

## KEMIAN SIVUT

## Ylioppilaskokeen kemian kysymykset, kevät 2006

1. Kopioi alla oleva taulukko vastauspaperiisi ja täytä siinä olevat avoimet kohdat käyttäen hyväksesi alkuaineiden jaksollista järjestelmää.

Alkuaineen / ionin symboli				${}^{54}_{26}\text{Fe}^{2+}$
Protonien määrä		79		
Neutronien määrä	16	117	136	
Elektronien määrä	18	79		
Massaluku			222	
Kokonaisvaraus	-3		0	

Ratkaisu

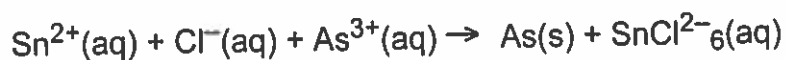
2. Titaani on luja, kevyt ja korroosiota kestävä metalli, jota käytetään mm. lentokoneissa, polkupyörien rungoissa ja raketeissa. Sitä valmistetaan titaani(IV)kloridin ja sulan magnesiumin välisessä reaktiossa lämpötilassa 950 – 1150 °C.



Eräässä teollisuusprosessissa lähtöaineina käytettiin 35,4 kg  $\text{TiCl}_4$  ja 8,3 kg magnesiumia. Kuinka monta kilogrammaa titaania voidaan saada?

Ratkaisu

3. "Niin, rakas Watson", sanoi Sherlock Holmes, "osoitamme, että murha oli tehty juottamalla uhrille arsenikkia kahvin kanssa. Suoritamme huolellisesti *Betterdorffin* kokeen todetaksemme kahvijäännöksessä olevan arseenia. Sekoitamme kahvinäytteen väkevään suolahappoon liuotetun tina(II)kloridin kanssa, lämmitämme varovasti kaasuliekillä ja voimme todeta... aha! ... aivan oikein, liuos värjäytyy ruskeaksi, muodostuu vapaata arseenia!" Reaktio on:



- a) Määritä reaktioyhtälön kertoimet. (2 p.)

- b) Mitkä aineet hapettuvat ja mitkä pelkistyvät reaktiossa? Esitä myös vastaavat hapetuslukujen muutokset. (2 p.)
- c) Laadi reaktioyhtälö, kun liuoksessa oleva arseeni esiintyy arseenitrioksidina ( $\text{As}_2\text{O}_3$ ). Lisää tarvittaessa yhtälöön vetyioneja ja vettä. (2 p.)

Ratkaisu

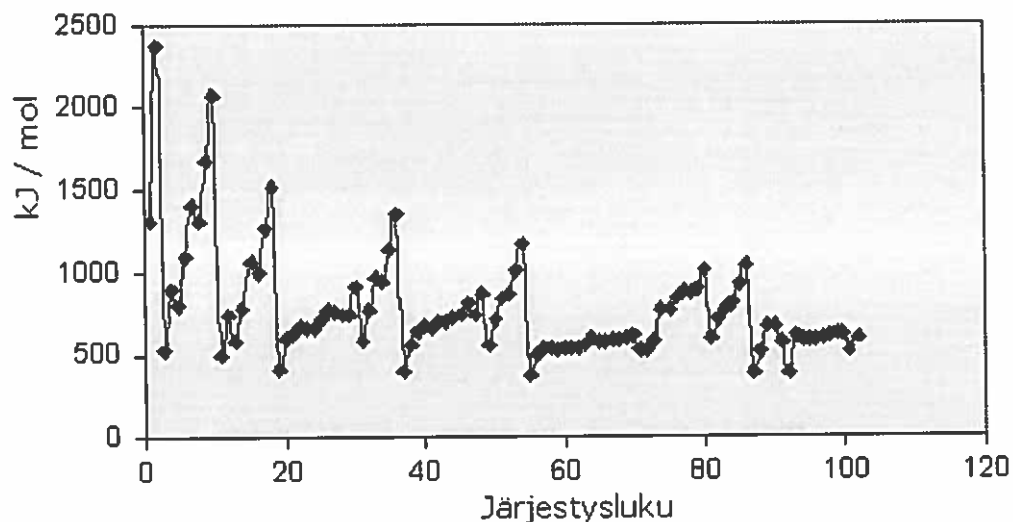
4. Alkoholijuoma sisältää vain etanolia ja vettä. Seosta analysoitaessa etanoli hapetetaan hiilidioksidiksi reaktion



mukaisesti. Samalla juomassa oleva vesi höyrystyy ja se kerätään yhdessä reaktiossa muodostuneen veden kanssa. Mikä oli juoman alkoholipitoisuus massaprosenteina, kun siitä otetusta 10,00 gramman näytteestä saatiin 10,77 g vettä?

Ratkaisu

5. Mitä tarkoitetaan atomin ionisoitumisenergialla?



Oheisessa kuvassa on esitetty ensimmäisen ionisoitumisenergian arvo (kJ/mol) eri alkuaineille. Miten kuvassa näkyviä muutoksia voidaan perustella, ja mitä johtopäätöksiä tällä perusteella voidaan tehdä atomien elektronirakenteista?

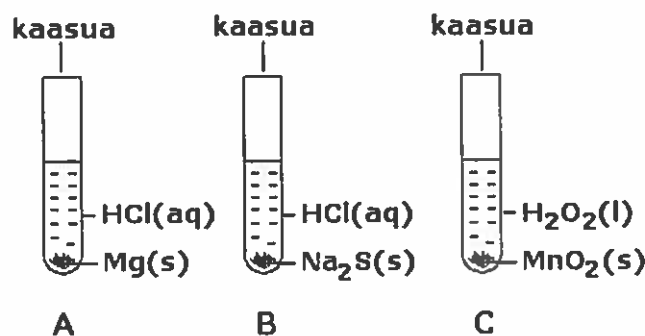
Ratkaisu

6. Selosta, miten seuraavat yhdistetyypit eroavat rakenteeltaan toisistaan. Esitä myös jokin kemiallinen tai fysikaalinen ominaisuus, jossa ero ilmenee.

