

NACIONĀLA UN STARPTAUTISKA MĒROGA PASĀKUMU ĪSTENOŠANA IZGLĪTOJAMO
TALANTU ATTĪSTĪBAI

ĶĪMIJAS 64. OLIMPIĀDES

VALSTS POSMA TEORĒTISKĀS KĀRTAS UZDEVUMU

ATRISINĀJUMI 9. KLASEI

Dalībnieka šifrs:.....

Visos aprēķinos jāizmanto ķīmisko elementu molmasas, kas noapaļotas līdz veseliem skaitļiem, izņemot hloru, kura molmasa jānoapaļo līdz vienam ciparam aiz komata. Uzdevumu risinājumi un atbildes jāieraksta tiem paredzētajos laukumos. Melnrakstu lapas netiek vērtētas.

1. uzdevums. Gāzes, gāzes un vēlreiz gāzes (14 punkti)

Vielas A, B un C normālos apstākļos (n.a.) ir bezkrāsainas gāzes. No tām izveidoja trīs gāzu maisījumus. Pirmais gāzu maisījums sastāv no 40 tilpum% gāzes A un 60 tilpum% gāzes B, tā relatīvais blīvums pret hēliju ir 7. Otrais gāzu maisījums sastāv no 50 tilpum% gāzes A un 50 tilpum% gāzes C, tā relatīvais blīvums pret ūdeņradi ir 14. Trešais gāzu maisījums sastāv no 40 tilpum% gāzes B un 60 tilpum% gāzes C, tā relatīvais blīvums pret metānu CH₄ ir 1,75.

Aprēķini katra gāzu maisījumu vidējo molmasu! (1,5 punkti)

$$M_{\text{vid}}(40\%A + 60\%B) = 4 \cdot 7 = 28 \text{ g/mol}$$

$$M_{\text{vid}}(50\%A + 50\%C) = 2 \cdot 14 = 28 \text{ g/mol}$$

$$M_{\text{vid}}(40\%B + 60\%C) = 16 \cdot 1,75 = 28 \text{ g/mol}$$

Aprēķini gāzu A, B un C molmasas! (1,5 punkti)

Izveidosim vienādojumu sistēmu, kas sastāv no trim vienādojumiem:

$$0,40 \cdot M(A) + 0,60 \cdot M(B) = 28$$

$$0,50 \cdot M(A) + 0,50 \cdot M(C) = 28$$

$$0,40 \cdot M(B) + 0,60 \cdot M(C) = 28$$

Atrisinot šo vienādojumu sistēmu iegūst, ka $M(A) = M(B) = M(C) = 28 \text{ g/mol}$

Piemērotos apstākļos visas trīs gāzes reaģē ar skābekli. Gāzes A reakcijā ar skābekli rodas tikai gāze D. Gāzes D viena litra masa normālos apstākļos (n.a.) ir 1,339 g. Gāzes B reakcijā ar skābekli rodas tikai gāze E, kuras viena litra masa (n.a.) ir 1,964 g. Gāzes C reakcijā ar skābekli rodas divas vielas.

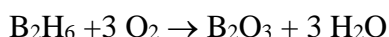
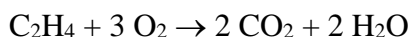
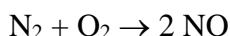
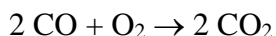
Aprēķini gāzu D un E molmasas! (1 punkts)

$$M(D) = 22,4 \cdot 1,339 = 30 \text{ g/mol}$$

$$M(E) = 22,4 \cdot 1,964 = 44 \text{ g/mol}$$

Nosaki vielu A, B, C, D un E ķīmiskās formulas! Uzraksti ķīmisko reakciju vienādojumus vielu A, B un C reakcijām ar skābekli! (6 punkti)

Molmasa 28 g/mol ir gāzēm – CO, N₂, C₂H₄ un B₂H₆. Tās visas piemērotos apstākļos reaģē ar skābekli:



Molmasa 30 g/mol atbilst NO, tātad **D** - NO un **A** - N₂. Molmasa 44 g/mol atbilst CO₂, tātad **E** - CO₂ un **B** - CO. Savukārt gāze **C** ir C₂H₄ vai B₂H₆.

