



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 59. olimpiāde****Teorētiskās kārtas uzdevumi un atbilžu lapas 10. klasei**

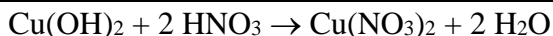
Skolēna vārds, uzvārds un skola:.....

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

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

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

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



Aprēķini reakcijā izlietotās slāpekļskābes daudzumu! (1 punkts)

$$n(\text{HNO}_3) = c(\text{HNO}_3) \cdot v(\text{HNO}_3) = 0,040 \cdot 0,600 = 0,024 \text{ mol}$$

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

Pieņemsim, ka maisījums satur x molus Cu(OH)_2 un y molus BaCO_3 , tad

$$98x + 197y = 2,067$$

$$\text{un } x + y = 0,024/2 = 0,012$$

Atrisinot vienādojumu sistēmu iegūst, ka $x = 0,003 \text{ mol Cu(OH)}_2$ un $y = 0,009 \text{ mol BaCO}_3$

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

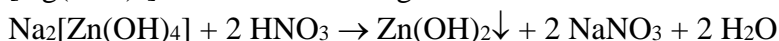
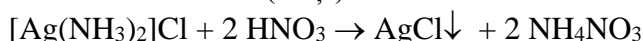
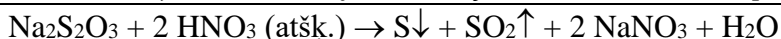
Aprēķini HNO_3 masas daļu šajā šķīdumā! (4 punkti)

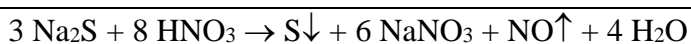
Pieņemsim, ka mums ir 1 litrs šāda šķīduma. Tā masa ir $1000 \cdot 1,220 = 1220 \text{ g}$.

Viens litrs šķīduma satur 6,956 molus HNO_3 , tātad HNO_3 masa šajā šķīdumā ir $6,956 \cdot 63 = 438,228 \text{ g}$, tātad HNO_3 masas daļa šķīdumā ir $438,228/1220 = 0,3592$ jeb 35,92 %

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

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





un ļoti daudz citu dažādu piemēru

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

Nosaki izkarsētā nitrāta ķīmisko formulu! (5 punkti)

Karsējot nitrātus var izdalīties skābeklis un veidojoties nitrīts, kā arī var izdalīties skābeklis un slāpekļa(IV) oksīds, veidojoties metāla oksīdam, var arī izdalīties skābeklis un slāpekļa(IV) oksīds, veidojoties brīvam metālam. Amonija nitrītus karsējot cietā atlikuma nebūs vispār. Lielais masas samazinājums (~57 %) norāda, ka cietais atlikums nebūs nitrīts, bet gan metāla oksīds vai brīvs metāls.

Pārbaudām iespēju, ka cietais atlikums ir metāls, kuru apzīmēsim ar simbolu A: karsēšanas procesu apraksta shēma $\text{A}(\text{NO}_3)_x \rightarrow \text{A}$

$$M(\text{A})/(M(\text{A}) + 62x) = 0,867/2,018$$

$$M(\text{A})/(M(\text{A}) + 62x) = 0,4296 \text{ Atrisinot to, iegūstam, ka } M(\text{A}) = 46,696 x$$

Pārbaudot atrod, ka metāla ar atbilstošām īpašībām nav.

Pārbaudām iespēju, ka cietais atlikums ir metāla oksīds, kuru apzīmēsim ar formulu $\text{AO}_{x/2}$, karsēšanas procesam atbilst shēma $\text{A}(\text{NO}_3)_x \rightarrow \text{AO}_{x/2}$

$$M(\text{AO}_{x/2})/(M(\text{A}) + 62x) = 0,867/2,018 = 0,4296$$

$$(M(\text{A}) + 8x)/(M(\text{A}) + 62x) = 0,4296$$

$$\text{Atrisinot iegūst, ka } M(\text{A}) = 32,665x$$

Pārbaudot atrod, ka meklējamais metāls ir cinks un savienojuma formula ir $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$.

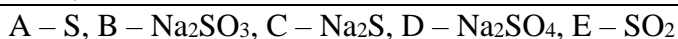
2. uzdevums. Nezināmais elements un tā savienojumi (12 punkti)

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

Aprēķini oksīda E molmasu! (1 punkts)

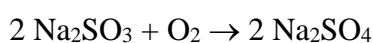
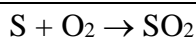
$$M(\text{E}) = 16 \cdot 4 = 64 \text{ g/mol, tā atbilst sēra(IV) oksīda } \text{SO}_2 \text{ molmasai.}$$

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



Skaitliskā pārbaude par sēra masas daļām savienojumos B, C un D apstiprina augstākminētās savienojumu B, C un D formulas.

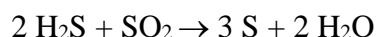
Uzraksti trīs iepriekš minēto ķīmisko reakciju vienādojumus! (3 punkti)



Ķīmisko elementu A satur arī gāze F. Gāze F reaģē ar savienojumu E molārajās attiecībās 2 : 1, reakcijā rodas viena vienkārša viela un viens ķīmiskais savienojums.

Nosaki gāzi F un uzraksti šīs ķīmiskās reakcijas vienādojumu! (3 punkti)

F – H₂S



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

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

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

$$n(\text{gāze}) = 0,5981/22,4 = 0,0267 \text{ mol}$$

Visticamāk, ka šī gāze ir kāds no slāpekļa oksīdiem. Pārbaudīsim to:

$$n(\text{N}) : n(\text{O}) = (100 - 53,33)/14 : 53,33/16 = 3,3336 : 3,3331 = 1 : 1$$

Šī gāze ir NO

Ietvaicējot iegūto šķīdumu, izkristalizējās bezkrāsaini skābes B kristāli.

