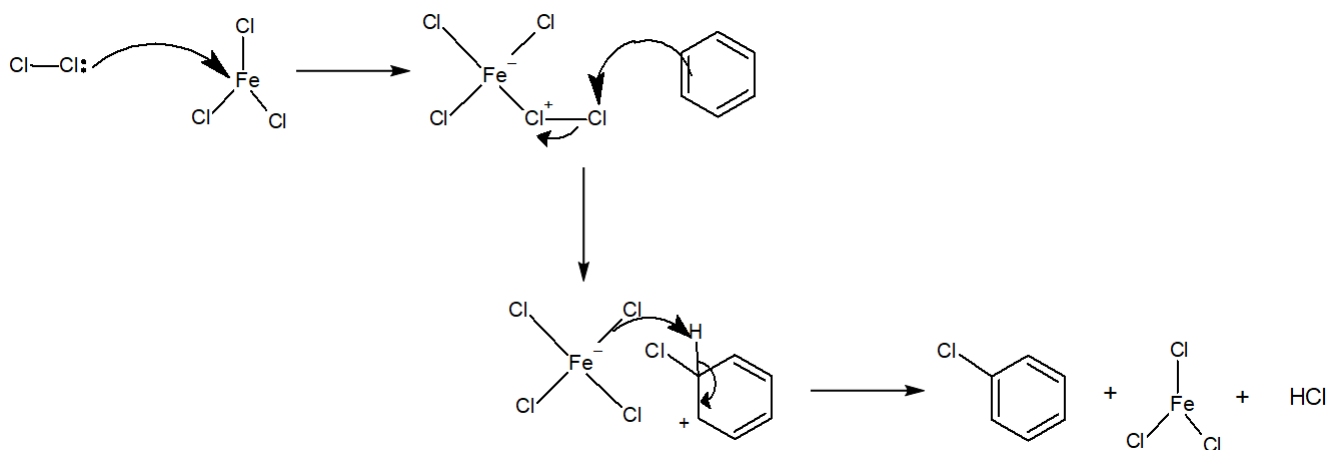
118. att.

2. Kādus citus katalizatorus var izmantot reakcijā **B** uz **C** un **F** uz **G**?

B uz **C** = FeCl_3

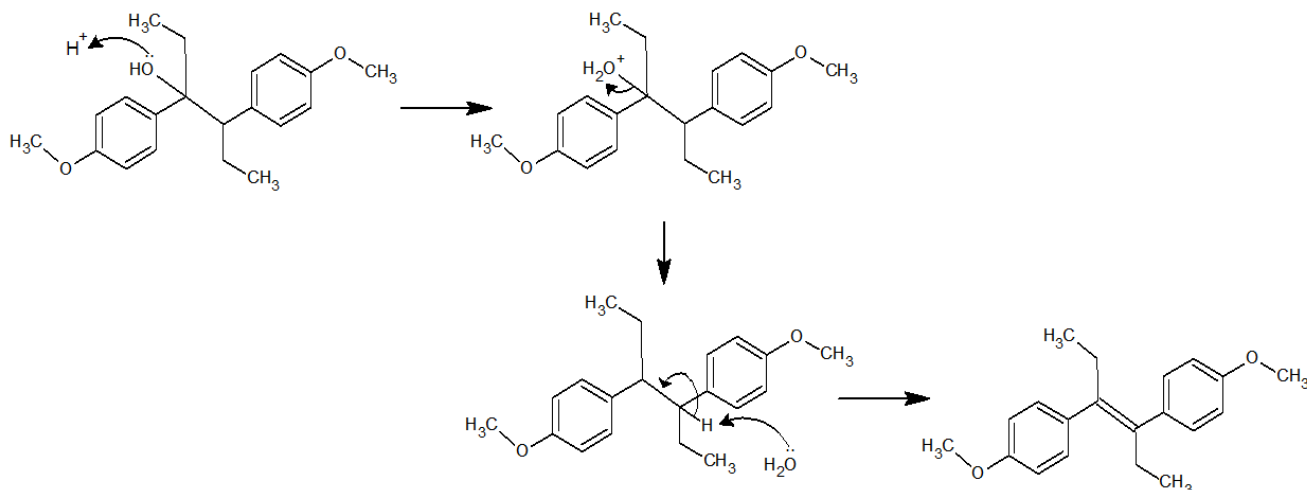
F uz **G** = $\text{Fe}(\text{CO})_5$ utt.

