



I E G U L D Ī J U M S T A V Ā N Ā K O T N Ē

Projekta numurs: 8.3.2.1/16/I/002

**Nacionāla un starptautiska mēroga pasākumu īstenošana izglītojamo
talantu attīstībai****Ķīmijas valsts 60. olimpiāde****Teorētiskās kārtas uzdevumi un atbilžu lapas 9. klasei**

Skolēna vārds, uzvārds un skola:.....

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)

Bi_2O_5

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)*

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)



$$m(\text{N}_2\text{O}_5) = 1 \cdot 108 = 108 \text{ g}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 44 \cdot 18 = 792 \text{ g}$$

$$m(\text{šķīduma}) = 108 + 792 = 900 \text{ g}$$

$$n(\text{HNO}_3) = 2 \cdot n(\text{N}_2\text{O}_5) = 2 \cdot 1 = 2 \text{ mol}$$

$$m(\text{HNO}_3) = 2 \cdot 63 = 126 \text{ g}$$

$$w(\text{HNO}_3) = 126/900 = 0,14 \text{ jeb } 14 \%$$

Iegūtā šķīduma blīvums ir 1,078 g/mL.

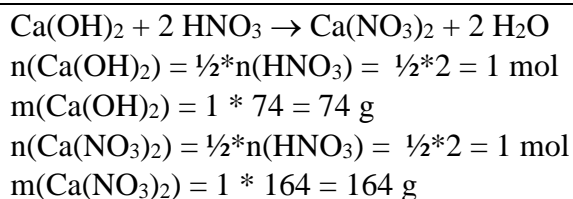
Aprēķini slāpekļskābes molāro koncentrāciju iegūtajā šķīdumā! (2 punkti)

$$v(\text{šķīduma}) = 900/1,078 = 834,88 \text{ mL}$$

$$c(\text{HNO}_3) = n(\text{HNO}_3)/v(\text{HNO}_3) = 2/0,83488 = 2,40 \text{ mol/L}$$

Iegūto slāpekļskābes šķīdumu neitralizēja ar kristālisku kalcija hidroksīdu.

Uzraksti šo neitralizācijas reakcijas vienādojumu, aprēķini izmantotā kalcija hidroksīda un iegūtā kalcija nitrāta masu! (3 punkti)



Lai kalcija nitrātu iegūtu cietā veidā, iegūto šķīdumu ietvaicēja tik ilgi, kamēr tā masa samazinājās par 660 gramiem, bet pēc tam atdesēja 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)

$$m(\text{šķīduma pirms ietvaicēšanas}) = m(\text{HNO}_3 \text{ šķīduma}) + m(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 900 + 74 = 974 \text{ g}$$

$$m(\text{šķīduma pēc ietvaicēšanas, pirms atdesēšanas}) = 974 - 660 = 314 \text{ g}$$

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: $100 \cdot \frac{78,65}{112,53} = 69,89 \text{ g}$

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 sālskābi, 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)

$$n(\text{A}) = n(\text{B}) = 0,672/22,4 = 0,03 \text{ mol}$$

Izmantojot aprēķinus, nosaki vielas A, B, C, D un uzraksti trīs notikušo ķīmisko reakciju vienādojumus! (8 punkti)

Gāzu raksturojums norāda, ka, visticamāk, B ir SO₂, bet C – H₂S. Par to liecina arī dzeltenas cietas vienkāršas vielas (sēra) veidošanās gāzēm reaģējot savā starpā mitruma klātienē.

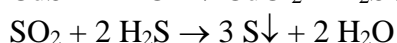
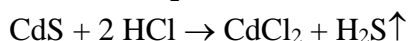
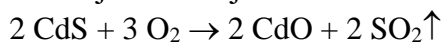
Tādā gadījumā viela A ir kāds metāla(II) sulfīds MeS.

$$n(\text{MeS}) = n(\text{SO}_2 \text{ vai H}_2\text{S}) * 2 = 0,03 * 2 = 0,06 \text{ mol.}$$

$$M(\text{Me}) = 8,64 / 0,06 - 32 = 144 - 32 = 112 \text{ g/mol, kas atbilst kadmija Cd molmasai.}$$

A – CdS, B – SO₂, C – H₂S, D – S

Reakciju vienādojumi:



Aprēķini iegūtās dzeltenās vielas masu! (3 punkti)

SO₂ un H₂S reaģē savā starpā molārajās attiecībās 1 : 2. Šajā eksperimentā pārākumā ir SO₂, tātad aprēķini jāveic pēc H₂S daudzuma.

$$n(\text{S}) = 3/2 * n(\text{H}_2\text{S}) = 3/2 * 0,03 = 0,045 \text{ mol}$$

$$m(\text{S}) = 0,045 * 32 = 1,44 \text{ g}$$

Viela A reaģē 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 reaģētu molārajās attiecībās 1 : 2, taču tā nav.

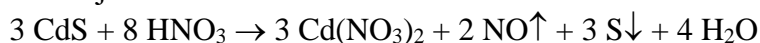


Kadmija sulfīda un slāpekļskābes molārās attiecības 3 : 8 reakcijā norāda, ka CdS reakcija ar slāpekļskābi ir oksidēšanas-reducēšanas reakcija. Reducētājs būs sulfīdjons, kas varētu oksidēties gan par sēru, gan par sēra(IV) oksīdu vai sulfātjonu. Oksidētājs būs slāpekļskābe, kas, visticamāk, reducēsies 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 reaģē 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)

$$M(\text{vidējā}) = 26,850 * 2 = 53,700 \text{ g/mol}$$

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 sārnu metālu! Metāla molmasai jāsakrīt ± 1 vienības robežās. (6 punkti)

Sārnu metāla karbonāta masa maisījumā ir tāda pati kā sārnu metāla sulfīta masa, savukārt sārnu metāla karbonāta un sārnu metāla sulfīta moldaļas maisījumā ir tādas pašas kā CO₂ un SO₂ tilpumdaļas iegūtajā gāzu maisījumā. Apzīmēsim nezināmā sārnu metāla molmasu ar X.

$$m(\text{Me}_2\text{CO}_3) = n(\text{Me}_2\text{CO}_3) * M(\text{Me}_2\text{CO}_3) = n(\text{CO}_2) * (2X + 60) = 0,515 * (2X + 60)$$

$$m(\text{Me}_2\text{SO}_3) = n(\text{Me}_2\text{SO}_3) * M(\text{Me}_2\text{SO}_3) = n(\text{SO}_2) * (2X + 80) = 0,485 * (2X + 80)$$

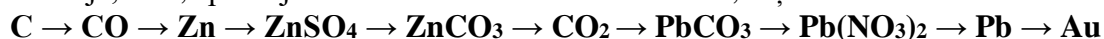
$$0,515 * (2X + 60) = 0,485 * (2X + 80)$$

Atrisinot vienādojumu iegūst, ka X = 132, kas kļūdu robežās atbilst cēzija molmasai.

Nezināmais sārnu metāls ir **cēzijs**

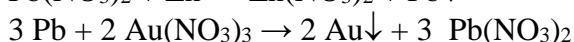
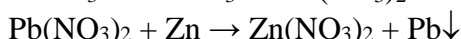
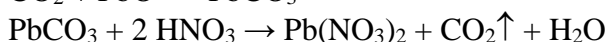
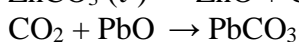
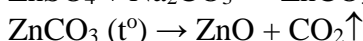
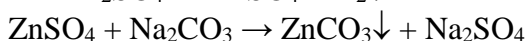
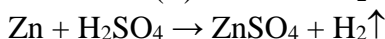
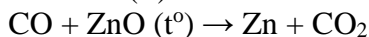
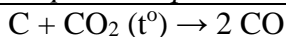
5. uzdevums. Ksenijas vectēva alkīmija. (12 punkti)

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:



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 nākošā 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.

$$n(\text{C}) = 8/12 = 0,666 \text{ mol, tātad } n(\text{Au}) = 0,666/3 = 0,222 \text{ mol, bet } m(\text{Au}) = 0,222 * 197 = \mathbf{43,73 \text{ g.}}$$

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)

$$m(\text{MeBr}_2) = 80 \cdot 0,075 = 6,00 \text{ g}$$

$$M(\text{MeBr}_2) = 6,00/0,03 = 200 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{Me}) = 200 - 2 \cdot 80 = 40 \text{ g/mol} \quad \text{Nezināmais metāls ir kalcijs}$$

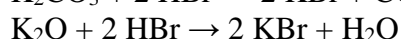
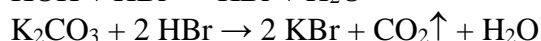
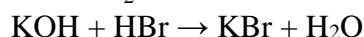
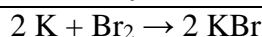
Bromīdus veido praktiski visi metāli.

Uzraksti divu dažādu metālu bromīdu formulas, kurās elektronu skaits metāla katjonā ir tik pat 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.

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 1,8/18 = 0,1 \text{ mols}$$

$$m(\text{MeBr}_2) = 7,40 - 1,80 = 5,60 \text{ g}$$

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

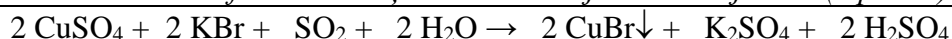
x = 3, tad $M(\text{MeBr}_2) = 168 \text{ g/mol}$, bet $M(\text{Me}) = 168 - 160 = 8 \text{ g/mol}$, tāda metāla nav

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)





I E G U L D Ī J U M S T A V Ā N Ā K O T N Ē

Projekta numurs: 8.3.2.1/16/I/002

Nacionāla un starptautiska mēroga pasākumu īstenošana izglītojamo talantu attīstībai**Ķīmijas valsts 60. olimpiāde****Teorētiskās kārtas uzdevumi un atbilžu lapas 10. klasei**

Skolēna vārds, uzvārds un skola:.....

Visos aprēķinos jāizmanto ķīmisko elementu molmasas, kas noapaļotas līdz veseliem skaitļiem, izņemot hloru, kura molmasa jānoapaļo līdz vienam ciparam aiz komata.

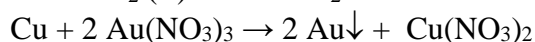
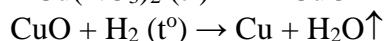
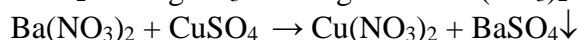
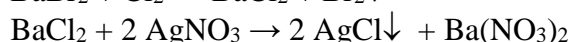
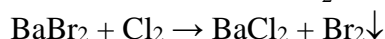
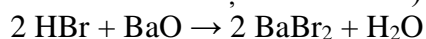
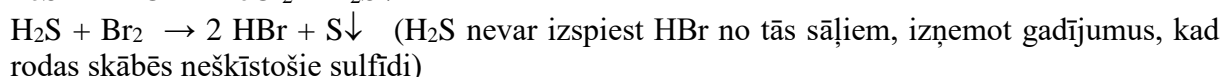
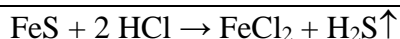
1. uzdevums. Ksenijas vectēva alkīmija. (9 punkti)

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)

$$n(\text{gāze}) = 2,016/22,4 = 0,09 \text{ mol}$$

$$M(\text{gāze}) = 4 \cdot 2,278 = 9,112 \text{ g/mol}$$

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 $1-x$.

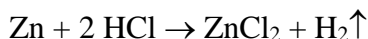
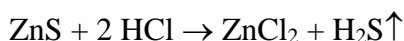
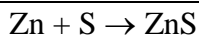
$$2x + 34(1-x) = 9,112$$

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 sāļsskābes daudzumu! (2 punkti)



$$n(\text{HCl}) = 2 \cdot (n(\text{H}_2\text{S}) + n(\text{H}_2)) = 2 \cdot 0,09 = 0,18 \text{ mol}$$

Aprēķini sēra masas daļu sākotnējā maisījumā! (3 punkti)

Gan viens mols cinka, gan viens mols cinka sulfīda reakcijā ar sāļsskābi izdala vienu molu gāzes (ūdeņraža vai sērūdeņraža), tātad cinka daudzums sākotnējā maisījumā ir tāds pats kā kopējais izdalīto gāzu daudzums, jeb 0,09 moli.

$$m(\text{Zn}) = 0,09 \cdot 65 = 5,85 \text{ g}$$

$$m(\text{S}) = 6,49 - 5,85 = 0,64 \text{ g}$$

$$w(\text{S}) = 0,64/6,49 = 0,0986 \text{ jeb } 9,86 \%$$

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 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)

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)

$$M(\text{B}) = 4,554 \cdot 22,4 = 102 \text{ g/mol}$$

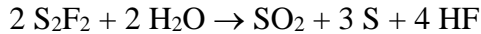
Pieņemsim, ka savienojuma molekulā ir 1 sēra atoms, tad fluora atomu skaits molekulā būs $(102 - 32)/19 = 70/19 = 3,68$, kas nav iespējams.