- a) alkeeni ja aromaattinen hiilivety, (2 p.)
- b) aromaattinen alkoholi ja fenoli, (2 p.)
- c) tärkkelys ja selluloosa. (2 p.)

Ratkaisu

7. Tarkastele oheisen kuvan mukaisia koejärjestelyjä.



- a) Mitä kaasua koeputkissa A, B ja C vapautuu? (2 p.)
- b) Laadi kussakin koeputkessa tapahtuvan reaktion yhtälö. (4 p.)

Ratkaisu

8. 15 millilitraan 0,0010 M hopeanitraattiliuosta lisättiin 15 ml 0,0010 M natriumkloridiliuosta.

- a) Osoita, että astiaan saostuu hopeakloridia. (2 p.)
- b) Laske hopeaionin konsentraatio liuoksessa, kun tasapaino on asettunut. (4 p.)  
 Hopeakloridin liukoisuustulo on  $K_L(\text{AgCl}) = 1,8 \cdot 10^{-10} (\text{mol/l})^2$ .

Ratkaisu

9. Säilönnässä ja mausteena käytettävä väkiviinaetikka on koostumukseltaan laimeaa etikkahappoliuosta. Etikkahapon tarkan pitoisuuden määrittämiseksi väkiviinaetikasta otettiin 25,0 ml:n näyte, joka titrattiin 0,194 M NaOH-liuoksella. Ennen titrauksen aloittamista näyte laimennettiin vedellä noin 100 millilitraksi. Titraukset on koottu alla

olevaan taulukkoon:

V(NaOH)/ml	0	1,0	2,0	4,0	6,0	7,0	8,0	8,5	10,0	14,0
pH	2,9	4,0	4,3	4,7	5,2	5,5	6,4	11,2	12,0	12,4

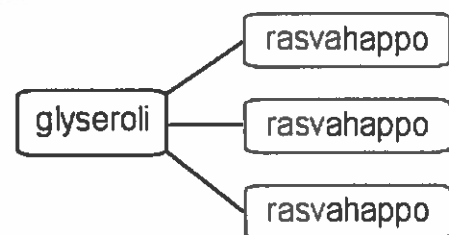
- a) Piirrä titrauskäyrä. Käytä pystyakselina liuoksen pH:ta ja vaaka-akselina NaOH-kulutusta. Merkitse ekvivalenttikohdan sijainti kuvaan ja määritä sen perusteella etikkahapon pitoisuus (g/l) väkiviinaetikassa. (3 p.)
- b) Miksi laimennuksessa saadun liuoksen tarkkaa tilavuutta ei tarvitse tietää? (1 p.)
- c) Titrauksen päätepiste voidaan todeta myös happo-emäsindikaattoria käyttäen. Mitä seikkoja tulee indikaattoria käytettäessä ottaa huomioon? Ehdota jotain titraukseen sopivaa indikaattoria. (2 p.)

Ratkaisu

10. Optisesti aktiivisen yhdisteen  $C_5H_{10}O$  (= **A**) rakenteessa on yksi karbonyyliryhmä. **A** pelkistyy helposti, jolloin saadaan yhdiste  $C_5H_{12}O$  (= **B**). **A** voidaan hapettaa yhdisteeksi  $C_5H_{10}O_2$  (= **C**). Kun **B** ja **C** reagoivat keskenään, syntyy yhdiste **D** ja vettä. Laadi yhdisteiden **A**, **B**, **C** ja **D** rakennekaavat.

Ratkaisu

11. Ravinnon rasvat koostuvat suurelta osin triglyserideistä, jotka muodostuvat, kun kolmenarvoinen alkoholi glyseroli reagoi kolmen rasvahappomolekyylin kanssa.



Rasvahapot voivat olla tyydyttyneitä tai niiden rakenteissa on yksi tai useampi kaksoissidos. Hiiliketju on haaroittumaton ja sisältää tavallisesti 12-18 hiiliatomia. Seuraavassa taulukossa on kuvattu muutamia tärkeitä ravinnosta saatavia rasvahappoja ja niiden esiintymistä ravinnossa.

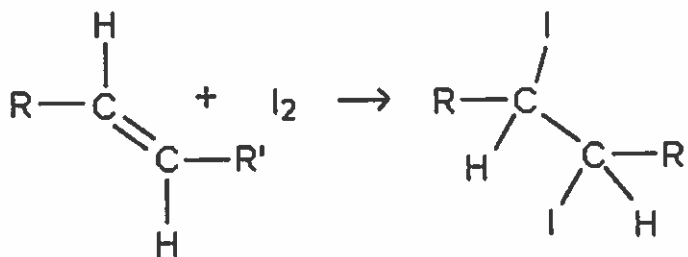
Nimi	Symboli*	Esiintyminen
Palmitiinihappo	C16:0	maito- ja lihavalmisteen, voi
Steariinihappo	C18:0	maito- ja lihavalmisteen, voi

Öljyhappo	C18:1n-9	rypsi- ja oliiviöljy
Linolihappo	C18:2n-6	auringonkukka-, maissi-, soija- ja rypsiöljy

\* C:n perässä oleva luku tarkoittaa rasvahapossa olevien hiiliatomien määrää.

Kaksoispisteen jälkeen oleva numero osoittaa kaksoissidosten lukumäärän. Numero n-kirjaimen jälkeen kertoo ensimmäisen kaksoissidoksen paikan, eli n-9 tarkoittaa, että kaksoissidos lähtee rasvahappomolekyylin metyyli päästä laskien yhdeksännestä hiilestä.