3. Uzzīmējiet mehānismu reakcijai **B** uz **C**!



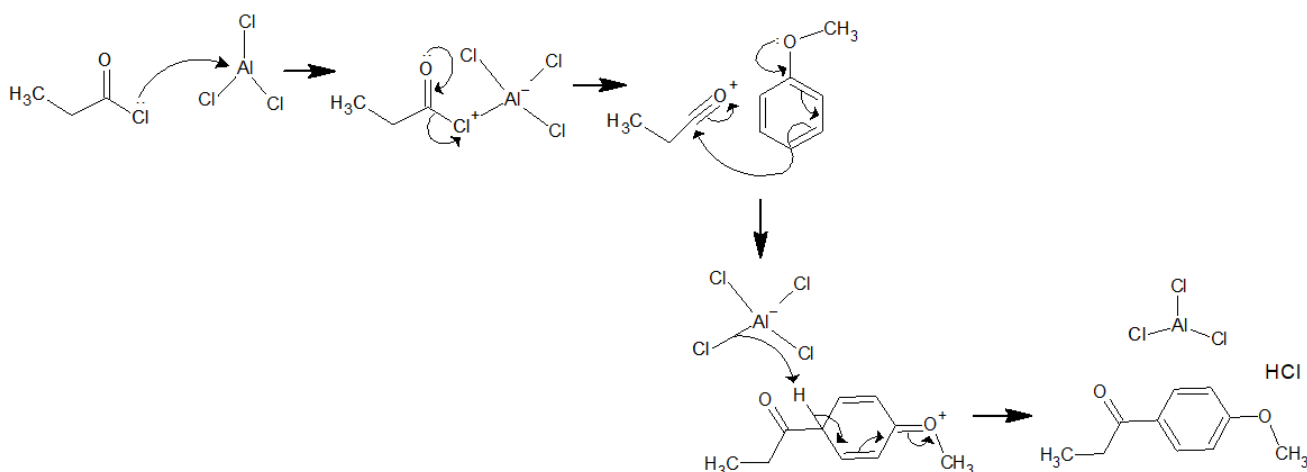
119. att.

4. Uzzīmējiet mehānismu reakcijai **L** uz **Dimestrolu**!



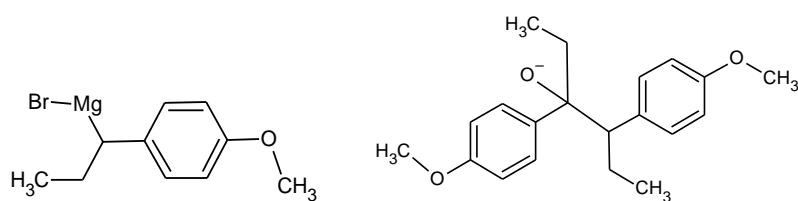
120. att.

5. Uzraksti mehānismu reakcijai starp **E** un **H**, kurā veidojas **I**!



121. att.

6. Kādi starpsavienojumi veidojas reakcijā **K** uz **L**?



122. att.

Papildu informācija par uzdevumu:

Zināšanas, kas tiek sagaidītas no skolēna:

- Aromātisku savienojumu, karbonilsavienojumu reaģētspēja, nukleofilās aizvietošanas un eliminēšanas reakcijas, kā arī izpratne par organisko sintēzi un sintēzes shēmām.

5. uzdevums. Sadalām pa sastāvdaļām (20 punkti)

1. Uzraksti vielu **A** – **E** ķīmiskās formulas.

Par oglekļa dioksīdu, visticamāk, sadalās karbonāts, līdz ar ko E būs oksīds. Tā kā izdaloties CO₂ karbonāta masa samazinājās par 44,0%, varam aprēķināt oksīda molmasu kā:

$$ME = M_{CO_2} \cdot 56,0 / 44,0 = 44,01 \cdot 56,0 / 44,0 = 56,01 \text{ g/mol}$$

Ja oksīds ir M₂O, metāla molmasa ir 20,0 g/mol, kas neder.

Ja oksīds ir MO, metāla molmasa ir 40,01 g/mol, kas atbilst kalcijam Ca.

Ja oksīds ir MO₂, metāla molmasa ir 24,01 g/mol, kas aptuveni atbilst Mg, taču šāds oksīds neeksistē.