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, pie kam 50 % no reakcijā iegūtā vielu kopējā daudzuma (nevis vielu skaita) satur ķīmisko elementu sēru.

Uzraksti šī reakcijas vienādojumu! (2 punkti)

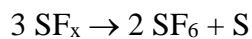


Savienojums C ir termiski stabila gāze, kas sadalās tikai virs 600 °C, veidojot jau pieminēto vielu A un kādu vienkāršu vielu molārajās attiecībās 2 : 1.

Nosaki savienojuma C formulu un uzraksti šīs reakcijas vienādojumu! (3 punkti)

Pieņemsim, ka savienojuma C formula ir SF_x

Savienojums A ir SF_6 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 SF_6 un savienojums ar zemāku sēra oksidēšanas pakāpi – vienkāršā sērs S:

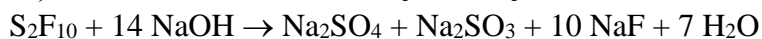


$x = 4$, savienojuma C formula ir **SF_4** .

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 S_2F_{10} . 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 – S_2F_{10}

4. uzdevums. Kas ir LiClO_x ? (6 punkti)

Hlors veido četras skābekli saturošas skābes, kuru ķīmiskās formulas ir HClO , HClO_2 , HClO_3 un HClO_4 . 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 $M(\text{LiClO}_x) = 37,25 \text{ g/mol}$, kas neatbilst savienojuma LiClO molmasai.

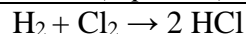
Ja $x = 2$, tad $M(\text{LiClO}_x) = 74,5 \text{ g/mol}$, kas atbilst savienojuma LiClO_2 molmasai

Šis savienojums ir **LiClO_2**

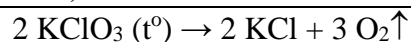
5. uzdevums. Oksidēšanas-reducēšanas līkloči (11 punkti)

Oksidēšanas–reducēšanas reakcijas ir vienas no visizplatītākajām ķīmiskajām reakcijām.

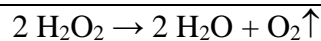
Uzraksti ķīmiskās reakcijas vienādojumu, kurā oksidētājs ir viena viela, bet reducētājs ir cita viela! (1 punkts)



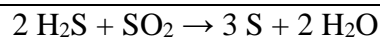
Uzraksti ķīmiskās reakcijas vienādojumu, kurā oksidētājs un reducētājs ir dažādi ķīmiskie elementi, kas atrodas vienas vielas sastāvā! (2 punkti)



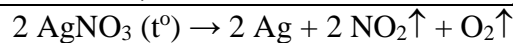
Uzraksti ķīmiskās reakcijas vienādojumu, kurā oksidētājs un reducētājs ir viens un tas pats ķīmiskais elements, kas atrodas vienas vielas sastāvā! (2 punkti)



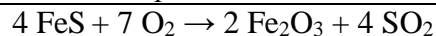
Uzraksti ķīmiskās reakcijas vienādojumu, kurā oksidētājs un reducētājs ir viens un tas pats ķīmiskais elements, bet atrodas divu dažādu vielu sastāvā! (2 punkti)



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)



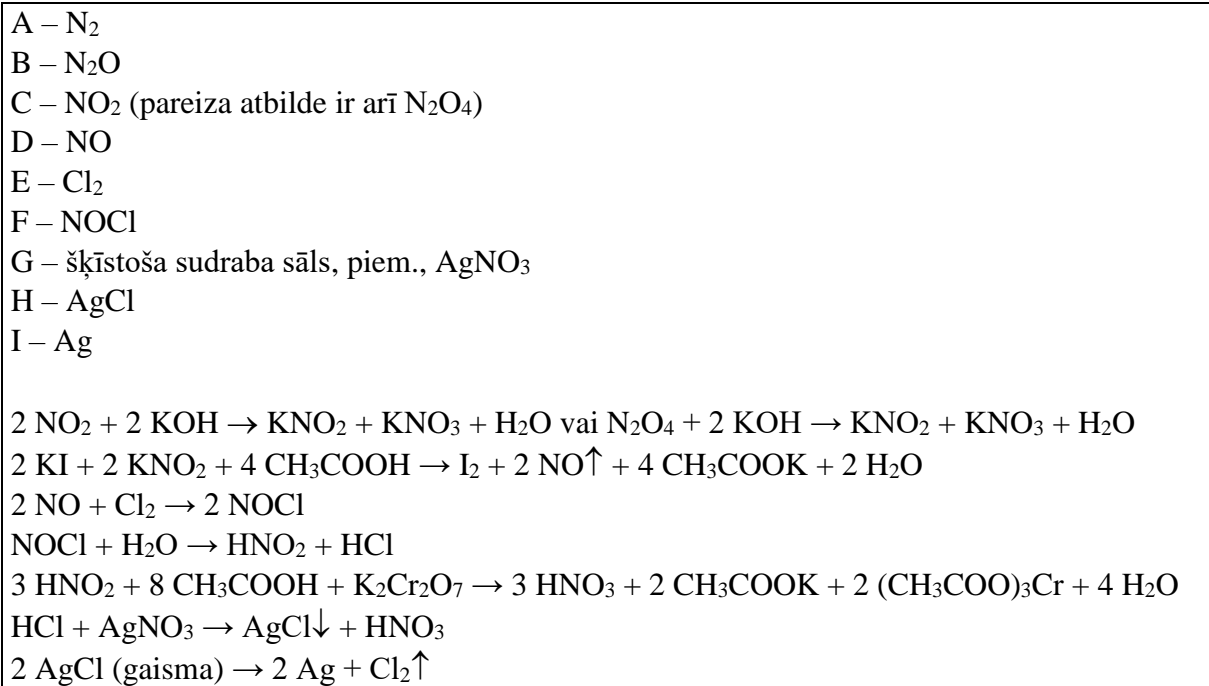
6. uzdevums. Vēl viens nezināms ķīmiskais elements. (21 punkts)

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 $K_2Cr_2O_7$ daudzumu. Otrajai šķīduma daļai pievienoja sāls G šķīdumu, izkrita biežpienveida nogulsnes H. Nogulsnes H nofiltrēja, izžāvēja un uzglabāja gaismā, pie kam 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)





I E G U L D Ī J U M S T A V Ā N Ā K O T N Ē

Projekta numurs: 8.3.2.1/16/I/002

Nacionāla un starptautiska mēroga pasākumu īstenošana izglītojamo talantu
attīstībai

Valsts 60. ķīmijas olimpiādes uzdevumi 11. klasei

Kopā: 98 punkti

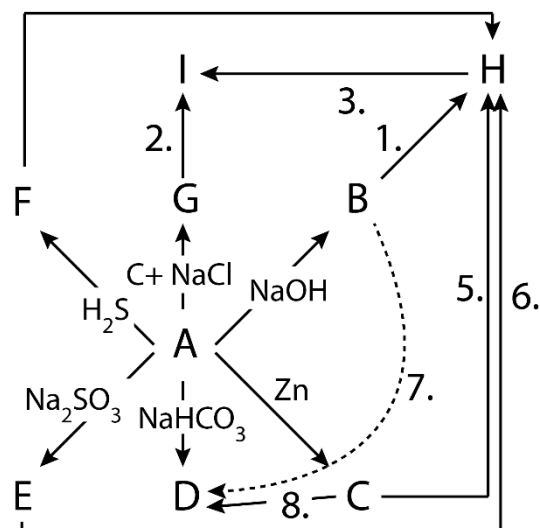
1. uzdevums

Izgulsnējam!

11 punkti

4.

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 sālskābē. 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 sālskābi skābekļa klātienē iegūst **I** (2. reakcija).

1. Kādas ir **A – I** ķīmiskās formulas?A = CuSO₄B = Cu(OH)₂

C = Cu

D = Cu₂CO₃(OH)₂E = Cu₂O

F = CuS

G = CuCl

H = CuO

I = CuCl₂

Par katru formulu 0,5 punkti, kopā 4,5 punkti.

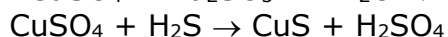
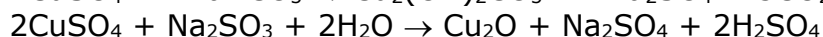
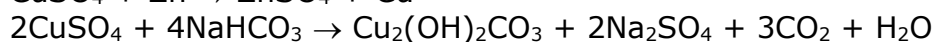
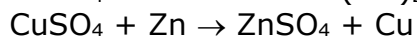
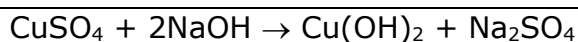
2. Kādi reaģenti jālieto reakciju 3. – 8. realizēšanai?

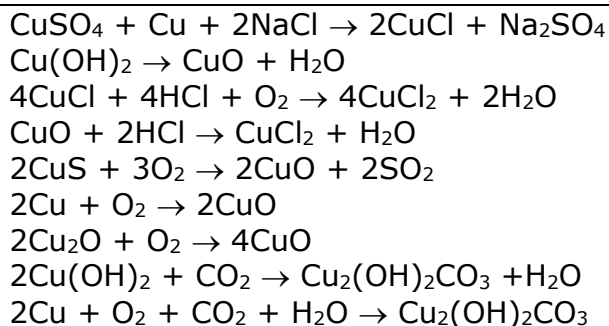
3. = HCl

4. = O₂5. = O₂6. = O₂7. = CO₂8. = O₂ + H₂O = CO₂

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

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.

Sulfāta SO_4^{2-}

0,5 punkti

2. Kāds ir šo jonu masas daļa savienojumā **A**?

$$\begin{aligned} n(\text{SO}_4^{2-}) &= n(\text{PbSO}_4) = \frac{m}{M} = \frac{1,05}{303,26} = 0,00346 \text{ mol} \\ m(\text{SO}_4^{2-}) &= n \cdot M = 0,00346 \cdot 96,06 = 0,332 \text{ g} \\ w(\text{SO}_4^{2-}) &= \frac{m(\text{SO}_4^{2-})}{m(\text{par})} = \frac{0,332}{0,85} = 0,391 \end{aligned}$$

1,5 punkti

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 dzeltena, līdz pēc stehiometriskā punkta sasniegšanas strauji uz oranžu.

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.

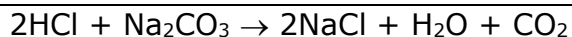
1 punkts

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?

Nātrija hidroksīds nav standartviela – tas no gaisa saistīs CO₂, pārvēršoties par nātrija karbonātu. 0,5 punkti

6. Kāda ir titrēšanā lietotās sālsskābes koncentrācija?



$$n(\text{HCl}) = 2n(\text{karb}) = 2 \frac{m(\text{karb})}{M(\text{karb})} = 2 \frac{0,0555}{105,99} = 0,00105 \text{ mol}$$

$$c(\text{HCl}) = \frac{n}{V} = \frac{0,00105}{0,0105} = 0,100 \text{ M}$$

1 punkts

7. Kāds ir nosakāmo daļiņu masas daļa paraugā?

$$n(\text{NH}_3) = n(\text{HCl}) = c \cdot V = 0,100 \cdot 0,01632 = 0,001632 \text{ mol}$$

$$m(\text{NH}_3) = n \cdot M = 0,001632 \cdot 17,04 = 0,0278 \text{ g}$$

$$w(\text{NH}_3) = \frac{m(\text{NH}_3)}{m(\text{par})} = \frac{0,0278}{0,100} = 0,278$$

1 punkts

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**?