Vielas X, Y un Z normālos apstākļos arī ir bezkrāsainas gāzes. To molmasas savā starpā attiecas kā 1 : 2 : 4. Vielas X, Y un Z kopā satur 4 ķīmiskos elementus, pie kam viena no šīm gāzēm ir vienkārša viela. Šo četru ķīmisko elementu atomnumuru summa ir 31.

Nosaki gāzu X, Y un Z ķīmiskās formulas, parādot noteikšanas gaitu! (4 punkti)

Ja četru ķīmisko elementu atomnumuru summa ir 31, tad vislielākais elementa atomnumurs no šiem četriem ir mazāks vai vienāds ar: $31 - 1 - 2 - 5 = 23$. Elementi ar atomnumuriem no 19 līdz 23 normālos apstākļos gāzveida savienojumus neveido, tātad meklējamie četri elementi atrodas ķīmisko elementu periodiskās tabulas pirmajos trīs periodos. Tā kā visas gāzes ir bezkrāsainas, tad nezināmā vienkārša viela nevar būt Cl₂ vai F₂. Atliek tikai H₂, He, Ne, Ar, N₂ un O₂.

Ja vienkāršā viela būtu ūdeņradis, tad atbilstošā molmasu virkne būs: 2 ; 4 ; 8. Trīs gāzu ar šādām molmasām nav.

Ja vienkāršā viela būtu hēlijs, tad atbilstošā molmasu virkne būs: 2 ; 4 ; 8 ; 16. Trīs gāzu, kuru molmasas ir trīs pēc kārtas sekojoši skaitļi no šīs virknes, nav.

Ja vienkāršā viela būtu neons, tad atbilstošā molmasu virkne būs: 5 ; 10 ; 20 ; 40 ; 80. Trīs gāzu, kuru molmasas ir trīs pēc kārtas sekojoši skaitļi no šīs virknes, nav.

Ja vienkāršā viela būtu argons, tad atbilstošā molmasu virkne būs: 10 ; 20 ; 40 ; 80 ; 160.

Trīs gāzu, kuru molmasas ir trīs pēc kārtas sekojoši skaitļi no šīs virknes, visticamāk, nav.

Ja vienkāršā viela būtu slāpeklis, tad atbilstošā molmasu virkne būs: 7 ; 14 ; 28 ; 56 ; 112.

Trīs gāzu, kuru molmasas ir trīs pēc kārtas sekojoši skaitļi no šīs virknes, visticamāk, nav.

Ja vienkāršā viela būtu skābeklis, tad atbilstošā molmasu virkne būs: 8 ; 16 ; 32 ; 64 ; 128.

Šai skaitļu virknē trīs viens pēc otra sekojošie skaitļi 16 ; 32 ; 64 atbilst CH₄; O₂ un SO₂ molmasām. Šīs gāzes kopā satur 4 ķīmiskos elementus un to atomnumuru summa ir 31.

X- CH₄ Y- O₂ Z- SO₂

2. uzdevums. Pārkristalizēšanas maģija (6 punkti)

Pārkristalizēšana ir viens no vielu attīrīšanas paņēmieniem. To izmanto, lai attīrītu vielas, kas labi šķīst ūdenī. Šāda viela ir arī nātrija hromāts Na_2CrO_4 .

Nātrija hromāta šķīdība ūdenī (nātrija hromāta masa, izteikta gramos, kas izšķīst 100 gramos ūdens, veidojot piesātinātu šķīdumu) atkarībā no temperatūras ir skatāma tabulā.

T, °C	m(Na_2CrO_4), g
100	126
80	123
60	115
40	96
20	88
10	50
0	32

Aprēķini nātrija hromāta masas daļu piesātinātā šķīdumā 100 °C! (1 punkts)

$$m(\text{šķīduma}) = 100 + 126 = 226 \text{ g}$$
$$w(\text{Na}_2\text{CrO}_4) = 126/226 = 0,56 \text{ jeb } 56 \%$$

200 g nātrija hromāta šķīduma, kas bija piesātināts 100 °C, atdzesēja līdz 60 °C.

Aprēķini, cik g nātrija hromāta izkristalizēsies! (2 punkti)

$$\text{Atdzesējot } 226 \text{ g šķīduma izkristalizēsies } 126 - 115 = 11 \text{ g}$$
$$\text{Atdzesējot } 200 \text{ g šķīduma izkristalizēsies } 200 \cdot 11/226 = 9,7 \text{ g}$$

Piesātināta Na_2CrO_4 šķīduma pagatavošanai izmantoja kristālisku $\text{Na}_2\text{CrO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$.

