

## Latvijas 45. Nacionālā ķīmijas olimpiāde

### Teorētiskie uzdevumi.

1.  5 p.

Sveces parasti izgatavo no parafīna – ogļūdeņražu maisījuma. Ogļūdeņraži sastāv tikai no oglekļa un ūdeņraža. Lai noteiktu sveces sastāvu, rīkojās šādi. Lielā traukā ielēja 1,00 kg 0,300% nātrija hidroksīda šķīduma. Uz šķīduma virsmas novietoja korķa plāksnīti un pie tās piestiprināja sveci. Sveci aizdedzināja un ātri pārsedza ar stikla kupolu, kura apakšējo malu iegremdēja šķīdumā. Pēc kāda laika sveci nodzēsa. Pēc eksperimenta nātrija hidroksīda masas daļa šķīdumā bija 0,237%, bet sveces masa bija samazinājusies par 111 mg.

- Aprēķiniet, cik liela bija oglekļa masas daļa un ūdeņraža masas daļa parafīnā! Pieņemiet, ka šķīduma masa eksperimenta laikā nemainījās.*
- Aprēķiniet, cik mililitri šķīduma ieplūda kupolā pēc eksperimenta.*
- Aprēķiniet, kāds bija gaisa sastāvs stikla kupolā pēc reakcijas, ja kupola tilpums bija 2,0 l. Pieņemiet, ka gaiss sastāv tikai no skābekļa un slāpekļa.*
- Paskaidrojiet, kāpēc sveci nodzēsa, nevis ļāva tai nodzist. Kā sveci zem kupola varēja nodzēst?*

2.  5 p.

Kāda elementa oksīdā ir 53,3% skābekļa.

**Kāda varētu būt oksīda formula! Aprēķinos izmantojiet molmasas, ņemot tās ar vienu zīmi aiz komata!**

3.  4 p.

Uz līdzsvarotiem svaru kausiem atrodas divas vārglāzes, tajās ieliets vienāds tilpums kādas skābes šķīduma. Vienā vārglāzē ieliek cinku, bet otrā krītu; to masas ir vienādas. Skābes daudzums ir ņemts pārākumā un reakcija notiek līdz galam.

**Vai reakcijai beidzoties, līdzsvars saglabāsies? Uzrakstiet atbilstošos reakcijas vienādojumus un atbildi pamatojiet.**

4.  8 p.

Bezkrāsains šķidrums A, kurš sastāv no diviem elementiem X un Y masu attiecībā  $X : Y = 1 : 16$ , katalītiski sadalās par citu bezkrāsainu, šķīdru vielu B un gāzi C, kuras sastāvā ir tikai elements Y. Viegls, sudrabbalts metāls D deg gāzē C ar spožu liesmu, veidojot cietu vielu E baltā krāsā, kuras sastāvā D masas daļa ir 60,3%. Tumšsarkana vienkārša viela F arī enerģiski deg gāzē C, rodas biezi balti dūmi (viela G), kas viegli šķīst siltā vielā B, veidojot skābi H. Vielai E pilnīgi izreaģējot ar H veidojas sāls K, kas nešķīst ūdenī.

**Nosakiet ar burtiem apzīmētās vielas un elementus, un uzrakstiet attiecīgo reakciju vienādojumus. Pamatojiet atbildi ar nepieciešamajiem aprēķiniem.**

5. 9-10 4 p.

Pēteris nolēma iegūt skaistus zilus vara sulfāta kristālus. Rokasgrāmatā viņš izlasīja, ka 100 gramos ūdens viršanas temperatūrā izšķīst 75,4 g vara sulfāta, bet 10<sup>0</sup> C tikai 17,4 g. Viņš zināja, ka no ūdens šķīduma vara sulfāts kristalizējas vara kristālhidrāta (CuSO<sub>4</sub> · 5 H<sub>2</sub>O) veidā.

*Aprēķiniet kristālu masu, ko iegūs Pēteris, ja viņš pagatavoja 200 g viršanas temperatūrā piesātinātu vara sulfāta šķīdumu un ļoti lēni to atdzesēja to līdz 10<sup>0</sup> C.*

6. 10 6 p.

Avārijas gaisa spilvenus automašīnās plaši lieto kopš 1980.gada. Spilvenam avārijas gadījumā ir jāpiepūšas ļoti ātri – apmēram 40 milisekundēs. Tajā ir sensors, kas trieciena iedarbībā ieslēdz elektrisko ķēdi un maisījums, kas sastāv no nātrija azīda (NaN<sub>3</sub>), kālija nitrāta un silīcija dioksīda. Trieciena ietekmē, ieslēdzoties elektriskajai ķēdei, sadalās nātrija azīds (NaN<sub>3</sub>), izdalās slāpekļis, kas piepilda neilona vai poliamīda spilvenu. Reakcijas rezultātā rodas nātrijs, kas tālāk reaģē ar maisījumā esošo kālija nitrātu un arī izdala slāpekli, bet aktīvo metālu oksīdi reaģē ar silīcija dioksīdu un veido stabilus silikātus.

- 1) *Uzrakstiet atbilstošos ķīmisko reakciju vienādojumus procesiem, kas noris gaisa spilvenā avārijas gadījumā!*
- 2) *Cik liela masa nātrija azīda un kālija nitrāta nepieciešama, lai iegūtu 74 L slāpekļa gāzes, ar ko piepildīt avārijas spilvenu automašīnā, ja temperatūra ir 25<sup>0</sup> C un spiediens 1 atmosfēra?*
- 3) *Cik gramiem silīcija dioksīda jābūt maisījumā, lai reakcijas rezultātā aktīvo metālu oksīdi pilnībā izreaģētu ar silīcija dioksīdu un veidotu stabilus, drošus savienojumus – silikātus?*
- 4) *Cik liela ir maisījuma kopējā masa?*

7. 10 9 p.

Ūdenī izšķīdināja 12,75 g bezūdens bārija hidroksīda, un uzmanīgi pielēja klāt 3% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> šķīduma pārākumu. Izkritušās nogulsnes nofiltrēja un žāvēja gaisā istabas temperatūrā. Ieguva 23,32 g vielas A.

