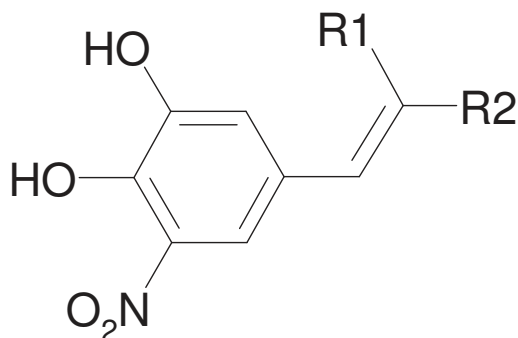


Lukion kemiakilpailu 8.11.2007

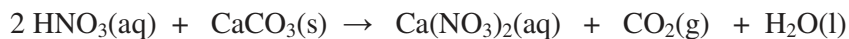
Perussarja

Kaikkiin tehtäviin vastataan. Aikaa on 100 minuuttia. Sallitut apuvälineet ovat laskin ja taulukot. Tehtävät suoritetaan erilliselle koepaperille. Paperiin on kirjoitettava **selvästi oma nimi ja koulun nimi**. Sekä tehtävä- että koepaperi palautetaan opettajalle.

- (9 p) Kirjoita tasapainotetut reaktioyhtälöt olomuotomerkintöineen.
 - Metaanin palaminen
 - Kalsiumkarbonaatin kuumennus
 - $CO_2 + H_2O \xrightarrow{\text{fotosynteesi}}$
 - Natrium + vesi \rightarrow
 - $HCl(aq) + KOH(aq) \rightarrow$
 - $HCl(aq) + Zn(s) \rightarrow$
- (6p)
 - Herkimmillä vaa'oilla voidaan punnita 0,00000001 g:n tarkkuudella. Kuinka monta kulta-atomia tämä vaa'an tarkkuus vastaa?
 - Kuinka monta grammaa on magnesiumsulfaattia, jos se sisältää 20,0 g magnesiumia?
 - Amerikium on alkuaine, mitä ei esiinny luonnossa. Sitä voidaan valmistaa pieniä määriä ns. hiukkaskiihdyttimissä. Näyte sisältää kuusi amerikiumatomia. Laske, mikä on amerikium-näytteen massa grammoina.
- (9p) Esitä kahden funktioisomeerin rakennekaavat ja nimeä yhdisteet, kun molekyylikaava on
 - C_2H_6O
 - $C_2H_4O_2$
 - C_3H_6O
- (8p) Eräs Parkinsonin taudin hoitoon käytettävä lääkeaine sisältää hiiltä 54,34%, vetyä 4,18%, typpeä 5,28% ja happea 36,20%. Moolimassa on 265,2 g/mol.
 - Määritä molekyylikaava.
 - Esitä yhdisteelle yksi mahdollinen rakennekaava, kun tiedetään että yhdisteessä on kaksi hiili-happi kaksoissidosta. Yhdisteen perusrunko on annettu alla. Yhdisteellä ei ole cis-trans-isomeriaa, eikä se hapetu (karboksyylihapoksi).
 - Mitä toiminnallisia ryhmiä molekyylissä on?
 - Esiintyykö yhdisteellä optista isomeriaa? Perustele.

