

# KEEMIAÜLESANNETE LAHENDAMISE LAHTINE VÕISTLUS

Noorem rühm (9. ja 10. klass)

3. oktoober 2020

## Lahendus 1. Etüleenglükool süsinikdioksiidist

Kokku 7 p

Allikas: [cen.acs.org/business/petrochemicals/Polyester-made-coal-China-betting/97/i3](http://cen.acs.org/business/petrochemicals/Polyester-made-coal-China-betting/97/i3)

Kuna tegelikkuses sõltub kivisöest saadava CO ja H<sub>2</sub> täpne suhe tingimustest, mille juures protsesse läbi viiakse, siis antud ülesandes oli tehtud lihtsustus ning kivisöe asemel kasutati metaani.

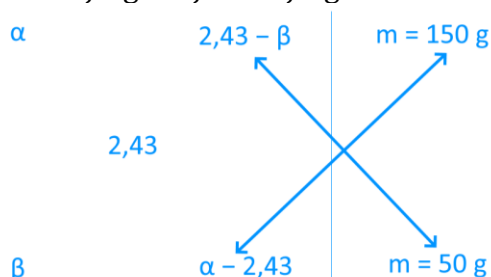
- a)  $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} = 3\text{H}_2 + \text{CO}$  (1)  
 $4\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{N}_2\text{O}_3$  (1)  
 $\text{N}_2\text{O}_3 + 2\text{CH}_3\text{OH} = \text{H}_2\text{O} + 2\text{NO}_2\text{CH}_3$  (1)  
 $2\text{NO}_2\text{CH}_3 + 2\text{CO} = 2\text{NO} + \text{C}_4\text{H}_6\text{O}_4$  (1)  
 $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_4 + 4\text{H}_2 = 2\text{CH}_3\text{OH} + \text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$  (1)
- b) Summaarne reaktsioonivõrrand:  $4\text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 = 4\text{H}_2 + 2\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$  (2)

## Lahendus 2. Pearsoni ruut

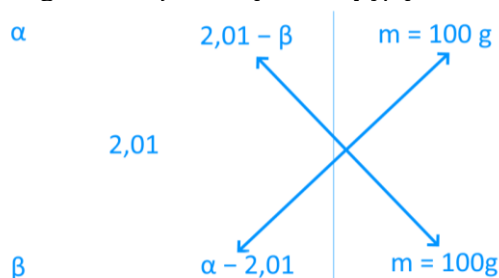
Kokku 10 p

Allikas: <http://www.techniquesinhomewinemaking.com/blog/how-does-blending-impact-ph/>

- a) Kui massiprotsent tassis M on 2,43% ja tassis N on 2,01%, siis tassi M jaoks saame Pearsoni ruudu järgi kirjutada järgmise avaldise:  $(2,43 - \beta)/(\alpha - 2,43) = 150/50 = 3$ .



ning tassi N jaoks:  $(2,01 - \beta)/(\alpha - 2,01) = 100/100 = 1$ .



Koostame lineaarvõrrandsüsteemi:

$$2,43 - \beta = 3 \cdot (\alpha - 2,43)$$

$$2,01 - \beta = \alpha - 2,01$$

$$3\alpha + \beta = 4 \cdot 2,43$$

$$\alpha + \beta = 2 \cdot 2,01$$

$$\text{Lahendid: } \alpha = 2,85 \text{ ja } \beta = 1,17$$

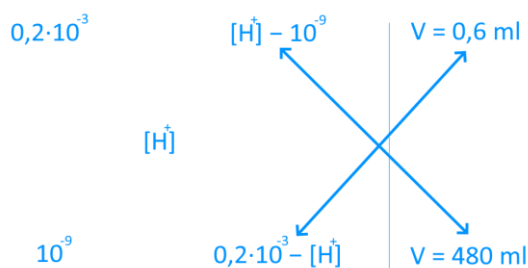
(2)

Seega teekannus A on massiprotsent 2,85% ja teekannus B 1,17%.