- a) Kirjoita rakennekaavoin triglyseridin muodostumisreaktio, kun glyseroli reagoi kolmen öljyhappomolekyylin kanssa. Öljyhapon kaksoissidos on *cis*-sidos. (2 p.)
- b) Kun eläinrasvaa hydrolysoidaan NaOH-liuoksella, saadaan saippuaa. Esitä reaktiotuote, kun triglyseridi, jossa happo-osana on palmitiinihappo, hydrolysoidaan NaOH-liuoksella. (2 p.)
- c) Margariinia valmistettaessa osa *cis*-rasvahapoista pelkistyy tyydyttyneiksi rasvahapoiksi ja osa muuttuu *trans*-rasvahapoiksi, joita margariinissa on muutama prosentti. Eräässä linolihapon isomeereista ensimmäinen kaksoissidos metyyli päästä lukien on *cis*-sidos ja toinen, kahdeksannesta hiilestä lähtevä kaksoissidos on *trans*-sidos. Laadi tämän linolihapon rakennekaava ja happoa pelkistettäessä saadun tyydyttyneen rasvahapon rakennekaava. (2 p.)
- d) Ravintorasvojen tyydyttymättömyysastetta kuvataan jodiluvulla, jolla tarkoitetaan jodin määrää grammoina 100:aa rasvagrammaa kohti. Se määritetään antamalla rasvahapon kaksoissidosten reagoida jodin kanssa:



Koe aloitetaan lisäämällä ylimäärin jodia rasvaan ja antamalla reaktion mennä loppuun. Reagoimattoman jodin määrä saadaan selville titraamalla natriumtiosulfaatilla:



Maissiöljyn jodiluvun määrittämisessä lähtöaineina käytettiin 43,8 g jodia ja 35,3 g

öljyä. Laske jodiluku, kun reagoimattoman jodin titraukseen kului 20,6 ml 0,142 M natriumtiosulfaattiliuosta. (3 p.)

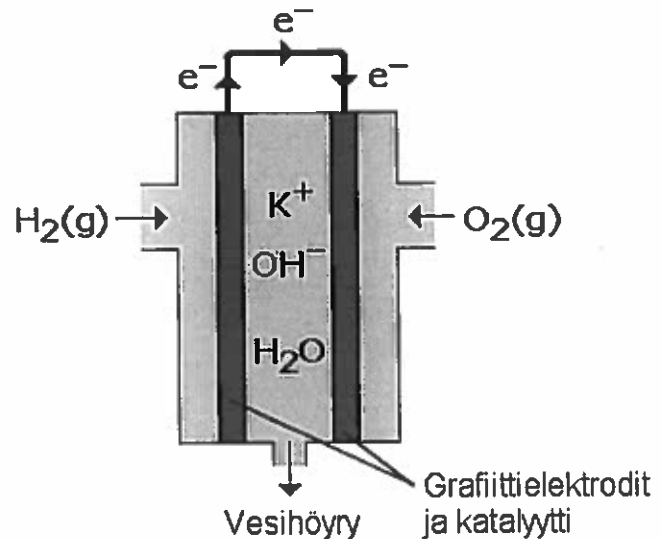
Ratkaisu

**+12.** Polttokennon periaate keksittiin jo vuonna 1938, mutta laajamittainen tutkimus- ja kehitystyö alkoi vasta 1980-luvulla. Kioton ilmastopöytäkirja on omalta osaltaan lisännyt eri maiden tutkijoiden ja teollisuuden kiinnostusta polttokennojen kehittämistä kohtaan.

a) Mitä polttokennolla tarkoitetaan, ja miksi sen avulla tuotettu sähkö- ja

lämpöenergia on ympäristön kannalta parempi vaihtoehto kuin perinteisin menetelmin tuotettu? (4 p.)

b) Oheisessa kaaviossa on esitetty erään polttokennon rakenne. Selosta, miten kuvan polttokenno toimii ja mitä reaktioita sen toiminnan aikana tapahtuu. (5 p.)



Ratkaisu

## KEMIAN SIVUT

## Kemian ylioppilastehtävien ratkaisut, kevät 2006

1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | [kysymykset \(erilliseen selainikkunaan\)](#)

1.

Alkuaineen / ionin symboli	${}^{31}_{15}\text{P}^{3-}$	${}^{196}_{79}\text{Au}$	${}^{222}_{86}\text{Rn}$	${}^{54}_{26}\text{Fe}^{2+}$
Protonien määrä	15 (= 18 - 3)	79	86	26
Neutronien määrä	16	117	136	28 (= 54 - 26)
Elektronien määrä	18	79	86	24 (= 26 - 2)
Massaluku	31	196	222	54
Kokonaisvaraus	-3	0	0	+2

2. Reaktioyhtälö



Lasketaan lähtöaineiden ainemäärät:

Lähtöaine	$m(\text{g})$	$M(\text{g/mol})$	$n(\text{mol})$
$\text{TiCl}_4$	35400	189,69	$35400 : 189,69 = 186,62$
Mg	8300	24,31	$8300 : 24,31 = 341,42$

Reaktioyhtälön mukaan  $n(\text{TiCl}_4) = 0,5 \cdot n(\text{Mg})$

Annetuista määristä  $0,5 \cdot 341,42 \text{ mol} = 170,71 \text{ mol} < n(\text{TiCl}_4)$

Mg:n määrä ratkaisee, kuinka paljon titaania voidaan saada.

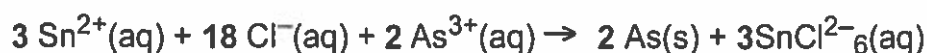
$$M(\text{Ti}) = 47,88 \text{ g/mol}$$

$$m = nM$$

$$m(\text{Ti}) = n(\text{Ti}) \cdot M(\text{Ti}) = 170,71 \text{ mol} \cdot 47,88 \text{ g/mol} = 8174 \text{ g eli } 8,2 \text{ kg}$$

MAOL: rajoittava tekijä oli mainittava, ellei mainintaa ollut muuten oikein ratkaistusta tehtävästä annettiin vain 3 pistettä!