Aprēķini, cik g $\text{Na}_2\text{CrO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ nepieciešams, lai pagatavotu 300 g Na_2CrO_4 šķīdumu, kas ir piesātināts 20 °C! Aprēķini, cik g ūdens nepieciešams šī šķīduma pagatavošanai!

$M(\text{Na}_2\text{CrO}_4) = 162 \text{ g/mol}$; $M(\text{Na}_2\text{CrO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 342 \text{ g/mol}$. (3 punkti)

$$20 \text{ °C } 300 \text{ g piesātināta } \text{Na}_2\text{CrO}_4 \text{ šķīduma saturēs } 300 \cdot 88/(100 + 88) = 140 \text{ g } \text{Na}_2\text{CrO}_4. \text{ Tas atbilst } 140 \cdot 342/162 = \mathbf{296 \text{ g}} \text{ kristālhidrāta } \text{Na}_2\text{CrO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}. \text{ Nepieciešamā ūdens masa ir: } 300 - 296 = \mathbf{4 \text{ g}}$$

3. uzdevums. Sāļu pavēlnieks (10 punkti)

Sāls A satur 23,53 % ķīmisko elementu sēru un ir balta, kristāliska viela, kas labi šķīst ūdenī. Iedarbojoties uz iegūto šķīdumu ar stiprām, atšķaidītām skābēm, gāzu izdalīšanos nenovēro.

Izmantojot aprēķinus, nosaki sāls A molmasu un tās ķīmisko formulu! (Aprēķini – 2 punkti, pareiza formula – 1 punkts)

Visticamāk, ka sāls formulvienība satur vienu sēra atomu. Tādā gadījumā sāls molmasa ir $32/0,2353 = 136 \text{ g/mol}$

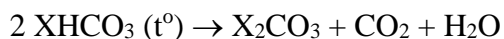
Tā kā iedarbībā ar stiprām skābēm gāzu izdalīšanās nenovēro, šis savienojums, visticamāk, ir kāds sulfāts. Sulfāta jona molmasa ir 96 g/mol, tātad: $136 - 96 = 40 \text{ g/mol}$, tas atbilst kalcija molmasai, taču kalcija sulfāts ūdenī šķīst slikti un tāpēc nevar būt sāls A. Tāda pati molmasa ir arī kālija hidrogēnsulfātam KHSO_4 , kas labi šķīst ūdenī.

A - KHSO₄

Izkarsējot kristālisku 3,36 g sāli B ieguva 2,12 g sāli C, pie kam radās 0,448 L (n.a.) gāze D (relatīvais blīvums pret hēliju ir 11) un vēl kāda viela E.

Izmantojot aprēķinus, nosaki vielu B, C, D un E ķīmiskās formulas! (Aprēķini – 2 punkti, pareizas formulas – 2 punkti)

$M(D) = 4 \cdot 11 = 44$ g/mol, kas atbilst CO₂ molmasai. Tā kā kopā ar CO₂ ir radies arī sāls C un vēl viela E, izkarsētā viela, visticamāk, ir hidroģēnkarbonāts. Kristāliskā veidā pastāv sārmu metālu hidroģēnkarbonāti.



$$n(\text{CO}_2) = 0,448/22,4 = 0,02 \text{ mol}$$

$$n(\text{XHCO}_3) = 0,02 \cdot 2 = 0,04 \text{ mol}$$

$$M(\text{XHCO}_3) = 3,36/0,04 = 84 \text{ g/mol}$$

$$M(X) = 84 - 61 = 23 \text{ g/mol, kas atbilst nātrija molmasai.}$$

B - NaHCO₃**C - Na₂CO₃****D - CO₂****E - H₂O**

Artjoms stāsta, ka apmaiņas reakcijā esot ieguvis jaunu sāli X, kas nešķīst ūdenī. Sāli X izšķīdināja stehiometriskā daudzumā atšķaidītas slāpekļskābes, iegūtajam šķīdumam bija neitrāla reakcija, kā arī izdalījās bezkrāsaina gāze bez smaržas. Iegūto šķīdumu sadalīja divās vienādās daļās. Uz pirmo šķīduma daļu vispirms iedarbojās ar šķīdumu, kas saturēja Na₂CO₃, radās nogulsnes, tās nofiltrēja, izžāvēja un nosvēra. To masa bija 11,24 g. Uz iegūto filtrātu iedarbojās ar nātrija sulfāta šķīdumu, nogulšņu veidošanās netika novērota.