(2)

- c) Kui teekannu põhja jäänud tees on  $[\text{H}^+] = 0,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$ , siis

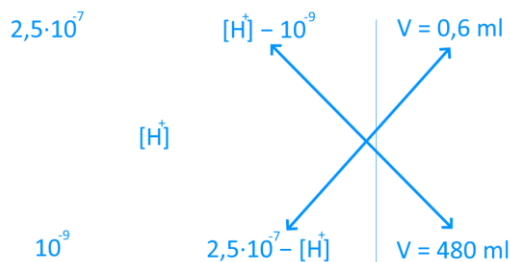
i) pärast esimest teekannu täitmist veega, saab kasutades Pearsoni ruutu selles oleva lahuse kohta kirjutada järgneva avaldise:  $([\text{H}^+] - 10^{-9})/(0,2 \cdot 10^{-3} - [\text{H}^+]) = 0,6/480$ .



(1)

Lahendades antud avaldise, saame, et ääreni täidetud teekannus oli vesinikioonide kontsentratsioon  $2,5 \cdot 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$  ja lahus oli seega **violetse** värvusega. (2)

ii) pärast teist teekannu täitmist veega, saab kirjutada kasutades Pearsoni ruutu aga avaldise:  $([H^+] - 10^{-9}) / (2,5 \cdot 10^{-7} - [H^+]) = 0,6 / 480$ .



(1)

Lahendades antud avaldise, saame, et pärast teistkordset teekannu ääreni täitmist oli vesinikioonide kontsentratsioon lahuses  $1,3 \cdot 10^{-9} \text{ mol/dm}^3$  ja lahus oli seega **sinakasroheline** värvusega. (2)

### Lahendus 3. Mineraalne "lumi"

Kokku 10 p

**Allikad:** Erika Kohler-i artiklid ja [www.mindat.org](http://www.mindat.org) (pildid). Schaefer, L.; Fegley, B. *Metallic Snow in the Venusian Highlands*. *Bulletin of the American Astronomical Society*, vol. 35, p.984 (2003).

Gilmore, M; Treiman, A; Helbert, J; Smrekar, S. *Venus Surface Composition Constrained by Observation and Experiment*. *Space Science Reviews*, vol. 212, 1511–1540 (2017).



- a) A valem on  $X_4S_6$  ning B valem on  $Y_4S_4$ . Väavli o.a on  $-II$ .  
 $o.a(X) = -(-2) \cdot 6/4 = +3$  ehk III ja  $o.a(Y) = -(-2) \cdot 4/4 = +2$  ehk II (2)
- b) Kuuendas perioodis on naaberelementide paarideks, millele o.a-d oleksid vastavalt II ja III: Ba ja La, Eu ja Gd, Pt ja Au, Hg ja Tl ning Pb ja Bi. Aatommassi järgi sobivad **Pb** ja **Bi**. (2)
- c) Väavli sisaldus sulfiidis PbS võrdub 13,40%. Väavli sisaldus sulfiidis  $Bi_2S_3$  on 18,71%. Kuna  $A(Bi) \approx A(Pb)$ , siis väavli massiprotsendiline sisaldus segasulfiidis  $xPbS \cdot yBi_2S_3$  sõltub lineaarselt metallide keskmistest oksüdatsiooniastmest ( $z = (2x + 3y)/(x + 2y)$ ):  
 $w(S) = z \cdot (18,71 - 13,40)\% + 13,40\% - 2 \cdot (18,71 - 13,40)\% = z \cdot 5,31\% + 2,84\%$  (1)  
 Kui  $w(S) = 15,61\%$ , siis  $z = 2,40 = 12/5 \Rightarrow 3PbS \cdot 1Bi_2S_3 = \mathbf{Pb_3Bi_2S_6}$  (lillianite) (1)  
 Kui  $w(S) = 16,15\%$ , siis  $z = 2,50 = 5/2 \Rightarrow 2PbS \cdot 1Bi_2S_3 = \mathbf{Pb_2Bi_2S_5}$  (cosalite) (1)  
 Kui  $w(S) = 17,02\%$ , siis  $z = 2,67 = 8/3 \Rightarrow 1PbS \cdot 1Bi_2S_3 = \mathbf{PbBi_2S_4}$  (galenobismutite) (1)
- d) Molekulidel puudub nende sümmeetria tõttu dipoolmoment. (1)  
 Igal elemendil antud molekulides on vähemalt üks vaba elektronipaar, mis takistab kondenseerumist ja lihtsustab aurustamist. (1)

