SIA UZDEVUMI.LV

Mihails Gorskis

Andrejs Zaičenko

ĶĪMIJAS 59. VALSTS OLIMPIĀDES 2. POSMA UZDEVUMU ATRISINĀJUMI

Metodiskais materiāls

Rīga, 2018

SATURS

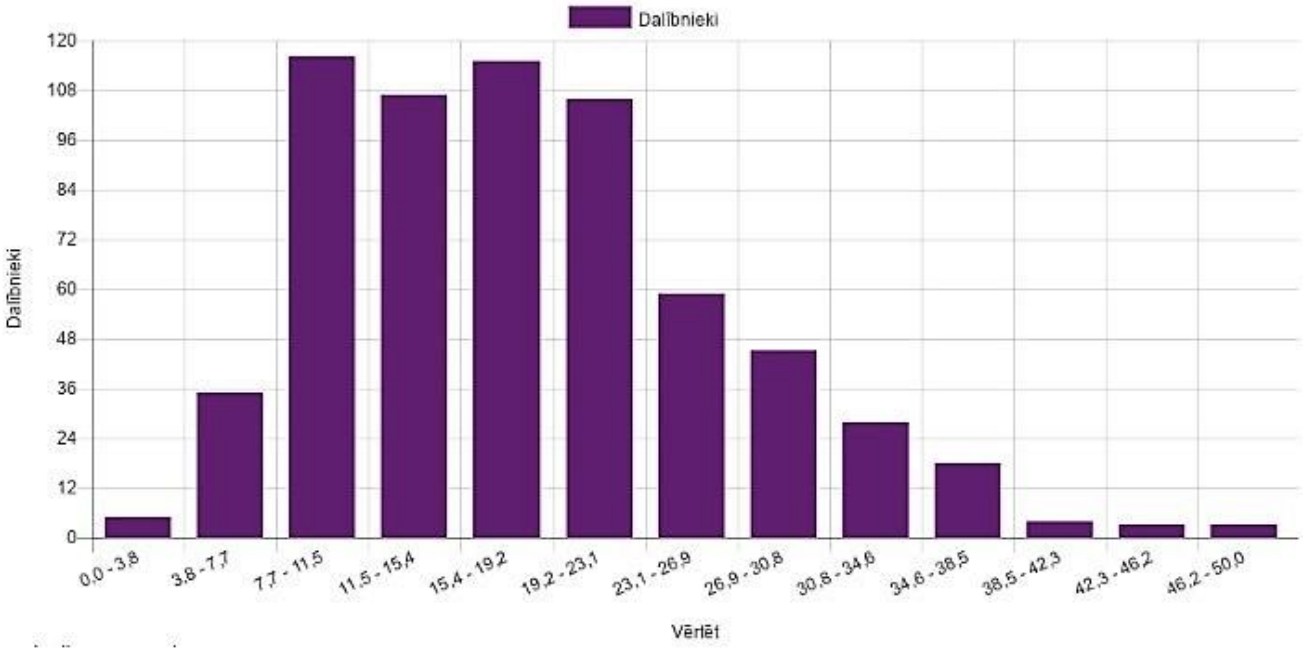
		Lpp.
	Ķīmijas 59. valsts olimpiāde: olimpiādes 2. posms	2
I.	9. klases uzdevumu atrisinājumi	4
	1. uzdevums	4
	2. uzdevums	9
	3. uzdevums	16
	4. uzdevums	18
	5. uzdevums	21
II.	10. klases uzdevumu atrisinājumi	23
	1. uzdevums	23
	2. uzdevums	29
	3. uzdevums	33
	4. uzdevums	35
	5. uzdevums	40
III.	11. klases uzdevumu atrisinājumi	42
	1. uzdevums	42
	2. uzdevums	46
	3. uzdevums	53
	4. uzdevums	61
	5. uzdevums	68
IV.	12. klases uzdevumu atrisinājumi	74
	1. uzdevums	74
	2. uzdevums	81
	3. uzdevums	91
	4. uzdevums	95
	5. uzdevums	105

Ķīmijas 59. valsts olimpiāde: olimpiādes 2. posms

Kopā olimpiādes 2. posmā piedalījušies 1908 skolēni jeb 92,3% no 2068 reģistrētajiem dalībniekiem.

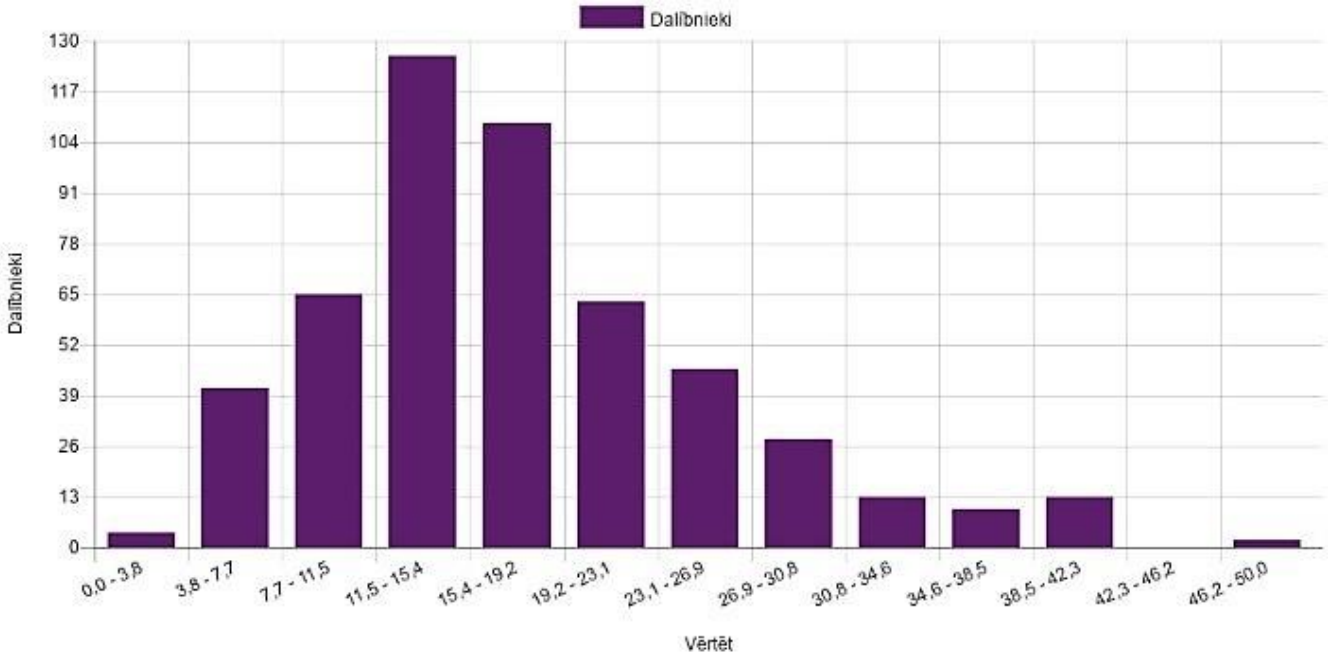
9. klase

644 dalībnieki, maksimālais punktu skaits 49,5 no 50,0.

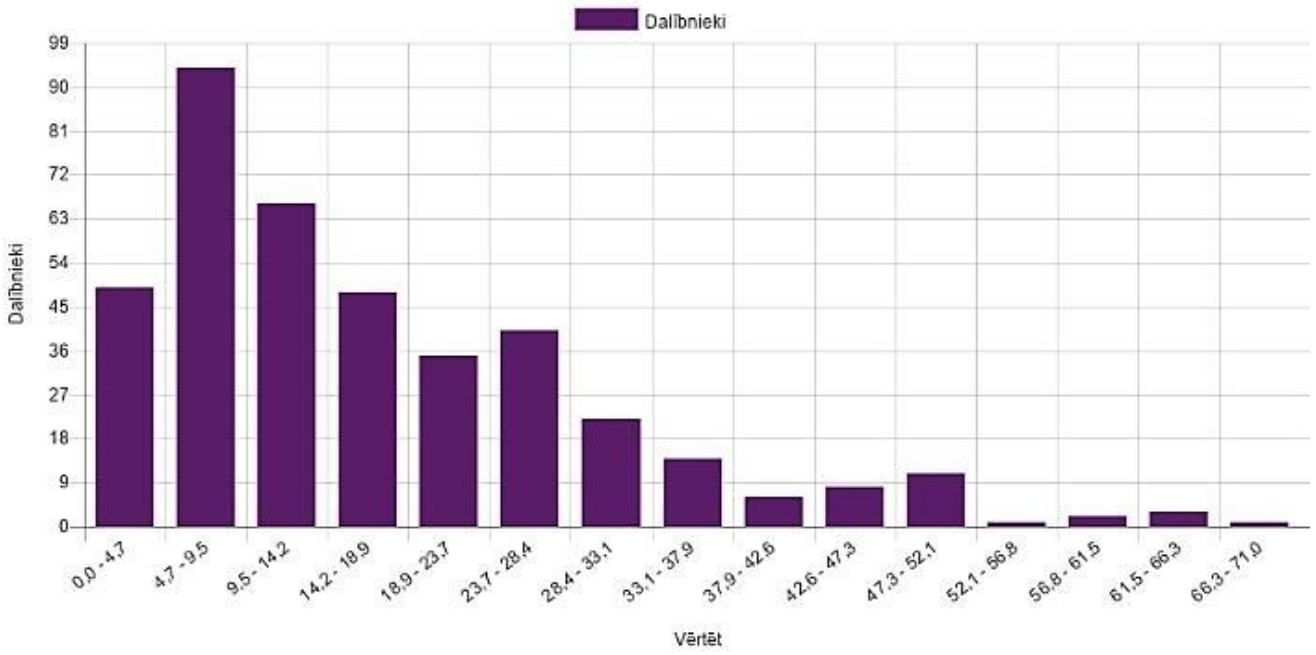


10. klase

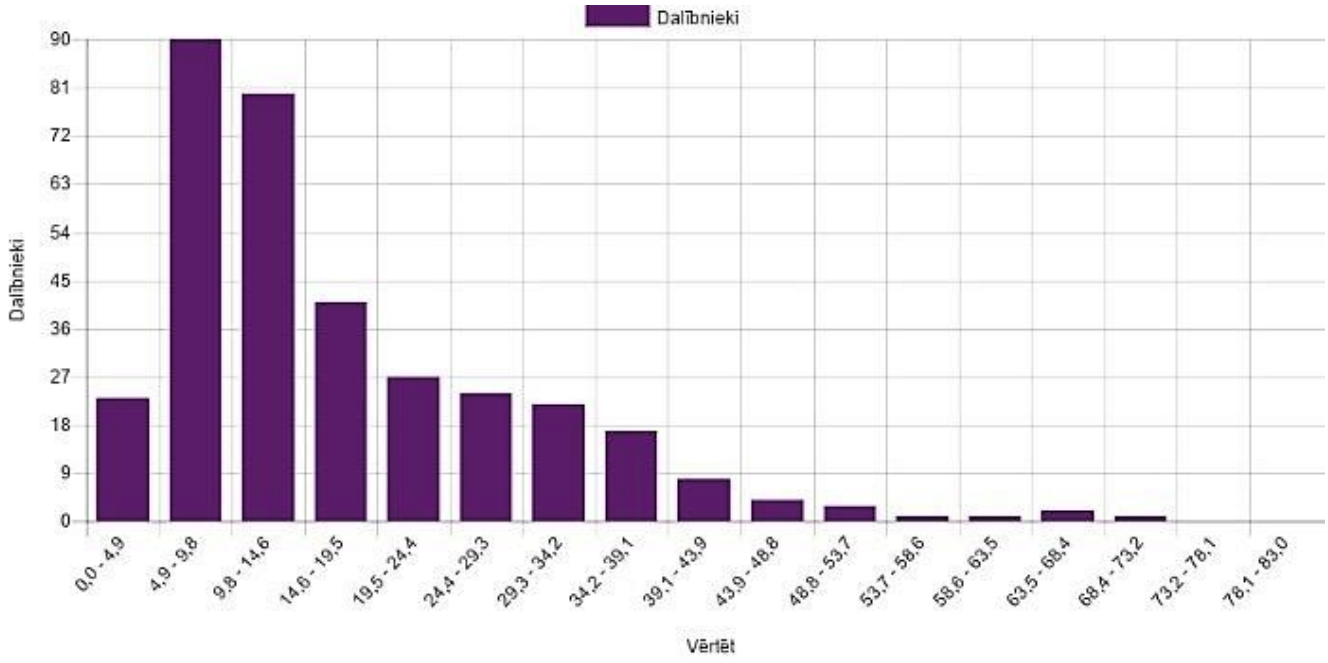
520 dalībnieki, maksimālais punktu skaits 47,0 no 50,0.



11. klase
400 dalībnieki, maksimālais punktu skaits 66,3 no 71,0.



12. klase
344 dalībnieki, maksimālais punktu skaits 72,5 no 83,0.



I. 9. KLASES UZDEVUMU ATRISINĀJUMI

1. uzdevums. Ķīmisko elementu periodiskās tabulas plašumi. 1. jautājums (1 punkts)

Ķīmisko elementu periodiskajā tabulā šobrīd ir 118 ķīmiskie elementi. Šo elementu un to veidoto savienojumu īpašības mainās ļoti plašā intervālā, tomēr starp tiem atrast daudz kopīgu un vienojošu lietu. Lietpratējam tā sniedz ļoti lielu informāciju par ķīmisko elementu un to savienojumu uzbūvi un īpašībām. Ķīmiskie elementi veido vienkāršas vielas, kas normālos apstākļos var būt gan cietā, gan šķidrā, gan gāzveida agregātstāvoklī. No tām var iegūt oksīdus, kurus var pārvērst skābēs vai bāzēs. Skābju un bāzu mijiedarbībā veidojas sāļi.

Kāda ķīmiskā elementa atoma elektronapvalks satur 34 elektronus. Uzraksti šī ķīmiskā elementa simbolu!

Atrisinājums

Elektronu skaits ķīmiska elementa atoma elektronapvalka skaitliski sakrīt ar dotā elementa atomnumuru (kārtas skaitli) periodiskajā tabulā. Trīsdesmit ceturtais elements ķīmisko elementu periodiskajā tabulā ir selēns Se.

Atbilde: Se

1. uzdevums. Ķīmisko elementu periodiskās tabulas plašumi. 2. jautājums (1 punkts)

Ķīmisko elementu periodiskajā tabulā šobrīd ir 118 ķīmiskie elementi. Šo elementu un to veidoto savienojumu īpašības mainās ļoti plašā intervālā, tomēr starp tiem atrast daudz kopīgu un vienojošu lietu. Lietpratējam tā sniedz ļoti lielu informāciju par ķīmisko elementu un to savienojumu uzbūvi un īpašībām. Ķīmiskie elementi veido vienkāršas vielas, kas normālos apstākļos var būt gan cietā, gan šķidrā, gan gāzveida agregātstāvoklī. No tām var iegūt oksīdus, kurus var pārvērst skābēs vai bāzēs. Skābju un bāzu mijiedarbībā veidojas sāļi.

Kāda ķīmiskā elementa atoma elektronapvalks satur 34 elektronus. Cik elektronu ir šī ķīmiskā elementa atoma elektronapvalka ārējā enerģijas līmenī?

Atrisinājums

Elektronu skaits atoma elektronapvalka ārējā enerģijas līmenī A grupu elementiem sakrīt ar grupas numuru. Ķīmiskais elements selēns, kuram atoma elektronapvalks satur 34 elektronus, atrodas periodiskajā tabulā VIA grupā līdz ar to šī elementa atoma elktronapvalka ārējā enerģijas līmenī kustās seši elektroni.

Atbilde: 6

1. uzdevums. Ķīmisko elementu periodiskās tabulas plašumi. 3. jautājums (1 punkts)

Kāda ķīmiskā elementa atoma elektronapvalks satur 34 elektronus. Uzraksti ķīmisko formulu šī ķīmiskā elementa oksīdam, kurā šim elementam ir visaugstākā iespējamā oksidēšanas pakāpe!

Atrisinājums

Elektronu skaits ķīmiska elementa atoma elektronapvalka skaitliski sakrīt ar dotā elementa atomnumuru (kārtas skaitli) periodiskajā tabulā. Trīsdesmit ceturtais elements ķīmisko elementu periodiskajā tabulā ir selēns Se.

Selēns ir ķīmisko elementu periodiskās tabulas VIA grupas elements. Lielākai A grupu elementu daļai augstākās iespējamas oksidēšanas pakāpes skaitliskā vērtība sakrīt ar grupas numuru. Selēns ir VI grupas elements, tāpēc šī elementa augstākā iespējamā oksidēšanas pakāpe ir +6.

Oksīds sastāv no selēna un skābekļa. Skābekļa oksidēšanas pakāpe oksīdos ir -2. Savienojuma formula ir sastādīta pareizi gadījumā, kas vielas sastāvā ietilpstošo ķīmisko elementu oksidēšanas pakāpju summa ir vienāda ar nulli, tāpēc minētā selēna oksīda ķīmiska formula ir $\overset{+6}{\mathrm{Se}}\overset{-2}{\mathrm{O}}_3$.

Atbilde: SeO_3.

1. uzdevums. Ķīmisko elementu periodiskās tabulas plašumi. 4. jautājums (1 punkts)

Ķīmiskais elements slāpeklis arī veido oksīdus. Aprēķini molmasu slāpekļa oksīdam, kurā slāpeklim ir augstākā iespējamā oksidēšanas pakāpe!

Atrisinājums

Slāpeklis ir ķīmisko elementu periodiskās tabulas VA grupas elements. Lielākai A grupu elementu daļai augstākās iespējamas oksidēšanas pakāpes skaitliskā vērtība sakrīt ar grupas numuru. Slāpeklis ir V grupas elements, tāpēc šī elementa augstākā iespējamā oksidēšanas pakāpe ir +5.

Oksīds sastāv no slāpekļa un skābekļa. Skābekļa oksidēšanas pakāpe oksīdos ir -2. Savienojuma formula ir sastādīta pareizi gadījumā, kas vielas sastāvā ietilpstošo ķīmisko elementu oksidēšanas pakāpju summa ir vienāda ar nulli, tāpēc minētā slāpekļa oksīda ķīmiska formula ir $\overset{+5}{\mathrm{N}}_2\overset{-2}{\mathrm{O}}_5$.

Slāpekļa(V) oksīda molekula satur divus slāpekļa atomus un piecus skābekļa atomus. Slāpekļa molmasa ir 14 g/mol, bet skābekļa molmasa ir 16 g/mol, tāpēc slāpekļa(V) oksīda molmasa ir:

$$M_{N_2O_5} = 2 \cdot M_N + 5 \cdot M_O = 2 \cdot 14 + 5 \cdot 16 = 28 + 80 = 108 \text{ g/mol}$$

Atbilde: 108 g/mol

1. uzdevums. Ķīmisko elementu periodiskās tabulas plašumi. 5. jautājums (1 punkts)

Mangāna augstākā oksidēšanas pakāpe ir +7. Tas veido skābo oksīdu. Šis oksīds reaģē ar ūdeni un veido permangānskābi. Permangānskābe ir vienvērtīga skābe, tajā mangānam ir augstākā oksidēšanas pakāpe.

Uzraksti permangānskābes ķīmisko formulu!

Atrisinājums

Skābiem oksīdiem reaģējot ar ūdeni, veidojas skābekli saturošās skābes, tāpēc iespējamās skābes sastāvā bez viena ūdeņraža atoma un mangāna atoma ir vēl viens vai vairāki skābekļa atomi: HMnOx. Ūdeņraža oksidēšanas pakāpe savienojumā ir +1, mangāna +7 un skābekļa -2 $\overset{+1}{H}\overset{+7}{Mn}\overset{-2}{O_x}$. Lai formula būtu sastādīta pareizi, oksidēšanas pakāpju summai savienojumā ir jābūt vienādai ar nulli:

$1\cdot(+1) + 1\cdot(+7) + x\cdot(-2) = 0.$

No šejienes

$+1 +7 - 2x = 0$

$x = 4$

Permangānskābes ķīmiska formula ir $HMnO_4$.

Atbilde: $HMnO_4$

1. uzdevums. Ķīmisko elementu periodiskās tabulas plašumi. 6. jautājums (2 punkti)

Visi ķīmiskie elementi veido vienkāršas vielas. Vairāku ķīmisko elementu veidotās vienkāršās vielas normālos apstākļos ir gāzes.

Vienas šādas gāzes blīvums normālos apstākļos ir 1,429 g/litrā. Uzraksti šīs vienkāršās vielas formulu!

Atrisinājums

Aprēķini dotās gāzveida vielas molmasu!

Viens mols gāzveida vielas normālajos apstākļos (n.a.) ieņem tilpumu 22,4 L. Izveido proporciju un atrisini to!

1 L vielas masa ir 1,429 g,

bet 22,4 L vielas masa ir x g

$$x = \frac{22{,}4\ \text{L}\cdot 1{,}429\ \text{g}}{1\ \text{L}} \approx 32\ \text{g}$$

Nosaki, kurai gāzveida vienkāršai vielai viena mola masa ir 32 g!

Molmasa 32 g/mol ir sēram S, bet sērs normālajos apstākļos ir cieta viela. Molmāsa 32 g/mol ir arī skābeklim O_2. Skābeklis n.a. ir gāze, un tas atbilst uzdevuma noteikumam.

Atbilde: O_2

1. uzdevums. Ķīmisko elementu periodiskās tabulas plašumi. 7. jautājums (2 punkti)

Ķīmiskais elements fosfors veido vairākus savienojumus ar fluoru. Viens no šiem savienojumiem satur 64,77 % fluora.

Uzraksti šī savienojuma formulu!

Atrisinājums

Apzīmē fosfora un fluora savienojuma ķīmisko formulu, ka PF_x, kur indeksa x skaitliskā vērtība sakrīt ar fosfora vērtību savienojumā.

Uzraksti matemātisko izteiksmi, kuru izmantojot, var aprēķināt, cik liela ir fluora masas daļa savienojumā PF_x!

$$w_F = \frac{x \cdot M_F}{M_{PF_x}}$$

Bet $M_{PF_x} = 1 \cdot M_P + x \cdot M_F$, tāpēc

$$w_F = \frac{x \cdot M_F}{M_P + x \cdot M_F}$$

Ievieto formulā fizikālo lielumu skaitliskās vērtības un aprēķini, kāda ir indeksa x skaitliskā vērtība!

$$0,6477 = \frac{19x}{31 + 19x}$$

$$0,6477 \cdot (31 + 19x) = 19x$$

x = 3

Atbilde: PF_3

1. uzdevums. Ķīmisko elementu periodiskās tabulas plašumi. 8. jautājums (2 punkti)

Daudzi ķīmiskie savienojumi rodas, ja vienkāršas vielas piemērotos apstākļos reaģē viena ar otru. 3,66 g pulverveida antimona sajauca ar 1,44 g pulverveida sēra un šo maisījumu izkarsēja. Ieguva 5,10 g antimona sulfīda.

Uzraksti iegūtā antimona sulfīda ķīmisko formulu!

Atrisinājums

Apzīmē radušos antimona sulfīda formulu kā Sb_xS_y.

Pārbaudi, vai antimons pilnīgi izreaģējis ar sēru!

$m_{Sb} + m_S = 3{,}66\ \text{g} + 1{,}44\ \text{g} = 5{,}10\ \text{g}$, kas sakrīt ar radušos antimona sulfīda masu.

Indeksu attiecība antimona sulfīda formulā sakrīt ar elementu vielas daudzuma attiecību, tāpēc, lai aprēķinātu indeksu attiecību, aprēķini elementu vielas daudzuma attiecību!

$$x : y = n_{Sb} : n_S = \frac{m_{Sb}}{M_{Sb}} : \frac{m_O}{M_O} = \frac{3{,}66\ \text{g}}{122\ \text{g/mol}} : \frac{1{,}44\ \text{g}}{32\ \text{g/mol}} =$$

$$= 0{,}03\ \text{mol} : 0{,}045\ \text{mol} = \frac{0{,}03 : 0{,}045}{0{,}03} = 1 : 1{,}5 = 2 : 3$$

Iegūtā antimona sulfīda formula ir Sb_2S_3.

Atbilde: Sb_2S_3

1. uzdevums. Ķīmisko elementu periodiskās tabulas plašumi. 9. jautājums (2 punkti)

Kāda ķīmiskā elementa atoma elektronapvalka ārējais enerģijas līmenis satur 50 % no visiem elektronapvalkā esošajiem elektroniem.

Uzraksti šī ķīmiskā elementa simbolu!

Atrisinājums

Atoma elektronapvalka ārējā enerģijas līmenī var būt no 1 līdz 8 elektroniem.

Pieņem, ka dotā ķīmiska elementa atoma elektronapvalka ārējā enerģijas līmenī ir viens elektrons. Tādā gadījumā kopējais elektronu skaits ir 2. Tas atbilst ķīmiskajam elementam hēlijam, taču hēlija atoma elektronapvalka ārējā enerģijas līmenī ir 2 elektroni.

Pieņem, ka atoma elektronapvalka ārējā enerģijas līmenī ir divi elektroni. Tādā gadījumā kopējais elektronu skaits ir 4. Tas atbilst ķīmiskajam elementam berilijam. Berilija atoma elektronapvalka ārējā enerģijas līmenī tiešām ir 2 elektroni.

Šis ķīmiskais elements ir berilijs Be.

Atbilde: Be

1. uzdevums. Ķīmisko elementu periodiskās tabulas plašumi. 10. jautājums (1 punkts)

2017. gada novembrī izsolē Ženēvā par 33,5 miljoniem Šveices franku tika pārdots 163,41 karātu liels dimants.

Aprēķini pārdotās vielas daudzumu, ievērojot, ka 1 karāts = 200 mg. Atbildi izsaki molos ar diviem cipariem aiz komata!

Atrisinājums

1. Aprēķini, cik liela ir dimanta masa gramos!

   $m_{dimanta}$ = 163,41 karātu·200 mg/karāts = 32682 mg = 32,682 g

2. Ņemot vērā, ka dimants sastāv no ķīmiska elementa oglekļa, aprēķini oglekļa vielas daudzumu dimantā!

$$n_C = \frac{m_C}{M_C} = \frac{32{,}682\ \text{g}}{12\ \text{g/mol}} \approx 2{,}72\ \text{mol}$$

Atbilde: 2,72 mol

2. uzdevums. Oksīdu parāde. 11. jautājums (1 punkts)

Gandrīz visi ķīmiskie elementi veido oksīdus. Istabas temperatūrā tie var būt gan cieti, gan šķidri, gan gāzveida. Oksīdus iedala sāļus veidojošajos un sāļus neveidojošajos oksīdos. Sāļus veidojošos oksīdus vēl iedala bāziskajos, skābajos un amfotērajos oksīdos.

Daudzi oksīdi ikdienā mums ir visapkārt, daudzus citus sintezē laboratorijās vai iegūst rūpnieciski. Oksīdus izmanto visdažādākajās nozarēs, jo tiem ir daudz vērtīgu īpašību.

Uzglabājot ilgstoši gaisā magnija oksīdu, tas var reaģēt ar gaisa sastāvā esošo ogļskābo gāzi. Uzraksti formulu ķīmiskajam savienojumam, kurš veidosies, magnija oksīdam reaģējot ar ogļskābo gāzi!

Atrisinājums

Magnija oksīds MgO ir bāziskais oksīds, bet ogļskābā gāze jeb oglekļa(IV) oksīds CO_2 ir skābais oksīds.

Bāziskiem oksīdiem reaģējot ar skābiem oksīdiem veidojas sāļi. Magnija oksīdam reaģējot ar ogļskābo gāzi veidojas magnija karbonāts:

$MgO + CO_2 \rightarrow MgCO_3$

Atbilde: $MgCO_3$

2. uzdevums. Oksīdu parāde. 12. jautājums (2 punkti)

Lai noskaidrotu, vai magnija oksīda paraugs, kas ilgstoši uzglabāts saskarē ar gaisu, ir reaģējis ar ogļskābo gāzi, 0,968 g šī parauga apstrādāja ar atšķaidītu sērskābi. Pilnīgai reakcijas norisei bija nepieciešami 38,685 mL 5,39 % sērskābes šķīduma, kura blīvums bija 1,034 g/mL.

Aprēķini šajā reakcijā izlietotās sērskābes daudzumu! Atbildi izsaki molos ar trim cipariem aiz komata!

Atrisinājums

Magnija oksīdam reaģējot ar ogļskābo gāzi veidojas magnija karbonāts:

$MgO + CO_2 \rightarrow MgCO_3$

Savukārt magnija karbonātam reaģējot ar sērskābi rodas magnija sulfāts ogļskābā gāze un ūdens:

$MgCO_3 + H_2SO_4 \rightarrow MgSO_4 + CO_2\uparrow + H_2O$

1. Zinot sērskābes šķīduma tilpumu un blīvumu, aprēķini sērskābes šķīduma masu!
   $m_{H_2SO_4\ \text{šķ.}} = V_{H_2SO_4\ \text{šķ.}} \cdot \rho_{H_2SO_4\ \text{šķ.}} = 38{,}685\ \text{mL} \cdot 1{,}034\ \text{g/mL} \approx 40\ \text{g}$
2. Zinot šķīduma masu un sērskābes masas daļu šķīdumā, aprēķini sērskābes masu!
   $m_{H_2SO_4} = m_{H_2SO_4\ \text{šķ.}} \cdot w_{H_2SO_4} = 40\ \text{g} \cdot 0{,}0539 = 2{,}156\ \text{g}$
3. Zinot sērskābes masu, aprēķini vielas daudzumu!
   $M_{H_2SO_4} = 2 \cdot M_H + 1 \cdot M_S + 4 \cdot M_O = 2 \cdot 1 + 1 \cdot 32 + 4 \cdot 16 = 98\ \text{g/mol}$

   $$n_{H_2SO_4} = \frac{m_{H_2SO_4}}{M_{H_2SO_4}} = \frac{2{,}156\ \text{g}}{98\ \text{g/mol}} = 0{,}022\ \text{mol}$$

Atbilde: 0,022 mol

2. uzdevums. Oksīdu parāde. 13. jautājums (4 punkti)

Lai noskaidrotu, vai magnija oksīda paraugs, kas ilgstoši uzglabāts saskarē ar gaisu, ir reaģējis ar ogļskābo gāzi, 0,968 g šī parauga apstrādāja ar atšķaidītu sērskābi. Pilnīgai reakcijas norisei bija nepieciešami 38,685 mL 5,39 % sērskābes šķīduma, kura blīvums bija 1,034 g/mL.

Aprēķini magnija oksīda masas daļu analizētajā paraugā! Iegūto rezultātu izsaki % ar diviem cipariem aiz komata!

Atrisinājums

1. Zinot sērskābes šķīduma tilpumu un blīvumu, aprēķini sērskābes šķīduma masu!
   $m_{H_2SO_4\ \text{šķ.}} = V_{H_2SO_4\ \text{šķ.}} \cdot \rho_{H_2SO_4\ \text{šķ.}} = 38{,}685\ \text{mL} \cdot 1{,}034\ \text{g/mL} \approx 40\ \text{g}$
2. Zinot šķīduma masu un sērskābes masas daļu šķīdumā, aprēķini sērskābes masu!
   $m_{H_2SO_4} = m_{H_2SO_4\ \text{šķ.}} \cdot w_{H_2SO_4} = 40\ \text{g} \cdot 0{,}0539 = 2{,}156\ \text{g}$
3. Zinot sērskābes masu, aprēķini vielas daudzumu!
   $M_{H_2SO_4} = 2 \cdot M_H + 1 \cdot M_S + 4 \cdot M_O = 2 \cdot 1 + 1 \cdot 32 + 4 \cdot 16 = 98\ \text{g/mol}$

   $$n_{H_2SO_4} = \frac{m_{H_2SO_4}}{M_{H_2SO_4}} = \frac{2{,}156\ \text{g}}{98\ \text{g/mol}} = 0{,}022\ \text{mol}$$

4. Sērskābe reaģē gan ar magnija oksīdu, gan ar magnija karbonātu. Uzraksti atbilstošo reakciju vienādojumus!

   $MgO + H_2SO_4 \rightarrow MgSO_4 + H_2O$

   $MgCO_3 + H_2SO_4 \rightarrow MgSO_4 + H_2O + CO_2 \uparrow$

5. Pieņem, ka magnija oksīda vielas daudzums paraugā bija x mol, bet magnija karbonāta vielas daudzums – y mol.
6. Aprēķini magnija oksīda masu paraugā!

   $m_{MgO} = n_{MgO} \cdot M_{MgO} = x \text{ mol} \cdot 40 \text{ g/mol} = 40x \text{ g}$

7. Aprēķini magnija karbonāta masu paraugā!

   $m_{MgCO_3} = n_{MgCO_3} \cdot M_{MgCO_3} = y \text{ mol} \cdot 84 \text{ g/mol} = 84y \text{ g}$

8. Zinot, cik liela ir katras maisījuma sastāvdaļas masa un cik liela ir kopēja maisījuma masa, sastādi 1. algebrisko vienādojumu!

   40x + 84y = 0,968

9. Aprēķini, cik liels sērskābes vielas daudzums tiek patērēts reakcijā ar x moliem magnija oksīda!

   Spriežot pēc koeficientiem reakcijas vienādojumā, sērskābes daudzums, kas tiek patērēts reakcijā ar magnija oksīdu, ir vienāds ar magnija oksīda vielas daudzumu:

   $n^{I}_{H_2SO_4} = n_{Mgo} = x \text{ mol}$

10. Aprēķini, cik liels sērskābes vielas daudzums tiek patērēts reakcijā ar y moliem magnija karbonāta!

    Spriežot pēc koeficientiem reakcijas vienādojumā, sērskābes daudzums, kas tiek patērēts reakcijā ar magnija karbonātu, ir vienāds ar magnija karbonāta vielas daudzumu:

    $n^{II}_{H_2SO_4} = n_{MgCO_3} = y \text{ mol}$

11. Zinot, cik liels sērskābes daudzums tiek patērēts atsevišķi reakcijā ar magnija oksīdu un reakcijā ar magnija karbonātu, kā arī, cik liels sērskābes daudzums tika patērēts reakcijā ar maisījumu kopumā, sastādi 2. algebrisko vienādojumu!

    $x + y = 0,022$

12. Atrisini sistēmu, kas sastāv no diviem algebriskiem vienādumiem (1. un 2.) ar diviem nezināmiem, un atrisini to!

    $$\begin{cases} 40x + 84y = 0,968 \\ x + y = 0,022 \end{cases}$$

    $y = 0,022 - x$

    $40x + 84(0,022 - x) = 0,968$

    $x = 0,020 \text{ mol MgO}$

13. Aprēķini magnija oksīda masu paraugā!

    $m_{MgO} = n_{MgO} \cdot M_{MgO} = 0,02 \text{ mol} \cdot 40 \text{ g/mol} = 0,8 \text{ g}$

14. Aprēķini magnija oksīda masas daļu paraugā!

$$w_{\text{MgO}} = \frac{m_{\text{MgO}}}{m_{\text{MgO}} + m_{\text{MgO}}} = \frac{0{,}8\ \text{g}}{0{,}968\ \text{g}} = 0{,}8264 = 82{,}64\%$$

Atbilde: 82,64%

2. uzdevums. Oksīdu parāde. 14. jautājums (2 punkti)

Lai noskaidrotu, vai magnija oksīda paraugs, kas ilgstoši uzglabāts saskarē ar gaisu, ir reaģējis ar ogļskābo gāzi, 0,968 g šī parauga apstrādāja ar atšķaidītu sērskābi. Pilnīgai reakcijas norisei bija nepieciešami 38,685 mL 5,39 % sērskābes šķīduma, kura blīvums bija 1,034 g/mL.

Aprēķini, cik lielu tilpumu ogļskābās gāzes (normālos apstākļos) bija piesaistījis šis paraugs! Atbildi izsaki mililitros ar vienu ciparu aiz komata!

Atrisinājums

1. Zinot sērskābes šķīduma tilpumu un blīvumu, aprēķini sērskābes šķīduma masu!
   $m_{\text{H}_2\text{SO}_4\ \text{šķ.}} = V_{\text{H}_2\text{SO}_4\ \text{šķ.}} \cdot \rho_{\text{H}_2\text{SO}_4\ \text{šķ.}} = 38{,}685\ \text{mL} \cdot 1{,}034\ \text{g/mL} \approx 40\ \text{g}$
2. Zinot šķīduma masu un sērskābes masas daļu šķīdumā, aprēķini sērskābes masu!
   $m_{\text{H}_2\text{SO}_4} = m_{\text{H}_2\text{SO}_4\ \text{šķ.}} \cdot w_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 40\ \text{g} \cdot 0{,}0539 = 2{,}156\ \text{g}$
3. Zinot sērskābes masu, aprēķini vielas daudzumu!
   $M_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 2 \cdot M_{\text{H}} + 1 \cdot M_{\text{S}} + 4 \cdot M_{\text{O}} = 2 \cdot 1 + 1 \cdot 32 + 4 \cdot 16 = 98\ \text{g/mol}$

   $$n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{m_{\text{H}_2\text{SO}_4}}{M_{\text{H}_2\text{SO}_4}} = \frac{2{,}156\ \text{g}}{98\ \text{g/mol}} = 0{,}022\ \text{mol}$$
4. Sērskābe reaģē gan ar magnija oksīdu, gan ar magnija karbonātu. Uzraksti atbilstošo reakciju vienādojumus!
   $\text{MgO} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MgSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
   $\text{MgCO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MgSO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$
5. Pieņem, ka magnija oksīda vielas daudzums paraugā bija x mol, bet magnija karbonāta vielas daudzums – y mol.
6. Aprēķini magnija oksīda masu paraugā!
   $m_{\text{MgO}} = n_{\text{MgO}} \cdot M_{\text{MgO}} = x\ \text{mol} \cdot 40\ \text{g/mol} = 40x\ \text{g}$
7. Aprēķini magnija karbonāta masu paraugā!
   $m_{\text{MgCO}_3} = n_{\text{MgCO}_3} \cdot M_{\text{MgCO}_3} = y\ \text{mol} \cdot 84\ \text{g/mol} = 84y\ \text{g}$
8. Zinot, cik liela ir katras maisījuma sastāvdaļas masa un cik liela ir kopēja maisījuma masa, sastādi 1. algebrisko vienādojumu!
   40x + 84y = 0,968
9. Aprēķini, cik liels sērskābes vielas daudzums tiek patērēts reakcijā ar x moliem magnija oksīda!