Vielu A atstāja uz nedēļu vakuumā 120<sup>0</sup>C temperatūrā. Ieguva 12,60 g vielas B.

a) *Kas ir vielas A un B?*

b) *Kur lieto vielu B?*

Rūpnieciski vielu B ražo, karsējot bārija oksīdu gaisā 600<sup>0</sup>C temperatūrā.

c) *Kāpēc nedrīkst karsēt augstākā temperatūrā?*

Gaisā izkarsēja nedaudz bārija oksīda. Lai noteiktu vielas B daudzumu paraugā (pieņemiet, ka tajā ir tikai bārija oksīds un viela B), to izšķīdināja koncentrētas sālsskābes pārākumā un pēc tam pielēja atšķaidītas sērskābes pārākumu. Nogulsnes nofiltrēja, skaloja ar ūdeni un žāvēja.

d) *Uzrakstiet formulu, pēc kuras var atrast vielas B saturu paraugā (masas daļās), ja ir zināma parauga masa un masa nogulsnēm, kas izveidojās reakcijā ar sērskābi.*

e) *Aprēķiniet vielas B saturu paraugā (m=1,000 g), ja, apstrādājot to ar sērskābi, ieguva 1,445 g nogulšņu.*

f) *Uzrakstiet visu reakciju vienādojumus.*

8. 10, 11 10 p.

Cilvēkiem bieži ir bail naktīs iet caur kapsētām, jo dažādās grāmatās, īpaši bērnu dienās lasīts, ka kapsētās spokojoities. Bet tam kā izrādās ir pavisam vienkāršs ķīmisks izskaidrojums. Trūdot cilvēka atliekām rodas divi gāzveida savienojumi A un B, kas gaisā diezgan viegli uzliesmo. Īpaši viegli uzliesmo savienojums B, kam degot rodas balti dūmi, kas mierīgā naktī atgādina dažādus tēlus, ko mēs maldīgi noturam par spokiem.

Savienojums A nelielos daudzumos sastopams atmosfērā, jo tas nepārtraukti veidojas organisko vielu pūšanas procesos un vulkānu izvirdumos. Tas sastopams arī naftas un dabasgāzes sastāvā. Latvijā tas sastopams sēravotu ūdenī, piešķirdams tiem raksturīgu nepatīkamu smaku. Ūdens šķīdumā šim savienojumam piemīt skābes īpašības.

Savienojumam B piemīt nepatīkama ķiploku smaka, bet tas uzrāda bāziskas īpašības.

Vēl zināms, ka abi šie savienojumu satur vienu abiem kopēju ķīmisko elementu un to maisījuma relatīvais blīvums pret gaisu ir 1,17 neatkarīgi no maisījuma sastāva.

- a) *Atrodiet savienojumu A un B formulas un nosaukumus!*
- b) *Uzrakstiet, kā savienojumu A visvienkāršāk iegūt laboratorijas apstākļos? Kā var novērot savienojuma A rašanos?*
- c) *Uzrakstiet abu savienojumu degšanas reakciju vienādojumus, nosauc iegūtos produktus!*
- d) *Attēlojiet vielu A un B molekulu telpiskās struktūras!*
- e) *Izskaidrojiet abu minēto savienojumu skābās un bāziskās īpašības! Vai šie savienojumi var reaģēt savā starpā?*

9. 10,11 8 p.

Gāzētais minerālūdens *MANGAĻI* satur šādus jonus:

Jons	Masas koncentrācija, mg·dm <sup>-3</sup>
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	180-220
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	400-530
Cl <sup>-</sup>	650-800
Mg <sup>2+</sup>	100-120
Na <sup>+</sup>	290-350
K <sup>+</sup>	13-20

Vēl minerālūdenī ir kalcija joni.

- a. *Aprēķiniet, kādās robežās var mainīties kalcija jonu masas koncentrācija.*
- b. *Uz etiķetes norādīts, ka kalcija jonu koncentrācija minerālūdenī ir 200-250 mg·dm<sup>-3</sup>. Vai tā sakrīt ar jūsu aprēķinu rezultātu? Ja nesakrīt, izskaidrojiet atšķirību.*

Gāzētā minerālūdens *FULDATALE*R sastāvs ir šāds:

Jons	Masas koncentrācija, mg·dm <sup>-3</sup>
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	1582,0
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	416,0
Cl <sup>-</sup>	60,0
Mg <sup>2+</sup>	119,0
Ca <sup>2+</sup>	391,0
Na <sup>+</sup>	147,0
K <sup>+</sup>	17,7

- c. Uz šī minerālūdens pudelēm norādītas nevis jonu koncentrāciju robežas, bet precīzas koncentrācijas. *Vai ķīmiķi, kuri analizējuši šo minerālūdeni, strādā precīzāk? Paskaidrojiet savu atbildi.*
- d. Ja pudele ar šo minerālūdeni nav cieši noslēgta, tajā rodas nogulsnes.
- i. *Kas tās varētu būt par nogulsnēm?*
  - ii. *Kādēļ tās rodas?*
  - iii. *Kādēļ nogulsnes neveidojas minerālūdenī MANGAĻI? Vai tas nozīmē, ka minerālūdens MANGAĻI ir kvalitatīvāks?*
  - iv. *Vai minerālūdeni ar šādām nogulsnēm var lietot pārtikā?*
- e. Hidrogēnkarbonātionu koncentrāciju dzeramajā ūdeni parasti noskaidro, ūdeni titrējot ar sālsskābi. *Paskaidrojiet, vai šādi iespējams noteikt hidrogēnkarbonātionu koncentrāciju minerālūdenī MANGAĻI vai minerālūdenī FULDATALEER.*

10.  5 p.

Hlors ir dzeltenzaļa gāzveida viela. Tā maksimāli pieļaujamā koncentrācija gaisā ir 0,001 mg/L. Rūpniecībā to iegūst hlorīdu elektrolīzē. Iegūto hloru sašķidrina un uzglabā metāla balonos, kuros hlora blīvums ir 1,5 g/cm<sup>3</sup>. Hlors labi šķīst ūdenī un daļēji ar to reaģē; to izmanto ūdens hlorēšanai.

