

KEMIAN SIVUT

Ylioppilaskokeen kemian kysymykset, syksy 2001

1.

Selvitä, mitä kemiallisia muutoksia tapahtuu, kun: **a)** vesi kiehuu, **b)** rauta ruostuu merivedessä, **c)** sokeri käytetään alkoholiksi.

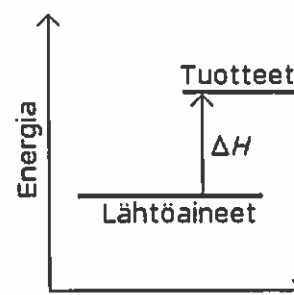
Ratkaisu

2. Natriumperoksidin (Na_2O_2) ja hiilidioksidin välistä reaktiota, jossa muodostuu natriumkarbonaattia ja happea, käytetään avaruusalusten ilmanpuhdistimissa sitomaan hengitettäessä muodostuvaa hiilidioksidia ja vapauttamaan happea. **a)** Laadi reaktioyhtälö. **b)** Kuinka monta grammaa hiilidioksidia syntyy vuorokaudessa, kun ihminen hengittää ilmaa keskimäärin 4,5 l/min ($t = 25\text{ }^\circ\text{C}$, $p = 1,0\text{ bar}$) ja uloshengitettävä ilma sisältää 3,4 tilavuusprosenttia hiilidioksidia? **c)** Kuinka paljon natriumperoksidia tarvitaan tämän hiilidioksidin sitomiseen?

Ratkaisu

3. Oheinen kaavio liittyy reaktioon, jossa eräs suola liukenee veteen.

- a)** Vapautuuko vai sitoutuuko reaktiossa energiaa?
b) Lämpeneekö vai jäähtyykö liuos reaktion aikana?
c) Liukeneeko kyseinen suola runsaammin kuumaan vai kylmään veteen?
d) Voidaanko reaktiolämpöjen avulla tehdä yleisiä päätelmiä reaktioiden nopeudesta. Perustele vastauksesi.



Ratkaisu

4. Alla on lueteltu joukko yhdisteitä ja eräitä kemian käsitteitä. Mitkä näistä voidaan yhdistää toisiinsa? Esitä vastuksessa kunkin yhdisteen rakennekaava ja merkitse näkyviin kaikki siihen liittyvät käsitteet käyttäen annettua numerointia.

a) etyyni

1) tasomainen rakenne

- | | |
|--------------------------|--------------------------------------|
| b) 1,1-dikloorieteeni | 2) <i>cis-trans</i> -isomeria |
| c) bentseeni | 3) poolinen molekyyli |
| d) pyridiini | 4) optinen isomeria |
| e) 2-butanoli | 5) lineaarinen (sauvamainen) rakenne |
| f) 2,2-dimetyylipropaani | 6) aromaattinen hiilivety |
| | 7) heterosyklinen yhdiste |
| | 8) tetraedrinen hiiliatomi |

Ratkaisu

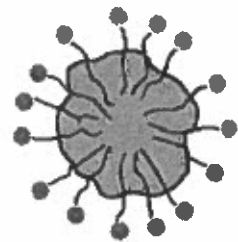
5. Korkeassa lämpötilassa reaktion



tasapainovakio $K = 0,090$. a) Osoita, että reaktion tasapainotila on riippumaton reaktioastian tilavuudesta. b) Tapahtuuko reaktio etenevään vai käänteiseen suuntaan, kun 1,0 g typpeä, 1,0 g happea ja 1,0 g typpimonoksidia saatetaan reagoimaan keskenään? c) 0,25 litran astiaan suljettiin 1,0 g happea, 1,0 g typpeä ja 1,0 g typpimonoksidia. Mikä oli astiassa olevan kaasuseoksen tiheys, kun tasapaino oli asettunut?

Ratkaisu

6. a) Miten rasvasta voidaan valmistaa saippuaa? b) Oheinen kuva esittää saippuan toimintaa, kun kyseessä on rasvatahra. Selvitä kuvaa hyväksi käyttäen saippuan pesuvaikutus.