**Lahendus 4. Maakoore koostis****Kokku 14 p**

*Allikas: Schultz, E; Fully Exploiting the Potential of the Periodic Table through Pattern Recognition. Journal of Chemical Education, vol. 82, 1649–1657 (2005).*

- a) Aluseline oksiid:  $K_2O$ ,  $Na_2O$ ,  $CaO$  või  $MgO$ . (1)  
 Amfoteerne oksiid:  $Al_2O_3$ . (1)  
 Happeline oksiid:  $SiO_2$  või  $TiO_2$ . (1)
- b) Oletame, et meil on 1000 g maakoores sisalduvaid aatomeid. Tuginedes tabelis toodud andmetele, teame, et sellest  $0,0340 \cdot 1000 \text{ g} = 34,0 \text{ g}$  moodustab  $MgO$  ehk  $0,844 \text{ mol}$   $Mg$ . Lisaks teame tabeli põhjal, et sellele vastab 18  $Mg$  aatomit 1000 maakoores oleva aatomi kohta. Seega saame nn üleminekukoefitsiendi: **18 / 0,844 mol**. (1)  
 $K_2O: N(K) = 2 \cdot 0,0309 \cdot 1000 \text{ g} / [(2 \cdot 39,10 + 16,00) \text{ g/mol}] \cdot 18 / (0,844 \text{ mol}) = \mathbf{14}$  (1)  
 $CaO: N(Ca) = 0,0578 \cdot 1000 \text{ g} / [(40,08 + 16,00) \text{ g/mol}] \cdot 18 / (0,844 \text{ mol}) = \mathbf{22}$  (1)  
 $Al_2O_3: N(Al) = 2 \cdot 0,1816 \cdot 1000 \text{ g} / [(2 \cdot 26,98 + 3 \cdot 16,00) \text{ g/mol}] \cdot 18 / (0,844 \text{ mol}) = \mathbf{76}$  (1)  
 $SiO_2: N(Si) = 0,5690 \cdot 1000 \text{ g} / [(28,09 + 2 \cdot 16,00) \text{ g/mol}] \cdot 18 / (0,844 \text{ mol}) = \mathbf{202}$  (1)
- c) Sarnaselt eelmisele alapunktile, saame (teades üleminekukoefitsienti ja elemendi aatomite arvu 1000 maakoores oleva aatomi kohta) arvutada neile elementidele vastavate oksiidide massiprotsendilised sisaldused maakoores.  
 $\% (Na_2O) = 0,844 \text{ mol} / 18 \cdot 33 / 2 \cdot [(22,99 + 16,00) \text{ g/mol}] / (1000 \text{ g}) \cdot 100 = \mathbf{4,79\%}$  (1)  
 Rauda oksiidi massiprotsendi saame teades kõikide teiste oksiidide massiprotsente:  
 $\% (Fe_xO_y) = 100\% - 56,90\% - 18,16\% - 4,79\% - 5,78\% - 3,40\% - 3,09\% - 0,75\% = \mathbf{7,13\%}$  (1)
- d)  $N(O) + N(Fe) = 1000 - 202 - 76 - 33 - 22 - 18 - 14 - 2 = \mathbf{633}$  (1)  
 $N(O) - y/x \cdot N(Fe) = 202 \cdot 2 + 76 \cdot 3/2 + 33 \cdot 1/2 + 22 + 18 + 14 \cdot 1/2 + 2 \cdot 2 = \mathbf{585,5}$  (1)  
 $N(Fe) = 0,0713 \cdot 1000 \text{ g} / [(55,85 + y/x \cdot 16,00) \text{ g/mol}] \cdot 18 / (0,844 \text{ mol})$   
 $(1 + y/x) \cdot 0,0713 \cdot 1000 \text{ g} / [(55,85 + y/x \cdot 16,00) \text{ g/mol}] \cdot 18 / (0,844 \text{ mol}) = 47,5$   
 $(1 + y/x) / (3,49 + y/x) = 0,50$  (1)  
 $y/x = 3/2$   
 $o.a(Fe) = -(-2) \cdot y/x = \mathbf{+3}$  ehk **III** (1)