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:

$$50,0 - 0,331$$

$$x - 0,857$$

$$\text{Un pēc krusta likuma atrast, ka } x = \frac{50,0 \cdot 0,857}{0,331} = 129,5 \text{ mg}$$

$$\text{Tātad vara (II) jonu masas daļa ir } w(\text{Cu}) = \frac{m(\text{Cu})}{m(\text{par})} = \frac{0,1295}{0,500} = 0,259$$

1,5 punkti

9. Kāda ir **A** formula? Kāds ir tā nosaukums?

Varam sarēķināt, ka bez vara(II), SO₄²⁻ un NH₃ pāri palikusī masas daļa ir $1 - 0,391 - 0,259 - 0,278 = 0,072$. Tā kā sintēzē bez šīm daļiņām pieejams ir tikai ūdens, šī ir **H₂O** masas daļa. 1 punkts

Tad varam sarēķināt katras daļiņas molāro attiecību:

$$n(\text{Cu}) = \frac{0,259}{63,55} = 0,00408 \text{ mol}$$

$$n(\text{SO}_4^{2-}) = \frac{0,391}{96,06} = 0,00407 \text{ mol}$$

$$n(\text{NH}_3) = \frac{0,278}{17,04} = 0,0163 \text{ mol}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{0,072}{18,02} = 0,00400 \text{ mol}$$

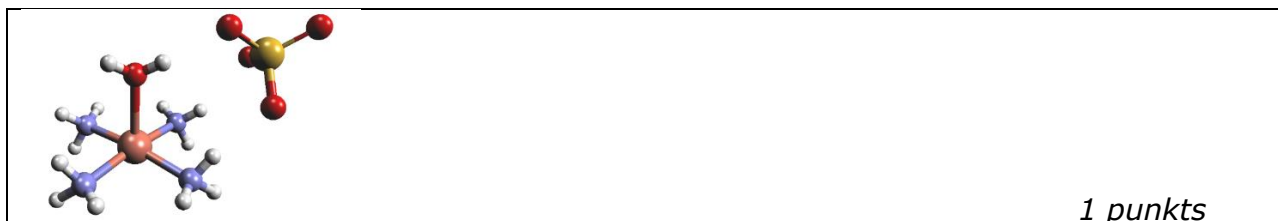
Tad varam atrast savienojuma veidojošo elementu attiecību:

$$n(\text{Cu}):n(\text{NH}_3):n(\text{SO}_4):n(\text{H}_2\text{O}) = 1:4:1:1$$

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) tetraamīnaka sulfāts (jeb vara(II) tetraamīn sulfāta monohidrāts).

2 punkti

10. Telpiski attēlojiet **A** uzbūvi.



1 punkts

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 Ciglera-Natas katalizators. Metālu **B** agrāk izmantoja kā sastāvdaļu zibšņpulverī, ko izmantoja, lai fotografējot iegūtu spilgtu gaismu. Vēl metāls **B** ir atrodams hlorofīla sastāvā. Metāls **B** spēj sadegt atrodoties CO_2 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**.

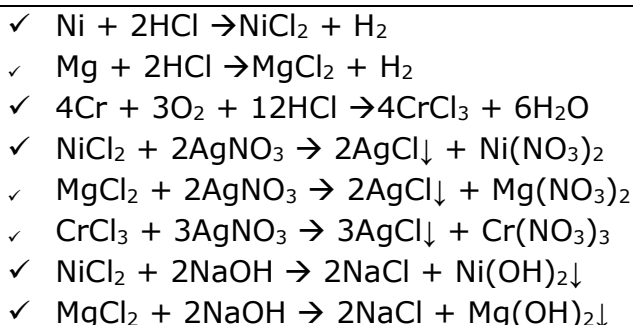
- A-Ti B-Mg C-Ni D-V E-Cr F-TiCl₄ X-Ni(CO)₄ H-V₂O₅ Y-Cr₂O₃ Z-MgO
Par katru formulu 0,5 punkti, kopā 5 punkti
- $\text{TiCl}_4 + \text{Mg} \rightarrow \text{Ti} + 2 \text{MgCl}_2$
- $2\text{Mg} + \text{CO}_2 \rightarrow 2\text{MgO} + \text{C}$
- $\text{Ni}(\text{CO})_4(t^\circ) \rightarrow \text{Ni} + 4\text{CO}\uparrow$
- $\text{V}_2\text{O}_5 + 5\text{Mg} \rightarrow 2\text{V} + 5\text{MgO}$
- $\text{Cr}_2\text{O}_3 + 2\text{Al} \rightarrow 2\text{Cr} + \text{Al}_2\text{O}_3$

Kopā 1 punkts.

Apstrādājot 100,000g triviāla piecu metālu kausējumu, kas sastāvs no tiem pašiem metāliem **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, ar ļoti atšķaidītu sālsskābi pārākumā gaisa atmosfērā, veidojās šķīdums, bet viss metāls neizšķīda un 34,123 g palika nogulsnēs. Iegūto šķīdumu nofiltrēja, ietvaicēja, lai atbrīvotos no sālsskābes pārpalikuma un ietvaicēto cieto atliku izšķīdināja ūdenī. Ūdens šķīdumam pievienoja AgNO_3 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.



Sistēma, kas jāatrisina:

$$\begin{aligned} 65.877 &= 58.693n_{\text{Ni}} + 24.305n_{\text{Mg}} + 51.996n_{\text{Cr}} \\ 489.422 &= 286.64n_{\text{Ni}} + 286.64n_{\text{Mg}} + 429.96n_{\text{Cr}} \\ 74.431 &= 92.724 \cdot n_{\text{Ni}} + 58.320n_{\text{Mg}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W\%(\text{Ni}) &= 28.856\text{g} \cdot 100/100 = 28.856\% & W\%(\text{Mg}) &= 12.021\text{g} \cdot 100/100 = 12,021\% \\ W\%(\text{Cr}) &= 25.000\text{g} \cdot 100/100 = 25,000\% & W\%(\text{V}) &= 15.000\text{g} \cdot 100/100 = 15.000\% \\ W\%(\text{Ti}) &= 19.123\text{g} \cdot 100/100 = 19.123\% \end{aligned}$$

Kopā 6 punkti

4. uzdevums

Senioru izpriecās

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!

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:

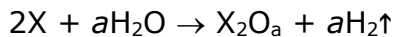
$$A_X = \frac{n w_X A_{\text{Cl}}}{1 - w_X} = n \frac{0,6982 \cdot 35,45}{1 - 0,6982} = 82,01n$$

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**.

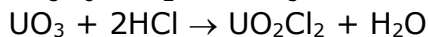
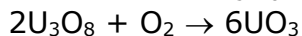
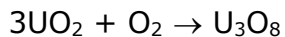
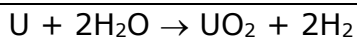
Tā kā oksidēšanās pakāpes būs +4 vai augstākas, varam pārbaudīt iespējamās kombinācijas.

Ja ņemam UO₂ kā vienu no daļām, otra daļa paliek U₂O₆, kas nederēs, jo saīsinās uz UO₃.

Nemot U_2O_5 pāri paliek UO_3 , kas arī ir pareizā atbilde, līdz ar to oksidēšanās pakāpes ir **+5** un **+6**.

Oksidējot šo oksīdu iegūsim **UO_3** , kas ir **B**. 3 punkti

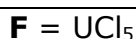
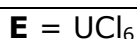
4. Uzraksti aprakstīto ķīmisko reakciju vienādojumus.



Kopā 1 punkts

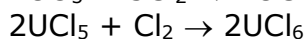
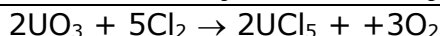
Metāla **X** hlorīds **E**, kurā **X** oksidēšanās pakāpe ir tāda pati kā **A**, ir stabils tikai inertā atmosfērā. To iegūst sākotnēji ar hloru apstrādājot **B**, iegūstot **X** hlorīdu **F**, kurā **X** oksidēšanās pakāpe ir par 1 mazāka, un to tālāk karsējot ar hloru, tādejādi iegūstot **E**.

5. Uzraksti **E** un **F** ķīmiskās formulas!



Kopā 1 punkts

6. Uzraksti ķīmisko reakciju vienādojumus!



Kopā 1 punkts

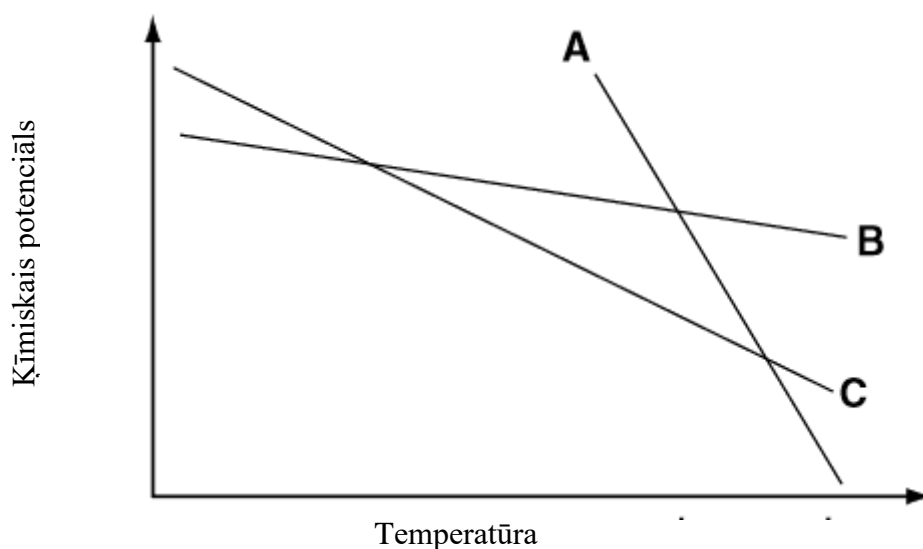
5. uzdevums

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.

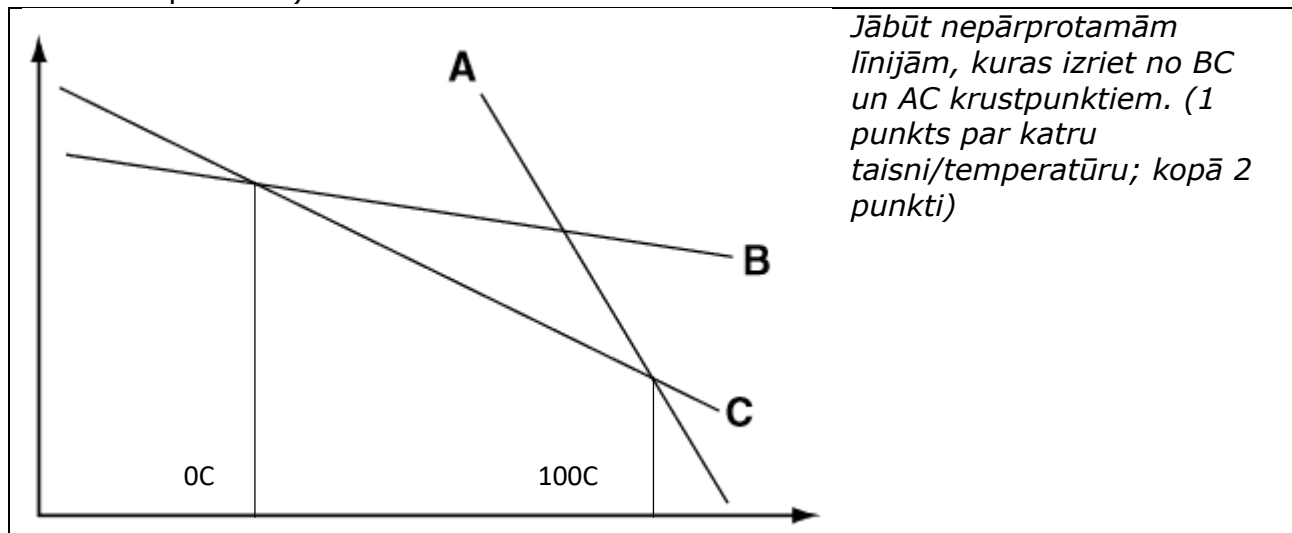
Vielas vai šķīdinātāja pastāvošo fāzi konkrētā temperatūrā apraksta ķīmiskais potenciāls (μ). Visstabilākā fāze konkrētā temperatūrā ir tā, kurai ir viszemākais ķīmiskais potenciāls. Attēlā zemāk ir parādīts, kā tīra ūdens trim fāzēm (pie standarta spiediena) atkarībā no temperatūras mainās ķīmiskais potenciāls. Katra taisne atbilst vienas konkrētas fāzes izmaiņām (cietai, šķidrai vai gāzei).