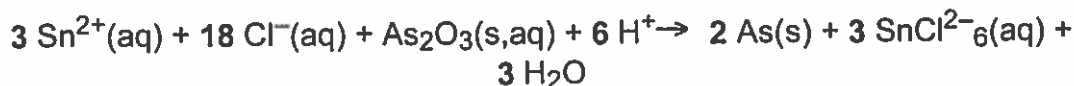
3. a) Reaktioyhtälö:



b) Hapetuslukujen muutos

$\text{Sn}^{2+}$  hapettuu  $\text{SnCl}_6^{2-}$  :n  $\text{Sn(IV)}$ :ksi, hapetusluku muuttuu  $+II \rightarrow +IV$ .  
 $\text{As}^{3+}$  pelkistyy alkuainearseeniksi As, hapetusluku muuttuu  $+III \rightarrow 0$ .

## c) Reaktioyhtälö



MAOL: olomuotojen puuttuminen -1/3 pistettä.

## 4. Reaktioyhtälö:



Kirjoitetaan yhtälö ainemäärien perusteella (laadut on jätetty pois luettavuuden vuoksi): juoman veden ainemäärä + reaktiossa syntyneen veden ainemäärä = näytteestä saadun veden ainemäärä.

Etanolia hapettuu reaktiossa  $x$  : 46,07 moolia ja vettä muodostuu 3-kertainen ainemäärä.

$$\begin{aligned} m(\text{näyte}) &= 10,00 \text{ g} \\ m(\text{mitattu vesi}) &= 10,77 \text{ g} \\ m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) &= x \text{ g} \\ m(\text{H}_2\text{O}) &= (10 - x) \text{ g} \\ M(\text{H}_2\text{O}) &= 18,02 \text{ g/mol} \\ M(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) &= 46,07 \text{ g/mol} \end{aligned}$$

$$(10 - x) : 18,02 + 3 x : 46,07 = 10,77 : 18,02$$

Yhtälön ratkaisuksi saadaan 4,4398, joten 10,00 g:n näytteessä on alkoholia 4,440 g, mistä juoman alkoholipitoisuudeksi tulee massaprosentteina **44 %**.

Huom. Moolimassojen arvo vaikuttaa laskun tulokseen selvästi. Eri taulukkokirjoissa moolimassojen arvot vaihtelevat hieman. Niinpä esim. moolimassoilla  $M(\text{H}_2\text{O}) = 18,0152 \text{ g/mol}$  ja  $M(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 46,0688 \text{ g/mol}$  saadaan tulokseksi **44,47** massaprosenttia.

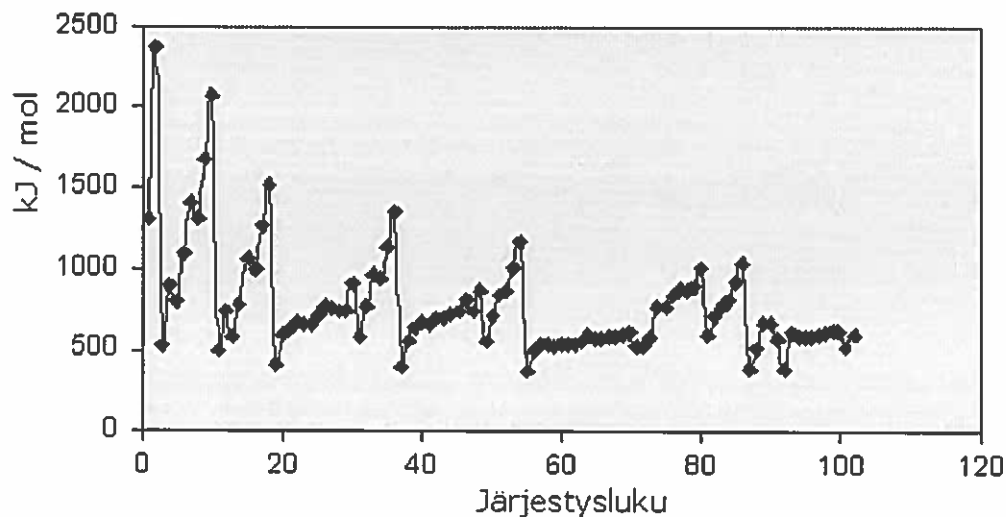
MAOL :

vastauksen tarkkuudesta: vastaus 44,45 % - 1/3 pistettä, suositeltu vastaus 44,5 % tai 44 %.

5. Ionisoitumisenergialla tarkoitetaan energiaa, joka tarvitaan elektronin irrottamiseen perustilaisesta atomista (kaasutilassa). Ensimmäinen ionisoitumisenergia tarkoittaa uloimman elektronin irrottamiseen kuluva energiaa, toinen ionisoitumisenergia seuraavan elektronin irrottamiseen kuluva energiaa jne. Ensimmäinen elektroni irtoaa helpoiten. Seuraavien elektronien poistamiseen tarvittavat energiat ovat aina



suurempia kuin edelliset ionisaatioenergiat



Kuvaajassa ensimmäinen ionisoitumisenergia pienenee järjestysluvun ja atomin koon kasvaessa. Atomytimen varaus muuttuu järjestysluvun mukaisesti, ja atomin elektroniverho kasvaa ytimen varauksen myötä. Ydinvarauksen vaikutus elektroniverhon uloimpiin osiin riippuu siitä, kuinka suuri varaus on ja mikä on uloin miehitetty elektronikuori. Kuviossa näkyy jaksollinen vaihtelu: jakson alussa ensimmäinen ionisoitumisenergia on pienempi kuin sen lopussa, sillä ydinvaraus on pienempi jakson alussa kuin lopussa, huiput osuvat pääasiassa jalokaasujen kohdalle. Kuvaajan alkupuolen minimikohdat taas osuvat alkalimetallien kohdalle, esim. 18 Ar, argon, (huippu), 19 K, kalium (minimi). Ionisoitumisenergia pienenee myös ryhmissä alaspäin, sillä elektronien etäisyys ytimeä kasvaa tässä suunnassa. Kemiallisesti inerteillä aineilla on suuri ionisoitumisenergia, esim. jalokaasut ja 79 Au.

Ionisoitumisenergiat ovat yllättävän alhaisia välillä  $Z = 57 - 71$  eli lantanoidien kohdalla, mikä kertoo niiden atomien pienestä koosta ("tiivyydestä").