**Lahendus 5. Väärismetallide keemia****Kokku 12 p**

*Allikas: Hergu Kariku ja Kalle Truusi Elementide keemia.*

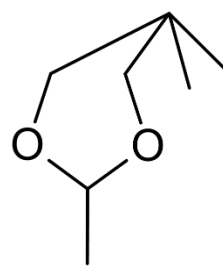
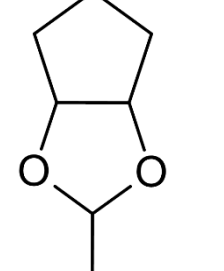
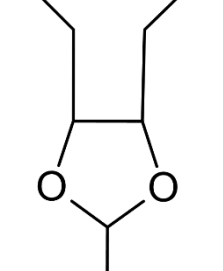
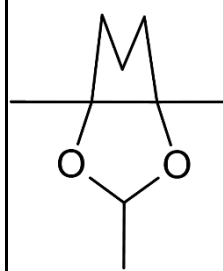
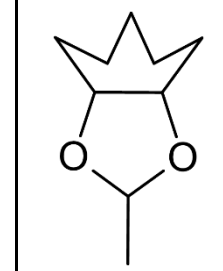

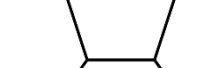
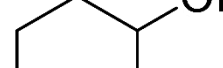

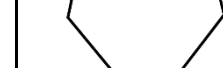
- a) **A** – Au, **B** – Ag, **C** –  $H_2S$ , **D** – HCl, **E** –  $HNO_3$ , **F** –  $H_2$ , (3)  
**G** –  $Cl_2$ , **H** –  $NO_2$ , **I** – NOCl, **J** –  $AuCl_3$ , **K** –  $AgNO_3$ , **L** –  $Ag_2S$  (3)
- b) **Reaktsioon 1:**  $2NaCl + 2H_2O \rightarrow Cl_2 + 2NaOH + H_2$  (1)  
**Reaktsioon 2:**  $4NO_2 + 2H_2O \rightarrow 2HNO_3 + NO + NO_2 + H_2O$  (1)  
 või  $3NO_2 + H_2O \rightarrow 2HNO_3 + NO$   
**Reaktsioon 3:**  $3HCl + HNO_3 \rightarrow NOCl + 2H_2O + 2Cl$  (1)  
**Reaktsioon 4:**  $Au + 3Cl \rightarrow AuCl_3$  (1)  
**Reaktsioon 5:**  $3Ag + 4HNO_3 \rightarrow 3AgNO_3 + NO + 2H_2O$  (1)  
**Reaktsioon 6:**  $4Ag + 2H_2S + O_2 \rightarrow 2Ag_2S + 2H_2O$  (1)