1. Noteikt, kura līnija atbilst kurai ūdens fāzei.

A – ūdens tvaiks (gāze), B – ledus (cieta), C – ūdens (šķidra)
 (1 punkts tikai, ja visi 3 pareizi)

2. Grafikā nepārprotami atzīmēt divas zināmas temperatūras, kuras atbilst ūdens ķīmiskā potenciāla atkarībai no temperatūras (pie standarta spiediena).

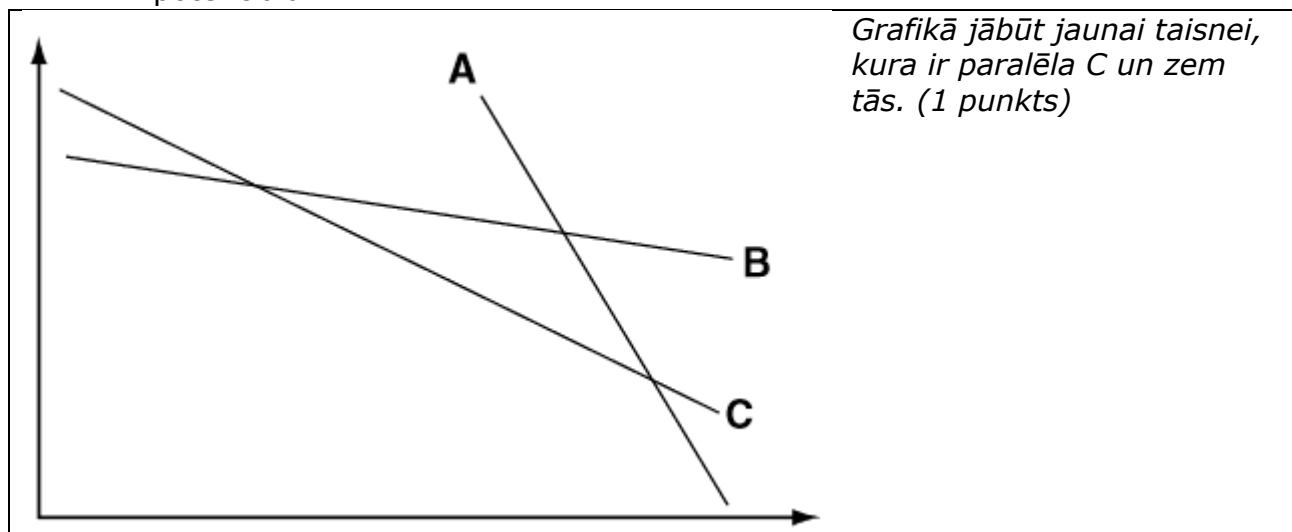


Sāls klātesamība ietekmē ķīmisko potenciālu. Tiek pieņemts, ka sāls izšķīst tikai ūdens šķidrā fāzē, tādējādi neietekmējot cietās un gāzes fāžu ķīmiskos potenciālus. Šķidrās fāzes ķīmisko potenciālu sāls šķīdumam konkrētā temperatūrā apraksta:

$$\mu_{\text{šķiduma}} = \mu_{\text{tīra ūdens}} + RT \ln x_{\text{ūdens}} \quad , \text{ kur}$$

$x_{\text{ūdens}}$ – ūdens mola daļa sāls šķīdumā; R – ideālas gāzes konstante, T – temperatūra (K).

3. Zemāk esošajā 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 kā ūdenim

- Tāds pats kā ūdenim
- **Augstāks kā ūdenim** (1 punkts)

Kopējo jonu moldaļu 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.

Varam pieņemt, ka $V=1\text{L}$, tādējādi $m(\text{ūdens})=1000\text{g}$. $M(\text{ūdens})=18\text{ g/mol}$
 $C=m/(M*V)=1000\text{g}/(18\text{ g/mol}*1\text{L})=55,5=56\text{ mol/L}$ (1 punkts)

6. Aprēķini kopējo jonu moldaļu (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.
 $C(\text{NaCl})=3,00\text{ M}$
 $C(\text{kopējo jonu})=6,00\text{ M}$
 $C(\text{ūdens})=56\text{ M}$
 $X_i=6/(56+6)=0,10$ (1 punkts)

Sāju šķīdumu sasalšanas temperatūru pie dažādām koncentrācijām var pietuvināti noteikt ar zemāk doto vienādojumu:

$$\Delta T = \frac{x_i RT_{kuš}^2}{\Delta_{kuš} H^\circ}, \text{ kur}$$

ΔT - sasalšanas punkta pazeminājums; x_i - kopējo jonu moldaļa; $T_{kuš}$ - tīra ūdens kušanas temperatūra (K), $\Delta_{kuš} H^\circ$ - tīra ūdens kušanas standartentalpijas izmaiņa, kas ir 6,01 kJ/mol.

7. Aprēķini ΔT un sasalšanas temperatūru 3,00 M NaCl šķīdumam.

$\Delta T = (0,10*8,314*273^2)/6010=10,1^\circ\text{C}$
 $T_{šķ}=-10,1^\circ\text{C}=263,05\text{K}$
*(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 $\Delta T=103*x_i$)*

8. Uz ceļiem faktiski sāls ir lielā pārākumā, tādējādi maksimālo sasalšanas temperatūras pazeminājumu stipri ietekmē maksimālā sāls šķīdība ūdenī pie zemām temperatūrām. Viskonzentrētākie NaCl šķīdumi paliek šķidri līdz pat $-21,1^\circ\text{C}$. 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)

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 moldaļas aprēķinā, taču tāpat var pieņemt, ka sāls šķīdināšana neizmaina kopējo tilpumu.

9. Aprēķiniet sasaldšanas punktu 3,00 M CaCl_2 šķīdumam.

$C(\text{CaCl}_2) = 3,0 \text{ M}$
 $C(\text{kopējo jonu}) = 9,0 \text{ M}$
 $C(\text{ūdens kopējā}) = 55,5 \text{ M}$
 $C(\text{brīvā ūdens}) = 55,5 - (9 \cdot 3,0 \text{ M}) = 28,5 \text{ M}$
 $\text{Moldaļa } x = 9 / (9 + 28,5) = 0,24$
 $\Delta T = (0,24 \cdot 8,314 \cdot 273^2) / 6010 = 10,1^\circ\text{C}$
 $T_{\text{šķ}} = -10,1^\circ\text{C} = 263,05\text{K}$
(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)

6. uzdevums

Termiski nestabilie

19 punkti

Trīs vienu un to pašu katjonu saturoši šāji **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 kalķūdeni, 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**.

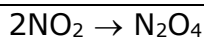
1. Uzraksti **A** – **M** ķīmiskās formulas.

A = $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	B = NH_4NO_3	C = $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
D = NH_3	E = H_2O	F = CO_2
G = N_2O	H = Cr_2O_3	I = N_2
J = NO	K = O_2	L = NO_2
M = N_2O_4		

Par katru formulu 0,5 punkti, izņemot par M = 0,25 punkti, kopā 6,25 punkti

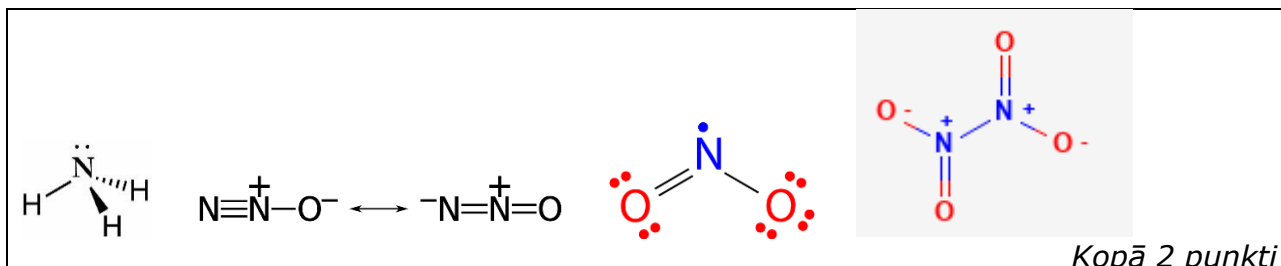
2. Uzraksti visu aprakstīto pārvērtību ķīmisko reakciju vienādojumus.

$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \rightarrow 2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
 $\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O}$
 $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{N}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$
 $2\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow \text{N}_2 + 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O}$
 $2\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow 2\text{N}_2 + \text{O}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$
 $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$



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.



Kopā 2 punkti

4. Kādēļ **C** sadalīšanu nav pārāk labi iekļaut ķīmijas demonstrējumos?

Dihromāts ir toksisks un kancerogēns.

1 punkts

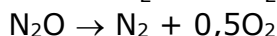
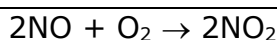
Praktiski veicot 0,600 g **B** sadalīšanu paaugstinātā temperatūrā uz reakcijas produktu maisījumu atdzesējot līdz 100 °C noteica, ka tas faktiski satur **G**, **I**, **J**, **E**, kā arī vēl vienu citu vielu. Atdzesējot iegūto produktu maisījumu līdz 30 °C noteica, ka par šķidrumu kondensējās 0,270 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**.

Ja reakcijas maisījums satur N₂O, N₂, NO un H₂O, ir skaidrs, ka ir notikušas visas trīs sadalīšanās reakcijas. Tā kā reakcijā rodas arī O₂, tas izreaģēs ar NO, dodot **NO**₂, kas arī ir neuzskaitītā viela. Turklāt tā kā klāt ir tikai 1 viela, tad viss O₂ izreaģējis.

1 punkts

6. Uzrakstīt ķīmisko reakciju vienādojumus pārvērtībām, kas norisinājās ar **B** sadalīšanas produktiem aprakstītajos eksperimentos.



1 punkts

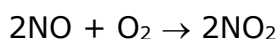
7. Kas ir viela, kas kondensējās 30 °C, un kas 0 °C.

30 °C H₂O, 0 °C NO₂ (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 moldajās.

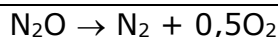
- (1) $\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O}$
 (2) $\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow 0,5\text{N}_2 + \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$
 (3) $\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow \text{N}_2 + 0,5\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$



No šīm vielām līdz 30°C temperatūrai būs kondensējies H₂O, kamēr pie 0 °C kondensēsies arī NO₂, kura masa tād ir 0,385 - 0,270 = 0,115 g.

$$n = \frac{m}{M} = \frac{0,115}{46,01} = 0,00250 \text{ mol}$$

Tā tad varam aprēķināt, ka (3) reakcijā izveidojies N₂ 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 .

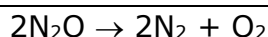
Tātad sākotnējā maisījumā ietilpa 0,00125 mol N_2O (5,1%), 0,00125 mol NO (5,1%), 0,00250 mol NO_2 (10,3%). Varam sarēķināt, ka kopējais N_2 daudzums bija $0,00250 + 0,00375/2 = 0,004375$ mol (18,0%). Ūdens daudzums savukārt bija $0,270/18,02 = 0,0150$ mol (61,5%).

5 punkti

7. uzdevums**Paviršības cena****18 punkti**

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.