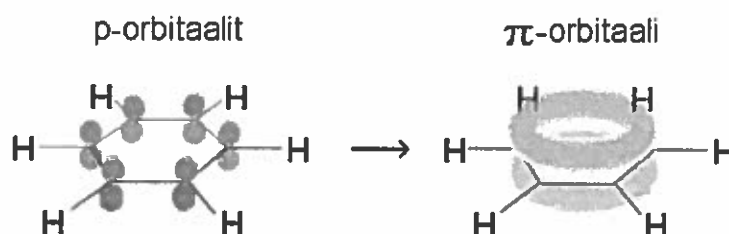
Käyrän tulkinnan (joka katsottaneen 5 pisteen arvoiseksi) osalta vastauksen voi rakentaa usealla tavalla. Oleellista on atomin koko, ydinvaraus ja elektroniverho. Elektroniverhon rakennetta olisi ehkä ollut hyvä käsitellä tarkemmin kuin yllä (energiatasot ja orbitaalit toivottiin mukaan MAOLin pisteityssuosituksessa). Toisaalta oppikirjojen esitysten syvyys tämän aihepiirin kohdalla vaihtelee.

## 6. a) Alkeeni ja aromaattinen hiilivety

Alkeenissa on vähintään yksi kaksoissidos, jonka elektronipilvi mahdollistaa *additio-* eli *liittymisreaktiot*. Aromaattisessa hiilivedyissä on rengasrakenteita, joissa näyttäisi

rakenteellisesti olevan kaksoissidoksia, mutta p-sidoselektronit ovat niissä delokalisoituneet ja muodostavat yhtenäisen energialtaan edullisen  $\pi$ -elektronipilven, jonka olisi rikkouduttava additioreaktiossa, joten additiota ei helposti tapahdu vaan renkaan vetyatomit (tai muut atomit ja ryhmät) osallistuvat helposti *substituutio- eli korvautumisreaktioihin*.

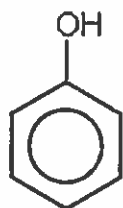
### Bentseenin elektronirakenne



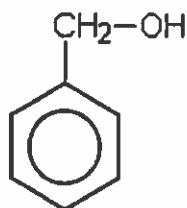
### b) Aromaattinen alkoholi ja fenoli

Aromaattisessa alkoholissa hydroksyyli ryhmä ei ole kiinni suoraan aromaattisessa renkaassa, fenolissa puolestaan hydroksyyli ryhmä on sitoutunut renkaan hiiliatomiin.

#### Esimerkki



A



B

A Fenoli

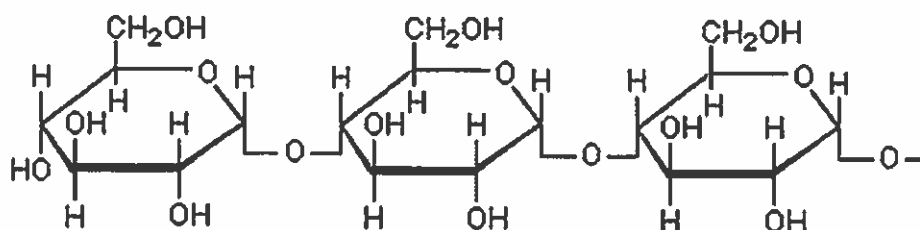
B Bentsyylialkoholi

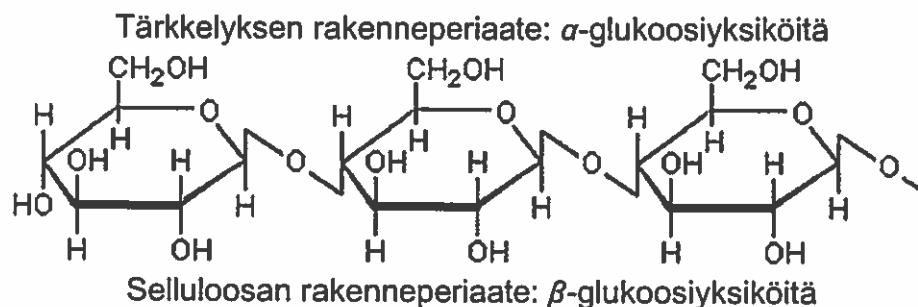
aromaattinen alkoholi

Fenolit ovat heikkoja happoja mutta aromaattiset alkoholit eivät ole selvästi happamia ja ne (esim. bentsyylialkoholi) reagoivat kuten muutkin alkoholit: muodostavat eettereitä, esteröityvät, primaariset ja sekundaariset hapettuvat jne. (Myös fenolit muodostavat estereitä.)

### c) Täkkelys ja selluloosa

ovat molemmat glukoosista muodostuneita polysakkarideja. Niiden välinen perusrakenne-ero on glukoosiyksiköiden sitoutumistavassa.





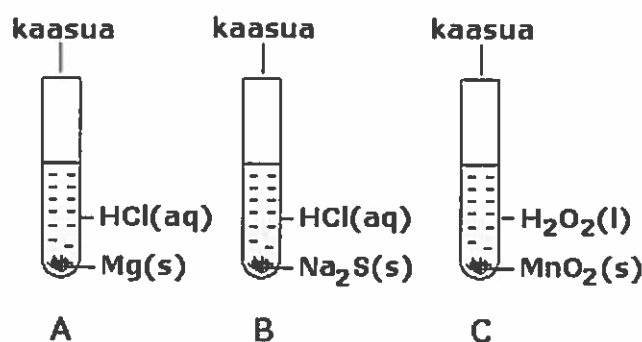
Tärkkelyksessä voi olla tuhansista miljooniin glukoosiyksikköihin ketjuuntuneina. Ketju on spiraalimaisesti kiertynyt, ja siinä saattaa esiintyä myös haaroja. Vesimolekyylit pystyvät tunkeutumaan glukoosiketjun väleihin, katkomaan vetysidoksia ja muodostamaan uusia sidoksia OH-ryhmien kanssa. Seurauksena on tärkkelyksen paisuminen ja vesiseoksen hyytelöityminen.