Ratkaisu

7. Tehtäväsi on saattaa erilleen komponentit seuraavista seoksista:

- kvartsihiekkä ja natriumkloridi (kiinteä seos)
- vesi ja asetoni (nestemäinen seos)
- typpi ja rikkidioksidi (kaasuseos)

Miten menettelet?

Ratkaisu

- +8.** Millä perusteella alkuaineiden jaksollinen järjestelmä on muodostettu? Valitse jokin jaksollisen järjestelmän ryhmä ja jokin jakso ja selvitä niihin kuuluvien alkuaineiden ominaisuuksissa tapahtuvia systemaattisia muutoksi ja syitä niihin.

H																	He
Li	Be										B	C	N	O	F	Ne	
Na	Mg										Al	Si	P	S	Cl	Ar	
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	La'	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	Ac''	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt									

La'	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Ac''	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

Ratkaisu

KEMIAN SIVUT
Yo-sivujen alku



KEMIAN SIVUT

Kemian ylioppilastehtävien ratkaisut, syksy 2001

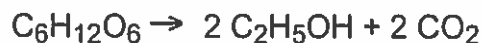
[1](#) | [2](#) | [3](#) | [4](#) | [5](#) | [6](#) | [7](#) | [+8](#) | [kysymykset \(erilliseen selainikkunaan\)](#)

1. a) Veden kiehuessa neste muuttuu höyryksi. Nestemäisessä vedessä vesimolekyylien välillä on *vetysidoksia*, jotka liittävät toisiinsa kaksi tai useampia vesimolekyyliä. Nesteessä sidoksia katkeaa ja muodostuu jatkuvasti molekyylien liikkeessa ja törmäillessä toisiinsa. Kuumennettaessa vesimolekyylien lämpöliike voimistuu, minkä seurauksena vesimolekyylien väliset *vetysidokset katkeavat* yhä tiheämpään eikä uusia enää muodostu helposti. Niinpä vesimolekyyliä siirtyy kiehuvasta nesteestä ilmaan, jossa ne sekoittuvat ilman kaasumolekyyliin muodostamatta enää keskenään vetysidoksia (joitakin vetysidoksia tosin saattaa tilapäisesti esiintyä vesihöyryssä).

b) Rauta ruostuu merivedessä eli metallisen raudan *Fe-atomit hapettuvat* Fe^{3+} -ioneiksi. (Merivesi toimii elektrolyyttiliuoksena.) Fe^{3+} -ionit muodostavat veden ja hapen kanssa ruostetta eli yhdisteen $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

Tarkemmin [yo99s tehtävä +8](#)

c) Sokeri (esim. glukoosi) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ on yksinkertainen hiilihydraatti (monosakkaridi), jota hiivasienet käyttävät ravinnokseen hajottaen molekyylin tsymaasientsyymin avulla pääasiassa etanoliksi ja hiilidioksidiksi:



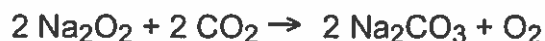
Reaktio on eksotermisen hapettumis-pelkistymisreaktio.

Sakkaroozi $\text{C}_{11}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ saadaan myös käytetyksi alkoholiksi, kunhan se ensin hydrolysoidaan. Sokeriliuoksen väkevyys ei saa olla yli 15 %, jotta entsyymit pystyvät toiminaan. Käymisessä syntyy myös muita tuotteita kuin etanolia.

Alkoholikäymisestä on oppikirjoissa vaihtelevasti tietoa. Vastauksessa edellytettiin reaktioyhtälö ja lisäksi selitystä. Sokerista pelkkä kaavan $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ mainitseminen riitti.

Liuoksen etanolipitoisuuden odotettiin myös kannanottoa: hiiva kuolee eli entsyymitoiminta lakkaa liian suuressa etanoliväkevyydessä.