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

Lai izveidotos 0,0267 moli NO, ir nepieciešami 0,0267 moli HNO₃. Tā kā slāpekļa oksidēšanas pakāpe mainās no +5 uz +2, šajā procesā katrs slāpekļa atoms pievieno trīs elektronus, bet kopējais pievienotais elektronu skaits ir $0,0267 \cdot 3 = 0,080$ moli. Pievienoto un zaudēto elektronu skaitam jābūt vienādam, tātad nezināmais ķīmiskais elements šajā procesā zaudē 0,080 molus elektronu, kam atbilst izreaģējušā ķīmiskā elementa daudzums $0,080/x$ moli, kur ar x apzīmēts elektronu skaits, ko zaudē viens nezināmā ķīmiskā elementa atoms. Tā kā reakcijā piedalījās vienkārša viela, x ir vienāds arī ar elementa oksidēšanas pakāpi skābē, kas radās. Nezināmā ķīmiskā elementa molmasa $= 2,032/(0,080/x) = 25,4x$. Pārbaudot iespējamās x vērtības no 1 līdz 8, iegūst, ka vienīgā derīgā atbilde ir, ja $x=5$, kas atbilst ķīmiskā elementa joda molmasai 127 g/mol. Jods tiešām veido cietu vienkāršu vielu I₂, tam ir raksturīga oksidēšanas pakāpe +5, reakcijā rodas jodskābe HIO₃, kas tiešām ir cieta, kristāliska viela.



$$n(\text{HIO}_3) = 6/10 \cdot n(\text{NO}) = 6/10 \cdot 0,0267 = 0,016 \text{ mol}$$

$$m(\text{HIO}_3) = 176 \cdot 0,016 = 2,816 \text{ g}$$

4. uzdevums. Neorganisko vielu klases (18 punkti)

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

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

Savienojums A noteikti satur hloru, jo tas ir vienīgais elements, kuram olimpiādes uzdevumu nosacījumos molmasa netiek noapaļota līdz veseram skaitlim.

Atrodam skābekļa un ūdeņraža savstarpējās attiecības:

$$n(\text{O}) : n(\text{H}) = 25,50/16 : 1,59/1 = 1,59 : 1,59 = 1 : 1, \text{ tātad šī savienojuma formulā ir vienāds ūdeņraža un skābekļa atomu skaits.}$$

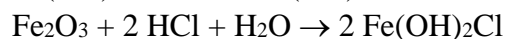
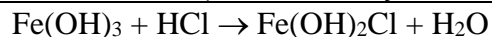
Apzīmējam skābekļa atomu skaitu savienojuma formulā ar n un aprēķinām, cik O atomu ir savienojuma formulā: $16 \cdot n/125,5 = 0,2550$

Atrisinot vienādojumu, atrod, ka $n = 2$, tātad savienojums satur 2 OH grupas tā formulā

Nosakām nezināmā elementa molmasu (vai nezināmo elementu molmasu summu): $125,5 - 35,5 - 2 \cdot 17 = 56 \text{ g/mol}$. Tas atbilst dzelzs molmasai, tātad savienojuma formula ir Fe(OH)₂Cl

Nosaukums – dzelzs(III) dihidroksīdhlorīds

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



Iespējami arī citi $\text{Fe}(\text{OH})_2\text{Cl}$ iegūšanas reakciju vienādojumi

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

Nosaki šī savienojuma ķīmisko formulu! (5 punkti)

$n(\text{H}) : n(\text{O}) = 1,03/1 : 16,49/16 = 1,03 : 1,03 = 1 : 1$, tātad arī šis savienojums satur vienu vai vairākas OH grupas.

Ja ķīmiskais savienojums B satur vienu ūdeņraža atomu (tātad arī vienu OH grupu), tad tā molmasa ir $1/0,0103 = 97 \text{ g/mol}$

Nezināmā elementa molmasa (vai elementu molmasu summa) ir: $97 - 1 - 16 = 80 \text{ g/mol}$, kas atbilst broma molmasai, tas atbilst savienojuma formulai BrOH , tātad savienojums varētu būt bromānskābe HBrO .

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

Nosaki šī savienojuma ķīmisko formulu! (6 punkti)

$n(\text{H}) : n(\text{O}) = 2,47/1 : 39,51/16 = 2,47 : 2,47 = 1 : 1$

Arī šī savienojuma formulā ir vienāds ūdeņraža un skābekļa atomu skaits.

Aprēķinām O atomu skaitu (kas ir vienāds ar OH grupu skaitu) savienojuma formulā:

$$16n/162 = 0,3951$$

Atrisinot iegūstam, ka $n = 4$

Atlikušo divu ķīmisko elementu molmasu summa ir $162 - 17 \cdot 4 = 94 \text{ g/mol}$, kas atbilst slāpekļa un broma molmasu summai. Savienojuma formula ir NH_4BrO_4 – amonija perbromāts.

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

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

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

A – bors B; B – slāpekļis N; C – bora nitrīds BN

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

Bora oksidēšanas pakāpe ir +3, slāpekļa oksidēšanas pakāpe ir -3.

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

Kopējais vērtības elektronu skaits vienam slāpekļa un vienam bora atomam ir tik pat liels kā diviem oglekļa atomiem, grupas B-N un C-C ir izoelektroniskas (satur tik pat daudz elektronu), kā arī līdzīgi ir šo elementu atomu rādiusi un tuvas elektronegativitātes (pie kam oglekļa elektronegativitātes skaitliskā vērtība 2,5 ir starp bora 2,0 un slāpekļa 3,0 elektronegativitāšu skaitliskajām vērtībām).