- 1) *Uzrakstiet hlora iegūšanas vienādojumu nātrija hlorīda ūdens šķīduma elektrolīzes procesā.*
- 2) *Aprēķiniet, cik liela masa sāls, kurā nātrija hlorīda masas daļa ir 98%, nepieciešama, lai ar iegūto hloru varētu piepildīt 20 litru balonu, un hlora blīvums tajā būtu 1,5 g/cm<sup>3</sup>?*
- 3) *Kādus vēl bez hlora ķīmiskās rūpniecības produktus iegūst nātrija hlorīda elektrolīzes procesā? Aprēķiniet to daudzumus un masas!*
- 4) *Cik lielu tilpumu normālos apstākļos aizņems vienā balonā sapildītā hlora gāze?*
- 5) *Cik lielā tilpumā gaisa jāizdalās vienā balonā sapildītajai gāzei, lai tā koncentrācija gaisā nepārsniegtu maksimāli pieļaujamo koncentrāciju? Pieņemiet, ka telpai ir kuba forma, aprēķiniet tā skaldnes garumu!*
- 6) *Hlors daļēji reaģē ar ūdeni un veido hlorūdeni. Uzrakstiet atbilstošo reakcijas vienādojumu!*
- 7) *Cik lielu tilpumu ūdens var dezinficēt ar vienā balonā esošo hlora gāzi, ja vienam kubikmetram ūdens patērē 5 g hlora?*
- 8) *Cik kg nātrija sārma būtu nepieciešami vienā balonā esošā hlora saistīšanai, pieņemot, ka reakcija notiktu ar 100% iznākumu?*

11.  6 p.

Laižot gāzveida vienkāršu vielu **A** virs bināra savienojuma **B** -40 °C temperatūrā, iegūst divus jaunus savienojumus **X** un **Y**. Pieliekot savienojuma **Y** šķīdumam MnO<sub>2</sub>, iegūst bināro savienojumu **B** un skābekli.

Savienojuma **B** ķīmiskās īpašības ir ārkārtīgi līdzīgas H<sub>2</sub>O ķīmiskajām īpašībām. Tā kušanas temperatūra ir 3,81 °C, bet, tam reaģējot ar Na, izdalās gāze **C**, kuras relatīvais blīvums pret ūdeņradi ir 2. **C** reaģē ar skābekli veidojot **B**.

1. *Kas ir vielas A, B un X, Y?*
2. *Kāds ir savienojuma B triviālais nosaukums?*
3. *Uzrakstiet reakciju, kura notiek, laižot gāzi A virs B -40 °C temperatūrā. Pie kāda tipa reakcijām tā pieder?*
4. *Kādas funkcijas pilda MnO<sub>2</sub> reakcijā ar Y?*

12. 11,12 6 p.

Metālus pēc to aktivitātes var sakārtot “metālu aktivitātes rindā”, kuru jūs pazīstat kopš pamatskolas. Šī rinda ir šāda:

**Li, K, Ca, Na, Mg, Al, Zn, Cr, Fe, Ni, Pb, H, Cu, Ag, Pt, Au**

1) *Kāda metālu īpašība ir pamatā šīs rindas izveidei?*

2) *Kāpēc metālu rindā iekļauts ūdeņradis?*

Ķīmiķiem ir zināmi šādi eksperimentu dati:

- a) aktīvos metālus kāliju un nātriju iespējams iegūt, 900 °C temperatūrā karsējot izkausētus šo metālu hlorīdus maisījumā ar magniju inertā atmosfērā;
  - b) cinku, hromu un niķeli, kuri aktivitātes rindā ir pirms ūdeņraža, ir iespējams elektrolītiski nogulsnēt uz metāla elektroda virsmas no šo metālu sāļu ūdens šķīdumiem, to izmanto arī tehnikā (cinkošana, hromēšana, niķelēšana);
  - c) ja vara skaidiņas novieto vaļējā traukā (vārglāzē) virs verdošas sāļsskābes, pēc kāda laika sāļsskābes šķīdums sāk krāsoties zaļā krāsā. Šķīdumu atšķaidot ar ūdeni, tā krāsa mainās uz gaiši zilu.
- 3) *Izkaidrojiet eksperimentos novēroto un pamatojiet, vai šie rezultāti ir pretrunā ar metālu kārtību aktivitātes rindā! Uzrakstiet reakciju vienādojumus!*
- 4) *Vai vari ieteikt vēl kādu metodi, kā varu iespējams izšķīdināt sāļsskābē?*

13. 12 4 p.

Divas jaunās ķīmiķes Santa un Sanita nolēma iegūt *p*-brombenzoscābi. Sākumā viņas abas ņēma toluolu un ar to veica šādas pārvērtības:

- a) Santa to vispirms oksidēja un tad dzelzs skaidiņu klātienē monobromēja, ieguva produktu A.
- b) Sanita darīja savādāk. Viņa vispirms toluolu monobromēja dzelzs skaidiņu klātienē un tad oksidēja ar kālija permanganātu, galarezultātā ieguva produktu B, kura sastāvā bija arī *p*-brombenzoscābe.

*Uzrakstiet notikušo reakciju shēmas un nosauciet galarezultātā iegūtās vielas! Kura no jaunajām ķīmiķēm bija izvēlējusies pareizo sintēzes ceļu? Ko vēl nepieciešams darīt, lai iegūtu tīru *p*-brombenzoscābi?*

14. 12 6 p.

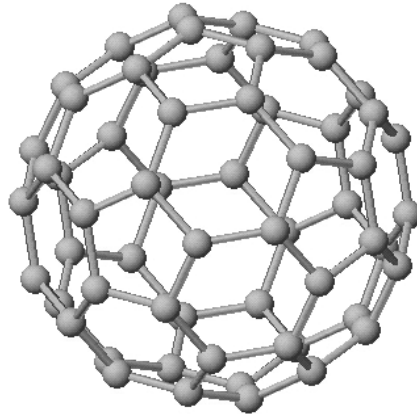
Sadedzinot 200,4 mg kāda kaprona izstrādājuma parauga, ieguva 255,5 mL oglekļa(IV) oksīda (20 °C, 1 atm), 21,29 mL slāpekļa un 175,3 μL ūdens.

- a. *Nosakiet kaprona molekulas elementārposmu.*
- b. *Kapronam nav ne skābes, ne bāzes īpašību. Kaprons ir elastīgs materiāls, kas viegli veido pavedienus. Vielām, kas veido šādus materiālus, molekulas parasti ir lineāras. Uzrakstiet, kāda varētu būt kaprona struktūrformula.*
- c. *Kaprona izstrādājumu izturību nosaka ūdeņraža saites, kas veidojas starp paralēli novietotām kaprona molekulām (līdzīgi kā tas ir olbaltumvielā). Attēlojiet šīs ūdeņraža saites.*

- d. *Kaprons ir stabils bāziskā vidē, turpretim skābā vidē kaprona izstrādājumi ātri sadalās. Uzrakstiet vienādojumu reakcijai, kas ar kapronu notiek skābā vidē.*
- e. *Kapronu iegūst no savienojuma, kura elementārformula ir tāda pati kā kapronam. Kāda varētu būt tā struktūrformula, ja zināms, ka šis savienojums neatkrāso bromūdeni?*

15.  8 p.

