



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

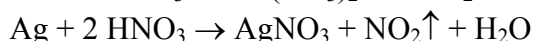
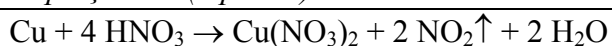
Nacionāla un starptautiska mēroga pasākumu īstenošana izglītojamo talantu attīstībai**Ķīmijas valsts 58. olimpiāde****Teorētiskās kārtas uzdevumi un atbilžu lapas 10. klasei**

Skolēna vārds, uzvārds un skola:.....

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

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

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



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

$$n(\text{NO}_2) = 20,17/46 = 0,4385 \text{ mol}$$

$$v(\text{NO}_2) = 0,4385 \cdot 22,4 = 9,82 \text{ L}$$

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

Apzīmējot ar x Cu daudzumu, bet ar y – Ag daudzumu, sastāda un atrisina vienādojumu sistēmu:

$$64x + 108y = 20,17$$

$$2x + y = 0,4385$$

Iegūst, ka x = 0,1789 mol Cu, y = 0,0807 mol Ag,

tātad m(Cu) = 11,45 g un m(Ag) = 8,72 g, jeb 56,77 % Cu un 43,23 % Ag

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

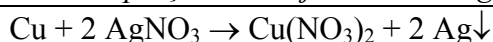
$$n(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = n(\text{Cu}) = 0,1789 \text{ mol}$$

$$m(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 0,1789 \cdot 188 = 33,63 \text{ g}$$

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

Uzraksti notiekošās ķīmiskās reakcijas vienādojumu! (1 punkts)

Aprēķini reakcijā radušos nogulšņu masu! (1 punkts)



$$n(\text{Ag}) = n(\text{AgNO}_3) = 0,0807 \text{ mol} \quad m(\text{Ag}) = 8,72 \text{ g}$$

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

Aprēķini sudraba spīdes ķīmisko formulu! (2 punkti)

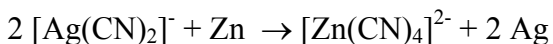
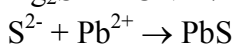
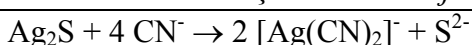
Apzīmēsim nezināmo elementu ar X.

$$n(\text{Ag}) : n(\text{X}) = 87,10/108 : 12,9/M(\text{X}) = 0,8064 : 12,9/M(\text{X})$$

Zinot, ka Ag stabila oksidēšanas pakāpe ir tikai +1, iespējamās formulas ir AgX; Ag₂X; Ag₃X; Ag₄X. Aprēķina, ja formula būtu AgX, tad M(X) = 16,00, taču AgO nebūs stabils, ja formula būtu Ag₂X, tad M(X) = 32,00, ķīmiskais elements sērs der, minerāla formula būs Ag₂S.

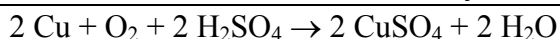
Lai no šī minerāla iegūtu sudrabu, to vispirms šķīdina ļoti atšķaidītā nātrija cianīda NaCN šķīdumā. Reakcijās rodas kompleksais savienojums – nātrija dicianoargentāts un vēl viens reakcijas produkts. Lai reakcijas līdzsvaru nobīdītu vēlamajā virzienā, otrā produkta anjona saistīšanai pievieno šķīstošu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

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



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

Uzraksti šo ķīmiskās reakcijas vienādojumu! (1 punkts)



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

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

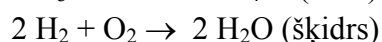
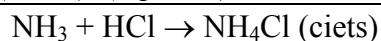
200 g šķīduma satur 50 g CuSO₄ un 150 g ūdens. Pieņemot, ka atdzesējot izkristalizējās x g CuSO₄·5H₂O, šķīduma masa samazinājās par x g, bet tajā esošā CuSO₄ masa samazinājās par (x·M(CuSO₄))/M(CuSO₄·5H₂O) = 0,64x g. Tā kā atdzesējot izveidojās piesātināts šķīdums, tad spēkā būs sakarība: (50 – 0,64x)/(200 – x) = 17,4/(100 + 17,4)

Atrisinot to, iegūst, ka x = **41,40 g CuSO₄·5H₂O**

2. uzdevums. Dažādas gāzu dimensijas (16 punkti)

Divām vai vairākām gāzēm reaģējot savās starpā var veidoties gan cietas, gan šķidrās, gan gāzveida vielas.

