



kinetics

Latvijas Organiskās
sintēzes institūts

Grindex

NACIONĀLAIS
ATTĪSTĪBAS
PLĀNS 2020EIROPAS SAVIENĪBA
Eiropas Sociālais
fondsatbalsts
izcilībaiLATVIJAS VALSTS
KOKSNES KĪMIJAS
INSTITŪTS

OlainFarm

IEGULDĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ

8.3.2.1./16/I/002

NACIONĀLA UN STARPTAUTISKA MĒROGA PASĀKUMU ĪSTENOŠANA IZGLĪTOJAMO TALANTU ATTĪSTĪBAI

KĪMIJAS 64. OLIMPIĀDES

VALSTS POSMA 10. KLASES UZDEVUMU RISINĀJUMI UN VĒRTĒŠANAS KRITĒRIJI

Kopā: 57 punkti

1. uzdevums

Zem spiediena

10 punkti

2012. gadā kāds slavens Kembridžas Universitātes ķīmiķis aicināja aizliegt hēlija balonu tirgošanu. Hēlijs ir vērtīgs resurss, tas ir ārkārtīgi nepieciešams magnētu dzesēšanai, piemēram, magnētiskās rezonanses aparātiem, vai palīdzot jaundzimušajiem bērniem uzlabot elpošanu, tādēļ ir neprātīgi to izšķiest bērnu ballītēm.

Hēlijs Zemes atmosfērā ir sastopams ar vidējo koncentrāciju $0,916 \text{ mg/m}^3$ un Zemes atmosfēras tilpums ir aptuveni $4,2 \cdot 10^9 \text{ km}^3$.

1. Aprēķiniet hēlija daudzumu (mol) Zemes atmosfērā.

(2p.)

$$\text{Atmosfēras tilpums} = 4,2 \cdot 10^9 \text{ km}^3 = 4,2 \cdot 10^{18} \text{ m}^3$$

$$m_{\text{He atmosfērā}} = 0,916 \text{ mg/m}^3 \cdot 4,2 \cdot 10^{18} \text{ m}^3 = 3,85 \cdot 10^{15} \text{ g}$$

$$n_{\text{He}} = 3,85 \cdot 10^{15} \text{ g} / 4 \text{ g/mol} = 9,61 \cdot 10^{14} \text{ mol}$$

2. Tilpums lodei ar rādiusu r ir $\frac{4}{3}\pi r^3$. Pieņemot, ka baloni ir ideālas lodes ar rādiusu 14 cm, aprēķiniet balonu skaitu, kurus var piepildīt ar visu Zemes atmosfērā esošo hēliju (normālos apstākļos).

(2p.)

$$\text{Balona rādiuss} = 14 \text{ cm} = 1,4 \text{ dm}$$

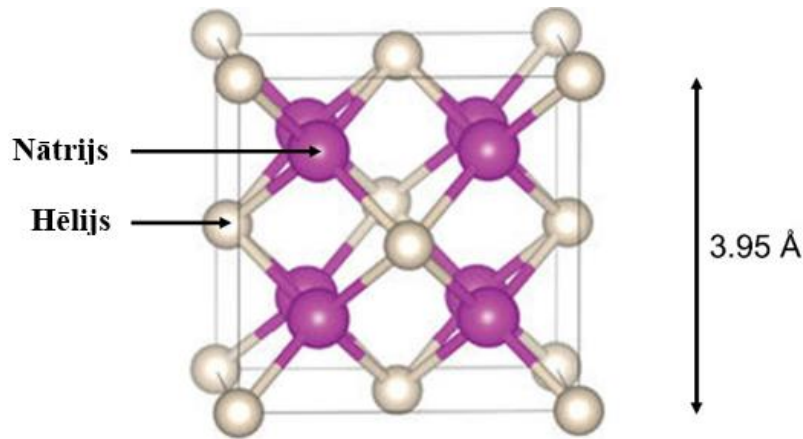
$$\text{Tilpums} = 4/3 \cdot 3,14 \cdot (1,4 \text{ dm})^3 = 11,5 \text{ dm}^3 = 11,5 \text{ l}$$

$$\text{Moli vienā balonā} = 11,5 \text{ l} / (22,4 \text{ mol/l}) = 0,51 \text{ mol}$$

$$\text{Balonu skaits} = 9,61 \cdot 10^{14} \text{ mol} / 0,51 \text{ mol} = 1,9 \cdot 10^{15}$$

Hēlijs ir ārkārtīgi nereaģētspējīgs, tam ir aizpildīts elektronapvalks un augstākā jonizācijas enerģija no visiem elementiem. Pirms pāris gadiem starptautiska zinātnieku grupa piedāvāja, ka 300 GPa spiediena rezultātā izveidojies savienojums **X** (sastāvot no hēlija un nātrija).