Spriežot pēc koeficientiem reakcijas vienādojumā, sērskābes daudzums, kas tiek patērēts reakcijā ar magnija oksīdu, ir vienāds ar magnija oksīda vielas daudzumu:

$n^{\text{I}}_{H_2SO_4} = n_{Mgo} = x \text{ mol}$

10. Aprēķini, cik liels sērskābes vielas daudzums tiek patērēts reakcijā ar y moliem magnija karbonāta!

    Spriežot pēc koeficientiem reakcijas vienādojumā, sērskābes daudzums, kas tiek patērēts reakcijā ar magnija karbonātu, ir vienāds ar magnija karbonāta vielas daudzumu:

    $n^{\text{II}}_{H_2SO_4} = n_{MgCO_3} = y \text{ mol}$

11. Zinot, cik liels sērskābes daudzums tiek patērēts atsevišķi reakcijā ar magnija oksīdu un reakcijā ar magnija karbonātu, kā arī, cik liels sērskābes daudzums tika patērēts reakcijā ar maisījumu kopumā, sastādi 2. algebrisko vienādojumu!

    $x + y = 0,022$

12. Atrisini sistēmu, kas sastāv no diviem algebriskiem vienādumiem (1. un 2.) ar diviem nezināmiem, un atrisini to!

    $$\begin{cases} 40x + 84y = 0,968 \\ x + y = 0,022 \end{cases}$$

    $x = 0,022 - y$

    $40(0,022 - y) + 84y = 0,968$

    $y = 0,002 \text{ mol } MgCO_3$

13. Magnija karbonāts veidojas magnija oksīdam reaģējot ar ogļskābo gāzi:

    $MgO + CO_2 \rightarrow MgCO_3$

    Aprēķini, cik liels ogļskābās gāzes daudzums ir nepieciešams, lai veidotos iepriekšējā darbībā aprēķināts magnija karbonāta daudzums!

    $n_{CO_2} = n_{MgCO_3} = 0,002 \text{ mol}$

14. Aprēķini, cik lielu tilpumu (n.a.) ieņem 0,02 mol ogļskābās gāzes!

    $V_{CO_2} = n_{CO_2} \cdot V_0 = 0,002 \text{ mol} \cdot 22,4 \text{ L/mol} = 0,0448 \text{ L} = 44,8 \text{ mL}$

Atbilde: 44,8 mL

2. uzdevums. Oksīdu parāde. 15. jautājums (2 punkti)

Magnija oksīds var reaģēt ne tikai ar ogļskābo gāzi, bet arī ar daudzām citām vielām. Atzīmē vielas, ar kurām reaģē magnija oksīds!

Iespējamas vairākas pareizas atbildes! Izsējies vienu vai vairākas atbildes:

a. H_2SO_4

b. $CaCO_3$

c. Au

d. N_2O_5

Atrisinājums

Magnija oksīds ir bāziskais oksīds. Bāziskie oksīdi spēj reaģēt ar skābēm, piemēram ar sērskābi. Bāziskajam oksīdam reaģējot ar skābi rodas sāls un ūdens:

$MgO + H_2SO_4 \rightarrow MgSO_4 + H_2O$

Bāziskie oksīdi spēj reaģēt ar skābiem oksīdiem, piemēram ar slāpekļa(V) oksīdu. Bāziskajam oksīdam reaģējot ar skābo oksīdu rodas sāls:

$MgO + N_2O_5 \rightarrow Mg(NO_3)_2$

Atbilde: a, d

2. uzdevums. Oksīdu parāde. 16. jautājums (2 punkti)

Sēra(IV) oksīds ir ļoti reaģētspējīgs savienojums.

Atzīmē, ar kurām vielām reaģēs sēra(IV) oksīds! Izsējies vienu vai vairākas atbildes:

a. FeO

b. O_2

c. P_2O_5

d. H_3PO_4

Atrisinājums

Sēra(IV) oksīds ir skābais oksīds. skābie oksīdi spēj reaģēt ar bāziskiem oksīdiem, piemēram, ar dzelzs(II) oksīdu. Bāziskajam oksīdam reaģējot ar skābo oksīdu rodas sāls:

$FeO + SO_2 \rightarrow MgSO_3$

Skābeklis oksidē sēra(IV) oksīdu līdz sēra(VI) oksīdam:

$$2SO_2 + O_2 \underset{\text{katalizators}}{\overset{t^o}{\rightleftarrows}} 2SO_3$$

Atbilde: a, b

2. uzdevums. Oksīdu parāde. 17. jautājums (1 punkts)

Daudzām vielām joprojām lieto to vēsturiskos (triviālos) nosaukumus.

Zinātkārais Ārčijs apgalvo, ka slāpekļa(I) oksīdu sauc arī par tvana gāzi. Vai tas ir patiesi?

Izvēlies vienu atbildi:

a. Patiesi
b. Aplami

Atrisinājums

Slāpekļa(I) oksīda triviālais nosaukums ir jautrības jeb smieklu gāze. Par tvana gāzi sauc oglekļa(II) oksīdu.

Atbilde: b

2. uzdevums. Oksīdu parāde. 18. jautājums (2 punkti)

Oksīdu ķīmiskās formulas var paredzēt, zinot to veidojošā ķīmiskā elementa atrašanās vietu periodiskajā tabulā.

Analīzē noskaidrots, ka kāda ķīmiskā elementa oksīda molmasa ir 60 g/mol. Uzraksti šī oksīda formulu!

Atrisinājums

1. Oksīdu vispārīgā formula ir E_xO_y, kur E – kāda ķīmiska elementa simbols, bet x un y ir indeksi.
2. Pieņem, ka ķīmiskais elements, kas ietilpst oksīda sastāvā, ir vienvērtīgs. Tad oksīda formula ir E_2O. Aprēķini iespējamo elementa E molmasu!
   $M_{E_2O} = 2 \cdot M_E + 1 \cdot M_O$
   $2 \cdot M_E + 1 \cdot 16 = 60$
   $M_E = 22 \text{ g/mol}$
   Ķīmiskais elements ar šādu molmasu neeksistē.
3. Pieņem, ka ķīmiskais elements, kas ietilpst oksīda sastāvā, ir divvērtīgs. Tad oksīda formula ir EO. Aprēķini iespējamo elementa E molmasu!
   $M_{EO} = 1 \cdot M_E + 1 \cdot M_O$
   $1 \cdot M_E + 1 \cdot 16 = 60$
   $M_E = 44 \text{ g/mol}$
   Ķīmiskais elements ar šādu molmasu neeksistē.
4. Pieņem, ka ķīmiskais elements, kas ietilpst oksīda sastāvā, ir trīsvērtīgs. Tad oksīda formula ir E_2O_3. Aprēķini iespējamo elementa E molmasu!
   $M_{E_2O_3} = 2 \cdot M_E + 3 \cdot M_O$
   $2 \cdot M_E + 3 \cdot 16 = 60$
   $M_E = 6 \text{ g/mol}$
   Ķīmiskais elements ar šādu molmasu neeksistē.
5. Pieņem, ka ķīmiskais elements, kas ietilpst oksīda sastāvā, ir četrvērtīgs. Tad oksīda formula ir EO_2. Aprēķini iespējamo elementa E molmasu!

$$M_{EO_2} = 1 \cdot M_E + 2 \cdot M_O$$

$$1 \cdot M_E + 2 \cdot 16 = 60$$

$$M_E = 28 \text{ g/mol}$$

Četrvērtīgs ķīmiskais elements ar šādu molmasu ir silīcijs Si. Silīcija oksīda formula ir SiO_2.

Atbilde: SiO_2

2. uzdevums. Oksīdu parāde. 19. jautājums (2 punkti)

Mangāna(VII) oksīds ir viens no visnestabilākajiem oksīdiem. Tas sāk sadalīties, ja temperatūra pārsniedz -10 °C. Zemā temperatūrā tas sadalās lēni, bet virs 95 °C tas sadalās ar eksploziju. Sadaloties mangāna(VII) oksīdam no viena mola tā rodas 33,6 L skābekļa (pārrēķinot uz normāliem apstākļiem) un kāds cits mangāna oksīds.

Uzraksti tā mangāna oksīda formulu, kurš rodas šajā reakcijā!

Atrisinājums

1. Aprēķini izdalījušos skābekļa vielas daudzumu!

$$n_{O_2} = \frac{V_{O_2}}{V_0} = \frac{33,6 \text{ L}}{22,4 \text{ L/mol}} = 1,5 \text{ mol}$$

2. Aprēķini sadalījušos mangāna(VII) oksīda un izdalījušos skābekļa vielas daudzuma attiecību!

$$n_{Mn_2O_7} : n_{O_2} = 1 : 1,5 = 2 : 3$$

3. Vielu daudzumu attiecība atbilst koeficientu attiecībai reakcijas vienādojumā. Uzraksti mangāna(VII) oksīda sadalīšanas reakcijas fragmentu, ievietojot zināmu vielu formulas un izvietojot koeficientus!

   $2Mn_2O_7 \rightarrow ? + 3O_2$

4. Salīdzini vienādojuma fragmenta kreiso un labo pusi!

   Kreisajā pusē ir četri mangāna atomi, bet labajā pusē mangāns pagaidām nav; kreisajā pusē ir četrpadsmit skābekļa atomi, bet labajā pusē ir tikai seši skābekļa atomi. Tātad labajā pusē trūkst četri mangāna atomi un astoņi skābekļa atomi. Labajā pusē trūkstošs savienojums varētu būt mangāna(IV) oksīds:

   $2Mn_2O_7 \rightarrow 4MnO_2 + 3O_2$

Atbilde: MnO_2

3. uzdevums. Šķīdumi. 20. jautājums (1 punkts)

Ikdienā ļoti bieži izmanto nevis tīras vielas, bet visdažādākos vielu maisījumus. Katru dienu mēs sastopamies ar dažādiem šķīdumiem. Tie var būt īsti un koloīdi, gan piesātināti, gan nepiesātināti vai pārsātināti, arī koncentrēti un atšķaidīti, bezkrāsaini un krāsaini...

Paaugstinātā temperatūrā 75,0 gramos ūdens izšķīdināja 75,0 gramus kālija bromīda un ieguva dzidru šķīdumu, kuru pēc tam atdzesēja līdz 20 ^{o}C. Kālija bromīda šķīdība 20 ^{o}C ir 65,5 g 100 gramos ūdens.

Aprēķini kālija bromīda masas daļu iegūtajā šķīdumā paaugstinātajā temperatūrā! Ieraksti rezultātu, izteiktu % ar vienu ciparu aiz komata!

Atrisinājums

1. Aprēķini, cik liela ir šķīduma masa paaugstinātajā temperatūrā!
   $m_{\text{šķ.}} = m_{\text{H}_2\text{O}} + m_{\text{KBr}} = 75{,}0\ \text{g} + 75{,}0\ \text{g} = 150{,}0\ \text{g}$
2. Aprēķini kālija bromīda masas daļu šķīdumā paaugstinātajā temperatūrā!
   $$w_{\text{KBr}} = \frac{m_{\text{KBr}}}{m_{\text{šķ.}}} = \frac{75{,}0\ \text{g}}{150\ \text{g}} = 0{,}500 = 50{,}0\%$$

Atbilde: 50,0%

3. uzdevums. Šķīdumi. 21. jautājums (2 punkti)

Ikdienā ļoti bieži izmanto nevis tīras vielas, bet visdažādākos vielu maisījumus. Katru dienu mēs sastopamies ar dažādiem šķīdumiem. Tie var būt īsti un koloīdi, gan piesātināti, gan nepiesātināti vai pārsātināti, arī koncentrēti un atšķaidīti, bezkrāsaini un krāsaini...

Paaugstinātā temperatūrā 75,0 gramos ūdens izšķīdināja 75,0 gramus kālija bromīda un ieguva dzidru šķīdumu, kuru pēc tam atdzesēja līdz 20 ^{o}C.

Aprēķini, cik g kālija bromīda izkristalizējās, pagatavoto šķīdumu atdzesējot līdz 20 ^{o}C! Kālija bromīda šķīdība 20 ^{o}C ir 65,5 g 100 gramos ūdens.

Ieraksti rezultātu, izteiktu gramos ar vienu ciparu aiz komata!

Atrisinājums

1. Aprēķini, cik liela kālija bromīda masa šķīst 75,0 g ūdens 20 ^{o}C temperatūrā!
   Ja 20 ^{o}C temperatūrā 100 g ūdens šķīst 65,5 g kālija bromīda, tad
   75,0 g ūdens šķīst x g kālija bromīda.
   $$x = \frac{75{,}0\ \text{g} \cdot 65{,}5\ \text{g}}{100\ \text{g}} = 49{,}125\ \text{g KBr}$$
2. Aprēķini, cik g kālija bromīda izkristalizējās, atdzesējot sākotnēji pagatavoto šķīdumu!
   Ja paaugstinātajā temperatūrā šķīduma bija 75,0 g KBr, tad 20 ^{o}C temperatūrā – tikai 49,125 g KBr. Pārējais kālija bromīds izkristalizējās.

$$\Delta m_{KBr} = m^{I}_{KBr} - m^{II}_{KBr} = 75{,}0\ \text{g} - 49{,}125\ \text{g} = 25{,}875\ \text{g} \approx 25{,}9\ \text{g}$$

Atbilde: 25,9 g

4. uzdevums. Pretstati ķīmijā – skābes un bāzes. 22. jautājums (1 punkts)

Skābes un bāzes ir vienas no svarīgākajām neorganisko vielu klasēm.

Skābes rodas, ja skābais oksīds reaģē ar ūdeni. Kādā eksperimentā ūdenī izšķīdināja slāpekļa(V) oksīdu. Uzraksti iegūtās skābes ķīmisko formulu!

Atrisinājums

Slāpekļa(V) oksīdam reaģējot ar ūdeni veidojas slāpekļskābe:

$N_2O_5 + H_2O \rightarrow HNO_3$

Atbilde: HNO_3

4. uzdevums. Pretstati ķīmijā – skābes un bāzes. 23. jautājums (2 punkti)

Atzīmē kuras no skābēm nevar iegūt skābā oksīda reakcijā ar ūdeni! Izvēlies vienu vai vairākas atbildes!

a. HCl

b. H_2SiO_3

c. H_2SO_4

d. H_3PO_4

Atrisinājums

Reakcijā starp skābo oksīdu un ūdeni nav iespējams iegūt skābekli nesaturošo skābi, piemēram, sālsskābi HCl.

No skābajiem oksīdiem ar ūdeni nereaģē silīcija oksīds SiO_2, kas ir silīcijskābes H_2SiO_3 anhidrīds.

Atbilde: a, b

4. uzdevums. Pretstati ķīmijā – skābes un bāzes. 24. jautājums (2 punkti)

Ir zināmi vairāki paņēmieni bāzu jeb hidroksīdu iegūšanai.

Atzīmē tos vielu pārus, kuru savstarpējā reakcijā varēs iegūt nātrija hidroksīdu! Izvēlies vienu vai vairākas:

a. $Na_{\text{(kristālisks)}} + H_2O$

b. $NaCl_{\text{(šķīdums)}} + KOH_{\text{(šķīdums)}}$

c. Na_2CO_3 (šķīdums) + $Ca(OH)_2$ (šķīdums)

d. LiOH (kristālisks) + Na (kristālisks)

Atrisinājums

Nātrija hidroksīds ir ūdenī šķīstošā bāze jeb sārms.

1. Sārmi rodas sārmu metāliem reaģējot ar ūdeni, piemēram
   $2Na + 2H_2O \rightarrow 2NaOH + H_2\uparrow$
2. Ķīmiskās reakcijas starp sāļiem un bāzēm ir iespējamas, ja abas izejvielas ir ūdenī šķīstošās, bet apmaiņas reakcijas rezultātā rodas ūdenī nešķīstošā viela. Šādi priekšnoteikumi tiek ievēroti, ja nātrija karbonāta šķīdumam pievieno kalcija hidroksīda šķīdumu jeb kaļķūdeni:
   $Na_2CO_3 + Ca(OH)_2 \rightarrow 2NaOH + CaCO_3\downarrow$
3. Nātrija hlorīda šķīdumam pievienojot kālija hidroksīda šķīdumu reakcija nenotiek. Tāpat kristālisks litija hidroksīds nereaģē ar kristālisko nātriju.

Atbilde: a, c

4. uzdevums. Pretstati ķīmijā – skābes un bāzes. 25. jautājums (3 punkti)

Kristālisks nātrija hidroksīds labi uzsūc mitrumu (saista ūdeni), tāpēc to var izmantot, piem., gāzu žāvēšanai, lai atbrīvotu tās no ūdens tvaiku piemaisījumiem. Gāzes žāvējot, tās laiž caur skalotnēm, kas satur nātrija hidroksīdu. NaOH saista mitrumu, bet sausā gāze aizplūst tālāk.

Atzīmē, kuras gāzes var žāvēt ar nātrija hidroksīdu! Izvēlies vienu vai vairākas:

a. Oglekļa(IV) oksīdu

b. Ūdeņradi

c. Sēra(IV) oksīdu

d. Slāpekļa(I) oksīdu

e. Sērūdeņradi

f. Skābekli

Atrisinājums

Gāzes žāvēšanai nātrija hidroksīdu var izmantot tikai gadījumā, ja dotā gāze nereaģē ar nosusinošo vielu.

1. Oglekļa(IV) oksīds ir skābais oksīds. Skābie oksīdi reaģē ar sārmiem. Piemēram, oglekļa(IV) oksīdam reaģējot ar nātrija hidroksīdu veidojas nātrija karbonāts un ūdens:
   $2NaOH + CO_2 \rightarrow Na_2CO_3 + H_2O$
   Tātad nātrija hidroksīds neder oglekļa(IV) oksīda žāvēšanai.

2. Sēra(IV) oksīds ir skābais oksīds. Skābie oksīdi reaģē ar sārmiem. Piemēram, sēra(IV) oksīdam reaģējot ar nātrija hidroksīdu veidojas nātrija sulfīts un ūdens:
   $2NaOH + SO_2 \rightarrow Na_2SO_3 + H_2O$
   Tātad nātrija hidroksīds neder sēra(IV) oksīda žāvēšanai.
3. Sērūdeņradim arī ir skābās īpašības. Sērūdeņradim reaģējot ar nātrija hidroksīdu veidojas nātrija sulfīds un ūdens:
   $2NaOH + H_2S \rightarrow Na_2S + 2H_2O$
   Tātad nātrija hidroksīds neder sērūdeņraža žāvēšanai.
4. Ūdeņradis ar bāzēm nereaģē.
5. Skābeklis ar nātrija hidroksīdu nereaģē.
6. Slāpekļa(I) oksīds ir sāļus nerādošais oksīds. Sāļu neradoši oksīdi ar bāzēm nereaģē.

Atbilde: b, d, f

4. uzdevums. Pretstati ķīmijā – skābes un bāzes. 26. jautājums (2 punkti)

Skābes reaģē ar bāzēm, veidojot sāļus.

Pie 50 g 11,76 % fosforskābes šķīduma pievienoja nepieciešamo kalcija hidroksīda šķīduma daudzumu.

Aprēķini iegūtās sāls masu! Rezultāti izsaki gramos ar diviem cipariem aiz komata!

Atrisinājums

1. Uzraksti ķīmiskas reakcijas vienādojumu pārvērtībai, kas norisinās fosforskābei reaģējot ar kalcija hidroksīdu!
   Fosforskābei reaģējot ar kalcija hidroksīdu veidojas kalcija fosfāts un ūdens:
   $2H_3PO_4 + 3Ca(OH)_2 \rightarrow Ca_3(PO_4)_2\downarrow + 6H_2O$
2. Aprēķini fosforskābes masu!
   $m_{H_3PO_4} = m_{H_3PO_4\ šķ.} \cdot w_{H_3PO_4} = 50\ g \cdot 0{,}1176 = 5{,}88\ g$
3. Aprēķini fosforskābes daudzumu!
   $$n_{H_3PO_4} = \frac{m_{H_3PO_4}}{M_{H_3PO_4}} = \frac{5{,}88\ g}{98\ g/mol} = 0{,}06\ mol$$
4. Vielu daudzumu attiecība atbilst koeficientu attiecībai. Zinot, cik liels fosforskābes daudzums izreaģējis, aprēķini radušos kalcija fosfāta daudzumu!
   $$n_{Ca_3(PO_4)_2} = \frac{1}{2} \cdot n_{H_3PO_4} = \frac{1}{2} \cdot 0{,}06\ mol = 0{,}03\ mol$$
5. Aprēķini radušos sāls masu!
   $m_{Ca_3(PO_4)_2} = n_{Ca_3(PO_4)_2} \cdot M_{Ca_3(PO_4)_2} = 0{,}03\ mol \cdot 310\ g/mol = 9{,}30\ g$

Atbilde: 9,30 g

4. uzdevums. Pretstati ķīmijā – skābes un bāzes. 27. jautājums (2 punkti)

Sāļus var iegūt ne tikai skābei reaģējot ar bāzi, bet arī vairākos citos veidos.

Atzīmē vielu pārus, kuriem savstarpēji reaģējot, var veidoties nātrija fosfāts! Izvēlies vienu vai vairākas atbildes!

a. P_2O_5 + NaOH

b. H_3PO_4 + Na_2O

c. Na_2SO_4 + K_3PO_4

d. $Ca_3(PO_4)_2$ + Na

Atrisinājums

1. Sāļi veidojas skābajiem oksīdiem reaģējot ar bāzēm. Fosfora(V) oksīdam reaģējot ar nātrija hidroksīdu veidojas nātrija fosfāts un ūdens:
   $P_2O_5 + 6NaOH \rightarrow 2Na_3PO_4 + 3H_2O$
2. Sāļi veidojas skābēm reaģējot ar bāziskajiem oksīdiem. Ortofosforskābei reaģējot ar nātrija oksīdu veidojas nātrija fosfāts un ūdens:
   $2H_3PO_4 + 3Na_2O \rightarrow 2Na_3PO_4 + 3H_2O$
3. Apmaiņas reakcija starp ūdenī šķīstošām sāļiem ir iespējama, ja rezultātā veidojas ūdenī nešķīstošs savienojums. Nātrija sulfāts ar kālija fosfātu nereaģē.
4. Reakcija starp nātriju un kalcija fosfātu nenotiek.

Atbilde: a, b

5. uzdevums. Nezināmās vielas. 28. jautājums (7 punkti)

Sudrabbalta, spīdīga viela A reaģējot ar gāzveida vielu B veido cietu vielu C. Savukārt dzeltenīga cieta viela D reaģējot ar gāzveida vielu B veido vielu E, kuras reakcijās ar ūdeni rodas vielas F šķīdums. Vielas F šķīdums reaģē ar vielu C, veidojoties vielai G, kura praktiski nešķīst ūdenī.

Nosaki vielas A, B, C, D, E, F, G! (4 punkti)

Izvēlies vielu formulas no piedāvātajām!

Na_3PO_4, Na_2SO_4, Mg, P_2O_5, S, H_2SO_4, O_2, H_3PO_4, $Mg_3(PO_4)_2$, SO_3, $MgSO_4$, Na_2O, Na, P, MgO

Atrisinājums

1. Viela A ir magnijs Mg. Magnijs ir sudrabbalta viela ar metālisko spīdumu.
2. Gāzveida viela B ir skābeklis O_2.
3. Magnijam (viela A) reaģējot ar skābekli (viela B) veidojas magnija oksīds MgO (viela C):

$2Mg + O_2 \rightarrow 2MgO$

Magnija oksīds ir cieta viela.

4. Dzeltenīga cieta viela D ir baltais fosfors P (P_4).
5. Fosforam (viela D) reaģējot ar skābekli (viela B) veidojas fosfora oksīds P_2O_5 (viela E):
   $4P + O_2 \rightarrow 2P_2O_5$
6. Fosfora oksīdu (viela E) šķīdinot karstajā ūdenī veidojas fosforskābes H_3PO_4 (viela F) šķīdums:
   $3H_2O + P_2O_5 \rightarrow 2H_3PO_4$
7. Fosforskābei (viela F) reaģējot ar magnija oksīdu (viela C) veidojas sāls magnija fosfāts $Mg_3(PO_4)_2$ (viela G):
   $3MgO + 2H_3PO_4 \rightarrow Mg_3(PO_4)_2 + 3H_2O$
   Magnija fosfāts praktiski nešķīst ūdenī, kas atbilst uzdevuma noteikumam.

Atbilde:

A – Mg

B – O_2

C – MgO

D – P

E – P_2O_5

F – H_3PO_4

G – $Mg_3(PO_4)_2$

II. 10. KLASES UZDEVUMU ATRISINĀJUMI

1. uzdevums. Neorganiskie savienojumi. 1. jautājums (1 punkts)

Neorganisko savienojumu klāsts ir ļoti liels, arī to izmantošana ir daudzveidīga. Uzraksti tā ķīmiskā elementa simbolu, kurš veido visvairāk ķīmisko savienojumu!

Atrisinājums

Visvairāk ķīmisko savienojumu veido visizplatītākais Visumā ķīmiskais elements ūdeņradis H. Ūdeņradis atrodams gan organisko, gan vairāku neorganisko savienojumu sastāvā.

Atbilde: H

1. uzdevums. Neorganiskie savienojumi. 2. jautājums (1 punkts)

Viens no analītiskās ķīmijas uzdevumiem ir vielu kvalitatīvā sastāva noteikšana (pierādīšana).

Atzīmē, ar kuru reaģentu komplektu var pierādīt sērskābes kvalitatīvo sastāvu!

Izvēlieties vienu vai vairākas atbildes:

a. Bārija hlorīda šķīdums un fenolftaleīna šķīdums

b. Bārija hlorīda šķīdums un metiloranža šķīdums

c. Nātrija hidroksīda šķīdums un cinks

d. Koka skaidiņa un cinks

Atrisinājums

Sērskābe ir stiprs elektrolīts, kas, disociējot, veido pozitīvi lādētus ūdeņraža jonus un negatīvi lādētus sulfātjonus:

$$H_2SO_4 \rightarrow 2H^+ + SO_4^{2-}$$

Ūdeņraža jonu klātbūtnes pieradīšanai izmanto indikatorus. Oranžais indikators metiloranšs ūdeņraža jomu klātbūtnē kļūst sarkans.

Sulfātjonu klātbūtnes pieradīšanai izmanto reakciju ar bārija sāļu šķīdumiem. Bārija joni, savienojoties ar sulfātjoniem, veido ūdeni nešķīstošo bārija sulfātu:

$$Ba^{2+} + SO_4^{2-} \rightarrow BaSO_4\downarrow$$

Bārija sulfāta nogulsnēm ir balta krāsa.

Atbilde: b

1. uzdevums. Neorganiskie savienojumi. 3. jautājums (2 punkti)

Amonjakam raksturīgas ļoti daudzveidīgas ķīmiskās reakcijas. Atzīmē. ar kurām no dotajām vielām reaģē amonjaks!

Izvēlieties vienu vai vairākas atbildes:

a. Sālsskābi

b. Skābekli

c. Nātriju

d. Vara(II) sulfāta šķīdumu

Atrisinājums

1. Amonjakam ir raksturīgas bāziskas īpašības, tāpēc tās reaģē ar skābēm, veidojot simonija sāļus. Piemēram, amonjakam reaģējot ar sālsskābi, veidojas amonija hlorīds:
   $NH_3 + HCl \rightarrow NH_4Cl$
2. Pateicoties tam, ka slāpeklim ir zemākā iespējama oksidēšanas pakāpe, oksidēšanas reducēšanas reakcijās amonjakam ir reducējošās īpašības. Amonjaks deg skābeklī:
   $4NH_3 + 3O_2 \rightarrow 2N_2 + 6H_2O$
   Citos apstākļos amonjaks oksidējās līdz slāpekļa(II) oksīdam:
   $4NH_3 + 5O_2 \rightarrow 4NO + 6H_2O$
3. Amonjaks spēj reaģēt arī ar sārmu metāliem. Norisinās aizvietošanas reakcija. Nātrijam reaģējot ar amonjaku rodas nātrija amīds un ūdeņradis:
   $2NH_3 + 2Na \rightarrow 2NaNH_2 + H_2$
4. Amonjaka molekulā satur elektronu pāri, kas nepiedalās saišu veidošanā, tāpēc šāda molekula spēj pievienoties citām daļiņām pēc donora akceptora mehānisma, veidojot kompleksos savienojumus. Piemēram, vara(II) sulfātam reaģējot ar amonjaku, var veidoties tertraminvara(II) sulfāts:
   $CuSO_4 + 4NH_3 \rightarrow [Cu(NH_3)_4]SO_4$
   Precīzāk, kompleksajā jonā ūdens molekulas tiek aizvietotas ar amonjaka molekulām:
   $[Cu(H_2O)_4]^{2+} + 4NH_3 \rightarrow [Cu(NH_3)_4]^{2+} + 4H_2O$

Atbilde: abcd

1. uzdevums. Neorganiskie savienojumi. 4. jautājums (2 punkti)

Sāļi ir viena no svarīgākajām neorganisko savienojumu klasēm. Atzīmē vielu pārus, kuru savstarpējās reakcijas rezultātā veidojas vara(II) hlorīds!

Izvēlieties vienu vai vairākas atbildes:

a. Vara reakcija ar sālsskābi

b. Vara(II) sulfāta šķīduma reakcija ar bārija hlorīda šķīdumu

c. Vara(II) hidroksīda reakcija ar nātrija hlorīda šķīdumu

d. Vara(II) hidroksīda reakcija ar sālsskābi

Atrisinājums

1. Metālu aktivitātes rindā varš atrodas aiz ūdeņraža, līdz ar to nespēj izspiest ūdeņradi no skābēm. Varš ar sālsskābi nereaģē.
   $Cu + HCl \neq$
2. Ūdenī šķīstošie sāļi reaģē savā starpā, ja apmaiņas reakcijas rezultātā rodas kaut viens ūdenī praktiski nešķīstošs sāls. Gan vara(II) sulfāts, gan bārija hlorīds ir ūdenī šķīstošs sāls. Apmaiņas reakcijas rezultātā veidojas ūdenī nešķīstošs bārija sulfāts un vara(II) hlorīds:
   $CuSO_4 + BaCl_2 \rightarrow BaSO_4 \downarrow + CuCl_2$
3. Vara(II) hidroksīds ir ūdenī nešķīstoša bāze, bet nātrija hlorīds ir sāls. Ūdenī nešķīstošās bāzes ar sāļiem nereaģē.
   $Cu(OH)_2 + NaCl \neq$
4. Vara(II) hidroksīds ir bāze. Bāzes reaģē ar skābēm. Norisinās apmaiņas reakcija. Vara(II) hidroksīdam reaģējot ar sālsskābi veidojas vara(II) hlorīds un ūdens:
   $Cu(OH)_2 + 2HCl \rightarrow CuCl_2 + 2H_2O$

Atbilde: bd

1. uzdevums. Neorganiskie savienojumi. 5. jautājums (1 punkts)

Neorganiskajiem savienojumiem raksturīgas ļoti daudzveidīgas oksidēšanas reducēšanas reakcijas.

Nosaki koeficientu pirms reducētāja formulas reakcijas shēmā:

$C + HNO_3 \rightarrow NO_2 + CO_2 + H_2O$

Ieraksti iegūto skaitli!

Atrisinājums

1. Virs katra elementa simbola uzraksti oksidēšanas pakāpi!
   $\overset{0}{C} + \overset{+1\,+5\,-2}{HNO_3} \rightarrow \overset{+4\,-2}{NO_2} + \overset{+4\,-2}{CO_2} + \overset{+1\;\;-2}{H_2O}$
2. Uzraksti elektronu bilances vienādojumus, vienādo elektronu skaitu!
   $\overset{0}{C} - 4e^- \rightarrow \overset{+4}{C} \;\Big|$

$$\overset{+5}{N} + e^- \rightarrow \overset{+4}{N} \quad \Big| 4$$

3. Pēc koeficientiem elektronu bilances vienādojumiem, slāpekļa atomu skaitam ir jābūt četrreiz lielākam, nekā ir oglekļa atomu skaits. Tāpēc molekulārajā vienādojumā kreisajā pusē pirms slāpekļskābes formulas un labajā pusē pirms slāpekļa(IV) oksīda formulas uzraksti koeficientu 4!

$$\overset{0}{C} + 4\overset{+1}{H}\overset{+5}{N}\overset{-2}{O_3} \rightarrow 4\overset{+4}{N}\overset{-2}{O_2} + \overset{+4}{C}\overset{-2}{O_2} + \overset{+1}{H_2}\overset{-2}{O}$$

4. Vienado ūdeņraža atomu skaitu!

$$\overset{0}{C} + 4\overset{+1}{H}\overset{+5}{N}\overset{-2}{O_3} \rightarrow 4\overset{+4}{N}\overset{-2}{O_2} + \overset{+4}{C}\overset{-2}{O_2} + 2\overset{+1}{H_2}\overset{-2}{O}$$

5. Reducētājs ir atoms, molekula vai arī jons, kas reakcijas gaitā zaudē elektronus. Ogleklim reaģējot ar slāpekļskābi, reducētājs ir ogleklis. Molekulārajā vienādojumā pirms oglekļa formulas ir koeficients 1, ko neraksta. Uzraksti atbildi!

Atbilde: 1

1. uzdevums. Neorganiskie savienojumi. 6. jautājums (2 punkti)

Savienojumiem, kas pieder vienai neorganisko vielu klasei, ir raksturīgas līdzīgas ķīmiskās īpašības. Tomēr tās nav pilnīgi vienādas.

Atzīmē, ar kuru no dotajām vielām reaģēs gan sālsskābe, gan atšķaidīta fosforskābe!

Izvēlieties vienu vai vairākas atbildes:

a. Ar varu

b. Ar kālija dihidrogēnfosfātu

c. Ar kālija hidrogēnfosfātu

d. Ar oglekļa(IV) oksīdu

Atrisinājums

1. Metālu aktivitātes rindā varš atrodas pirms ūdeņraža. Tas nozīmē, ka dotais metāls neizspiež ūdeņradi no skābju šķīdumiem.
2. Dihidrogēnfosfāti ar fosforskābi nereaģē.
3. Hidrogēnfosfāti, reaģējot ar skābēm, var pārvērsties par dihidrogēnfosfātiem:

$$HCl + Na_2HPO_4 \rightleftarrows NaCl + NaH_2PO_4$$

$$H_3PO_4 + Na_2HPO_4 \rightarrow 2NaH_2PO_4$$

4. Oglekļa(IV) oksīds ir skābais oksīds. Skābie oksīdi ar skābēm nereaģē.

Atbilde: c

1. uzdevums. Neorganiskie savienojumi. 7. jautājums (2 punkti)

Šķīdumam, kurš saturēja 0,20 molus kālija hidroksīda, lēnām, pa pilienam, šķīdumu nepārtraukti maisot pievienoja šķīdumu, kas saturēja 0,20 molus sērskābes.

Ķīmiķis Artūrs apgalvo, ka vispirms radās kālija hidrogēnsulfāts, bet pēc tam kālija sulfāts. Vai Artūra apgalvojums ir patiess?

Izvēlaties vienu atbildi:

a. Patiesi

b. Aplami

Atrisinājums

Kad kālija hidroksīda šķīdumam sākotnēji lēnām, pa pilienam pievieno sērskābes šķīdumu, sārms ir pārākumā. Šādos apstākļos veidojas normālais sāls, t.i. kālija sulfāts:

$$2KOH + H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + 2H_2O$$

Vēlāk, kad viss sārms ir izreaģējis, sāk norisināties reakcija starp normālo sāli un skābi. Rezultātā veidojas skābais sāls kālija hidrogēnsulfāts:

$$K_2SO_4 + H_2SO_4 \rightarrow 2KHSO_4$$

Tātad Artūra apgalvojums ir aplams.

Atbilde: b

1. uzdevums. Neorganiskie savienojumi. 8. jautājums (1 punkts)

Četrās mēģenēs bez uzrakstiem atsevišķi atrodas vienādas koncentrācijas amonija sulfāta, magnija sulfāta, alumīnija sulfāta un kālija sulfāta ūdens šķīdumi.

Ar kuru no piedāvātajiem reaģentiem var šos savienojums atšķirt vienu no otra?

Izvēlieties vienu atbildi:

a. Bārija hlorīda šķīdums

b. Slāpekļskābes šķīdums

c. Nātrija hidroksīda šķīdums

d. Amonjaka šķīdums ūdenī.

Atrisinājums

1. Bārija hlorīda šķīdums reaģē ar visiem sulfātiem, veidojot bārija sulfāta baltas nogulsnes:
   $$Ba^{2+} + SO_4^{2-} \rightarrow BaSO_4\downarrow$$
   Tāpēc izmantojot bārija sulfātu analizējamos šķīdumus nav iespējams atšķirt.

2. Slāpekļskābe neizspiež sērskābi no sulfātiem. Slāpekļskābes šķīdums ar sulfātu šķīdumiem nereaģē, tāpēc izmantojot šo reaģentu analizējamos šķīdumus atšķirt neizdotos.
3. Amonjaka šķīdumam, kuram ir bāziskas īpašības, iedarbojoties uz magnija un alumīnija sulfāta šķīdumu, veidojas atbilstošā metāla hidroksīda nogulsnes. Ar amonija sulfāta šķīdumu un kālija sulfāta šķīdumu amonjaka šķīdums nereaģē. Tātad ar amonjaka šķīduma palīdzību neizdotos atšķirt visu četru analizējamo vielu šķīdumus.
4. Vienīgais reaģents ar kura palīdzību izdotos atšķirt minēto sulfātu šķīdumus, ir nātrija hidroksīda šķīdums.
   A. Amonija sulfāta šķīdumam reaģējot ar nātrija hidroksīda šķīdumu paaugstinātā temperatūrā izdalās amonjaks, kuru var atšķirt pēc raksturīgas smaržas vai arī ar indikatora papīra palīdzību (amonjakam ir bāziskas īpašības):

      $$NH_4^+ + OH^- \rightarrow NH_3 \uparrow + H_2O$$

   B. Magnija sulfāta šķīdumam reaģējot ar nātrija hidroksīda šķīdumu veidojas baltas nogulsnes:

      $$Mg^{2+} + 2OH^- \rightarrow Mg(OH)_2 \downarrow$$

   C. Alumīnija sulfātam reaģējot ar nātrija hidroksīdu sākumā veidojas baltas recekļainas nogulsnes, kuras izšķīst nātrija hidroksīda pārākumā:

      $$Al^{3+} + 3OH^- \rightarrow Al(OH)_3 \downarrow$$

      $$Al(OH)_3 \downarrow + 3OH^- \rightarrow [Al(OH)_6]^{3-}$$

   D. Vienīga viela, kuras šķīdums nereaģē ar nātrija hidroksīda šķīdumu ir kālija sulfāts.

Atbilde: c

1. uzdevums. Neorganiskie savienojumi. 9. jautājums (1 punkts)

Oksidēšanas reducēšanas reakcijās mainās ķīmisko elementu oksidēšanas pakāpes.

