



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

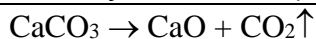
**Nacionāla un starptautiska mēroga pasākumu īstenošana izglītojamo
talantu attīstībai****Ķīmijas valsts 59. olimpiāde
Teorētiskās kārtas uzdevumi un atbilžu lapas 9. klasei**

Skolēna vārds, uzvārds un skola:.....

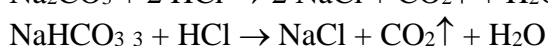
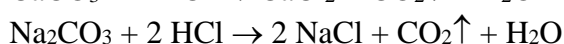
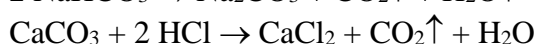
**Uzmanību! Visos aprēķinos (ja nav citas, speciālas norādes) izmantotas
ķīmisko elementu molmasas, kas noapaļotas līdz veseliem skaitļiem,
izņemot hloru, kura molmasa noapaļota līdz 35,5.****1. uzdevums. Karsējam maisījumus! (22 punkti)**

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

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



Nātrija karbonāts karsējot nesadalās



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

$$n(\text{CO}_2, \text{ iegūts karsējot}) = 2,016/22,4 = 0,09 \text{ moli}$$

$$n(\text{CO}_2, \text{ iegūts apstrādājot ar skābi}) = 6,60/44 = 0,15 \text{ moli}$$

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

Pieņemsim, ka maisījums satur x molus CaCO_3 , y molus Na_2CO_3 un z molus NaHCO_3 , tātad
 $100x + 106y + 84z = 14,22$

Maisījumu karsējot, no x moliem CaCO_3 veidosies x moli CO_2 , Na_2CO_3 karsējot nesadalās, bet no z moliem NaHCO_3 radīsies $z/2$ moli CO_2 , tātad

$$x + z/2 = 0,09$$

Apstrādājot maisījumu ar sālsskābi, no x moliem CaCO_3 radīsies x moli CO_2 , no y moliem Na_2CO_3 radīsies y moli CO_2 , bet no z moliem NaHCO_3 radīsies z moli CO_2 , tātad

$$x + y + z = 0,15$$

Atrisinot šo vienādojumu sistēmu, kas satur trīs vienādojumus un trīs nezināmos, iegūst, ka:

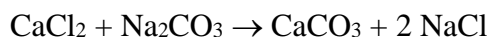
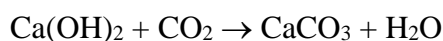
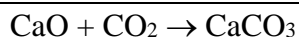
$$x = \mathbf{0,06 \text{ moli CaCO}_3}$$

$$y = \mathbf{0,03 \text{ moli Na}_2\text{CO}_3}$$

$$z = \mathbf{0,06 \text{ moli NaHCO}_3}$$

Kalcija karbonātu var iegūt dažādos veidos.

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



iespējami citi dažādi ķīmisko reakciju vienādojumi

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

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

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 140,0 \cdot 0,10 = 14,0 \text{ g}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 140,0 - 14,0 = 126,0 \text{ g un } v(\text{H}_2\text{O}) = 126,0 \text{ g}/1 \text{ g/mL} = 126,0 \text{ mL}$$

Bezūdens nātrija karbonāta vietā šī šķīduma pagatavošanai izmantoja tā dekahidrātu.

Aprēķini, cik g nātrija karbonāta dekahidrāta un cik mL ūdens nepieciešams, lai pagatavotu 140 g 10 % nātrija karbonāta šķīdumu! (4 punkti)

$$M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 106 \text{ g/mol, } M(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 286 \text{ g/mol}$$

14,0 gramiem bezūdens nātrija karbonāta, kas nepieciešami šī šķīduma pagatavošanai, atbilst $14,0 \cdot 286/106 = 37,8$ g tā dekahidrāta.

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 140,0 - 37,8 = 102,2 \text{ g}$$

$$v(\text{H}_2\text{O}) = 102,2 \text{ g}/1 \text{ g/mL} = 102,2 \text{ mL}$$

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

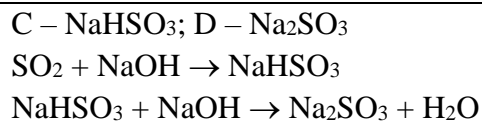
Ķīmiskais elements A veido vienkāršu vielu dzeltenā krāsā, kuru sadedzinot gaisā, veidojas gāzveida oksīds B, kas satur 50 % skābekli.