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



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

Aprēķini HCl molāro koncentrāciju iegūtajā šķīdumā! Pieņem, ka mērījumi veikti normālos apstākļos! (2 punkti)

Kolbas tilpums nav svarīgs, jo:

$$c(\text{HCl}) = n(\text{HCl})/v(\text{HCl}) = v(\text{HCl})/(v(\text{HCl}) \cdot V_0) = 1/V_0$$

$$c(\text{HCl}) = 1/22,4 = 0,045 \text{ mol/L}$$

Hlora(I) fluorīds ir bezkrāsaina gāze, turpretī broms(I) hlorīds ir sarkanbrūna gāze.

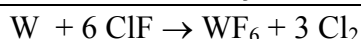
Abi savienojumi sārmainā vidē viegli hidrolizējas, katrs veidojot divus dažādus sāļus.

Uzraksti hlora(I) fluorīda un broms(I) hlorīda hidrolīzes reakciju vienādojumus KOH šķīdumā (katru atsevišķi)! (4 punkti)



Hlora(I) fluorīds ir ļoti stiprs oksidētājs. Tas var oksidēt volframu par tā augstāko halogenīdu, vienlaicīgi veidojoties kādai vienkāršai vielai.

Uzraksti ķīmiskās reakcijas vienādojumu šim procesam! (1 punkts)



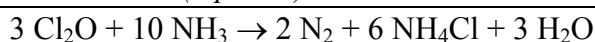
Šis wolframa augstākais halogenīds istabas temperatūrā arī ir gāze, jo tā vārīšanās temperatūra ir 17,1°C.

Aprēķini, cik reizes tā tvaiku blīvums ir lielāks par gaisa blīvumu! (1 punkts)

$$d_{(\text{WF}_6/\text{gaisu})} = M(\text{WF}_6)/29 = 298/29 = 10,28 \text{ reizes}$$

Arī divi hlora oksīdi ir gāzveida vielas. Hlora(I) oksīds (atklāts 1834. gadā) ir stiprs oksidētājs, tāpēc tā maisījums ar citu gāzi – amonjaku, kuram raksturīgas stipras reducējošās īpašības, eksplodējot ar sevišķi lielu efektivitāti.

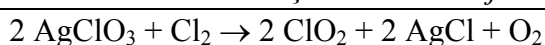
Uzraksti šīs ķīmiskās reakcijas vienādojumu! Ievēro, ka hlora(I) savienojumi parasti reducējas par hlora(-I) savienojumiem, bet ļoti liela stabilitāte ir raksturīga slāpekļa molekulai! (3 punkti)



Hlora(IV) oksīds ir pirmais zināmais hlora oksīds, to atklāja jau 1811. gadā.

Laboratorijas apstākļos to var iegūt, reducējot sudraba hlorātu AgClO_3 ar hloru. Reakcijā rodas trīs produkti, no kuriem viens ir vienkārša viela.

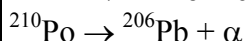
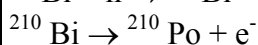
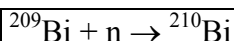
Uzraksti šīs ķīmiskās reakcijas vienādojumu! (2 punkti)



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

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

Uzraksti minēto kodolreakciju vienādojumus! (3 punkti)



Tā kā ^{210}Po ir salīdzinoši īss pussabrukšanas periods un tas ir alfa daļiņu avots, tas un tā savienojumi sasilst (uzkarst) paši no sevis. Šī iemesla dēļ polonijs tiek izmantots

radioizotopu sildītājos un termogeneratoros, lai apsildītu un nodrošinātu satelītus ar elektrību. Pieņemsim, ka satelīta palaišanas brīdī tas satur 2 g ^{210}Po , kura jauda ir $P = 141 \text{ W}\cdot\text{g}^{-1}$.

Aprēķini, kāda būs tā jauda pēc 276 dienām! (3 punkti)

276 dienas ir divi polonija pussabrukšanas periodi, tātad ^{210}Po masa būs samazinājusies 4 reizes. Atbilstoši jauda būs $P = (141 \cdot 2)/4 = 70,5 \text{ W}$

Kā alternatīvu ^{210}Po var izmantot ^{238}Pu izotopu, kam ir lielāks pussabrukšanas periods, taču mazāka jauda ($P = 0,56 \text{ W}\cdot\text{g}^{-1}$).

Zinot, ka pēc 5 gadiem ($t = 5$ gadi), jauda ir kritusies par 4%, nosaki ^{238}Pu pussabrukšanas periodu! (3 punkti)

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

Ievērojot, ka $m_2/m_1 = 1 - 0,04 = 0,96$ iegūst, ka $\ln 0,96/\ln 0,5 = 5/t_{1/2}$
Atrisinot, iegūst, ka $t_{1/2} = 85$ gadi.