Kristāliskā savienojuma uzbūvi noteica ar rentgendifraktometriju un ieguva atomu izvietojumu elementāršūnā. Elementāršūnām sastājoties kopā, attiecīgi veidojas vielas kristāls.



Savienojuma **X** kubiskā elementāršūna ir parādīta attēlā augstāk. Hēlija atomi ir novietoti stūros un skaldņu centros, savukārt nātrija atomi ir novietoti starp tiem. Ņemiet vērā, ka elementāršūnas stūros un skaldnēs novietotie atomi iekļauti tikai daļēji vienā elementāršūnā.

Piezīme: $1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m} = 0,1 \text{ nm}$

3. Izmantojot augstāk doto informāciju, nosakiet, cik nātrija un cik hēlija atomu kopumā ir vienā elementāršūnā. (2p.)

Nātrija – 8, hēlija – 4.

4. Nosakiet savienojuma **X** molekulformulu. (1p.)

Na_2He

5. Izmantojiet 3.apakšpunktā iegūto atbildi un norādītās elementāršūnas garumu un aprēķiniet savienojuma **X** blīvumu (g/cm^3). Ja neiegūvāt atbildi uz 3.apakšpunktu, tad izmantojiet vērtības: nātrijs – 4 un hēlijs – 6. (2p.)

Elementāršūnas molmasa = $4 \cdot 4 \text{ g/mol} + 8 \cdot 23 \text{ g/mol} = 200 \text{ g/mol}$

Elementāršūnas masa = $200 \text{ g/mol} / (6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}) = 3,32 \cdot 10^{-22} \text{ g}$

Elementāršūnas tilpums = $(3,95 \cdot 10^{-10} \text{ m})^3 = 6,16 \cdot 10^{-29} \text{ m}^3$

X blīvums = $(3,32 \cdot 10^{-22} \text{ g}) / (6,16 \cdot 10^{-29} \text{ m}^3) = 5,4 \text{ g/cm}^3$

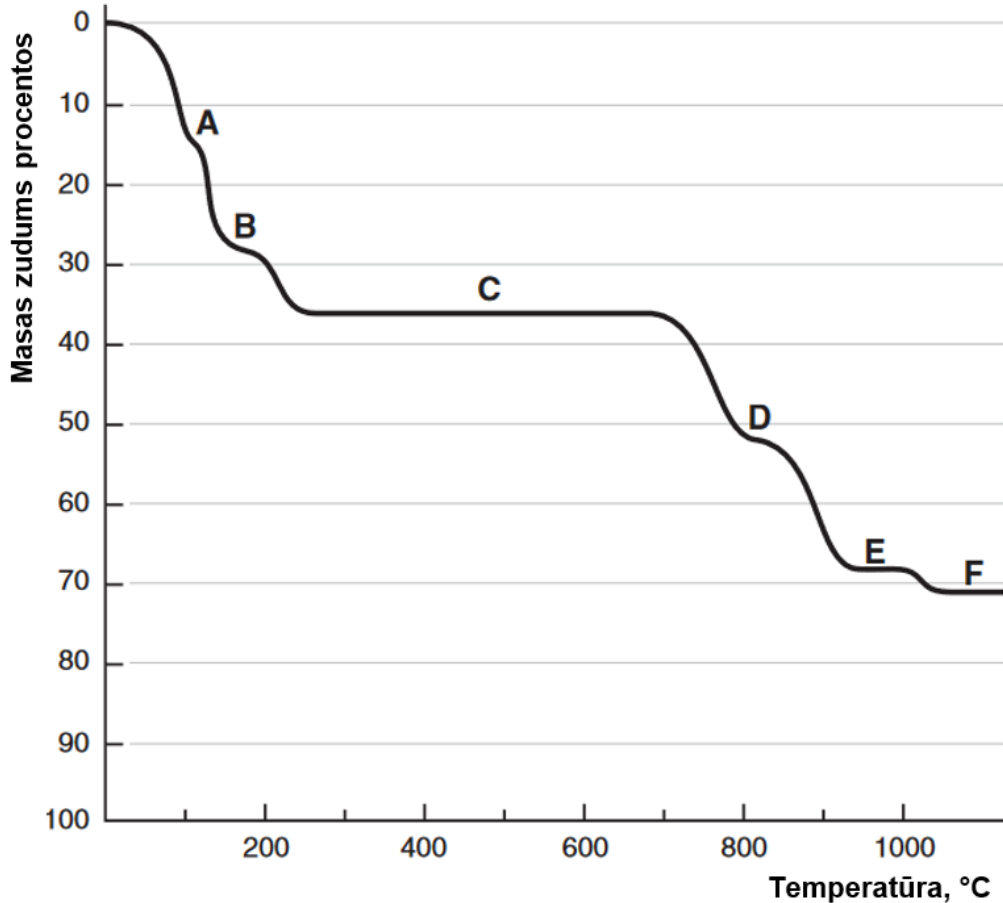
Izmantojot Na – 4, He – 6, attiecīgi molmasa 116 g/mol, masa $1,93 \cdot 10^{-22} \text{ g}$, blīvums $3,1 \text{ g/cm}^3$