Pagājušā gadsimta beigās tika atklāts jauns oglekļa alotropiskais veids – fullerēni. Pazīstamākajam no tiem molekulā ir 60 oglekļa atomi, un molekulai ir futbola bumbas forma (skat. attēlu).



- a. *Kāda ir oglekļa atomu hibridizācija  $C_{60}$ -fullerēnā?*
- b.  *$C_{60}$ -fullerēna struktūranalīzes dati pierāda, ka visas saites tajā nav vienādas. Saītes, kas ietvertas divos sešlocekļu ciklos, ir ievērojami īsākas nekā saītes, kas ietvertas vienā sešlocekļu ciklā un vienā pieclocekļu ciklā. Paskaidrojiet, kāda ir katras saītes kārtā  $C_{60}$ -fullerēnā. Nosakiet, cik katra veida saīšu veido katrs oglekļa atoms. Uzzīmējiet fullerēna molekulas fragmentu un uzskatāmi attēlojiet zīmējumā katras viena oglekļa atoma veidotās saītes kārtu.*
- c. *Vērīgi aplūkojiet  $C_{60}$ -fullerēna struktūru un salīdziniet  $C_{60}$ -fullerēna elektrovadīt-spēju ar grafīta elektrovadītspēju un dimanta elektrovadītspēju.*
- d. *Salīdziniet  $C_{60}$ -fullerēna kušanas temperatūru ar grafīta kušanas temperatūru un dimanta kušanas temperatūru.*
- e. *Salīdziniet  $C_{60}$ -fullerēna cietību ar grafīta cietību un dimanta cietību.*
- f. *Salīdziniet  $C_{60}$ -fullerēna šķīdību organiskos šķīdinātājos ar grafīta šķīdību un dimanta šķīdību. Ja jūs domājat, ka  $C_{60}$ -fullerēns varētu šķīst organiskos šķīdinātājos, nosauciet kādu piemērotu šķīdinātāju un pamatojiet savu izvēli.*
- g. *Salīdziniet  $C_{60}$ -fullerēna ķīmiskās īpašības ar benzola īpašībām un ar etilēna īpašībām (ņemiet vērā b punktā minētos datus). Paskaidrojiet, kāda veida reakcijas varētu būt raksturīgas  $C_{60}$ -fullerēnam. Izmantojot molekulformulas, uzrakstiet vienādojumu  $C_{60}$ -fullerēna reakcijai ar vienu molekulu broma. Paskaidrojiet, vai šai reakcijai nepieciešams katalizators.*

16.  9 p.

Zobu pasta *BLEND-A-MED Active Fresh* satur cinka laktātu (pienskābes cinka sāli)  $[\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COO}]_2\text{Zn}$ , kas kavē mikroorganismu attīstību mutes dobumā.

- a. *Cinka laktātu var iegūt no cinka oksīda un pienskābes. Uzrakstiet atbilstošās reakcijas vienādojumu.*

- b. Pienskābi iegūst no piena, tā raudzēšanai izmantojot *Lactobacillus delbrueckii* vai citas pienskābās baktērijas. Šīs baktērijas izmanto pienskābes iegūšanai arī no glikozes šķīdumiem. *Lactobacillus delbrueckii* iedarbībā no glikozes rodas tikai pienskābe. ***Uzrakstiet reakcijas vienādojumu.***
- c. Glikozes sadegšanas entalpija ir  $-2816 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ , bet pienskābes sadegšanas entalpija ir  $-1364 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ . ***Aprēķiniet entalpiju reakcijai, kurā no glikozes veidojas pienskābe. Kā varētu mainīties reakcijas maisījuma temperatūra šīs reakcijas gaitā?***
- d. ***Aprēķiniet, cik kilogramus pienskābes var iegūt no 1,0 tonnas 11% glikozes šķīduma. Aprēķiniet, cik kilogrami cinka oksīda jāpievieno iegūtajam pienskābes šķīdumam, lai visa pienskābe pārvērstos cinka laktātā. Cik liela ir cinka laktāta masas daļa iegūtajā šķīdumā?***
- e. Cinka laktāts ir kompleksais savienojums. Tā molekulā katra laktātjona karboksilgrupas viens skābekļa atoms un hidroksilgrupas skābekļa atoms ir saistīts ar cinka jonu. ***Uzzīmējiet cinka laktāta struktūrformulu, uzskatāmi parādot tā telpisko uzbūvi.***
- f. Pienskābei ir divi telpiskie izomēri (stereoizomēri). ***Uzzīmējiet to struktūrformulas, uzskatāmi parādot katra izomēra telpisko uzbūvi.***

**Vēlam veiksmi risināšanā!**

## Latvijas 45. Nacionālā ķīmijas olimpiāde Teorētiskie uzdevumi. Atrisinājumi.

1. 9 5 p.