Nosaki, kurā no piedāvātajiem ķīmisko reakciju vienādojumiem ķīmiskā elementa sēra oksidēšanas pakāpe pieaug no (-2) uz (+4):

a. $Zn + S \rightarrow ZnS$

b. $Na_2S + Pb(NO_3)_2 \rightarrow 2NaNO_3 + PbS$

c. $2H_2S + O_2 \rightarrow 2H_2O + 2S$

d. $2H_2S + 3O_2 \rightarrow 2H_2O + 2SO_2$

Ieraksti atbilstošo burtu!

Atrisinājums

Virs katra ķīmiska elementa simbola uzraksti šī elementa oksidēšanas pakāpi.

1. $\overset{0}{Zn} + \overset{0}{S} \rightarrow \overset{+2\ -2}{ZnS}$
2. $\overset{+1\ -2}{Na_2S} + \overset{+2\ +5\ -2}{Pb(NO_3)_2} \rightarrow \overset{+1\ +5\ -2}{2NaNO_3} + \overset{+2\ -2}{PbS}$
3. $\overset{+1\ -2}{2H_2S} + \overset{0}{O_2} \rightarrow \overset{+1\ -2}{2H_2O} + \overset{0}{2S}$
4. $\overset{+1\ -2}{2H_2S} + \overset{0}{3O_2} \rightarrow \overset{+1\ -2}{2H_2O} + \overset{+4\ -2}{2SO_2}$

Secini, ka vienīga pārvērtība, kuras gaitā sēra oksidēšanas pakāpe pieaug no -2 līdz +4, ir sērūdeņraža degšanas reakcija ar ūdens un sēra(IV) oksīda veidošanos.

Atbilde: d

2. uzdevums. Šķīdinām, pēc tam eksperimentējam... 10. jautājums (1 punkts)

Ikdienā reti iznāk saskarties ar tīrām vielām, parasti mēs lietojam dažādus vielu maisījumus. Tos var klasificēt ļoti dažādos veidos, viens no tiem ir šķīdumi.

Jaunais ķīmiķis Artūrs 150 g ūdens izšķīdināja 50 g sudraba nitrāta.

Aprēķini sudraba nitrāta masas daļu iegūtajā šķīdumā! Iegūto lielumu izsaki % un ieraksti ar vienu ciparu aiz komata!

Atrisinājums

1. Aprēķini sudraba nitrāta šķīduma masu! Šķīduma masa ir vienāda ar šķīdinātāja un izšķīdusi vielas masu summu:
   $m_{AgNO_3\ šķ.} = m_{H_2O} + m_{AgNO_3} = 150\ g + 50\ g = 200\ g$
2. Aprēķini sudraba nitrāta masas daļu veidojošās šķīdumā!

$$w_{AgNO_3} = \frac{m_{AgNO_3}}{m_{AgNO_3\ šķ.}} = \frac{50\ g}{200\ g} = 0,250 = 25,0\%$$

Atbilde: $w_{AgNO_3} = 25,0\%$

2. uzdevums. Šķīdinām, pēc tam eksperimentējam... 11. jautājums (2 punkti)

Iedvesmots no veiksmīgās sudraba nitrāta šķīduma pagatavošanas, nākošajā dienā Artūrs 150 g ūdens izšķīdināja 50 litrus hlorūdeņraža.

Aprēķini HCl masas daļu iegūtajā šķīdumā! Uzskati, ka hlorūdeņraža tilpumu Artūrs izmērīja normālos apstākļos! HCl masas daļu izsaki % un ieraksti ar vienu ciparu aiz komata!

Atrisinājums

1. Hlorūdeņradis (n.a.) ir gāzveida viela. Zinot tilpumu (pieņemot, ka tilpums tika mērīts normālos apstākļos) aprēķini hlorūdeņraža daudzumu!

$$n_{\text{HCl}} = \frac{V_{\text{HCl}}}{V_{\text{m}}} = \frac{50\ \text{L}}{22{,}4\ \text{mol/L}} \approx 2{,}23\ \text{mol}$$

2. Zinot daudzumu, aprēķini hlorūdeņraža masu!

$$m_{\text{HCl}} = n_{\text{HCl}} \cdot M_{\text{HCl}} = 2{,}23\ \text{mol} \cdot 36{,}5\ \text{g/mol} \approx 81{,}40\ \text{g}$$

3. Zinot ūdens un hlorūdeņraža masu, aprēķini radušos šķīduma masu!

$$m_{\text{HCl šķ.}} = m_{\text{H}_2\text{O}} + m_{\text{HCl}} = 150\ \text{g} + 81{,}40\ \text{g} = 231{,}40\ \text{g}$$

4. Zinot izšķīdušas vielas un šķīduma masu, aprēķini hlorūdeņraža masas daļu radušos šķīdumā!

$$w_{\text{HCl}} = \frac{m_{\text{HCl}}}{m_{\text{HCl šķ.}}} = \frac{81{,}40\ \text{g}}{231{,}40\ \text{g}} \approx 0{,}352 = 35{,}2\%$$

Atbilde: $w_{\text{HCl}} = 35{,}2\%$

2. uzdevums. Šķīdinām, pēc tam eksperimentējam... 12. jautājums (2 punkti)

Nākošajā dienā Artūrs vēlējās pagatavot amonjaka šķīdumu ūdenī, jo bija lasījis, ka amonjaka šķīdība ūdenī ir ļoti liela. Taču amonjaka viņam nebija.

Atzīmē, kurās reakcijās var iegūt amonjaku!

Izvēlieties vienu vai vairākas atbildes:

a. Vara apstrāde ar koncentrētu slāpekļskābi

b. Reakcija starp kalcija hidroksīdu un amonija hlorīdu

c. Amonija fosfāta termiska sadalīšana

d. Amonija nitrīta termiska sadalīšana

Atrisinājums

1. Varam reaģējot ar koncentrētu slāpekļskābi rodas vara nitrāts, slāpekļa(IV) oksīds un ūdens (amonjaks neizdalās):

$$\text{Cu} + 4\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu(NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$$

2. Kalcija hidroksīdam reaģējot ar amonija hlorīdu paaugstinātā temperatūrā rodas kalcija hlorīds, amonjaks un ūdens:

$$\text{Ca(OH)}_2 + 2\text{NH}_4\text{Cl} \xrightarrow{t} \text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_3\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$$

3. Amonija fosfāts karsējot sadalās, izdalot amonjaku. Piemēram:

$$(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4 \xrightarrow{t} (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 + \text{NH}_3\uparrow$$

4. Amonija nitrītu karsējot rodas slāpeklis un ūdens (amonjaks neizdalās):
   $NH_4NO_2 \xrightarrow{t} N_2\uparrow + 2H_2O$

Atbilde: bc

2. uzdevums. Šķīdinām, pēc tam eksperimentējam... 13. jautājums (2 punkti)

Tomēr Artūrs izvēlējās amonjaka iegūšanai kalcija amīda $Ca(NH_2)_2$ termisko sadalīšanu, kuras rezultātā veidojas kalcija imīds un izdalās amonjaks. Kalcija imīds satur tos pašus ķīmiskos elementus, kurus satur kalcija amīds un tā molmasa ir 55 g/mol.

Aprēķini, cik lielu tilpumu amonjaka (normālos apstākļos) Artūrs var iegūt, izkarsējot 18 g kalcija amīda!

Iegūto rezultātu izsaki litros ar diviem cipariem aiz komata!

Atrisinājums

1. Ņemot vērā, ka kalcija oksidēšanas pakāpe ir +2, ūdeņraža +1 un slāpekļa (savienojumos ar metāliem un ūdeņradi) -3, kalcija imīda iespējamā formula ir CaNH.
2. Pārbaudi, vai tiešam vielai ar formulu CaNH molmasa ir 55 g/mol!
   $M_{CaNH} = 1\cdot M_{Ca} + 1\cdot M_N + 1\cdot M_H = 1\cdot 40 + 1\cdot 14 + 1\cdot 1 = 55\ \text{g/mol}$, kas atbilst uzdevuma noteikumam.
3. Uzraksti kalcija amīda sadalīšanas reakcijas vienādojumu!
   $Ca(NH_2)_2 \xrightarrow{t} CaNH + NH_3\uparrow$
4. Aprēķini sadalījušos kalcija amīda vielas daudzumu!
   $$n_{Ca(NH_2)_2} = \frac{m_{Ca(NH_2)_2}}{M_{Ca(NH_2)_2}} = \frac{18\ \text{g}}{72\ \text{g/mol}} = 0{,}25\ \text{mol}$$
5. Aprēķini radušos amonjaka vielas daudzumu!
   Ķīmiskas reakcijas vienādojumā pirms amonjaka formulas un pirms kalcija amīda formulas ir vienāds koeficients (koeficients "1", kuru reakciju vienādojumos nav pieņemts rakstīt), tāpēc
   $n_{NH_3} = n_{Ca(NH_2)_2} = 0{,}25\ \text{mol}$
6. Zinot vielas daudzumu, aprēķini radušos amonjaka tilpumu (n.a.)!
   $V_{NH_3} = n_{NH_3}\cdot V_m = 0{,}25\ \text{mol}\cdot 22{,}4\ \text{L/mol} = 5{,}60\ \text{L}$

Atbilde: $V_{NH_3} = 5{,}60\ \text{L}$

2. uzdevums. Šķīdinām, pēc tam eksperimentējam... 14. jautājums (2 punkti)

Ievērojot visus nepieciešamos drošības pasākumus, Artūrs 80 g ūdens izšķīdināja 20 g sēra(VI) oksīda.

Aprēķini ūdens masas daļu iegūtajā šķīdumā! Iegūto lielumu izsaki % un ieraksti ar vienu ciparu aiz komata!

Atrisinājums

1. Sēra(VI) oksīds reaģē ar ūdeni, veidojot sērskābi. Uzraksti reakcijas vienādojumu!
   $H_2O + SO_3 \rightarrow H_2SO_4$
2. Aprēķini sēra(VI) oksīda daudzumu!
   $$n_{SO_3} = \frac{m_{SO_3}}{M_{SO_3}} = \frac{20\ \text{g}}{80\ \text{g/mol}} = 0{,}25\ \text{mol}$$
3. Pēc reakcijas vienādojuma aprēķini ūdens daudzumu, kas izreaģē ar 0,25 mol sēra(VI) oksīda!
   $n_{H_2O} = n_{SO_3} = 0{,}25\ \text{mol}$
4. Aprēķini ūdens masu, kas izreaģēja ar 0,25 mol sēra(VI) oksīda!
   $m^{I}_{H_2O} = n_{H_2O} \cdot M_{H_2O} = 0{,}25\ \text{mol} \cdot 18\ \text{g/mol} = 4{,}5\ \text{g}$
5. Zinot, ka sākotnējā ūdens masa bija 80 g un to, ka 4,5 g ūdens izreaģēja ar sēra(VI) oksīdu, aprēķini, cik liela ūdens masa palika šķīdumā pēc reakcijas!
   $m^{II}_{H_2O} = m_{H_2O} - m^{I}_{H_2O} = 80\ \text{g} - 4{,}5\ \text{g} = 75{,}5\ \text{g}$
6. Aprēķini veidojošos šķīduma masu!
   Iegūta sērskābes šķīduma masa ir vienāda ar sākotnēji paņemta ūdens masas un sēra(VI) oksīda masas summu:
   $m_{H_2SO_4\ \text{šķ.}} = m_{H_2O} + m_{SO_3} = 80\ \text{g} + 20\ \text{g} = 100\ \text{g}$
7. Aprēķini ūdens masas daļu radušos šķīdumā!
   $$w_{H_2O} = \frac{m^{II}_{H_2O}}{m_{H_2SO_4\ \text{šķ.}}} = \frac{75{,}5\ \text{g}}{100\ \text{g}} = 0{,}755 = 75{,}5\%$$

Atbilde: $w_{H_2O} = 75{,}5\%$

2. uzdevums. Šķīdinām, pēc tam eksperimentējam... 15. jautājums (4 punkti)

Lai noskaidrotu, kāda ir 30,20 % NaOH šķīduma molārā koncentrācija, Artūrs izmērīja tā blīvumu. Tas bija 1,330 g/mL.

Aprēķini 30,20 % NaOH šķīduma molāro koncentrāciju! Iegūto lielumu, izteiktu molos/litrā, ieraksti ar diviem cipariem aiz komata!

Atrisinājums

1. Pieņem, ka nātrija hidroksīda šķīduma tilpums ir 1 L jeb 1000 mL.
2. Aprēķini, cik liela masa ir nātrija hidroksīda šķīdumam!
$$m_{\text{NaOH šķ.}} = \rho_{\text{NaOH šķ.}} \cdot V_{\text{NaOH šķ.}} = 1{,}330\ \text{g/mL} \cdot 1000\ \text{mL} = 1330\ \text{g}$$
3. Aprēķini, cik liela nātrija hidroksīda masa atrodas 1330 gramos šķīduma!
$$m_{\text{NaOH}} = m_{\text{NaOH šķ.}} \cdot w_{\text{NaOH}} = 1330\ \text{g} \cdot 0{,}3020 = 401{,}66\ \text{g}$$
4. Aprēķini nātrija hidroksīda daudzumu!
$$n_{\text{NaOH}} = \frac{m_{\text{NaOH}}}{M_{\text{NaOH}}} = \frac{401{,}66\ \text{g}}{40\ \text{g/mol}} \approx 10{,}04\ \text{mol}$$
5. Aprēķini nātrija hidroksīda šķīduma koncentrāciju!
$$c_{\text{NaOH}} = \frac{n_{\text{NaOH}}}{V_{\text{NaOH šķ.}}} = \frac{10{,}04\ \text{mol}}{1\ \text{L}} = 10{,}04\ \text{mol/L}$$

Atbilde: $c_{\text{NaOH}} = 10{,}04\ \text{mol/L}$

3. uzdevums. Periodiskā tabula. 16. jautājums (1 punkts)

Izmantojot ķīmisko elementu periodisko tabulu, var iegūt svarīgu informāciju gan par ķīmiskajiem elementiem, gan to savienojumiem.

Kāda ķīmiskā elementa elektronapvalka ārējais enerģijas līmenis satur 10 % no tā kopējā elektronu skaita. Uzraksti šī ķīmiskā elementa simbolu!

Atrisinājums

1. Atceries, ka elektronu skaits ķīmiska elementa atomā skaitliski sakrīt ar elementa kārtas skaitli jeb atomnumuru ķīmisko elementu periodiskajā tabulā.
2. Pieņem, ka ķīmiskā elementa atoma elektronapvalka ārējais enerģijas līmenis satur vienu elektronu. Tad kopējām elektronu skaitam atomā ir jābūt vienādam ar 10 (10% no 10 ir 1). Ķīmiskais elements ar atomnumuru 10 ir neons. Neons ir VIIIA grupas elements. A grupu elementiem elektronu skaits ārējā enerģijas līmenī skaitliski ir vienāds ar grupas numuri. Neona atoma elektronapvalka ārējā enerģijas līmenī ir astoņi elektroni, līdz ar to pirmais pieņēmums nav attaisnojies.
3. Pieņem, ka elektronu skaits ķīmiska elementa atoma elektronapvalka ārējā enerģijas līmenī ir divi elektroni. Tad kopējām elektronu skaitam atomā ir jābūt vienādam ar 20 (10% no 20 ir 2). Ķīmiskais elements ar atomnumuru 20 ir kalcijs Ca. Kalcijs ir periodiskās tabulas IIA grupas ķīmiskais elements, kuram atoma elektronapvalka ārējā enerģijas līmenī tiešām ir divi elektroni, kas atbilst uzdevuma noteikumam.

Atbilde: Ca

3. uzdevums. Periodiskā tabula. 17. jautājums (1 punkts)

Ķīmisko elementu rutēniju atklāja 1844. gadā Kārlis Klauss (Carl Claus). 2017. gada novembrī Eiropā gaisā tika konstatēta niecīga radioaktīvā izotopa rutēnija-106 klātiene.

Cik neitronu atrodas rutēnija-106 atoma kodolā?

Atrisinājums

1. Izmantojot ķīmisko elementu periodisko tabulu, nosaki ķīmiskā elementa rutēnija atomnumuru!
   Rutēnija kārtas skaitlis jeb atomnumurs ķīmisko elementu periodiskajā tabulā ir 44.
2. Lai noteiktu neitronu skaitu izotopa kodolā, no izotopa atommasas atņem ķīmiska elementa atomnumuru!
   $N_{\text{n}} = 106 - 44 = 62$

Atbilde: $N_{\text{n}} = 62$

3. uzdevums. Periodiskā tabula. 18. jautājums (1 punkts)

Radioaktīvais rutēnija-106 izotops ir beta starotājs.

Uzraksti ķīmiskā elementa simbolu, par kuru pārvērtīsies šis rutēnija izotops radioaktīvās sabrukšanas procesā!

Atrisinājums

1. Atceries, ka beta starojums ir elektronu plūsma!
2. Elektrona lādiņš ir -1, turklāt elektrona masa, salīdzinot ar protona vai neitrona masu ir tik niecīga, ka to var uzskatīt par praktiski vienādu ar nulli.
3. Uzraksti rutēnija-106 beta sabrukšanas kodolreakcijas vienādojumu! Sastādot kodolreakcijas vienādojumu, jāatceras, ka
   A. lādiņu summai vienādojuma kreisajā un labajā pusē jāsakrīt, un
   B. masu summai reakcijas vienādojuma kreisajā un labajā pusē jāsakrīt.

   $^{106}_{44}\text{Ru} \rightarrow {}^{0}_{-1}\text{e} + {}^{106}_{45}\text{X}$

   Daliņa X, kuras kodola lādiņš +45, ir ķīmiska elementa rodija Rh atoms.

Atbilde: Rh

3. uzdevums. Periodiskā tabula. 19. jautājums (2 punkti)

Rutēnija-106 izotopa pussabrukšanas periods ir 1 gads. Aprēķini, kāda būs rutēnija-106 masa pēc trim gadiem, ja tā sākotnējā masa bija 10,00 g.

Atbildi izsaki gramos un ieraksti ar 2 cipariem aiz komata!

Atrisinājums

1. Pussabrukšanas periods ir laika posms, kurā sabrūk puse no radioaktīvā izotopa masas.
2. Ja sākotnējā rutēnija-106 izotopa masa bija 10,00 g, tad pēc pirmā gada paliek 5,00 grami šī izotopa.
3. Pēc otrā gada paliek puse no 5,00 gramiem, tā ir 2,50 g.
4. Pēc trešā gada kodolsabrukšanas reakcijas rezultātā paliks puse no jau 2,50 gramiem izotopa rutēnija-10. Puse no 2,50 gramiem ir 1,25 grami.

Atbilde: 1,25 g

3. uzdevums. Periodiskā tabula. 20. jautājums (1 punkts)

Kāda ķīmiskā elementa atoma kodola elektronapvalka ārējā enerģētiskā līmeņa elektronkonfigurācija ir ns^2np^3, kurā ar n apzīmēts galvenais kvantu skaitlis.

Pieņemsim, ka šī ķīmiskā elementa simbols ir E. Uzraksti šī elementa augstākā oksīda (elementam šajā oksīdā ir augstākā iespējamā oksidēšanas pakāpe) formulu!

Atrisinājums

1. Nosaki, cik liels ir elektronu skaits kodola elektronapvalka ārējā enerģijas līmenī ķīmiskajām elementam, kura elektronformula ir ns^2np^3!
   Divi s elektroni un trīs p elektroni (kopā pieci elektroni) ir VA grupas ķīmisko elementu atomu kodola elektonapvalka ārējā enerģijas līmenī.
2. Ja ķīmiska elementa atoma kodola elektronapvalka ārējā enerģijas līmenī ir pieci elektroni, šāda elementa augstākā oksidēšanas pakāpe savienojumos ir +5.
3. VA grupas ķīmiska elementa augstākā oksīda formula ir $\overset{+5}{E}_2\overset{-2}{O}_5$

Atbilde: E_2O_5

3. uzdevums. Periodiskā tabula. 21. jautājums (2 punkti)

Ir zināms ļoti daudz molekulu, atomu un jonu, kuri satur tikai sapārotus elektronus. Ir arī tādi atomi, molekulas un joni, kuri satur vienu vai vairākus nesapārotus elektronus.

Atrodi, kurā no dotajām savienojumu rindām visas trīs daļiņas satur nesapārotus elektronus un ieraksti atbilstošo burtu!

a. NO, BH_4, CO^+

b. CO, NO, BH_4^-

c. NH_4^+, H_3O^+, CO_2

d. H_2O^+, CO^+, NO^-

Atrisinājums

1. Slāpekļa atoma elektronapvalka ir 7 elektroni, skābekļa atoma elektronapvalka ir 8 elektroni. Elektronu skaita summa NO molekulā ir 15.
   Bora atoma elektronapvalka ir 5 elektroni, katra ūdeņraža atoma elektronapvalka ir 1 elektrons. Elektronu skaita summa daļiņā BH_4 ir 9.
   Oglekļa atoma elektronapvalka ir 6 elektroni, skābekļa atoma elektronapvalka ir 8 elektroni. Daļiņai CO^+ ir pozitīvs lādiņš. Tas nozīmē, ka protonu skaits daļiņā par vienu ir lielāks nekā elektronu skaits tātad daļiņa CO^+ satur 13 elektronus.
   Visās minētas daļiņās elektronu skaits ir nepāru skaitlis.
2. CO molekula satur 6 + 8 = 14 elektronus.
   NO molekula satur 7 + 8 = 15 elektronus.
   Daļiņa BH_4^- satur 5 + 4·1 + 1 = 10 elektronus.
3. Amonija jons NH_4^+ satur 5 +4·1 – 1 = 8 elektronus.
   Hidroksonija jons H_3O^+ satur 3·1 + 8 – 1 = 10 elektronus.
   Ogļskābās gāzes CO_2 molekula satur 6 + 2·8 = 22 elektronus.
4. Daļiņa H_2O^+ satur 2·1 + 8 – 1 = 9 elektronus.
   Daļiņa CO^+ satur 6 + 8 – 1 = 13 elektronus.
   Daļiņa NO^- satur 7 + 8 + 1 = 16 elektronus.
5. Secini, ka vienīga rinda, kurā elektronu skaits katrā daļiņā ir nepāru skaits ir rinda NO, BH_4, CO^+.

Atbilde: a

4. uzdevums. Oksīdu parāde. 22. jautājums (3 punkti)

Dažkārt mēs pat neiedomājamies, cik bieži mums iznāk saskarties ar oksīdiem...

Izšķīdinot kādu metāla oksīdu nepieciešamajā daudzumā 25,20 % slāpekļskābes, ieguva 37,58 % šī metāla nitrāta šķīdumu. Zināms arī, ka šī metāla oksidēšanas pakāpe savienojumos ir +2.

Nosaki šo metālu un ieraksti šī metāla simbolu!

Atrisinājums

1. Ja metāla M oksidēšanas pakāpe ir +2, metāla oksīda ķīmiska formula ir MO un metāla nitrāta ķīmiska formula ir $M(NO_3)_2$.
2. Uzraksti reakcijas vienādojumu pārvērtībai, kas norisinās metāla oksīdam reaģējot ar slāpekļskābi!

$$MO + 2HNO_3 \rightarrow M(NO_3)_2 + H_2O$$

3. Pieņem, ka ar slāpekļskābi izreaģē 1 mol oksīda MO. Viena mola oksīda MO masa ir $(x + 16)$ g, kur x ir metāla M molmasa.
4. Pēc reakcijas vienādojuma secini, ka ar vienu molu oksīda MO izreaģē 2 moli slāpekļskābes.
   Divu moli slāpekļskābes masa ir
   $$m_{HNO_3} = n_{HNO_3} \cdot M_{HNO_3} = 2\ \text{mol} \cdot 63\ \text{g/mol} = 126\ \text{g}$$
5. Aprēķini reakcijā patērēta slāpekļskābes šķīduma masu!
   $$m_{HNO_3\ \text{šķ.}} = \frac{m_{HNO_3}}{w_{HNO_3}} = \frac{126\ \text{g}}{0{,}252} = 500\ \text{g}$$
6. Aprēķini iegūtā vara nitrāta šķīduma masu! Iegūtā šķīduma masa ir vienāda ar izreaģējošā metāla oksīda un patērētā slāpekļskābes šķīduma masu summu:
   $$m_{M(NO_3)_2\ \text{šķ.}} = m_{MO} + m_{HNO_3\ \text{šķ.}} = (x + 16)\ \text{g} + 500\ \text{g} = (x + 516)\ \text{g}$$
7. Aprēķini iegūta metāla nitrāta masu! Vienam molam oksīda MO izreaģējot ar diviem moliem slāpekļskābes, rodas viens mols metāla nitrāta. Viena mola metāla nitrāta $M(NO_3)_2$ masa ir
   $$m_{M(NO_3)_2} = n_{M(NO_3)_2} \cdot M_{M(NO_3)_2} = 1\ \text{mol} \cdot (x + 124)\ \text{g/mol} = (x + 124)\ \text{g}$$
8. Uzraksti izteiksmi metāla nitrāta masas daļas aprēķināšanai! Izteiksmē aizvieto fizikālo lielumu apzīmējumus ar to skaitlisko vērtību!
   $$w_{M(NO_3)_2} = \frac{m_{M(NO_3)_2}}{m_{M(NO_3)_2\ \text{šķ.}}}$$
   $0{,}3758 = \frac{x + 124}{x + 516}$, kur x ir metāla M molmasa.
9. Aprēķini metāla M molmasas skaitlisko vērtību un nosaki, kas ir metāls M!
   $$0{,}3758 \cdot (x + 516) = x + 124$$
   x = 112 g/mol
   Metāls M ir kadmijs Cd.

Atbilde: Cd

4. uzdevums. Oksīdu parāde. 23. jautājums (1 punkts)

Ilgstoši uzglabājot daudzus metālu oksīdus, tie saista (reaģē) gaisā esošo oglekļa(IV) oksīdu, veidojot karbonātus. 19,91 g šādu metāla(II) oksīda un metāla(II) karbonāta maisījumu apstrādāja ar sērskābi. Pilnīgai abu savienojumu pārvēršanai par sulfātiem izlietoja 550 mL 0,20 molāra sērskābes šķīdumu.

Aprēķini izmantoto sērskābes daudzumu! Atbildi izsaki molos un ieraksti ar diviem cipariem aiz komata!

Atrisinājums

Sērskābes vielas daudzumu aprēķini sērskābes koncentrāciju reizinot ar šķīduma tilpumu:

$$n_{H_2SO_4} = c_{H_2SO_4} \cdot V_{H_2SO_4\ šķ.} = 0{,}2\ \text{mol/L} \cdot 0{,}55\ \text{L} = 0{,}11\ \text{mol}$$

Atbilde: $n_{H_2SO_4} = 0{,}11\ \text{mol}$

4. uzdevums. Oksīdu parāde. 24. jautājums (3 punkti)

Ilgstoši uzglabājot daudzus metālu oksīdus, tie saista (reaģē) gaisā esošo oglekļa(IV) oksīdu, veidojot karbonātus. 19,91 g šādu metāla(II) oksīda un metāla(II) karbonāta maisījumu apstrādāja ar sērskābi. Pilnīgai abu savienojumu pārvēršanai par sulfātiem izlietoja 550 mL 0,20 molāra sērskābes šķīdumu.

Aprēķini, kāda metāla oksīds un karbonāts ir augstākminētajā maisījumā! Atceries, ka šī metāla oksidēšanas pakāpe ir +2!

Ieraksti šī ķīmiskā elementa simbolu!

Atrisinājums

1. Uzraksti notikušo ķīmisko reakciju vienādojumus!
   $MO + H_2SO_4 \rightarrow MSO_4 + H_2O$ un
   $MCO_3 + H_2SO_4 \rightarrow MSO_4 + H_2O + CO_2\uparrow$, kur M ir nezināmā metāla simbols.
2. Aprēķini sērskābes vielas daudzumu!
   $$n_{H_2SO_4} = c_{H_2SO_4} \cdot V_{H_2SO_4\ šķ.} = 0{,}2\ \text{mol/L} \cdot 0{,}55\ \text{L} = 0{,}11\ \text{mol}$$
3. Pieņem, ka paraugs, kuru apstrādāja ar sērskābes šķīdumu, sastāv tikai no metāla oksīda. Aprēķini, cik liela būtu metāla molmasa šajā gadījumā!
   $$n_{Me} = n_{H_2SO_4} = 0{,}11\ \text{mol}$$
   $$M_{MO} = \frac{m_{MO}}{M_{MO}} = \frac{19{,}91\ \text{g}}{0{,}11\ \text{mol}} = 181\ \text{g/mol}$$
   $$M_M = M_{MO} - M_O = 181\ \text{g/mol} - 16\ \text{g/mol} = 165\ \text{g/mol}$$
4. Pieņem, ka paraugs, kuru apstrādāja ar sērskābes šķīdumu, sastāv tikai no metāla karbonāta. Aprēķini, cik liela ir metāla molmasa!
   $$n_{MCO_3} = n_{H_2SO_4} = 0{,}11\ \text{mol}$$
   $$M_{MCO_3} = \frac{m_{MCO_3}}{M_{MCO_3}} = \frac{19{,}91\ \text{g}}{0{,}11\ \text{mol}} = 181\ \text{g/mol}$$

$$M_{\text{M}} = M_{\text{MCO}_3} - M_{\text{CO}_3} = 181\ \text{g/mol} - 60\ \text{g/mol} = 121\ \text{g/mol}$$

5. Secini, ka nezināmā metāla molmasa ir robežās no 121 g/mol līdz 165 g/mol!
6. Atrodi ķīmisko elementu periodiskajā tabulā divvērtīgu metālu ar šādu molmasu! Šāds metāls, piemēram, ir bārijs Ba ar molmasu 137 g/mol.

Piezīme. Oksidēšanas pakāpe +2 savienojumos var būt arī samārijam Sm (molmasa 150 g/mol) un eiropijam Eu (molmasa 152 g/mol).

Atbilde: Ba

4. uzdevums. Oksīdu parāde. 25. jautājums (2 punkti)

Ķīmisko elementu veidoto savienojumu ķīmiskās formulas var paredzēt, izmantojot no ķīmisko elementu periodiskās tabulas iegūstamo informāciju.

Dažādiem ķīmiskajiem savienojumiem var būt vienādas molmasas. Ķīmiskais elements volframs veido oksīdu, kurā volframa oksidēšanas pakāpe ir +6. Uzraksti cita ķīmiskā elementa oksīda ķīmisko formulu, kuram ir tikpat liela molmasa kā volframa(VI) oksīdam!

Atrisinājums

1. Uzraksti volframa(VI) oksīda ķīmisko formulu!
   $\overset{\text{VI}}{\text{W}}\overset{\text{II}}{\text{O}_3}$
2. Aprēķini volframa(VI) oksīda molmasu!
   $$M_{\text{WO}_3} = 1 \cdot M_{\text{W}} + 3 \cdot M_{\text{O}} = 1 \cdot 184 + 3 \cdot 16 = 232\ \text{g/mol}$$
3. Pieņem, ka ķīmiskais elements E, kura oksīda molmasa vienāda ar volframa(VI) oksīda molmasu, ir vienvērtīgs. Tādā gadījumā elementa oksīda ķīmiska formula ir E_2O. Aprēķini, cik liela varētu būt elementa E molmasa!
   $$M_{\text{E}_2\text{O}} = 2 \cdot M_{\text{E}} + 1 \cdot M_{\text{O}}$$
   $$2 \cdot M_{\text{E}} + 16 = 232$$
   $$M_{\text{E}} = 108\ \text{g/mol}$$
4. Secini, ka vienvērtīgs ķīmiskais elements, kura molmasa 108 g/mol, ir sudrabs Ag.

Atbilde: Ķīmiska elementa oksīda formula ir Ag_2O.

4. uzdevums. Oksīdu parāde. 26. jautājums (1 punkts)

Ir dzirdēti apgalvojumi, ka:

a. nemetāli veido tikai skābos oksīdus;

b. visiem nemetālu oksīdiem ir molekulārs kristāliskais režģis;

c. visi nemetālu oksīdi, kuros nemetāliem ir augstākās oksidēšanas pakāpes, reaģē ar ūdeni;

d. visi IIIA līdz VIIA grupas nemetālu oksīdi, kuros nemetāliem ir augstākās oksidēšanas pakāpes, ir skābie oksīdi.

Kuri/kurš no šiem apgalvojumiem ir pareizi/pareizs?

Atrisinājums

1. Nemetāliskie ķīmiskie elementi veido ne tikai skābos oksīdus, bet arī sāļus neradošos oksīdus. Piemēram, ogleklis veido tvana gāzi CO, bet slāpeklis – jautrības gāzi N_2O un slāpekļa(II) oksīdu NO. Šie oksīdi nereaģē ne ar skābēm, ne ar bāzēm.
2. Vairākiem nemetālisko ķīmisko elementu oksīdiem ir molekulārs kristāliskais režģis. Bet dažiem nemetālisko elementu oksīdiem tomēr ir atomu kristāliskais režģis. Piemēram, šāds kristāliskais režģis ir bora oksīdam B_2O_3 un silīcija oksīdam SiO_2.
3. Nemetālisko ķīmisko elementu oksīdiem raksturīga spēja reaģēt ar ūdeni, veidojot skābes. Tomēr, piemēram, bora oksīds B_2O_3 un silīcija oksīds SiO_2 ar ūdeni nereaģē.
4. Visi IIIA līdz VIIA grupas nemetālisko ķīmisko elementu oksīdi, kuros nemetāliem ir augstākā iespējama oksidēšanas pakāpe, tiešām ir skābie oksīdi. Par skābiem sauc oksīdus, kas spēj reaģēt ar bāzēm, veidojot sāļus.

Atbilde: d

5. uzdevums. Kas ar ko? 27. jautājums (6 punkti)

Tu jau zini, ka daudzas vielas var pazīt pēc to savstarpējām reakcijām.

Vienkārša kristāliska viela A reaģē gan ar vielas B šķīdumu, gan ar vielas C šķīdumus. Abos gadījumos rodas viena un tā pati vienkāršā viela D, taču reakcijas otrais produkts katrreiz ir atšķirīgs. Reakcijā ar vielas B šķīdumu tas ir E, bet reakcijā ar vielas C šķīdumu - F.

Zināms arī, ka savā starpā reaģē gan vielas B un C, gan vielas E un F, gan vielas B un F, gan vielas C un E. Vielas B molmasa ir lielāka par vielas C molmasu, bet vielas E molmasa ir lielāka par vielas F molmasu.

Nosaki nezināmās vielas A, B, C, D, E un F!

Izvēlies vielu formulas no piedāvātajām!

K_2ZnO_2, HNO_3, H_2, HCl, Zn, KOH, $K_2[Zn(OH)_4]$, $ZnCl_2$, $Zn(NO_3)_2$, $Zn(OH)_2$

Atrisinājums

1. Vienkārša kristāliskā viela ir cinks Zn.
2. Vienkārša viela D ir ūdeņradis H_2.
3. Viela B ir kālija hidroksīds KOH. Cinkam reaģējot ar kālija hidroksīda šķīdumu veidojas kompleksais sāls kālija tetrahidroksocinkāts (viela E) un ūdeņradis (viela D):

$$Zn + 2KOH + 2H_2O \rightarrow K_2[Zn(OH)_4] + H_2\uparrow$$

4. Viela C ir sālsskābe HCl. Cinkam reaģējot ar sālsskābi veidojas cinka hlorīds (viela F) un izdalās ūdeņradis (viela D):

   $$Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2\uparrow$$

5. Sālsskābe (viela C) un kālija hidroksīds (viela B) var reaģēt savā starpā. Sālsskābei reaģējot ar kālija hidroksīdu veidojas kālija hlorīds un ūdens:

   $$KOH + HCl \rightarrow KCl + H_2O$$

6. Kālija tetrahidroksocinkātam (vielai E) reaģējot ar cinka hlorīdu (vielu F) rodas cinka hidroksīds un kālija hlorīds:

   $$K_2[Zn(OH)_4] + ZnCl_2 \rightarrow 2Zn(OH)_2\downarrow + 2KCl$$

7. Sālsskābe (viela C) reaģē ar kālija tetrahidroksocinkāru (vielu E). Atkarībā no vielu daudzumu attiecības, reakcija var norisināties dažādi. Piemēram:

   $$2HCl + K_2[Zn(OH)_4] \rightarrow Zn(OH)_2\downarrow + 2KCl + 2H_2O$$

   Vai arī:

   $$4HCl + K_2[Zn(OH)_4] \rightarrow ZnCl_2 + 2KCl + 4H_2O$$

8. Pārbaudi savu izvirzīto pieņēmumu!
   A. Kālija hidroksīda (vielas B) molmasa ir tiešām lielāka par hlorūdeņraža (vielas C) molmasu:
      56 g/mol > 36,5 g/mol.
   B. Kālija tetrahidroksocinkāta (vielas E) molmasa ir tiešām lielāka par cinka hlorīda (viela F) molmasu:
      211 g/mol > 136 g/mol.

Atbilde:

A Zn

B KOH

C HCl

D H_2

E $K_2[Zn(OH)_4]$

F $ZnCl_2$

ĶĪMIJAS OLIMPIĀDES 2. POSMA 11. KLASES UZDEVUMU ATRISINĀJUMI

1. uzdevums. Latvijas dabas bagātības. 1. jautājums (2 punkti)

Kāda blāvi sudrabpelēks metāls X spontāni reaģē ar ūdeni, veidojot vielas A šķīdumu un izdalot gāzi B. Caur iegūto šķīdumu laižot bezkrāsainu gāzi C šķīdums saduļķojas, rodoties vielas D nogulsnēm. Ja caur iegūto suspensiju turpina pūst gāzi C, novēro nogulšņu pazušanu, rodoties savienojumam E. D veido kādu Latvijā plaši sastopamu nogulumiezi, turklāt kopā ar analogu ķīmiski līdzīga metāla Y savienojumu F veido citu Latvijā plaši sastopamu nogulumiezi. Zināms, ka arī Y reaģē ar ūdeni, taču istabas temperatūrā šī reakcija ir salīdzinoši lēna.

D šķīst stiprā skābē G, iegūstot vielas H šķīdumu. G industriāli iegūst ūdenī šķīdinot vārāmā sāls šķīduma elektrolīzes produktu B un I reakcijas produktu. H reakcijā ar kādu citu skābi J iegūst mazšķīstošu savienojumu K, kas veido Latvijā sastopamu nogulumiezi. Zināms, ka K karsējot tas sadalās divās stadijās, virs 100 °C veidojot L, savukārt virs 180 °C – M.

