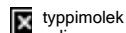


## KEMIAN SIVUT

## Kemian ylioppilastehtävien ratkaisut, kevät 2003

[1](#) | [2](#) | [3](#) | [4](#) | [5](#) | [6](#) | [7](#) | [+8](#) | [kysymykset \(erilliseen selainikkunaan\)](#)

1. a) Kullassa on *metallisidos*. Sidoksen muodostuessa kulta-atomit järjestäytyvät säännölliseksi hilaksi. Ne luovuttavat uloimmat elektroninsa yhteiseen käyttöön, jolloin positiivisten metalli-ionien välisessä "elektronimeressä" on vapaasti liikkuvia elektroneja. Hilan atomit voivat liukua paikoiltaan sidoksen katkeamatta hilassa vaeltavien elektronien ansiosta. Kulta on raskas metalli, jolla elektroneja on suhteellisen paljon, mikä vaikuttaa sidoksen kestävyYTEEN. b) Jään tiheys on pienempi kuin nestemäisen veden tiheys, koska jäässä on pysyvä *kidehila*, jossa vesimolekyylit ovat sijoittuneet säännölliseen järjestykseen kauemmas toisistaan kuin nestemäisessä vedessä. Molemmissa olomuodoissa vesimolekyylien välillä on *vetysidoksia*, mutta nestemäisessä olomuodossa sidokset ajoittain katkeilevat ja muodostuvat uudelleen. Vesimolekyylien etäisyys toisistaan siis vaihtelee. c) Ilmassa typpi on N<sub>2</sub>-molekyyleinä. Typpimolekyyliässä on typpiatomien välillä luja kolmoissidos (sidosennergia 944 kJ/mol, pituus 110 pm).



typpimolek

Typpiatomilla on 5 elektronia uloimmalla elektronikuorella. Kumpikin atomi käyttää sidoksen muodostamiseen 3 elektronia ja kummallekin atomille jää näin ollen vapaa elektronipari. N<sub>2</sub> on symmetrinen ja pooliton.

2. a) C 82,7 % ja H 100 % – 82,7 % = 17,3 %

$$M(\text{H}) = 1,01 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{C}) = 12,0 \text{ g/mol}$$

Lasketaan ainemäärät oletetussa 100 g:n näytteessä.

$$n(\text{H}) = 17,3 \text{ g} : 1,01 \text{ g/mol} = 17,1 \text{ mol}$$

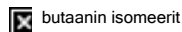
$$n(\text{C}) = 82,7 \text{ g} : 12,0 \text{ g/mol} = 6,89 \text{ mol}$$

$$n(\text{C}) : n(\text{H}) = 6,89 : 17,1 = 1 : 2,5 = 2 : 5$$

Empiirinen kaava on **k(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)**

Kerroin *k* ei voi olla pariton luku, koska hiilivedyissä on aina parillinen määrä H-atomeja. Jos *k* on 2, saadaan molekyylikaavaksi C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>. Jos *k* on 4 tai sitä suurempi parillinen luku, vetyatomeja tulee kaavaan liikaa (esim. C<sub>8</sub>H<sub>20</sub> on mahdoton, tyydyttyneen 8-hiilisen hiilivedyn kaava olisi C<sub>8</sub>H<sub>18</sub>).

- b) Molekyylikaavaa C<sub>4</sub>H<sub>10</sub> vastaa kaksi rakennetta. ylempi on **butaani**, alempi **metyylipropani**.



butaanin isomeerit

3. a) Kalsium- ja magnesiumkarbonaatin hajoamista kuumennettaessa kuvaavat reaktioyhtälöt:



b) Merkitään  $x = m(\text{MgCO}_3)$

$$n(\text{CaCO}_3) = (0,876 \text{ g} - x) : 100,09 \text{ g/mol} = n(\text{CaO})$$

$$m(\text{CaO}) = n(\text{CaO}) \cdot M(\text{CaO})$$

$$M(\text{MgCO}_3) = 84,32 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{CaCO}_3) = 100,09 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{CaO}) = [(0,876 \text{ g} - x) : 100,09 \text{ g/mol}] \cdot 56,08 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{CaO}) = 0,4908 - 0,5603x$$

$$n(\text{MgO}) = n(\text{MgCO}_3)$$

$$n(\text{MgO}) = x : 84,32 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{MgO}) = n(\text{MgO}) \cdot M(\text{MgO}) = (x : 84,32 \text{ g/mol}) \cdot 40,31 \text{ g/mol} = 0,4781x$$

$$\text{Jäännös } 0,477 \text{ g} = m(\text{MgO}) + m(\text{CaO})$$

Ratkaistaan siis yhtälö:

$$0,4908 - 0,5603x + 0,4781x = 0,477 \text{ ja saadaan } x = 0,1678 \text{ (g)}$$

$$\text{MgCO}_3\text{:n osuus prosentteina: } 100 \cdot 0,1678 : 0,876 \% = \mathbf{19,2 \%}$$