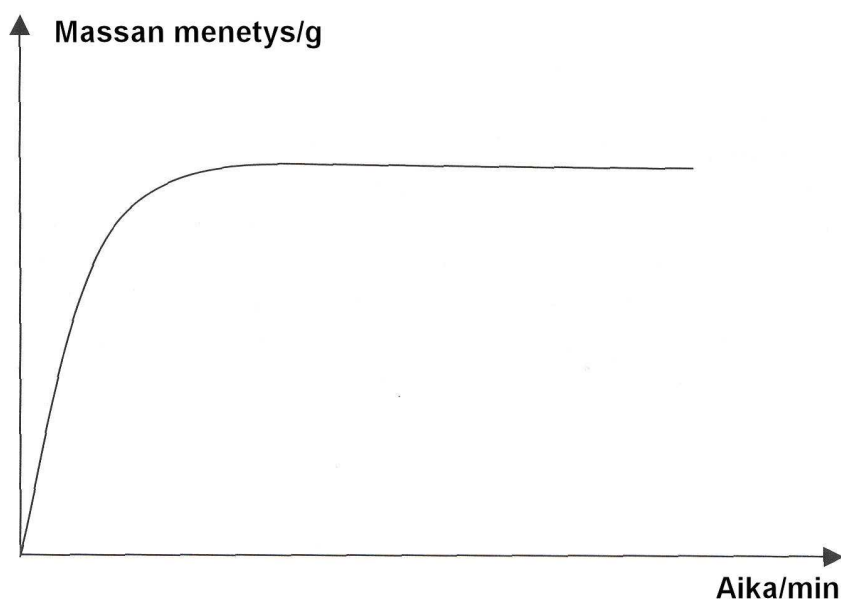


5. (7p) Typpihapon ja kalsiumkarbonaatin välistä reaktiota



tutkittiin lisäämällä ylimäärä typpihappoliuosta, jonka konsentraatio on $0,100 \text{ mol/dm}^3$, tunnettuun määrään kalsiumkarbonaattijauhetta.

Oheinen kuvaaja esittää reaktioseoksessa tapahtunutta massan muutosta ajan funktiona, kun lämpötila on vakio $20 \text{ }^\circ\text{C}$.

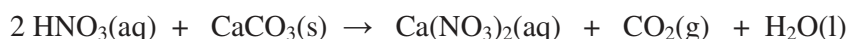


- Mitä reaktionopeudella tarkoitetaan? (1p)
- Miksi reaktioseoksen massan muutos jää tietylle vakiotasolle? (1p)
- Piirrä oheiseen kuvaajaan, miten reaktioseoksen massa muuttuu, kun jauheen sijaan käytetään kalsiumkarbonaattikiteitä, mutta typpihappoliuoksen konsentraatio on edelleen sama. (1p)
- Määritä hiilidioksidin muodostumisnopeus, kun typpihappoa kuluu nopeudella $2,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{cm}^{-3} \cdot \text{s}^{-1}$. (1p)
- Laske muodostuneen hiilidioksidin tilavuus, kun $0,350 \text{ g}$ kalsiumkarbonaattia $20 \text{ }^\circ\text{C}$:ssa ja $1,01 \cdot 10^5 \text{ Pa}$:n paineessa on reagoinut loppuun typpihappoliuoksessa, jonka konsentraatio on $0,100 \text{ mol/dm}^3$. (3p)

Lukion kemiakilpailu 8.11.2007 Avoin sarja

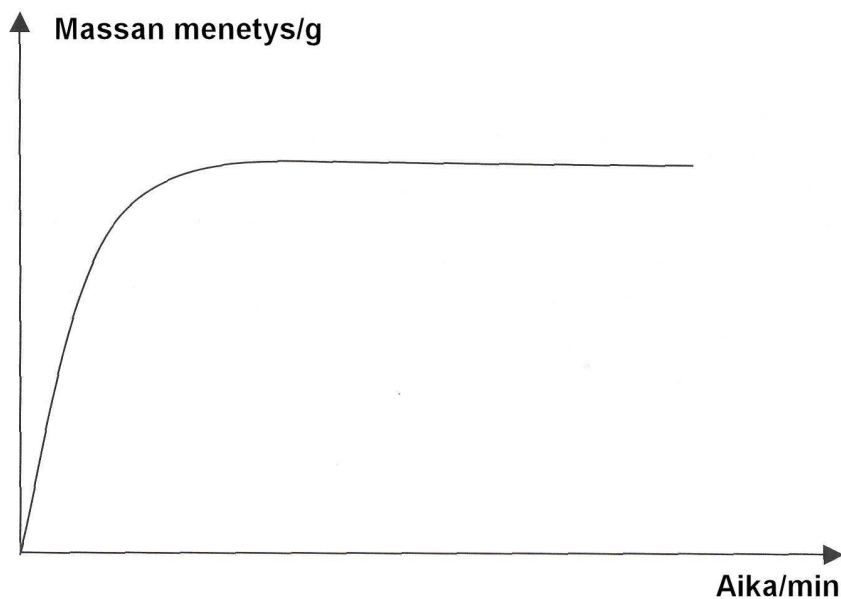
Kaikkiin tehtäviin vastataan. Aikaa on 100 minuuttia. Sallitut apuvälineet ovat laskin ja taulukot. Tehtävät suoritetaan erilliselle koepaperille. Paperiin on kirjoitettava **selvästi oma nimi ja koulun nimi**. Sekä tehtävä- että koepaperi palautetaan opettajalle.