Uzraksti elementu X un Y ķīmiskos simbolus!

Atrisinājums

Blāvu sudrabpelēks metāls X, kas spontāni reaģē ar ūdeni ir kalcijs Ca. Kalcijam reaģējot ar ūdeni, veidojas kalcija hidroksīds (viela A) un izdalās ūdeņradis (gāze B):

$$Ca + 2H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + H_2\uparrow .$$

Kalcija hidroksīda šķīdums (kaļķūdens) reaģējot ar ogļskābo gāzi (bezkrāsaina gāze C) saduļķojas tāpēc, ka veidojas ūdenī nešķīstošs kalcija karbonāts (viela D):

$$Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3\downarrow + H_2O .$$

Ja caur radušos kalcija karbonāta suspensiju turpina pūst ogļskābo gāzi, nogulsnes izšķīst, jo veidojas ūdenī šķīstošs skābais sāls kalcija hidrogēnkarbonāts (savienojums E):

$$CaCO_3 + H_2O + CO_2 \rightarrow Ca(HCO_3)_2 .$$

Kalcija karbonāts (viela D) veido Latvijā plaši sastopamo nogulumiezi – kaļķakmeni.

Kalcijam ķīmiski līdzīgs metāls magnijs veido magnija karbonātu (savienojums F). Kalcija un magnija karbonāts kopā veido citu Latvijā plaši sastopamu nogulumiezi – dolomītu $CaCO_3 \cdot MgCO_3$.

Magnijs (metāls Y) arī reaģē ar ūdeni, taču istabas temperatūrā šī reakcija ir salīdzinoši lēna:

$$Mg + 2H_2O \rightarrow Mg(OH)_2 + H_2\uparrow$$

Atbilde:

X ir Ca

Y ir Mg

1. uzdevums. Latvijas dabas bagātības. 2. jautājums (13 punkti)

Kāda blāvi sudrabpelēks metāls X spontāni reaģē ar ūdeni, veidojot vielas A šķīdumu un izdalot gāzi B. Caur iegūto šķīdumu laižot bezkrāsainu gāzi C šķīdums saduļķojas, rodoties vielas D nogulsnēm. Ja caur iegūto suspensiju turpina pūst gāzi C, novēro nogulšņu pazušanu, rodoties savienojumam E. D veido kādu Latvijā plaši sastopamu nogulumiezi, turklāt kopā ar analogu ķīmiski līdzīga metāla Y savienojumu F veido citu Latvijā plaši sastopamu nogulumiezi. Zināms, ka arī Y reaģē ar ūdeni, taču istabas temperatūrā šī reakcija ir salīdzinoši lēna.

D šķīst stiprā skābē G, iegūstot vielas H šķīdumu. G industriāli iegūst ūdenī šķīdinot vārāmā sāls šķīduma elektrolīzes produktu B un I reakcijas produktu. H reakcijā ar kādu citu skābi J iegūst mazšķīstošu savienojumu K, kas veido Latvijā sastopamu nogulumiezi. Zināms, ka K karsējot tas sadalās divās stadijās, virs 100 °C veidojot L, savukārt virs 180 °C – M.

Uzraksti vielu A – M ķīmiskās formulas!

Atrisinājums

Blāvu sudrabpelēks metāls X, kas spontāni reaģē ar ūdeni ir kalcijs Ca. Kalcijam reaģējot ar ūdeni, veidojas kalcija hidroksīds (viela A) un izdalās ūdeņradis (gāze B):

$$Ca + 2H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + H_2\uparrow .$$

Kalcija hidroksīda šķīdums (kaļķūdens) reaģējot ar ogļskābo gāzi (bezkrāsaina gāze C) saduļķojas tāpēc, ka veidojas ūdenī nešķīstošs kalcija karbonāts (viela D):

$$Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3\downarrow + H_2O .$$

Ja caur radušos kalcija karbonāta suspensiju turpina pūst ogļskābo gāzi, nogulsnes izšķīst, jo veidojas ūdenī šķīstošs skābais sāls kalcija hidrogēnkarbonāts (savienojums E):

$$CaCO_3 + H_2O + CO_2 \rightarrow Ca(HCO_3)_2 .$$

Kalcija karbonāts (viela D) veido Latvijā plaši sastopamo nogulumiezi – kaļķakmeni.

Kalcijam ķīmiski līdzīgs metāls magnijs veido magnija karbonātu (savienojums F). Kalcija un magnija karbonāts kopā veido citu Latvijā plaši sastopamu nogulumiezi – dolomītu $CaCO_3 \cdot MgCO_3$.

Magnijs (metāls Y) arī reaģē ar ūdeni, taču istabas temperatūrā šī reakcija ir salīdzinoši lēna:

$$Mg + 2H_2O \rightarrow Mg(OH)_2 + H_2\uparrow$$

Norisinoties varamā sāls NaCl šķīduma elektrolīzei, veidojas hlors (viela I), nātrija hidroksīds un ūdeņradis:

$$2NaCl + 2H_2O \xrightarrow{\text{līdzstrāva}} Cl_2 \uparrow + 2NaOH + H_2 \uparrow$$

Ūdeņradim (vielai B) reaģējot ar hloru (viela I) veidojas hlorūdeņradis.

$$H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl.$$

Rūpniecībā hlorūdeņradi šķīdinot ūdenī iegūst sālsskābi (stipru skābi G). Sālsskābei (stiprai skābei G) reaģējot ar kalcija karbonātu (vielu D) rodas kalcija hlorīds (vielas H šķīdums):

$$2HCl + CaCO_3 \rightarrow CaCl_2 + H_2O + CO_2 \uparrow$$

Kalcija hlorīdam (viela H) reaģējot ar sērskābi (viela J) veidojas mazšķīstošs kalcija sulfāts, kas kristalizējās dihidrāta veidā $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ (savienojums K):

$$CaCl_2 + H_2SO_4 + 2H_2O \rightarrow CaSO_4 \cdot 2H_2O \downarrow + 2HCl$$

No kalcija sulfāta dihidrāta sastāv ģipsis, kas Latvijā sastopams nogulumieža veidā.

Karsējot ģipsi, zemākā temperatūrā iezis zaudē tikai daļu no ūdens, veidojot dedzināto ģipsi jeb alabastru $CaSO_4 \cdot 0{,}5H_2O$ (viela L):

$$CaSO_4 \cdot 2H_2O \rightarrow CaSO_4 \cdot 0{,}5H_2O + 1{,}5H_2O \uparrow$$

Karsējot stiprāk, kristālhidrāts (viela L) pilnīgi zaudē ūdeni, veidojot bezūdens kalcija sulfātu jeb "miruši ģipsi" (viela M):

$$CaSO_4 \cdot 0{,}5H_2O \rightarrow CaSO_4 + 0{,}5H_2O \uparrow$$

Atbilde:

A ir $Ca(OH)_2$ B ir H_2 C ir CO_2

D ir $CaCO_3$ E ir $Ca(HCO_3)_2$ F ir $MgCO_3$

G ir HCl H ir $CaCl_2$ I ir Cl_2

J ir H_2SO_4 K ir $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ L ir $CaSO_4 \cdot 0{,}5H_2O$

M ir $CaSO_4$

1. uzdevums. Latvijas dabas bagātības. 3. jautājums (3 punkti)

Kāda blāvi sudrabpelēks metāls X spontāni reaģē ar ūdeni, veidojot vielas A šķīdumu un izdalot gāzi B. Caur iegūto šķīdumu laižot bezkrāsainu gāzi C šķīdums saduļķojas, rodoties vielas D nogulsnēm. Ja caur iegūto suspensiju turpina pūst gāzi C, novēro nogulšņu pazušanu, rodoties savienojumam E. D veido kādu Latvijā plaši sastopamu nogulumiezi, turklāt kopā ar analogu ķīmiski līdzīga metāla Y savienojumu F veido citu Latvijā plaši sastopamu nogulumiezi. Zināms, ka arī Y reaģē ar ūdeni, taču istabas temperatūrā šī reakcija ir salīdzinoši lēna.

D šķīst stiprā skābē G, iegūstot vielas H šķīdumu. G industriāli iegūst ūdenī šķīdinot vārāmā sāls šķīduma elektrolīzes produktu B un I reakcijas produktu. H reakcijā ar kādu citu skābi J iegūst mazšķīstošu savienojumu K, kas veido Latvijā sastopamu nogulumiezi.

Nosauc nogulumiežus, ko veido D, D un F, kā arī K!

Atrisinājums

Blāvu sudrabpelēks metāls X, kas spontāni reaģē ar ūdeni ir kalcijs Ca. Kalcijam reaģējot ar ūdeni, veidojas kalcija hidroksīds (viela A) un izdalās ūdeņradis (gāze B):

$$Ca + 2H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + H_2\uparrow.$$

Kalcija hidroksīda šķīdums (kaļķūdens) reaģējot ar ogļskābo gāzi (bezkrāsaina gāze C) saduļķojas tāpēc, ka veidojas ūdenī nešķīstošs kalcija karbonāts (viela D):

$$Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3\downarrow + H_2O.$$

Ja caur radušos kalcija karbonāta suspensiju turpina pūst ogļskābo gāzi, nogulsnes izšķīst, jo veidojas ūdenī šķīstošs skābais sāls kalcija hidrogēnkarbonāts (savienojums E):

$$CaCO_3 + H_2O + CO_2 \rightarrow Ca(HCO_3)_2.$$

Kalcija karbonāts (viela D) veido Latvijā plaši sastopamo nogulumiezi – kaļķakmeni.

Kalcijam ķīmiski līdzīgs metāls magnijs veido magnija karbonātu (savienojums F). Kalcija un magnija karbonāts kopā veido citu Latvijā plaši sastopamu nogulumiezi – dolomītu $CaCO_3 \cdot MgCO_3$.

Magnijs (metāls Y) arī reaģē ar ūdeni, taču istabas temperatūrā šī reakcija ir salīdzinoši lēna:

$$Mg + 2H_2O \rightarrow Mg(OH)_2 + H_2\uparrow$$

Norisinoties varamā sāls NaCl šķīduma elektrolīzei, veidojas hlors (viela I), nātrija hidroksīds un ūdeņradis:

$$2NaCl + 2H_2O \xrightarrow{\text{līdzstrāva}} Cl_2\uparrow + 2NaOH + H_2\uparrow$$

Ūdeņradim (vielai B) reaģējot ar hloru (viela I) veidojas hlorūdeņradis.

$$H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl.$$

Rūpniecībā hlorūdeņradi šķīdinot ūdenī iegūst sālsskābi (stipru skābi G). Sālsskābei (stiprai skābei G) reaģējot ar kalcija karbonātu (vielu D) rodas kalcija hlorīds (vielas H šķīdums):

$$2HCl + CaCO_3 \rightarrow CaCl_2 + H_2O + CO_2\uparrow$$

Kalcija hlorīdam (viela H) reaģējot ar sērskābi (viela J) veidojas mazšķīstošs kalcija sulfāts, kas kristalizējās dihidrāta veidā $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ (savienojums K):

$$CaCl_2 + H_2SO_4 + 2H_2O \rightarrow CaSO_4 \cdot 2H_2O\downarrow + 2HCl$$

Atbilde:

D ir kaļķakmens

D un F veido dolomītu

K ir ģipšakmens

2. uzdevums. Augstspiediena kristāli. 4. jautājums (11 punkti)

2017. gadā žurnālā Science tika ziņots, ka ķīmiskais elements A 495 GPa spiedienā viedo kristālus ar metālam raksturīgām īpašībām: tiem ir metālisks spīdums un tie vada elektrību. Šķidrā un gāzveida stāvoklī A eksistē divatomu molekulas veidā, kas noteiktā attiecībā ar gaisu ir sprādzienbīstama. Šādā sprādzienā rodas gāzveida B. A veidotās divatomu molekulas reakcijā ar vienu no gaisa sastāvdaļām iegūst gāzi ar asu raksturīgu smaku C.

C degšanā katalizatora klātienē var iegūt bezkrāsainu gāzi D, kas gaisā pārvēršas par brūnu gāzi E, kas savukārt tālāk daļēji pārvēršas par bezkrāsainu gāzi F, līdz starp E un F iestājas ķīmiskais līdzsvars. E reakcijā ar šķidru B iegūst skābi G, kuras reakcijā ar C iegūst savienojumu H, kuru plaši izmanto lauksaimniecībā kā minerālmēslojumu. Lēni karsējot H tas pilnībā sadalās divos gāzveida produktos, viens no kuriem ir oksīds I. Savukārt ja H sadalās ar eksploziju, tas pamatā veido trīs gāzveida produktus – B kā arī divas divatomu gāzes J un K. Zināms, ka J ir ķīmiski visai inerta viela, kamēr K uzbūve padara to par stipri reaģētspējīgu vielu.

Atrisinājums

Ķīmiskais elements A, kas 495 GPa spiedienā veido kristālus ar metālisko spīdumu, ir ūdeņradis H. Šķidrā un gāzveida stāvoklī ķīmiskais elements ūdeņradis eksistē divatomu molekulu veidā (H_2). Ūdeņraža un gaisa maisījums ir sprādzienbīstams. Šādā sprādzienā rodas ūdens tvaiks (gāzveida viela B):

$$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O.$$

Ūdeņradim reaģējot ar gaisā esošo slāpekli rodas gāze ar asu raksturīgo smaku – amonjaku (viela C):

$$3H_2 + N_2 \rightleftarrows 2NH_3.$$

Oksidējot amonjaku katalizatora klātbūtnē iegūst bezkrāsainu slāpekļa(II) oksīdu (gāzveida viela D), kas gaisā pārvērsās par brūnu slāpekļaIV) oksīdu (gāzveida viela E):

$$4NH_3 + 5O_2 \rightarrow 4NO + 6H_2O \text{ un}$$

$$2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2.$$

Slāpekļa(IV) oksīds NO_2 (viela E) veido bezkrāsainu dimēru N_2O_4 (viela F). Starp abām vielām pastāv dinamiskais līdzsvars:

$$2NO_2 \rightleftarrows N_2O_4.$$

Slāpekļa(IV) oksīdam (vielai E) reaģējot ar ūdeni (viela B), veidojas slāpekļskābe (viela G):

$$3NO_2 + H_2O \rightarrow 2HNO_3 + NO.$$

Savukārt slāpekļskābei (vielai G) reaģējot ar amonjaku (vielu C) veidojas amonija nitrāts (viela H), kuru plaši izmanto lauksaimniecībā kā minerālmēslojumu:

$$HNO_3 + NH_3 \rightarrow NH_4NO_3$$

Lēni karsējot amonija nitrātu (vielu H), veidojas divi gāzveida produkti – slāpekļa(I) oksīds (viela I) un ūdens tvaiks:

$$NH_4NO_3 \rightarrow N_2O\uparrow + 2H_2O\uparrow$$

Savukārt ja amonija nitrāts (viela H) sadalās ar eksploziju, tas pamatā veido trīs gāzveida produktus: ūdens tvaiku (viela B) kā arī divas divatomu gāzes – slāpekli (viela J) un skābekli (viela K).

$$2NH_4NO_3 \rightarrow 4H_2O\uparrow + 2N_2\uparrow + O_2\uparrow$$

Slāpeklis (viela J) ir ķīmiski visai inerts, bet skābeklis (viela K) ir stipri reaģētspējīga viela.

Atbilde:

A ir H	B ir H_2O	C ir NH_3
D ir NO	E ir NO_2	F ir N_2O_4
G ir HNO_3	H ir NH_4NO_3	I ir N_2O
J ir N_2	K ir O_2	

2. uzdevums. Augstspiediena kristāli. 5. jautājums (1 punkts)

2017. gadā žurnālā Science tika ziņots, ka ķīmiskais elements A 495 GPa spiedienā viedo kristālus ar metālam raksturīgām īpašībām: tiem ir metālisks spīdums un tie vada elektrību. Šķidrā un gāzveida stāvoklī A eksistē divatomu molekulas veidā, kas noteiktā attiecībā ar gaisu ir sprādzienbīstama. Šādā sprādzienā rodas gāzveida B. A veidotās divatomu molekulas reakcijā ar vienu no gaisa sastāvdaļām iegūst gāzi ar asu raksturīgu smaku C.

C degšanā katalizatora klātienē var iegūt bezkrāsainu gāzi D, kas gaisā pārvēršas par brūnu gāzi E, kas savukārt tālāk daļēji pārvēršas par bezkrāsainu gāzi F, līdz starp E un F iestājas ķīmiskais līdzsvars. E reakcijā ar šķidru B iegūst skābi G, kuras reakcijā ar C iegūst savienojumu H, kuru plaši izmanto lauksaimniecībā kā minerālmēslojumu. Lēni karsējot H tas pilnībā sadalās divos gāzveida produktos, viens no kuriem ir oksīds I.

Uzraksti, kāds ir I triviālais nosaukums?

Atrisinājums

Ķīmiskais elements A, kas 495 GPa spiedienā veido kristālus ar metālisko spīdumu, ir ūdeņradis H. Šķidrā un gāzveida stāvoklī ķīmiskais elements ūdeņradis eksistē divatomu molekulu veidā (H_2). Ūdeņraža un gaisa maisījums ir sprādzienbīstams. Šādā sprādzienā rodas ūdens tvaiks (gāzveida viela B):

$$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O.$$

Ūdeņradim reaģējot ar gaisā esošo slāpekli rodas gāze ar asu raksturīgo smaku – amonjaku (viela C):

$$3H_2 + N_2 \rightleftarrows 2NH_3.$$

Oksidējot amonjaku katalizatora klātbūtnē iegūst bezkrāsainu slāpekļa(II) oksīdu (gāzveida viela D), kas gaisā pārvērsās par brūnu slāpekļaIV) oksīdu (gāzveida viela E):

$$4NH_3 + 5O_2 \rightarrow 4NO + 6H_2O \text{ un}$$

$$2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2.$$

Slāpekļa(IV) oksīds NO_2 (viela E) veido bezkrāsainu dimēru N_2O_4 (viela F). Starp abām vielām pastāv dinamiskais līdzsvars:

$$2NO_2 \rightleftarrows N_2O_4.$$

Slāpekļa(IV) oksīdam (vielai E) reaģējot ar ūdeni (viela B), veidojas slāpekļskābe (viela G):

$$3NO_2 + H_2O \rightarrow 2HNO_3 + NO.$$

Savukārt slāpekļskābei (vielai G) reaģējot ar amonjaku (vielu C) veidojas amonija nitrāts (viela H), kuru plaši izmanto lauksaimniecībā kā minerālmēslojumu:

$$HNO_3 + NH_3 \rightarrow NH_4NO_3$$

Lēni karsējot amonija nitrātu (vielu H), veidojas divi gāzveida produkti – slāpekļa(I) oksīds jeb smieklu gāze (viela I) un ūdens tvaiks:

$$NH_4NO_3 \rightarrow N_2O\uparrow + 2H_2O\uparrow$$

Atbilde: Vielas I triviālais nosaukums ir smieklu gāze.

2. uzdevums. Augstspiediena kristāli. 6. jautājums (1 punkts)

2017. gadā žurnālā Science tika ziņots, ka ķīmiskais elements A 495 GPa spiedienā viedo kristālus ar metālam raksturīgām īpašībām: tiem ir metālisks spīdums un tie vada elektrību. Šķidrā un gāzveida stāvoklī A eksistē divatomu molekulas veidā, kas noteiktā attiecībā ar gaisu ir sprādzienbīstama. Šādā sprādzienā rodas gāzveida B. A veidotās divatomu molekulas reakcijā ar vienu no gaisa sastāvdaļām iegūst gāzi ar asu raksturīgu smaku C.

C degšanā katalizatora klātienē var iegūt bezkrāsainu gāzi D, kas gaisā pārvēršas par brūnu gāzi E, kas savukārt tālāk daļēji pārvēršas par bezkrāsainu gāzi F, līdz starp E un F iestājas ķīmiskais līdzsvars. E reakcijā ar šķidru B iegūst skābi G, kuras reakcijā ar C iegūst savienojumu H, kuru plaši izmanto lauksaimniecībā kā minerālmēslojumu. Lēni karsējot H tas pilnībā sadalās divos gāzveida produktos, viens no kuriem ir oksīds I.

Kādā(-s) sfērā(-s) tiek izmantots oksīds I? Izvēlieties vienu vai vairākas pareizās atbildes!

a. medicīnā

b. lauksaimniecībā

c. enerģētikā

d. kā degviela iekšdedzes dzinējos

e. kā dzesējošais aģents dažādās iekārtās

Atrisinājums

Ķīmiskais elements A, kas 495 GPa spiedienā veido kristālus ar metālisko spīdumu, ir ūdeņradis H. Šķidrā un gāzveida stāvoklī ķīmiskais elements ūdeņradis eksistē divatomu molekulu veidā (H_2). Ūdeņraža un gaisa maisījums ir sprādzienbīstams. Šādā sprādzienā rodas ūdens tvaiks (gāzveida viela B):

$$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O.$$

Ūdeņradim reaģējot ar gaisā esošo slāpekli rodas gāze ar asu raksturīgo smaku – amonjaku (viela C):

$$3H_2 + N_2 \rightleftarrows 2NH_3.$$

Oksidējot amonjaku katalizatora klātbūtnē iegūst bezkrāsainu slāpekļa(II) oksīdu (gāzveida viela D), kas gaisā pārvērsās par brūnu slāpekļaIV) oksīdu (gāzveida viela E):

$$4NH_3 + 5O_2 \rightarrow 4NO + 6H_2O \text{ un}$$

$$2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2.$$

Slāpekļa(IV) oksīds NO_2 (viela E) veido bezkrāsainu dimēru N_2O_4 (viela F). Starp abām vielām pastāv dinamiskais līdzsvars:

$$2NO_2 \rightleftarrows N_2O_4.$$

Slāpekļa(IV) oksīdam (vielai E) reaģējot ar ūdeni (viela B), veidojas slāpekļskābe (viela G):

$$3NO_2 + H_2O \rightarrow 2HNO_3 + NO.$$

Savukārt slāpekļskābei (vielai G) reaģējot ar amonjaku (vielu C) veidojas amonija nitrāts (viela H), kuru plaši izmanto lauksaimniecībā kā minerālmēslojumu:

$$HNO_3 + NH_3 \rightarrow NH_4NO_3.$$

Lēni karsējot amonija nitrātu (vielu H), veidojas divi gāzveida produkti – slāpekļa(I) oksīds jeb smieklu gāze (viela I) un ūdens tvaiks:

$$NH_4NO_3 \rightarrow N_2O\uparrow + 2H_2O\uparrow .$$

Pirmo reizi slāpekļa(I) oksīdu ieguvis angļu ķīmiķis Džozefs Prīstlijs 1772. gadā. 18. gadsimta beigās ar šo vielu eksperimentēja Hamfrijs Deivijs. 1800. gadā viņš publicēja atklājumu, ka šī viela reibina un novērš sāpes. 1844. gadā zobārsts Horācijs Velss, eksperimentējot ar sevi, mēģināja to izmantot sāpju novēršanai zoba raušanas laikā. Vēlāk to saka lietot anestēzijai ne tikai zobārsti, bet arī ķirurgi.

Atbilde: a.

2. uzdevums. Augstspiediena kristāli. 7. jautājums (2 punkti)

2017. gadā žurnālā Science tika ziņots, ka ķīmiskais elements A 495 GPa spiedienā viedo kristālus ar metālam raksturīgām īpašībām: tiem ir metālisks spīdums un tie vada elektrību. Šķidrā un gāzveida stāvoklī A eksistē divatomu molekulas veidā, kas noteiktā attiecībā ar gaisu ir sprādzienbīstama. Šādā sprādzienā rodas gāzveida B. A veidotās divatomu molekulas reakcijā ar vienu no gaisa sastāvdaļām iegūst gāzi ar asu raksturīgu smaku C.

C degšanā katalizatora klātienē var iegūt bezkrāsainu gāzi D, kas gaisā pārvēršas par brūnu gāzi E, kas savukārt tālāk daļēji pārvēršas par bezkrāsainu gāzi F, līdz starp E un F iestājas ķīmiskais līdzsvars. E reakcijā ar šķidru B iegūst skābi G, kuras reakcijā ar C iegūst savienojumu H, kuru plaši izmanto lauksaimniecībā kā minerālmēslojumu. Lēni karsējot H tas pilnībā sadalās divos gāzveida produktos, viens no kuriem ir oksīds I.

Uzraksti, kāda ir visu koeficientu summa ķīmiskas reakcijas vienādojumā, pārvērtībai, kas notiek ar vielu H

a. to lēni karsējot un

b. tai eksplodējot!

Atrisinājums

Ķīmiskais elements A, kas 495 GPa spiedienā veido kristālus ar metālisko spīdumu, ir ūdeņradis H. Šķidrā un gāzveida stāvoklī ķīmiskais elements ūdeņradis eksistē divatomu molekulu veidā (H_2). Ūdeņraža un gaisa maisījums ir sprādzienbīstams. Šādā sprādzienā rodas ūdens tvaiks (gāzveida viela B):

$$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O.$$

Ūdeņradim reaģējot ar gaisā esošo slāpekli rodas gāze ar asu raksturīgo smaku – amonjaku (viela C):

$$3H_2 + N_2 \rightleftarrows 2NH_3.$$

Oksidējot amonjaku katalizatora klātbūtnē iegūst bezkrāsainu slāpekļa(II) oksīdu (gāzveida viela D), kas gaisā pārvērsās par brūnu slāpekļaIV) oksīdu (gāzveida viela E):

$4NH_3 + 5O_2 \rightarrow 4NO + 6H_2O$ un

$2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$.

Slāpekļa(IV) oksīds NO_2 (viela E) veido bezkrāsainu dimēru N_2O_4 (viela F). Starp abām vielām pastāv dinamiskais līdzsvars:

$2NO_2 \rightleftarrows N_2O_4$.

Slāpekļa(IV) oksīdam (vielai E) reaģējot ar ūdeni (viela B), veidojas slāpekļskābe (viela G):

$3NO_2 + H_2O \rightarrow 2HNO_3 + NO$.

Savukārt slāpekļskābei (vielai G) reaģējot ar amonjaku (vielu C) veidojas amonija nitrāts (viela H), kuru plaši izmanto lauksaimniecībā kā minerālmēslojumu:

$HNO_3 + NH_3 \rightarrow NH_4NO_3$.

Lēni karsējot amonija nitrātu (vielu H), veidojas divi gāzveida produkti – slāpekļa(I) oksīds (viela I) un ūdens tvaiks:

$NH_4NO_3 \rightarrow N_2O\uparrow + 2H_2O\uparrow$

Reakcijas vienādojumā koeficientu summa ir 4.

Savukārt ja amonija nitrāts (viela H) sadalās ar eksploziju, tas pamatā veido trīs gāzveida produktus: ūdens tvaiku (viela B) kā arī divas divatomu gāzes – slāpekli (viela J) un skābekli (viela K).

$2NH_4NO_3 \rightarrow 4H_2O\uparrow + 2N_2\uparrow + O_2\uparrow$

Reakcijas vienādojumā koeficientu summa ir 9.

Atbilde:

a. 4

b. 9

2. uzdevums. Augstspiediena kristāli. 8. jautājums (2 punkti)

2017. gadā žurnālā Science tika ziņots, ka ķīmiskais elements A 495 GPa spiedienā viedo kristālus ar metālam raksturīgām īpašībām: tiem ir metālisks spīdums un tie vada elektrību. Šķidrā un gāzveida stāvoklī A eksistē divatomu molekulas veidā, kas noteiktā attiecībā ar gaisu ir sprādzienbīstama. Šādā sprādzienā rodas gāzveida B. A veidotās divatomu molekulas reakcijā ar vienu no gaisa sastāvdaļām iegūst gāzi ar asu raksturīgu smaku C.

C degšanā katalizatora klātienē var iegūt bezkrāsainu gāzi D, kas gaisā pārvēršas par brūnu gāzi E, kas savukārt tālāk daļēji pārvēršas par bezkrāsainu gāzi F, līdz starp E un F iestājas ķīmiskais līdzsvars. E reakcijā ar šķidru B iegūst skābi G, kuras reakcijā ar C iegūst savienojumu H, kuru plaši izmanto lauksaimniecībā kā minerālmēslojumu. Lēni karsējot H tas pilnībā sadalās divos gāzveida produktos, viens no kuriem ir oksīds I. Savukārt ja H sadalās ar eksploziju, tas pamatā veido trīs gāzveida produktus – B kā arī divas divatomu gāzes J un K. Zināms, ka J ir ķīmiski visai inerta viela, kamēr K uzbūve padara to par stipri reaģētspējīgu vielu.

Uzraksti, kurš vai kuri atomi ir oksidētāji, un kuri reducētāji ķīmiskajā reakcijā, kas notiek ar vielu H

a. to lēni karsējot un

b. tai eksplodējot.

Ja atbildē ir vairāki elementi, atdaliet to simbolus ar komatu bez atstarpes.

Atrisinājums

Ķīmiskais elements A, kas 495 GPa spiedienā veido kristālus ar metālisko spīdumu, ir ūdeņradis H. Šķidrā un gāzveida stāvoklī ķīmiskais elements ūdeņradis eksistē divatomu molekulu veidā (H_2). Ūdeņraža un gaisa maisījums ir sprādzienbīstams. Šādā sprādzienā rodas ūdens tvaiks (gāzveida viela B):

$$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O.$$

Ūdeņradim reaģējot ar gaisā esošo slāpekli rodas gāze ar asu raksturīgo smaku – amonjaku (viela C):

$$3H_2 + N_2 \rightleftarrows 2NH_3.$$

Oksidējot amonjaku katalizatora klātbūtnē iegūst bezkrāsainu slāpekļa(II) oksīdu (gāzveida viela D), kas gaisā pārvērsās par brūnu slāpekļaIV) oksīdu (gāzveida viela E):

$$4NH_3 + 5O_2 \rightarrow 4NO + 6H_2O \text{ un}$$

$$2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2.$$

Slāpekļa(IV) oksīds NO_2 (viela E) veido bezkrāsainu dimēru N_2O_4 (viela F). Starp abām vielām pastāv dinamiskais līdzsvars:

$$2NO_2 \rightleftarrows N_2O_4.$$

Slāpekļa(IV) oksīdam (vielai E) reaģējot ar ūdeni (viela B), veidojas slāpekļskābe (viela G):

$$3NO_2 + H_2O \rightarrow 2HNO_3 + NO.$$

Savukārt slāpekļskābei (vielai G) reaģējot ar amonjaku (vielu C) veidojas amonija nitrāts (viela H), kuru plaši izmanto lauksaimniecībā kā minerālmēslojumu:

$$HNO_3 + NH_3 \rightarrow NH_4NO_3$$

Lēni karsējot amonija nitrātu (vielu H), veidojas divi gāzveida produkti – slāpekļa(I) oksīds (viela I) un ūdens tvaiks:

$$\overset{-3\,+1}{N}\overset{}{H_4}\overset{+5\,-2}{N}O_3 \rightarrow \overset{+1\,-2}{N_2}O\uparrow + 2\overset{+1\,-2}{H_2}O\uparrow$$

Šeit oksidētājs ir slāpeklis ar oksidēšanas pakāpi +5:

$$\overset{+5}{N} + 4e^- \rightarrow \overset{+1}{N}$$

Reducētājs ir slāpeklis ar oksidēšanas pakāpi -3:

$$\overset{-3}{N} - 4e^- \rightarrow \overset{+1}{N}$$

Savukārt ja amonija nitrāts (viela H) sadalās ar eksploziju, tas pamatā veido trīs gāzveida produktus: ūdens tvaiku (viela B) kā arī divas divatomu gāzes – slāpekli (viela J) un skābekli (viela K).

$$2\overset{-3\,+1}{N}\overset{}{H_4}\overset{+5\,-2}{N}O_3 \rightarrow 4\overset{+1\,-2}{H_2}O\uparrow + 2\overset{0}{N_2}\uparrow + \overset{0}{O_2}\uparrow$$

Šeit oksidētājs ir slāpeklis ar oksidēšanas pakāpi +5:

$$2\overset{+5}{N} + 10e^- \rightarrow \overset{0}{N_2}$$

Un ir divi reducētāji – slāpeklis ar oksidēšanas pakāpi -3 un skābeklis ar oksidēšanas pakāpi -2:

$$2\overset{-3}{N} - 6e^- \rightarrow \overset{0}{N_2}$$

$$2\overset{-2}{O} - 4e^- \rightarrow \overset{0}{O_2}$$

Atbilde:

a. oksidētājs ir $\overset{+5}{N}$, reducētājs ir $\overset{-3}{N}$

b. oksidētājs ir $\overset{+5}{N}$, reducētājs ir $\overset{-3}{N}$, $\overset{-2}{O}$

3. uzdevums. Nātrijs vs. Skābeklis. 9. jautājums (2 punkti)

Skābeklī sadedzinot nātriju ieguva vielu A un B maisījumu. Ņemot 1,000 g šī maisījuma un izšķīdināja to aukstā ūdenī. Pēc ietvaicēšanas ieguva 1,092 g sausā atlikuma. Zināms, ka karsējot B tā sadalās par A un kādu gāzi.

Uzraksti vielu A un B ķīmiskās formulas!

Atrisinājums

Skābeklim reaģējot ar nātriju veidojas nātrija oksīda un nātrija peroksīda maisījums:

$4Na + O_2 \rightarrow 2Na_2O$ un

$2Na + O_2 \rightarrow Na_2O_2$.

Karsējot nātrija peroksīdu (viela B) tā sadalās par nātrija oksīdu (viela A) un skābekli:

$2Na_2O_2 \rightarrow 2Na_2O + O_2 \uparrow$

Atbilde: A ir Na_2O un B ir Na_2O_2.

3. uzdevums. Nātrijs vs. Skābeklis. 10. jautājums (4 punkti)

Skābeklī sadedzinot nātriju ieguva vielu A un B maisījumu. Ņemot 1,000 g šī maisījuma un izšķīdināja to aukstā ūdenī. Pēc ietvaicēšanas ieguva 1,092 g sausā atlikuma. Zināms, ka karsējot B tā sadalās par A un kādu gāzi.

Aprēķini pēc nātrija sadedzināšanas iegūtā maisījuma sastāvu masas daļās (%). Atbildi ieraksti veselos skaitļos!

Atrisinājums

1. Uzraksti ķīmisko reakciju vienādojumus pārvērtībām, kas norisinās, ja nātriju sadedzina skābeklī!
   Skābeklim reaģējot ar nātriju veidojas nātrija oksīda un nātrija peroksīda maisījums:

   $4Na + O_2 \rightarrow 2Na_2O$ un

   $2Na + O_2 \rightarrow Na_2O_2$.

   Karsējot nātrija peroksīdu (viela B) tā sadalās par nātrija oksīdu (viela A) un skābekli:

   $2Na_2O_2 \rightarrow 2Na_2O + O_2 \uparrow$

2. Uzraksti reakciju vienādojumu pārvērtībai, kas norisinās, ja nātrija oksīds reaģē ar ūdeni!

   $Na_2O + H_2O \rightarrow 2NaOH$

3. Pieņem, ka pēc nātrija sadedzināšanas radušos vielu maisījumā nātrija oksīda vielas daudzums bija x mol. Tad x mol nātrija oksīda izreaģējot ar ūdeni, veidojas 2x mol nātrija hidroksīda.
4. Aprēķini nātrija oksīda un radušos nātrija hidroksīda masu!

   $m_{Na_2O} = n_{Na_2O} \cdot M_{Na_2O} = \text{ x mol} \cdot 62 \text{ g/mol} = \text{ 62x g}$

   $m^{\text{I}}_{NaOH} = n^{\text{I}}_{NaOH} \cdot M_{NaOH} = \text{ 2x mol} \cdot 40 \text{ g/mol} = \text{ 80x g}$

5. Uzraksti reakciju vienādojumu pārvērtībai, kas norisinās, ja nātrija peroksīds reaģē ar ūdeni!

   $Na_2O_2 + 2H_2O \rightarrow 2NaOH + H_2O_2$

6. Pieņem, ka pēc nātrija sadedzināšanas radušos vielu maisījumā nātrija peroksīda vielas daudzums bija y mol. Tad y mol nātrija peroksīda izreaģējot ar ūdeni, veidojas 2y mol nātrija hidroksīda.
7. Aprēķini nātrija peroksīda un radušos nātrija hidroksīda masu!

$$m_{Na_2O_2} = n_{Na_2O_2} \cdot M_{Na_2O_2} = \text{ y mol} \cdot 78 \text{ g/mol} = \text{ 78y g}$$

$$m^{II}_{NaOH} = n^{II}_{NaOH} \cdot M_{NaOH} = \text{ 2y mol} \cdot 40 \text{ g/mol} = \text{ 80y g}$$

8. Zinot cik liela ir nātrija oksīda un nātrija peroksīda masu summā, un cik liela nātrija hidroksīda masa veidojas abiem savienojumiem reaģējot ar ūdeni, uzraksti sistēmu, kas sastāv no diviem vienādojumiem ar diviem nezināmajiem, un atrisini to!

$$\begin{cases} 62x + 78y = 1{,}000 \\ 80x + 80y = 1{,}092 \end{cases}$$

$$x = \frac{1{,}000\text{-}78y}{62}$$

$$y = 0{,}00961 \text{ (mol } Na_2O_2\text{)}$$

9. Aprēķini nātrija peroksīda masu!

$$m_{Na_2O_2} = n_{Na_2O_2} \cdot M_{Na_2O_2} = \text{ 0,00961 mol} \cdot 78 \text{ g/mol} \approx 0{,}750 \text{ g}$$

10. Aprēķini nātrija peroksīda masas daļu maisījumā, kas veidojas pēc nātrija sadedzināšanas!

$$w_{Na_2O_2} = \frac{m_{Na_2O_2}}{m_{Na_2O} + m_{Na_2O_2}} = \frac{0{,}750 \text{ g}}{1{,}000 \text{ g}} = 0{,}75 = 75\%$$

11. Aprēķini nātrija oksīda masas daļu maisījumā, kas veidojas pēc nātrija sadedzināšanas!

$$w_{Na_2O} = 100\% - w_{Na_2O_2} = 100\% - 75\% = 25\%$$

Atbilde:

$w_{Na_2O} = 25\%$

$w_{Na_2O_2} = 75\%$

3. uzdevums. Nātrijs vs. Skābeklis. 11. jautājums (1 punkts)

Skābeklī sadedzinot nātriju ieguva vielu A un B maisījumu. Zināms, ka karsējot B tā sadalās par A un kādu gāzi. Kāda ne sevišķi stabila viela rodas B reakcijā ar aukstu ūdeni? Uzraksti vielas ķīmisko formulu!

