

Ainemäärä- ja konsentraatiolaskujen ratkaisuja

syksy 2017

Tehtävä 4

a) Rajoittavan tekijän määrittäminen

$$n(\text{Sn}) = m/M = 1,00 \text{ g} / (118,71 \text{ g/mol}) = 8,4239 \text{ mmol}$$

$$n(\text{I}_2) = m/M = 3,30 \text{ g} / (253,8 \text{ g/mol}) = 13,002 \text{ mmol} \quad (2/3 \text{ p.})$$

Täydelliseen reaktioon tarvitaan jodia vähintään $2 \cdot n(\text{Sn}) = 16,848 \text{ mmol}$.

Koska $n(\text{I}_2) = 13,002 \text{ mmol} < 16,848 \text{ mmol}$,

I_2 on rajoittava tekijä. (1 2/3 p.)

Teoriassa tinatetrajodidia voi muodostua tällöin

$$n(\text{SnI}_4) = \frac{1}{2} \cdot n(\text{I}_2) = 6,5012 \text{ mmol} \quad (1 \text{ p.})$$

$$m(\text{SnI}_4) = nM = 6,5012 \text{ mmol} \cdot 626,31 \text{ g/mol} = 4,0718 \text{ g.}$$

Tinatetrajodidia voi muodostua teoriassa 4,07 g. (2/3 p.)

b) **Saantoprosentti oli** $(3,26 \text{ g} / 4,0718 \text{ g}) \cdot 100 \% = \mathbf{80,1 \%}$. (1 p.)

c) **Todellinen saanto on pienempi kuin teoreettinen saanto, koska**

- reaktio ei ole tapahtunut täydellisesti
- tuotetta on voinut jäädä suodatusvaiheessa dekantterilasiin tai suppiloon
- tuotetta on voinut liueta pesuvaiheessa
- osa jodista on karannut kolvista pystyjäähdyttimestä huolimatta.

(1 p.)

syksy2016

Tehtävä 2

a) $M(\text{nitroglyseriini}) = 227,10 \text{ g/mol}$
 $n(\text{nitroglyseriini}) = 2,0 \text{ g} / (227,10 \text{ g/mol}) = 0,008807 \text{ mol}$ (1 p.)

$$n(\text{kaasut}) = 29/4 \cdot n(\text{nitroglyseriini})$$
$$= 29/4 \cdot 0,008807 \text{ mol} = 0,06385 \text{ mol} \quad (1 \frac{2}{3} \text{ p.})$$

$$V = n(\text{kaasut}) \cdot R \cdot T/p$$
$$= 0,06385 \text{ mol} \cdot 8,31451 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/(\text{mol} \cdot \text{K}) \cdot 393,15 \text{ K} / 101000 \text{ Pa}$$
$$= 0,002066 \text{ m}^3 \approx 2,1 \text{ l} \quad (1 \frac{1}{3} \text{ p.})$$

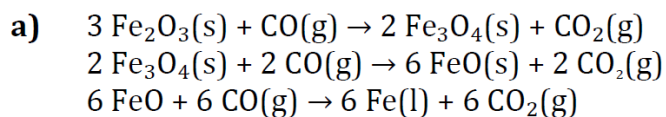
Kaasua muodostuu 2,1 l.

b) Räjähdyksaineen hajoaminen on **voimakkaasti eksoterminen reaktio**, jossa vapautuu suuri määrä energiaa. (2/3 p.)

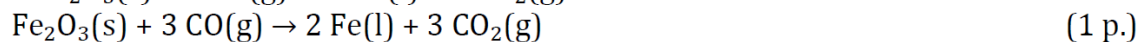
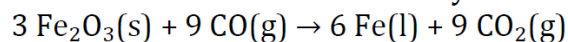
Reaktio tapahtuu **erittäin nopeasti**. (2/3 p.)

Räjähdyksreaktion **tuotteena muodostuu suuri määrä kaasua**, mikä synnyttää paineaallon. (2/3 p.)