6. Piedāvāriet savienojuma **X** nosaukumu pēc IUPAC. (1p.)

Nātrija helīds vai nātrija (I) helīds vai dinātrija helīds.

2. uzdevums**Karstais slidkalniņš****7 punkti**

Termogravimetrija ir analītiska metode, kura balstās uz parauga karsēšanu un masas izmaiņas noteikšanu. Zemāk parādītajā grafikā ir attēlota masas izmaiņa, karsējot vara (II) sulfāta pentahidrātu. Sadalīšanās notiek pie masas izmaiņas lēcieniem, veidojot dažādus sadalīšanās produktus, kas grafikā attēloti ar burtiem **A** līdz **F**.



1. Izmantojot augstāk doto grafiku, nosakiet savienojumu **A**, **B** un **C** formulas. (3p.)

A – CuSO₄·3H₂O, B – CuSO₄·H₂O, C – CuSO₄

2. Karsējot savienojumu **E**, norisinās red-oks reakcija un veidojas **F**. Nosakiet savienojumu **E** un **F** formulas un uzrakstiet red-oks reakcijas vienādojumu. (3p.)

E – CuO, F – Cu₂O
4 CuO → 2 Cu₂O + O₂

3. Savienojums **D** veidojas, kad tieši puse savienojuma **C** ir sadalījusies, veidojot **E**. Kāda ir savienojuma **D** empīriskā formula? (1p.)

D – Cu₂SO₅ vai (CuO·CuSO₄)

3. uzdevums**Minerālūdens****8 punkti**

Uz kādas minerālūdens pudeles etiķetes norādīts šāds sastāvs:

pH ~7,5

<i>Būtiskas sastāvdaļas:</i>	<i>mg/L</i>
Kalcijs (Ca ²⁺):	75
Magnijs (Mg ²⁺):	30
Kālijs (K ⁺):	10
Hlorīdi (Cl ⁻):	140
Sulfāti (SO ₄ ²⁻):	135
Hidrogēnkarbonāti (HCO ₃ ⁻):	300
Mangāns (Mn):	0,07

1. Zināms, ka ūdenī atrodas arī nātrija joni. Aprēķini to koncentrāciju (mg/L) šajā minerālūdenī! (3p.)

Vispirms aprēķina visu jonu koncentrācijas mmol/L.