0,5 punkti

2. Aprēķini, kāds bija spiediens traukā 500 °C pirms reakcijas sākuma.

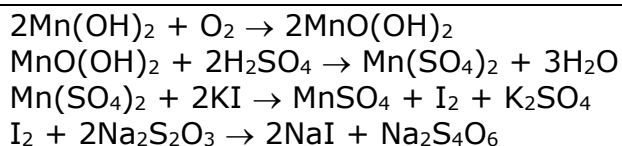
$$n = \frac{pV}{RT} = \frac{2000 \cdot 10,0}{8,314 \cdot (273,15 + 25)} = 8,07 \text{ mol}$$

$$p = \frac{nRT}{V} = \frac{8,07 \cdot 8,314 \cdot (273,15 + 500)}{10,0} = 5187 \text{ kPa} = 5,19 \text{ MPa}$$

0,5 punkti

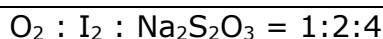
Lai noteiktu sadalīšanās reakcijas progresu, paņemto 1,000 mL gāzes izvadīja caur mangāna (II) hidroksīda šķīdumu. Šādos apstākļos skābeklis oksidēšanas reakcijā dod mangāna (IV) oksihidroksīda nogulsnes, kamēr citas gāzes ar šķīdumu nereaģē. Pēc paskābināšanas ar sērskābi mangāna (IV) oksihidroksīda 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!



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

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	
t, min	V(tios.), mL
10	3,60
20	7,20
30	10,80
40	14,40
50	18,00
60	21,60

Lapiņa B	
t, min	V(tios.), mL
10	27,54
20	29,72
30	30,52
40	30,94
50	31,20
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 ($v, \frac{mol}{L \cdot s}$) 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.*

$n(tios) = C \cdot V = 0,0500 \cdot 0,00144 = 7,20 \cdot 10^{-5} mol$		
$n(O_2) = \frac{n(tios)}{4} = \frac{7,20 \cdot 10^{-5}}{4} = 1,80 \cdot 10^{-5}$		1 punkts
$n(N_2O)_{izr.} = \frac{V_{reakt.}}{V_{par}} \cdot 2 \cdot n(O_2)_{par} = \frac{10,0}{0,001} \cdot 2 \cdot 1,80 \cdot 10^{-5} = 0,36 mol$		1 punkts
$[N_2O] = \frac{n(sāk) - n(izr)}{V} = \frac{8,07 - 0,36}{10,0} = 0,771 mol/L$		1 punkts

6. Iegūstiet (empīrisku) saistību, lai ātri noteiktu slāpekļa oksīda koncentrāciju no titrēšanas datiem visiem dotajiem eksperimentiem.

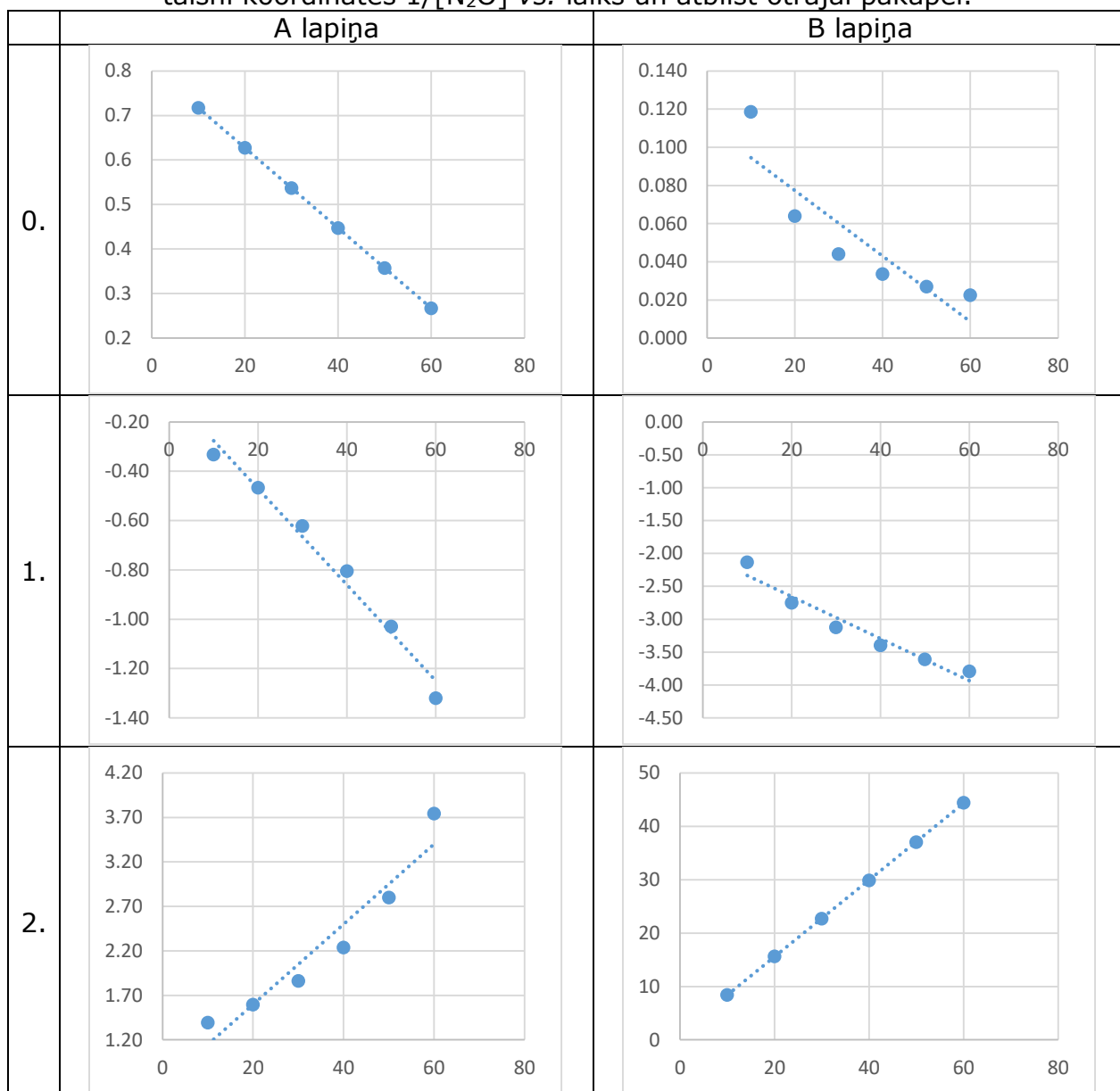
Tā kā reakcijā patērētais N_2O daudzums ir $\frac{10,0}{0,001} \cdot 2 \cdot \frac{C_{tios} \cdot V_{tios}}{4}$
To varam ātri vienkāršot kā: $5 \cdot C_{tios} V_{tios} (mL) = 0,25 V_{tios} (mL)$ (tilpumu jāizmanto mL)
Tātad N_2O koncentrāciju ātri varam aprēķināt kā:
$\frac{8,07 - 0,25 \cdot V_{tios}}{10} = 0,807 - 0,025 \cdot V_{tios}$
3 punkti, iespējami arī citi korekti ne pārāk komplikēti vienādojumi

7. Izmantojiet iegūtos datus un tabulā doto linearitātes nosacījumu, lai noteiktu reakcijas pakāpi uz A un B lapiņas pierakstītajiem procesiem.

A lapiņa					B lapiņa				
t, min	V(tios), mL	C(N ₂ O), M	ln(C)	1/C	t, min	V(tios), mL	C(N ₂ O), 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 $[\text{N}_2\text{O}]$ vs. laiks un atbilst nulltajai pakāpei, kamēr uz B lapiņas dati dod taisni koordinātēs $1/[\text{N}_2\text{O}]$ vs. laiks un atbilst otrajai pakāpei.



- 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



I E G U L D Ī J U M S T A V Ā N Ā K O T N Ē

Projekta numurs: 8.3.2.1/16/I/002

Nacionāla un starptautiska mēroga pasākumu īstenošana izglītojamo talantu
attīstībai

Valsts 60. ķīmijas olimpiādes uzdevumi 12. klasei

Kopā: 113 punkti

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 sālskābē, novērojot, ka tikai daļa izšķīda, kamēr sālskābē neizšķīdušā produkta masa bija 0,09525 g.

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**?Puses no oksīds + metāls masa ir $0,4874/2 = 0,2437$ g.Tā kā iespēja, ka oksīds nešķīdīs sālskābē ir niecīga, jādoma, ka sālskābē 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:

$$n = \frac{m(\text{CuO})}{M(\text{CuO})} = 2 \cdot \frac{0,14845}{79,55} = 0,003732 \text{ mol}$$

$$m = n \cdot M = 0,003732 \cdot 187,57 = 0,700 \text{ g}$$

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 $2 \cdot 0,09525 = 0,1905 \text{ g}$.

Tātad gan **B**, gan **E** daudzums ir vienāds, un ja nitrāta formula ir $\text{E}(\text{NO}_3)_m$:

$$\frac{m(\text{B})}{M(\text{B})} = \frac{m(\text{E})}{M(\text{E})}$$

$$\frac{0,300}{M + m \cdot 62,01} = \frac{0,1905}{M}$$

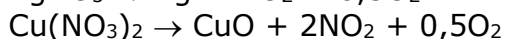
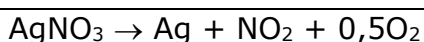
$$0,1905M + 11,81m = 0,300M$$

$$M = \frac{11,81m}{0,1095}$$

Vienīgā m vērtība, kas dod derīgu rezultātu ir $m = 1$, kur $M = 107,9 \text{ g/mol}$, 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 $0,300/169,88 = 0,001766 \text{ mol}$, tad:

C daudzums ir $0,5 \cdot 0,003732 + 0,5 \cdot 0,001766 = 0,002749 \text{ mol}$

slāpekļa dioksīda daudzums ir $2 \cdot 0,003732 + 0,001766 = 0,00923 \text{ mol}$

1 punkts

Lai atdalītu gāzes, kas izdalījās nitrātu karsēšanā, gāzu maisījumu atdzesēja līdz $0 \text{ }^\circ\text{C}$, 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 $101,3 \text{ kPa}$ lielā spiedienā ir $0,0700 \text{ L}$ gāzei **C**, un $0,229 \text{ L}$ gāzei, kuru ieguva no daļas, kas sašķidrinājās. Zināms, ka slāpekļa dioksīds šādos apstākļos dimerizējas, un šo procesu apraksta līdzsvara reakcija .

6. Līdz kādai temperatūrai θ veica gāzu sildīšanu?

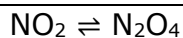
Tā kā ar O_2 pārmaiņas nenotiek, to varam aprakstīt kā ideālu gāzi un atrast T :

$$T = \frac{pV}{nR} = \frac{101,3 \cdot 0,0700}{8,314 \cdot 0,002749} = 310,2 \text{ K}$$

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 NO_2 daudzums ir 0,00923 mol, un dimerizējoties no $2x$ mol NO_2 rodas x mol N_2O_4 , tad brīdī, kad NO_2 daudzums būs $0,00923 - 2x$ mol, N_2O_4 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 NO_2 daudzums ir $0,00923 - 2 \cdot 0,000235 = 0,00876$ mol.

NO_2 mola daļa: $\frac{0,00876}{0,008995} = 0,974$

3 punkti

9. Aprēķiniet slāpekļa dioksīda dimerizācijas līdzsvara konstanti šai temperatūrā. *Aprēķinā izmantojiet daudzumus vai mola daļas nevis koncentrāciju!*

$$K = \frac{0,000235}{0,00876^2} = 3,06$$

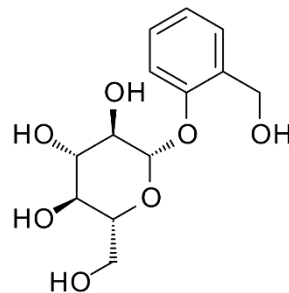
1 punkts

2. uzdevums

Vītolu mizu dziedniecība

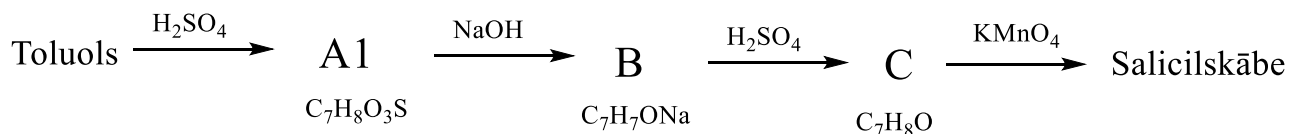
19 punkti

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 attēlā), kas organismā iedarbojas identiski kā aspirīns. Sintētiskai aspirīna iegūšanai teorētiski ir iespējami vairāki sintēzes ceļi. Visi tie beidzas ar salicilskābes acilēšanu.