Tehtävä 2



Peräkkäiset reaktiot on laskettu yhteen:



b) $n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = m/M = 125\,000 \text{ g} / (159,7 \text{ g/mol}) = 782,72 \text{ mol} \quad (2/3 \text{ p.})$

$$n(\text{Fe}) = 2 \cdot n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 1565,4 \text{ mol} \quad (2 \text{ p.})$$

$$m(\text{Fe}) = nM = 1565,4 \text{ mol} \cdot 55,85 \text{ g/mol} \approx 87,4 \text{ kg} \quad (1/3 \text{ p.})$$

Vaihtoehtoinen ratkaisu stoikiometrian tarkasteluun:

reaktio 1: $n(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 2/3 \cdot n(\text{Fe}_2\text{O}_3)$

reaktio 2: $n(\text{FeO}) = 3 \cdot n(\text{Fe}_3\text{O}_4)$

reaktio 3: $n(\text{Fe}) = n(\text{FeO})$,

jolloin $n(\text{Fe}) = 3 \cdot n(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 2 \cdot n(\text{Fe}_2\text{O}_3)$

Rautaa saatiin 87,4 kg.

- c) Ilman happi ja koksen hiili reagoivat, ja reaktiossa muodostuu tarvittava hiilimonoksidi.



Hiilen palamisreaktio pitää masuunissa yllä korkeaa lämpötilaa, jossa rauta on sulana. (1 p.)

2. a) Magnetiitin koostumus:
FeO:ssa raudan hapetusluku on **+II** 1/3 p.
Fe₂O₃, jossa raudan hapetusluku on **+III** 2/3 p.
- b) Rajoittavan tekijän määrittäminen
 $n(\text{Fe}_3\text{O}_4) = m/M = 300,0 \text{ g} / (231,55 \text{ g/mol}) = 1,2956 \text{ mol}$
Täydelliseen reaktioon tarvitaan vetyä vähintään $4 \cdot n(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 4 \cdot 1,2956 \text{ mol} = 5,1825 \text{ mol}$
 $n(\text{H}_2) = m/M = 10,0 \text{ g} / (2,016 \text{ g/mol}) = 4,9603 \text{ mol} < 5,1825 \text{ mol}$,
joten **H₂ on rajoittava tekijä.** 2 p.
- Teoreettinen saanto rautaa on tällöin
 $n(\text{Fe})_{\text{teor.}} = \frac{3}{4} \cdot n(\text{H}_2)$,
missä **stoikiometria** tulee reaktioyhtälöstä 1 p.
 $m(\text{Fe})_{\text{teor.}} = nM = \frac{3}{4} \cdot 4,9603 \text{ mol} \cdot 55,85 \text{ g/mol} = 207,77 \text{ g}$ 1 p.
- todellinen saanto / teoreettinen saanto = $195 \text{ g} / 207,77 \text{ g} = 0,939$
Prosentuaalinen saanto on **93,9 %.** 1 p.

kevät 2015

2. a) $n(\text{CaO}) = m/M = 1,9971 \text{ mol}$
 $n(\text{NH}_4\text{Cl}) = m/M = 4,1875 \text{ mol}$ 2/3 p.
Rajoittava tekijä CaO on määritetty ja perusteltu kertoimien avulla. 2 p.
- Reaktioyhtälön ja rajoittavan tekijän perusteella
 $n(\text{NH}_3) = 2 n(\text{CaO}) = 3,9943 \text{ mol}$, 1 p.
joten $m(\text{NH}_3) = 68,039 \text{ g}$
Ammoniakkia muodostuu **68,0 grammaa.** (68,04 g tai 68 g) 1/3 p.
- Jos rajoittava tekijä todettu ilman perusteluja tai väärin perusteltuna, max 3 p.
 - Jos rajoittava tekijä huomioimatta ja saatu ammoniumkloridin avulla vastaukseksi 71,3g, max 1 p.
 - Rajoittava tekijä kokonaan mainitsematta, mutta kalsiumoksidin avulla vastaukseksi saatu 60,8 g max 2 p.
- b) Astiassa on kiinteänä ylijäänyttä ammoniumkloridia.
 $n(\text{NH}_4\text{Cl})_{\text{ylijäämä}} = n(\text{NH}_4\text{Cl})_{\text{alussa}} - n(\text{NH}_4\text{Cl})_{\text{kulutus}} = 4,1875 \text{ mol} - 3,9943 \text{ mol} = 0,1932 \text{ mol}$
 $m(\text{NH}_4\text{Cl})_{\text{ylijäämä}} = 10,33 \text{ g}$ 1 p.
- Astiassa on kiinteänä reaktiotuotetta.
 $n(\text{CaCl}_2) = n(\text{CaO}) = 1,9971 \text{ mol}$ eli $m(\text{CaCl}_2) = 221,65 \text{ g}$ 2/3 p.
- Astiassa on reaktion jälkeen kiinteää ainetta yhteensä **232 g.** (230 g tai 232,0 g) 1/3 p.
-