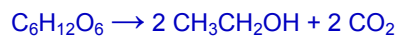
$$M(\text{MgO}) = 40,31 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{CaO}) = 56,08 \text{ g/mol}$$

#### 4. Etanolin (CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>OH) valmistus

##### 1. Valmistus käymisreaktiolla

Glukoosi ja fruktoosi käyvät hiivan entsyymien vaikutuksesta etanoliksi, kun happea ei päästetä käymisseokseen. Samalla syntyy hiilidioksidia.



Sakkaroosi, maltoosi ja tärkkelys (vilja, peruna) on hajotettava ensin esim. entsyymaattisesti glukoosiksi, jos niitä käytetään etanolin valmistukseen. Käymisessä ei saada 20-prosenttista väkevempiä etanoliliuoksia. Jos halutaan väkevämpi liuos, on etanoli tislattava. Vesi ja etanoli muodostavat *atseotrooppisen seoksen* (kp. 68 °C), joten puhtaan etanolin valmistus tislaamalla on vaikeaa. Hapen läsnä ollessa etanoli käy etikaksi CH<sub>3</sub>COOH(aq).

##### 2. Etanolin synteettinen valmistus

Etanolia syntyy eteenin ja veden additioreaktiossa. (Reaktiossa tarvitaan katalyytti.)

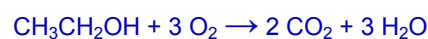


##### Etanolin käyttö

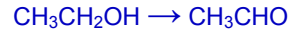
- Käymisteitse tuotetaan etanolia **nautintatarkoituksiin** (viinit, oluet). Myös tislattuja liuoksia käytetään samoin (konjakki, viski, vodka, väkiviina jne).
- Etanoli on hyvä liuotin, joka liuottaa monia sekä poolisia että poolittomia aineita. Teknisiin tarkoituksiin (liuotin, puhdistusaine, polttoaine) tarkoitettu alkoholi **denaturoidaan**: etanoliiin lisätään pahanmakuisia aineita, jotka tekevät liuoksen nauttimiskelvottomaksi. Väkevä etanoli (yli 90 %) on muutenkin sellaisenaan nauttimiskelvotonta.
- Etanolia käytetään bensiinin lisäaineena, mutta myös sellaisenaan polttoaineeksi.
- Etanolilla on lisäksi käyttöä synteeseissä, mm. etanaalin ja etikahapon tuotannossa sekä esterien lähtöaineena.

##### Etanolin reaktiot

- Palamisreaktio



- Hapettuminen aldehydiksi (etanaalia poistetaan jatkuvasti reaktioseoksesta)



- Hapettuminen etikkahapoksi (hapettumisen annetaan tapahtua perusteellisesti ennen tuotteen eristämistä). Hapettimena voi olla kummassakin reaktiossa esim. dikromaatti-ioni  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  happamassa vesiliuoksessa, teollisissa prosesseissa käytetään ilmahapetusta.



- Esterin valmistus, esimerkkinä etyyliasetaatti (tärkeä liuotin)



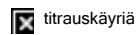
- Suolan muodostus alkalimetallin kanssa (vrt. veden vastaavaan reaktioon)



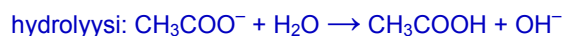
### Alkoholin hapettumisesta

#### 5. a) Titrauskäyrät

Punainen käyrä esittää typpihapon ( $\text{HNO}_3$ ) titrausta. Typpihappo on vahva happo, joten titrauskäyrä alkaa alemmasta pH-arvosta ja sen pH-hyppäys ekvivalenttikohdassa on jyrkempi kuin etikkahapon titrauskäyrällä vahvalla emäksellä ( $\text{NaOH}$ ) titrattaessa .



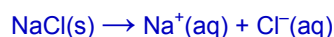
**b)** Etikkahapon ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) titrauksessa syntyy puskuriliuos, sillä etikkahappo on heikko happo, jonka anioni hydrolysoituu tuottaen etikkahappoa ja hydroksidi-ioneja.