- a. Pēc eksperimenta atlikušā nātrija hidroksīda masa  $m(\text{NaOH}) = 2,37 \text{ g}$ , tātad eksperimenta gaitā ar oglekļa(IV) oksīdu izreaģēja  $m(\text{NaOH, izr.}) = 3,00 - 2,37 = 0,63 \text{ g}$ ,  $n(\text{NaOH, izr.}) = 0,0158 \text{ mol}$ .  
 $n(\text{CO}_2) = n(\text{NaOH, izr.})/2 = 7,88 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ ;  
 $n(\text{CO}_2) = n(\text{C})$ ,  $m(\text{C}) = 0,0945 \text{ g}$ ;  
tātad parafīnā  $w(\text{C}) = 85\%$ ,  $w(\text{H}) = 1 - w(\text{C}) = 15\%$ .
- b. Parafīna degšanai patērētā skābekļa daudzums  $n(\text{O}_2) = n(\text{C}) + 0,25n(\text{H}) = (0,111 \cdot 0,85/12) + (0,111 \cdot 0,25 \cdot 0,15/1) = 0,0120 \text{ mol}$ ,  $V(\text{O}_2) = V(\text{šķ.}) = 0,269 \text{ l} = 269 \text{ ml}$ .
- c. Pirms reakcijas kupolā bija  $V_0(\text{O}_2) = 0,21 \cdot 2,0 = 0,42 \text{ l}$ , pēc eksperimenta –  $V(\text{O}_2) = 0,42 - 0,269 = 0,151$ . Gaisa tilpums pēc eksperimenta  $V_g = 2,0 - 0,269 = 1,73 \text{ l}$ . Skābekļa tilpumdaļa kupolā pēc eksperimenta  $\varphi(\text{O}_2) = 8,7\%$ , slāpekļa tilpumdaļa  $\varphi(\text{N}_2) = 91,3\%$ .
- d. Sveči nodzēsa, jo degšanas beigās, kad skābekļa palicis maz, varētu rasties parafīna nepilnīgas sadegšanas produkti, tādēļ precīzu kvantitatīvu analīzi nebūtu iespējams veikt. Sveči nodzēst var ar dažādiem paņēmieniem, kas iepriekš jāparedz, lai to varētu izdarīt, neatverot kupolu.

2. 9 5 p.

Oksīdu vispārīgā formula ir  $\text{E}_2\text{O}_x$ , kur  $x \in \{1,2,3,4,5,6,7,8\}$

$$16x = 1,066M(E) + 8,523x$$

$$7,47x = 1,066M(E) \quad w(\text{O}) = \frac{x \cdot M(\text{O})}{2M(E) + x \cdot M(\text{O})} = \frac{16x}{2M(E) + 16x} = 0,533$$

$$M(E) = \frac{7,47x}{1,066} = 7,01x$$

Pārbaudām visus iespējamus gadījumus, kad  $x \in \{1,2,3,4,5,6,7,8\}$ :

(1p.)

$$\text{ja } x = 1, \text{ tad } M(E) = 7,01 \cdot 1 = 7,01 \approx 7 \text{ g/mol} \quad \Rightarrow \text{Li (litijs)}$$

$$\text{ja } x = 2, \text{ tad } M(E) = 7,01 \cdot 2 = 14,0 \text{ g/mol} \quad \Rightarrow \text{N (slāpekļis)}$$

$$\text{ja } x = 3, \text{ tad } M(E) = 7,01 \cdot 3 = 21,0 \text{ g/mol} \quad \Rightarrow \text{taada elementa nav}$$

$$\text{ja } x = 4, \text{ tad } M(E) = 7,01 \cdot 4 = 28,0 \text{ g/mol} \quad \Rightarrow \text{Si (silicijs)}$$

$$\text{ja } x = 5, \text{ tad } M(E) = 7,01 \cdot 5 = 35,0 \text{ g/mol} \quad \Rightarrow \text{taada elementa nav}$$

(Cl neatbilst, jo taa  $M = 35,5 \text{ g/mol}$ )

$$\text{ja } x = 6, \text{ tad } M(E) = 7,01 \cdot 6 = 42,0 \text{ g/mol} \quad \Rightarrow \text{taada elementa nav}$$

$$\text{ja } x = 7, \text{ tad } M(E) = 7,01 \cdot 7 = 49,1 \text{ g/mol} \quad \Rightarrow \text{taada elementa nav}$$

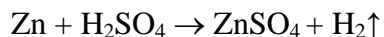
$$\text{ja } x = 8, \text{ tad } M(E) = 7,01 \cdot 8 = 56,1 \text{ g/mol} \quad \Rightarrow \text{taada elementa nav}$$

(Fe neatbilst, jo taa  $M = 55,8 \text{ g/mol}$  un Fe nav 8 – vertīgs)

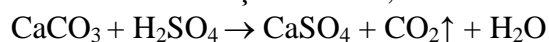
Atbilde. Minētais oksīds ir  $\text{Li}_2\text{O}$ , NO vai  $\text{SiO}_2$ . (1p.)



3.  4 p.

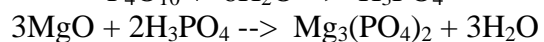
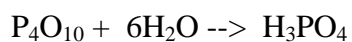
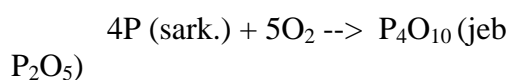
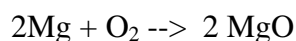
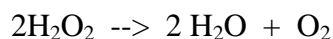


Masas zuduma daļa  $2/65 = 0,0308$



Masas zuduma daļa  $44/100 = 0,44$

4.  8 p.

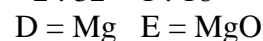


$\text{O}_2$

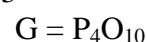


Vielā A  $m_{\text{H}} : m_{\text{O}} =$

$$= 2 : 32 = 1 : 16$$



$$M_{\text{Mg}} : M_{\text{MgO}} = 24,3 : 40,3 = 0,603$$



ūdenī

5.  4 p.

$$M(\text{CuSO}_4) = 160 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 250 \text{ g/mol}$$

Ja no 175,4 g šķīduma izkristalizējas  $n$  moli  $\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$

$$\frac{75,4 - 160n}{100 - 90n} = \frac{17,4}{100} \quad n = 0,4018 \text{ moli}$$

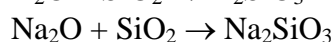
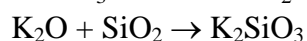
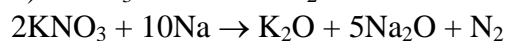
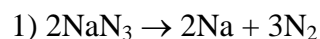
$$175,4 \dots 0,4018 \text{ moli}$$

$$200 \dots x \text{ moli}$$

$$x = 0,458 \text{ moli}$$

$$m = 0,458 \cdot 250 = 114,5 \text{ g}$$

6.  6 p.



$$n = pV/RT \quad n = 1 \cdot 74 / 0,08206 \cdot 298 = 3,027 \text{ mol} \quad n_x = n(\text{NaN}_3)$$

$$2n_x/10 = n(\text{KNO}_3) \quad n(\text{N}_2) = 3n_x/2 \quad n(\text{N}_2) = n_x/10$$

$$3n_x/2 + n_x/10 = 3,027 \quad 16n_x = 30,27 \quad n_x = 1,89 \text{ mol} \quad m(\text{NaN}_3) = 123 \text{ g}$$

$$m(\text{KNO}_3) = 38,2 \text{ g} \quad n(\text{K}_2\text{O}) = n_x/10 \quad n(\text{Na}_2\text{O}) = n_x/2$$

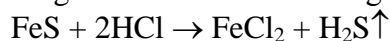
$$n(\text{SiO}_2) = 1,134 \text{ mol} \quad m(\text{SiO}_2) = 68,04 \text{ g}$$

7. 10 9 p.