2. a) Reaktioyhtälö



b) Vuorokaudessa hengitetyn ilman tilavuus

$$V(\text{ilma}) = 4,5 \text{ l/min} \cdot 24 \text{ h} \cdot 60 \text{ min/h} = 6\,480 \text{ l}$$

$$V(\text{CO}_2) = 0,034 \cdot 6\,480 \text{ l} = 220,32 \text{ l}$$

$$n(\text{CO}_2) = 1,0 \text{ bar} \cdot 220,32 \text{ dm}^3 : (0,0832 \text{ bar dm}^3/\text{mol K} \cdot 298 \text{ K}) = 8,89 \text{ mol}$$

$$m(\text{CO}_2) = 8,89 \text{ mol} \cdot 44,01 \text{ g/mol} = \mathbf{390 \text{ g}} \text{ (391g)}$$

c) Reaktioyhtälön mukaan $n(\text{Na}_2\text{O}_2) = n(\text{CO}_2)$, joten

$$m(\text{Na}_2\text{O}_2) = 8,89 \text{ mol} \cdot 77,98 \text{ g/mol} = \mathbf{690 \text{ g}} \text{ (693 g)}$$

$$pV = nRT$$

$$n = pV : RT$$

$$p = 1,0 \text{ bar}$$

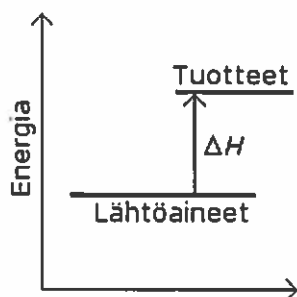
$$t = 25 \text{ }^\circ\text{C} = 298 \text{ K}$$

$$m = nM$$

$$M(\text{CO}_2) = 44,01 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{Na}_2\text{O}_2) = 77,98 \text{ g/mol}$$

3. Reaktion energiakaaviosta voidaan päätellä:



a) Reaktiossa sitoutuu energiaa, koska tuotteiden entalpia H on suurempi kuin lähtöaineiden (eli $\Delta H > 0$).

b) Liuos jäähtyy reaktion aikana, koska reaktiossa sitoutuu lämpöä tuotteiden muodostuessa.

c) Kyseinen suola liukenee runsaammin kuumaan veteen, koska lämpöä on silloin enemmän käytettävissä kuin kylmässä vedessä ja suolan liukeneminen on endoterminen tapahtuma (le Châtelier'n periaate).

d) Reaktiolämpöjen avulla ei voida tehdä yleisiä päätelmiä reaktion nopeudesta, koska reaktiolämmöt kertovat reaktioon liittyvistä *kvantitatiivista energian muutoksista* mutta eivät ajasta, jossa muutokset tapahtuvat. (Koska kuitenkin kyseessä on endoterminen reaktio, on luultavaa, ettei se ole räjähdysmäisen nopea.)

4.