1. (7p) Typpihapon ja kalsiumkarbonaatin välistä reaktiota



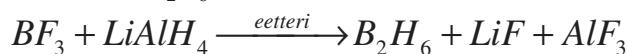
tutkittiin lisäämällä ylimäärä typpihappoliuosta, jonka konsentraatio on $0,100 \text{ mol/dm}^3$, tunnettuun määrään kalsiumkarbonaattijauhetta.

Oheinen kuvaaja esittää reaktioseoksessa tapahtunutta massan muutosta ajan funktiona, kun lämpötila on vakio $20 \text{ }^\circ\text{C}$.

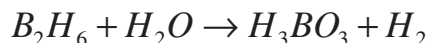


- Mitä reaktionopeudella tarkoitetaan? (1p)
- Miksi reaktioseoksen massan muutos jää tietylle vakiotasolle? (1p)
- Piirrä oheiseen kuvaajaan, miten reaktioseoksen massa muuttuu, kun jauheen sijaan käytetään kalsiumkarbonaattikiteitä, mutta typpihappoliuoksen konsentraatio on edelleen sama. (1p)
- Määritä hiilidioksidin muodostumisnopeus, kun typpihappoa kuluu nopeudella $2,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{cm}^{-3} \cdot \text{s}^{-1}$. (1p)
- Laske muodostuneen hiilidioksidin tilavuus, kun $0,350 \text{ g}$ kalsiumkarbonaattia $20 \text{ }^\circ\text{C}$:ssa ja $1,01 \cdot 10^5 \text{ Pa}$:n paineessa on reagoinut loppuun typpihappoliuoksessa, jonka konsentraatio on $0,100 \text{ mol/dm}^3$. (3p)

2. (8p) Diboraania B_2H_6 voidaan valmistaa seuraavasti:



Booritrifluoridia on 12,5 g ja litiumalumiinihydridiä 5,00 g. Diboraanin valmistuksessa käytetty eetteri sisälsi hiukan vettä. Vesi reagoi diboraanin kanssa seuraavasti:



- a) Määritä kertoimet reaktioyhtälöihin (3p)
b) Lähtöaineista valmistui 2,20 g diboraania. Kuinka monta grammaa eetterissä oli vettä? (5p)

3. (8p) Ammoniumnitraatti hajoaa lämmitettäessä ilokaasuksi eli dityppimonoksidiksi ja vedeksi.

- a) Kirjoita reaktioyhtälö olomuotomerkintöineen.
b) Miten hapetusluvut muuttuvat reaktiossa?
c) Dityppimonoksidi on lineaarinen poolinen molekyyli. Onko atomien järjestys molekyyllissä NNO vai NON? Perustele.
d) Muodostuva dityppimonoksidi kootaan tyhjiöityyn 1,00 litran astiaan lämpötilassa 25 °C. Kuinka monta grammaa ammoniumnitraattia on hajonnut, kun paine astiassa on 1,0 bar.

4. (8p) Kiinteää, valkoista tuntematonta orgaanista yhdistettä analysoidessa moolimassan todettiin olevan lähes 200 g/mol. Yhdisteessä todettiin olevan hiiltä 37,5 massa-%, sekä happea ja vetyä. Yhdisteestä otettu 0,123 g näyte liuotettiin veteen ja titrattiin NaOH-liuoksella $c(\text{NaOH})=0,100 \text{ mol/dm}^3$, jota kului 19,2 ml. Esitä jokin mahdollinen rakennekaava yhdisteelle, kun tiedetään että yhdiste ei ole optisesti aktiivinen.

5. (6p) Liukoisuus (L) määritellään maksimimääränä (grammoina) kiinteää tai nestemäistä liukenevaa ainetta, joka voidaan liuottaa tarkalleen 100 grammaan liuotinta tietyssä lämpötilassa.

$$L(\text{KNO}_3, 10^\circ\text{C}) = 20,9$$

50,0 g KNO_3 :a lisättiin 200,0 grammaan KNO_3 :n 15,0-massaprosenttista liuosta. Liuoksen lämpötila vakioitiin 10°C:seen.