syksy 2014

2.a)	1,00 litra 65 massaprosenttista HNO_3-liuosta: $\text{massa} = \rho(\text{liuos}) \cdot V(\text{liuos})$ $m = 1,39 \text{ kg/l} \cdot 1,00 \text{ l} = 1,39 \text{ kg},$ josta $m(\text{HNO}_3) = 0,65 \cdot 1,39 \text{ kg} = 0,904 \text{ kg}.$ $c(\text{HNO}_3)_{65\%} = \frac{m}{MV} = \frac{0,904 \cdot 10^3 \text{ g}}{63,018 \text{ g/mol} \cdot 1,00 \text{ l}} = 14,3 \text{ mol/l} \approx 14 \text{ mol/l}$ Kaupallisen typpihappoliuoksen konsentraatio on 14 mol/l. - kerroin 0,65 jätetty huomioimatta, -2/3 p. - käytetty tiheyttä 100 % typpihapon tiheytenä, - 2/3 p. - 14,3 mol/l hyväksytään	$\frac{2}{3}$ p. $\frac{2}{3}$ p. $\frac{2}{3}$ p.
2.b)	Ainemäärä säilyy laimennettaessa $n = c_1 \cdot V_1 = c_2 \cdot V_2$ $0,15 \text{ mol/l} \cdot 0,25 \text{ l} = 14,3 \text{ mol/l} \cdot V,$ jolloin $V = 2,6 \text{ ml}.$ Kaupallista typpihappoliuosta tarvitaan 2,6 ml. - 2,62 ml hyväksytään - laskettu $n = 0,0375 \text{ mol}, 1 \text{ p}.$ - laskettu oikein a) -kohdan virheellisellä lukuarvolla, ei pistevähennystä	1 p. 1 p.
2.c)	Väkevää typpihappoa käsiteltäessä on käytettävä suojalaseja, laboratoriotakkia ja hapon kestäviä suojakäsineitä. Liuos valmistetaan vetokaapissa, sillä typpihappohöyryjen hengittäminen on vaarallista. Roiskumisvaaran vuoksi laimennus tulee aloittaa kaatamalla mittapulloon ensin tislattua vettä, sen jälkeen typpihappo ja lopuksi mittapullo täytetään tislattulla vedellä merkkiin. - lihavoidut kohdat vaaditaan	$\frac{2}{3}$ p. $\frac{2}{3}$ p. $\frac{2}{3}$ p.

4.a)	$\text{Zn(s)} + 2 \text{HCl(aq)} \rightarrow \text{ZnCl}_2\text{(aq)} + \text{H}_2\text{(g)}$ $\text{Mg(s)} + 2 \text{HCl(aq)} \rightarrow \text{MgCl}_2\text{(aq)} + \text{H}_2\text{(g)}$ <i>Puuttuvat tai virheelliset olomuodot: -1/3 p.</i> - yksikin kerroin tai kaava väärin, 0 p/reaktioyhtälö - reaktioyhtälöt laskettu yhteen, -1 p - suolat ionimuodossa hyväksytään	1 p. 1 p.
4.b)	$n(\text{H}_2) = \frac{0,5171 \text{ g}}{2,016 \text{ g/mol}}$ Saadaan yhtälöryhmä: $m(\text{Zn}) + m(\text{Mg}) = 10,00 \text{ g}$ $n(\text{H}_2) = n(\text{Zn}) + n(\text{Mg})$ $n(\text{H}_2) = \frac{m(\text{Zn})}{M(\text{Zn})} + \frac{m(\text{Mg})}{M(\text{Mg})} = \frac{10,00 - x}{65,41} + \frac{x}{24,31} = \frac{0,5171}{2,016}$ $m(\text{Mg}) = x = 4,009 \text{ g} \approx 4,01 \text{ g}$ Seos sisälsi 4,01 g magnesiumia. <i>Tehtävän voi ratkaista myös muilla tavoin. Yksiköitä ei edellytetä yhtälön sijoituksessa.</i> - kolmen, neljän tai viiden numeron tarkkuus hyväksytään - kun käytetty sinkin moolimassana 65,38 g/mol, tulos on 4,007 g	2/3 p. 1 1/3 p. 2 p.