### Lahendus 6. Kunstliliputid

Kokku 10 p

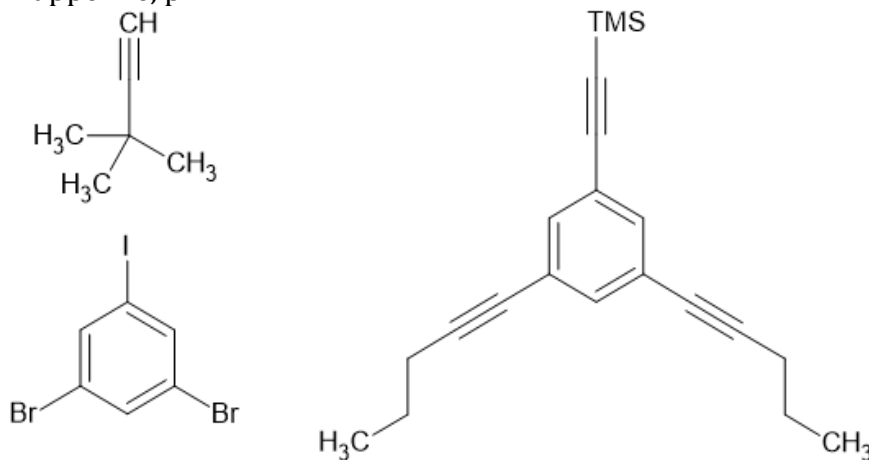
*Allikas: Chanteau, S.H; Ruths, T; & Tour, J.M; Arts and Sciences Reunite in Nanoput: Communicating Synthesis and the Nanoscale to the Layperson. Journal of Chemical Education, vol. 80, 395–400 (2003).*

a)

"Jõumees" (1)	"Veiderdaja" (1)	"Pagar" (1)	"Kauboi" (1)	"Kuningas" (1)
				
				

b) Happeline, pH < 7.

(1)



c)

TMS = -Si(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>.

(3)

d) R-Cl << R-Br < R-I

(1)

### Lahendus 7. Volhardi tiitrimine

Kokku 13 p

*Allikad: [www.titrations.info/precipitation-titration-argentometry-chlorides-Volhard](http://www.titrations.info/precipitation-titration-argentometry-chlorides-Volhard); [www.canterbury.ac.nz/media/documents/science-outreach/chloride\\_volhard.pdf](http://www.canterbury.ac.nz/media/documents/science-outreach/chloride_volhard.pdf)*

a)  $\text{Ag}^+ + \text{NO}_3^- + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl}\downarrow + \text{NO}_3^-$

(1)

või  $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl}\downarrow$

$\text{K}^+ + \text{SCN}^- + \text{Ag}^+ + \text{NO}_3^- \rightarrow \text{AgSCN}\downarrow + \text{K}^+ + \text{NO}_3^-$  või taandatud

(1)

või  $\text{SCN}^- + \text{Ag}^+ \rightarrow \text{AgSCN}\downarrow$

b) Leiame, mitu mooli hõbeioone lisati proovile:

$n(\text{Ag}^+) = 0,05000 \text{ dm}^3 \cdot 0,1000 \text{ mol/dm}^3 = 0,005000 \text{ mol}$

(1)

Leiame, mitu mooli titranti kulus tiitrimiseks:

$n(\text{SCN}^-) = 0,03947 \text{ dm}^3 \cdot 0,1000 \text{ mol/dm}^3 = 0,003947 \text{ mol}$

(1)

Tiitrimisreaktsiooni käigus reageerivad vabad hõbeioonid tiotsüanaatioonidega suhtes 1:1, seega on kulunud tiotsüanaatioonide moolide arv võrdne proovile liias lisatud hõbeioonide moolide arvuga:  $n(\text{SCN}^-) = n(\text{Ag}^+)_{\text{liias}}$ . Teades seda, saame leida, mitu mooli hõbeioone sadestus reageerimisel kloriidioonidega:

$$n(\text{AgCl}) = n(\text{Ag}^+) - n(\text{SCN}^-) = 0,005000 \text{ mol} - 0,003947 \text{ mol} = 0,001053 \text{ mol} \quad (1)$$

Kuna hõbe- ja kloriidioonid reageerivad omavahel suhtes 1:1, on enne tiitrimist sadenenud hõbeioonide moolide arv võrdne tiitrimiseks võetud proovis sisaldunud kloriidioonide moolide arvuga:  $n(\text{Ag}^+)_{\text{reag}} = n(\text{Cl}^-)_{\text{tiitritav proov}}$ . Kuna tiitrimiseks võeti kogu algselt valmistatud lahusest ainult üks viiendik, siis juustutükis sisaldus järelikult  $n(\text{Cl}^-)_{\text{juustutükk}} = 5 \cdot n(\text{Cl}^-)_{\text{tiitritav proov}} = 5 \cdot 0,001053 \text{ mol} = 0,005265 \text{ mol}$ . Teades juustutükis sisaldunud kloriidioonide moolide arvu, saame leida ka kloriidioonide massi:

$$m(\text{Cl}^-) = 0,001053 \text{ mol} \cdot 5 \cdot 35,45 \text{ g/mol} = \mathbf{0,1866 \text{ g}} \quad (1)$$