Uz otro šķīduma daļu vispirms iedarbojās ar Na₂SO₄ šķīdumu, radās nogulsnes. Nogulšņu rašanās beidzās pēc tam, kad tika pievienoti 0,04 moli Na₂SO₄. Nogulsnes nofiltrēja, izžāvēja un nosvēra. To masa bija 9,32 g. Uz iegūto filtrātu iedarbojās ar Na₂CO₃ šķīdumu, radās nogulsnes. Nogulšņu rašanās beidzās pēc tam, kad tika pievienoti 0,04 moli Na₂CO₃. Nogulsnes nofiltrēja, izžāvēja un nosvēra. To masa bija 3,36 g.

Izmantojot aprēķinus, nosaki sāls X ķīmisko formulu! Aprēķinos izmanto ķīmisko elementu molmasas, kas noapaļotas līdz veseliem skaitļiem! (Aprēķini – 2 punkti, pareiza formula – 1 punkts)

Sāksim ar uzdevuma otro daļu. Novērojumi liecina, ka Artjoms ir ieguvis dubultsāli, kas satur divus katjonus, pie kam abi katjoni veido ūdenī nešķīstošus karbonātus, bet tikai viens no tiem veido ūdenī nešķīstošu sulfātu. Šāda īpašība ir raksturīga vairākiem metāliem, kuru oksidēšanas pakāpe savienojumos ir +2.

$M(\text{XSO}_4) = 9,32/0,04 = 233$ g/mol; $M(X) = 233 - 32 - 64 = 137$ g/mol. Tas atbilst bārija molmasai, tik tiešām, bārija sulfāts ūdenī nešķīst.

$M(\text{YCO}_3) = 3,36/0,04 = 84$ g/mol; $M(Y) = 84 - 12 - 48 = 24$ g/mol. Tas atbilst magnija molmasai, tik tiešām, magnija karbonāts ūdenī nešķīst, bet magnija sulfāts ūdenī šķīst.

Pieņēmusies pārbaudīsim, izmantojot pirmā eksperimenta datus.

Pievienojot šķīdumam Na₂CO₃ šķīdumu ir jāizgulsnējas gan MgCO₃, gan BaCO₃. Izgulsnētā BaCO₃ daudzumam jābūt vienādam ar otrajā eksperimentā izgulsnētā BaSO₄ daudzumu, tātad 0,04 moli.

$$m(\text{BaCO}_3) = 0,04 \cdot 197 = 7,88 \text{ g}$$

Izgulsnētā MgCO_3 masai jābūt vienādam ar otrajā eksperimentā izgulsnētā MgCO_3 masu, tātad 3,36 g.

Kopējā nogulšņu masa būs: $7,88 + 3,36 = 11,24 \text{ g}$. Tas liecina, ka mūsu spriedumi ir pareizi. Sāls X ķīmiskā formula būs **$\text{MgBa}(\text{CO}_3)_2$** .

4. uzdevums. Saturna vīzijas (13 punkti)

Zemes garozā ķīmiskais elements svins sastopams dažādu minerālu sastāvā. Viens no svina minerāliem ir krokoīts. Krokoīts satur 64,09 % svinu, kā arī skābekli un hromu.

Izmantojot aprēķinus, nosaki krokoīta ķīmisko formulu! Aprēķinos izmanto ķīmisko elementu molmasas, kas noapaļotas līdz veseliem skaitļiem! (2 punkti)

Pierakstīsim krokoīta formulu kā $\text{Pb}_x\text{Cr}_y\text{O}_z$, bet tā molmasu: $M(\text{Pb}_x\text{Cr}_y\text{O}_z) = 207x + 52y + 16z$
Ja $x=1$, tad $M(\text{PbCr}_y\text{O}_z) = 207/0,6409 = 323 \text{ g/mol}$. Tā kā savienojuma formulvienībā ir arī vismaz viens hroma atoms, tad skābeklim paliek: $323 - 207 - 52 = 64 \text{ g/mol}$, kas atbilst četriem skābekļa atomiem formulvienībā. Krokoīta ķīmiskā formula ir **PbCrO_4** .