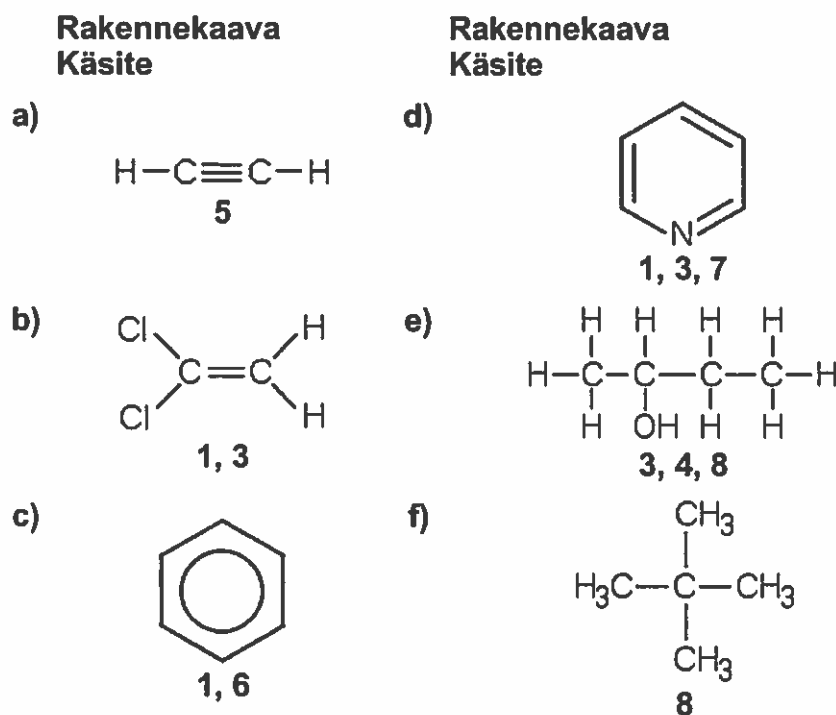
Yhdiste

Käsite

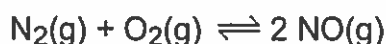
a) etyyni

1) tasomainen rakenne

- b) 1,1-dikloorieteeni 2) *cis-trans*-isomeria
 c) bentseeni 3) poolinen molekyyli
 d) pyridiini 4) optinen isomeria
 e) 2-butanoli 5) lineaarinen (sauvamainen) rakenne
 f) 2,2-dimetyylipropaani 6) aromaattinen hiilivety
 7) heterosyklinen yhdiste
 8) tetraedrinen hiiliatomi



5. a) Reaktio



Reaktioon osallistuu vain kaasuja. Reaktioyhtälössä on sekä tuotteita että lähtöaineita yhtä monta molekyyliä, joten reaktio on ilmeisesti riippumaton reaktioastian tilavuudesta. Tasapainovakion lausekkeen avulla perusteltuna:

$$K = \frac{[\text{NO}]^2}{[\text{N}_2][\text{O}_2]} = \frac{\frac{n^2(\text{NO})}{V^2}}{\frac{n(\text{N}_2)}{V} \cdot \frac{n(\text{O}_2)}{V}} = \frac{n^2(\text{NO})}{n(\text{N}_2) \cdot n(\text{O}_2)}$$

Lauseke isompana kuvana

Reaktioastian tilavuus V supistuu lausekkeesta pois ja jäljelle jäävät tasapainoseoksen komponenttien ainemäärät.

b) Lasketaan seoksen lähtötilanteen ainemäärät

$$n = m : M$$

Aine	M g/mol	m g	n mol
N ₂	28,0	1,0	0,0357
O ₂	32,0	1,0	0,0313
NO	30,0	1,0	0,0333

Sijoitetaan ainemäärät tasapainovakion lausekkeeseen:

$Q = 0,0333^2 : (0,0313 \cdot 0,0357) = 0,992 > K = 0,090$, joten reaktiossa syntyy lähtöaineita. **Reaktio kulkee käänteiseen (palautuvaan) suuntaan.**

c) Kemiallinen reaktio noudattaa *aineen häviämättömyyden lakia*, joten suljetussa reaktioastiassa on sama massa ainetta sekä alussa että tasapainon asetuttua.

$$\rho = m : V = (1,0 \text{ g} + 1,0 \text{ g} + 1,0 \text{ g}) : 0,25 \text{ l} = 12 \text{ g/l eli } 0,012 \text{ g/cm}^3$$