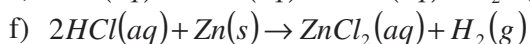
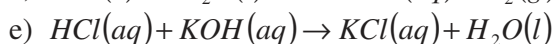
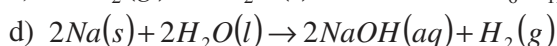
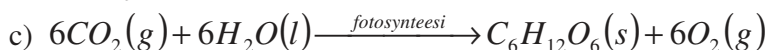
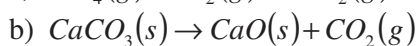
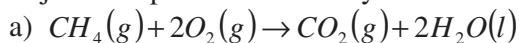
- a) Laske muodostuneen liuoksen massaprosenttisuus KNO_3 :n suhteen.
b) Määritä saadun liuoksen massa.

Lukion kemiakilpailu 8.11.2007

Perussarja

Pisteytysohjeet.

1. (9 p) Kirjoita tasapainotetut reaktioyhtälöt olomuotomerkintöineen.



2. (6 p) a) $N(Au) = n(Au) \cdot N_A = \frac{m(Au)}{M(Au)} \cdot N_A = \frac{0,00000001g}{196,97 \frac{g}{mol}} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \frac{1}{mol} = 3 \cdot 10^{13} \text{ atomia}$

b)

$$n(MgSO_4) = n(Mg) = \frac{m(Mg)}{M(Mg)}$$

$$m(MgSO_4) = n(MgSO_4) \cdot M(MgSO_4) = \frac{m(Mg)}{M(Mg)} \cdot M(MgSO_4) = \frac{20,0g}{24,31 \frac{g}{mol}} \cdot 120,38 \frac{g}{mol} = 99,0g$$

c)

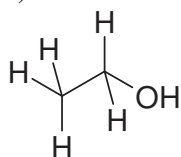
$$n = \frac{N}{N_A}$$

$$m(Am) = n(Am) \cdot M(Am) = \frac{N(Am)}{N_A} \cdot M(Am) = \frac{6}{6,022 \cdot 10^{23} \frac{1}{mol}} \cdot 243 \frac{g}{mol} = 2,4 \cdot 10^{-21} g$$

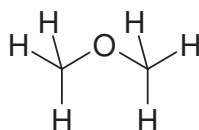
3. (9 p) Kaava 1p, nimi 0,5p.

Esimerkiksi

a)

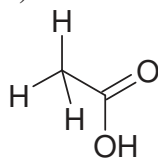


etanoli

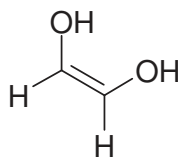


dimetyylieetteri

b)

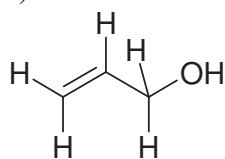


etikkahappo

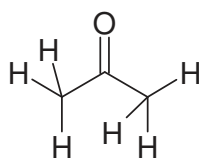


eteenidioli

c)



2-propen-1-oli



propanoni

4. (8p) a) Oletetaan yhdistettä 100g

$$n(C) = \frac{m}{M} = \frac{54,34 \text{ g}}{12,01 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 4,5246 \text{ mol}$$

$$n(H) = \frac{m}{M} = \frac{4,18 \text{ g}}{1,008 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 4,1468 \text{ mol}$$

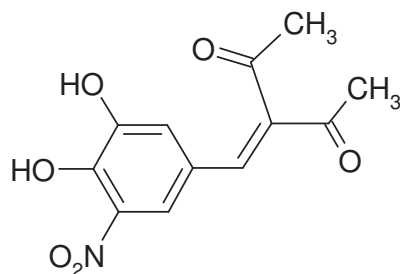
$$n(N) = \frac{m}{M} = \frac{5,28 \text{ g}}{14,01 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,3769 \text{ mol}$$

$$n(O) = \frac{m}{M} = \frac{36,20 \text{ g}}{16,00 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 2,2625 \text{ mol}$$

Jaetaan kaikki pienimmällä, $C_{12}H_{11}O_6N$

2p

b) Ei cis-trans-isomeriaa, eli R1 ja R2 oltava samat.
Hiili-happi kaksoissidos, mutta ei hapetu eli **ketoni**.
Perusrungosta puuttuu 4 hiiltä, 6 vetyä ja 2 happea.