- c) Kuna kõik juustus sisalduvad kloriidioonid on pärit naatriumkloriidist, ning kuna ühes moolis NaCl-is on 1 mol kloriidioone, siis saame et:  $n(\text{Cl}^-)_{\text{juustutükk}} = n(\text{NaCl})_{\text{juustutükk}} = 0,005265 \text{ mol}$ . Teades seda, saame arvutada juustutükis sisaldunud NaCl-i massi:

$$m(\text{NaCl})_{\text{juustutükk}} = 0,005265 \text{ mol} \cdot (22,99 \text{ g/mol} + 35,45 \text{ g/mol}) = 0,3077 \text{ g} \text{ ja teades prooviks võetud juustutüki massi, ka uues Cheddari juustu naatriumkloriidi massiprotsendilise sisalduse:}$$

$$w(\text{NaCl})_{\text{juustutükk}} = 0,3077 \text{ g} / 6,000 \text{ g} \cdot 100\% = \mathbf{5,128\%} \quad (2)$$

- d)  $\text{AgCl} + \text{KSCN} \rightarrow \text{AgSCN} \downarrow + \text{KCl}$  (1)

- f) Kuna hõbetiotsüanaadi lahustuvus on madalam võrreldes hõbekloriidi lahustuvusega, ei pruugi kõik kloriidioonid sadeneda (osa kloriidioone jääb lahusesse), mistõttu analüüsitulemused tulevad ebatäpsed. Vältimaks võimalust, et tiitrimise käigus osa varasemalt sadenenud kloriidioone liiguks tagasi lahusesse, võib enne tiitrimist lisada proovile veest suurema tihedusega ning proovi ja titrandi komponentidega mittereageerivat vedelikku. See ühend katab eelnevalt tekkinud AgCl sademe hüdrofoobse kihina, ja takistab seeläbi kirjeldatud olukorra tekkimist. (2)

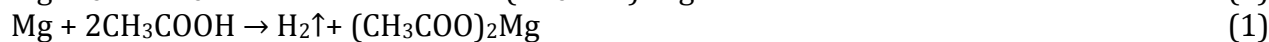
- e) Filtreerida proovi enne tiitrimist. (1)

- f) Praktikandi määratud kloriidioonide sisaldus juustus oli väiksem võrreldes kogenenud analüütikute tulemusega. Praktikant lisas iga kord liiga palju titranti, mistõttu tema arvutuste kohaselt oli liias lisatud hõbeioonide moolide arv suurem ja seega kloriidioonidega reageerinud hõbeioonide moolide arv väiksem. (1)

### Lahendus 8. Kummaline "magneesium"

**Kokku 12 p**

- a)  $\text{MgCO}_3 + 2\text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow + (\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Mg}$  (1)



- b) **I kolb:**

Teades, et kasutatud äädika lahus oli 30%-line, ning et kasutati 100 g lahust, saame kasutades äädikhappe molaarmassi arvutada äädikhappe moolide arvu:

$$n_{\text{CH}_3\text{COOH}} = (100 \text{ g} \cdot 0,30) / 60,1 \text{ g/mol} = 0,5 \text{ mol}$$

Arvutame magneesiumkarbonaadi moolide arvu:

$$n_{\text{MgCO}_3} = 19,4 \text{ g} / 84,3 \text{ g/mol} = 0,23 \text{ mol}$$

Reaktsioonivõrrandi järgi reageerib 1 mol  $\text{MgCO}_3$  2 mol happega. Kuna kasutati 0,23 mol  $\text{MgCO}_3$  ja 0,5 mol hapet, saame, et hapet oli liias ning produktide koguse määrab  $\text{MgCO}_3$  kogus. (1)