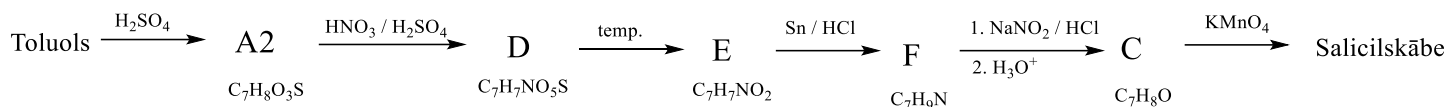
Salicilskābes sintēze iespējama no toluola (metilbenzola) divos dažādos veidos.

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.

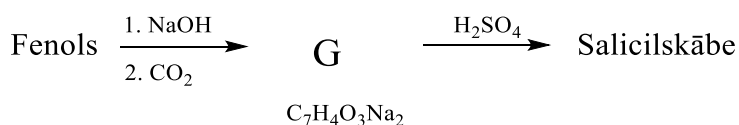


II ceļš. Toluolu sākotnēji sulfurē, no reakcijas produktiem izdala **A2** izomēru, tad **A2** nitrē ar slāpekļskābi sērskābes klātienē, iegūto **D** izkarsē, iegūto **E** reducē ar alvu HCl

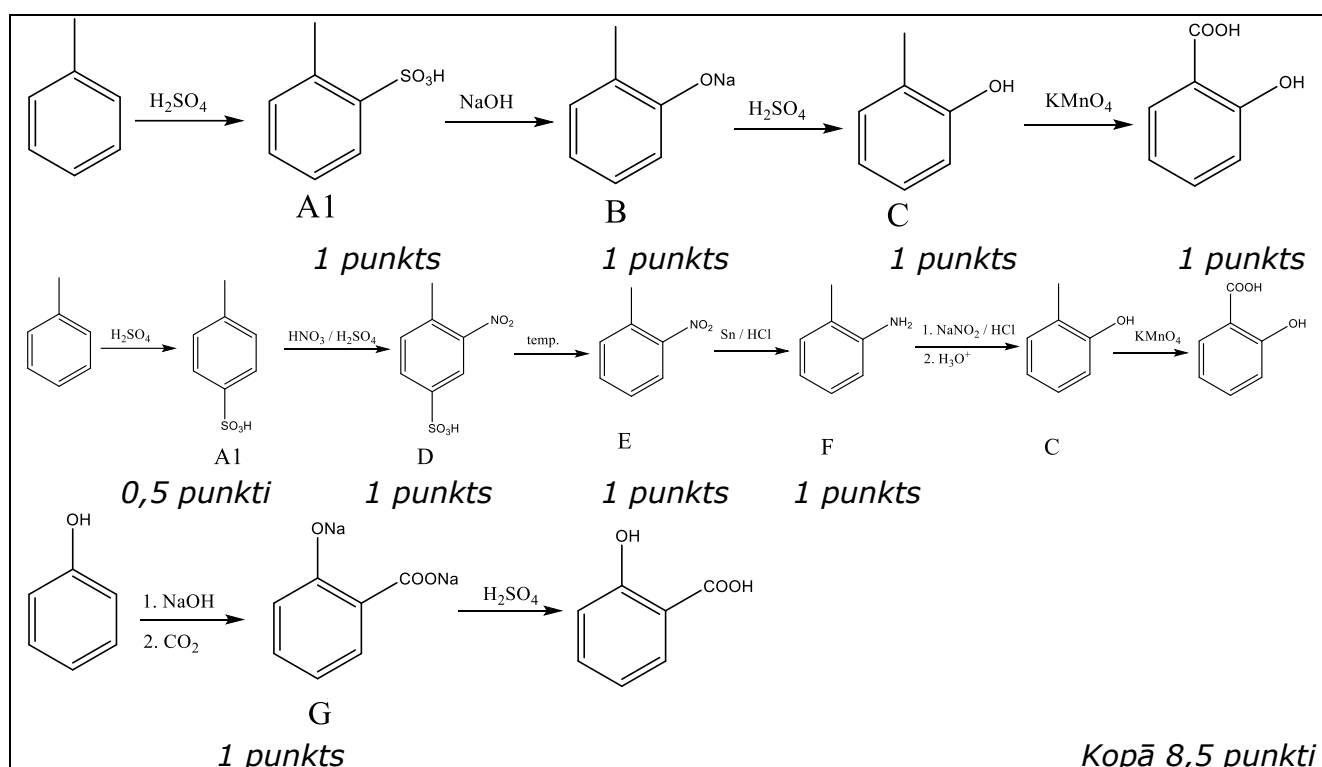
klātienē, iegūst **F**, ko apstrādā ar NaNO₂ HCl klātienē un tad karsē skābā vidē, iegūstot **C**, ko oksidē ar kālija permanganāta ūdens šķīdumu.



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.



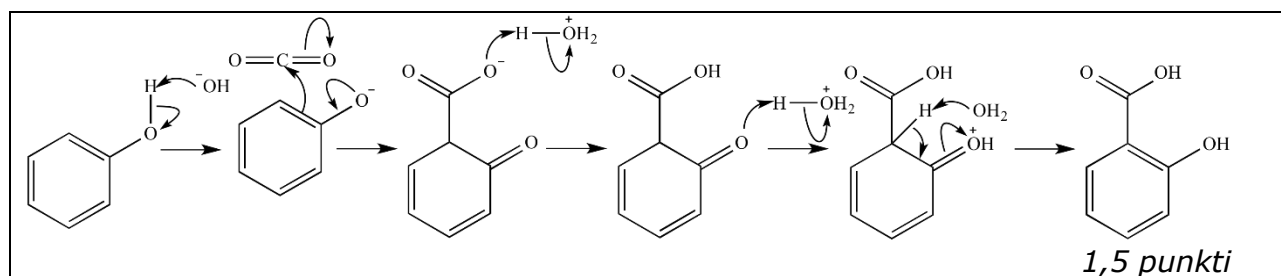
1. Uzrakstīt salicilskābes un vielu **A1**, **A2**, **B** – **G** struktūrformulas.



2. Kāds ir salicilskābes nosaukums pēc IUPAC nomenklatūras?

2-hidroksibenzoskābe 0,5 punkti

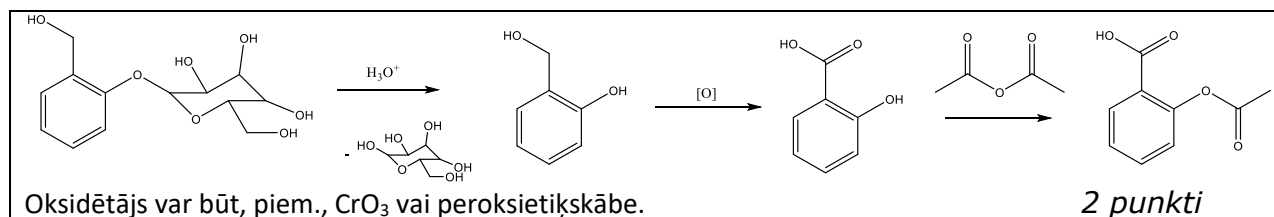
3. Piedāvāriet reakcijas mehānismu fenola pārvērtībai par salicilskābi.



4. Kādu reaģentu varētu izmantot salicilskābes pārvēršanai par aspirīnu?

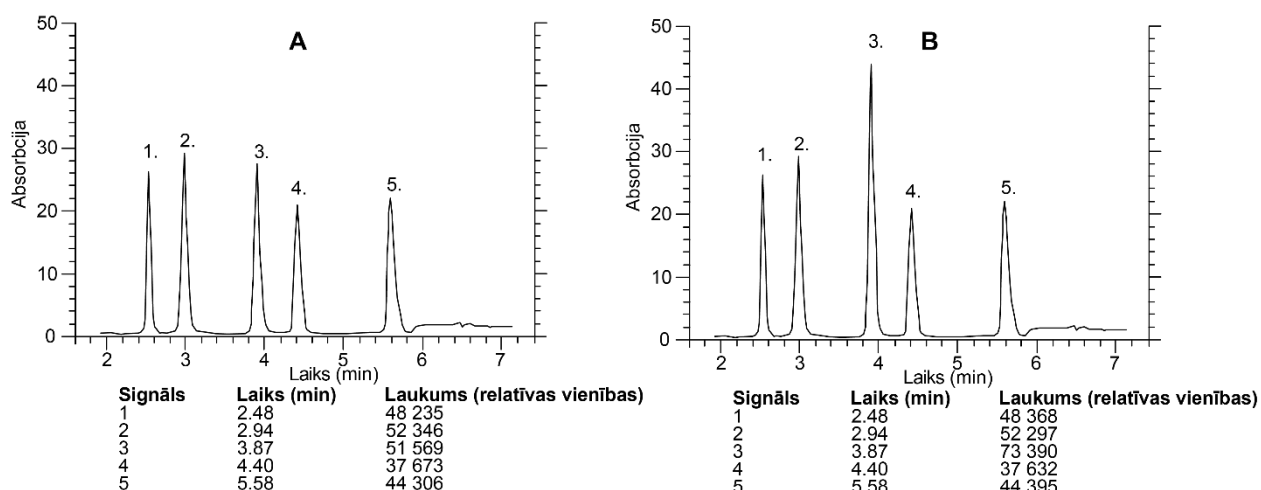
Acilējošo reaģentu, piem., etiķskābes anhidrīdu vai acetilchlorīdu 0,5 punkti

5. Uzrakstiet pārvērtību virkni, norādot nepieciešamos reģentus un uzrādot starpproduktus aspirīna iegūšanai no salicīna!



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 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 attēlā pa labi doto hromatogrammu.



6. Pēc iespējas precīzāk aprakstiet, cik vielas ietilpst vītola mizas ekstraktā.

Vītola 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 % vītola 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

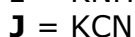
Ķīmijas attīstībā ļoti svarīga ķīmiskā reakcija tika veikta 19. gadsimta 20-tajos gados: tā bija kāda kālija sāls **A** reakcijas ar kādu hlorīdu **B**, mēģinot iegūt savienojumu **C**. Tā vietā sildot notiek starpprodukta **C** pārvēršanās par organisku vielu **D**. **D** karsējot 400 °C ar kālija karbonātu 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**.

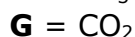
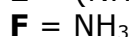
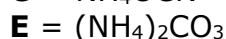
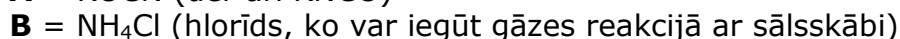
A iegūšanu var veikt 100 °C apstrādājot kāliju ar amonjaku, iegūstot savienojumu **I** un ūdeņradi. **I** karsējot ar oglekli 500 °C iegūst plaši zināmu toksisku savienojumu **J**, ko senāk bieži izmantoja kā indi, un ūdeņradi. Apstrādājot **J** ar 30% ūdeņraža peroksīda šķīdumu rodas **A** un izdalās ūdens. **A** visi elementi ir vienādā molārā daudzumā.

1. Uzraksti **A**, **B**, **C**, **E**, **F**, **G**, **I** un **J** ķīmiskās formulas.

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:

$$n(\text{C}) = n(\text{CO}_2) = \frac{V}{V_0} = \frac{0,373}{22,4} = 0,01665\ \text{mol}$$

$$n(H) = 2 \cdot n(H_2O) = 2 \frac{m}{M} = 2 \frac{0,600}{18,02} = 0,06659 \text{ mol}$$

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.