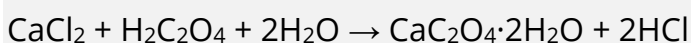
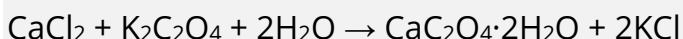
Tātad **E = CaO**, **D = CaCO₃**, **C = CaC₂O₄** (kalcija oksalāts), **B = CaC₂O₄·H₂O** un **A = CaC₂O₄·2H₂O**

2. Pie kādas savienojumu klases pieder **A** un **B**? Zināms, ka **C** – **E** pie šīs savienojumu klases nepieder. **Kristālhidrāti**

3. Kādas skābes sāls ir **A**? **Skābeņskābes**

4. Piedāvāriet paņēmienu **A** iegūšanai, zinot, ka šis sāls ir mazšķīstošs! Uzrakstiet ķīmiskās reakcijas vienādojumu(-s)!

Derēs, piem., jebkura šķīstoša kalcija sāls reakcija ar skābeņskābi jeb šķīstošu oksalātu.



5. Aprēķināt reakcijas entalpiju $\Delta_r H^\circ$ un entalpiju $\Delta_r S^\circ$ 298,15 K temperatūrā!

$$\Delta_r H^\circ = \sum \Delta_f H_{prod}^\circ - \sum \Delta_f H_{izejv}^\circ = -388,5 + 0 - (-110,5 + -241,8) = -36,2 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

$$\Delta_r S^\circ = \sum S_{prod}^\circ - \sum S_{izejv}^\circ = 213,8 + 130,7 - (195,7 + 185,8) = -37,0 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

6. Aprēķināt reakcijas Gibbsa enerģiju 298 K temperatūrā!

$$\Delta_r G^\circ = \Delta_r H^\circ - T \cdot \Delta_r S^\circ = -36200 - 298 \cdot (-37,0) = -25174 \frac{\text{J}}{\text{mol}} = -25,2 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

7. Aprēķināt reakcijas līdzsvara konstanti 298 K un 780 °C temperatūrā! Pieņemiet, ka reakcijas entropija un entalpija nav atkarīga no temperatūras!

$$\Delta_r G^\circ = -R \cdot T \cdot \ln(K_{eq})$$

$$K_{eq} = e^{\frac{-\Delta_r G^\circ}{R \cdot T}} = e^{\frac{25200}{8,314 \cdot 298}} = 26140$$

$$\Delta_r G_{780^\circ C}^\circ = \Delta_r H^\circ - T \cdot \Delta_r S^\circ = -36200 - (273,15 + 780) \cdot (-37,0) = 2761 \frac{\text{J}}{\text{mol}} = 2,76 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

$$K_{eq} = e^{\frac{-\Delta_r G^\circ}{R \cdot T}} = e^{\frac{-2760}{8,314 \cdot 1053,15}} = 0,729$$

8. Aprēķināt temperatūru, kurā reakcijas līdzsvara konstante ir 1,00!

Keq=1,00 kad $\Delta_r G^\circ = 0$. Tātad:

$$\Delta_r G^\circ = 0 = \Delta_r H^\circ - T \cdot \Delta_r S^\circ$$

$$T = \frac{\Delta_r H^\circ}{\Delta_r S^\circ} = \frac{-36200}{-37,0} = 978,4 \text{ K} = 705,2^\circ \text{ C}$$

9. Aprēķini kāds bija maisījuma sastāvs pēc līdzsvara iestāšanās moldaļās. Ja nenoteicāt, kāda ir reakcijas līdzsvara konstante 7. punktā, izmantojiet, ka tā ir 1,28. Sadalīšanās produkta **E** tilpumu ignorējiet! Tāpat ignorējiet to, ka trauku pirms reakcijas pilnīgi vakuūmēt nav iespējams.

Sadaloties $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ radās 1 ekv CO_2 , 1 ekv CO un 2 ekv H_2O .

Līdz ar to, ja starp vielām nenotiktu ķīmiskā reakcija, CO_2 spiediens būtu 1 bar, CO spiediens 1 bar un H_2O spiediens 2 bar. Tā kā papildus notiek ķīmiskā reakcija, veidojoties x H_2 CO un H_2O spiediens samazināsies par x , bet CO_2 pieaugs par x .