Kuna kolvid ei olnud korkidega suletud, lendas reaktsiooni käigus tekkinud  $\text{CO}_2$  minema, mistõttu kolvis olnud reaktsioonisegu mass muutus (seega ka kolvi mass tervikuna). Kuna ühest moolist  $\text{MgCO}_3$  tekib 1 mol  $\text{CO}_2$ , siis:  $n_{\text{MgCO}_3} = n_{\text{CO}_2} = 0,23 \text{ mol}$

Reaktsiooni lõpuks on kolvis oleva reaktsioonisegu mass seega:

$$m_{\text{reaktsioonisegu}_\text{kolbi}} = m_{\text{happe}_\text{lahus}} + m_{\text{MgCO}_3} - m_{\text{CO}_2} = 100 \text{ g} + 19,4 \text{ g} - 0,23 \text{ mol} \cdot 44 \text{ g/mol} = \mathbf{109,3 \text{ g}} \quad (1)$$

## II kolb:

$$n_{\text{Mg}} = 15,2 \text{ g} / 24,3 \text{ g/mol} = 0,6 \text{ mol}$$

Kehtib samasugune loogika, nagu kolvi I puhul.

Reaktsioonivõrrandi järgi reageerib 1 mol Mg 2 mol happega. Kuna kasutati 0,6 mol Mg ja 0,5 mol hapet, saame, et Mg oli liias ning produktide koguse määrab happe kogus. (1)

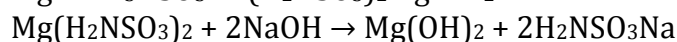
Antud reaktsiooni käigus eraldus gaasiline vesinik, mille tõttu muutus kolvi mass. Kuna ühest moolist hapest tekib 0,5 mol H<sub>2</sub>, saame arvutada eraldunud vesiniku moolide arvu.

$$n_{\text{H}_2} = 0,5 \text{ mol} / 2 = 0,25 \text{ mol}$$

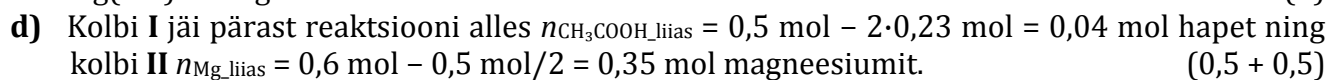
Reaktsiooni lõpuks on kolvis oleva reaktsioonisegu mass seega:

$$m_{\text{reaktsioonisegu_kolbII}} = m_{\text{happe_lahus}} + m_{\text{Mg}} - m_{\text{H}_2} = 100 \text{ g} + 15,2 \text{ g} - 0,25 \text{ mol} \cdot 2 \text{ g/mol} = \mathbf{114,7 \text{ g}} \quad (1)$$

Kuna tühjad kolvid kaalusid sama palju, siis pärast reaktsiooni kulgemist oli kolvi II kaal suurem.



või



Nende lahuste kokkuvalamisel toimus liias olnud happe ja metalli vahel reaktsioon (vt alapunkt a)). Selle käigus jäi reageerimata  $n_{\text{Mg}_\text{reageerimata}} = 0,35 \text{ mol} - 0,04 \text{ mol} / 2 = 0,33 \text{ mol}$  magneesiumit, mis oligi suure kolvi põhja jäänud tahke aine. (0,5)

Reaktsioonivõrrandi järgi reageerib 1 mol Mg 2 mol sulfamiinhappega, seega kulus tahke aine lahustamiseks  $n_{\text{H}_3\text{NSO}_3} = 0,33 \text{ mol} \cdot 2 = \mathbf{0,66 \text{ mol}}$  sulfamiinhapet. (0,5)