Atrisinājums

Skābeklim reaģējot ar nātriju veidojas nātrija oksīda un nātrija peroksīda maisījums:

$4Na + O_2 \rightarrow 2Na_2O$ un

$2Na + O_2 \rightarrow Na_2O_2$.

Karsējot nātrija peroksīdu (viela B) tā sadalās par nātrija oksīdu (viela A) un skābekli:

$2Na_2O_2 \rightarrow 2Na_2O + O_2\uparrow$

Ja nātrija peroksīds reaģē ar ūdeni, veidojas nātrija hidroksīds un ne īpaši stabils ūdeņraža peroksīds:

$Na_2O_2 + 2H_2O \rightarrow 2NaOH + H_2O_2$

Atbilde: H_2O_2.

3. uzdevums. Nātrijs vs. Skābeklis. 12. jautājums (1 punkts)

Skābeklī sadedzinot nātriju ieguva vielu A un B maisījumu. Zināms, ka karsējot B tā sadalās par A un kādu gāzi.

Zināms, ka karsējot skābeklī A pārvēršas par B, savukārt B tālāk pārvēršas par kādu citu savienojumu C. Gan B, gan C reakcijā ar siltu ūdeni izdalās viena un tā pati gāze.

Uzraksti vielas C ķīmisko formulu!

Atrisinājums

Skābeklim reaģējot ar nātriju veidojas nātrija oksīda un nātrija peroksīda maisījums:

$4Na + O_2 \rightarrow 2Na_2O$ un

$2Na + O_2 \rightarrow Na_2O_2$.

Karsējot nātrija peroksīdu (viela B) tā sadalās par nātrija oksīdu (viela A) un skābekli:

$2Na_2O_2 \rightarrow 2Na_2O + O_2\uparrow$.

Nātrija oksīdu (vielu A) karsējot skābeklī rodas nātrija peroksīds (viela B):

$2Na_2O + O_2 \rightarrow 2Na_2O_2$.

Savukārt nātrija peroksīds (viela B) tālāk pārvēršas par nātrija superoksīdu NaO_2 (savienojumu C):

$Na_2O_2 + O_2 \rightarrow 2NaO_2$

Gan nātrija peroksīdam, gan nātrija superoksīdam reaģējot ar siltu ūdeni izdalās skābeklis:

$2Na_2O_2 + 2H_2O \rightarrow 4NaOH + O_2\uparrow$

$4NaO_2 + 2H_2O \rightarrow 4NaOH + 3O_2\uparrow$

Atbilde: C ir NaO_2.

3. uzdevums. Nātrijs vs. Skābeklis. 13. jautājums (4 punkti)

Skābeklī sadedzinot nātriju ieguva vielu A un B maisījumu. Zināms, ka karsējot B tā sadalās par A un kādu gāzi.

Zināms, ka karsējot skābeklī A pārvēršas par B, savukārt B tālāk pārvēršas par kādu citu savienojumu C. Gan B, gan C reakcijā ar siltu ūdeni izdalās viena un tā pati gāze. Ņēma jaunu porciju iepriekš iegūtā A un B maisījuma un to karsēja skābeklī 450 °C temperatūrā, kad viss A bija pārvērties par B, savukārt B pārvēršanās par C bija notikusi tikai daļēji. 1,000 g jauniegūtā B un C maisījuma šķīdināja siltā ūdenī, iegūstot 0,2084 L (n.a.) gāzes.

Aprēķini iegūtā B un C maisījuma sastāvu masas daļās (%)! Atbildi ieraksti veselos skaitļos!

Atrisinājums

1. Uzraksti reakciju vienādojumus pārvērtībām, kas norisinās nātrijam reaģējot ar skābekli! Skābeklim reaģējot ar nātriju veidojas nātrija oksīda (viela A) un nātrija peroksīda (viela B) maisījums:

   $4Na + O_2 \rightarrow 2Na_2O$ un

   $2Na + O_2 \rightarrow Na_2O_2$.

2. Uzraksti reakcijas vienādojumu pārvērtībai, kas norisinās nātrija oksīdu (vielu A) karsējot skābeklī! Reakcijas produkts ir nātrija peroksīds (viela B):

   $2Na_2O + O_2 \rightarrow 2Na_2O_2$.

3. Uzraksti reakcijas vienādojumu pārvērtībai, kas norisinās nātrija peroksīdam (viela B) reaģējot ar skābekli! Reakcijas produkts ir nātrija superoksīds NaO_2 (savienojums C):

   $Na_2O_2 + O_2 \rightarrow 2NaO_2$

4. Uzraksti reakcijas vienādojumus pārvērtībām, kas norisinās nātrija peroksīdam (vielai B) un nātrija superoksīdam (vielai C) reaģējot ar siltu ūdeni! Gan nātrija peroksīdam, gan nātrija superoksīdam reaģējot ar siltu ūdeni izdalās skābeklis:

   $2Na_2O_2 + 2H_2O \rightarrow 4NaOH + O_2\uparrow$

   $4NaO_2 + 2H_2O \rightarrow 4NaOH + 3O_2\uparrow$

5. Aprēķini izdalījušos skābekļa vielas daudzumu!

   $$n_{O_2} = \frac{V_{O_2}}{V_m} = \frac{0{,}2084\ \text{L}}{22{,}4\ \text{L/mol}} \approx 0{,}0093\ \text{mol}$$

6. Pieņem, ka nātrija peroksīda vielas daudzums maisījumā bija x mol. Aprēķini nātrija peroksīda masu un skābekļa vielas daudzumu, kas veidojas nātrija peroksīdam reaģējot ar siltu ūdeni!

   $m_{Na_2O_2} = n_{Na_2O_2} \cdot M_{Na_2O_2} = \text{x mol} \cdot 78 \text{ g/mol} = 78\text{x g}$

   Pēc koeficientiem reakcijas vienādojuma var spriest, ka

   $n^{I}_{O_2} = \frac{1}{2} \cdot n_{Na_2O_2} = 0,5x \text{ mol}$

7. Pieņem, ka nātrija superoksīda vielas daudzums maisījumā bija y mol. Aprēķini nātrija superoksīda masu un skābekļa vielas daudzumu, kas veidojas nātrija superoksīdam reaģējot ar siltu ūdeni!

   $m_{NaO_2} = n_{NaO_2} \cdot M_{NaO_2} = \text{y mol} \cdot 55 \text{ g/mol} = 55\text{y g}$

   Pēc koeficientiem reakcijas vienādojuma var spriest, ka

   $n^{II}_{O_2} = \frac{3}{4} \cdot n_{NaO_2} = 0,75y \text{ mol}$

8. Zinot cik liela ir nātrija peroksīda un nātrija superoksīda masu summā, un cik liels skābekļa vielas daudzums veidojas abiem savienojumiem reaģējot ar ūdeni, uzraksti sistēmu, kas sastāv no diviem vienādojumiem ar diviem nezināmajiem, un atrisini to!

   $$\begin{cases} 78x + 55y = 1,000 \\ 0,5x + 0,75y = 0,0093 \end{cases}$$

   $$x = \frac{1,000\text{-}55y}{78}$$

   $$0,5 \cdot \frac{1,000\text{-}55y}{78} + 0,75y = 0,0093$$

   $$y = 0,0073 \text{ (mol } NaO_2\text{)}$$

9. Aprēķini nātrija superoksīda masu!

   $m_{NaO_2} = n_{NaO_2} \cdot M_{NaO_2} = 0,0073 \text{ mol} \cdot 55 \text{ g/mol} \approx 0,4015 \text{ g}$

10. Aprēķini nātrija superoksīda masas daļu maisījumā!

    $w_{NaO_2} = \frac{m_{NaO_2}}{m_{Na_2O_2} + m_{NaO_2}} = \frac{0,4015 \text{ g}}{1,000 \text{ g}} \approx 0,40 = 40\%$

11. Aprēķini nātrija peroksīda masas daļu maisījumā!

    $w_{Na_2O_2} = 100\% - w_{NaO_2} = 100\% - 40\% = 60\%$

Atbilde:

$w_{Na_2O_2} = 60\%$

$w_{NaO_2} = 40\%$

3. uzdevums. Nātrijs vs. Skābeklis. 14. jautājums (2 punkti)

Skābeklī sadedzinot nātriju ieguva vielu A un B maisījumu. Zināms, ka karsējot B tā sadalās par A un kādu gāzi.

Zināms, ka karsējot skābeklī A pārvēršas par B, savukārt B tālāk pārvēršas par kādu citu savienojumu C. Gan B, gan C reakcijā ar siltu ūdeni izdalās viena un tā pati gāze.

Uzraksti, kāds ir savienojumu B un C nosaukums!

Atrisinājums

Skābeklim reaģējot ar nātriju veidojas nātrija oksīda (viela A) un nātrija peroksīda (viela B) maisījums:

$4Na + O_2 \rightarrow 2Na_2O$ un

$2Na + O_2 \rightarrow Na_2O_2$.

Nātrija oksīdam (vielai A) reaģējot ar skābeklī veidojas nātrija peroksīds (viela B):

$2Na_2O + O_2 \rightarrow 2Na_2O_2$.

Savukārt nātrija peroksīdam (vielai B) reaģējot ar skābekli veidojas nātrija superoksīds NaO_2 (savienojums C):

$Na_2O_2 + O_2 \rightarrow 2NaO_2$

Gan nātrija peroksīdam, gan nātrija superoksīdam reaģējot ar siltu ūdeni izdalās skābeklis:

$2Na_2O_2 + 2H_2O \rightarrow 4NaOH + O_2 \uparrow$

$4NaO_2 + 2H_2O \rightarrow 4NaOH + 3O_2 \uparrow$

Atbilde:

B ir nātrija peroksīds

C ir nātrija superoksīds

3. uzdevums. Nātrijs vs. Skābeklis. 15. jautājums (3 punkti)

Skābeklī sadedzinot nātriju ieguva vielu A un B maisījumu. Zināms, ka karsējot B tā sadalās par A un kādu gāzi.

Zināms, ka karsējot skābeklī A pārvēršas par B, savukārt B tālāk pārvēršas par kādu citu savienojumu C. Gan B, gan C reakcijā ar siltu ūdeni izdalās viena un tā pati gāze.

Uzraksti, kāda ir nātrija, un kāda ir skābekļa oksidēšanās pakāpē savienojumos A, B un C!

Atrisinājums

Skābeklim reaģējot ar nātriju veidojas nātrija oksīda (viela A) un nātrija peroksīda (viela B) maisījums:

$4Na + O_2 \rightarrow 2Na_2O$ un

$2Na + O_2 \rightarrow Na_2O_2$.

Nātrija oksīdam (vielai A) reaģējot ar skābeklī veidojas nātrija peroksīds (viela B):

$2Na_2O + O_2 \rightarrow 2Na_2O_2$.

Savukārt nātrija peroksīdam (vielai B) reaģējot ar skābekli veidojas nātrija superoksīds NaO_2 (savienojums C):

$Na_2O_2 + O_2 \rightarrow 2NaO_2$

Gan nātrija peroksīdam, gan nātrija superoksīdam reaģējot ar siltu ūdeni izdalās skābeklis:

$2Na_2O_2 + 2H_2O \rightarrow 4NaOH + O_2 \uparrow$

$4NaO_2 + 2H_2O \rightarrow 4NaOH + 3O_2 \uparrow$

Ņemot vērā, ka nātrija oksidēšanas pakāpe savienojumos ir +1 un ka oksidēšanas pakāpju summai ir jābūt vienādai ar 0, aprēķini skābekļa oksidēšanas pakāpi katrā savienojumā!

1. $\overset{+1}{Na_2}\ \overset{x}{O}$
   $2\cdot(+1) + 1\cdot x=0$
   $x = -2$
2. $\overset{+1}{Na_2}\ \overset{x}{O_2}$
   $2\cdot(+1) + 2\cdot x=0$
   $x = -1$
3. $\overset{+1}{Na}\ \overset{x}{O_2}$
   $1\cdot(+1) + 2\cdot x=0$
   $x = -0,5$

Atbilde:

Savienojumā A nātrija oksidēšanas pakāpe ir +1, skābekļa oksidēšanas pakāpe ir -2.

Savienojumā B nātrija oksidēšanas pakāpe ir +1, skābekļa oksidēšanas pakāpe ir -1.

Savienojumā C nātrija oksidēšanas pakāpe ir +1, skābekļa oksidēšanas pakāpe ir -0,5.

4. uzdevums. Gāzu laboratorija. 16. jautājums (2 punkti)

Kādā ziemas pēcpusdienā Pēterītis divos 1,00 L traukos katrā iepildīja vienādu daudzumu bezkrāsainas gāzveida vielas A un B tā, ka katrā no traukiem spiediens bija 99,0 kPa. Tad viņš priecīgs devās pie Noras uz viņas laboratoriju, kas bija iekārtota kādā nomaļus esošā šķūnī. Par sarūgtinājumu Jānītim Nora konstatēja, ka katrā no traukiem ir atšķirīgs spiediens, turklāt nevienā traukā tas vairs nav 99,0 kPa. Abi jaunie pētnieki ātri saprata, ka tas ir tamdēļ, ka šķūnī temperatūra ir tikai –10,0 °C, turklāt traukā B bija parādījies šķidrums. Precīzos mērījumos abi noskaidroja, ka spiediens traukā A ir 87,5 kPa, savukārt traukā B tas ir 69,5 kPa.

Aprēķini kādu daudzumu gāzveida vielas (mol) Pēteris bija iepildījis katrā traukā.

Rēķinot pieņem, ka trauka tilpums nav atkarīgs no temperatūras. Pieņem, ka A ir ideāla gāze!

Atrisinājums

1. Atbilstoši Mendelejeva-Klapeirona vienādojumam jeb ideālas gāzes stāvokļa vienādojumam
   $pV = nRT$, kur
   $R = 8{,}314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$
2. Pārveido formulu, lai būtu iespējams aprēķināt vielas daudzumu!
   $n = \frac{pV}{RT}$
3. Traukā B daļa vielas temperatūrā -10 °C kondensējās, tāpēc Mendeļejeva-Klapeirona vienādojumu var piemērot tikai vielai, kas atrodas traukā A. Ievieto formulā fizikālo lielumu skaitliskās vērtības un aprēķini, cik liels gāzveida vielas daudzums atrodas traukā A!
   $$n = \frac{87500\ \text{Pa} \cdot 0{,}001\ \text{m}^3}{8{,}314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot (273{,}15 - 10)\text{K}} = 0{,}040\ \text{mol}$$

Atbilde: $n = 0{,}04\ \text{mol}$

4. uzdevums. Gāzu laboratorija. 17. jautājums (3 punkti)

Kādā ziemas pēcpusdienā Pēterītis divos 1,00 L traukos katrā iepildīja vienādu daudzumu bezkrāsainas gāzveida vielas A un B tā, ka katrā no traukiem spiediens bija 99,0 kPa. Tad viņš priecīgs devās pie Noras uz viņas laboratoriju, kas bija iekārtota kādā nomaļus esošā šķūnī. Par sarūgtinājumu Jānītim Nora konstatēja, ka katrā no traukiem ir atšķirīgs spiediens, turklāt nevienā traukā tas vairs nav 99,0 kPa. Abi jaunie pētnieki ātri saprata, ka tas ir tamdēļ, ka šķūnī temperatūra ir tikai –10,0 °C, turklāt traukā B bija parādījies šķidrums. Precīzos mērījumos abi noskaidroja, ka spiediens traukā A ir 87,5 kPa, savukārt traukā B tas ir 69,5 kPa.

Aprēķini temperatūru telpā, kurā Pēteris bija uzpildījis traukus! Atbildi ieraksti Celsija grādos ar precizitāti viena zīme aiz komata!

Rēķinot pieņem, ka trauka tilpums nav atkarīgs no temperatūras. Pieņem, ka A ir ideāla gāze!

Atrisinājums

1. Atbilstoši Mendelejeva-Klapeirona vienādojumam jeb ideālas gāzes stāvokļa vienādojumam
   $pV = nRT$, kur
   $$R = 8{,}314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$
2. Pārveido formulu, lai būtu iespējams aprēķināt vielas daudzumu!
   $$n = \frac{pV}{RT}$$
3. Traukā B daļa vielas temperatūrā -10 °C kondensējās, tāpēc Mendeļejeva-Klapeirona vienādojumu var piemērot tikai vielai, kas atrodas traukā A. Ievieto formulā fizikālo lielumu skaitliskās vērtības un aprēķini, cik liels gāzveida vielas daudzums atrodas traukā A!
   $$n = \frac{87500 \text{ Pa} \cdot 0{,}001 \text{ m}^3}{8{,}314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot (273{,}15 - 10)\text{K}} = 0{,}040 \text{ mol}$$
4. Tik pat liels vielas daudzums bija traukā sākotnēji, kad spiediens bija 99,0 kPa. Pārveido Mendelejeva-Klapeirona vienādojumu tā, lai būtu iespējams aprēķināt sākotnējo temperatūru!
   $$T = \frac{pV}{nR}$$
5. Ievieto formulā fizikālo lielumu skaitliskās vērtības un aprēķini, cik liela bija sākotnēja temperatūra!
   $$T = \frac{99000 \text{ Pa} \cdot 0{,}001 \text{ m}^3}{0{,}04 \text{ mol} \cdot 8{,}314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}} \approx 297{,}69 \text{ K}$$
   $$t = T - 273{,}15 = (297{,}69 - 273{,}15)\ ^\circ\text{C} = 24{,}54\ ^\circ\text{C} \approx 24{,}5\ ^\circ\text{C}$$

Atbilde: $t = 24{,}5\ ^\circ\text{C}$

4. uzdevums. Gāzu laboratorija. 18. jautājums (1 punkts)

Kādā ziemas pēcpusdienā Pēterītis divos 1,00 L traukos katrā iepildīja vienādu daudzumu bezkrāsainas gāzveida vielas A un B tā, ka katrā no traukiem spiediens bija 99,0 kPa. Tad viņš

priecīgs devās pie Noras uz viņas laboratoriju, kas bija iekārtota kādā nomaļus esošā šķūnī. Par sarūgtinājumu Jānītim Nora konstatēja, ka katrā no traukiem ir atšķirīgs spiediens, turklāt nevienā traukā tas vairs nav 99,0 kPa. Abi jaunie pētnieki ātri saprata, ka tas ir tamdēļ, ka šķūnī temperatūra ir tikai –10,0 °C, turklāt traukā B bija parādījies šķidrums. Precīzos mērījumos abi noskaidroja, ka spiediens traukā A ir 87,5 kPa, savukārt traukā B tas ir 69,5 kPa.

Gāzes B viršanas temperatūra literatūrā tiek uzdota kā –0,5 °C. Vai B viršanas temperatūra šādos apstākļos slēgtā traukā būs –0,5 °C? Izvēlieties vienu atbildi!

a. Jā, jo tā ir katrai vielai raksturīga konstante.

b. Jā, jo atmosfēras spiediens eksperimenta laikā ir aptuveni 1 atm.

c. Nē, jo tā ir atkarīga no spiediena, kas šai gadījumā nav vienāds ar aptuveni 1 atm.

d. Nē, jo ar B slēgtajā traukā notiek dimerizācija.

Atrisinājums

Ir pieņemts literatūrā viršanas temperatūru noradīt apstākļiem, kad spiediens ir 1 atm (101,3 kPa). Uzdevuma noteikumā noradīts, ka spiediens ir savādāks, līdz ar to vielas B viršanas temperatūra atšķirsies no tādas, kāda ir atrodama literatūrā.

Atbilde: c.

4. uzdevums. Gāzu laboratorija. 19. jautājums (4 punkti)

Kādā ziemas pēcpusdienā Pēterītis divos 1,00 L traukos katrā iepildīja vienādu daudzumu bezkrāsainas gāzveida vielas A un B tā, ka katrā no traukiem spiediens bija 99,0 kPa. Tad viņš priecīgs devās pie Noras uz viņas laboratoriju, kas bija iekārtota kādā nomaļus esošā šķūnī. Par sarūgtinājumu Jānītim Nora konstatēja, ka katrā no traukiem ir atšķirīgs spiediens, turklāt nevienā traukā tas vairs nav 99,0 kPa. Abi jaunie pētnieki ātri saprata, ka tas ir tamdēļ, ka šķūnī temperatūra ir tikai –10,0 °C, turklāt traukā B bija parādījies šķidrums. Precīzos mērījumos abi noskaidroja, ka spiediens traukā A ir 87,5 kPa, savukārt traukā B tas ir 69,5 kPa.

Aprēķini, cik daudz (%) no traukā esošā vielas B –10,0 °C temperatūrā ir šķidruma formā!

Pieņem, ka gāzveida fāzē B ir ideāla gāze! Šķidrās fāzes radītās tilpuma izmaiņas neievēro! Atbildi ieraksti, atstājot vienu zīmi aiz komata!

Atrisinājums

1. Atbilstoši Mendelejeva-Klapeirona vienādojumam jeb ideālas gāzes stāvokļa vienādojumam
   $pV = nRT$, kur
   $R = 8{,}314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$
2. Pārveido formulu, lai būtu iespējams aprēķināt vielas daudzumu!

$$n = \frac{pV}{RT}$$

3. Traukā B daļa vielas temperatūrā -10 °C kondensējās, tāpēc Mendeļejeva-Klapeirona vienādojumu var piemērot tikai vielai, kas atrodas traukā A. Ievieto formulā fizikālo lielumu skaitliskās vērtības un aprēķini, cik liels gāzveida vielas daudzums atrodas traukā A!

$$n^{\mathrm{I}} = \frac{87500\ \mathrm{Pa} \cdot 0{,}001\ \mathrm{m}^3}{8{,}314 \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{mol} \cdot \mathrm{K}} \cdot (273{,}15 - 10)\mathrm{K}} = 0{,}040\ \mathrm{mol}$$

4. Tik pat liels vielas daudzums bija traukā B sākotnēji, kad spiediens bija 99,0 kPa.
5. Šķidruma tilpums, salīdzinot ar gāzveida vielas tilpumu traukā B, ir niecīgs, tāpēc veicot aprēķinu, to neņem vērā. Ievieto formulā fizikālo lielumu skaitliskās vērtības un aprēķini, cik liels gāzveida vielas daudzums atrodas traukā temperatūrā -10 °C!

$$n^{\mathrm{II}} = \frac{69500\ \mathrm{Pa} \cdot 0{,}001\ \mathrm{m}^3}{8{,}314 \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{mol} \cdot \mathrm{K}} \cdot (273{,}15 - 10)\mathrm{K}} = 0{,}0318\ \mathrm{mol}$$

6. Aprēķini, cik liels vielas B daudzums pārgāja šķidrā agregātstāvoklī temperatūrai pazeminoties līdz -10 °C!

$$\Delta n = n^{\mathrm{I}} - n^{\mathrm{II}} = 0{,}040\ \mathrm{mol} - 0{,}0318\ \mathrm{mol} = 0{,}0082\ \mathrm{mol}$$

7. Izveido proporciju un aprēķini, cik daudz (%) no traukā esošā vielas B –10,0 °C temperatūrā ir šķidruma formā!
   0,040 mol sastāda 100%
   bet 0,0082 mol – x%

$$\mathrm{x} = \frac{0{,}0082\ \mathrm{mol} \cdot 100\%}{0{,}040\ \mathrm{mol}} = 0{,}205 = 20{,}5\%$$

Atbilde: 20,5%

4. uzdevums. Gāzu laboratorija. 20. jautājums (2 punkti)

Viela B ir organisks binārs savienojums. Pētnieki atklāja, ka sadegot traukā esošajam B iegūs 3,58 L (n.a.) ogļskābās gāzes un 3,60 g ūdens.

Aprēķini, kāda ir vielas B formula!

Atrisinājums

1. Aprēķini, cik liels ogļskābās gāzes vielas daudzums veidojas sadegot vielai!

$$n_{\mathrm{CO_2}} = \frac{V_{\mathrm{CO_2}}}{V_{\mathrm{m}}} = \frac{3{,}58\ \mathrm{L}}{22{,}4\ \mathrm{L/mol}} \approx 0{,}16\ \mathrm{mol}$$

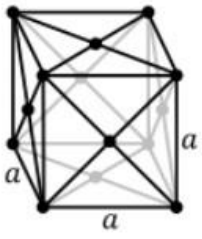
2. Ķīmiska elementa oglekļa vielas daudzums, kas ir bijis vielas B sastāvā, sakrīt ar ogļskābās gāzes vielas daudzumu:
$$n_C = n_{CO_2} = 0{,}16 \text{ mol}$$
3. Aprēķini, cik liels ūdens vielas daudzums veidojas sadegot vielai!
$$n_{H_2O} = \frac{m_{H_2O}}{M_{H_2O}} = \frac{3{,}60 \text{ g}}{18 \text{ g/mol}} = 0{,}2 \text{ mol}$$
4. Ķīmiska elementa ūdeņraža vielas daudzums, kas bijis vielas B sastāvā, ir divreiz lielāks par radušos ūdens vielas daudzumu:
$$n_H = 2n_{H_2O} = 2 \cdot 0{,}2 \text{ mol} = 0{,}4 \text{ mol}$$
5. Indeksu attiecība savienojumā B atbilst oglekļa un ūdeņraža vielas daudzuma attiecībai. Aprēķini indeksu attiecību savienojuma B formulā!
$$n_C : n_H = 0{,}16 \text{ mol}:0{,}4 \text{ mol} = \frac{0{,}16 : 0{,}4}{0{,}16} = 1 : 2{,}5 = 2 : 5 = 4 : 10$$
6. Indeksi 4 un 10 ir ogļūdeņraža butānā formulā.

Atbilde: Vielas B formula ir C_4H_{10}.

4. uzdevums. Gāzu laboratorija. 21. jautājums (2 punkti)

Kādā ziemas pēcpusdienā Pēterītis divos 1,00 L traukos katrā iepildīja vienādu daudzumu bezkrāsainas gāzveida vielas A un B tā, ka katrā no traukiem spiediens bija 99,0 kPa. Tad viņš priecīgs devās pie Noras uz viņas laboratoriju, kas bija iekārtota kādā nomaļus esošā šķūnī. Par sarūgtinājumu Jānītim Nora konstatēja, ka katrā no traukiem ir atšķirīgs spiediens, turklāt nevienā traukā tas vairs nav 99,0 kPa. Abi jaunie pētnieki ātri saprata, ka tas ir tamdēļ, ka šķūnī temperatūra ir tikai –10,0 °C, turklāt traukā B bija parādījies šķidrums. Precīzos mērījumos abi noskaidroja, ka spiediens traukā A ir 87,5 kPa, savukārt traukā B tas ir 69,5 kPa.

Sasaldējot traukā esošo A iegūst 1,60 g cietas vielas, kura eksistē skaldnē centrēta kubiska (fcc) kristālrežģa veidā, un kurā visu atomu rādiusi ir vienādi ar 185,8 pm. Zināms, ka kuba virsotnēs esošie atomi pieder vienlaicīgi 8 elementāršūnām, bet uz skaldnēm esošie – 2 elementāršūnām. 1 pm = 10^{-12} m.



Aprēķini, kāda ir vielas A formula!

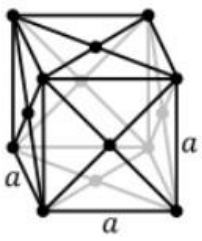
Atrisinājums

1. Atbilstoši Mendelejeva-Klapeirona vienādojumam jeb ideālas gāzes stāvokļa vienādojumam
   $pV = nRT$, kur
   $$R = 8{,}314\,\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{mol}\cdot\mathrm{K}}$$
2. Pārveido formulu, lai būtu iespējams aprēķināt vielas daudzumu!
   $$n = \frac{pV}{RT}$$
3. Traukā B daļa vielas temperatūrā -10 °C kondensējās, tāpēc Mendeļejeva-Klapeirona vienādojumu var piemērot tikai vielai, kas atrodas traukā A. Ievieto formulā fizikālo lielumu skaitliskās vērtības un aprēķini, cik liels gāzveida vielas daudzums atrodas traukā A!
   $$n^{\mathrm{I}} = \frac{87500\ \mathrm{Pa}\cdot 0{,}001\ \mathrm{m}^3}{8{,}314\,\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{mol}\cdot\mathrm{K}}\cdot(273{,}15-10)\mathrm{K}} = 0{,}040\ \mathrm{mol}$$
4. Zinot, cik liela ir vielas A masa un cik liels ir vielas daudzums, aprēķini šīs vielas molmasu!
   $$M_{\mathrm{A}} = \frac{m_{\mathrm{A}}}{n_{\mathrm{A}}} = \frac{1{,}60\ \mathrm{g}}{0{,}04\ \mathrm{mol}} = 40\ \mathrm{g/mol}$$
5. Secini, kāda ir vielas A formula!
   Viela A cietā agregātstāvoklī pastāv skaldnē centrēta kubiska kristālrežģa veidā, kurā visu atomu rādiusi ir vienādi, tāpēc viela A normālos apstākļos ir vienatoma gāzveida viela. Vienkārša gāzveida viela ar molmasu 40 g/mol ir argons Ar.

Atbilde: Vielas F formula ir Ar.

4. uzdevums. Gāzu laboratorija. 22. jautājums (3 punkti)

Sasaldējot vielu A iegūst 1,60 g cietas vielas, kura eksistē skaldnē centrēta kubiska (fcc) kristālrežģa veidā, un kurā visu atomu rādiusi ir vienādi ar 185,8 pm. Zināms, ka kuba virsotnēs esošie atomi pieder vienlaicīgi 8 elementāršūnām, bet uz skaldnēm esošie – 2 elementāršūnām. 1 pm = 10^{-12} m.



Aprēķini elementāršūnas malas garumu a (pm).

Atrisinājums

Uz kuba skaldnes diagonāles atrodas viens vesels atoms un vēl divas atomu pusītes, tāpēc skaldnes diagonāles garums ir 4r (kur r – atoma rādiuss).

Atbilstoši Pitagora teorēmai:

$a^2 + a^2 = (4r)^2$

$2a^2 = (4 \cdot 185{,}8)^2$

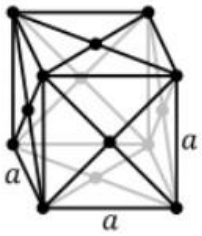
$$a = \frac{4 \cdot 185{,}8}{\sqrt{2}} \approx 525{,}5 \text{ (pm)}$$

Atbilde: $a = 525{,}5$ pm

4. uzdevums. Gāzu laboratorija. 23. jautājums (6 punkti)

Kādā ziemas pēcpusdienā Pēterītis divos 1,00 L traukos katrā iepildīja vienādu daudzumu bezkrāsainas gāzveida vielas A un B tā, ka katrā no traukiem spiediens bija 99,0 kPa. Tad viņš priecīgs devās pie Noras uz viņas laboratoriju, kas bija iekārtota kādā nomaļus esošā šķūnī. Par sarūgtinājumu Jānītim Nora konstatēja, ka katrā no traukiem ir atšķirīgs spiediens, turklāt nevienā traukā tas vairs nav 99,0 kPa. Abi jaunie pētnieki ātri saprata, ka tas ir tamdēļ, ka šķūnī temperatūra ir tikai –10,0 °C, turklāt traukā B bija parādījies šķidrums. Precīzos mērījumos abi noskaidroja, ka spiediens traukā A ir 87,5 kPa, savukārt traukā B tas ir 69,5 kPa.

Sasaldējot vielu A iegūst 1,60 g cietas vielas, kura eksistē skaldnē centrēta kubiska (fcc) kristālrežģa veidā, un kurā visu atomu rādiusi ir vienādi ar 185,8 pm. Zināms, ka kuba virsotnēs esošie atomi pieder vienlaicīgi 8 elementāršūnām, bet uz skaldnēm esošie – 2 elementāršūnām. 1 pm = 10^{-12} m.



Aprēķini kristāliska A blīvumu (g·cm–3)!

Atrisinājums

1. Atbilstoši Mendelejeva-Klapeirona vienādojumam jeb ideālas gāzes stāvokļa vienādojumam
   $pV = nRT$, kur

$$R = 8{,}314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

2. Pārveido formulu, lai būtu iespējams aprēķināt vielas daudzumu!

$$n = \frac{pV}{RT}$$

3. Traukā B daļa vielas temperatūrā -10 °C kondensējās, tāpēc Mendeļejeva-Klapeirona vienādojumu var piemērot tikai vielai, kas atrodas traukā A. Ievieto formulā fizikālo lielumu skaitliskās vērtības un aprēķini, cik liels gāzveida vielas daudzums atrodas traukā A!

$$n^{\text{I}} = \frac{87500 \text{ Pa} \cdot 0{,}001 \text{ m}^3}{8{,}314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot (273{,}15 - 10)\text{K}} = 0{,}040 \text{ mol}$$

4. Zinot, cik liela ir vielas A masa un cik liels ir vielas daudzums, aprēķini šīs vielas molmasu!

$$M_{\text{A}} = \frac{m_{\text{A}}}{n_{\text{A}}} = \frac{1{,}60 \text{ g}}{0{,}04 \text{ mol}} = 40 \text{ g/mol}$$

5. Secini, kāda ir vielas A formula!
   Viela A cietā agregātstāvoklī pastāv skaldnē centrēta kubiska kristālrežģa veidā, kurā visu atomu rādiusi ir vienādi, tāpēc viela A normālos apstākļos ir vienatoma gāzveida viela. Vienkārša gāzveida viela ar molmasu 40 g/mol ir argons Ar.
6. Aprēķini, cik liels ir elementāršūnas malas garums a!

   Uz kuba skaldnes diagonāles atrodas viens vesels atoms un vēl divas atomu pusītes, tāpēc skaldnes diagonāles garums ir 4r (kur r – atoma rādiuss).

   Atbilstoši Pitagora teorēmai:

   $a^2 + a^2 = (4r)^2$

   $2a^2 = (4 \cdot 185{,}8)^2$

$$\text{a} = \frac{4 \cdot 185{,}8}{\sqrt{2}} \approx 525{,}5 \text{ (pm)}$$

7. Aprēķini, cik liels ir elementaršūnas (kuba) tilpums!

$$V = \text{a}^3 = (525{,}5 \cdot 10^{-12})^3 \text{ m}^3 = (525{,}5 \cdot 10^{-10})^3 \text{ cm}^3 \approx 1{,}45 \cdot 10^{-22} \text{ cm}^3$$

8. Aprēķini, cik liela ir elementāršūnas (kuba) masa!

   Kubam ir 8 virsotnes. Katrā kubā virsotnē atrodas 1/8 daļa no atoma, tātad – 1 atoms. Bez tam, kubam ir 6 skaldnes, turklāt katrā skaldnē izvietojas puse no atoma – kopā sanāk vēl trīs atomi.

   Aprēķini, cik liela ir četru argona atomu masa!

$$\frac{m_{\text{Ar}}}{M_{\text{Ar}}} = \frac{N_{\text{Ar}}}{N_{\text{A}}}$$

$$m_{\text{Ar}} = \frac{N_{\text{Ar}} \cdot M_{\text{Ar}}}{N_{\text{A}}} = \frac{4 \cdot 40 \text{ g/mol}}{6{,}02 \cdot 10^{23} \text{ 1/mol}} \approx 2{,}658 \text{ g}$$

9. Zinot masu un tilpumu, aprēķini, cik liels ir argona blīvums cietā agregātstāvoklī!

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{2{,}658 \cdot 10^{-22} \text{ g}}{1{,}45 \cdot 10^{-22} \text{ cm}^3} \approx 1{,}83 \text{ g/cm}^3$$

Atbilde: $\rho = 1{,}83 \text{ g/cm}^3$

5. uzdevums. Joniem bagātais ezers. 24. jautājums (4 punkti)

Afrēras ezers Etiopijā gadsimtiem ilgi tika izmantots vārāmās sāls ieguvei, ietvaicējot tā sāļos ūdeņus, jo sāls koncentrācija šī ezera ūdenī ir ļoti augsta un to klasificē kā hipersāļo ezeru. Tomēr pēc 2011. gadā notikušā tuvumā esošā Nabro vulkāna izvirduma šādi iegūtā sāls vairs nav izmantojama pārtikā, jo kopā ar izvirdumu Afrēras ezerā nonāca gana liels kādas vielas A daudzums, kas šī ezera ūdeni padarīja ļoti skābu.

Analizējot Afrēras ezera ūdeni sākotnēji veica nātrija noteikšanu ar liesmas fotometriju. 1,00 mL ezera ūdens parauga pārnesa 100 mL mērkolbā, ko atšķaidīja līdz atzīmei (1. šķīdums). No iegūtā 1. šķīduma ņēma 5,00 mL un pārnesa jaunā 100 mL mērkolbā, tad šķīdumu atšķaidīja līdz atzīmei (2. šķīdums). Mērīja 2. šķīduma absorbciju pie 589 nm, iegūstot $A_{2.\text{šķ.}} = 1{,}047$. Absorbcijas vērtība pie 589 nm standartšķīdumam ar nātrija jonu koncentrāciju 0,0500 mg/mL ir $A_{\text{st.šķ.}} = 0{,}950$.

Aprēķini, kāda ir nātrija jonu koncentrācija (mg/mL) 2. šķīdumā!

Aprēķini, kāda ir nātrija jonu un nātrija hlorīda koncentrācija (g/L) Afrēras ezera ūdenī!

Atrisinājums

1. Absorbcijas skaitliskā vērtība ir proporcionāla šķīduma koncentrācijai:

   $$\frac{\gamma_2}{\gamma_{\text{st.šķ.}}} = \frac{A_2}{A_{\text{st.šķ.}}}.$$

   Pārveido proporciju un aprēķini, cik liela ir nātrija jonu masas koncentrācija 2. šķīdumā!

   $$\gamma_2 = \frac{A_2 \cdot \gamma_{\text{st.šķ.}}}{A_{\text{st.šķ.}}} = \frac{1{,}047 \cdot 0{,}0500 \text{ mg/mL}}{0{,}950} \approx 0{,}0551 \text{ mg/mL } \text{Na}^+ \text{ jonu.}$$

2. 2. šķīdumu pagatavoja ezera ūdeni sākotnēji atšķaidot 100 reizes un pēc tam vēl 20 reizes, tātad, kopumā sākotnējo paraugu atšķaidot 2000 reizēs. Tāpēc nātrija jonu koncentrācija sākotnējā paraugā bija 2000 lielāka, nekā 2. šķīdumā:

   $$\gamma_{\text{Na}^+} = 2000 \cdot \gamma_2 = 2000 \cdot 0{,}0551 \text{ mg/mL} = 110{,}2 \text{ mg/mL} = 110{,}2 \text{ g/L}$$

3. Nātrija jonu masas daļa nātrija hlorīdā ir

$$w_{Na^+} = \frac{M_{Na^+}}{M_{NaCl}} = \frac{23\ \text{g/mol}}{58{,}5\ \text{g/mol}} \approx 0{,}393$$

4. Aprēķini, cik lielā nātrija hlorīda masa satur 110,2 g nātrija jonu!

$$w_{Na^+} = \frac{m_{Na^+}}{m_{NaCl}}$$

$$m_{NaCl} = \frac{m_{Na^+}}{w_{Na^+}} = \frac{110{,}2\ \text{g}}{0{,}393} \approx 280{,}4\ \text{g}$$

Tātad, nātrija hlorīda masas koncentrācija ezera ūdenī ir 280,4 g/L

Atbilde:

$\gamma_2 = 0{,}0551$ mg/mL

$\gamma_{Na^+} = 110{,}2$ g/L

$\gamma_{NaCl} = 280{,}4$ g/L

5. uzdevums. Joniem bagātais ezers. 25. jautājums (2 punkti)

Zināms, ka nātrija hlorīda šķīdība ūdenī 30 °C temperatūrā ir 36,1 g nātrija hlorīda 100 g H_2O, un šāda šķīduma blīvums ir 1,198 g/mL.