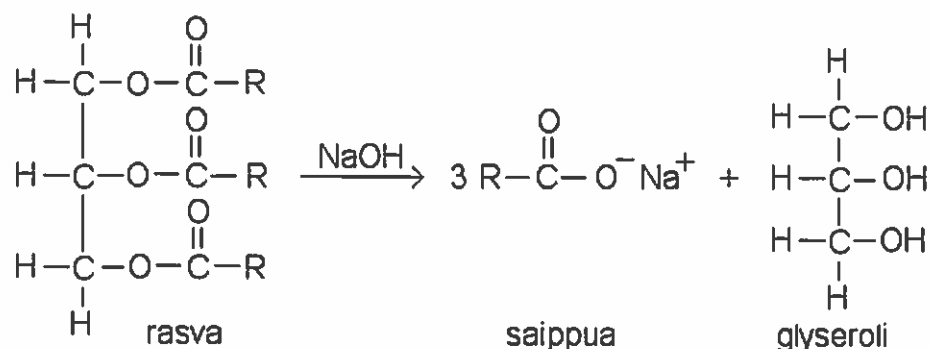
Vertaa yo01k tehtävä 1 c:n ratkaisu

Tiheyden voi laskea myös selvittämällä ensin tasapainoseoksen koostumuksen. Se on kuitenkin turhan työlästä!

6. a) Rasvat ovat triglyseridien seoksia. Triglyseridit ovat estereitä, joiden alkoholikomponenttina on glyseroli. Glyserolin kaikki kolme OH-ryhmää ovat esteröityneet rasvahappojen kanssa. Rasvahapot ovat pitkäketjuisia monokarboxyylihappoja, tavallisimmin *steariini-*, *palmitiini-* ja *öljyhappoja*.

Steariinihappo	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$
Palmitiinihappo	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$
Öljyhappo	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7 \text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7 \text{COOH}$

Triglyseridien esterihydrolyysi saadaan tapahtumaan lähes täydellisesti keittämällä niitä seoksessa, jossa on natrium- tai kaliumhydroksidia (NaOH, KOH) vähintään yhtä suuri ainemäärä kuin triglyseridejä. Esterin hydrolysoituessa vapautuu sekä glyserolia että rasvahappoja. Emäs neutraloi vapautuvat rasvahapot, joten reaktion tasapaino siirtyy tuotteiden suuntaan. Neutraloitumisreaktiossa syntyneitä *karboxyylihappojen Na-suoloja sanotaan saippuaksi*. Vastaavista kaliumsuoloista käytetään nimitystä *suopa*.

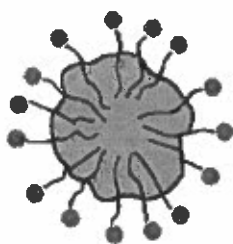


R tarkoittaa pitkää hiilivetyketjua. R ei välttämättä ole sama kaikissa happokomponenteissa, joten hydrolyysissä voi syntyä R:stä riippuen erilaisia anioneja.

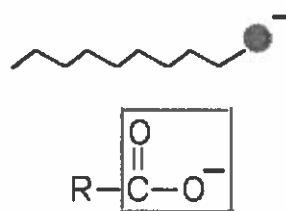
Kun hydrolyysi on tapahtunut, saippua "ulosuolataan" liuoksesta eli saostetaan lisäämällä natriumkloridia (NaCl).

Mainintaa saostusmenettelystä ei vaadittu, ei myöskään reaktioyhtälöä (2 pistettä koko kohdasta!).

b) Kun saippua liukenee veteen, rasvahapon suolasta irtoavat kationi (Na^+) ja anioni RCOO^- . Näistä *anioni* toimii *tensidinä* eli pesevänä ainesosana. Sen pesuvaikutus perustuu siihen, että pitkä hiilivetyosuus anionissa on pooliton ja poolisuus on keskittynyt anionin pään karboksyyliiryhmään. Poolinen pää suuntautuu vettä kohti, koska vesimolekyylit ovat poolisia, pooliton osuus taas suuntautuu poolittomia aineita, kuten rasvatahnan triglyseridimolekyylejä kohti.



Likahiukkanen saippuan anionien ympäröimänä.



Saippuan anioni

Kuviossa rasvatahraan (kellertävä alue) on kulkeutunut saippuan anioneja. Ne ovat suuntautuneet poolittomalta osuudeltaan rasvatahnan sisään. Poolinen pää on tahran ulkopuolella. Näin syntyy *ulkopinnaltaan poolinen alue*, josta irtoaa likahiukkasia vesimolekyylien pommituksen seurauksena. Likahiukkasen ympärille kertyneet anionit muodostavat negatiivisesti varautuneen kerroksen hiukkasen ympärille. Näin syntyy miselli, joka pysyy liuoksessa vesimolekyylien kertyessä sen ympärille. Misellit huuhtoutuvat veden mukana pois pestävästä kohteesta.