- a) A –  $\text{BaO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  (1 punkts par katru)  
B –  $\text{BaO}_2$
- b)  $\text{BaO}_2$  lieto koncentrēto  $\text{H}_2\text{O}_2$  šķīdumu iegūšanai, pirotehnikā, organiskajā sintēzē... (0,5 punkta par katru)
- c)  $\text{BaO}_2$  augstākā temperatūrā sadalās (1 punkts)
- d)  $m_1$  –  $\text{BaO} + \text{BaO}_2$  masa  
 $m_2$  –  $\text{BaSO}_4$  masa  
 $\omega$  –  $\text{BaO}_2$  saturs paraugā  
 $\omega m_1 / 169,326 + (1 - \omega) m_1 / 153,326 = m_2 / 233,391$   
 $\omega = 10,569 - m_2 / 0,1440 m_1$  (2 punkti)
- e)  $0,534 = 53,4\%$  (1 punkts)
- f)  $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{BaO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O} \downarrow$  (0,25 punkti par katru)  
 $\text{BaO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{BaO}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$   
 $2\text{BaO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{BaO}_2$   
 $2\text{BaO}_2 \rightarrow 2\text{BaO} + \text{O}_2 \uparrow$   
 $3\text{BaO}_2 + 8\text{HCl} \rightarrow 3\text{BaCl}_2 + 4\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow$   
 $\text{BaO} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$   
 $\text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4 + 2\text{HCl}$

8. 10, 11 10 p.  
A – sērūdeņradis,  $\text{H}_2\text{S}$  B – fosfīns,  $\text{PH}_3$  (2 p.)

Sērūdeņradi var iegūt metālu sulfīdiem reaģējot ar stiprām skābēm, piem.,



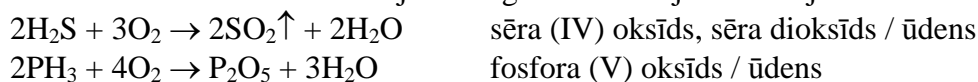
izdalījušos sērūdeņradi var noteikt pēc raksturīgās nepatīkamās smakas – puvušu olu smaka (1 p.)

Tad var aprēķināt maisījuma molmasu, izejot no dotā relatīvā blīvuma pret gaisu:

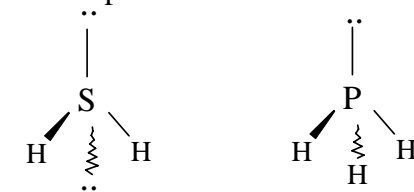
$$M(\text{maisījums}) = D \cdot M(\text{gaiss}) = 1,18 \cdot 29 = 34,2 \text{ g/mol}$$

Šāda molmasa atbilst sērūdeņradim, bet tā kā teikts, ka maisījumā ir vēl viena gāze, tad jāsecina, ka arī šai gāzei ir šāda pat molmasa. Zināms, ka šī gāze satur pirmo ķīmisko elementu – ūdeņradi un tāpat tā var būt tikai un vienīgi  $\text{PH}_3$  (fosfīns) – indīga gāze ar ķiploku smaržu.

Tagad atliek tikai uzrakstīt šo savienojumu degšanas reakciju vienādojumus:



un uzzīmēt šo molekulu telpiskos attēlus:

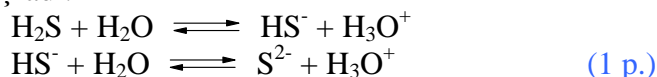


sērūdeņradis

fosfīns

(2 p.)

Protolīzes reakciju vienādojumi – ūdens šķīdumos protolīze notiek tikai ar sērūdeņradi:



fosfīns savas bāziskās īpašības uzrāda tikai stipri skābos ūdens šķīdumos, reaģējot ar pašiem stiprākajiem protonu donoriem, kā HI un HClO<sub>4</sub> un no tā varam secināt, ka tīrā ūdenī tas neprotonējas un ar sērūdeņražskābi, kas ir vāja skābe, nereaģē. (2 p.)

9. 10-11 8 p.

a. Lādiņa bilances vienādojums:

$$c(\text{HCO}_3^-) + 2c(\text{SO}_4^{2-}) + c(\text{Cl}^-) = 2c(\text{Ca}^{2+}) + 2c(\text{Mg}^{2+}) + c(\text{Na}^+) + c(\text{K}^+).$$

Vienādojuma kreisās puses maksimālā vērtība ir 37,2 mmol·dm<sup>-3</sup>, bet labās puses minimālā vērtība, ja neņem vērā kalcija jonu koncentrāciju, ir 21,3 mmol·dm<sup>-3</sup>. Tātad maksimālā iespējamā kalcija jonu koncentrācija minerālūdenī ir 7,95 mmol·dm<sup>-3</sup> jeb 318 mg·dm<sup>-3</sup>.

Vienādojuma kreisās puses minimālā vērtība ir 29,6 mmol·dm<sup>-3</sup>, bet labās puses maksimālā vērtība, ja neņem vērā kalcija jonus, ir 25,7 mmol·dm<sup>-3</sup>. Tātad minimālā iespējamā kalcija jonu koncentrācija minerālūdenī ir 1,95 mmol·dm<sup>-3</sup> jeb 78,0 mg·dm<sup>-3</sup>.

b. Uz etiķetes norādītas reāli noteiktās kalcija jonu koncentrācijas robežas. Kā redzams, praksē visu anjonu koncentrācija vienlaicīgi nesasniedz maksimālo vai minimālo iespējamo vērtību, kā arī visu katjonu koncentrācija (bez kalcija joniem) atbilstoši minimālo vai maksimālo vērtību.

c. Dabas minerālūdens sastāvs parasti nedaudz mainās. Ja uz etiķetes norādītas precīzas koncentrācijas, tad vai nu analīze veikta tikai vienam minerālūdens paraugam, vai arī šis minerālūdens nav dabīgs. Tas nenozīmē, ka ķīmiķi, kas analizējuši šo minerālūdeni, strādā precīzāk.

d.

i. Tās ir kalcija karbonāta nogulsnes (magnija karbonāta šķīdība ir daudz lielāka par kalcija karbonāta šķīdību).