Aprēķini, kāda ir nātrija hlorīda koncentrācija (g/L) tā piesātinātā šķīdumā 30 °C!

Atrisinājums

1. Aprēķini, cik liela ir šķīduma masa, ja 100 g ūdens izšķīdina 36,1 g nātrija hlorīda!

$$m_{šķ.} = m_{H_2O} + m_{NaCl} = 100\ \text{g} + 36{,}1\ \text{g} = 136{,}1\ \text{g}$$

2. Aprēķini, cik lielu tilpumu ieņem šāds nātrija hlorīda šķīdums!

$$V_{šķ.} = \frac{m_{šķ.}}{\rho_{šķ.}} = \frac{136{,}1\ \text{g}}{1{,}198\ \text{g/mL}} \approx 113{,}6\ \text{mL} = 0{,}1136\ \text{L}$$

3. Sastādi proporciju un atrisini to!
   Pēc uzdevuma noteikuma 0,1136 L šķīduma satur 36,1 g NaCl,
   bet, ja šķīduma tilpums būtu 1 L, tur atrastos x g NaCl

$$x = \frac{1\ \text{L} \cdot 36{,}1\ \text{g}}{0{,}1136\ \text{L}} \approx 317{,}8\ \text{g NaCl}$$

Atbilde: $\gamma_{NaCl} = 317{,}8$ g/L

5. uzdevums. Joniem bagātais ezers. 26. jautājums (2 punkti)

Afrēras ezers Etiopijā gadsimtiem ilgi tika izmantots vārāmās sāls ieguvei, ietvaicējot tā sāļos ūdeņus, jo sāls koncentrācija šī ezera ūdenī ir ļoti augsta un to klasificē kā hipersāļo ezeru. Tomēr pēc 2011. gadā notikušā tuvumā esošā Nabro vulkāna izvirduma šādi iegūtā sāls vairs nav izmantojama pārtikā, jo kopā ar izvirdumu Afrēras ezerā nonāca gana liels kādas vielas A daudzums, kas šī ezera ūdeni padarīja ļoti skābu.

Lai noteiktu savienojuma A koncentrāciju Afrēras ezera ūdeni, ņēma 10,00 mL ūdens parauga, tam pievienoja bārija hlorīda šķīdumu (pārākumā). Ieguva baltas nogulsnes, ko nofiltrēja, uz filtra skaloja ar ūdeni. Pēc izžāvēšanas nogulšņu masa bija 37,2 mg.

Uzraksti vielas A ķīmisko formulu!

Atrisinājums

Vulkāniskās gāzes parasti satur sēra savienojumus. Ja viela A ezera ūdeni padara ļoti skābu, šāds sēra savienojums varētu būt sērskābe. Sulfātjonu klātbūtni ezera ūdens paraugā apliecina tas, ka pievienojot bārija sāls šķīdumu, veidojas baltas nogulsnes:

$$Ba^{2+} + SO_4^{2-} \rightarrow BaSO_4 \downarrow$$

Atbilde: Vielas A ķīmiska formula ir H_2SO_4.

5. uzdevums. Joniem bagātais ezers. 27. jautājums (2 punkti)

Afrēras ezers Etiopijā gadsimtiem ilgi tika izmantots vārāmās sāls ieguvei, ietvaicējot tā sāļos ūdeņus, jo sāls koncentrācija šī ezera ūdenī ir ļoti augsta un to klasificē kā hipersāļo ezeru. Tomēr pēc 2011. gadā notikušā tuvumā esošā Nabro vulkāna izvirduma šādi iegūtā sāls vairs nav izmantojama pārtikā, jo kopā ar izvirdumu Afrēras ezerā nonāca gana liels kādas vielas A daudzums, kas šī ezera ūdeni padarīja ļoti skābu.

Lai noteiktu savienojuma A koncentrāciju Afrēras ezera ūdeni, ņēma 10,00 mL ūdens parauga, tam pievienoja bārija hlorīda šķīdumu (pārākumā). Ieguva baltas nogulsnes, ko nofiltrēja, uz filtra skaloja ar ūdeni. Pēc izžāvēšanas nogulšņu masa bija 37,2 mg.

Aprēķini, kāda bija A masa (mg) analizētajos 10,0 mL šķīduma!

Aprēķini, kāda ir A koncentrācija (g/L un mol/L) Afrēras ezera ūdenī!

Atrisinājums

1. Vulkāniskās gāzes parasti satur sēra savienojumus. Ja viela A ezera ūdeni padara ļoti skābu, šāds sēra savienojums varētu būt sērskābe. Sulfātjonu klātbūtni ezera ūdens paraugā apliecina tas, ka pievienojot bārija sāls šķīdumu, veidojas baltas nogulsnes:

   $$BaCl_2 + H_2SO_4 \rightarrow BaSO_4 \downarrow + 2HCl$$

   $$Ba^{2+} + SO_4^{2-} \rightarrow BaSO_4 \downarrow$$

2. Aprēķini veidojošos bārija sulfāta nogulšņu daudzumu!

$$n_{BaSO_4} = \frac{m_{BaSO_4}}{M_{BaSO_4}} = \frac{37{,}2 \text{ mg}}{233 \text{ mg/mmol}} \approx 0{,}160 \text{ mmol}.$$

3. Aprēķini sērskābes daudzumu, kas izreaģēja ar bārija hlorīdu!

$$n_{H_2SO_4} = n_{BaSO_4} = 0{,}160 \text{ mmol}.$$

4. Aprēķini sērskābes masu analizētajos 10,0 mL šķīduma!

$$m_{H_2SO_4} = n_{H_2SO_4} \cdot M_{H_2SO_4} = 0{,}160 \text{ mmol} \cdot 98 \text{ mg/mmol} \approx 15{,}7 \text{ mg}$$

5. Ja 10,0 mL parauga satur 15,7 g sērskābes, tad 1 L (1000 mL) ezera ūdens satur 1570 mg sērskābes jeb 1,57 g.

$$\gamma_{H_2SO_4} = 1{,}57 \text{ g/L}.$$

6. Ja 10,0 mL parauga satur 0,160 mmol sērskābes (skat. 3.darbīgu), tad 1 L (1000 mL) ezera ūdens satur 16 mmol sērskābes jeb 0,016 mol.

$$c_{H_2SO_4} = 0{,}016 \text{ mol/L}.$$

Atbilde:

$$m_A = 15{,}7 \text{ mg}$$

$$\gamma_A = 1{,}57 \text{ g/L}$$

$$c_A = 0{,}016 \text{ mol/L}$$

5. uzdevums. Joniem bagātais ezers. 28. jautājums (2 punkti)

Afrēras ezers Etiopijā gadsimtiem ilgi tika izmantots vārāmās sāls ieguvei, ietvaicējot tā sāļos ūdeņus, jo sāls koncentrācija šī ezera ūdenī ir ļoti augsta un to klasificē kā hipersāļo ezeru. Tomēr pēc 2011. gadā notikušā tuvumā esošā Nabro vulkāna izvirduma šādi iegūtā sāls vairs nav izmantojama pārtikā, jo kopā ar izvirdumu Afrēras ezerā nonāca gana liels kādas vielas A daudzums, kas šī ezera ūdeni padarīja ļoti skābu.

Lai noteiktu savienojuma A koncentrāciju Afrēras ezera ūdeni, ņēma 10,00 mL ūdens parauga, tam pievienoja bārija hlorīda šķīdumu (pārākumā). Ieguva baltas nogulsnes, ko nofiltrēja, uz filtra skaloja ar ūdeni. Pēc izžāvēšanas nogulšņu masa bija 37,2 mg.

Aprēķini, kāds ir Afrēras ezera ūdens pH!

Pieņem, ka to nosaka tikai viela A, kas ir pilnībā disociējusi jonos!

Atrisinājums

1. Vulkāniskās gāzes parasti satur sēra savienojumus. Ja viela A ezera ūdeni padara ļoti skābu, šāds sēra savienojums varētu būt sērskābe. Sulfātjonu klātbūtni ezera ūdens paraugā apliecina tas, ka pievienojot bārija sāls šķīdumu, veidojas baltas nogulsnes:

$$BaCl_2 + H_2SO_4 \rightarrow BaSO_4 \downarrow + 2HCl$$

$$Ba^{2+} + SO_4^{2-} \rightarrow BaSO_4 \downarrow$$

2. Aprēķini veidojošos bārija sulfāta nogulšņu daudzumu!

$$n_{BaSO_4} = \frac{m_{BaSO_4}}{M_{BaSO_4}} = \frac{37{,}2 \text{ mg}}{233 \text{ mg/mmol}} \approx 0{,}160 \text{ mmol}.$$

3. Aprēķini sērskābes daudzumu, kas izreaģēja ar bārija hlorīdu!

$$n_{H_2SO_4} = n_{BaSO_4} = 0{,}160 \text{ mmol}.$$

4. Ja 10,0 mL parauga satur 0,160 mmol sērskābes (skat. 3.darbīgu), tad 1 L (1000 mL) ezera ūdens satur 16 mmol sērskābes jeb 0,016 mol.

$$c_{H_2SO_4} = 0{,}016 \text{ mol/L}.$$

5. Sērskābei pilnīgi disociējot, no 1 mol sērskābes veidojas 2 mol ūdeņraža jonu, tāpēc

$$c_{H^+} = 2c_{H_2SO_4} = 2 \cdot 0{,}016 \text{ mol/L} = 0{,}032 \text{ mol/L}$$

6. Zinot ūdeņraža jonu koncentrāciju, aprēķini šķīduma *pH* skaitlisko vērtību!

$$pH = -\log[H^+] = -\log 0{,}032 = 1{,}50$$

Atbilde: $pH = 1{,}50$

ĶĪMIJAS OLIMPIĀDES 2. POSMA 12. KLASES UZDEVUMU ATRISINĀJUMI

1. uzdevums. Augstspiediena kristāli. 1. jautājums (11 punkti)

2017. gadā žurnālā Science tika ziņots, ka ķīmiskais elements A 495 GPa spiedienā viedo kristālus ar metālam raksturīgām īpašībām: tiem ir metālisks spīdums un tie vada elektrību. Šķidrā un gāzveida stāvoklī A eksistē divatomu molekulas veidā, kas noteiktā attiecībā ar gaisu ir sprādzienbīstama. Šādā sprādzienā rodas gāzveida B. A veidotās divatomu molekulas reakcijā ar vienu no gaisa sastāvdaļām iegūst gāzi ar asu raksturīgu smaku C.

C degšanā katalizatora klātienē var iegūt bezkrāsainu gāzi D, kas gaisā pārvēršas par brūnu gāzi E, kas savukārt tālāk daļēji pārvēršas par bezkrāsainu gāzi F, līdz starp E un F iestājas ķīmiskais līdzsvars. E reakcijā ar šķidru B iegūst skābi G, kuras reakcijā ar C iegūst savienojumu H, kuru plaši izmanto lauksaimniecībā kā minerālmēslojumu. Lēni karsējot H tas pilnībā sadalās divos gāzveida produktos, viens no kuriem ir oksīds I. Savukārt ja H sadalās ar eksploziju, tas pamatā veido trīs gāzveida produktus – B kā arī divas divatomu gāzes J un K. Zināms, ka J ir ķīmiski visai inerta viela, kamēr K uzbūve padara to par stipri reaģētspējīgu vielu.

Atrisinājums

Ķīmiskais elements A, kas 495 GPa spiedienā veido kristālus ar metālisko spīdumu, ir ūdeņradis H. Šķidrā un gāzveida stāvoklī ķīmiskais elements ūdeņradis eksistē divatomu molekulu veidā (H_2). Ūdeņraža un gaisa maisījums ir sprādzienbīstams. Šādā sprādzienā rodas ūdens tvaiks (gāzveida viela B):

$$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O.$$

Ūdeņradim reaģējot ar gaisā esošo slāpekli rodas gāze ar asu raksturīgo smaku – amonjaku (viela C):

$$3H_2 + N_2 \rightleftarrows 2NH_3.$$

Oksidējot amonjaku katalizatora klātbūtnē iegūst bezkrāsainu slāpekļa(II) oksīdu (gāzveida viela D), kas gaisā pārvērsās par brūnu slāpekļaIV) oksīdu (gāzveida viela E):

$$4NH_3 + 5O_2 \rightarrow 4NO + 6H_2O \text{ un}$$

$$2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2.$$

Slāpekļa(IV) oksīds NO_2 (viela E) veido bezkrāsainu dimēru N_2O_4 (viela F). Starp abām vielām pastāv dinamiskais līdzsvars:

$$2NO_2 \rightleftarrows N_2O_4.$$

Slāpekļa(IV) oksīdam (vielai E) reaģējot ar ūdeni (viela B), veidojas slāpekļskābe (viela G):

$$3NO_2 + H_2O \rightarrow 2HNO_3 + NO.$$

Savukārt slāpekļskābei (vielai G) reaģējot ar amonjaku (vielu C) veidojas amonija nitrāts (viela H), kuru plaši izmanto lauksaimniecībā kā minerālmēslojumu:

$$HNO_3 + NH_3 \rightarrow NH_4NO_3$$

Lēni karsējot amonija nitrātu (vielu H), veidojas divi gāzveida produkti – slāpekļa(I) oksīds (viela I) un ūdens tvaiks:

$$NH_4NO_3 \rightarrow N_2O\uparrow + 2H_2O\uparrow$$

Savukārt ja amonija nitrāts (viela H) sadalās ar eksploziju, tas pamatā veido trīs gāzveida produktus: ūdens tvaiku (viela B) kā arī divas divatomu gāzes – slāpekli (viela J) un skābekli (viela K).

$$2NH_4NO_3 \rightarrow 4H_2O\uparrow + 2N_2\uparrow + O_2\uparrow$$

Slāpeklis (viela J) ir ķīmiski visai inerts, bet skābeklis (viela K) ir stipri reaģētspējīga viela.

Atbilde:

A ir H	B ir H_2O	C ir NH_3
D ir NO	E ir NO_2	F ir N_2O_4
G ir HNO_3	H ir NH_4NO_3	I ir N_2O
J ir N_2	K ir O_2	

1. uzdevums. Augstspiediena kristāli. 2. jautājums (1 punkts)

2017. gadā žurnālā Science tika ziņots, ka ķīmiskais elements A 495 GPa spiedienā viedo kristālus ar metālam raksturīgām īpašībām: tiem ir metālisks spīdums un tie vada elektrību. Šķidrā un gāzveida stāvoklī A eksistē divatomu molekulas veidā, kas noteiktā attiecībā ar gaisu ir sprādzienbīstama. Šādā sprādzienā rodas gāzveida B. A veidotās divatomu molekulas reakcijā ar vienu no gaisa sastāvdaļām iegūst gāzi ar asu raksturīgu smaku C.

C degšanā katalizatora klātienē var iegūt bezkrāsainu gāzi D, kas gaisā pārvēršas par brūnu gāzi E, kas savukārt tālāk daļēji pārvēršas par bezkrāsainu gāzi F, līdz starp E un F iestājas ķīmiskais līdzsvars. E reakcijā ar šķidru B iegūst skābi G, kuras reakcijā ar C iegūst savienojumu H, kuru plaši izmanto lauksaimniecībā kā minerālmēslojumu. Lēni karsējot H tas pilnībā sadalās divos gāzveida produktos, viens no kuriem ir oksīds I.

Uzraksti, kāds ir I triviālais nosaukums?

Atrisinājums

Ķīmiskais elements A, kas 495 GPa spiedienā veido kristālus ar metālisko spīdumu, ir ūdeņradis H. Šķidrā un gāzveida stāvoklī ķīmiskais elements ūdeņradis eksistē divatomu molekulu veidā

(H_2). Ūdeņraža un gaisa maisījums ir sprādzienbīstams. Šādā sprādzienā rodas ūdens tvaiks (gāzveida viela B):

$$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O.$$

Ūdeņradim reaģējot ar gaisā esošo slāpekli rodas gāze ar asu raksturīgo smaku – amonjaku (viela C):

$$3H_2 + N_2 \rightleftarrows 2NH_3.$$

Oksidējot amonjaku katalizatora klātbūtnē iegūst bezkrāsainu slāpekļa(II) oksīdu (gāzveida viela D), kas gaisā pārvērsās par brūnu slāpekļaIV) oksīdu (gāzveida viela E):

$$4NH_3 + 5O_2 \rightarrow 4NO + 6H_2O \text{ un}$$

$$2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2.$$

Slāpekļa(IV) oksīds NO_2 (viela E) veido bezkrāsainu dimēru N_2O_4 (viela F). Starp abām vielām pastāv dinamiskais līdzsvars:

$$2NO_2 \rightleftarrows N_2O_4.$$

Slāpekļa(IV) oksīdam (vielai E) reaģējot ar ūdeni (viela B), veidojas slāpekļskābe (viela G):

$$3NO_2 + H_2O \rightarrow 2HNO_3 + NO.$$

Savukārt slāpekļskābei (vielai G) reaģējot ar amonjaku (vielu C) veidojas amonija nitrāts (viela H), kuru plaši izmanto lauksaimniecībā kā minerālmēslojumu:

$$HNO_3 + NH_3 \rightarrow NH_4NO_3$$

Lēni karsējot amonija nitrātu (vielu H), veidojas divi gāzveida produkti – slāpekļa(I) oksīds jeb smieklu gāze (viela I) un ūdens tvaiks:

$$NH_4NO_3 \rightarrow N_2O\uparrow + 2H_2O\uparrow$$

Atbilde: Vielas I triviālais nosaukums ir smieklu gāze.

1. uzdevums. Augstspiediena kristāli. 3. jautājums (1 punkts)

2017. gadā žurnālā Science tika ziņots, ka ķīmiskais elements A 495 GPa spiedienā viedo kristālus ar metālam raksturīgām īpašībām: tiem ir metālisks spīdums un tie vada elektrību. Šķidrā un gāzveida stāvoklī A eksistē divatomu molekulas veidā, kas noteiktā attiecībā ar gaisu ir sprādzienbīstama. Šādā sprādzienā rodas gāzveida B. A veidotās divatomu molekulas reakcijā ar vienu no gaisa sastāvdaļām iegūst gāzi ar asu raksturīgu smaku C.

C degšanā katalizatora klātienē var iegūt bezkrāsainu gāzi D, kas gaisā pārvēršas par brūnu gāzi E, kas savukārt tālāk daļēji pārvēršas par bezkrāsainu gāzi F, līdz starp E un F iestājas ķīmiskais līdzsvars. E reakcijā ar šķidru B iegūst skābi G, kuras reakcijā ar C iegūst savienojumu H, kuru

plaši izmanto lauksaimniecībā kā minerālmēslojumu. Lēni karsējot H tas pilnībā sadalās divos gāzveida produktos, viens no kuriem ir oksīds I.

Kādā(-s) sfērā(-s) tiek izmantots oksīds I? Izvēlieties vienu vai vairākas pareizās atbildes!

a. medicīnā

b. lauksaimniecībā

c. enerģētikā

d. kā degviela iekšdedzes dzinējos

e. kā dzesējošais aģents dažādās iekārtās

Atrisinājums

Ķīmiskais elements A, kas 495 GPa spiedienā veido kristālus ar metālisko spīdumu, ir ūdeņradis H. Šķidrā un gāzveida stāvoklī ķīmiskais elements ūdeņradis eksistē divatomu molekulu veidā (H_2). Ūdeņraža un gaisa maisījums ir sprādzienbīstams. Šādā sprādzienā rodas ūdens tvaiks (gāzveida viela B):

$$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O.$$

Ūdeņradim reaģējot ar gaisā esošo slāpekli rodas gāze ar asu raksturīgo smaku – amonjaku (viela C):

$$3H_2 + N_2 \rightleftarrows 2NH_3.$$

Oksidējot amonjaku katalizatora klātbūtnē iegūst bezkrāsainu slāpekļa(II) oksīdu (gāzveida viela D), kas gaisā pārvērsās par brūnu slāpekļaIV) oksīdu (gāzveida viela E):

$$4NH_3 + 5O_2 \rightarrow 4NO + 6H_2O \text{ un}$$

$$2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2.$$

Slāpekļa(IV) oksīds NO_2 (viela E) veido bezkrāsainu dimēru N_2O_4 (viela F). Starp abām vielām pastāv dinamiskais līdzsvars:

$$2NO_2 \rightleftarrows N_2O_4.$$

Slāpekļa(IV) oksīdam (vielai E) reaģējot ar ūdeni (viela B), veidojas slāpekļskābe (viela G):

$$3NO_2 + H_2O \rightarrow 2HNO_3 + NO.$$

Savukārt slāpekļskābei (vielai G) reaģējot ar amonjaku (vielu C) veidojas amonija nitrāts (viela H), kuru plaši izmanto lauksaimniecībā kā minerālmēslojumu:

$$HNO_3 + NH_3 \rightarrow NH_4NO_3.$$

Lēni karsējot amonija nitrātu (vielu H), veidojas divi gāzveida produkti – slāpekļa(I) oksīds jeb smieklu gāze (viela I) un ūdens tvaiks:

$$NH_4NO_3 \rightarrow N_2O\uparrow + 2H_2O\uparrow .$$

Pirmo reizi slāpekļa(I) oksīdu ieguvis angļu ķīmiķis Džozefs Prīstlijs 1772. gadā. 18. gadsimta beigās ar šo vielu eksperimentēja Hamfrijs Deivijs. 1800. gadā viņš publicēja atklājumu, ka šī viela reibina un novērš sāpes. 1844. gadā zobārsts Horācijs Velss, eksperimentējot ar sevi, mēģināja to izmantot sāpju novēršanai zoba raušanas laikā. Vēlāk to saka lietot anestēzijai ne tikai zobārsti, bet arī ķirurgi.

Atbilde: a.

1. uzdevums. Augstspiediena kristāli. 4. jautājums (2 punkti)

2017. gadā žurnālā Science tika ziņots, ka ķīmiskais elements A 495 GPa spiedienā viedo kristālus ar metālam raksturīgām īpašībām: tiem ir metālisks spīdums un tie vada elektrību. Šķidrā un gāzveida stāvoklī A eksistē divatomu molekulas veidā, kas noteiktā attiecībā ar gaisu ir sprādzienbīstama. Šādā sprādzienā rodas gāzveida B. A veidotās divatomu molekulas reakcijā ar vienu no gaisa sastāvdaļām iegūst gāzi ar asu raksturīgu smaku C.

C degšanā katalizatora klātienē var iegūt bezkrāsainu gāzi D, kas gaisā pārvēršas par brūnu gāzi E, kas savukārt tālāk daļēji pārvēršas par bezkrāsainu gāzi F, līdz starp E un F iestājas ķīmiskais līdzsvars. E reakcijā ar šķidru B iegūst skābi G, kuras reakcijā ar C iegūst savienojumu H, kuru plaši izmanto lauksaimniecībā kā minerālmēslojumu. Lēni karsējot H tas pilnībā sadalās divos gāzveida produktos, viens no kuriem ir oksīds I.

Uzraksti, kāda ir visu koeficientu summa ķīmiskas reakcijas vienādojumā, pārvērtībai, kas notiek ar vielu H

a. to lēni karsējot un

b. tai eksplodējot!

Atrisinājums

Ķīmiskais elements A, kas 495 GPa spiedienā veido kristālus ar metālisko spīdumu, ir ūdeņradis H. Šķidrā un gāzveida stāvoklī ķīmiskais elements ūdeņradis eksistē divatomu molekulu veidā (H_2). Ūdeņraža un gaisa maisījums ir sprādzienbīstams. Šādā sprādzienā rodas ūdens tvaiks (gāzveida viela B):

$$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O.$$

Ūdeņradim reaģējot ar gaisā esošo slāpekli rodas gāze ar asu raksturīgo smaku – amonjaku (viela C):

$$3H_2 + N_2 \rightleftarrows 2NH_3.$$

Oksidējot amonjaku katalizatora klātbūtnē iegūst bezkrāsainu slāpekļa(II) oksīdu (gāzveida viela D), kas gaisā pārvērsās par brūnu slāpekļaIV) oksīdu (gāzveida viela E):

$4NH_3 + 5O_2 \rightarrow 4NO + 6H_2O$ un

$2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$.

Slāpekļa(IV) oksīds NO_2 (viela E) veido bezkrāsainu dimēru N_2O_4 (viela F). Starp abām vielām pastāv dinamiskais līdzsvars:

$2NO_2 \rightleftarrows N_2O_4$.

Slāpekļa(IV) oksīdam (vielai E) reaģējot ar ūdeni (viela B), veidojas slāpekļskābe (viela G):

$3NO_2 + H_2O \rightarrow 2HNO_3 + NO$.

Savukārt slāpekļskābei (vielai G) reaģējot ar amonjaku (vielu C) veidojas amonija nitrāts (viela H), kuru plaši izmanto lauksaimniecībā kā minerālmēslojumu:

$HNO_3 + NH_3 \rightarrow NH_4NO_3$.

Lēni karsējot amonija nitrātu (vielu H), veidojas divi gāzveida produkti – slāpekļa(I) oksīds (viela I) un ūdens tvaiks:

$NH_4NO_3 \rightarrow N_2O\uparrow + 2H_2O\uparrow$

Reakcijas vienādojumā koeficientu summa ir 4.

Savukārt ja amonija nitrāts (viela H) sadalās ar eksploziju, tas pamatā veido trīs gāzveida produktus: ūdens tvaiku (viela B) kā arī divas divatomu gāzes – slāpekli (viela J) un skābekli (viela K).

$2NH_4NO_3 \rightarrow 4H_2O\uparrow + 2N_2\uparrow + O_2\uparrow$

Reakcijas vienādojumā koeficientu summa ir 9.

Atbilde:

a. 4

b. 9

1. uzdevums. Augstspiediena kristāli. 5. jautājums (2 punkti)

2017. gadā žurnālā Science tika ziņots, ka ķīmiskais elements A 495 GPa spiedienā viedo kristālus ar metālam raksturīgām īpašībām: tiem ir metālisks spīdums un tie vada elektrību. Šķidrā un gāzveida stāvoklī A eksistē divatomu molekulas veidā, kas noteiktā attiecībā ar gaisu ir sprādzienbīstama. Šādā sprādzienā rodas gāzveida B. A veidotās divatomu molekulas reakcijā ar vienu no gaisa sastāvdaļām iegūst gāzi ar asu raksturīgu smaku C.

C degšanā katalizatora klātienē var iegūt bezkrāsainu gāzi D, kas gaisā pārvēršas par brūnu gāzi E, kas savukārt tālāk daļēji pārvēršas par bezkrāsainu gāzi F, līdz starp E un F iestājas ķīmiskais

līdzsvars. E reakcijā ar šķidru B iegūst skābi G, kuras reakcijā ar C iegūst savienojumu H, kuru plaši izmanto lauksaimniecībā kā minerālmēslojumu. Lēni karsējot H tas pilnībā sadalās divos gāzveida produktos, viens no kuriem ir oksīds I. Savukārt ja H sadalās ar eksploziju, tas pamatā veido trīs gāzveida produktus – B kā arī divas divatomu gāzes J un K. Zināms, ka J ir ķīmiski visai inerta viela, kamēr K uzbūve padara to par stipri reaģētspējīgu vielu.

Uzraksti, kurš vai kuri atomi ir oksidētāji, un kuri reducētāji ķīmiskajā reakcijā, kas notiek ar vielu H

a. to lēni karsējot un

b. tai eksplodējot.

Ja atbildē ir vairāki elementi, atdaliet to simbolus ar komatu bez atstarpes.

Atrisinājums

Ķīmiskais elements A, kas 495 GPa spiedienā veido kristālus ar metālisko spīdumu, ir ūdeņradis H. Šķidrā un gāzveida stāvoklī ķīmiskais elements ūdeņradis eksistē divatomu molekulu veidā (H_2). Ūdeņraža un gaisa maisījums ir sprādzienbīstams. Šādā sprādzienā rodas ūdens tvaiks (gāzveida viela B):

$$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O.$$

Ūdeņradim reaģējot ar gaisā esošo slāpekli rodas gāze ar asu raksturīgo smaku – amonjaku (viela C):

$$3H_2 + N_2 \rightleftarrows 2NH_3.$$

Oksidējot amonjaku katalizatora klātbūtnē iegūst bezkrāsainu slāpekļa(II) oksīdu (gāzveida viela D), kas gaisā pārvērsās par brūnu slāpekļaIV) oksīdu (gāzveida viela E):

$$4NH_3 + 5O_2 \rightarrow 4NO + 6H_2O \text{ un}$$

$$2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2.$$

Slāpekļa(IV) oksīds NO_2 (viela E) veido bezkrāsainu dimēru N_2O_4 (viela F). Starp abām vielām pastāv dinamiskais līdzsvars:

$$2NO_2 \rightleftarrows N_2O_4.$$

Slāpekļa(IV) oksīdam (vielai E) reaģējot ar ūdeni (viela B), veidojas slāpekļskābe (viela G):

$$3NO_2 + H_2O \rightarrow 2HNO_3 + NO.$$

Savukārt slāpekļskābei (vielai G) reaģējot ar amonjaku (vielu C) veidojas amonija nitrāts (viela H), kuru plaši izmanto lauksaimniecībā kā minerālmēslojumu:

$$HNO_3 + NH_3 \rightarrow NH_4NO_3$$

Lēni karsējot amonija nitrātu (vielu H), veidojas divi gāzveida produkti – slāpekļa(I) oksīds (viela I) un ūdens tvaiks:

$$\overset{-3\,+1}{N}H_4\overset{+5\,-2}{N}O_3 \rightarrow \overset{+1\,-2}{N_2}O\uparrow + 2\overset{+1\,-2}{H_2}O\uparrow$$

Šeit oksidētājs ir slāpeklis ar oksidēšanas pakāpi +5:

$$\overset{+5}{N} + 4e^- \rightarrow \overset{+1}{N}$$

Reducētājs ir slāpeklis ar oksidēšanas pakāpi -3:

$$\overset{-3}{N} - 4e^- \rightarrow \overset{+1}{N}$$

Savukārt ja amonija nitrāts (viela H) sadalās ar eksploziju, tas pamatā veido trīs gāzveida produktus: ūdens tvaiku (viela B) kā arī divas divatomu gāzes – slāpekli (viela J) un skābekli (viela K).

$$2\overset{-3\,+1}{N}H_4\overset{+5\,-2}{N}O_3 \rightarrow 4\overset{+1\,-2}{H_2}O\uparrow + 2\overset{0}{N_2}\uparrow + \overset{0}{O_2}\uparrow$$

Šeit oksidētājs ir slāpeklis ar oksidēšanas pakāpi +5:

$$2\overset{+5}{N} + 10e^- \rightarrow \overset{0}{N_2}$$

Un ir divi reducētāji – slāpeklis ar oksidēšanas pakāpi -3 un skābeklis ar oksidēšanas pakāpi -2:

$$2\overset{-3}{N} - 6e^- \rightarrow \overset{0}{N_2}$$

$$2\overset{-2}{O} - 4e^- \rightarrow \overset{0}{O_2}$$

Atbilde:

a. oksidētājs ir $\overset{+5}{N}$, reducētājs ir $\overset{-3}{N}$

b. oksidētājs ir $\overset{+5}{N}$, reducētājs ir $\overset{-3}{N}$, $\overset{-2}{O}$

2. uzdevums. Indīgais konservants. 6. jautājums (3 punkti)

Kā kokmateriālu konservantu kopš 20. gs. 30-to gadu vidus izmanto kādu no trim savienojumiem A, B un C sastāvošu vielu maisījumu, kura dažādas attiecības ir gan patentētas, gan pārdotas ar dažādiem komerciāliem zīmoliem. Neskatoties uz tā toksiskumu un kaitīgumu videi, nopietna tā lietošanas ierobežošana juridiski ir reglamentēta tikai nedaudz vairāk kā 10 gadus.

A veidojošais anjons satur metālu X, kas tīrā veidā ir sudrabpelēks ar metālisku spīdumu. A reakcijā ar skābekli vai ūdeni augstā temperatūra iegūst tā oksīdu D, kas ir zaļā

krāsā. D reaģē gan ar skābēm, gan bāzēm. D oksidējot ar, piem., kālija hlorātu kālija karbonāta klātienē iegūst dzeltenu sāli E, kas skābā vidē apgriezeniski pārvēršas oranžā sālī A. Gan E, gan A elements X ir tā augstākajā oksidēšanās pakāpē, līdz ar to abas vielas ir spēcīgi oksidētāji. Abas vielas ir toksiskas un kancerogēnas.

B ir spilgti zils savienojums, kas satur metālu Y. Y ir sarkanbrūns metāls, kas 200 °C neliela skābekļa daudzuma klātienē veido sarkanu oksīdu F, kuru tālāk oksidējot skābeklī 500 °C iegūst melnu oksīdu G. G šķīdinot kādā stiprā skābē un iegūto šķīdumu ietvaicējot iegūst B kristālus. B karsējot tas pārvēršas baltā pulverveida vielā H, ko atkārtoti pārkristalizējot no ūdens atgūst B.

C ir kāda elementa Z oksīda hidrāts. Zināms, ka Z dabā eksistē vairākās alotropajās formās, izplatītākā un nozīmīgākā no kurām ir metāliski pelēka. C veidojošajā oksīdā Z masas daļa ir 65,2%, bet savienojumā C – 56,4%. Gan Z gan lielākā daļa no tā savienojumiem ir ļoti toksiski un potenciālas indes.

Uzraksti elementu X, Y un Z ķīmiskos simbolus!

Atrisinājums

1. Metāls X ir hroms Cr. Hroms ir sudrabpelēka viela ar metālisku spīdumu. Hromam augstā temperatūrā reaģējot gan ar skābekli, gan ar ūdens tvaiku, veidojas viela D jeb hroma(III) oksīds, kuram ir zaļa krāsa:

$$4Cr + 3O_2 \rightarrow 2Cr_2O_3$$ un

$$2Cr + 3H_2O \rightarrow Cr_2O_3 + 3H_2$$

Hroma(III) oksīds (viela D) ir amfotērs, tāpēc reaģē gan ar skābēm, gan ar bāzēm.

Hroma(III) oksīdu (vielu D) oksidējot ar kālija hlorātu $KClO_3$ kālija karbonāta klātbūtnē iegūst dzeltenu kālija hromātu K_2CrO_4 (viela E):

$$Cr_2O_3 + KClO_3 + 2K_2CO_3 \rightarrow 2K_2CrO_4 + KCl + 2CO_2$$

Kālija hromāts (viela E) skābā vidē pārvēršas par oranžās krāsas kālija dihromātu (sāli A):

$$2K_2CrO_4 + H_2SO_4 \rightarrow K_2Cr_2O_7 + K_2SO_4 + H_2O$$

Gan kālija hromātā (viela E), gan kālija dihromātā (viela A) hromam (ķīmiskais elements X) ir augstākā iespējamā oksidēšanas pakāpē +6. Abas vielas (E un A) ir toksiskas un kancerogēnas (var izraisīt saslimšanu ar vēzi).

2. Ķīmiskais elements Y ir varš. Vienkāršās vielas veidā varš (viela Y) ir sarkanbrūns metāls, kas paaugstinātā temperatūrā reaģējot ar skābekli var veidot vara(I) oksīdu (vielu F), savienojumu, kuram ir sarkana krāsa:

$$4Cu + O_2 \rightarrow 2Cu_2O$$

Savukārt augstākā temperatūrā vara(I) oksīds (viela F) oksidējās tālāk veidojot melnu vara(II) oksīdu (vielu G):

$$2Cu_2O + O_2 \rightarrow 4CuO$$

Vara(II) oksīdam (vielai G) reaģējot ar sērskābi veidojas vara(II) sulfāts:

$$CuO + H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 + H_2O$$

Ietvaicējot vara sulfāta šķīdumu izkristalizējās vara(II) sulfāta pentahidrāts (viela B) – savienojums ar spilgti zilu krāsu

$$CuSO_4 + 5H_2O \rightarrow CuSO_4 \cdot 5H_2O$$

Karsējot vara(II) sulfāta pentahidrātu (viela B), kristālhidrāts zaudē ūdeni un pārvēršas par vara(II) sulfātu (viela H), kuram ir balta krāsa.

$$CuSO_4 \cdot 5H_2O \rightarrow CuSO_4 + 5H_2O\uparrow$$

Vara(II) sulfātu (viela H) pārkristalizējot no ūdens šķīduma atkal iegūst zilu vara(II) sulfāta pentahidrātu (viela B).

3. Nosaki, kas ir ķīmiskais elements Z.

A. Pieņem, ka elementa Z oksīdā ķīmiskais elements Z ir vienvērtīgs. Tad oksīda ķīmiska formula ir Z_2O.

Uzraksti izteiksmi Z masas daļas aprēķināšanai, ievieto atbilstošo fizikālo lielumu skaitliskās vērtības un aprēķini, cik liela ir elementa Z molmasa.

$$w_Z = \frac{2 \cdot M_Z}{M_{Z_2O}}$$

$$w_Z = \frac{2 \cdot M_Z}{2 \cdot M_Z + M_O}$$

$$0,652 = \frac{2 \cdot M_Z}{2 \cdot M_Z + 16}$$

$$0,652 \cdot (2 \cdot M_Z + 16) = 2 \cdot M_Z$$

$$M_Z = 15 \text{ g/mol}$$

Vienvērtīgais ķīmiskais elements ar molmasu 15 g/mol neeksistē.