Selluloosassa on tuhansia glukoosiyksiköitä, jotka ovat kiertyneet toisiinsa nähden  $180^\circ$ . Ketjut muodostavat vetysidoksia toisiinsa ja ryhmittyvät siten lujiksi, melko jäykiksi säikeiksi, jotka eivät liukene veteen.

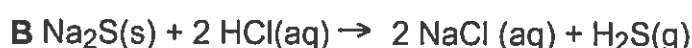
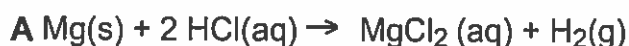
Kuvia ja / tai reaktioita on hyvä esittää. Selluloosan ja tärkkelyksen rakennetta ei tietenkään edellytetä piirrettäväksi. Ne vain sattuvat löytymään tähän vanhoista valintakoetehtävistä, joten selvyuden vuoksi liitin ne mukaan. Aromaattisuuskin riittänee sanoin kuvattuna. Reaktioita voisi kyllä kirjoittaa. **Esimerkit eroista voivat olla monenlaisia. Tässä on vain muutamia**

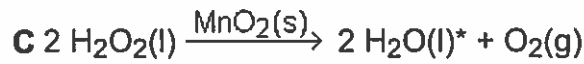
MAOL: c-kohta, esim. tärkkelys sopii ihmiselle ravinnoksi, selluloosa ei (erot voi selittää reaktioyhtälöin tai sanallisesti a- ja b-kohdassakin). Rakennekaavojen puuttumisesta -1 piste. (Ei varmaankaan koske c-kohtaa. MK)

7. a) A vetykaasua  $H_2(g)$ , B rikkivetykaasua (divetyysulfidia)  $H_2S(g)$ , C happikaasua  $O_2(g)$



b) Reaktioyhtälöt:





$\text{MgO}_2(\text{s})$  toimii reaktiossa **C** katalyyttinä.

\* Olomuotomerkintä voi olla myös (g).

MAOL-pisteet kohdittain: a-kohdasta  $3 \times 2/3$  p, b-kohdasta  $3 \times 4/3$  pistettä.  $\text{MnO}_2$ :n puuttumisesta ei ollut mainintaa pisteitysohjeessa, joten arvaukseksi jää – 1 piste tai – 2/3-pistettä.

8. a) Lasketaan sekoituksessa syntyvät  $c(\text{AgNO}_3)$  ja  $c(\text{NaCl})_3$ :

$$c(\text{AgNO}_3) = n(\text{AgNO}_3) : V = 15 \text{ ml} \cdot 0,0010 \text{ mol/l} : 30 \text{ ml} = 0,00050 \text{ mol/l}$$

$$V = 30 \text{ ml}$$

$$c = n : V$$

Vastaavasti  $c(\text{NaCl}) = 0,00050 \text{ mol/l}$

$$c(\text{AgNO}_3) \cdot c(\text{NaCl}) = (0,00050 \text{ mol/l})^2 = 2,5 \cdot 10^{-7} (\text{mol/l})^2$$

$$c(\text{AgNO}_3) \cdot c(\text{NaCl}) > K_L(\text{AgCl}) = 1,8 \cdot 10^{-10} (\text{mol/l})^2.$$

Astiaan saostuu siis hopeakloridia.

b) Tasapainon asetuttua astiassa on kylläinen  $\text{AgCl}$ -liuos, jossa  $c(\text{Ag}^+) = c(\text{Cl}^-)$ .

Koska ioneja on 1 : 1 alkuaan ja saostuminenkin tapahtuu samassa suhteessa.

Liukoisuustulon perusteella saadaan

$$K_L(\text{AgCl}) = c(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{Cl}^-)$$

$$c(\text{Ag}^+) = K_L^{0,5}(\text{AgCl})$$

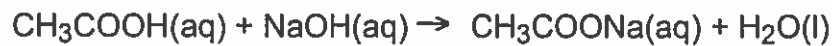
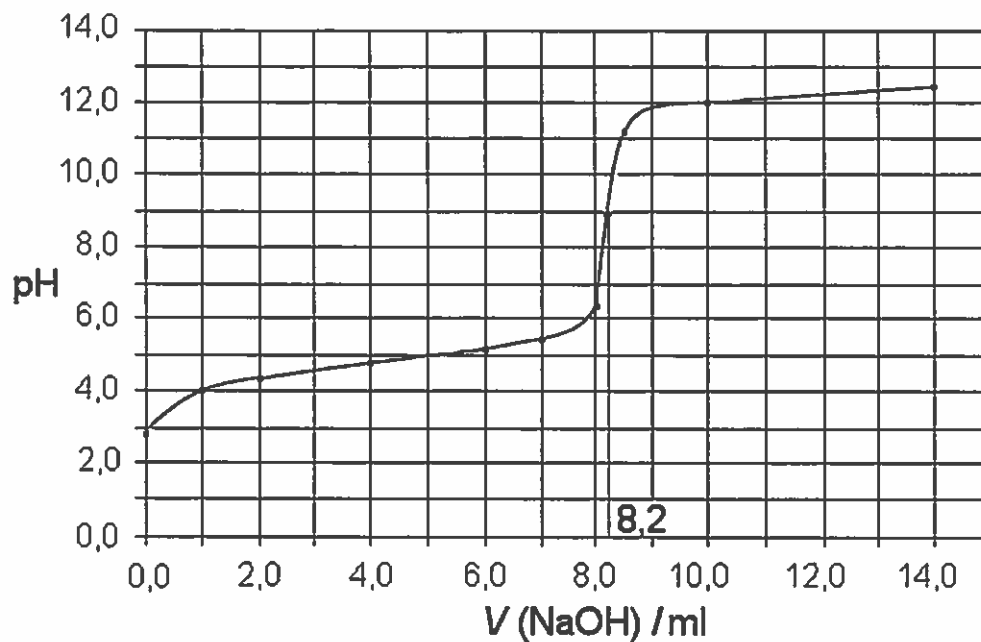
$$(1,8 \cdot 10^{-10})^{0,5} (\text{mol/l})^2 \cdot 0,5 = 1,3 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l}.$$

$$c(\text{Ag}^+) = 1,3 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l}$$

MAOL: b-kohdan perustelun puuttuminen (ionien yhtä suuret konsentraatiot) – 2 pistettä (sic!).