Svarīgākais svina minerāls ir galenīts. Galenīts ir binārs svina savienojums, tas satur 86,61 % svinu. Abu tā sastāvā esošo ķīmisko elementu oksidēšanas pakāpes atšķiras tikai ar zīmi (+ vai -). Turpretī ļoti rets svina minerāls ir plattenerīts. Arī plattenerīts ir binārs svina savienojums un satur 86,61 % svinu, bet abu tā sastāvā esošo ķīmisko elementu oksidēšanas pakāpes atšķiras ne tikai ar zīmi, bet arī ar skaitliskajām vērtībām.

Izmantojot aprēķinus, nosaki galenīta un plattenerīta ķīmiskās formulas! Aprēķinos izmanto ķīmisko elementu molmasas, kas noapaļotas līdz veseliem skaitļiem! (Aprēķini – 2 punkti, pareizas formulas – 1 punkts)

Apzīmēsim nezināmo ķīmisko elementu galenītā ar X. Tā kā abu elementu oksidēšanas pakāpes ir skaitliski vienādas, bet atšķiras tikai ar zīmi, galenīta formula būs PbX .

$$n(\text{Pb}) = 86,61/207 = 0,4184 \text{ mol}$$

$$n(\text{X}) = n(\text{Pb}) = 0,4184 \text{ mol}; \quad M(\text{X}) = (100 - 86,61)/0,4184 = 32 \text{ g/mol}, \text{ kas atbilst sēra molmasai.}$$

Galenīta formula ir **PbS** .

Apzīmēsim nezināmo ķīmisko elementu plattnerītā ar Y un tā ķīmisko formulu ar PbY_n . Tā kā svina saturs šajā minerālā (binārajā savienojumā) ir tik pat liels kā PbS :

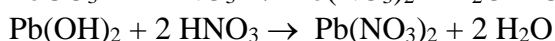
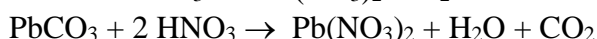
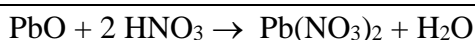
$$M(\text{Y}) = M(\text{S})/n$$

Ja $n = 2$, tad $M(\text{Y}) = 16$, kas atbilst ķīmiskā elementa skābekļa molmasai.

Plattnerīta formula ir **PbO_2** . Svina oksidēšanas pakāpe tajā ir +4, bet skābekļa -2.

Svins veido sāļus ar ļoti daudzām skābēm, taču ūdenī šķīst tikai daži no tiem. Viens no šādiem sāļiem ir svina(II) nitrāts.

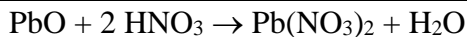
Uzraksti 4 dažādus ķīmisko reakciju vienādojumus svina(II) nitrāta iegūšanai! (2 punkti)



Iespējami arī citi svina(II) nitrāta iegūšanas reakcijas vienādojumi.

Lai pagatavotu 200 g 6,62% svina(II) nitrāta šķīdumu, svina(II) oksīdu izšķīdināja 10% slāpekļskābē.

Aprēķini šī šķīduma pagatavošanai nepieciešamo PbO un 10% slāpekļskābes šķīduma masu, ievērojot to, ka šķīdums nedrīkst saturēt slāpekļskābes pārākumu! (2 punkti)



$$m(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = 200 \cdot 0,0662 = 13,24 \text{ g}; \quad n(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = 13,24/331 = 0,04 \text{ mol};$$

$$n(\text{PbO}) = n(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = 0,04 \text{ mol} \quad \mathbf{m(\text{PbO}) = 0,04 \cdot 223 = 8,9 \text{ g}}$$

$$n(\text{HNO}_3) = 2 \cdot n(\text{PbO}) = 2 \cdot 0,04 = 0,08 \text{ mol}; \quad m(\text{HNO}_3) = 0,08 \cdot 63 = 5,04 \text{ g};$$

$$\mathbf{m(\text{HNO}_3, 10\%) = 50,4 \text{ g.}}$$

Uzraksti, kāda viela vēl jāpievieno iegūtajam šķīdumam, lai Pb(NO₃)₂ masas daļa tajā sasniegtu 10%! Aprēķini pievienojamās vielas masu! (1 punkts)

Jāpagatavo 200 g šķīduma. Jau aprēķināts, ka tā pagatavošanai nepieciešami 8,9 g PbO un 50,4 g 10% slāpekļskābes šķīdums. Vēl būs jāpievieno ūdens:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 200 - 8,9 - 50,4 = 140,7 \text{ g}$$