CO	+	H ₂ O	→	CO ₂	+	H ₂
1-x	+	2-x		1+x	+	x

Līdzsvara konstantes vienādojumu tātad varam uzrakstīt kā:

$$K_{eq} = \frac{[\text{CO}_2][\text{H}_2]}{[\text{CO}][\text{H}_2\text{O}]} = \frac{(1+x)x}{(1-x)(2-x)}$$

$$K_{eq} = \frac{x+x^2}{2-3x+x^2}$$

$$x+x^2 = 2 \cdot K_{eq} - 3x \cdot K_{eq} + K_{eq} \cdot x^2$$

$$2 \cdot K_{eq} - (3 \cdot K_{eq} + 1)x + (K_{eq} - 1) \cdot x^2 = 0$$

Līdz ar to jāatrisina kvadrātvienādojums, kura koeficienti ir šādi: $a = K_{eq} - 1 = -0,271$

$$b = -(3 \cdot K_{eq} + 1) = -3,187 \quad c = 2 / (c \cdot K_{eq}) = 1,458$$

Aprēķinām diskriminantu: $D = \sqrt{b^2 - 4ac} = 3,426$

Un x vērtību: $x = (-b - D) / 2a = 0,441$

Izmantojot šo aprēķinam katras vielas spiedienu pēc līdzsvara iestāšanās un moldaļu (kas vienāda ar spiediena daļu):

CO	H ₂ O	CO ₂	H ₂
0,559 bar	1,559 bar	1,441 bar	0,441 bar
14,0%	39,0%	36,0%	11,0%

10. Aprēķini, kāda bija sākotnēji ņemtā **A** masa!

Tā kā sadaloties **A** rodas 4 ekvivalenti gāzu, tā daudzums ir 4 reizes mazāks par gāzu daudzumu:

$$n_{gāz} = PV / (RT) = 400 \cdot 2,00 \text{ V} / (8,314 \cdot 1053,15) = 0,09137 \text{ mol}$$

$$n_A = 0,25 \cdot n_{gāz} = 0,02284 \text{ mol}$$

$$m_A = n_A \cdot M_A = 0,02284 \cdot 164,14 = 3,75 \text{ g}$$

Papildu informācija par uzdevumu:

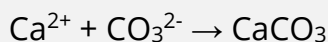
Zināšanas, kas tiek sagaidītas no skolēna:

- Izpratne par gāzu īpašībām, spiediena un koncentrācijas atkarību un saistību ar līdzsvara reakciju aprēķiniem.

6. uzdevums. Rūpnīcas galvassāpes (20 punkti)

1. Kādā formā tika pārvērstas visas karbonātu formas pēc nātrija hidroksīda šķīduma pievienošanas? CO_3^{2-}
2. Nosakiet, kāda ir kopējā karbonātu koncentrācija ($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-}$).

Tā kā visas karbonātu formas ir pārvērstas CO_3^{2-} , ķīmiskā reakcija ir:



Karbonātu daudzums būs vienāds ar kalcija karbonāta daudzumu:

$$n = mM = 21,5 / (40,08 + 12,01 + 3 \cdot 16,00) = 21,5 / 100,09 = 0,2148 \text{ mmol}$$

Tā kā tilpums ir 1,00 L un pārvērtībā no jebkuras citas karbonātu formas rodas viens ekvivalents karbonātjonu, kopējā karbonātu koncentrācija šķīdumā ir **0,2148 mmol/L**

3. Nosakiet kāda ir CO_2 , H_2CO_3 , HCO_3^- un CO_3^{2-} koncentrācija šajā paraugā? Kāds ir procentuālais katras formas daudzums šajā šķīdumā.

Katras formas daudzuma savstarpējo saistību un saistību ar ūdeņraža jonu koncentrāciju, kas ir 10^{-pH}

izsaka līdzsvara konstantes:

$$K_f = [\text{H}_2\text{CO}_3] / [\text{CO}_2] = 1,7 \cdot 10^{-3}$$

$$K_{a1} = [\text{HCO}_3^-][\text{H}_3\text{O}^+] / [\text{H}_2\text{CO}_3] = 2,5 \cdot 10^{-4}$$

$$K_{a2} = [\text{CO}_3^{2-}][\text{H}_3\text{O}^+] / [\text{HCO}_3^-] = 4,7 \cdot 10^{-11}$$

Kopējo karbonātu koncentrācija savukārt ir:

$$CCC = [\text{CO}_2] + [\text{H}_2\text{CO}_3] + [\text{HCO}_3^-] + [\text{CO}_3^{2-}]$$