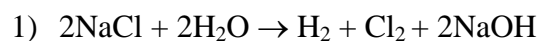
ii. No vaļējas pudeles ar minerālūdeni pamazām izdalās oglekļa(IV) oksīds, minerālūdens pH palielinās, līdz ar to palielinās arī karbonātjonu koncentrācija, tiek pārsniegta kalcija karbonāta šķīdības konstante un kalcija karbonāts nogulsņējas.

iii. Minerālūdenī *MANGAĻI* ir mazāka gan kalcija jonu koncentrācija, gan karbonātjonu koncentrācija, tādēļ kalcija karbonāta šķīdības konstante netiek pārsniegta un kalcija karbonāta nogulsnes neveidojas. Tas nebūt nenozīmē, ka minerālūdens *MANGAĻI* ir kvalitatīvāks.

iv. Protams, ūdeni ar šādām nogulsnēm var lietot pārtikā.

e. Gāzētā minerālūdenī hidroģēnkarbonātjonu koncentrāciju šādi noteikt nevar, jo no minerālūdens nepārtraukti izdalās oglekļa(IV) oksīds un hidroģēnkarbonātjonu koncentrācija samazinās.

10. 11 5 p.



2)  $m(\text{Cl}_2) = \rho V = 1,5 \cdot 20 = 30 \text{ kg}$

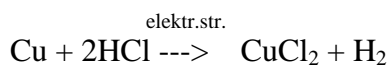
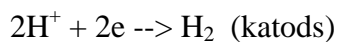
- $m(\text{NaCl}) = 2 \cdot 58,5 \cdot 30/71 \cdot 0,98 = 50,45 \text{ kg}$   
 3)  $n(\text{H}_2) = n(\text{Cl}_2) = 30/71 = 0,4225 \text{ kmol} \approx 0,42 \text{ kmol}$   
 $m(\text{H}_2) = 0,84 \text{ kg}$   
 $n(\text{NaOH}) = 2n(\text{H}_2) = 0,845 \text{ kmol}$   
 $m(\text{NaOH}) = 0,845 \cdot 40 = 33,8 \text{ kg}$   
 4)  $V = 0,4225 \cdot 22,4 = 9,46 \text{ m}^3$   
 5) 1 L .....0,001 mg  $\text{Cl}_2$   
    x ..... $30 \cdot 10^6 \text{ mg}$   
    x >  $30 \cdot 10^9 \text{ L}$      $30 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  ( kuba šķautne 310,7 m)  
 6)  $\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{HCl} + \text{HClO}$   
     $\text{HClO} \rightarrow \text{HCl} + \text{O}$   
 7)  $1 \text{ m}^3 \dots\dots 5 \text{ g}$   
    x  $\text{m}^3 \dots\dots 30 \cdot 10^3 \text{ g}$   
    x =  $6 \cdot 10^3 \text{ m}^3$   
 8)  $2\text{NaOH} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$   
 $m(\text{NaOH}) = 2 \cdot 40 \cdot 30/71 = 33,8 \text{ kg}$

11. 11                      6 p.

1.  $M(\text{C})=2\text{g/mol} \cdot 2=4\text{g/mol}$ , tas ir  $\text{D}_2$ .  
 Reaģējot ar skābekli, veidojas  $\text{D}_2\text{O}$  – **B**.  
**Y** – ir  $\text{D}_2\text{O}_2$ , kurš  $\text{MnO}_2$  klātienē sadalās par  $\text{D}_2\text{O}$  un skābekli.  
 Reaģējot **A** ar **B**, skābeklis tiek oksidēts, no vienkāršam gāzēm ( $\text{H}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{F}_2$  un cēlgāzēm) to izdarīt spēj tikai  $\text{F}_2$ . Līdz ar to **A** ir  $\text{F}_2$  un **X** ir  $\text{DF}$ .  
 2. Smagais ūdens.  
 3.  $\text{F}_2 + 2\text{D}_2\text{O} \rightarrow 2\text{DF} + \text{D}_2\text{O}_2$ . Oksidēšanas-reducēšanas reakcija.  
 4.  $\text{MnO}_2$  minētā reakcijā ir katalizators.

12. 11,12                      6 p.

- 1) Metālu elektrodu standartpotenciālu lielumi ūdens šķīdumā.  
 2) Ūdeņraža standartpotenciāls (reakcija  $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$ ) pieņemts par 0,00 V.  
 3) a) reakcija nenotiek ūdens šķīdumā, kausējumā līdzsvara novirzi pa labi izraisa nātrija vai kālija iztvaikošana 900 °C temperatūrā:  
 $2\text{NaCl} + \text{Mg} \rightarrow \text{MgCl}_2 + 2 \text{Na} \uparrow$   
 b) uz katoda (metāla detaļas) vajadzētu izdalīties ūdeņradim, nevis metālam; taču metāli nogulsņējas divu iemeslu dēļ – pirmkārt, metāla jonu koncentrācija elektrolītā parasti ir daudz lielāka nekā  $\text{H}^+$  koncentrācija, otrkārt, ūdeņraža jonu reducēšanos apgrūtina t.s. virsspriegums, kas ir īpaši augsts tieši ūdeņradim;  
 c) vaļējā traukā ir arī gaiss. Notiek reakcija:  
 $\text{Cu} + \frac{1}{2} \text{O}_2 + 4\text{HCl} \rightarrow \text{H}_2[\text{CuCl}_4] + \text{H}_2\text{O}$   
 Kompleksie anjoni  $[\text{CuCl}_4]^{2-}$  nokrāso šķīdumu zaļu. Atšķaidot ar ūdeni, komplekss hidrolizējas:  $[\text{CuCl}_4]^{2-} + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow [\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+} + 4 \text{Cl}^-$   
 Tātad eksperimentu rezultāti nav pretrunā ar metālu aktivitātes rindu, jo tos izskaidro citas likumsakarības.  
 4) Piemērs: elektrolīze, varu izmantojot kā anodu:  
 $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-$  (anods)

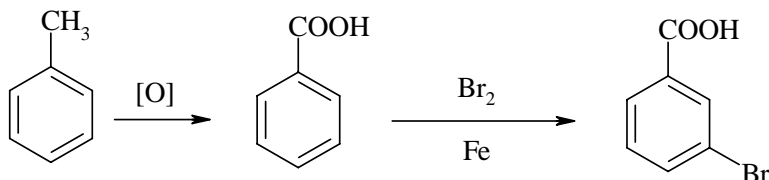


13.