	<i>mg/L</i>	<i>M (mg/mmol)</i>	<i>C (mmol/L)</i>
Kalcijs (Ca ²⁺):	75	40,1	1,87
Magnijs (Mg ²⁺):	30	24,3	1,23
Kālijs (K ⁺):	10	39,1	0,26
Hlorīdi (Cl ⁻):	140	35,5	3,94
Sulfāti (SO ₄ ²⁻):	135	96,1	1,40
Hidrogēnkarbonāti (HCO ₃ ⁻):	300	61,0	4,92

Ūdenim jābūt elektriski neitrālam, līdz ar to visu anjonu koncentrāciju reizinājumam ar lādiņu jābūt vienādam ar katjonu koncentrāciju reizinājumam ar lādiņu. Apzīmēsim Na⁺ koncentrāciju ar x.

$$1,87 \cdot 2 + 1,23 \cdot 2 + 0,26 + x = 3,94 + 1,40 \cdot 2 + 4,92$$

Atrisina, iegūst x=5,20 mmol/L, līdz ar to Na⁺=119,6=120 mg/L

1p. par koncentrāciju aprēķinu, 1p. par elektroneitralitātes vienādojumu un 1p. par pareizu Na⁺ koncentrāciju.

2. Aprēķini, kāda ir ūdeņraža jonu koncentrācija (mol/L) šajā minerālūdenī! (1p.)

$$[H]^+ = 10^{-pH} = 3,2 \cdot 10^{-8}$$

3. Ar līdzsvara reakcijas vienādojumu(-iem) parādi, kurš(-i) jons(-i) un kā šajā minerālūdenī ietekmē pH! (1p.)



Ciets ūdens ir tāds, kurā ir augsts divvērtīgo katjonu saturs (parasti Mg²⁺ un Ca²⁺). Lai gan cietā ūdenī sastopamie joni var būt ļoti veselībai, ciets ūdens bieži var izraisīt bojājumus iekārtās, izgulsnējoties dažādu sāļu formā.

4. Piedāvāriet 3 dažādus veidus, kā mīkstināt uzdevumā aprakstīto minerālūdeni. (3p.)

- 1) Fizikālas metodes, piem. destilācija, reversā osmoze vai filtrēšana.
- 2) Ūdens karsēšana, lai izgulsnētu nešķīstošos karbonātus no hidrogēnkarbonātiem.
- 3) Papildus sāļu pievienošana, lai izgulsnētu Ca²⁺ vai Mg²⁺ vai jonu apmaiņas kolonna.

4. uzdevums**Tumšie trauki****12 punkti**

Ķīmiķe Anna slēgtā, siltumu nevadošā traukā, ar ietilpību 1L ievadīja 23,23g Ar, H₂S un SO₂ maisījuma. Zināms, ka ievadītā H₂S daudzums ir tieši divreiz lielāks kā SO₂. Trauks tiek sildīts un temperatūra ir konstanti 50°C. Traukā notika reakcija, un pēc reakcijas beigām Anna noteica, ka spiediens konteinerā pie šīs pašas temperatūras ir 2,35 bar. (1 bar=10⁵ Pa, R=8,314 J/(K·mol))

1. Uzraksti traukā notikušo reakciju un izliec koeficientus! (2p.)



2p. par pareizu vienādojumu, 1p., ja koeficienti nav izlikti vai nav pareizi.

2. Aprēķini ievadītā maisījuma sastāvu pēc masas daļām! (4p.)

$$pV = n_{\text{Ar}}RT \quad n_{\text{Ar}} = \frac{pV}{RT} = \frac{2,35 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 0,001 \text{ m}^3}{8,314 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \cdot (273,15 + 50) \text{ K}} = 0,0875 \text{ mol}$$

$$m_{\text{Ar}} + m_{\text{H}_2\text{S}} + m_{\text{SO}_2} = 23,23 \text{ g} \quad n_{\text{Ar}} \cdot M_{\text{Ar}} + n_{\text{H}_2\text{S}} \cdot M_{\text{H}_2\text{S}} + n_{\text{SO}_2} \cdot M_{\text{SO}_2} = 23,23 \text{ g}$$

$$n_{\text{H}_2\text{S}} = 2 \cdot n_{\text{SO}_2} \quad 0,0875 \text{ mol} \cdot 39,9 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 2 \cdot n_{\text{SO}_2} \cdot 34,1 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + n_{\text{SO}_2} \cdot 64,1 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 23,23 \text{ g}$$