B. Pieņem, ka elements Z oksīdā ir divvērtīgs. Tad oksīda formula ir ZO.

Uzraksti izteiksmi Z masas daļas aprēķināšanai, ievieto atbilstošo fizikālo lielumu skaitliskās vērtības un aprēķini, cik liela ir elementa Z molmasa.

$$w_{\text{Z}} = \frac{M_{\text{Z}}}{M_{\text{ZO}}}$$

$$w_{\text{Z}} = \frac{M_{\text{Z}}}{M_{\text{Z}} + M_{\text{O}}}$$

$$0{,}652 = \frac{M_{\text{Z}}}{M_{\text{Z}} + 16}$$

$$0{,}652 \cdot (M_{\text{Z}} + 16) = M_{\text{Z}}$$

$$M_{\text{Z}} = 30 \text{ g/mol}$$

Divvērtīgais ķīmiskais elements ar molmasu 30 g/mol neeksistē.

C. Pieņem, ka elements Z oksīdā ir trīsvērtīgs. Tad oksīda formula ir Z_2O_3.

Uzraksti izteiksmi Z masas daļas aprēķināšanai, ievieto atbilstošo fizikālo lielumu skaitliskās vērtības un aprēķini, cik liela ir elementa Z molmasa.

$$w_{\text{Z}} = \frac{2 \cdot M_{\text{Z}}}{M_{\text{Z}_2\text{O}_3}}$$

$$w_{\text{Z}} = \frac{2 \cdot M_{\text{Z}}}{2 \cdot M_{\text{Z}} + 3 \cdot M_{\text{O}}}$$

$$0{,}652 = \frac{2 \cdot M_{\text{Z}}}{2 \cdot M_{\text{Z}} + 3 \cdot 16}$$

$$0{,}652 \cdot (2 \cdot M_{\text{Z}} + 3 \cdot 16) = 2 \cdot M_{\text{Z}}$$

$$M_{\text{Z}} = 45 \text{ g/mol}$$

Šāda molmasa ir elementam skandijam Sc, bet skandijam nav raksturīga alotropijas parādība.

D. Pieņem, ka elements Z oksīdā ir četrvērtīgs. Tad oksīda formula ir ZO_2.

Uzraksti izteiksmi Z masas daļas aprēķināšanai, ievieto atbilstošo fizikālo lielumu skaitliskās vērtības un aprēķini, cik liela ir elementa Z molmasa.

$$w_{\text{Z}} = \frac{M_{\text{Z}}}{M_{\text{ZO}_2}}$$

$$w_{\text{Z}} = \frac{M_{\text{Z}}}{M_{\text{Z}} + 2 \cdot M_{\text{O}}}$$

$$0,652 = \frac{M_Z}{M_Z + 2 \cdot 16}$$

$$0,652 \cdot (M_Z + 2 \cdot 16) = M_Z$$

$$M_Z = 60 \text{ g/mol}$$

Četrvērtīgais ķīmiskais elements ar molmasu 60 g/mol neeksistē.

E. Pieņem, ka elements Z oksīdā ir piecvērtīgs. Tad oksīda formula ir Z_2O_5.

Uzraksti izteiksmi Z masas daļas aprēķināšanai, ievieto atbilstošo fizikālo lielumu skaitliskās vērtības un aprēķini, cik liela ir elementa Z molmasa.

$$w_Z = \frac{2 \cdot M_Z}{M_{Z_2O_5}}$$

$$w_Z = \frac{2 \cdot M_Z}{2 \cdot M_Z + 5 \cdot M_O}$$

$$0,652 = \frac{2 \cdot M_Z}{2 \cdot M_Z + 5 \cdot 16}$$

$$0,652 \cdot (2 \cdot M_Z + 5 \cdot 16) = 2 \cdot M_Z$$

$$M_Z = 75 \text{ g/mol}$$

Piecvērtīgs ķīmiskais elements Z ar molmasu 75 g/mol ir arsēns As. Arsēnam ir raksturīga alotropija.

Atbilde:

X ir Cr

Y ir Cu

Z ir As

2. uzdevums. Indīgais konservants. 7. jautājums (8 punkti)

Kā kokmateriālu konservantu kopš 20. gs. 30-to gadu vidus izmanto kādu no trim savienojumiem A, B un C sastāvošu vielu maisījumu, kura dažādas attiecības ir gan patentētas, gan pārdotas ar dažādiem komerciāliem zīmoliem. Neskatoties uz tā toksiskumu un kaitīgumu videi, nopietna tā lietošanas ierobežošana juridiski ir reglamentēta tikai nedaudz vairāk kā 10 gadus.

A veidojošais anjons satur metālu X, kas tīrā veidā ir sudrabpelēks ar metālisku spīdumu. A reakcijā ar skābekli vai ūdeni augstā temperatūra iegūst tā oksīdu D, kas ir zaļā

krāsā. D reaģē gan ar skābēm, gan bāzēm. D oksidējot ar, piem., kālija hlorātu kālija karbonāta klātienē iegūst dzeltenu sāli E, kas skābā vidē apgriezeniski pārvēršas oranžā sālī A. Gan E, gan A elements X ir tā augstākajā oksidēšanās pakāpē, līdz ar to abas vielas ir spēcīgi oksidētāji. Abas vielas ir toksiskas un kancerogēnas.

B ir spilgti zils savienojums, kas satur metālu Y. Y ir sarkanbrūns metāls, kas 200 °C neliela skābekļa daudzuma klātienē veido sarkanu oksīdu F, kuru tālāk oksidējot skābeklī 500 °C iegūst melnu oksīdu G. G šķīdinot kādā stiprā skābē un iegūto šķīdumu ietvaicējot iegūst B kristālus. B karsējot tas pārvēršas baltā pulverveida vielā H, ko atkārtoti pārkristalizējot no ūdens atgūst B.

C ir kāda elementa Z oksīda hidrāts. Zināms, ka Z dabā eksistē vairākās alotropajās formās, izplatītākā un nozīmīgākā no kurām ir metāliski pelēka. C veidojošajā oksīdā Z masas daļa ir 65,2%, bet savienojumā C – 56,4%. Gan Z gan lielākā daļa no tā savienojumiem ir ļoti toksiski un potenciālas indes.

Uzraksti vielu A - H ķīmiskās formulas!

Atrisinājums

1. Metāls X ir hroms Cr. Hroms ir sudrabpelēka viela ar metālisku spīdumu. Hromam augstā temperatūrā reaģējot gan ar skābekli, gan ar ūdens tvaiku, veidojas viela D jeb hroma(III) oksīds, kuram ir zaļa krāsa:

$$4Cr + 3O_2 \rightarrow 2Cr_2O_3$$ un

$$2Cr + 3H_2O \rightarrow Cr_2O_3 + 3H_2$$

Hroma(III) oksīds (viela D) ir amfotērs, tāpēc reaģē gan ar skābēm, gan ar bāzēm.

Hroma(III) oksīdu (vielu D) oksidējot ar kālija hlorātu $KClO_3$ kālija karbonāta klātbūtnē iegūst dzeltenu kālija hromātu K_2CrO_4 (viela E):

$$Cr_2O_3 + KClO_3 + 2K_2CO_3 \rightarrow 2K_2CrO_4 + KCl + 2CO_2$$

Kālija hromāts (viela E) skābā vidē pārvēršas par oranžās krāsas kālija dihromātu (sāli A):

$$2K_2CrO_4 + H_2SO_4 \rightarrow K_2Cr_2O_7 + K_2SO_4 + H_2O$$

Gan kālija hromātā (viela E), gan kālija dihromātā (viela A) hromam (ķīmiskais elements X) ir augstākā iespējamā oksidēšanas pakāpē +6. Abas vielas (E un A) ir toksiskas un kancerogēnas (var izraisīt saslimšanu ar vēzi).

2. Ķīmiskais elements Y ir varš. Vienkāršās vielas veidā varš (viela Y) ir sarkanbrūns metāls, kas paaugstinātā temperatūrā reaģējot ar skābekli var veidot vara(I) oksīdu (vielu F), savienojumu, kuram ir sarkana krāsa:

$$4Cu + O_2 \rightarrow 2Cu_2O$$

Savukārt augstākā temperatūrā vara(I) oksīds (viela F) oksidējās tālāk veidojot melnu vara(II) oksīdu (vielu G):

$$2Cu_2O + O_2 \rightarrow 4CuO$$

Vara(II) oksīdam (vielai G) reaģējot ar sērskābi veidojas vara(II) sulfāts:

$$CuO + H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 + H_2O$$

Ietvaicējot vara sulfāta šķīdumu izkristalizējās vara(II) sulfāta pentahidrāts (viela B) – savienojums ar spilgti zilu krāsu

$$CuSO_4 + 5H_2O \rightarrow CuSO_4 \cdot 5H_2O$$

Karsējot vara(II) sulfāta pentahidrātu (viela B), kristālhidrāts zaudē ūdeni un pārvēršas par vara(II) sulfātu (viela H), kuram ir balta krāsa.

$$CuSO_4 \cdot 5H_2O \rightarrow CuSO_4 + 5H_2O\uparrow$$

Vara(II) sulfātu (viela H) pārkristalizējot no ūdens šķīduma atkal iegūst zilu vara(II) sulfāta pentahidrātu (viela B).

3. Nosaki, kas ir ķīmiskais elements Z.

A. Pieņem, ka elementa Z oksīdā ķīmiskais elements Z ir vienvērtīgs. Tad oksīda ķīmiska formula ir Z_2O.

Uzraksti izteiksmi Z masas daļas aprēķināšanai, ievieto atbilstošo fizikālo lielumu skaitliskās vērtības un aprēķini, cik liela ir elementa Z molmasa.

$$w_Z = \frac{2 \cdot M_Z}{M_{Z_2O}}$$

$$w_Z = \frac{2 \cdot M_Z}{2 \cdot M_Z + M_O}$$

$$0,652 = \frac{2 \cdot M_Z}{2 \cdot M_Z + 16}$$

$$0,652 \cdot (2 \cdot M_Z + 16) = 2 \cdot M_Z$$

$$M_Z = 15 \text{ g/mol}$$

Vienvērtīgais ķīmiskais elements ar molmasu 15 g/mol neeksistē.

B. Pieņem, ka elements Z oksīdā ir divvērtīgs. Tad oksīda formula ir ZO.

Uzraksti izteiksmi Z masas daļas aprēķināšanai, ievieto atbilstošo fizikālo lielumu skaitliskās vērtības un aprēķini, cik liela ir elementa Z molmasa.

$$w_{\text{Z}} = \frac{M_{\text{Z}}}{M_{\text{ZO}}}$$

$$w_{\text{Z}} = \frac{M_{\text{Z}}}{M_{\text{Z}} + M_{\text{O}}}$$

$$0{,}652 = \frac{M_{\text{Z}}}{M_{\text{Z}} + 16}$$

$$0{,}652 \cdot (M_{\text{Z}} + 16) = M_{\text{Z}}$$

$$M_{\text{Z}} = 30 \text{ g/mol}$$

Divvērtīgais ķīmiskais elements ar molmasu 30 g/mol neeksistē.

C. Pieņem, ka elements Z oksīdā ir trīsvērtīgs. Tad oksīda formula ir Z_2O_3.

Uzraksti izteiksmi Z masas daļas aprēķināšanai, ievieto atbilstošo fizikālo lielumu skaitliskās vērtības un aprēķini, cik liela ir elementa Z molmasa!

$$w_{\text{Z}} = \frac{2 \cdot M_{\text{Z}}}{M_{\text{Z}_2\text{O}_3}}$$

$$w_{\text{Z}} = \frac{2 \cdot M_{\text{Z}}}{2 \cdot M_{\text{Z}} + 3 \cdot M_{\text{O}}}$$

$$0{,}652 = \frac{2 \cdot M_{\text{Z}}}{2 \cdot M_{\text{Z}} + 3 \cdot 16}$$

$$0{,}652 \cdot (2 \cdot M_{\text{Z}} + 3 \cdot 16) = 2 \cdot M_{\text{Z}}$$

$$M_{\text{Z}} = 45 \text{ g/mol}$$

Šāda molmasa ir elementam skandijam Sc, bet skandijam nav raksturīga alotropijas parādība.

D. Pieņem, ka elements Z oksīdā ir četrvērtīgs. Tad oksīda formula ir ZO_2.

Uzraksti izteiksmi Z masas daļas aprēķināšanai, ievieto atbilstošo fizikālo lielumu skaitliskās vērtības un aprēķini, cik liela ir elementa Z molmasa.

$$w_{\text{Z}} = \frac{M_{\text{Z}}}{M_{\text{ZO}_2}}$$

$$w_{\text{Z}} = \frac{M_{\text{Z}}}{M_{\text{Z}} + 2 \cdot M_{\text{O}}}$$

$$0,652 = \frac{M_Z}{M_Z + 2 \cdot 16}$$

$$0,652 \cdot (M_Z + 2 \cdot 16) = M_Z$$

$$M_Z = 60 \text{ g/mol}$$

Četrvērtīgais ķīmiskais elements ar molmasu 60 g/mol neeksistē.

E. Pieņem, ka elements Z oksīdā ir piecvērtīgs. Tad oksīda formula ir Z_2O_5.

Uzraksti izteiksmi Z masas daļas aprēķināšanai, ievieto atbilstošo fizikālo lielumu skaitliskās vērtības un aprēķini, cik liela ir elementa Z molmasa.

$$w_Z = \frac{2 \cdot M_Z}{M_{Z_2O_5}}$$

$$w_Z = \frac{2 \cdot M_Z}{2 \cdot M_Z + 5 \cdot M_O}$$

$$0,652 = \frac{2 \cdot M_Z}{2 \cdot M_Z + 5 \cdot 16}$$

$$0,652 \cdot (2 \cdot M_Z + 5 \cdot 16) = 2 \cdot M_Z$$

$$M_Z = 75 \text{ g/mol}$$

Piecvērtīgs ķīmiskais elements Z ar molmasu 75 g/mol ir arsēns As. Arsēnam ir raksturīga alotropija, kas atbilst uzdevuma noteikumam.

F. Ir zināms, ka C ir oksīda As_2O_5 hidrāts $As_2O_5 \cdot xH_2O$.

Uzraksti izteiksmi Z masas daļas aprēķināšanai hidrātā $As_2O_5 \cdot xH_2O$, ievieto atbilstošo fizikālo lielumu skaitliskās vērtības un aprēķini, cik liela ir koeficienta x skaitliskā vērtība!

$$w_{As} = \frac{2 \cdot M_{As}}{M_{As_2O_5 \cdot xH_2O}}$$

$$w_{As} = \frac{2 \cdot M_{As}}{M_{As_2O_5} + x \cdot M_{H_2O}}$$

$$0,564 = \frac{2 \cdot 75}{230 + x \cdot 18}$$

$$0,564 \cdot (230 + x \cdot 18) = 150$$

$x = 2$

Tātad savienojuma C ķīmiskā formula ir $As_2O_5 \cdot 2H_2O$.

Arsēna (ķīmiska elementa Z) savienojumi ir ļoti toksiski.

Atbilde:

A ir $K_2Cr_2O_7$ B ir $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ C ir $As_2O_5 \cdot 2H_2O$

D ir Cr_2O_3 E ir K_2CrO_4 F ir Cu_2O

G ir CuO H ir $CuSO_4$

2. uzdevums. Indīgais konservants. 8. jautājums (2 punkti)

A veidojošais anjons satur metālu X, kas tīrā veidā ir sudrabpelēks ar metālisku spīdumu. A reakcijā ar skābekli vai ūdeni augstā temperatūra iegūst tā oksīdu D, kas ir zaļā krāsā. D reaģē gan ar skābēm, gan bāzēm. D oksidējot ar, piem., kālija hlorātu kālija karbonāta klātienē iegūst dzeltenu sāli E, kas skābā vidē apgriezeniski pārvēršas oranžā sālī A. Gan E, gan A elements X ir tā augstākajā oksidēšanās pakāpē, līdz ar to abas vielas ir spēcīgi oksidētāji. Abas vielas ir toksiskas un kancerogēnas.

Uzraksti, kāda ir visu koeficientu summa aprakstītajai D oksidēšanai ar kālija hlorātu kālija karbonāta klātienē!

Atrisinājums

Metāls X ir hroms Cr. Hroms ir sudrabpelēka viela ar metālisku spīdumu. Hromam augstā temperatūrā reaģējot gan ar skābekli, gan ar ūdens tvaiku, veidojas viela D jeb hroma(III) oksīds, kuram ir zaļa krāsa:

$$4Cr + 3O_2 \rightarrow 2Cr_2O_3 \text{ un}$$

$$2Cr + 3H_2O \rightarrow Cr_2O_3 + 3H_2$$

Hroma(III) oksīds (viela D) ir amfotērs, tāpēc reaģē gan ar skābēm, gan ar bāzēm.

Hroma(III) oksīdu (vielu D) oksidējot ar kālija hlorātu $KClO_3$ kālija karbonāta klātbūtnē iegūst dzeltenu kālija hromātu K_2CrO_4 (viela E):

$$\overset{+3}{Cr}_2O_3 + K\overset{+5}{Cl}O_3 + 2K_2CO_3 \rightarrow 2K_2\overset{+6}{Cr}O_4 + K\overset{-1}{Cl} + 2CO_2$$

$$\begin{array}{l|l} \overset{+3}{Cr} - 3e^- \rightarrow \overset{+6}{Cr} & 2 \\ \overset{+5}{Cl} + 6e^- \rightarrow \overset{-1}{Cl} & \end{array}$$

Koeficientu summa reakcijas vienādojumā ir 1+1+2+2+1+2=9

Atbilde: 9

2. uzdevums. Indīgais konservants. 9. jautājums (1 punkts)

Kā savā starpā atšķiras alotropās formas?

Izvēlieties vienu atbildi!

a. Ar atomu vai to veidoto molekulu izkārtojumu kristāliskajā fāzē

b. Ar atomu oksidēšanās pakāpēm

c. Ar potenciālo enerģiju, ko nosaka formas veidošanās apstākļos akumulētais enerģijas daudzums

d. Ar relatīvistisko efektu nozīmīgumu kristāliskajā fāzē

Atrisinājums

Par alotropiju sauc parādību, kad viens ķīmiskais elements veido vairākas vienkāršas vielas. Šīs vienkāršās vielas atšķiras ar atomu skaitu molekulā vai arī ar atomu vai to veidoto molekulu izkārtojumu kristāliskajā fāzē.

Atbilde: a

3. uzdevums. Joniem bagātais ezers. 10. jautājums (4 punkti)

Afrēras ezers Etiopijā gadsimtiem ilgi tika izmantots vārāmās sāls ieguvei, ietvaicējot tā sāļos ūdeņus, jo sāls koncentrācija šī ezera ūdenī ir ļoti augsta un to klasificē kā hipersāļo ezeru. Tomēr pēc 2011. gadā notikušā tuvumā esošā Nabro vulkāna izvirduma šādi iegūtā sāls vairs nav izmantojama pārtikā, jo kopā ar izvirdumu Afrēras ezerā nonāca gana liels kādas vielas A daudzums, kas šī ezera ūdeni padarīja ļoti skābu.

Analizējot Afrēras ezera ūdeni sākotnēji veica nātrija noteikšanu ar liesmas fotometriju. 1,00 mL ezera ūdens parauga pārnesa 100 mL mērkolbā, ko atšķaidīja līdz atzīmei (1. šķīdums). No iegūtā 1. šķīduma ņēma 5,00 mL un pārnesa jaunā 100 mL mērkolbā, tad šķīdumu atšķaidīja līdz atzīmei (2. šķīdums). Mērīja 2. šķīduma absorbciju pie 589 nm, iegūstot $A_{2.šķ.}$ = 1,047. Absorbcijas vērtība pie 589 nm standartšķīdumam ar nātrija jonu koncentrāciju 0,0500 mg/mL ir $A_{st.šķ.}$ = 0,950.

Aprēķini, kāda ir nātrija jonu koncentrācija (mg/mL) 2. šķīdumā!

Aprēķini, kāda ir nātrija jonu un nātrija hlorīda koncentrācija (g/L) Afrēras ezera ūdenī!

Atrisinājums

5. Absorbcijas skaitliskā vērtība ir proporcionāla šķīduma koncentrācijai:

   $$\frac{\gamma_2}{\gamma_{st.šķ.}} = \frac{A_2}{A_{st.šķ.}}.$$

   Pārveido proporciju un aprēķini, cik liela ir nātrija jonu masas koncentrācija 2. šķīdumā!

$$\gamma_2 = \frac{A_2 \cdot \gamma_{\text{st.šķ.}}}{A_{\text{st.šķ.}}} = \frac{1{,}047 \cdot 0{,}0500 \text{ mg/mL}}{0{,}950} \approx 0{,}0551 \text{ mg/mL } Na^+ \text{ jonu.}$$

6. 2. šķīdumu pagatavoja ezera ūdeni sākotnēji atšķaidot 100 reizes un pēc tam vēl 20 reizes, tātad, kopumā sākotnējo paraugu atšķaidot 2000 reizēs. Tāpēc nātrija jonu koncentrācija sākotnējā paraugā bija 2000 lielāka, nekā 2. šķīdumā:

$$\gamma_{Na^+} = 2000 \cdot \gamma_2 = 2000 \cdot 0{,}0551 \text{ mg/mL} = 110{,}2 \text{ mg/mL} = 110{,}2 \text{ g/L}$$

7. Nātrija jonu masas daļa nātrija hlorīdā ir

$$w_{Na^+} = \frac{M_{Na^+}}{M_{NaCl}} = \frac{23 \text{ g/mol}}{58{,}5 \text{ g/mol}} \approx 0{,}393$$

8. Aprēķini, cik lielā nātrija hlorīda masa satur 110,2 g nātrija jonu!

$$w_{Na^+} = \frac{m_{Na^+}}{m_{NaCl}}$$

$$m_{NaCl} = \frac{m_{Na^+}}{w_{Na^+}} = \frac{110{,}2 \text{ g}}{0{,}393} \approx 280{,}4 \text{ g}$$

Tātad, nātrija hlorīda masas koncentrācija ezera ūdenī ir 280,4 g/L

Atbilde:

$\gamma_2 = 0{,}0551$ mg/mL

$\gamma_{Na^+} = 110{,}2$ g/L

$\gamma_{NaCl} = 280{,}4$ g/L

3. uzdevums. Joniem bagātais ezers. 11. jautājums (2 punkti)

Zināms, ka nātrija hlorīda šķīdība ūdenī 30 °C temperatūrā ir 36,1 g nātrija hlorīda 100 g H_2O, un šāda šķīduma blīvums ir 1,198 g/mL.

Aprēķini, kāda ir nātrija hlorīda koncentrācija (g/L) tā piesātinātā šķīdumā 30 °C!

Atrisinājums

4. Aprēķini, cik liela ir šķīduma masa, ja 100 g ūdens izšķīdina 36,1 g nātrija hlorīda!

$$m_{\text{šķ.}} = m_{H_2O} + m_{NaCl} = 100 \text{ g} + 36{,}1 \text{ g} = 136{,}1 \text{ g}$$

5. Aprēķini, cik lielu tilpumu ieņem šāds nātrija hlorīda šķīdums!

$$V_{\text{šķ.}} = \frac{m_{\text{šķ.}}}{\rho_{\text{šķ.}}} = \frac{136{,}1 \text{ g}}{1{,}198 \text{ g/mL}} \approx 113{,}6 \text{ mL} = 0{,}1136 \text{ L}$$

6. Sastādi proporciju un atrisini to!
   Pēc uzdevuma noteikuma 0,1136 L šķīduma satur 36,1 g NaCl,

bet, ja šķīduma tilpums būtu 1 L, tur atrastos x g NaCl

$$x = \frac{1\ \text{L} \cdot 36{,}1\ \text{g}}{0{,}1136\ \text{L}} \approx 317{,}8\ \text{g NaCl}$$

Atbilde: $\gamma_{\text{NaCl}} = 317{,}8\ \text{g/L}$

3. uzdevums. Joniem bagātais ezers. 12. jautājums (2 punkti)

Afrēras ezers Etiopijā gadsimtiem ilgi tika izmantots vārāmās sāls ieguvei, ietvaicējot tā sāļos ūdeņus, jo sāls koncentrācija šī ezera ūdenī ir ļoti augsta un to klasificē kā hipersāļo ezeru. Tomēr pēc 2011. gadā notikušā tuvumā esošā Nabro vulkāna izvirduma šādi iegūtā sāls vairs nav izmantojama pārtikā, jo kopā ar izvirdumu Afrēras ezerā nonāca gana liels kādas vielas A daudzums, kas šī ezera ūdeni padarīja ļoti skābu.

Lai noteiktu savienojuma A koncentrāciju Afrēras ezera ūdeni, ņēma 10,00 mL ūdens parauga, tam pievienoja bārija hlorīda šķīdumu (pārākumā). Ieguva baltas nogulsnes, ko nofiltrēja, uz filtra skaloja ar ūdeni. Pēc izžāvēšanas nogulšņu masa bija 37,2 mg.

Uzraksti vielas A ķīmisko formulu!

Atrisinājums

Vulkāniskās gāzes parasti satur sēra savienojumus. Ja viela A ezera ūdeni padara ļoti skābu, šāds sēra savienojums varētu būt sērskābe. Sulfātjonu klātbūtni ezera ūdens paraugā apliecina tas, ka pievienojot bārija sāls šķīdumu, veidojas baltas nogulsnes:

$$Ba^{2+} + SO_4^{2-} \rightarrow BaSO_4 \downarrow$$

Atbilde: Vielas A ķīmiska formula ir H_2SO_4.

3. uzdevums. Joniem bagātais ezers. 13. jautājums (2 punkti)

Afrēras ezers Etiopijā gadsimtiem ilgi tika izmantots vārāmās sāls ieguvei, ietvaicējot tā sāļos ūdeņus, jo sāls koncentrācija šī ezera ūdenī ir ļoti augsta un to klasificē kā hipersāļo ezeru. Tomēr pēc 2011. gadā notikušā tuvumā esošā Nabro vulkāna izvirduma šādi iegūtā sāls vairs nav izmantojama pārtikā, jo kopā ar izvirdumu Afrēras ezerā nonāca gana liels kādas vielas A daudzums, kas šī ezera ūdeni padarīja ļoti skābu.

Lai noteiktu savienojuma A koncentrāciju Afrēras ezera ūdeni, ņēma 10,00 mL ūdens parauga, tam pievienoja bārija hlorīda šķīdumu (pārākumā). Ieguva baltas nogulsnes, ko nofiltrēja, uz filtra skaloja ar ūdeni. Pēc izžāvēšanas nogulšņu masa bija 37,2 mg.

Aprēķini, kāda bija A masa (mg) analizētajos 10,0 mL šķīduma!

Aprēķini, kāda ir A koncentrācija (g/L un mol/L) Afrēras ezera ūdenī!

Atrisinājums

7. Vulkāniskās gāzes parasti satur sēra savienojumus. Ja viela A ezera ūdeni padara ļoti skābu, šāds sēra savienojums varētu būt sērskābe. Sulfātjonu klātbūtni ezera ūdens paraugā apliecina tas, ka pievienojot bārija sāls šķīdumu, veidojas baltas nogulsnes:

   $BaCl_2 + H_2SO_4 \rightarrow BaSO_4 \downarrow + 2HCl$

   $Ba^{2+} + SO_4^{2-} \rightarrow BaSO_4 \downarrow$

8. Aprēķini veidojošos bārija sulfāta nogulšņu daudzumu!

   $$n_{BaSO_4} = \frac{m_{BaSO_4}}{M_{BaSO_4}} = \frac{37{,}2 \text{ mg}}{233 \text{ mg/mmol}} \approx 0{,}160 \text{ mmol}.$$

9. Aprēķini sērskābes daudzumu, kas izreaģēja ar bārija hlorīdu!

   $n_{H_2SO_4} = n_{BaSO_4} = 0{,}160 \text{ mmol}.$

10. Aprēķini sērskābes masu analizētajos 10,0 mL šķīduma!

    $m_{H_2SO_4} = n_{H_2SO_4} \cdot M_{H_2SO_4} = 0{,}160 \text{ mmol} \cdot 98 \text{ mg/mmol} \approx 15{,}7 \text{ mg}$

11. Ja 10,0 mL parauga satur 15,7 g sērskābes, tad 1 L (1000 mL) ezera ūdens satur 1570 mg sērskābes jeb 1,57 g.

    $\gamma_{H_2SO_4} = 1{,}57 \text{ g/L}.$

12. Ja 10,0 mL parauga satur 0,160 mmol sērskābes (skat. 3.darbīgu), tad 1 L (1000 mL) ezera ūdens satur 16 mmol sērskābes jeb 0,016 mol.

    $c_{H_2SO_4} = 0{,}016 \text{ mol/L}.$

Atbilde:

$m_A = 15{,}7 \text{ mg}$

$\gamma_A = 1{,}57 \text{ g/L}$

$c_A = 0{,}016 \text{ mol/L}$

3. uzdevums. Joniem bagātais ezers. 14. jautājums (2 punkti)

Afrēras ezers Etiopijā gadsimtiem ilgi tika izmantots vārāmās sāls ieguvei, ietvaicējot tā sāļos ūdeņus, jo sāls koncentrācija šī ezera ūdenī ir ļoti augsta un to klasificē kā hipersāļo ezeru. Tomēr pēc 2011. gadā notikušā tuvumā esošā Nabro vulkāna izvirduma šādi iegūtā sāls vairs nav izmantojama pārtikā, jo kopā ar izvirdumu Afrēras ezerā nonāca gana liels kādas vielas A daudzums, kas šī ezera ūdeni padarīja ļoti skābu.

Lai noteiktu savienojuma A koncentrāciju Afrēras ezera ūdeni, ņēma 10,00 mL ūdens parauga, tam pievienoja bārija hlorīda šķīdumu (pārākumā). Ieguva baltas nogulsnes, ko nofiltrēja, uz filtra skaloja ar ūdeni. Pēc izžāvēšanas nogulšņu masa bija 37,2 mg.

Aprēķini, kāds ir Afrēras ezera ūdens pH!

Pieņem, ka to nosaka tikai viela A, kas ir pilnībā disociējusi jonos!

Atrisinājums

7. Vulkāniskās gāzes parasti satur sēra savienojumus. Ja viela A ezera ūdeni padara ļoti skābu, šāds sēra savienojums varētu būt sērskābe. Sulfātjonu klātbūtni ezera ūdens paraugā apliecina tas, ka pievienojot bārija sāls šķīdumu, veidojas baltas nogulsnes:

   $BaCl_2 + H_2SO_4 \rightarrow BaSO_4 \downarrow + 2HCl$

   $Ba^{2+} + SO_4^{2-} \rightarrow BaSO_4 \downarrow$

8. Aprēķini veidojošos bārija sulfāta nogulšņu daudzumu!

   $n_{BaSO_4} = \frac{m_{BaSO_4}}{M_{BaSO_4}} = \frac{37{,}2\ \text{mg}}{233\ \text{mg/mmol}} \approx 0{,}160\ \text{mmol}.$

9. Aprēķini sērskābes daudzumu, kas izreaģēja ar bārija hlorīdu!

   $n_{H_2SO_4} = n_{BaSO_4} = 0{,}160\ \text{mmol}.$

10. Ja 10,0 mL parauga satur 0,160 mmol sērskābes (skat. 3.darbīgu), tad 1 L (1000 mL) ezera ūdens satur 16 mmol sērskābes jeb 0,016 mol.

    $c_{H_2SO_4} = 0{,}016\ \text{mol/L}.$

11. Sērskābei pilnīgi disociējot, no 1 mol sērskābes veidojas 2 mol ūdeņraža jonu, tāpēc

    $c_{H^+} = 2c_{H_2SO_4} = 2 \cdot 0{,}016\ \text{mol/L} = 0{,}032\ \text{mol/L}$

12. Zinot ūdeņraža jonu koncentrāciju, aprēķini šķīduma *pH* skaitlisko vērtību!

    $pH = -\log[H^+] = -\log 0{,}032 = 1{,}50$

Atbilde: $pH = 1{,}50$

4. uzdevums. Zanes organiskā aizraušanās. 15. jautājums (3 punkti)

Zani ieinteresēja hlorēšanas reakcija, tālab viņa nolēma salīdzināt divu organisku savienojumu A un B hlorēšanu. Zināms, ka A ir ķīmiskajā rūpniecībā ļoti plaši lietots savienojums, kura izmantošana pēdējās desmitgadēs gan tiek samazināta tā kancerogenitātes dēļ. B savukārt ir slāpekli saturošs savienojums, kas uzbūves ziņā ir ļoti līdzīgs A.

Sadedzinot 1,00 g A ieguva 1,72 L oglekļa dioksīda (n.a.) un 0,692 g ūdens. Sadedzinot 1,00 g B ieguva 1,42 L oglekļa dioksīda (n.a.) un 0,569 g ūdens.

Uzraksti, kāda ir A un kāda B empīriskā formula!

Atrisinājums

1. Aprēķini oglekļa(IV) oksīda vielas daudzumu, kas veidojas sadedzinot vielas A paraugu!

$$n_{CO_2} = \frac{V_{CO_2}}{V_0} = \frac{1{,}72\ \text{L}}{22{,}4\ \text{L/mol}} \approx 0{,}0768\ \text{mol}$$

2. Aprēķini oglekļa daudzumu, kas bija vielas A sastāvā!

$$n_C = n_{CO_2} = 0{,}0768\ \text{mol}$$

3. Aprēķini oglekļa masu, kas bija vielas A sastāvā!

$$m_C = n_C \cdot M_C = 0{,}0768\ \text{mol} \cdot 12\ \text{g/mol} \approx 0{,}922\ \text{g}$$

4. Aprēķini ūdens daudzumu, kas veidojas sadedzinot vielas A paraugu!

$$n_{H_2O} = \frac{m_{H_2O}}{M_{H_2O}} = \frac{0{,}692\ \text{g}}{18\ \text{g/mol}} \approx 0{,}0384\ \text{mol}$$

5. Aprēķini ūdeņraža daudzumu, kas bija vielas A sastāvā!

$$n_H = 2 \cdot n_{H_2O} = 2 \cdot 0{,}0384\ \text{mol} = 0{,}0768\ \text{mol}$$

6. Aprēķini ūdeņraža masu, kas bija vielas A sastāvā!

$$m_H = n_H \cdot M_H = 0{,}0768\ \text{mol} \cdot 1\ \text{g/mol} \approx 0{,}0768\ \text{g}$$

7. No sadedzināta vielas A parauga masas atņemot oglekļa un ūdeņraža masu summu, noskaidro, bija vielas A sastāvā vēl kāds ķīmiskais elements, vai nebija!

$$\Delta m = m_{C_xH_y} - (m_C + m_H) = 1{,}00\ \text{g} - (0{,}922\ \text{g} + 0{,}0768\ \text{g}) \approx 0{,}00\ \text{g}$$

Secinājums: vielas A sastāvā ir tikai ogleklis un ūdeņradis.

8. Aprēķini, kāda ir vielas A empīriskā formula!

$$n_C : n_H = 0{,}0768\ \text{mol} : 0{,}0768\ \text{mol} = 1:1$$

Vielas A empīriskā formula ir CH.

9. Aprēķini oglekļa(IV) oksīda vielas daudzumu, kas veidojas sadedzinot vielas B paraugu!

$$n_{CO_2} = \frac{V_{CO_2}}{V_0} = \frac{1{,}42\ \text{L}}{22{,}4\ \text{L/mol}} \approx 0{,}0634\ \text{mol}$$

10. Aprēķini oglekļa daudzumu, kas bija vielas B sastāvā!

$$n_C = n_{CO_2} = 0{,}0634\ \text{mol}$$

11. Aprēķini oglekļa masu, kas bija vielas B sastāvā!

$$m_C = n_C \cdot M_C = 0{,}0634\ \text{mol} \cdot 12\ \text{g/mol} \approx 0{,}761\ \text{g}$$

12. Aprēķini ūdens daudzumu, kas veidojas sadedzinot vielas B paraugu!

$$n_{H_2O} = \frac{m_{H_2O}}{M_{H_2O}} = \frac{0{,}569\ \text{g}}{18\ \text{g/mol}} \approx 0{,}0316\ \text{mol}$$

13. Aprēķini ūdeņraža daudzumu, kas bija vielas B sastāvā!

$$n_H = 2 \cdot n_{H_2O} = 2 \cdot 0{,}0316\ \text{mol} = 0{,}0632\ \text{mol}$$

14. Aprēķini ūdeņraža masu, kas bija vielas B sastāvā!

$$m_{\mathrm{H}} = n_{\mathrm{H}} \cdot M_{\mathrm{H}} = 0{,}0632 \text{ mol} \cdot 1 \text{ g/mol} \approx 0{,}0632 \text{ g}$$

15. No sadedzināta vielas B parauga masas atņemot oglekļa un ūdeņraža masu summu, noskaidro, cik liela slāpekļa masa bija vielas B sastāvā!

$$m_{\mathrm{N}} = m_{\mathrm{C_xH_yN_z}} - (m_{\mathrm{C}} + m_{\mathrm{H}}) = 1{,}00 \text{ g - } (0{,}761 \text{ g} + 0{,}0632 \text{ g}) = 0{,}1758 \text{ g}$$

16. Zinot slāpekļa masu, aprēķini šī elementa vielas daudzumu!

$$n_{\mathrm{N}} = \frac{m_{\mathrm{N}}}{M_{\mathrm{N}}} = \frac{0{,}1758 \text{ g}}{14 \text{ g/mol}} \approx 0{,}0126 \text{ mol}$$

17. Aprēķini, kāda ir vielas B empīriskā formula!

$$n_{\mathrm{C}} : n_{\mathrm{H}} : n_{\mathrm{N}} = 0{,}0634 \text{ mol} : 0{,}0632 \text{ mol} : 0{,}0126 \text{ mol} =$$

$$= \frac{0{,}0634 \text{ mol} : 0{,}0632 \text{ mol} : 0{,}0126 \text{ mol}}{0{,}0126 \text{ mol}} \approx 5 : 5 : 1$$

Vielas B empīriskā formula ir C_5H_5N

Atbilde: vielas A empīriskā formula ir CH, bet vielas B empīriskā formula ir C_5H_5N

4. uzdevums. Zanes organiskā aizraušanās. 16.-17. jautājums (5 punkti)

Zani ieinteresēja hlorēšanas reakcija, tālab viņa nolēma salīdzināt divu organisku savienojumu A un B hlorēšanu. Zināms, ka A ir ķīmiskajā rūpniecībā ļoti plaši lietots savienojums, kura izmantošana pēdējās desmitgadēs gan tiek samazināta tā kancerogenitātes dēļ. B savukārt ir slāpekli saturošs savienojums, kas uzbūves ziņā ir ļoti līdzīgs A.

Sadedzinot 1,00 g A ieguva 1,72 L oglekļa dioksīda (n.a.) un 0,692 g ūdens. Sadedzinot 1,00 g B ieguva 1,42 L oglekļa dioksīda (n.a.) un 0,569 g ūdens. Zināms, ka B tvaiku relatīvais blīvums pret A ir 1,01.