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

$$A - \text{S}; B - \text{SO}_2$$

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

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



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

Nosaki kristālhidrāta ķīmisko formulu (6 punkti)

98,4 g 25,61 % nātrija sulfīta šķīduma satur $98,4 \cdot 0,2561 = 25,20$ g nātrija sulfīta
Šķīduma masa pēc kristalizācijas beigām būs $98,4 - 26,4 = 72$ g
Tas satur $72 \cdot 20/120 = 12$ g nātrija sulfīta, tātad kristālhidrāts satur $25,2 - 12 = 13,2$ g bezūdens nātrija sulfīta un $26,4 - 13,2 = 13,2$ g ūdens. Nātrija sulfīta un ūdens daudzuma attiecība kristālhidrātā ir kā $13,2/126 : 13,2/18 = 0,1048 : 0,7333$ jeb 1 : 7
Kristālhidrāta formula ir $\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

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

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

Sēra saturs vielā E ir: $100 - 29,11 - 30,38 = 40,51$ %
Nātrija, sēra un skābekļa molārās attiecībās vielā E ir:
 $29,11/23 : 40,51/32 : 30,38/16 = 1,2657 : 1,2659 : 1,8988 = 2 : 2 : 3$.
Šī viela ir nātrija tiosulfāts $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.
 $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{S} \rightarrow \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$
vai $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{S} + 5 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

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

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

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

Pieņemam, ka ^{10}B moldaļa ir x , tad ^{11}B moldaļa būs $1-x$:
 $10x + 11(1-x) = 10,81$
Atrisinot vienādojumu iegūst, ka $x = 0,19$. Tātad dabīgais bors sastāv no 19 % izotopa ^{10}B un no 81 % izotopa ^{11}B .

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

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

$^{12}\text{C}^{16}\text{O}^{16}\text{O}$ M = 44 g/mol; $^{12}\text{C}^{17}\text{O}^{17}\text{O}$ M = 46 g/mol; $^{12}\text{C}^{18}\text{O}^{18}\text{O}$ M = 48 g/mol;
 $^{13}\text{C}^{16}\text{O}^{16}\text{O}$ M = 45 g/mol; $^{13}\text{C}^{17}\text{O}^{17}\text{O}$ M = 47 g/mol; $^{13}\text{C}^{18}\text{O}^{18}\text{O}$ M = 49 g/mol;
 $^{14}\text{C}^{16}\text{O}^{16}\text{O}$ M = 46 g/mol; $^{14}\text{C}^{17}\text{O}^{17}\text{O}$ M = 48 g/mol; $^{14}\text{C}^{18}\text{O}^{18}\text{O}$ M = 50 g/mol;
 $^{12}\text{C}^{16}\text{O}^{17}\text{O}$ M = 45 g/mol; $^{12}\text{C}^{16}\text{O}^{18}\text{O}$ M = 46 g/mol; $^{12}\text{C}^{17}\text{O}^{18}\text{O}$ M = 47 g/mol;
 $^{13}\text{C}^{16}\text{O}^{17}\text{O}$ M = 46 g/mol; $^{13}\text{C}^{16}\text{O}^{18}\text{O}$ M = 47 g/mol; $^{13}\text{C}^{17}\text{O}^{18}\text{O}$ M = 48 g/mol;
 $^{14}\text{C}^{16}\text{O}^{17}\text{O}$ M = 47 g/mol; $^{14}\text{C}^{16}\text{O}^{18}\text{O}$ M = 48 g/mol; $^{14}\text{C}^{17}\text{O}^{18}\text{O}$ M = 49 g/mol;

4. uzdevums. Gāzu dimensijas (12 punkti)

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

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

$m(\text{trauks}) + m(\text{Kr}) = m(\text{trauks}) + n(\text{Kr}) \cdot M(\text{Kr})$
 $m(\text{trauks}) + m(\text{O}_2) = m(\text{trauks}) + n(\text{O}_2) \cdot M(\text{O}_2)$
 $n(\text{Kr}) = n(\text{O}_2) = n$
 $\Delta m = m(\text{trauks}) + n \cdot M(\text{Kr}) - m(\text{trauks}) - n \cdot M(\text{O}_2) = n \cdot (M(\text{Kr}) - M(\text{O}_2)) = n(84 - 32) = 52n$
 $3,12 = 52n$, tātad $n = 3,12/52 = 0,06$ mol
 $v(\text{trauka}) = 0,06 \cdot 22,4 = 1,344$ litri

Nosaki nezināmā sēra fluorīda ķīmisko formulu! (4 punkti)

$1,44 = 0,06 \cdot (M(\text{SF}_x) - M(\text{Kr})) = 0,06 \cdot (M(\text{SF}_x) - 84)$
Atrisinot vienādojumu iegūst, ka $M(\text{SF}_x) = 108$ g/mol
Ja savienojums satur vienu sēra atomu, tad $x = (108 - 32)/19 = 4$
Savienojuma formula ir SF_4 .