Varam izvēlēties vienu no karbonāta formām, katru citu formu aizstājot ar to, un no līdzsvara konstantēm iegūtu funkcionālo sakarību. Izvēlēsimies citu formu koncentrāciju izteikt ar hidroģēnkarbonātu koncentrāciju:

$$\begin{aligned} [\text{CO}_3^{2-}] &= \frac{[\text{HCO}_3^-]K_{a2}}{[\text{H}_3\text{O}^+]} \\ [\text{H}_2\text{CO}_3] &= \frac{[\text{HCO}_3^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{K_{a1}} \\ [\text{CO}_2] &= \frac{[\text{H}_2\text{CO}_3]}{K_f} = \frac{[\text{HCO}_3^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{K_{a1} \cdot K_f} \end{aligned}$$

Līdz ar to, izmantojot to ka ūdeņraža jonu koncentrācija ir $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-pH} = 1,412 \cdot 10^{-6} \text{ M}$, kopējo karbonātu koncentrācijas izteiksmi varam iegūt kā:

$$\begin{aligned} CCC &= \frac{[\text{HCO}_3^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{K_{a1} \cdot K_f} + \frac{[\text{HCO}_3^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{K_{a1}} + [\text{HCO}_3^-] + \frac{[\text{HCO}_3^-]K_{a2}}{[\text{H}_3\text{O}^+]} \\ &= [\text{HCO}_3^-] \left(\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{K_{a1} \cdot K_f} + \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{K_{a1}} + 1 + \frac{K_{a2}}{[\text{H}_3\text{O}^+]} \right) \\ CCC &= [\text{HCO}_3^-] \left(\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{K_{a1} \cdot K_f} + \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{K_{a1}} + 1 + \frac{K_{a2}}{[\text{H}_3\text{O}^+]} \right) \\ &= [\text{HCO}_3^-] (3,324 + 5,650 \cdot 10^{-3} + 1 + 3,327 \cdot 10^{-5}) = 4,329 [\text{HCO}_3^-] \end{aligned}$$

Izmantojot šo varam aprēķināt katras daļiņas molāro koncentrāciju un moldaļu (%) no kopējā karbonātu daudzuma:

$$[\text{HCO}_3^-] = \frac{CCC}{4,329} = \frac{0,2148}{4,329} = 0,04962 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$$

Daļiņa	C / mmol·L ⁻¹	X /%
CO ₂	0,1649	76,8
H ₂ CO ₃	2,804·10 ⁻⁴	0,131
HCO ₃ ⁻	0,04962	23,1
CO ₃ ²⁻	1,651·10 ⁻⁶	0,000769

4. Ja ignorē ķīmiskos līdzsvarus un pieņem, ka notiek tikai neapgrīzeniskas ķīmiskās reakcijas, kāds bija 12 M nātrija hidroksīda šķīduma tilpums, kas bija jāpievieno?

Lai no CO₂ un H₂CO₃ iegūtu nātrija karbonātu, jāpatērē 2 ekvivalenti NaOH, savukārt, lai to iegūtu no HCO₃⁻, jāpatērē 1 ekvivalents NaOH. Saskaitot kopā nepieciešamo NaOH daudzumu, iegūstam ka:

$$n\text{NaOH} = 2n\text{CO}_2 + 2n\text{H}_2\text{CO}_3 + n\text{HCO}_3^- = 2 \cdot 0,1649 + 2 \cdot 0,0002804 + 0,04962 = 0,380 \text{ mmol}$$

$$V = n/C = 0,380/12 = 0,0317 \text{ mL}$$

5. Izmantojiet Henrija vienādojumu, lai atrastu, kāds ir oglekļa dioksīda parciālais spiediens (kPa) un koncentrācija (ppm jeb m.d.) gaisā.

$$p_{\text{CO}_2(g)} = K_H \cdot C_{\text{CO}_2(aq)} = 2980 \cdot \frac{0,1649}{1000} = 0,4914 \text{ kPa}$$

$$\frac{0,4914}{98,5} \cdot 1'000'000 = \mathbf{4990 \text{ ppm}}$$

6. Vai ir pamats domāt, ka rūpnīcas tuvumā gaiss ir piesārņots, ja salīdzina to ar vidējam oglekļa dioksīda koncentrācijas vērtībām dažādās vidēs, kas dots zemāk?

Jā

7. Kādam pēc hidroksīda pievienošanas jābūt šķīduma pH, lai 99% no kopējā karbonātu satura būtu tieši karbonātu CO₃²⁻ formā? Šķīduma tilpuma maiņu ignorējiet! Līdz ar to kopējā karbonātu koncentrācija saglabājas identiska kā iepriekš noteiktā / izmantotā!