kevät 2014

2. a) $n(\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7) = \frac{m}{M} = \frac{232,2 \text{ mg}}{(24,31 \cdot 2 + 30,97 \cdot 2 + 16,00 \cdot 7) \text{ g/mol}} \approx 1,04331 \text{ mmol}$ 1 p
- $n(\text{Mg}^{2+}) = 2 \cdot n(\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7)$ 2 p
- $m(\text{Mg}^{2+}) = n(\text{Mg}^{2+}) \cdot M(\text{Mg}) = 2 \cdot 1,04331 \text{ mmol} \cdot 24,31 \text{ g/mol} \approx 50,73 \text{ mg}$ 1 p
- jos magnesiumionien ainemäärää laskettaessa kerroin väärin, max 2 p
- yksikkömuunnosvirhe massassa, lasku muuten oikein -1 p
- b) $c(\text{Mg}^{2+}) = \frac{n}{V} = \frac{2 \cdot 1,04331 \text{ mmol}}{100,0 \text{ ml}} \approx 0,02087 \text{ mol/l}$ 2 p
- vastauksissa yksi merkitsevä numero liikaa/liian vähän, - 0 p; kaksi merkitsevää numeroa, - 1/3 p; kolme tai enemmän, -2/3 p
- jos b)-kohta laskettu oikein väärällä a)-kohdan tuloksella, - 0 p

12. a) Selitetty oikein liuoksen laimentaminen sopivia välineitä käyttäen. Käytetty täyspipettejä tai säädettäviä automaattipipettejä ja mittapulloja. Esimerkiksi pipetoidaan 8,0 ml perusliuosta 100 ml mittapulloon ja täytetään varovasti tislattulla vedellä merkkiin sekoituksen jälkeen, jolloin saadaan 0,0400 mol/l liuos. Otetaan tätä väliliuosta 1,00 ml täyspipetillä 100 ml mittapulloon, sekoitetaan ja täytetään merkkiin, jolloin saadaan 0,400 mmol/l liuos.

2 p

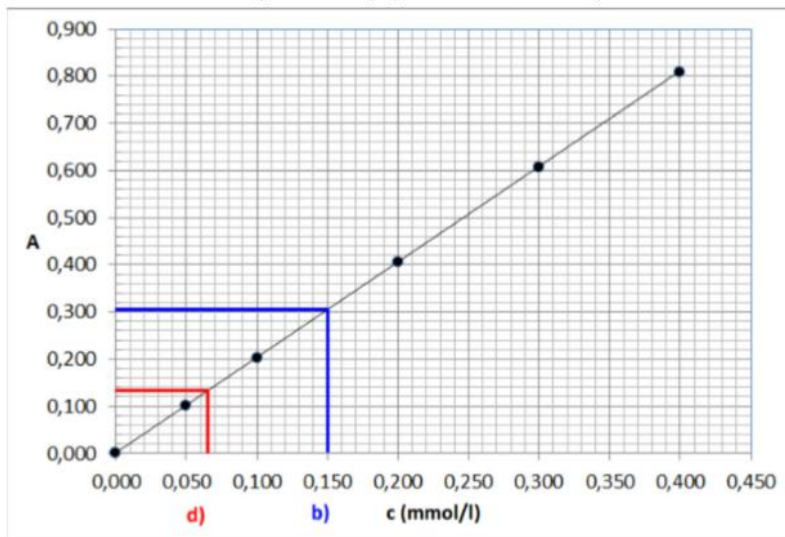
- laimennus laskennallisesti oikein, 2/3 p

- oikein valitut välineet, 2/3 p

- oikea idea ja suoritustapa, 2/3 p

- b) Piirretty riittävän tarkka kuvaaja, johon akselit on nimetty ja vaaka-akselilla on mainittu myös laatu. Skaalaus on laadittu järkevästi ja jakoväli on merkitty selvästi.