Atrisina, iegūst $n_{\text{SO}_2} = 0,149 \text{ mol}$

$$m_{\text{Ar}} = 3,49 \text{ g} \quad m_{\text{SO}_2} = 9,55 \text{ g} \quad m_{\text{H}_2\text{S}} = 23,23 \text{ g} - 3,49 \text{ g} - 9,55 \text{ g} = 10,19 \text{ g}$$

$$w_{\text{Ar}} = 0,150 = 15,0\% \quad w_{\text{SO}_2} = 0,411 = 41,1\% \quad w_{\text{H}_2\text{S}} = 0,439 = 43,9\%$$

1p. par n_{Ar} aprēķinu, 1p. par n_{SO_2} aprēķinu, 1p. par masu aprēķināšanu un 1p. par masas daļu aprēķināšanu vai 4p. par jebkuru citu korektu aprēķinu, kas noved pie pareizām atbildēm.

3. Aprēķini, kāds būtu spiediens traukā pēc reakcijas beigām, ja tas tiktu mērīts pie 110°C! (2p.)

Šajā gadījumā spiedienu radīs gan Ar, gan H₂O.

$$n_{\text{H}_2\text{O}} = 2 \cdot n_{\text{SO}_2} = 0,298 \text{ mol} \quad n_{\text{Ar}} + n_{\text{H}_2\text{O}} = 0,0875 \text{ mol} + 0,298 \text{ mol} = 0,3855 \text{ mol}$$

$$p = \frac{nRT}{V} = \frac{0,3855 \text{ mol} \cdot 8,314 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \cdot (273,15 + 110) \text{ K}}{0,001 \text{ m}^3} = 1,23 \cdot 10^6 \text{ Pa} = 12,3 \text{ bar}$$

1p. par kopējo gāzu molu aprēķinu, 1p. par spiediena aprēķināšanu.

4. Uzraksti, kāds ir traukā notiekošās reakcijas tips! (1p.)

1p. par komproporcionēšanās, 0,5p. par oks-red.

Aprakstītā reakcija patiesībā ir otrā no divām stadijām kādā procesā, kas veltīts sērūdeņraža emisiju samazināšanai. Šajā procesā sērūdeņradi apstrādā ar koncentrētu sērskābi.

5. Piedāvāriet šī procesa pirmo stadiju (reakciju). (1p.)



Vai arī kombinācijā ar reakciju $3 \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 4 \text{H}_2\text{O} + 4 \text{S}$, piemēram



1p. par jebkuru reakciju, kurā ir produkts SO₂ un pareizi koeficienti

KODS _____

Interesanti, ka procesa otrajā stadijā ir nepieciešams gaisa mitrums, lai reakcija vispār norisinātos, kā arī pie liela SO₂ daudzuma norisinās kāda cita reakcija nevis tā, ko veica Anna. Gaisa mitruma klātbūtnē sērūdeņradis reaģē ar sēra dioksīdu attiecībā 1:3 un veido skābi **A**.

6. Nosakiet skābes **A** molekulformulu, uzrakstiet tās veidošanās vienādojumu un izlieciet koeficientus. (2p.)

A – H₂S₄O₆; H₂S + 3 SO₂ → H₂S₄O₆; 1p. par formulu un 1p. par vienādojumu

7. Cik vērtīga ir skābe **A**? (1p.)

divvērtīga

5. uzdevums**Pēc derīguma termiņa****11 punkti**

Laborantei Laimai bija jāveic sintēze, kurā nepieciešama kalcija hidroksīda suspensija ūdenī. Lai to pagatavotu, viņa nolēma izmatot skolas laboratorijā esošo burciņu ar kalcija oksīdu. Lai gan Laima visu izdarīja korekti, tālākajā sintēzē neieguva pietiekamu daudzumu vēlamā produkta. Viņa saprata, ka kalcija oksīds varētu nebūt svaigs, un laika gaitā kalcija oksīds burciņā, reaģējot ar atmosfērā ietilpstošām vielām **C** un **D**, varēja būt pārvērties par **A** vai pat par **B**. Zināms, ka sākotnēji parasti reakcijā ar **C** notiek pārvērtība par **A**, kas tālāk, reaģējot ar **D** pārvēršas par **B**.