Līdzīgi kā punktā, kur noteicām katras karbonātu formas sadalījumu, šeit katru citu formu aizstāsim ar CO₃²⁻ un no līdzsvara konstantēm iegūtu funkcionālo sakarību.

$$[\text{HCO}_3^-] = \frac{[\text{CO}_3^{2-}][\text{H}_3\text{O}^+]}{K_{a2}}$$

$$[\text{H}_2\text{CO}_3] = \frac{[\text{HCO}_3^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{K_{a1}} = \frac{[\text{CO}_3^{2-}][\text{H}_3\text{O}^+]^2}{K_{a1} \cdot K_{a2}}$$

$$[\text{CO}_2] = \frac{[\text{H}_2\text{CO}_3]}{K_f} = \frac{[\text{CO}_3^{2-}][\text{H}_3\text{O}^+]^2}{K_{a1} \cdot K_{a2} \cdot K_f}$$

Kopējo karbonātu koncentrācijas izteiksmi varam iegūt kā:

$$CCC = \frac{[\text{CO}_3^{2-}][\text{H}_3\text{O}^+]^2}{K_{a1} \cdot K_{a2} \cdot K_f} + \frac{[\text{CO}_3^{2-}][\text{H}_3\text{O}^+]^2}{K_{a1} \cdot K_{a2}} + \frac{[\text{CO}_3^{2-}][\text{H}_3\text{O}^+]}{K_{a2}} + [\text{CO}_3^{2-}]$$

$$CCC = [\text{CO}_3^{2-}] \left(\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{K_{a1} \cdot K_{a2} \cdot K_f} + \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{K_{a1} \cdot K_{a2}} + \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{K_{a2}} + 1 \right)$$

Tā kā 99% no kopējā karbonātu satura ir tieši karbonātu CO₃²⁻ forma:

$$\frac{[\text{CO}_3^{2-}]}{CCC} = 0,99$$

Līdz ar to nonākam līdz tam, ka jāatrisina kvadrātvienādojums:

$$\frac{CCC}{[CO_3^{2-}]} = 1,0101 = \left(\frac{[H_3O^+]^2}{K_{a1} \cdot K_{a2} \cdot K_f} + \frac{[H_3O^+]^2}{K_{a1} \cdot K_{a2}} + \frac{[H_3O^+]}{K_{a2}} + 1 \right)$$

$$[H_3O^+]^2 \left(\frac{1}{K_{a1} \cdot K_{a2} \cdot K_f} + \frac{1}{K_{a1} \cdot K_{a2}} \right) + [H_3O^+] \frac{1}{K_{a2}} - 0,0101$$

Tātad vienādojumā koeficienti ir šādi: $a=5,015 \cdot 10^{16}$ $b=2,128 \cdot 10^{10}$ $c=-0,0101$
Aprēķinām diskriminantu:

$$D = \sqrt{b^2 - 4ac} = \sqrt{4,527 \cdot 10^{20} + 2,026 \cdot 10^{15}} = \sqrt{4,527 \cdot 10^{20}} = 2,128 \cdot 10^{10}$$

Un ūdeņraža jonu koncentrāciju (tā kā tā būs ļoti maza, izmantojam nenoapaļotas b un D vērtības!):

$$[H_3O^+] = \frac{-b + D}{2a} = 4,75 \cdot 10^{-13} M$$

$$pH = -\lg([H_3O^+]) = -\lg(4,75 \cdot 10^{-13}) = 12,32$$

8. Vai ir korekti pieņemt, ka varam ignorēt šķīduma tilpuma izmaiņas, ja pievieno 12 M nātrija hidroksīdu?

Tā kā 1 L šķīduma bija jāpievieno 0,03 ml (~1 piliens), pieņēmums ir pilnībā korekts.