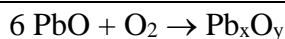
Savukārt, lai Pb(NO₃)₂ masas daļu palielinātu līdz 10%, papildus jāpievieno x g Pb(NO₃)₂ (jo šķīdums ir neitrāls un PbO tur nešķīdīs):

$$(13,24 + x)/(200 + x) = 0,10$$

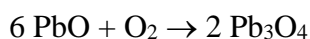
$$\text{Atrisinot vienādojumu iegūst, ka } \mathbf{x = 7,51 \text{ g Pb}(\text{NO}_3)_2}$$

Karsējot svina(II) oksīdu virs 450 °C, tas oksidējas ar gaisā esošo skābekli un veido jaukto svina oksīdu oranžsarkanā krāsā. Šajā reakcijā 6 moli svina(II) oksīda piesaista vienu molu skābekļa. Svinam jauktajā svina oksīdā ir divas dažādas oksidēšanas pakāpes.

Uzraksti atbilstošo reakcijas vienādojumu un nosaki jauktā svina oksīda ķīmisko formulu, ievērojot to, ka indeksi šajā formulā ir mazākie atbilstošie vesēlie skaitļi! (2 punkti)



No masas nezūdamības likuma izriet, ka x = 6, bet y = 8. Mazākie iespējamie indeksi savienojumam ar tādu pašu ķīmisko sastāvu ir atbilstoši 3 un 4, tātad savienojuma formula ir Pb₃O₄ un reakcijas vienādojums:



Nosaki oksidēšanas pakāpi katram svina atomam, kas ir šī savienojuma formulvienībā! (1 punkts)

Pb_3O_4 formulvienība satur trīs svina atomus. Savienojums kopumā ir elektroneitrāls, tātad diviem svina atomiem oksidēšanas pakāpe ir +2, bet vienam +4.

5. uzdevums. Artjoms un normālie sāļi (10 punkti)

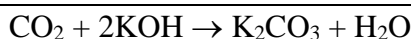
Skolotāja Artjomam iedeva divus normālos sāļus A un B, kas ārēji bija ļoti līdzīgi – balti kristāli, **bet visu ķīmisko elementu sastāvs tajos bija atšķirīgs**. Sāls A sastāvā esošā metāla katjona rādiuss ir mazāks nekā sāls B sastāvā esošā metāla katjona rādiuss.

Sākumā Artjoms pārbaudīja abu sāļu šķīdību ūdenī. Sāls B pilnībā izšķīda, bet sāls A šķīdība ūdenī bija slikta.

Artjoms sāli A izšķīdināja sālskābē un novēroja gāzes C (bez krāsas un bez smaržas) izdalīšanos un bezkrāsaina šķīduma D veidošanos. Šķīdumam D viņš pievienoja nātrija sārma šķīdumu, šķīdums saduļķojās – radās baltas sīkdispersas nogulsnes E, kuru daudzums šķīdumā nedaudz, nedaudz samazinājās, to karsējot. Artjomam radās doma, ka sāls A varētu saturēt kalcija katjonus, tomēr, pievienojot D šķīdumam sērskābi, nogulsnes neradās. Pēc neilgām pārdomām Artjoms tomēr izlēma, ka sāls A satur metālu, kas ir līdzīgs kalcijam.

Artjoms 12,6 g sāli A izšķīdināja sālskābē, iegūtās gāzes saistīšanai bija nepieciešami 0,3 moli KOH.

Izmantojot aprēķinus, nosaki kāda metāla katjonus satur sāls A! (2 punkti)



$$n_{CO_2} = n_{KOH} / 2 = 0,3 / 2 = 0,15 \text{ mol}$$



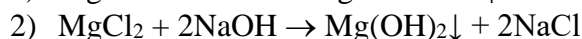
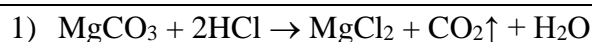
$$n_{MeCO_3} = n_{CO_2} = 0,15 \text{ mol}$$

$$M_{MeCO_3} = m_{MeCO_3} / n_{MeCO_3} = 12,6 / 0,15 = 84 \text{ g/mol}$$

$$M_{Me} = M_{MeCO_3} - M_C - 3 * M_O = 84 - 12 - 48 = 24 \text{ g/mol}$$

Tas atbilst **magnija** molmasai.