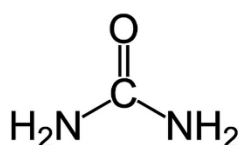
Varam ievērot, ka elementu attiecība C:H ir 1:4

Pārbaudām O un N:

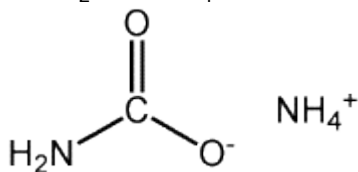
$$n(O) = \frac{0,733}{16,00} = 0,04581 \text{ mol}$$

$$n(N) = \frac{0,733}{14,01} = 0,05232 \text{ mol}$$

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:

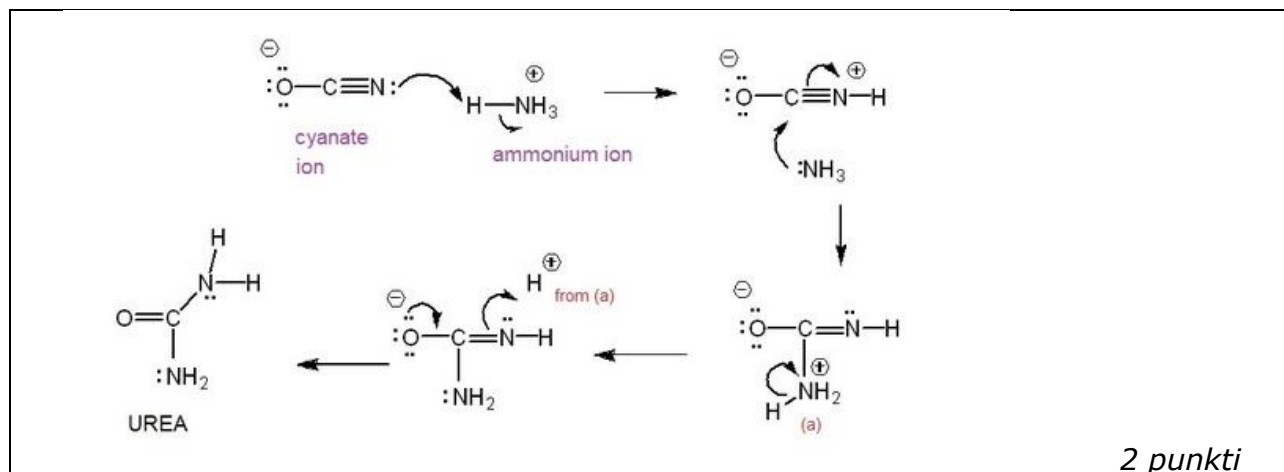


NH₃ CO₂ reakcijā var iegūt aminokarbonskābes amonija sāli H, lura molekulformula ir NH₂COONH₄ un struktūrformula:



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.



2 punkti

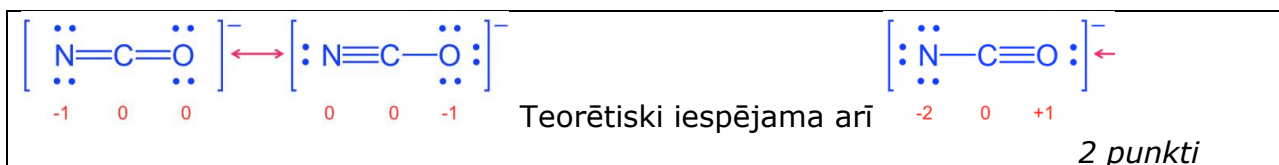
4. Kāda būtiska loma ķīmijas attīstībā ir aprakstītajai ķīmiskajai reakcijai?

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.

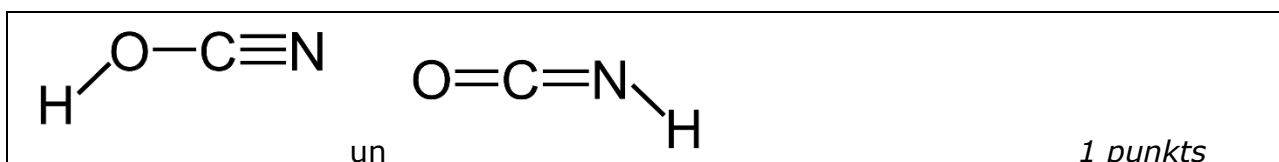
1 punkts

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 izomorfs¹ 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**.

- Noteikt savienojumus **A-L**, uzrakstīt visu aprakstīto procesu reakcijas vienādojumus, oksidēšanās-reducēšanās procesiem norādot jonu-elektronu bilanci.

A- K₂CrO₄
 B- Ba
 C- BaCrO₄

¹ par izomorfiem sauc savienojumus ar līdzīgām ķīmiskajām formulām un uzbūvi (piem., KNO₃ un KIO₃ – izomorfi savienojumi)

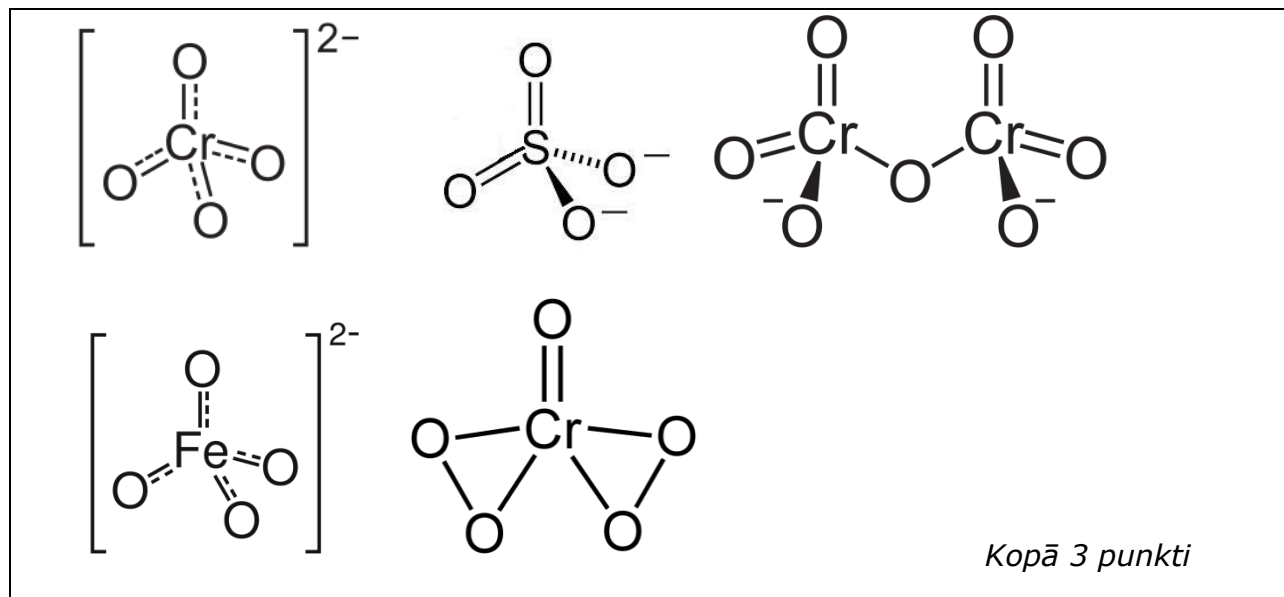
- D- BaSO₄
 E- K₂Cr₂O₇
 F- CrO₅
 G- Cr₂(SO₄)₃
 H- K₂FeO₄
 I- Fe
 J- Fe₂O₃
 K- FeS₂
 L- SO₂
 M- SO₃
 N- BaFeO₄

Par katru formulu 0,5 punkti, kopā 7 punkti

- 1) $\text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{Ba}^{2+} \rightarrow \text{BaCrO}_4 + 2 \text{K}^+$ 0,25 punkti
- 2) $2 \text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ 0,25 punkti
- 3) $\text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{CrO}_5 + 3 \text{H}_2\text{O} + \text{K}_2\text{SO}_4$ 0,5 punkti
- 4) $4 \text{CrO}_5 + 6 \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2 \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 7 \text{O}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$ 0,5 punkti
- 5) $4 \text{K}_2\text{FeO}_4 + 4 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 3 \text{O}_2 + 2 \text{Fe}_2\text{O}_3 + 8 \text{KOH}$ 0,5 punkti
- 6) $4 \text{FeS}_2 + 11 \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{Fe}_2\text{O}_3 + 8 \text{SO}_2$ 0,25 punkti
- 7) $2 \text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{SO}_3$ 0,25 punkti
- 8) $\text{SO}_3 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{BaSO}_4$ 0,25 punkti
- 9) $\text{K}_2\text{FeO}_4 + \text{Ba}^{2+} \rightarrow \text{BaFeO}_4 + 2 \text{K}^+$ 0,25 punkti

Par reakciju vienādojumiem kopā 3 punkti

Uzzīmēt savienojumu **A**, **C**, **E**, **H** anjonu uzbūvi, un savienojuma **F** uzbūvi!



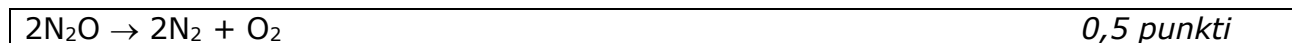
5. uzdevums

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.

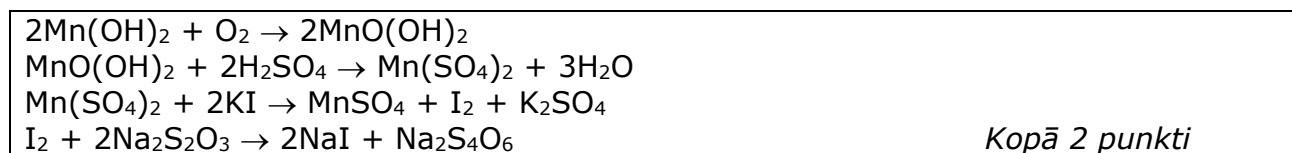


2. Aprēķini, kāds bija spiediens traukā 500 °C pirms reakcijas sākuma.

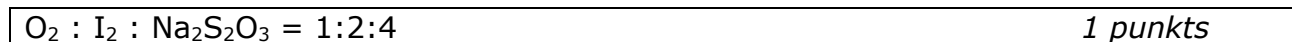
$n = \frac{pV}{RT} = \frac{2000 \cdot 10,0}{8,314 \cdot (273,15 + 25)} = 8,07 \text{ mol}$ $p = \frac{nRT}{V} = \frac{8,07 \cdot 8,314 \cdot (273,15 + 500)}{10,0} = 5187 \text{ kPa} = 5,19 \text{ MPa}$	<i>0,5 punkti</i>
---	-------------------

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 tetratiōnātam $\text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$.