**c)** Vahvan hapon  $\text{HNO}_3$  titrauksessa ekvivalenttikohta on pH-arvossa 7. Heikkoa happoa titrattaessa ekvivalenttikohdan pH:ksi tulee on suurempi arvo kuin 7 puskurivaikutuksen (ja/tai hydrolyysin) takia.

**d)** Kun ekvivalenttikohta on ohitettu, liuos on emäksinen vahvan emäksen  $\text{NaOH}$  vaikutuksesta. Kumpikin happo on täydellisesti neutraloitunut.

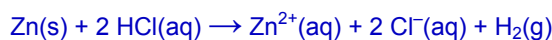
#### 6. a) Ruokasuola on ioniyhdiste $\text{NaCl}$ , jonka kidehila purkautuu ioneiksi suolan liuutessa veteen. Ionit hydratoituvat. [Vrt. tehtävään yo s01/1](#)



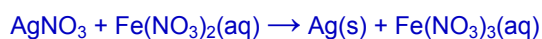
**b)** Natrium reagoi veden kanssa, jolloin syntyy emäksinen  $\text{NaOH}$ -liuos ja vapautuu vetykaasua. Reaktiossa natrium hapettuu, ja vety pelkistyy.



c) Sinkkimetallijauhe reagoi suolahapon kanssa. Reaktiossa vapautuu vetyä ja syntyy  $\text{Zn}^{2+}$ -ioneja. Sinkki hapettuu, ja vety pelkistyy.

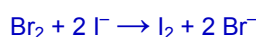


d) Hopea pelkistyy (syntyy saostuma) ja  $\text{Fe}^{2+}$  hapettuu  $\text{Fe}^{3+}$ :ksi.



e) Ei tapahdu reaktiota, koska hopea on jalompi metalli kuin kupari. Kupari pysyy ioneina ja hopea metallisena.

f) Bromi  $\text{Br}_2$  pelkistää jodidi-ionin. Kloridi-ioni ei reagoi. Reaktioseos värjäytyy ruskeaksi. Koska bromi on ruskeaa, värinmuutos on epäselvä. (Jodin violetti väri tulee näkyviin, jos seokseen lisätään esim. hiilitetrakloridia, johon jodi liukenee.)



7. a) Magnesiumhydroksidin  $\text{Mg(OH)}_2$  liukoisuus veteen tarkoittaa magnesiumhydroksidin määrää (massaa), joka muodostaa kylläisen liuoksen. Liukoisuus ilmoitetaan esim. g/l tai  $\text{g/dm}^3$ . Liukoisuus riippuu lämpötilasta.
- b) Magnesiumhydroksidin liukoisuustulo on  $[\text{Mg}^{2+}] \cdot [\text{OH}^-]^2 = 1,1 \cdot 10^{-11} (\text{mol/l})^3$ . Liukoisuustulo on liukenemisen (faasitasapainon) tasapainovakio.  $[\text{Mg}^{2+}]$  ja  $[\text{OH}^-]$  tarkoittavat kylläisen liuoksen ko. ionien konsentraatioita. Liukoisuustulon arvo (pieni!) kertoo, että magnesiumhydroksidi on niukkaliukoinen yhdiste.
- c) Valmistetaan  $\text{Mg(OH)}_2$ :n kylläinen liuos, liuottamalla yhdistettä kuumaan veteen ja antamalla liuoksen jäähtyä. Kylläisessä liuoksessa on pohjalla kiinteä faasi. Suodatetaan liuos ja otetaan suodoksesta näytteitä, joista määritetään  $c(\text{Mg}^{2+})$  spektrometrisesti. Määritettäessä  $c(\text{OH}^-)$  titraamalla jäisi hapon kulutus aika pieneksi.

## +8. Sisältösuositus

- Kemiallisen tasapainon määrittely ja dynaaminen luonne
- Massavaikutuksen laki
- Tasapainovakion muoto
- Esimerkkireaktioita: esteröinti, ammoniakksynteesi
- Paineen, lämpötilan, massavaikutuksen (konsentraation) käyttö tasapainon ohjaukseen
- Faasitasapainot, happo-emästatasapainot (mainintana lyhyemmin)
- Katalyytin vaikutus (katalyytti ei siirrä tasapainotilaa, mutta jouduttaa sen saavuttamista)

 [YLE, Klaffi, Professori Saarisen vastaus](#) (2:33 min)

KEMIAN SIVUT  
[Yo-sivujen alku](#)