9. a) Titrauskäyrä

Ekvivalenttikohta on hyppäyksen keskellä, pH-arvon ollessa lähes 9 (heikon hapon titraus vahvalla emäksellä). Kulutusarvio 8,2 ml (voisi olla 8,3:kin).



$$V(\text{happo}) = 25,0 \text{ ml}, c(\text{NaOH}) = 0,194 \text{ M}$$

$$c(\text{happo}) = 8,2 \text{ ml} \cdot 0,194 \text{ M} : 25,0 \text{ ml} = 0,063632 \text{ M}$$

$$m(\text{CH}_3\text{COOH}) / l = 60,05 \text{ g/mol} \cdot 0,063632 \text{ M} =$$

$$3,8211 \text{ g/l}$$

Etikkahappopitoisuus on siis **3,8 g/l**.

$$M(\text{CH}_3\text{COOH}) = 60,05 \text{ g/mol}$$

$$\text{Yksikkö M} = \text{mol/l}$$

Ekvivalenttikohdan arvo vaikuttaa herkästi lopputulokseen.

Rajamäen väkiviinaetikan etikkahappopitoisuudeksi ilmoitetaan 10 %.

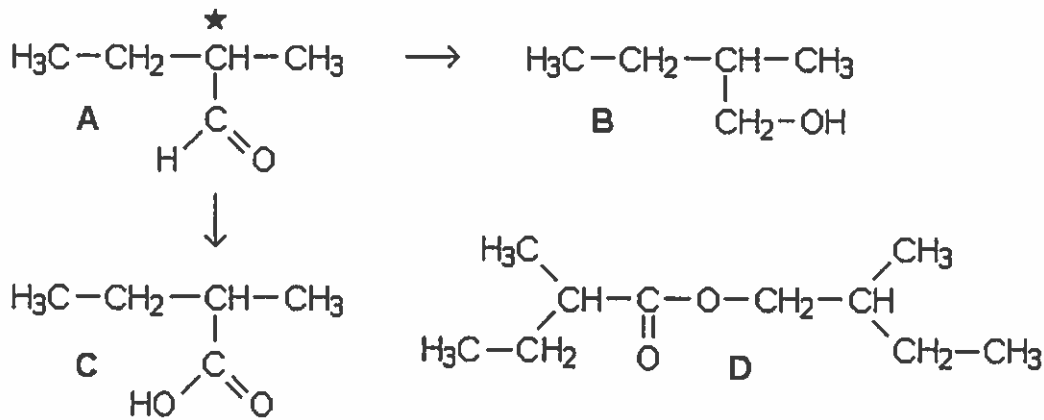
Koska tällaisen väkiviinaetikan tiheys on vain n. 1,005 g/ml. 10 %:ssa liuoksessa etikkahappoa on 100 g/l. Tehtävässä on kyseessä on siis huomattava laimennos.

**b)** Laimennuksessa saadun titrausliuoksen tarkalla tilavuudella ei ole väliä, koska laimennos tapahtuu tietenkin vedellä eikä muuta etikkahapon ainemäärää astiassa. Titraus perustuu reaktioon, jossa ainemäärät ovat ratkaisevia, eivät konsentraatiot sinänsä. Vain etikkahappo kuluttaa NaOH-liuosta.

**c)** Indikaattorin valinnassa kiinnitetään huomiota värinmuutoskohdan sijaintiin. Sen tulee osua melko tarkasti sille pH-alueella, jossa ekvivalenttikohta on. Värinmuutoksen selkeys on myös tärkeää. Koska tässä titrataan heikkoa happoa vahvalla emäksellä, ekvivalenttikohta osuu emäksiselle puolelle. Hyvä indikaattori olisi fenoliftaleiini, jonka värinmuutosalue on pH 8,3 – 10,0. Värinmuutos värittömästä punaiseksi on myös selkeä.

MAOL: hyväksyttävä ekvivalenttikohta välillä 8,2 – 8,4, pieni poikkeama näistä –1/3 pistettä. Kokonaan väärin tulkittu ekvivalenttikohta –2 pistettä.

10. Yhdiste A  $C_5H_{10}O$  sekä hapettuu että pelkistyy ja sisältää yhden karbonyyliryhmän, joten sen täytyy olla **aldehydi**. Koska A on optisesti aktiivinen, sen hiiliketju on haaroittunut. Pelkistymisessä (2) syntyvä yhdiste C  $C_5H_{12}O$  on **alkoholi**. Hapettumisessa saadaan yhdiste C  $C_5H_{10}O_2$ , joka on karboksyylihappo. B:n ja C:n välisessä reaktiossa syntyy **esteri D**.