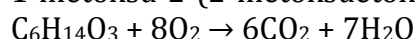
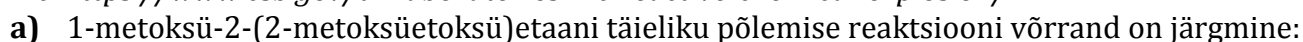
$$n_{\text{Mg}} = 19,4 \text{ g} / 84,3 \text{ g/mol} + 15,2 \text{ g} / 24,3 \text{ g/mol} = 0,86 \text{ mol} \quad (0,5)$$

Kuna pärast kuivatamist, oli kogu magneesium oksiidina, ning teades, et protsessis esinevad kaod on 30% (seega kätte saab teoreetilisest kogusest ainult 70%), siis saame arvutada kuiva pulbri massi:  $m_{\text{kuiv}_\text{pulber}} = 0,7 \cdot 0,86 \text{ mol} \cdot 40,3 \text{ g/mol} = \mathbf{24,3 \text{ g}}$  (0,5)

## Lahendus 9. "Hellish inferno"

Kokku 10 p

**Allikad:** US Chemical Safety and Hazard Investigation Board, Investigation Report, T2 Laboratories, Inc. <https://www.csb.gov/t2-laboratories-inc-reactive-chemical-explosion/>



Ülesandes toodud andmete põhjal saame arvutada reaktsioonientalpia:

$$\Delta H^\circ_r = 6 \cdot (-393,5 \text{ kJ/mol}) + 7 \cdot (-285,8 \text{ kJ/mol}) - (-556,4 \text{ kJ/mol}) = -3805,2 \text{ kJ/mol}$$

Seega eraldub ühe mooli solvendi põlemisel 3805,2 kJ energiat. (1)

Teades solvendi tihedust, reaktori ruumala ja seda, kui suures ulatuses oli see solvendiga täidetud, saame arvutada reaktoris olnud solvendi massi:

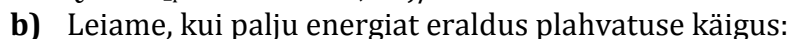
$$m_{\text{solvent}} = 10000 \text{ dm}^3 \cdot 0,30 \cdot 937 \text{ g/dm}^3 = 2811000 \text{ g} \text{ ning moolide arvu:}$$

$$M(\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}_3) = (6 \cdot 12,01 + 14 \cdot 1,008 + 3 \cdot 16,00) \text{ g/mol} = 134,2 \text{ g/mol}$$

$$n_{\text{solvent}} = 2811000 \text{ g} / 134,2 \text{ g/mol} = 20946 \text{ mol} \quad (1)$$

Teades ühe mooli põlemisel eralduvat energia hulka ja sünteesiprotsessis kasutatud solvendi moolide arvu, saame arvutada selle põlemisel vabaneva energia hulka:

$$Q_{\text{solvendi}_\text{põlemine}} = 3805,2 \text{ kJ/mol} \cdot 20946 \text{ mol} = 79704000 \text{ kJ} = \mathbf{79,7 \text{ GJ}} \quad (1)$$



$$Q_{\text{plahvatus}} = 4,184 \text{ GJ/t} \cdot 0,635 \text{ t} = 2,66 \text{ GJ} \quad (1)$$

Saame arvutada plahvatuse efektiivsuse:

$$\text{Efektiivsus} = Q_{\text{plahvatus}} / Q_{\text{solvendi}_\text{põlemine}} = 2,66 \text{ GJ} / 79,7 \text{ GJ} = 0,033 \text{ ehk } \mathbf{3,3\%} \quad (1)$$

- c) **A** vastab temperatuurile (tõuseb pidevalt), **B** vastab rõhule (hakkab tõusma alles ~200 °C juures). (1)
- d) Umbes 250 °C juures. (*Õigeks loetakse vahemik 243–264 °C*) (1)
- e) Eksotermilised reaktsioonid kiirenevad temperatuuri tõustes ning järsu tõusu alguses saavutati kriitiline punkt, kus reaktsioon hakkab iseennast järsult kiirenema, ning seetõttu vabaneb veelgi rohkem energiat. (2)
- f) Reaktor lõhkes. (1)