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

Aprēķini B_2H_6 relatīvo blīvumu pret hēliju! (2 punkti)

$M(\text{B}_2\text{H}_6) = 28$ g/mol
 $M(\text{B}_2\text{H}_6)/M(\text{He}) = 28/4 = 7$

Šķīdinot dažas gāzes ūdenī, rodas skābes.

Uzraksti atbilstošas ķīmiskās reakcijas piemēru! (1 punkts)

$\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3$, iespējami arī dažādi citi piemēri

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

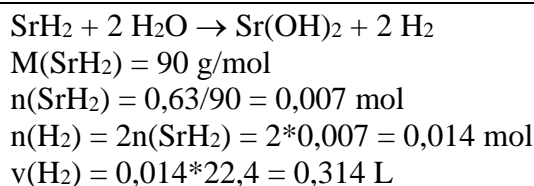
Sārmu un sārmzemju metāli paaugstinātā temperatūrā reagē ar ūdeņradi, veidojot binārus savienojumus – hidrīdus. Hidrīdos metālu oksidēšanas pakāpes ir pozitīvas, bet ūdeņraža oksidēšanas pakāpe ir negatīva (-1).

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

$2 \text{Rb} + \text{H}_2 \rightarrow 2 \text{RbH}$

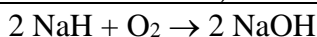
Kā zināms, sārmu un sārmzemju metāliem reaģējot ar ūdeni, rodas to hidroksīdi un izdalās ūdeņradis. Arī hidrīdi ir ļoti reaģētspējīgi savienojumi, saskaroties ar ūdeni, tie pārvēršas par hidroksīdiem. Arī šajā reakcijā izdalās ūdeņradis.

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



Saskaroties ar skābekli hidrīdi viegli oksidējas.

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



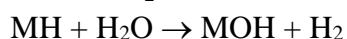
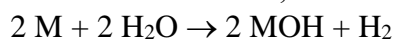
Apstrādājot ar ūdeni 1,20 gramus cietas, kristāliskas vielas A izdalījās 672 mL (n.a.) ūdeņraža.

Nosaki divas iespējamās vielas A formulas! (4 punkti)

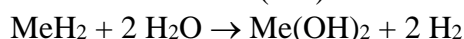
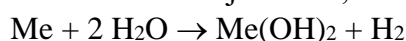
$$n(\text{H}_2) = 0,672/22,4 = 0,03 \text{ mol}$$

Ūdeņradis rodas, ja ar ūdeni reagē kāds no aktīvajiem metāliem vai aktīvo metālu hidrīdiem

Ja tie ir sārmu metāli, tad atbilstošie reakciju vienādojumi būs:



Ja tie ir sārmzemju metāli, tad atbilstošie reakciju vienādojumi būs:



Ja reakcijā piedalītos sārmu metāls, tad $n(\text{M}) = 0,06 \text{ mol}$ un $M(\text{M}) = 1,20/0,06 = 20 \text{ g/mol}$, tāda sārmu metāla nav.

Ja reakcijā piedalītos sārmzemju metāls, tad $n(\text{Me}) = 0,03 \text{ mol}$ un $M(\text{Me}) = 1,20/0,03 = 40 \text{ g/mol}$, tas atbilst kalcija molmasai.

Ja reakcijā piedalītos sārmu metāla hidrīds, tad $n(\text{MH}) = 0,03 \text{ mol}$ un $M(\text{MH}) = 1,20/0,03 = 40 \text{ g/mol}$, tas atbilst kālija hidrīdam KH.

Ja reakcijā piedalītos sārmzemju metāla hidrīds, tad $n(\text{MeH}_2) = 0,015 \text{ mol}$ un $M(\text{MeH}_2) = 1,20/0,015 = 80 \text{ g/mol}$, tāda sārmu metālu hidrīda nav.

Vielas A var būt gan kalcijs Ca, gan kālija hidrīds KH.