12

4 p.

a)

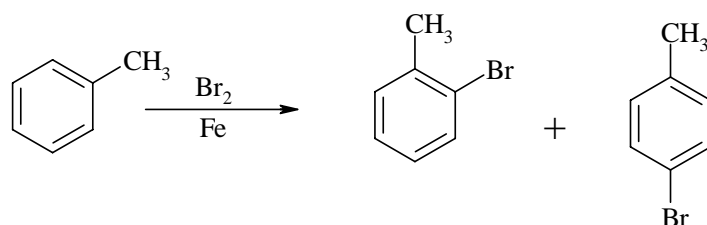


(1 punkts)

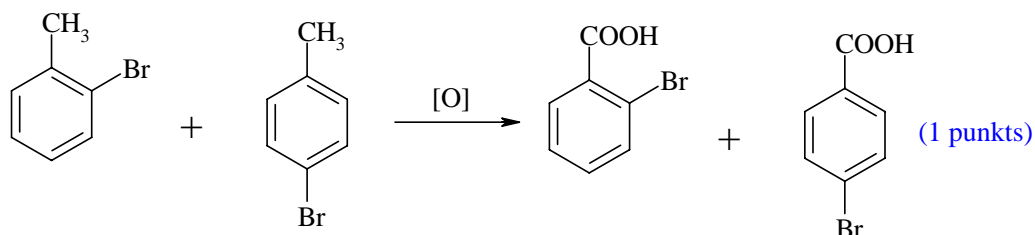
produkts A  
3-brombenzoscābe

(1 punkts)

b)



(2 punkti)



(1 punkts)

produkts B - divu vielu maisījums

2-brombenzoscābe + 4-brombenzoscābe

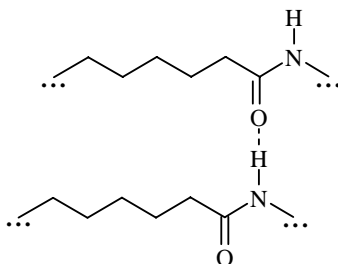
Vēl nepieciešams iegūto vielu maisījumu sadalīt un *p*-brombenzoscābi attīrīt no *o*-benzoscābes piemaisījumiem.

14.

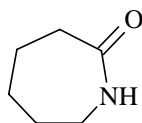
12

6 p.

- $(\text{C}_6\text{H}_{11}\text{NO})_n$
- Slāpekli saturoši savienojumi, kuriem nav ne skābes, ne bāzes īpašību, ir amīdi. Kaprons ir poliamīds. Kaprona struktūrformula ir šāda:  
 $-(\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})-\text{NH})_n-$
-



- d.  $-(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{C}(=\text{O})\text{NH})_n- + n \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow n \text{H}_3\text{N}^+\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$
- e. Savienojums ar molekulformulu  $\text{C}_6\text{H}_{11}\text{NO}$  vai nu ir nepiesātināts, vai nu tā molekula ir cikliska. Tā kā šis savienojums neatkrāso bromūdeni, tad tas ir ciklisks.

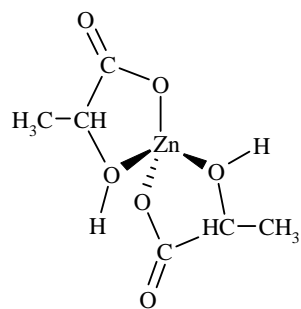


15. 12 **8 p.**

- a.  $sp^2$
- b. Īsākās saites ir dubultsaites (saites kārtā ir 2), garākās saites – vienkāršās saites (saites kārtā ir 1). Katrs oglekļa atoms veido vienu divkārtīgo saiti un divas vienkāršās saites.
- c.  $\text{C}_{60}$ -fullerēnā nav elektronu, kas varētu brīvi pārvietoties pa kristālrežģi, kā tas ir grafitā, tādēļ  $\text{C}_{60}$ -fullerēns neveda elektrisko strāvu.
- d. *Atbildi uz šo jautājumu un uz diviem nākamajiem jautājumiem nosaka tas, ka  $\text{C}_{60}$ -fullerēnam nav bezgalīgas struktūras kā grafitam un dimantam.*  
 $\text{C}_{60}$ -fullerēns sublimējas temperatūrā, kas zemāka par grafitā kušanas temperatūru un par temperatūru, kurā dimants pārvēršas grafitā (par pilnīgi pareizu uzskatāma arī atbilde, ka  $\text{C}_{60}$ -fullerēna kušanas temperatūra ir zemāka par grafitā un dimanta kušanas temperatūrām).
- e.  $\text{C}_{60}$ -fullerēnam molekulu saistību kristālā nodrošina vāji Van der Vālsa spēki, tādēļ tas ir daudz mīkstāks par dimantu un aptuveni tikpat mīksts kā grafit.
- f.  $\text{C}_{60}$ -fullerēns šķīst vairākos organiskos šķīdinātājos, piemēram, aromātiskajos ogļūdeņražos (benzolā, toluolā), kuru struktūra ir līdzīga  $\text{C}_{60}$ -fullerēna struktūrai.
- g. Tā kā visas saites  $\text{C}_{60}$ -fullerēna molekulā nav vienādas, tātad tas nav aromātisks savienojums un tam raksturīgas alkēnu ķīmiskās reakcijas. Ļoti viegli notiek pievienošanas reakcijas  $\text{C}=\text{C}$  dubultsaitei, piemēram,  $\text{C}_{60} + \text{Br}_2 \rightarrow \text{C}_{60}\text{Br}_2$ .

16. 12 **9 p.**

- a.  $\text{ZnO} + 2 \text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH} \rightarrow [\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COO}]_2\text{Zn} + \text{H}_2\text{O}$
- b.  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2 \text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$
- c.  $\Delta H_{r\text{-ja}} = -2816 - 2 \cdot (-1364) = -88 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ . Reakcijas maisījumam vajadzētu sasilt.
- d. Var iegūt 110 kg pienskābes. Šķīdumam jāpievieno 49,5 kg cinka oksīda. Iegūtais šķīdums satur 14% cinka laktāta.
- e.



f.