Vrt. yo96s tehtävä 1 a**7. a) Kvartsihiekkä ja NaCl**

NaCl liukenee hyvin veteen, mutta kvartsihiekkä on liukenematonta. Niinpä NaCl liuotetaan veteen. Hiekka suodatetaan ja pestään hyvin. Suodoksesta haihdutetaan vesi, jolloin kiinteä NaCl jää jäljelle.

b) Vesi ja aseton

Asetoni (propanoni) liukenee veteen mutta kiehuu paljon alemmassa lämpötilassa (n. 56 °C, 57 °C, taulukkokirjan painovuodesta riippuen) kuin vesi (100 °C). Asetoni ja vesi voidaan siis erottaa tislamalla (mikäli seoksessa määrät ovat kohtalaisia). Asetoni on hyvin helposti haihtuvaa ja syttyvää nestettä, joten tislauksessa ei käytetä avotulta. Kuumennus voi tapahtua sähköhauteessa ja koko tislauksen mieluiten vetokaapissa. Tisleen keräysastia on jäähdytettävä liian haihtumisen estämiseksi. Jäähdytykseen käy esim. jää-vesihaude. Lämpötilan pysyessä n. 56 °C:ssa, tislautuu asetonia. Lämpötilan kohotessa saadaan fraktio, joka sisältää sekä asetonia että vettä. Tämän jälkeen tislautuu vesi, kun lämpötila nousee 100 °C:een.

c) Typpi ja rikkidioksidi

Typpi ei reagoi helposti eikä liukene suuressa määrin veteen. Rikkidioksidi SO₂ puolestaan liukenee veteen ja reagoi veden kanssa muodostaen happoa. Jos molempia kaasuja ei haluta puhtaina, voidaan SO₂ absorboida emäksiseen vesiliuokseen, jonka kanssa se myös osittain reagoi. Typpikaasu on tarpeen kuivata kaasuseoksen kuljettua absorptioliuoksen läpi. (SO₂-kaasu saadaan vapautetuksi liuoksesta tekemällä liuos happamaksi ja kumentamalla.)

Huomautus**+8.** Ainakin seuraavia asioita olisi hyvä käsitellä

- Dmitri Mendelejevin havainnot atomien massoista ja eräiden uusien alkuaineiden löytyminen Mendelejevin jättämiin aukkoihin.
- Atomin rakenteen tarkentuessa tehdyt muutokset: perustana ei ole enää atomin massa vaan ytimen rakenne. Keinotekoiset alkuaineet.

- Järjestysluku eli ytimen protonien lukumäärä (samalla myös elektronien lukumäärä perustilaisessa atomissa).
- Elektroniverhon rakenne vs. ryhmä ja jakso. Samaan ryhmään kuuluvien alkuaineiden uloimman kuoren elektronien määrä on sama. Samaan jaksoon kulumien alkuaineiden elektronikuorten määrä on sama.
- Jaksollisen järjestelmän elektroniorbitaaleihin viittaavat lohkot ja ryhmien nimitykset
- Joitakin yleisiä trendejä, mm. tyypilliset hapettumisasteet, metallimaisuuden lisääntyminen ryhmässä alaspäin ja jaksossa oikealta vasemmalle jne.
- *Esimerkkiryhmästä ja -jaksosta on mainittava sekä fysikaalisiin että kemiallisiin ominaisuuksiin liittyviä samankaltaisuuksia ja eroavuuksia. Syinä on tarkasteltava atomin kokoa, elektronien määrää ja jakautumista. Esimerkin valinnasta riippuu, mitkä asiat painottuvat.*

Taulukkokirjasta on tämän vastauksen rakentamisessa suurta apua.

Vertaa OPH:n etälukion jaksollinen järjestelmä-osioon (omaan ikkunaan)