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	
t, min	V(tios.), mL
10	3,60
20	7,20
30	10,80
40	14,40
50	18,00
60	21,60

Lapiņa B	
t, min	V(tios.), mL
10	27,54
20	29,72
30	30,52
40	30,94
50	31,20
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.*

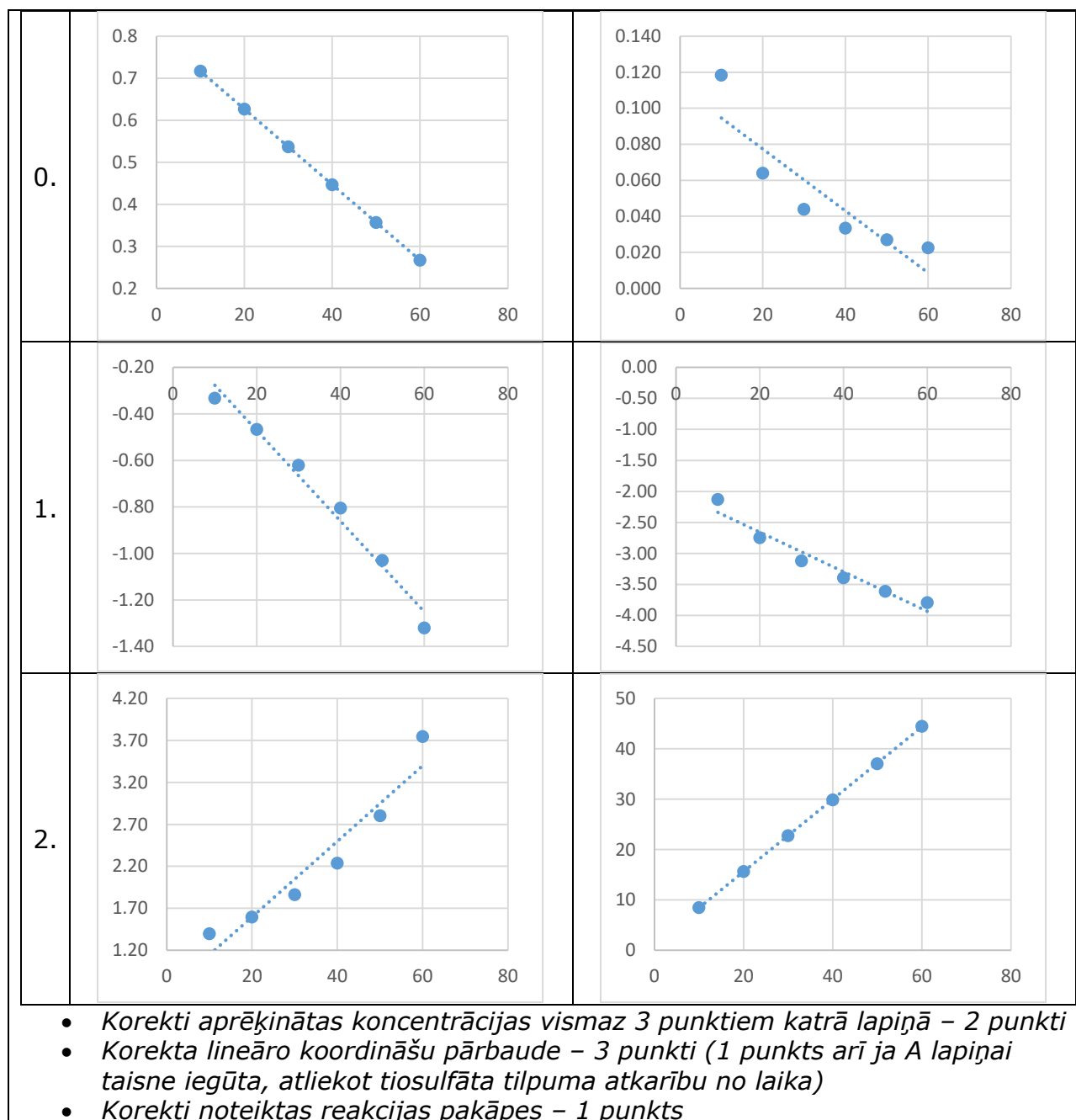
$n(tios) = C \cdot V = 0,0500 \cdot 0,00144 = 7,20 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$	
$n(O_2) = \frac{n(tios)}{4} = \frac{7,20 \cdot 10^{-5}}{4} = 1,80 \cdot 10^{-5}$	1 punkts
$n(N_2O)_{izr.} = \frac{V_{reakt.}}{V_{par}} \cdot 2 \cdot n(O_2)_{par} = \frac{10,0}{0,001} \cdot 2 \cdot 1,80 \cdot 10^{-5} = 0,36 \text{ mol}$	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.

<p>Tā kā reakcijā patērētais N_2O daudzums ir $\frac{10,0}{0,001} \cdot 2 \cdot \frac{C_{tios} \cdot V_{tios}}{4}$</p> <p>To varam ātri vienkāršot kā: $5 \cdot C_{tios} V_{tios} (mL) = 0,25 V_{tios} (mL)$ (tilpumu jāizmanto mL)</p> <p>Tātad N_2O koncentrāciju ātri varam aprēķināt kā:</p> $\frac{8,07 - 0,25 \cdot V_{tios}}{10} = 0,807 - 0,025 \cdot V_{tios}$ <p style="text-align: center;">3 punkti, iespējami arī citi korekti ne pārāk komplicēti vienādojumi</p>
--

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.									
A lapiņa					B lapiņa				



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

6. uzdevums**MoOOOOoph****11 punkti**

MoOPH ir organiskajā ķīmijā lietots reaģents hidroksilēšanas reakcijās. Šo reaģentu daudz pētīja latviešu zinātnieks Edvīns Vedējs (Edwin Vedejs) (1941-2017). Reaģents sastāv no trim daļām: kāda metāla **X** peroksīda **A**, organiskajā sintēzē plaši izmantota šķīdinātāja/bāzes **B** un cita izmantota šķīdinātāja/piedevas **C**. Reaģentā 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.

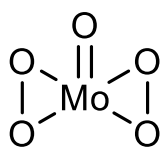
1. Noteikt metālu **X**, peroksīdu **A** un uzzīmēt peroksīda **A** struktūru.

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.)



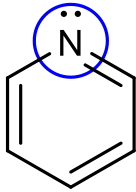
(1 punkts par korektu struktūru)

2. Noteikt ligandus **B** un **C** un uzzīmēt to struktūras. Apvilkt ligandu struktūrās atomus, ar kuriem tie saistās pie metāla **A**.

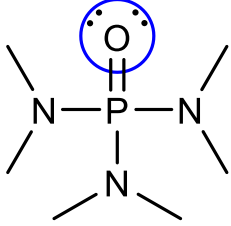
Vienīgais aromātiskais, slāpekli saturošais savienojums, kurš ir izoelektronisks ar benzolu ir piridīns (**B**).

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



B



C

(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)*

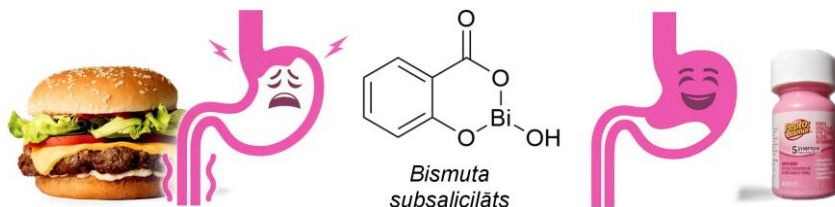
$\text{MoO}_3 + 2 \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{MoO}_5 + 2 \text{H}_2\text{O}$ *(1 punkts par vienādojumu ar pareiziem koeficientiem; 0,5 punkti par vienādojumu bez koeficientiem)*

7. uzdevums

Laimīgais kuņģis²

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, kalcijs karbonāts, šķīstošā ciete, glikoze. *Mannīts, tāpat kā glikoze, ir ūdenī ļoti labi šķīstošs cukurs.*



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 pārsļveida 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 nerādīja, **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?

<p>Kuņģī veidojas sālsskābe HCl. Tās loma ir nodrošināt proteīnu (olbaltumvielu) šķelšanu un kuņģa enzīmu (pepsīna) normālu funkcionēšanu. Skāba vide samazina arī infekciju risku un kavē mikroorganismu attīstību.</p>	<p>0,5 p – nosaukta skābe vai formula 0,5 p – nosaukta vismaz viena funkcija</p>
--	--

2. Kas ir vielas **A**, **B** un **C**?

<p>A – oglekļa dioksīds CO₂, B – salicilskābe C₇H₆O₃ (vai struktūrformula), C – bismuts Bi</p> $n_C : n_H : n_O = \frac{60.87}{12.01} : \frac{4.38}{1.01} : \frac{34.75}{16.00} = 5,07 : 4,34 : 2,17$ $5,07 : 4,34 : 2,17 \approx 2,33 : 2,00 : 1,00$ <p>Empīriskā formula, kas atbilst šādai atomu skaita attiecībai, ir C₇H₆O₃, kas atbilst salicilskābei. Kā aromātiskam savienojumam tai raksturīga arī zema šķīdība ūdenī</p>	<p>1 p 1 p 1 p (par katru nosauktu vielu vai tās formulu 1 p)</p>
---	--

3. Uzraksti tekstā aprakstīto ķīmisko reakciju vienādojumus!

<p>CaCO₃ + 2HCl → CaCl₂ + H₂O + CO₂</p> <p>BiCl₃ + Al → Bi + AlCl₃</p>	<p>0,5 p – pareizs vien. 1 p – pareizs vien., ieskaita arī molekulformulas lietojumu 1 p Par Al un HCl r-ju ptus nedod</p>
--	---

4. Pie kādas vielu klases pieder bismuta subsalicilāts?

<p>Sāļi, bāziskie sāļi. Gan karbonskābes, gan fenoli veido sāļus. Bismuta subsalicilāts satur abas funkcionālās grupas – karboksilāta un fenolāta grupu.</p>	<p>1 p – nosauc vismaz vienu no klasēm</p>
--	--

5. Aprēķini, kādu masu bismuta subsalicilāta satur viena *Pepto-bismol*[®] tablete!

$n_{Bi\ sub\ sal.} = n_{Bi} = \frac{7,272}{208,98} = 0,03480\ mol$ $m_{Bi\ sub\ sal.} = nM = 0,03480 \cdot 362,09 = 12,60\ g$ $m_{Bi\ sub\ sal.}\ tabletē = 12,60 : 24 = 0,5250\ g = 525\ mg$	<p>1 p – Bi daudzums 1 p – stehiometrija/Bi subsal. masas apr. 0,5 p – Bi subsal. Masas tabletē apr.</p>
---	--

6. Kādu **B** masu Anatolijs teorētiski varēja iegūt šajā eksperimentā?

$n_{salicilsk.} = n_{Bi\ sub\ sal.} = 0,03480\ mol$ $m_{salicilsk.} = nM = 0,03480 \cdot 138.12 = 4,81\ g$	<p>0,5 p – salicilsk. daudzums/stehiometrija 0,5 p – masas aprēķins</p>
--	--

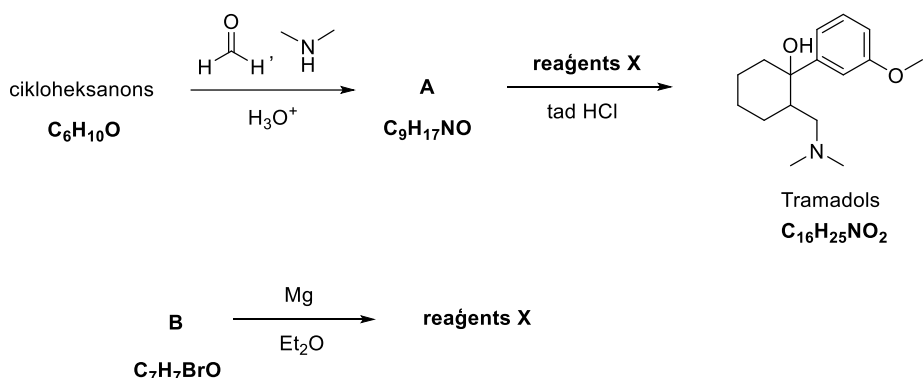
7. Kas bez bismuta subsalicilāta ir otra aktīvā viela *Pepto-bismol*[®] sastāvā, un kāda tās masa vienā tabletē?

<p>Kalcija karbonāts CaCO₃ ir otra aktīvā viela, tā mazina kuņģa sulas skābumu CaCO₃ masu iegūst no izdalītā CO₂ daudzuma. Visu tabl. un konc. sālsskābes masa: m = 155,550 + 39,600 = 195,150 g Pēc gāzes izdalīšanās šī masa samazinājusies; CO₂ masa:</p>	<p>0,5 p – nosauc CaCO₃ kā akt. vielu 0,5 p – CO₂ masa 1 p – CO₂ daudzums un CaCO₃ daudzums</p>
--	--

$m \text{ CO}_2 = 195,150 - 193,040 = 2,110 \text{ g}$ $n \text{ CO}_2 = m : M = 2,110 : 44,0 = 0,0480 \text{ mol} = n \text{ CaCO}_3$ $m (\text{CaCO}_3 \text{ tabletē}) = n \cdot M : 24 = 0,0480 \cdot 100,1 : 24 = 0,200 \text{ g}$ $= \mathbf{200 \text{ mg}}$	1 p – masas aprēķins 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.



1. Uzzīmēt savienojumu **A**, **B**, **reaģenta X** un **cikloheksanona** struktūrformulas.

A (2 punkti) 	B (2 punkti)
Reaģents X (2 punkti) 	Cikloheksanons (1 punkts)

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.

	(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.

- i) 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.
- ii) 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)