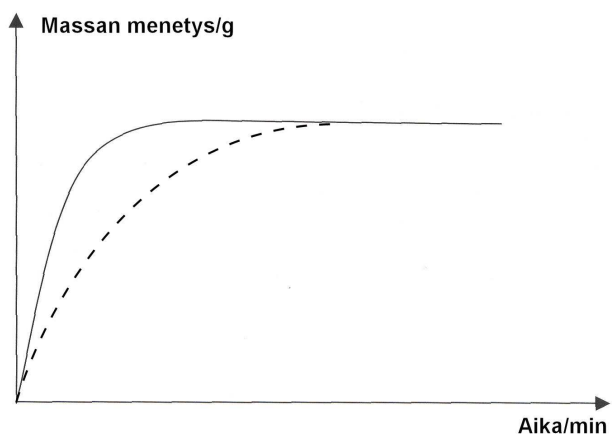
c) Fenolinen OH (aromaattinen), nitro, ketoni ja tyydyttymätön (kaksoissidos).

2p

d) Ei esiinny optista isomeriaa, koska ei ole asymmetristä hiiliatomia jossa olisi neljä erilaista atomia tai atomiryhmää.

2p

5. (7p) a) Reaktion lähtöaineen (reaktiotuotteen) pitoisuuden muutos aikayksikköä kohti. 1p
"Reaktion nopeus ilmoittaa millä nopeudella reaktio tapahtuu" – ei ole kemian vastaus 0p
b) Kaikki karbonaatti on hajonnut tietyn ajan kuluttua. 1p
c)

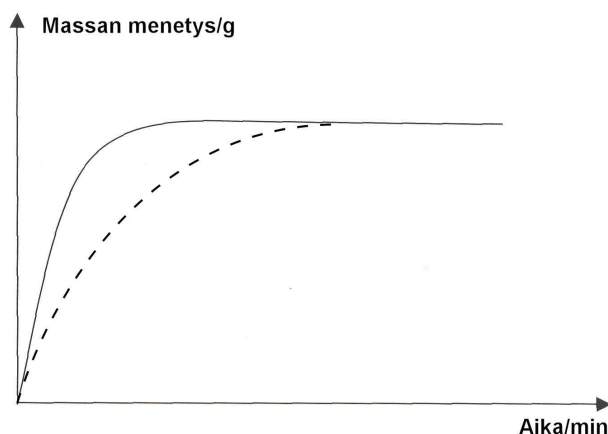


- d) $1,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{cm}^{-3} \cdot \text{s}^{-1}$ 1p
e) $n(\text{CaCO}_3) = n(\text{CO}_2) = 3,497 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ 1p
$$V(\text{CO}_2) = \frac{n(\text{CO}_2)RT}{p} = 0,0844 \text{ dm}^3$$
 3p

Lukion kemiakilpailu 8.11.2007 Avoin sarja

Pisteytysohjeet.

1. (7p) a) Reaktion lähtöaineen (reaktiotuotteen) pitoisuuden muutos aikayksikköä kohti. 1p
 ”Reaktion nopeus ilmoittaa millä nopeudella reaktio tapahtuu” – ei ole kemian vastaus 0p
 b) Kaikki karbonaatti on hajonnut tietyn ajan kuluttua. 1p
 c)



- d) $1,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{cm}^{-3} \cdot \text{s}^{-1}$ 1p
 e) $n(\text{CaCO}_3) = n(\text{CO}_2) = 3,497 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ 1p

$$V(\text{CO}_2) = \frac{n(\text{CO}_2)RT}{p} = 0,0844 \text{ dm}^3$$
 3p

2. (8p) a) $4\text{BF}_3 + 3\text{LiAlH}_4 \xrightarrow{\text{eetteri}} 2\text{B}_2\text{H}_6 + 3\text{LiF} + 3\text{AlF}_3$
 $\text{B}_2\text{H}_6 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_3\text{BO}_3 + 6\text{H}_2$ 3p

b)

$$n(\text{BF}_3) = \frac{m}{M} = \frac{12,5 \text{ g}}{67,81 \text{ g/mol}} = 0,18434 \text{ mol} \quad n(\text{LiAlH}_4) = \frac{m}{M} = \frac{5,00 \text{ g}}{37,953 \text{ g/mol}} = 0,13174 \text{ mol}$$

$$\frac{n(\text{BF}_3)}{n(\text{LiAlH}_4)} = \frac{0,18434 \text{ mol}}{0,13174 \text{ mol}} = 1,3992$$

Reaktioyhtälön mukaan $\frac{n(\text{BF}_3)}{n(\text{LiAlH}_4)} = \frac{4}{3} = 1,3333$, eli LiAlH_4 on rajoittava tekijä 2p

Reaktioyhtälön mukaan $n_1(\text{B}_2\text{H}_6) = \frac{2}{3} \cdot n(\text{LiAlH}_4) = \frac{2}{3} \cdot 0,13174 \text{ mol} = 0,08783 \text{ mol}$

Saannon mukaan $n_2(\text{B}_2\text{H}_6) = \frac{m}{M} = \frac{2,20 \text{ g}}{27,668 \text{ g/mol}} = 0,07951 \text{ mol}$

Erotus on reagoanut veden kanssa.