Uzraksti ķīmisko reakciju vienādojumus aprakstītajiem ķīmiskajiem procesiem! (2 punkti)



Zināms, ka sāls B ir binārs savienojums un satur 55,3% metāla katjona. Sāls B šķīdums bija bezkrāsains, to sadalīja 3 mēģenēs. 1. mēģenē pievienoja $AgNO_3$ šķīdumu, izveidojās baltas želejveida nogulsnes F. 2. mēģenē pievienoja kālija sārma šķīdumu, izveidojās baltas sīkkristāliskas nogulsnes G, kas bija līdzīgas savienojumam E, tomēr G šķīdība bija labāka nekā E šķīdība. 3. mēģenē pievienoja Na_2SO_4 , izveidojās baltas nogulsnes H, kuras nešķīda arī suspensiju sildot. Artjoms nogulsnes dekantēja (atdalīja dzidro šķīdumu no nogulsnēm). Viela

H sālsskābē nešķīda. Artjoma skolotāja to pamatoja tā, ka G savienojuma īpašības ir līdzīgas barīta īpašībām. Barīts ļoti slikti šķīst gan ūdenī, gan skābēs, to izmanto, lai absorbētu rentgenstarus un kā baltas krāsas pigmentu.

Kādu secinājumu Artjoms varēja izdarīt par sāls A un B sastāvā esošo metālisko elementu atrašanās vietu periodiskajā tabulā? Pamato! (1 punkts)

Nogulsnes G ir līdzīgas nogulsnēm E, tomēr G šķīdība paaugstinātā temperatūrā ir labāka nekā E šķīdība. Aprakstītā hidroksīdu šķīdība ir raksturīga 2. (IIA) grupas elementiem. No 2. grupas elementu hidroksīdiem šķīstošs ir $\text{Ba}(\text{OH})_2$, bet $\text{Mg}(\text{OH})_2$ un $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ir mazšķīstoši. Sagaidāms, ka $\text{Sr}(\text{OH})_2$ šķīdība būs labāka nekā $\text{Ca}(\text{OH})_2$ šķīdība, bet sliktāka nekā $\text{Ba}(\text{OH})_2$ šķīdība.

Nešķīstošās sulfāta nogulsnes ir līdzīgas BaSO_4 .

No tā izriet, ka, visticamāk, abi metāli atrodas 2. (IIA) grupā.

Īstajā brīdī Artjoms atcerējas par liesmu testu. Viņš ar naža galu paņēma cietu sāli B un ievietoja to bezkrāsainā liesmā. Liesma krāsojās aveņsarkana.

Kādu jonu Artjoman izdevās pierādīt? (1 punkts)

Sr^{2+} ir raksturīga izteikta aveņsarkanā liesmas krāsa.

Atšifrē savienojumus A, B, C, D, E, F, G un H! (4 punkti)

A- MgCO_3

B- SrCl_2

C- CO_2

D- MgCl_2

E- $\text{Mg}(\text{OH})_2$

F- AgCl

G- $\text{Sr}(\text{OH})_2$

H- SrSO_4

Ar Ag^+ joniem baltas nešķīstošas nogulsnes veido Cl^- joni, tātad Savienojums B ir stroncija hlorīds, ko apstiprina arī tas, kas sāls B satur 55,3% metāla katjonus.

6. uzdevums. Artjoms un oksīdi (17 punkti)

Artjomam ir 2 oksīdi: metāla(II) oksīds A, balts pulveris, un gāzveida oksīds B, kuru laboratorijā var iegūt no kāda Latvija plaši sastopama ieža, pilinot tam virsū koncentrētu hlorūdeņražskābi. Šo gāzi var uzkrāt, turot mēģenes atvērto galu uz leju. Gāzei B nav raksturīga smarža un krāsa, kā arī B samērā slikti šķīst ūdenī, tomēr, pazeminoties temperatūrai, šķīdība ievērojami palielinās un pat dejonizēta ūdens pH, šīs parādības dēļ, ir nedaudz zem 7.