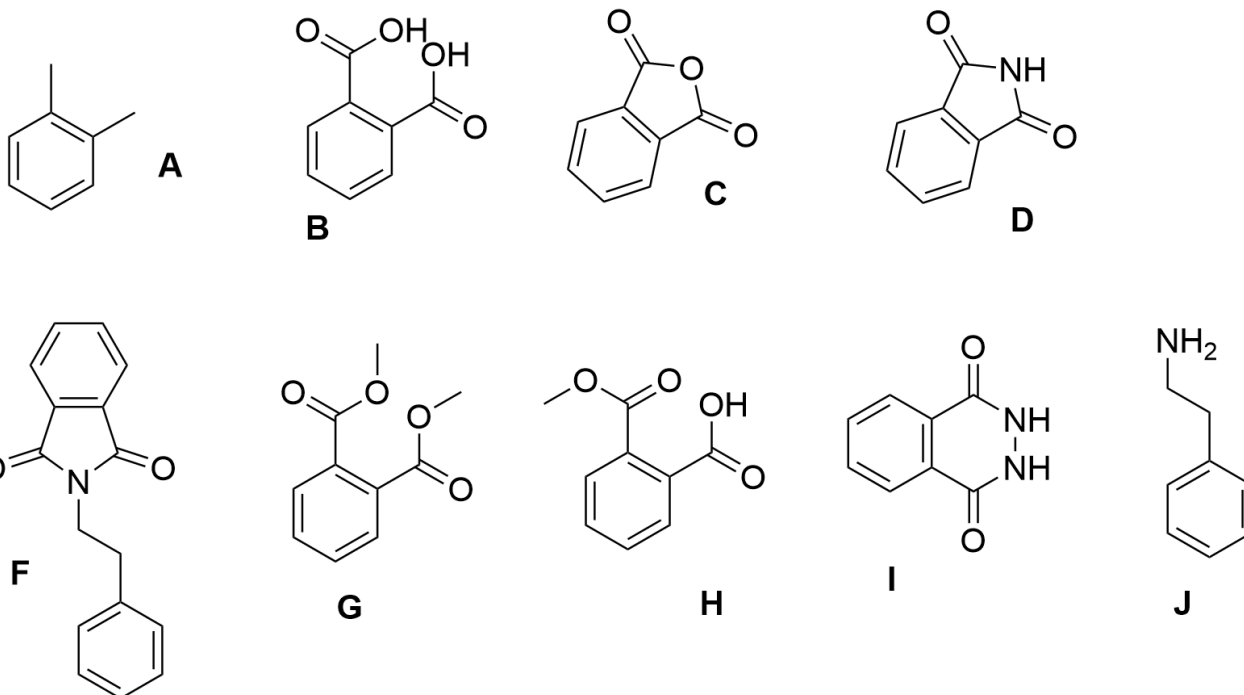
Papildu informācija par uzdevumu:

Zināšanas, kas tiek sagaidītas no skolēna:

- Zināšanas par ķīmisko līdzsvaru un līdzsvara reakcijām. Izpratne par pH un tā saistību ar ķīmisko līdzsvaru. ICE tabulu (sākotnējā koncentrācija; koncentrācijas izmaiņa; līdzsvara koncentrācija) sastādīšana un kvadrātvienādojumu risināšana

7. uzdevums. Uzbūvē fenolftaleīnu! (15 punkti)

1. Uzzīmē visu savienojumu **A-D**, **F-J** struktūras.



123. att.

2. Vai no **H** ir iespējams vienā solī iegūt **G**? **Jā**, vai nu karsējot ar MeOH skābes katalizatora klātbūtnē vai alkilējot karboksilātu bāziskā vidē.

3. Kāds blakusprodukts veidots, ja reakcijā **D** uz **F** visus reaģentus pievienotu vienlaicīgi nevis pakāpeniski?

Veidosies stirols, jo notiks E2 reakcija.

4. Nosaki, kuras no dotajām vielām reaģē ar NaH:

a) A

b) B

c) C

d) J

e) fenolftaleīns

Papildu informācija par uzdevumu:

Zināšanas, kas tiek sagaidītas no skolēna:

- Zināšanas par kondensācijas reakcijām, karbonilsavienojumu reaģētspēju, kā arī struktūras noteikšanu, izmantojot molekulformulu kā palīgu. Nepieciešama arī izpratne par savienojumu skābumu, bāziskumu un tās rašanās iemesliem no savienojumu struktūras viedokļa.

8. uzdevums. **A un viņa komanda** (18 punkti)

1. Uzrakstiet visu videomateriālā norisošo ķīmisko reakciju vienādojumus! Konkrēti Uzrakstiet visu videomateriālā norisošo ķīmisko reakciju vienādojumus! Konkrēti norādiet, kādi novērojumi liecina par katras ķīmiskās reakcijas norisi!