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 6 \cdot (n_1(\text{B}_2\text{H}_6) - n_2(\text{B}_2\text{H}_6)) = 6 \cdot (0,08783 \text{ mol} - 0,07951 \text{ mol}) = 0,04988 \text{ mol}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = n \cdot M = 0,04988 \text{ mol} \cdot 18,016 \text{ g/mol} = 0,89868 \text{ g}$$

Vastaus: eetterissä oli 0,899 grammaa vettä. 3p

3. (8p) a) $NH_4NO_3(s) \rightarrow N_2O(g) + 2H_2O(l)$ 2p

b) Ammoniumionin typen hapetusluku muuttuu $-III \rightarrow I$
Nitraatti-ionin typen hapetusluku muuttuu $V \rightarrow I$ 2p

c) Jos lineaarinen molekyyli olisi NON, se johtaisi samaan osittaisvaraukseen molekyylin molempiin päihin. Joten molekyylin tulee olla NNO. 2p

d) Reaktioyhtälän kertoimien mukaan $n(NH_4NO_3) = n(\text{kaasut})$

$$m = nM, \quad pV = nRT$$

$$m(NH_4NO_3) = \frac{pV}{RT} \cdot M(NH_4NO_3) = \frac{1,0\text{bar} \cdot 1,00\text{dm}^3}{0,0831451 \frac{\text{bar} \cdot \text{dm}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 298,15\text{K}} \cdot 80,052 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 3,229\text{g}$$

Ammoniumnitraattia on hajonnut 3,2 grammaa 2p

4. (8p)

$$n(\text{NaOH}) = c \cdot V$$

$$M(\text{yhd.}) = \frac{m(\text{yhd.})}{n(\text{yhd.})} = \frac{m(\text{yhd.})}{\frac{1}{x} \cdot n(\text{NaOH})} = x \cdot \frac{0,123\text{g}}{0,100 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot 19,2\text{ml}} = x \cdot 64,06 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \approx 200 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$x = 3$, eli kyseessä 3 arvoinen happo $M(\text{happo}) = 192,2 \text{ g/mol}$. 3p

Oletetaan yhdistettä yksi mooli

$$m(\text{C}) = 0,375 \cdot 192,2\text{g} = 72,07\text{g} \text{ eli kuusi hiiltä}$$

3 arvoisessa hapossa vähintään 6 happea

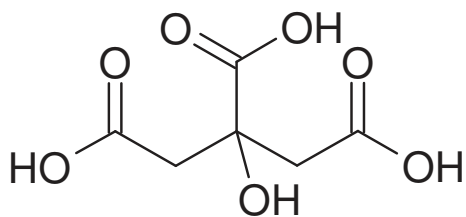
Happea ja vetyä vielä

$$(1 - 0,375) \cdot 192,2 \frac{\text{g}}{\text{mol}} - 6 \cdot 16,00 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 24,1 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

24 vetyä on liikaa, täytyy olla vielä yksi happi ja 8 vetyä

Molekyylikaava $C_6H_8O_7$ 3p

Rakennekaava: esimerkiksi (sitruunahappo)



2p

5. (6p) $m(\text{KNO}_3) = 50,0\text{g} + 0,150 \cdot 200,0\text{g} = 80,0\text{g}$

$$m(\text{liuotin}) = 0,850 \cdot 200,0\text{g} = 170,0\text{g}$$

$$170,0\text{g liuotinta liukenee } 1,7 \cdot 20,9\text{g} = 35,53\text{g KNO}_3$$

a) $m - \%(\text{KNO}_3) = \frac{m(\text{KNO}_3)}{m(\text{liuos})} = \frac{35,53\text{g}}{170,0\text{g} + 35,53\text{g}} = 17,3\%$ 4p

b) $m(\text{liuos}) = 170,0\text{g} + 35,53\text{g} = 205,5\text{g}$ 2p