Oksīdu A Artjoms izšķīdināja hlorūdeņražskābē, iegūstot tikai savienojumus C un I. Savienojuma C šķīdumam pakāpeniski pievienoja nātrija sārma šķīdumu, sākumā novēroja baltu želejveidīgu nogulšņu D veidošanos, vienlaicīgi radās arī savienojums L. Nogulsnes D izšķīda nātrija sārma pārākumā, radās tikai viens reakcijas produkts – savienojums E, kurā

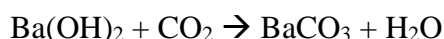
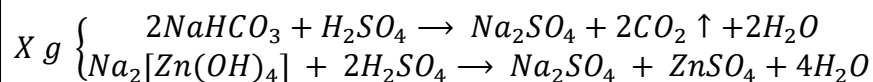
metāla(II) masas daļa ir 36,31%. Turpretī oksīdu B Artjoms uztvēra nātrija sārma šķīdumā un ieguva tikai vienu savienojumu F.

Dažus g sausa vielu E un F maisījuma Artjoms apstrādāja ar sērskābes šķīdumu. Pilnīgai reakcijas norisei patērēja 250 mL 0,25 M H_2SO_4 šķīdumu. E reakcijā ar H_2SO_4 ieguva trīs produktus G, H un I. Vielas G un H pieder pie vienas ķīmisko vielu klases. F reakcijā ar H_2SO_4 arī radās 3 produkti: G, I un B. Gāzi B uztvēra hidroksīda J šķīdumā, rodās 4,925 g nogulsnes K, kurās katjona masas daļa ir 2,28 reizes lielāka nekā anjona masas daļa.

Uzraksti ķīmisko reakciju vienādojumus aprakstītajiem ķīmiskajiem procesiem (7 vienādojumi)! (7 punkti)

- 1) $\text{ZnO} + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- 2) $\text{ZnCl}_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Zn(OH)}_2\downarrow + 2\text{NaCl}$
- 3) $\text{Zn(OH)}_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2[\text{Zn(OH)}_4]$
- 4) $\text{CO}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaHCO}_3$
- 5) $\text{Na}_2[\text{Zn(OH)}_4] + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{ZnSO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$
- 6) $2\text{NaHCO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{CO}_2\uparrow$
- 7) $\text{Ba(OH)}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{BaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

Izmantojot aprēķinus, nosaki vielu E un F saturu sausajā maisījumā, izsakot to masas daļās! (6 punkti)



$$n_{\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ kopējā}} = C_{\text{H}_2\text{SO}_4} \cdot V_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 0,25 \text{ mol/L} \cdot 0,25\text{L} = 0,0625 \text{ mol}$$

$$n_{\text{BaCO}_3} = \frac{m_{\text{BaCO}_3}}{M_{\text{BaCO}_3}} = \frac{4,925\text{g}}{197\text{g/mol}} = 0,025 \text{ mol} = n_{\text{CO}_2} = n_{\text{NaHCO}_3}$$

$$m_{\text{NaHCO}_3} = M_{\text{NaHCO}_3} \cdot n_{\text{NaHCO}_3} = 84 \text{ g/mol} \cdot 0,025 \text{ mol} = 2,1\text{g}$$

$$n_{\text{H}_2\text{SO}_4 (\text{NaHCO}_3 \text{ reakcijā})} = \frac{n_{\text{CO}_2}}{2} = 0,0125 \text{ mol}$$

$$\begin{aligned} n_{\text{H}_2\text{SO}_4 (\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] \text{ reakcijā})} &= n_{\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ kopējā}} - n_{\text{H}_2\text{SO}_4 (\text{NaHCO}_3 \text{ reakcijā})} \\ &= 0,05 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m_{\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]} &= M_{\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]} \cdot n_{\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]} = 179 \text{ g/mol} \cdot 0,025 \text{ mol} \\ &= 4,475\text{g} \end{aligned}$$

$$W_{\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]} = \frac{m_{\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]}}{m_{\text{maisījuma}}} = \frac{4,475\text{g}}{2,1\text{g} + 4,475\text{g}} = 0,68$$

$$W_{\text{NaHCO}_3} = \frac{m_{\text{NaHCO}_3}}{m_{\text{maisījuma}}} = \frac{2,1\text{g}}{6,575\text{g}} = 0,32$$

Atšifrē visas ar burtiem apzīmētās vielas! (4 punkti)

- A- ZnO
- B- CO₂
- C- ZnCl₂
- D- Zn(OH)₂
- E- Na₂[Zn(OH)₄]
- F- NaHCO₃
- G- Na₂SO₄
- H- ZnSO₄
- I- H₂O
- J- Ba(OH)₂
- K- BaCO₃
- L- NaCl