Lai noskaidrotu **A** un **B** daudzumu izmantotajā kalcija oksīdā, Laima titrējot 10,0 g burciņā esošajam vielu maisījumam pievienoja atšķaidītu sālsskābi. Viņa noteica, ka ķīmisko reakciju norisei bija nepieciešams pievienot 65,51 mL 5,00 M HCl ($\rho = 1,082$ g/mL). Tāpat viņa noteica, ka pēc reakciju norises šķīduma masa bija 80,66 g.

1. Uzrakstiet vielu **A** – **D** ķīmiskās formulas!

(2p.)

Kalcija oksīds reakcijā ar gaisa mitrumu viegli pārvēršas kalcija hidroksīdā, kas savukārt reaģē ar gaisā esošo ogļskābo gāzi un pārvēršas kalcija karbonātā. Tātad **A** = Ca(OH)₂, **B** = CaCO₃, **C** = H₂O un **D** = CO₂.

0,5p. par katru pareizu savienojumu

2. Nosakiet, kāda ir **A** un kāda **B** masas daļa skolas laboratorijā esošajā kalcija oksīda burciņā!

(5p.)

Visas maisījumā esošās vielas ar sālsskābi reaģē attiecībā 1:2 un veido CaCl₂.



Kalcija karbonāta reakcijā ar sālsskābi rodas CO₂, kas izdalās no reakcijas maisījuma, samazinoties tā masai. Reaģentu masa pirms reakcijas ir summa no ņemtā vielu maisījuma (10,00 g) un pievienotā sālsskābes šķīduma masas ($m = d \cdot V = 1,082 \cdot 65,51 = 70,88$ g), kas ir 80,88 g. Tātad reakcijā iegūtais CO₂ masa ir starpība starp šo lielumu un šķīduma masu pēc reakcijas:

$$m(\text{CO}_2) = m(\text{reaģentu}) - m(\text{beigu}) = 80,88 - 80,66 = 0,22 \text{ g}$$

varam aprēķināt CO₂ daudzumu, kas vienāds ar maisījumā ietilpstošo CaCO₃ daudzumu:

$$n(\text{CaCO}_3) = n(\text{CO}_2) = m/M = 0,22/44,0 = 0,00500 \text{ mol}$$

Tā masa savukārt ir:

$$m(\text{CaCO}_3) = n \cdot M = 0,00500 \cdot 100 = 0,5 \text{ g, kas atbilst CaCO}_3 \text{ masas daļai } 0,5/10 \cdot 100\% = 5,0\%$$

No reakcijā patērētā HCl daudzuma savukārt varam aprēķināt kopējo Ca daudzumu paraugā:

$$n(\text{HCl}) = C \cdot V = 5,00 \text{ mol/L} \cdot 0,06551 \text{ L} = 0,3276 \text{ mol}$$

$$n(\text{Ca}) = n(\text{HCl})/2 = 0,1638 \text{ mol}$$

CaO un Ca(OH)₂ daudzums tātad būs:

$$n(\text{CaO}) + n(\text{Ca(OH)}_2) = n(\text{Ca}) - n(\text{CaCO}_3) = 0,1638 - 0,00500 = 0,1588 \text{ mol}$$

Lai sastādītu vienādojumu sistēmu izmantojam, ka abu šo vielu kopējā masa ir atlikušie 10 – 0,50 = 9,50 g:

$$m(\text{CaO}) + m(\text{Ca(OH)}_2) = 9,50 \text{ g}$$

$$n(\text{CaO}) \cdot M(\text{CaO}) + n(\text{Ca(OH)}_2) \cdot M(\text{Ca(OH)}_2) = 9,50 \text{ g}$$

$$56n(\text{CaO}) + 74n(\text{Ca(OH)}_2) = 9,50 \text{ g}$$

No daudzuma vienādojuma izsakām CaO daudzumu un ievietojam to augstāk dotajā vienādojumā:

$$n(\text{CaO}) = 0,1588 - n(\text{Ca}(\text{OH})_2)$$

$$56(0,1588 - n(\text{Ca}(\text{OH})_2)) + 74n(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 9,50$$

$$8,893 - 56n(\text{Ca}(\text{OH})_2) + 74n(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 9,50$$

$$18n(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 0,6072$$

$$n(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 0,03373 \text{ mol} \quad \text{savukārt } n(\text{CaO}) = 0,1588 - n(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 0,1588 - 0,03373 = 0,125 \text{ mol}$$