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

Viena pussabrukšanas perioda laikā polonija jauda samazinās 2 (jeb 2^1) reizes, divu pussabrukšanas periodu laikā jau $2 \cdot 2 = 4$ (jeb 2^2) reizes, trīs pussabrukšanas periodu laikā – $2 \cdot 2 \cdot 2 = 8$ (jeb 2^3) reizes, tātad n pussabrukšanas periodu laikā – 2^n reizes. Jaudu attiecība ^{210}Po pret ^{238}Pu ir $141/0,56 = 252$ reizes, kas apmēram vienāds ar 2^8 . Tas atbilst jaudas samazināšanās lielumam astoņu ^{210}Po pussabrukšanas periodu laikā, tātad $138 \cdot 8 = 1104$ dienās.

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

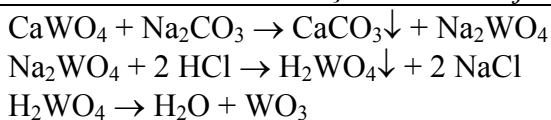
Gan volframs, gan sērs ķīmisko saišu veidošanai var izmantot 6 valences (vērtības) elektronus, tāpēc tie veido daudz līdzīgus savienojumus. Viens no šādiem savienojumiem ir volframa(VI) oksīds. Volframa(VI) oksīdu var izmantot stiklu izgatavošanā, kuri kļūst tumši, tiem pievadot elektrisko strāvu. Dabā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

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

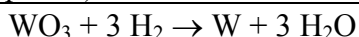
Voframātjonam tāpat kā sulfātjonam ir tetraedriska uzbūve, visas saites ir vienāda garuma (izlīdzināta ķīmisko saišu sistēma)

Lai iegūtu volframu, vispirms minerālu šēlītu apstrādā ar koncentrētu nātrija karbonāta ūdens šķīdumu, veidojas baltas nogulsnes, kuras nofiltrē. Filtrātam pievieno sālskābi, veidojas volframskābe, kuru izkarsējot rodas volframa(VI) oksīds.

Uzraksti atbilstošos ķīmisko reakciju vienādojumus! (3 punkti)

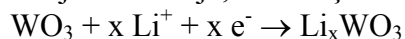


Uzraksti ķīmiskās reakcijas vienādojumu volframa iegūšanai tīrā veidā no tā oksīda! (2 punkti)



2 punkti, ja reducētājs ir ūdeņradis; 1 punkts, ja kāds no metāliem; 0 punktu, ja C vai CO

Apskatīsim iepriekš minēto stiklu darbības principu. Caurspīdīgam volframa(VI) oksīda slānim, kurš satur jonu avotus, piemēram, litija sāļus, pievadot elektrisko strāvu, notiek sekojošā reakcija, kurā daļa no litija joniem nokļūst oksīda struktūrā:



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

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

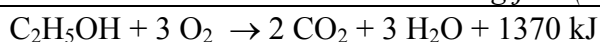
Nosaki vidējo volframa oksidēšanas pakāpi, ja $x = 0,3$! (2 punkti)

+5 un +5,7

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

Organisko savienojumu degšanu izmanto enerģijas un siltuma iegūšanai.

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



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

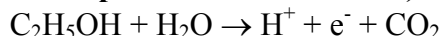
$$q(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = (1000/46) \cdot 1370 = 29783 \text{ kJ}$$

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

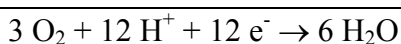
$$q(\text{CH}_3\text{OH}) = (1000/32) \cdot 715 = 22\,344 \text{ kJ}$$

Tātad etanolam sadegšanas īpatnējais siltums ir lielāks nekā metanolam

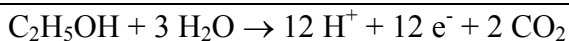
Šis ievērojamais enerģijas daudzums padara etanolu par potenciālu enerģijas avotu baterijās. Viens no iespējamajiem veidiem ir etanola degvielas šūnas, kurās notiek katalītiska etanola oksidēšana. Tajā pie anoda notiekošo procesu (**anodreakciju**) var aprakstīt šādā veidā (**vienādojuma labā un kreisā puse nav novienādotas**):



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



Uzraksti novienādotu anodreakciju! (1 punkts)



Šūnas darbības gaitā no anoda izdalījās 35,60 L gāzes (25 °C, 100 kPa).

Aprēķini, cik daudz enerģijas šūna saražoja! (2 punkti)

$$n = pV/RT = (1000 \cdot 35,60 \cdot 10^{-3}) / (8,314 \cdot (273+25)) = 1,44 \text{ mol}$$
$$Q = (1,44/2) \cdot 1370 = 986 \text{ kJ}$$

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

$$P = Q/t = 986000 / (60 \cdot 150) = 110 \text{ W}$$