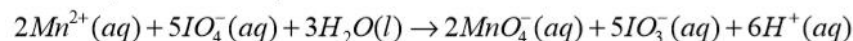
1p



Luettu suoralta absorbanssia 0,301 vastaava konsentraatio 0,150 mmol/l ($\pm 0,005$) ja laskettu tästä KMnO_4 -pitoisuus $0,000150 \text{ mol/l} \cdot 158,04 \text{ g/mol} = 0,023706 \text{ g/l} \approx \mathbf{0,024 \text{ g/l}}$

1 p

- c) Oikein kirjoitettu reaktioyhtälö olomuotomerkintöineen



2 p

- puuttuvat olomuodot, -1/3 p

- väärä hapen tasapainotus, -1 p

- d) Absorbanssi on 0,136, jota vastaava suoralta luettu konsentraatio on 0,065 mmol/l ($\pm 0,005$).

1/3 p

Huomioidaan toinen laimennus 25,0 millilitrasta 100 millilitraan, jota ennen konsentraatio on ollut nelinkertainen eli 0,260 mmol/l.

1 p

Konsentraatio sama alkuperäisessä tilavuudessa 0,200 l, joten $n(\text{Mn}^{2+}) = 0,0520 \text{ mmol}$.

$$m(\text{Mn}^{2+}) = 0,0520 \text{ mmol} \cdot 54,94 \text{ g/mol} = 0,00285688 \text{ g}$$

1 p

Massaprosentuaalinen osuus on siten ollut:

$$\frac{0,00285688 \text{ g}}{0,2000 \text{ g}} = 0,0142844 \approx \mathbf{1,4 \% (1,43 \%)}$$

2/3 p

HUOMAA!

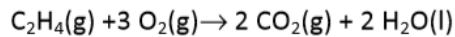
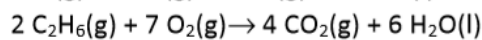
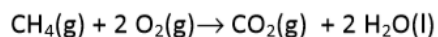
- konsentraatio = mol/l
- pitoisuus = g/l
- massaprosentti = % jostakin

Tarvittavat työkalut: Täyspipetti (kuvassa 2 kpl), mittapipetti, ylhäällä pumpetti, mittapullo (tarvitaan kaksi)



syksy 2013

8. Kun kaasut poltetaan täydellisesti, riippuu muodostuvan hiilidioksidin määrä pelkästään kaasuissa olevien hiiliatomien lukumäärästä:



1 p

Kun p ja T ovat vakiot, kaasujen ainemäärät ovat yhtälön $pV = nRT$ mukaan verrannollisia kaasujen tilavuuksiin. Perusteltu, että laskuissa voidaan ainemäärien sijasta käyttää vastaavia tilavuuksia. 1 p

Hiilidioksidin kokonaistilavuus $V(\text{CO}_2) = 70,0 \text{ ml}$

Hiilivetyjen kokonaistilavuus $V(\text{kaasut}) = 50,0 \text{ ml}$

Kaasujen tilavuudet voidaan ratkaista yhtälöryhmästä, merkitsemällä

$V(\text{metaani}) = x$; $V(\text{etaani}) = y$; $V(\text{eteeni}) = z$

Saadaan yhtälöpari:

$$\begin{cases} x + y + z = 50,0 \\ x + 2y + 2z = 70,0 \end{cases}$$

2 p

$$x + 2y + 2z = 70,0$$

$$y + z = 20,0 \text{ ja } x = 30,0$$

1 p

$$\text{metaanin osuus } 30,0 \text{ ml} / 50,0 \text{ ml} = 0,600 = 60,0 \%$$

1 p

- reaktioyhtälöitä ei vaadita, jos perusteltu muulla tavalla oikein hiilivedyn ja hiilidioksidin suhde
- jos laskettu reaktioyhtälöt yhteen tai oletettu lähtöaineiden ainemäärien suhteeksi 1 : 2: 1, enintään 1 p.
- jos tilavuus muutettu ainemääräksi perustelematta tai joissakin valituissa olosuhteissa, mutta tulos oikein, enintään 4 p.

kevät 2013

$$2 \quad n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = V \cdot c = 0,0325 \text{ l} \cdot 0,200 \text{ mol/l} = 0,00650 \text{ mol} \quad 2 \text{ p}$$

$$n(\text{ClO}^-) = n(\text{I}_2) = \frac{1}{2} n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = 0,00325 \text{ mol} \quad 2 \text{ p}$$

$$c(\text{NaClO}) = \frac{n}{V} = \frac{0,00325 \text{ mol}}{0,025 \text{ l}} = 0,130 \text{ mol/l} \quad (0,13 \text{ mol/l}) \quad 2 \text{ p}$$

Jos ainemäärsuhteita käytetty väärin, korkeintaan 4 p.