Uzraksti, kāda ir A un kāda ir B molekulārā formula!

Uzraksti, kāds ir vielas A nosaukums!

Atrisinājums

1. Aprēķini oglekļa(IV) oksīda vielas daudzumu, kas veidojas sadedzinot vielas A paraugu!

$$n_{\mathrm{CO_2}} = \frac{V_{\mathrm{CO_2}}}{V_0} = \frac{1{,}72 \text{ L}}{22{,}4 \text{ L/mol}} \approx 0{,}0768 \text{ mol}$$

2. Aprēķini oglekļa daudzumu, kas bija vielas A sastāvā!

$$n_{\mathrm{C}} = n_{\mathrm{CO_2}} = 0{,}0768 \text{ mol}$$

3. Aprēķini oglekļa masu, kas bija vielas A sastāvā!

$$m_{\mathrm{C}} = n_{\mathrm{C}} \cdot M_{\mathrm{C}} = 0{,}0768 \text{ mol} \cdot 12 \text{ g/mol} \approx 0{,}922 \text{ g}$$

4. Aprēķini ūdens daudzumu, kas veidojas sadedzinot vielas A paraugu!

$$n_{H_2O} = \frac{m_{H_2O}}{M_{H_2O}} = \frac{0{,}692\ \text{g}}{18\ \text{g/mol}} \approx 0{,}0384\ \text{mol}$$

5. Aprēķini ūdeņraža daudzumu, kas bija vielas A sastāvā!

$$n_H = 2 \cdot n_{H_2O} = 2 \cdot 0{,}0384\ \text{mol} = 0{,}0768\ \text{mol}$$

6. Aprēķini ūdeņraža masu, kas bija vielas A sastāvā!

$$m_H = n_H \cdot M_H = 0{,}0768\ \text{mol} \cdot 1\ \text{g/mol} \approx 0{,}0768\ \text{g}$$

7. No sadedzināta vielas A parauga masas atņemot oglekļa un ūdeņraža masu summu, noskaidro, bija vielas A sastāvā vēl kāds ķīmiskais elements, vai nebija!

$$\Delta m = m_{C_xH_y} - (m_C + m_H) = 1{,}00\ \text{g} - (0{,}922\ \text{g} + 0{,}0768\ \text{g}) \approx 0{,}00\ \text{g}$$

Secinājums: vielas A sastāvā ir tikai ogleklis un ūdeņradis.

8. Aprēķini, kāda ir vielas A empīriskā formula!

$$n_C : n_H = 0{,}0768\ \text{mol} : 0{,}0768\ \text{mol} = 1:1$$

Vielas A empīriskā formula ir CH.

9. Aprēķini oglekļa(IV) oksīda vielas daudzumu, kas veidojas sadedzinot vielas B paraugu!

$$n_{CO_2} = \frac{V_{CO_2}}{V_0} = \frac{1{,}42\ \text{L}}{22{,}4\ \text{L/mol}} \approx 0{,}0634\ \text{mol}$$

10. Aprēķini oglekļa daudzumu, kas bija vielas B sastāvā!

$$n_C = n_{CO_2} = 0{,}0634\ \text{mol}$$

11. Aprēķini oglekļa masu, kas bija vielas B sastāvā!

$$m_C = n_C \cdot M_C = 0{,}0634\ \text{mol} \cdot 12\ \text{g/mol} \approx 0{,}761\ \text{g}$$

12. Aprēķini ūdens daudzumu, kas veidojas sadedzinot vielas B paraugu!

$$n_{H_2O} = \frac{m_{H_2O}}{M_{H_2O}} = \frac{0{,}569\ \text{g}}{18\ \text{g/mol}} \approx 0{,}0316\ \text{mol}$$

13. Aprēķini ūdeņraža daudzumu, kas bija vielas B sastāvā!

$$n_H = 2 \cdot n_{H_2O} = 2 \cdot 0{,}0316\ \text{mol} = 0{,}0632\ \text{mol}$$

14. Aprēķini ūdeņraža masu, kas bija vielas B sastāvā!

$$m_H = n_H \cdot M_H = 0{,}0632\ \text{mol} \cdot 1\ \text{g/mol} \approx 0{,}0632\ \text{g}$$

15. No sadedzināta vielas B parauga masas atņemot oglekļa un ūdeņraža masu summu, noskaidro, cik liela slāpekļa masa bija vielas B sastāvā!

$$m_N = m_{C_xH_yN_z} - (m_C + m_H) = 1{,}00\ \text{g} - (0{,}761\ \text{g} + 0{,}0632\ \text{g}) = 0{,}1758\ \text{g}$$

16. Zinot slāpekļa masu, aprēķini šī elementa vielas daudzumu!

$$n_N = \frac{m_N}{M_N} = \frac{0{,}1758\ \text{g}}{14\ \text{g/mol}} \approx 0{,}0126\ \text{mol}$$

17. Aprēķini, kāda ir vielas B empīriskā formula!

$$n_C : n_H : n_N = 0{,}0634 \text{ mol} : 0{,}0632 \text{ mol} : 0{,}0126 \text{ mol} =$$

$$= \frac{0{,}0634 \text{ mol} : 0{,}0632 \text{ mol} : 0{,}0126 \text{ mol}}{0{,}0126 \text{ mol}} \approx 5:5:1$$

Vielas B empīriskā formula ir C_5H_5N

18. Pieņemot, ka vielas B molekulārā formula ir C_5H_5N, aprēķini cik liela ir vielas B molmasa!

$$M_{C_5H_5N} = 5 \cdot M_C + 5 \cdot M_1 + 1 \cdot M_N = 5 \cdot 12 + 5 \cdot 1 + 1 \cdot 14 = 79 \text{ g/mol}$$

19. Zinot, cik liels ir vielas B tvaika relatīvais blīvums pret vielas A tvaiku, aprēķini vielas A molmasu!

$$M_A = \frac{M_B}{d} = \frac{79 \text{ g/mol}}{1{,}01} \approx 78 \text{ g/mol}$$

20. Dalot vielas A molmasu ar vielas A empīriskās formulas molmasu, aprēķini, kādi indeksi ir vielas A molekulārajā formulā!

$$\frac{M_{C_xH_y}}{M_{CH}} = \frac{78 \text{ g/mol}}{13 \text{ g/mol}} = 6$$

Vielas A molekulārā formula ir C_6H_6. Viela ar šādu molekulāro formulu varētu būt benzols.

Atbilde: vielas A molekulārā formula ir C_6H_6, bet nosaukums – benzols

4. uzdevums. Zanes organiskā aizraušanās. 18. jautājums (1 punkts)

Gan benzols C_6H_6, gan piridīns C_5H_5N pēc viena un tā paša mehānisma reaģē ar hloru.

Pēc kāda mehānisma notiek šo savienojumu reakcija ar hloru?

Izvēlieties vienu atbildi!

a. Elektrofilās aizvietošanās mehānisma

b. Jonu mehānisma

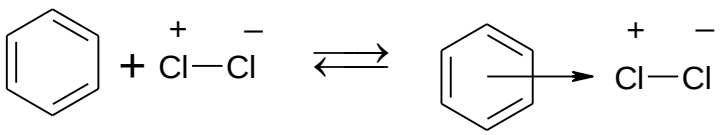
c. Radikāļu mehānisma

d. Nukleofilās aizvietošanās mehānisma

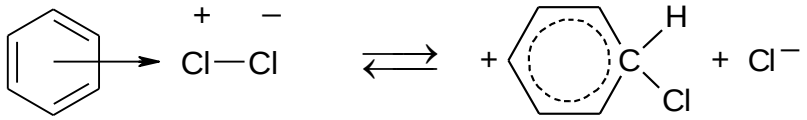
Atrisinājums

Aromātiskie savienojumi reaģē ar halogēniem pēc elektrofilās aizvietošanās mehānisma. Reaģentu mijiedarbība norisinās vairākos posmos.

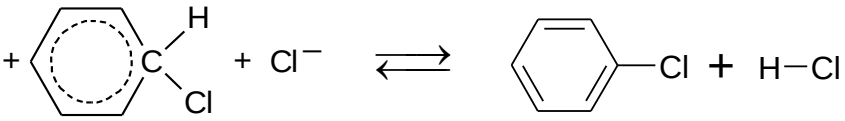
Piemēram, benzolam reaģējot ar hloru sākumā veidojas tā saucamais π komplekss:



π komplekss pārvēršas par σ kompleksu. Pārvērtības gaitā veidojas σ saite starp oglekļa atomu un hlora atomu:



No σ kompleksa atšķeļoties ūdeņraža jonam veidojas hlorbenzols un hlorūdeņradis:



Atbilde: a

4. uzdevums. Zanes organiskā aizraušanās. 19. jautājums (1 punkts)

Gan benzols C_6H_6, gan piridīns C_5H_5N pēc viena un tā paša mehānisma reaģē ar hloru.

Kādos apstākļos notiks šī reakcija?

Izvēlieties vienu atbildi!

a. Jālieto katalizators - $AlCl_3$

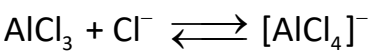
b. Reakcija jāveic 85 °C temperatūrā paaugstinātā spiedienā

c. Reakcijas maisījums jākarsē un jāapstaro ar UV gaismu

d. Reakcija notiks spontāni laboratorijas apstākļos

Atrisinājums

Reakcijās starp aromātiskiem savienojumiem un hloru kā katalizatoru izmanto alumīnija hlorītu. Alumīnija hlorīds veicina pārvērtības norisi, pēc donora akceptora mehānisma saistot radušos hlora jonus. Process ir apgriezenisks, rezultātā veidojas kompleksais jons:



Atbilde: a

4. uzdevums. Zanes organiskā aizraušanās. 20. jautājums (1 punkts)

Gan benzols C_6H_6, gan piridīns C_5H_5N pēc viena un tā paša mehānisma reaģē ar hloru.

Kurš no savienojumiem ar hloru reaģēs vieglāk?

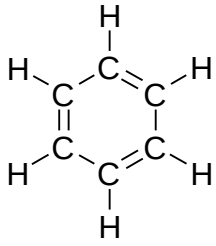
Izvēlieties atbildi!

a. Benzols

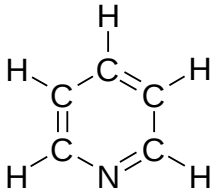
b. Piridīns

Atrisinājums

Salīdzini benzola un piridīna molekulas sastāvu!



benzols



piridīns

Piridīna molekula pēc uzbūves ir līdzīga benzola molekulai, bet viena oglekļa atoma vietā gredzenā ir slāpekļa atoms, kuram ir lielāka elektronegativitāte. Līdz ar to slāpekļa atoms stiprāk atvelk elektronus no aromātiskā gredzena elektronu sistēmas. Tā kā gan benzola, gan piridīna hlorēšanas reakcija norisinās pēc elektrofīlā aizvietošanās mehānisma, kur hlors ir elektrofīls, ar molekula, kurā ir slāpekļa atoms (piridīns), ar hloru reaģēs sliktāk.

Atbilde: a

4. uzdevums. Zanes organiskā aizraušanās. 21. jautājums (1 punkts)

Gan benzols C_6H_6, gan piridīns C_5H_5N pēc viena un tā paša mehānisma reaģē ar hloru.

Kurš no savienojumiem ar hloru reaģēs vieglāk? Kā skaidrojama reaģētspējas atšķirība?

Izvēlieties vienu atbildi!

a. Jo slāpekļa atoms darbojas kā elektronu donors

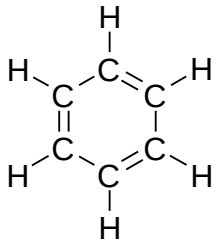
b. Jo slāpekļa atoms darbojas kā elektronu akceptors

c. To nosaka ķīmisko saišu atšķirības

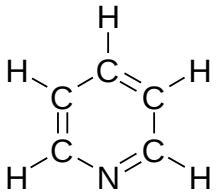
d. To nosaka atšķirības ķīmiskajā sastāvā

Atrisinājums

Salīdzini benzola un piridīna molekulas sastāvu!



benzols



piridīns

Piridīna molekula pēc uzbūves ir līdzīga benzola molekulai, bet viena oglekļa atoma vietā gredzenā ir slāpekļa atoms, kuram ir lielāka elektronegativitāte. Līdz ar to slāpekļa atoms stiprāk

atvelk elektronus no aromātiskā gredzena elektronu sistēmas (ir elektronu akceptors). Tā kā gan benzola, gan piridīna hlorēšanas reakcija norisinās pēc elektrofīlā aizvietošanās mehānisma, kur hlors ir elektrofīls, ar molekula, kurā ir slāpekļa atoms (piridīns), ar hloru reaģēs sliktāk.

Atbilde: a

4. uzdevums. Zanes organiskā aizraušanās. 22. jautājums (6 punkti)

Kādu dienu Zanē dzima ideja iegūt 2-hlor-4-nitrobenzoskābi. Apskatot savus krājumus Zane secināja, ka vislabāk sintēzi sākt ar toluolu (metilbenzolu). Tāpat Zanei bija pieejami dažādi reaģenti ķīmisko pārvērtību veikšanai.

Kādā secībā un kādas ķīmiskās reakcijas jāveic Zanei, lai no toluola trīs stadijās ar pēc iespējas lielāku iznākumu un mazāku iegūto blakusproduktu skaitu iegūtu 2-hlor-4-nitrobenzoskābi?

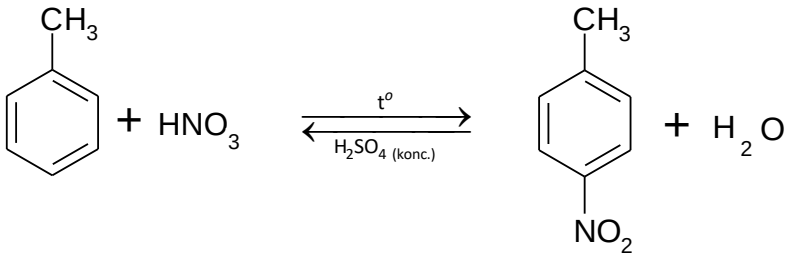
Atrisinājums

No visām reakcijām ir nepieciešama hlorēšana katalizatora $AlCl_3$ klātienē (elektrofīlā aizvietošanās), nitrēšana sērskābes klātienē (elektrofīlā aizvietošanās) un oksidēšna ar kālija permanganāta $KMnO_4$ šķīdumu (metilradikāls oksidējas samērā viegli).

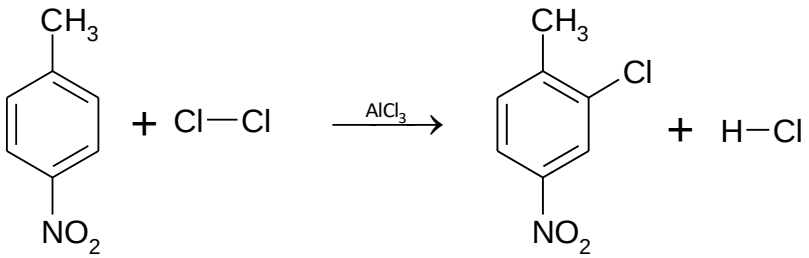
No šīm reakcijām 1. stadija nevar būt oksidēšana, jo iegūtajā benzoskābē tālākās aizvietošanā reakcijās iegūs meta-aizvietotus produktus (karboksīlgrupa ir 2. veida aizvietotājs).

Kā 1. stadiju izvēloties hlorēšanu, un kā produktu izdalot 2-hlortoluolu, atkal nonāk strupceļā, jo gan metil gan hlor aizvietotāji (kuri ir 1. veida aizvietotāji) citus aizvietotājus novirza orto- un para- stāvoklī, līdz ar ko iegūsim četrus nitrēšanas produktu saturošu maisījumu (2. stadija nevar būt oksidēšana tā paša iemesla dēļ, kas minēts iepriekš).

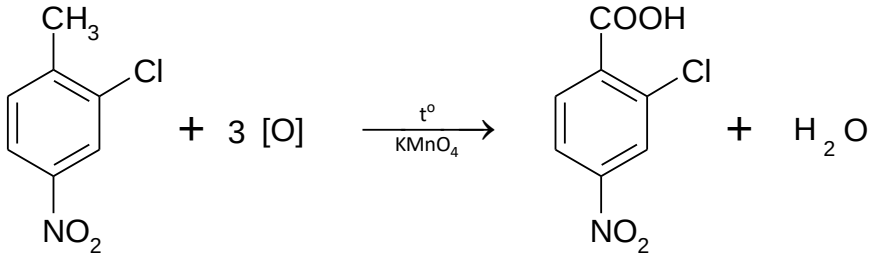
Kā 1. stadiju izvēloties nitrēšanu (un atdalot orto no para produkta), iegūst 4-nitrotoluolu:



To hlorējot iegūst 2-hlor-4-nitrotoluolu (galvenokārt veidojas tikai šis produkts):



Oksidējot 2-hlor-4-nitrotoluolu iegūst sintēzes gala produktu (2-hlor-4-nitrobenzoskābi):



Atbilde:

1. reakcija

   Nitrēšana ar HNO_3 sērskābes klātienē.

2. reakcija

   Hlorēšana ar Cl_2 $AlCl_3$ klātienē.

3. reakcija

   Oksidēšana ar $KMnO_4$ šķīdumu sildot.

4. uzdevums. Zanes organiskā aizraušanās. 23. jautājums (2 punkti)

Kurā(-s) no stadijām radīsies izomēru maisījums, ko būs nepieciešams atdalīt, lai iegūtu tikai 2-hlor-4-nitrobenzoskābi? Ja izomēri rodas iepriekšējā stadijā, pieņemiet, ka pirms tālāku stadiju realizēšanas tie tika atdalīti. Mazvarbūtīgu piemaisījumu veidošanos ignorējiet! Izvēlieties vienu vai vairākas pareizās atbildes!

Izvēlieties vienu vai vairākas:

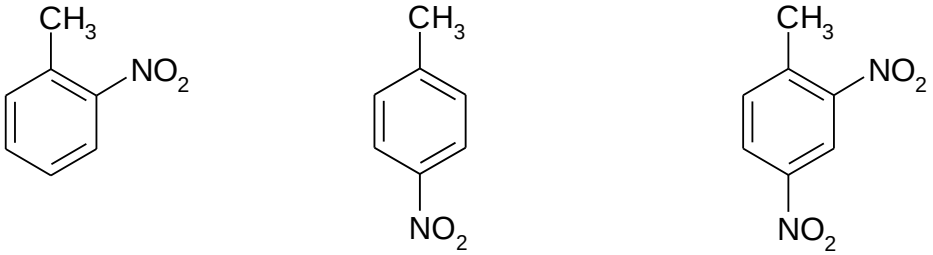
a. 1. reakcijā

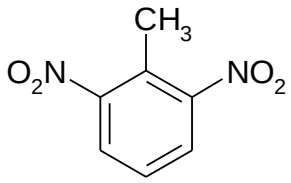
b. 2. reakcijā

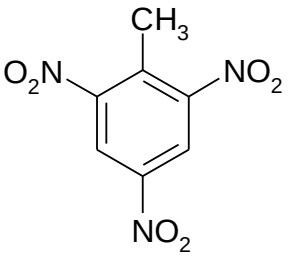
c. 3. reakcijā

Atrisinājums

Nitrējot toluolu, atkarībā no reakcijas norises apstākļiem, var vedoties vairāki savienojumi. Piemēram:







Otrajā reakcijā iegūst vienu aizvietošanās produktu. Trešajā stadijā izomēri veidoties nevar.

Atbilde: 1. reakcijā

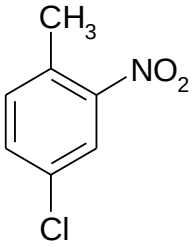
4. uzdevums. Zanes organiskā aizraušanās. 24. jautājums (3 punkti)

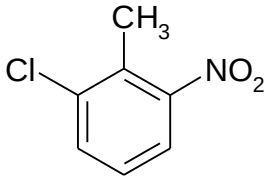
Cik hlornitrobenzoskābes izomērus kopā iegūtu šādā sintēzē, ja šajā(-s) stadijā(-s) neveiktu izomēru atdalīšanu? Uzraksti iespējamo izomeru skaitli!

Mazvarbūtīgu piemaisījumu veidošanos ignorējiet un tos summā neieskaitiet!

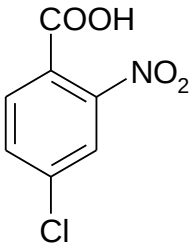
Atrisinājums

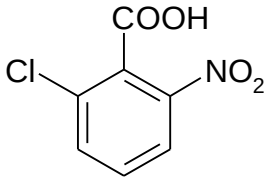
Hlorējot 2-nitrotoluoli var iegūt 4-hlor-2-nitrotoluolu un 6-hlor-2-nitrotoluolu, kurus oksidējot rodas atbilstoši 4-hlor-2-nitrobenzoskābe un 6-hlor-2-nitrobenzoskābe:





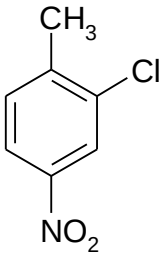
4-hlor-2-nitrotoluols 6-hlor-2-nitrotoluols

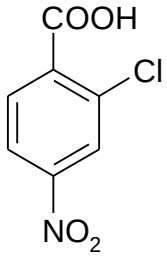




4-hlor-2-nitrobenzoskābe 6-hlor-2-nitrobenzoskābe

Hlorējot 4-nitrotoluolu, veidojas 2-hlor-4-nitrotoluolu, kuru oksidējot rodas 2-hlor-4-nitrobenzoskābe:





2-hlor-4-nitrotoluols 2-hlor-4-nitrobenzoskābe

Tātad kopā var iegūt trīs hlornitrobenzoskābes izomērus.

Atbilde: 3

5. uzdevums. Trīskāršas problēmas... 25. jautājums (4 punkti)

Kā oksidējošu reaģentu organiskajā ķīmijā mēdz izmantot kādas skābes vienvērtīga metāla jona sāli A. Praksē gan biežāk tīra A vietā izmanto trīskāršo sāli (nosauksim to par OX), kas patiesībā ir trīs sāļu A, B un C maisījums daudzuma attiecībā 2:1:1. Šis trīskāršais sāls satur 4 ķīmiskos elementus, turklāt gan A, gan B katrs satur visus 4 šos elementus, kamēr C satur 3 no tiem. Reducēšanās procesā A pārvēršas par B! Zināms, ka B un C veidojas attiecīgā metāla hidroksīda reakcijā ar sērskābi dažādās attiecībās.

Ķīmiķim Apsītim bija nepieciešams oksidēt dimetilsulfīdu $(CH_3)_2S$ par dimetilsulfoksīdu $(CH_3)_2SO$. Viņš zināja, ka dimetilsulfīds ar A reaģē attiecībā 1:1. Tā nu Apsītis 0,800 g dimetilsulfīda pievienoja 3,00 g trīskāršā sāls OX. Pēc reakcijas Apsītis noteica, ka tikai 75,8% no dimetilsulfīda bija oksidēta. Apsītis saprata, ka ir pievienojis pārāk maz oksidētāja, lai oksidētu visu dimetilsulfīdu…

Pieņemiet ka oksidēšanas reakcija notika bez blakusreakcijām, t.i ar 100% iznākumu! Pēc oksidēšanas iztvaicējot organiskās vielas reakcijas traukā palikušo neorganisko sāļu B un C masa bija 2,844 g.

Uzraksti, kāda ir trīskāršā sāls OX molmasa!

Atrisinājums

1. Ņemot vērā, ka no 0,800 g dimetilsulfida (DMS) izreaģēja tikai 75,8%, aprēķini, cik lieladimetilsulfida masa izreaģēja ar vielu A!

$$m_{DMS} = m^{I}_{DMS} \cdot \eta = 0{,}800\ \text{g} \cdot 0{,}758 = 0{,}6064\ \text{g}$$

2. Aprēķini DMS daudzumu, kas izreaģēja!

$$n_{DMS} = \frac{m_{DMS}}{M_{DMS}} = \frac{0{,}6064\ \text{g}}{62\ \text{g/mol}} \approx 0{,}00978\ \text{mol}$$

3. Zinot, ka DMS reaģē ar A daudzuma attiecībā 1:1, aprēķini sāls A daudzumu!

$$n_A = n_{DMS} = 0{,}00978\ \text{mol}$$

4. Zinot, ka viens mols OX satur divus molus A, aprēķini OX daudzumu, kas izreaģēja!

$$n_{OX} = \frac{1}{2} \cdot n_A = \frac{1}{2} \cdot 0{,}00978\ \text{mol} = 0{,}00489\ \text{mol}$$

5. Zinot, ka reakcijā ar DMS iztērēja 3,00 g OX, aprēķini, cik liela ir trīskāršā sāls OX molmasa!

$$M_{OX} = \frac{m_{OX}}{n_{OX}} = \frac{3{,}00\ \text{g}}{0{,}00489\ \text{mol}} \approx 614\ \text{g/mol}$$

Atbilde: $M_{OX} = 614$ g/mol

5. uzdevums. Trīskāršas problēmas... 26. jautājums (4 punkti)

Kā oksidējošu reaģentu organiskajā ķīmijā mēdz izmantot kādas skābes vienvērtīga metāla jona sāli A. Praksē gan biežāk tīra A vietā izmanto trīskāršo sāli (nosauksim to par OX), kas patiesībā ir trīs sāļu A, B un C maisījums daudzuma attiecībā 2:1:1. Šis trīskāršais sāls satur 4 ķīmiskos elementus, turklāt gan A, gan B katrs satur visus 4 šos elementus, kamēr C satur 3 no tiem. Reducēšanās procesā A pārvēršas par B! Zināms, ka B un C veidojas attiecīgā metāla hidroksīda reakcijā ar sērskābi dažādās attiecībās.

Ķīmiķim Apsītim bija nepieciešams oksidēt dimetilsulfīdu $(CH_3)_2S$ par dimetilsulfoksīdu $(CH_3)_2SO$. Viņš zināja, ka dimetilsulfīds ar A reaģē attiecībā 1:1. Tā nu Apsītis 0,800 g dimetilsulfīda pievienoja 3,00 g trīskāršā sāls OX. Pēc reakcijas Apsītis noteica, ka tikai 75,8% no dimetilsulfīda bija oksidēta. Apsītis saprata, ka ir pievienojis pārāk maz oksidētāja, lai oksidētu visu dimetilsulfīdu…

Pieņemiet ka oksidēšanas reakcija notika bez blakusreakcijām, t.i ar 100% iznākumu! Pēc oksidēšanas iztvaicējot organiskās vielas reakcijas traukā palikušo neorganisko sāļu B un C masa bija 2,844 g.

Uzraksti, kāds ir tekstā minētā vienvērtīgā metāla jonam atbilstošā elementa ķīmiskais simbols!

Atrisinājums

1. Ņemot vērā, ka no 0,800 g dimetilsulfida (DMS) izreaģēja tikai 75,8%, aprēķini, cik lieladimetilsulfida masa izreaģēja ar vielu A!

   $$m_{DMS} = m^{I}_{DMS} \cdot \eta = 0{,}800 \text{ g} \cdot 0{,}758 = 0{,}6064 \text{ g}$$

2. Aprēķini DMS daudzumu, kas izreaģēja!

   $$n_{DMS} = \frac{m_{DMS}}{M_{DMS}} = \frac{0{,}6064 \text{ g}}{62 \text{ g/mol}} \approx 0{,}00978 \text{ mol}$$

3. Zinot, ka DMS reaģē ar A daudzuma attiecībā 1:1, aprēķini sāls A daudzumu!

   $$n_A = n_{DMS} = 0{,}00978 \text{ mol}$$

4. Iz zināms, ka sāls B un sāls C veidojas vienvērtīga metāla hidroksīdam (MOH) reaģējot ar sērskābi. Šādā reakcijā var veidoties metāla sulfāts C (sastāvā ir trīs ķīmiskie elementi) un metāla hidrogēnsulfāts B (sastāvā ir četri ķīmiskie elementi):

   $2MOH + H_2SO_4 \rightarrow M_2SO_4 + 2H_2O$ un

   $MOH + H_2SO_4 \rightarrow MHSO_4 + H_2O$

5. Aprēķini metāla hidrogēnsulfāta daudzumu pēc reakcijas!

   Ir zināms, ka OX sastāvā $n_A : n_{MHSO_4} : n_{M_2SO_4} = 2:1:1$. Tātad pirms reakcijas metāla hidrogēnsulfāta daudzums bija

$$n^{\text{I}}_{\text{MHSO}_4} = \frac{1}{2} \cdot n_{\text{A}} = \frac{1}{2} \cdot 0{,}00978 \text{ mol} = 0{,}00489 \text{ mol}$$

Ir arī zināms, ka reakcijas gaitā sāls A pārvēršas par metāla hidrogēnsulfātu (savienojumu B):

$$n^{\text{II}}_{\text{MHSO}_4} = n_{\text{A}} = 0{,}00978 \text{ mol}$$

Tātad kopējais metāla hidrogēnsulfāta daudzums pēc reakcijas ir

$$n_{\text{MHSO}_4} = n^{\text{I}}_{\text{MHSO}_4} + n^{\text{II}}_{\text{MHSO}_4} = 0{,}00489 \text{ mol} + 0{,}00978 \text{ mol} = 0{,}01467 \text{ mol}$$

6. Aprēķini metāla hidrogēnsulfāta masu, kas bija maisījumā pēc reakcijas!

$$m_{\text{MHSO}_4} = n_{\text{MHSO}_4} \cdot M_{\text{MHSO}_4} = 0{,}01467 \text{ mol} \cdot (\text{x}+97) \text{ g/mol} = 0{,}01467 \cdot (\text{x}+97) \text{ g}$$

7. Metāla sulfāts (viela C) nepiedalās reakcijā, tāpēc pēc reakcijas šīs vielas daudzums ir tik pat liels, kāds tas ir bijis pirms reakcijas:

$$n_{\text{M}_2\text{SO}_4} = \frac{1}{2} \cdot n_{\text{A}} = \frac{1}{2} \cdot 0{,}00978 \text{ mol} = 0{,}00489 \text{ mol}$$

8. Aprēķini, cik liela metāla sulfāta masa ir sālu maisījumā pēc reakcijas!

$$m_{\text{M}_2\text{SO}_4} = n_{\text{M}_2\text{SO}_4} \cdot M_{\text{M}_2\text{SO}_4} = 0{,}00489 \text{ mol} \cdot (2\text{x}+96) \text{ g/mol} = 0{,}00489 \cdot (2\text{x}+96) \text{ g}$$

9. Zinot kopējo sāļu maisījuma masu pēc reakcijas sastādi algebrisko vienādojumu un risinot to aprēķini, cik liela ir netāla M molmasa un secini, kas ir metāls M!

$$m_{\text{MHSO}_4} + m_{\text{M}_2\text{SO}_4} = 2{,}844$$

$$0{,}01467 \cdot (\text{x}+97) + 0{,}00489 \cdot (2\text{x}+96) = 2{,}844$$

x = 39 g/mol

Metāls M ir kālijs.

Atbilde: K

5. uzdevums. Trīskāršas problēmas... 27. jautājums (8 punkti)

Kā oksidējošu reaģentu organiskajā ķīmijā mēdz izmantot kādas skābes vienvērtīga metāla jona sāli A. Praksē gan biežāk tīra A vietā izmanto trīskāršo sāli (nosauksim to par OX), kas patiesībā ir trīs sāļu A, B un C maisījums daudzuma attiecībā 2:1:1. Šis trīskāršais sāls satur 4 ķīmiskos elementus, turklāt gan A, gan B katrs satur visus 4 šos elementus, kamēr C satur 3 no tiem. Reducēšanās procesā A pārvēršas par B! Zināms, ka B un C veidojas attiecīgā metāla hidroksīda reakcijā ar sērskābi dažādās attiecībās.

Ķīmiķim Apsītim bija nepieciešams oksidēt dimetilsulfīdu $(CH_3)_2S$ par dimetilsulfoksīdu $(CH_3)_2SO$. Viņš zināja, ka dimetilsulfīds ar A reaģē attiecībā 1:1. Tā nu Apsītis 0,800 g dimetilsulfīda pievienoja 3,00 g trīskāršā sāls OX. Pēc reakcijas Apsītis noteica, ka tikai 75,8% no dimetilsulfīda bija oksidēta. Apsītis saprata, ka ir pievienojis pārāk maz oksidētāja, lai oksidētu visu dimetilsulfīdu…

Pieņemiet ka oksidēšanas reakcija notika bez blakusreakcijām, t.i ar 100% iznākumu! Pēc oksidēšanas iztvaicējot organiskās vielas reakcijas traukā palikušo neorganisko sāļu B un C masa bija 2,844 g.

Uzraksti sāļu A, B un C ķīmiskas formulas!

Atrisinājums

1. Ņemot vērā, ka no 0,800 g dimetilsulfida (DMS) izreaģēja tikai 75,8%, aprēķini, cik lieladimetilsulfida masa izreaģēja ar vielu A!

   $$m_{DMS} = m^{I}_{DMS} \cdot \eta = 0,800 \text{ g} \cdot 0,758 = 0,6064 \text{ g}$$

2. Aprēķini DMS daudzumu, kas izreaģēja!

   $$n_{DMS} = \frac{m_{DMS}}{M_{DMS}} = \frac{0,6064 \text{ g}}{62 \text{ g/mol}} \approx 0,00978 \text{ mol}$$

3. Zinot, ka DMS reaģē ar A daudzuma attiecībā 1:1, aprēķini sāls A daudzumu!

   $$n_A = n_{DMS} = 0,00978 \text{ mol}$$

4. Iz zināms, ka sāls B un sāls C veidojas vienvērtīga metāla hidroksīdam (MOH) reaģējot ar sērskābi. Šādā reakcijā var veidoties metāla sulfāts C (sastāvā ir trīs ķīmiskie elementi) un metāla hidrogēnsulfāts B (sastāvā ir četri ķīmiskie elementi):

   $2MOH + H_2SO_4 \rightarrow M_2SO_4 + 2H_2O$ un

   $MOH + H_2SO_4 \rightarrow MHSO_4 + H_2O$

5. Aprēķini metāla hidrogēnsulfāta daudzumu pēc reakcijas!

   Ir zināms, ka OX sastāvā $n_A : n_{MHSO_4} : n_{M_2SO_4} = 2:1:1$. Tātad pirms reakcijas metāla hidrogēnsulfāta daudzums bija

   $$n^{I}_{MHSO_4} = \frac{1}{2} \cdot n_A = \frac{1}{2} \cdot 0,00978 \text{ mol} = 0,00489 \text{ mol}$$

   Ir arī zināms, ka reakcijas gaitā sāls A pārvēršas par metāla hidrogēnsulfātu (savienojumu B):

   $$n^{II}_{MHSO_4} = n_A = 0,00978 \text{ mol}$$

   Tātad kopējais metāla hidrogēnsulfāta daudzums pēc reakcijas ir

   $$n_{MHSO_4} = n^{I}_{MHSO_4} + n^{II}_{MHSO_4} = 0,00489 \text{ mol} + 0,00978 \text{ mol} = 0,01467 \text{ mol}$$

6. Aprēķini metāla hidrogēnsulfāta masu, kas bija maisījumā pēc reakcijas!

   $$m_{MHSO_4} = n_{MHSO_4} \cdot M_{MHSO_4} = 0,01467 \text{ mol} \cdot (x+97) \text{ g/mol} = 0,01467 \cdot (x+97) \text{ g}$$

7. Metāla sulfāts (viela C) nepiedalās reakcijā, tāpēc pēc reakcijas šīs vielas daudzums ir tik pat liels, kāds tas ir bijis pirms reakcijas:

$$n_{M_2SO_4} = \frac{1}{2} \cdot n_A = \frac{1}{2} \cdot 0{,}00978 \text{ mol} = 0{,}00489 \text{ mol}$$

8. Aprēķini, cik liela metāla sulfāta masa ir sālu maisījumā pēc reakcijas!

$$m_{M_2SO_4} = n_{M_2SO_4} \cdot M_{M_2SO_4} = 0{,}00489 \text{ mol} \cdot (2x+96) \text{ g/mol} = 0{,}00489 \cdot (2x+96) \text{ g}$$

9. Zinot kopējo sāļu maisījuma masu pēc reakcijas sastādi algebrisko vienādojumu un risinot to aprēķini, cik liela ir netāla M molmasa un secini, kas ir metāls M!

$$m_{MHSO_4} + m_{M_2SO_4} = 2{,}844$$

$$0{,}01467 \cdot (x+97) + 0{,}00489 \cdot (2x+96) = 2{,}844$$

x = 39 g/mol

Metāls M ir kālijs.

10. Nosaki sāļu B un C ķīmiskas formulas!

Atbilstoši uzdevuma noteikumam, sāls B ir kālija hidrogēnsulfāts $KHSO_4$, bet sāls C ir kālija sulfāts K_2SO_4.

11. Aprēķini, kāsa ir sāls A ķīmiska formula!

Ir zināms, ka pārvērtības gaitā no 0,00978 mol A veidojas 0,00978 mol B, un ka pārvērtības gaitā maisījuma masa samazinās par 3,000 – 2,844 = 0,156 gramiem. Līdz ar to pastāv iespēja aprēķināt, cik liela ir pārvērtības gaitā zaudētas savienojuma daļas molmasa:

$$M = \frac{m}{n} = \frac{0{,}156 \text{ g}}{0{,}00978 \text{ mol}} \approx 16 \text{ g/mol}$$

Šāda molmasa ir elementam skābeklim, tāpēc vielas A ķīmiska formula ir $KHSO_5$ (sāls nosaukums ir kālija hidrogēnperoksisulfāts).

Atbilde:

A formula ir $KHSO_5$

B formula ir $KHSO_4$

C formula ir K_2SO_4

5. uzdevums. Trīskāršas problēmas... 28. jautājums (2 punkti)

Uzraksti, kāda ir "centrālā" atoma oksidēšanās pakāpe katrā no sāļiem A, B un C!

Atrisinājums

Sulfātos un hidrogēnsulfātos sēra oksidēšanas pakāpe ir +6: $\overset{+1}{K_2}\ \overset{+6}{S}\ \overset{-2}{O_4}$ (sāls C) un $\overset{+1}{K}\ \overset{+1}{H}\ \overset{+6}{S}\ \overset{-2}{O_4}$ (sāls B).

Hidrogēnperoksisulfātā pastāv atomu grupa –O-O-, kura ir raksturīga peroksīdiem un kurā abu skābekļa atomu oksidēšanas pakāpe ir -1, bet seram tāpat ka sulfātos oksidēšanas pakāpe ir augstākā iespējama, t.i. +6.

Atbilde:

vielā A +6

vielā B +6

vielā C +6