Varam aprēķināt Ca(OH)₂ masu un masas daļu vielu maisījumā:

$$m(\text{Ca}(\text{OH})_2) = n \cdot M = 0,03373 \cdot 74 = 2,50 \text{ g, kas atbilst Ca}(\text{OH})_2 \text{ masas daļai } 2,50/10,0 \cdot 100\% = 25,0\%$$

5p. par pilnīgi korektu aprēķinu: 0,5p. par katru vienādojumu, 0,5p. par n(HCl) aprēķinu, 1p. par n(CO₂) aprēķinu, 1p. par korektu vienādojumu sistēmu, 1p. par pareizām masas daļām.

Laima kalcija hidroksīda suspensiju izmantoja, lai reakcijā ar amonija hlorīdu iegūtu amonjaku. Laima vēlējās iegūt 10,0 L (n.a.) amonjaka.

3. Aprēķiniet, kāda masa (g) tīra kalcija oksīda ir nepieciešams šāda amonjaka daudzuma iegūšanai! (2p.)

Reakcijas vienādojums ir:



Tātad amonjaka daudzums, ko nepieciešams iegūt, ir:

$$n = V/V_0 = 10,0/22,4 = 0,4464 \text{ mol}$$

Tam nepieciešamais Ca(OH)₂ un līdz ar to arī CaO daudzums ir divas reizes mazāks, līdz ar ko nepieciešamā tīrā CaO masa ir:

$$m(\text{CaO}) = n(\text{CaO}) \cdot M(\text{CaO}) = 0,5 \cdot n(\text{NH}_3) \cdot M(\text{CaO}) = 0,5 \cdot 0,4464 \cdot 56 = 12,5 \text{ g}$$

1p. par reakcijas vienādojumu ar koeficientiem, 0,5p. par n(NH₃) aprēķinu un 0,5p. par m(CaO).

4. Aprēķiniet, kāda masa (g) burciņā esošā maisījuma ir nepieciešams ņemt šāda amonjaka daudzuma iegūšanai! (2p.)

Šajā gadījumā ir nepieciešams ņemt tādu vielas daudzumu, kur kopējais CaO un Ca(OH)₂ daudzums atbilst reakcijā nepieciešamajam Ca(OH)₂ daudzuma $0,5 \cdot n(\text{NH}_3) = 0,5 \cdot 0,4464 = 0,2232$ mol (jo CaO ūdenī pārvērtīsies par Ca(OH)₂, bet kalcija karbonāts šajā reakcijā nepiedalīsies).

Tā kā burciņā daudzuma attiecība n(CaO):n(Ca(OH)₂) ir $0,125:0,03373 = 3,71:1$, nepieciešams ņemt tādu parauga masu, kurā CaO daudzums būtu amonjaka iegūšanai nepieciešamais daudzums (0,2232 mol) reizināts ar $3,71/(3,71+1) = 0,788$ jeb $0,2232 \cdot 0,788 = 0,1759$ mol. Tas atbilst CaO masai $0,1759 \cdot 56 = 9,85$ g, un kopējai reaģenta masai $m(\text{kop}) = m(\text{CaO})/w(\text{CaO}) = 9,85/0,700 = 14,07$ g.

Varam pārliicināties, ka šāds reaģenta daudzums satur nepieciešamo Ca(OH)₂ daudzumu:

$$n(\text{Ca}(\text{OH})_2) = m/M = 14,07 \cdot 0,25/74 = 0,04753 \text{ mol}$$

2p. par jebkuru korektu risinājumu, kurš noved pie pareizas atbildes. 0p., ja rēķināts, ka tikai sākotnējais CaO nevis arī Ca(OH)₂ reaģē ar NH₄Cl.

6. uzdevums**Nestabilie minerāli****9 punkti**

Radioaktīvā sadalīšanās ir kodolreakcija, kura seko pirmās kārtas kinētikas likumiem. Molekulu skaita izmaiņu laikā apraksta vienādojums: $N = N_0 \cdot e^{-k \cdot t}$, kur N – daļiņu skaits laikā t , N_0 – daļiņu skaits laikā $t=0$, k – reakcijas ātruma konstante (katras reakcijas ātruma parametrs).