		Ko varēja novērot?
1.	$\text{Cu} + 2\text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow (\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$	Spirāle kļuva spodra, tumšā kārtiņa uz tās virsmas izšķīda
2.	$\text{I}_2 + \text{NaI} \rightarrow \text{NaI}_3$	Šķīdums kļuva tumši brūns, melnie kristāli izzuda
3.	$\text{NaI}_3 + 2\text{Cu} \rightarrow 2\text{CuI}\downarrow + \text{NaI}$	Šķīduma tumši brūnā krāsa pilnībā izzuda, šķīdumā radās baltas nogulsnes, spirāles masa samazinājās
4.	$\text{CuI} + \text{NaI} \rightarrow \text{Na}[\text{CuI}_2]$	Vielā A izšķīda, veidojot iedzeltenu šķīdumu
5.	$\text{Na}[\text{CuI}_2] + 2\text{NH}_3 \rightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]\text{I} + \text{NaI}$	
6.	$8[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]\text{I} + 8\text{NH}_3 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})\text{I}$	Saskarē ar gaisu šķīdums kļuva tumši zils
7.	$\text{Na}[\text{CuI}_2] \rightarrow \text{CuI}\downarrow + \text{NaI}$	Samazinoties šķīduma koncentrācijai, radās baltas nogulsnes
8.	$\text{Na}[\text{CuI}_2] + \text{NaOH} \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})\downarrow + 2\text{NaI}$	Radās oranžas nogulsnes

2. Aprēķiniet **A** sintēzes iznākumu! Kā to skaidrot?

$$m(\text{Cu, kas izreaģēja}) = 9,89 - 9,50 = 0,39 \text{ g}$$

$$n(\text{Cu}) = n : M = 0,39 : 63,55 = 0,00614 \text{ mol}$$

$$n(\text{CuI teor.}) = n(\text{Cu}) = 0,00614 \text{ mol}$$

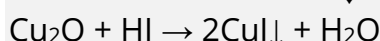
$$m(\text{CuI teor.}) = n \cdot M = 0,00614 \cdot 190,45 = 1,17 \text{ g}$$

$$m(\text{CuI iegūtā}) = 20,28 - 19,02 = 1,26 \text{ g}$$

$$\text{CuI iznākums} = 1,26 : 1,17 = 108\%$$

Tā kā iznākums pārsniedz teorētisko, var secināt, ka svēršanas mirklī CuI vēl nebija pilnībā izžuvis un saturēja ūdeni.

3. Piedāvāriet vēl divus konceptuāli atšķirīgus veidus (reakciju vienādojumus) **A** iegūšanai!



4. Paskaidrojiet, kādēļ **A** sintēzē būtiski veikt soli ar CH_3COOH šķīdumu!

Vara spirāles virsma klāta ar vara(II) oksīda slāni, kā dēļ vara reakcija ar trijodīdjoniem noritētu ļoti lēni vai nenoritētu nemaz. Reakcijā ar etiķskābi vara(II) oksīds izšķīst un metāla virsma aktivējas.

5. Paskaidrojiet, kādu funkciju nodrošināja vārglāze ar ūdeni, kurā ievietoja pudelīti ar tumšo reakcijas maisījumu!

Vārglāze ar ūdeni nodrošināja siltuma pārnese uz reakcijas maisījumu. Tādējādi reakcijas laikā visā maisījuma tilpumā bija vienmērīga temperatūra, kas nepārsniedza 95 grādus.

6. Paskaidrojiet, kādam mērķim lietoja vislielāko no videomateriālā redzamajiem stikla traukiem! Kā to sauc?

Eksikatoru lietoja vara(I) jodīda žāvēšanai pazeminātā spiedienā (vakuumā).

7. Kas varēja būt lielā stikla trauka apakšdaļā ievietotā baltā substance? Kādam mērķim pēc lielā trauka noslēgšanas tam, visticamāk, pievienoja gumijas cauruli, kāpēc tas bija nepieciešams?

Eksikatora apakšā ievietotā viela varēja būt kāds žāvējošais (ūdeni saistošais) reaģents, piemēram, fosfora(V) oksīds vai bezūdens kalcija hlorīds.

Papildu informācija par uzdevumu:

Zināšanas, kas tiek sagaidītas no skolēna:

- Izpratne par sintēzes metodēm, trauku izvēli un nepieciešamību, savienojumu attīrīšanu ar dažādām metodēm, kā arī specifisku reaģentu izvēli sintēzes vai attīrīšanas veikšanai.