4.	$c(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = n(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) / V(\text{kok.}) = [m(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) / M(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH})] / V(\text{kok.})$	
a)	$= [\rho(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) \cdot V(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH})] / [M(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) \cdot V(\text{kok.})]$ $= [0,789 \text{ g/ml} \cdot 10,00 \text{ ml}] / [(2 \cdot 12,01 + 6 \cdot 1,008 + 16,00) \text{ g/mol} \cdot 0,100 \text{ l}]$ $= 1,7127 \text{ mol/l} \approx \mathbf{1,71 \text{ mol/l}}$	1 p
b)	$m(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = \rho(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) \cdot V(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = 0,789 \text{ g/ml} \cdot 10,00 \text{ ml} = 7,89 \text{ g}$ $m\text{-}\% = m(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) / m(\text{liuos}) \cdot 100\% = (7,89 \text{ g} / 98,7 \text{ g}) \cdot 100\% = 8,0346\% \approx \mathbf{8,03\%}$	1 p
c)	$n(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = m / M = \rho \cdot V / M = 0,789 \text{ g/ml} \cdot 10,00 \text{ ml} / 46,068 \text{ g/mol} = 0,171268 \text{ mol}$ molaalisuus, $m = n(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) / m(\text{H}_2\text{O}) = n / [m(\text{liuos}) - m(\text{etanoli})]$ $= 0,1712 \text{ mol} / [98,2 \text{ g} - 7,89 \text{ g}] = 1,896 \cdot 10^{-3} \text{ mol/g} = 1,896 \text{ mol/kg} \approx \mathbf{1,90 \text{ mol/kg}}$	1 p
d)	Lisätyn veden määrää ei voida tarkasti määrittää tehtävässä annetuilla tiedoilla, koska veden tiheyttä (tai lämpötilaa) ei ole tehtävässä kerrottu. Tai perusteltu, että tilavuudet eivät ole additiiviset, koska kokonaistilavuus pienenee etanolin liuetessa veteen. - Jos oikea päätelmä, mutta perustelu väärin tai puutteellinen, 2/3 – 1 p. - Oletettu veden tiheydeksi 1,00 g/ml ja saatu väärä päätelmä, 2/3 – 1 p.	2 p
	Yhteensä	6 p

10. a)	45 % hapettuu $(\text{CH}_2\text{O})_n(\text{aq}) + n \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow n \text{CO}_2(\text{g}) + n \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 10 % käymisreaktiolla $2 (\text{CH}_2\text{O})_n(\text{aq}) \rightarrow n \text{CO}_2(\text{g}) + n \text{CH}_4(\text{g})$ Molemmissa reaktioissa 1 moolista $(\text{CH}_2\text{O})_n$ muodostuu n moolia kaasuja. $n(\text{kaasut}) = \frac{pV}{RT} = \frac{100 \text{ kPa} \cdot 16,0 \text{ m}^3}{8,31451 \frac{\text{Pa m}^3}{\text{K mol}} \cdot 298,15 \text{ K}} = 645,43 \text{ mol}$ $m_{\text{kok}} = x$ $m_1 = 0,45x$, $m_2 = 0,10x$ $n(\text{kaasut}) = n_1(\text{CO}_2) + n_2(\text{CO}_2) + n_2(\text{CH}_4)$ $n(\text{kaasut}) = n_1(\text{CH}_2\text{O})_n + n_2(\text{CH}_2\text{O})_n$ $n(\text{kaasut}) = \frac{0,45x}{M(\text{CH}_2\text{O})} + \frac{0,10x}{M(\text{CH}_2\text{O})} \text{ mol}$ $645,43 \text{ mol} = \frac{0,45x + 0,10x}{30,026} \text{ mol}$ $x = 35236 \text{ g}$ Veteen jää 45 % eli $0,45 \cdot 35236 \text{ g} = 15856 \text{ g} \approx \mathbf{16 \text{ kg (15,9 kg)}}$	1 p
-----------	--	---