Šo pašu vienādojumu var arī pārrakstīt logaritmiskā formā, iegūstot: $\ln\left(\frac{N}{N_0}\right) = -k \cdot t$

Reakcijas pusperiods $t_{1/2}$ ir tāds laika intervāls, kurā sadalījusies tieši 50% no oriģinālā radioizotopa.

1. No augstākdotā vienādojuma jebkurā formā, izvediet reakcijas pusperioda $t_{1/2}$ atkarību no reakcijas ātruma konstantes k . (2p.)

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k} = \frac{0,693}{k}$$

2p. par jebkuru korektu vienādojuma formu

2. Kādai reakcijai ātruma konstante $k=23 \text{ s}^{-1}$. Aprēķiniet šīs reakcijas pusperiodu. (1p.)

$$t_{1/2} = \frac{0,693}{k} = \frac{0,693}{23 \text{ s}^{-1}} = 0,03 \text{ s}$$

Pludmales smilšu minerāls monazīts ir bagātīgs torija avots, kas lielā daudzumā ir pieejams Keralas štatā Indijā. ^{208}Pb un ^{206}Pb ir stabilie galaprodukti attiecīgi ^{232}Th un ^{238}U radioaktīvās sabrukšanas procesiem. Visam monazītā konstatētajam svinam (Pb) ir radiogēna (veidojusies radioaktīvās sabrukšanas laikā) izcelsme.

Tika konstatēts, ka izotopu atomu attiecība $^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$ kādā monazīta paraugā ir 0,104. ^{232}Th un ^{238}U pussabrukšanas periodi ir attiecīgi $1,41 \cdot 10^{10}$ gadi un $4,47 \cdot 10^9$ gadi. Pieņemsim, ka ^{208}Pb , ^{206}Pb , ^{232}Th un ^{238}U kopš monazīta minerāla veidošanās pilnībā saglabājušies monazīta paraugā.

3. Aprēķiniet monazīta minerāla vecumu (laika brīdi kopš tā veidošanās). (2p.)



^{232}Th sākotnēji = ^{208}Pb + ^{232}Th = 1,104 ^{232}Th ; ievieto šo pirmajā dotajā izteiksmē, iegūstot

$$1 \text{ } ^{232}\text{Th} = 1,104 \text{ } ^{232}\text{Th} \cdot e^{-k \cdot t} = 1,104 \text{ } ^{232}\text{Th} \cdot e^{\frac{-\ln 2 \cdot t}{t_{1/2}}}$$

$$1 = 1,104 \cdot e^{\frac{-0,693 \cdot t}{1,41 \cdot 10^{10} \text{ gadi}}}$$

Atrisina, iegūstot $t = 2,01 \cdot 10^9$ gadi

4. Aprēķiniet izotopu attiecību $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ monazīta paraugā. (2p.)

Minerāla vecumu un otras reakcijas pussabrukšanas periodu ievieto iepriekšējā formulā, iegūst:

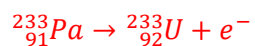
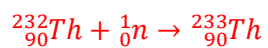
$$N = N_0 \cdot e^{\frac{-\ln 2 \cdot t}{t_{1/2}}} = N_0 \cdot e^{\frac{-0,693 \cdot 2,01 \cdot 10^9 \text{ gadi}}{4,47 \cdot 10^9 \text{ gadi}}} = 0,732 N_0$$

N_0 šeit ir ^{238}U skaits sākotnēji un N ir ^{238}U skaits paraugā, līdz ar to ^{206}Pb skaits ir starpība un ir vienāds ar $0,268 N_0$. Līdz ar to izotopu attiecība ir:

$$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}} = \frac{0,268 N_0}{0,732 N_0} = 0,366$$

KODS _____

5. Torijs-232 ir noderīga izejviela kodolenerģijas iegūšanai. Termiski apstarojot to ar neitroniem, Torijs-232 absorbē neitronu un, pēc secīgām β^- sabrukšanām, veidojas ^{233}U . Uzrakstiet ^{233}U veidošanās kodolreakcijas no ^{232}Th . (2p.)



1p. par pareizu pirmo stadiju, 1p. par beta sabrukšanas stadijām kopā vai atsevišķi.