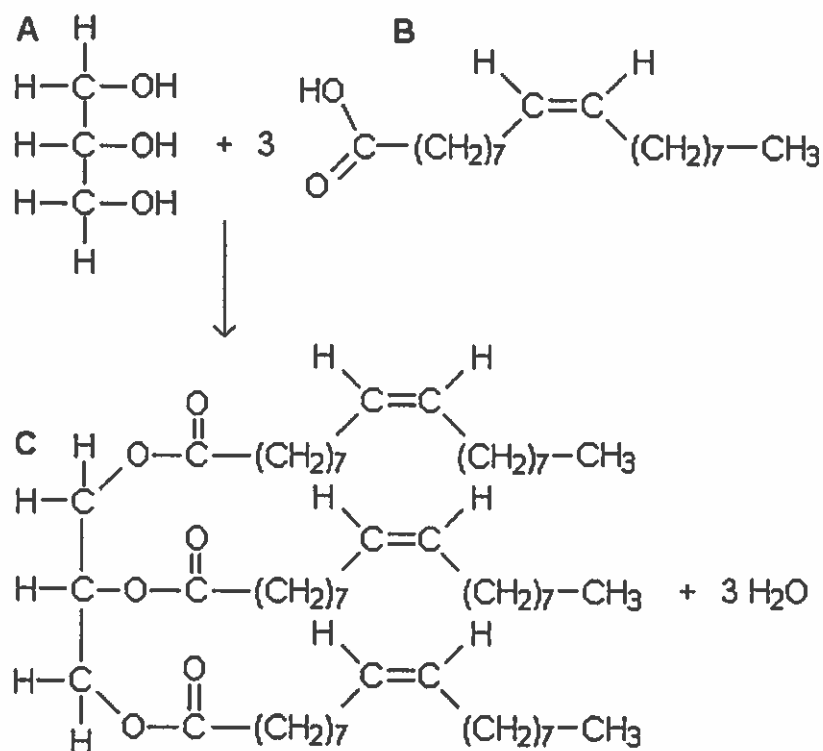


Asymmetrinen hiiliatomi on merkitty tähdellä yhdisteeseen A.

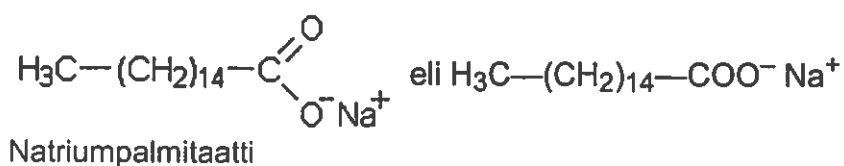
MAOL: Jos A:n optista aktiivisuutta ei ollut huomioitu, tehtävästä sai korkeintaan 3 pistettä.

<sup>rm</sup>  
 Kolme tehtävää 10, 3 c, 5 YLE, Klaffi, Professori Saarisen vastaus, kolme tehtävää 10, 3 c, 5 (5:26 min)

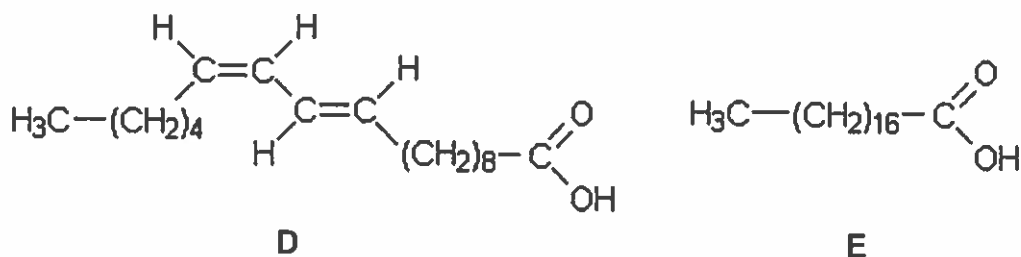
- +11. a) Rakennekaavat (tilarajoitteen takia lyhennetyt rakennekaavat ja reaktio kahdella rivillä)  
 A glyseroli, B öljyhappo, C rasvaestri



b) Reaktiossa vapautuu myös *glyserolia*, jonka rakennekaava yllä, alla saippua eli natriumpalmitaatti.

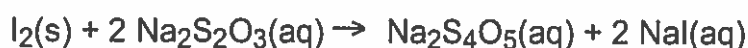


c) Linolihapon erään isomeerin (D) ja siitä saadun tyydyttyneen rasvahapon (E) rakennekaava:



Huom. Yhdisteiden nimiä ei tarvinnut mainita. Tässä ne on otettu selvyiden vuoksi mukaan osalle yhdisteitä.

d) Titrauksen pohjana oleva reaktio:



Lasketaan reagoimatta jääneen jodin määrä. Reaktioyhtälön mukaan

$$n(I_2) = 0,5 \cdot n(Na_2S_2O_3) = 0,5 \cdot V(Na_2S_2O_3) \cdot c(Na_2S_2O_3) = 0,5 \cdot 20,6 \text{ ml} \cdot 0,142 \text{ M}$$

$$m(I_2) = M(I_2) \cdot n(I_2) = 253,81 \text{ g/mol} \cdot 0,5 \cdot 20,6 \cdot 0,142 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 0,371 \text{ g}$$

Reagoineen jodin määrä on siten  $43,8 \text{ g} - 0,371 \text{ g}$ .

Lasketaan jodin määrä 100 g rasvaa kohti:  $100 \text{ g} \cdot (43,8 \text{ g} - 0,371 \text{ g}) : 35,3 \text{ g} = 123 \text{ g}$

Jodiluku on **123 g /100 g** tai **123**.

Huom. Maissisöljyn jodiluvun on oltava välillä 103-128 g/100 g. [EU-komission tiedonanto 32000Y1031\(01\)](#)

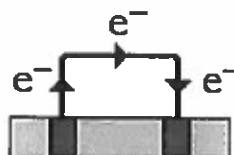
MAOL: jos molekyylien geometrinen muoto on puutteellisesti esitetty, - 1 piste tai -2 pistettä.

MK: b-kohdassa ei tarvinnut mainita glyserolia.

- +12.** a) Polttokenno on laite, joka muuntaa polttoaineen kemiallisen energian suoraan sähköksi sähkökemiallisten hapettumis-pelkistymisreaktioiden avulla. Polttokenno-nimi viittaa palamiseen, mutta varsinaista palamisreaktiota kennossa ei siis tapahdu. Polttokennossa on kaksi elektrodia, joilla sähkökemialliset reaktiot tapahtuvat. Kennon olennainen osa on myös elektrolyytti, jossa ionit pääsevät liikkumaan elektrodilta toiselle. Sähköenergian lisäksi prosessissa vapautuu lämpöä. Reaktiotuotteena on puhdasta vettä.

Polttokenno on toiminnaltaan ympäristöystävällinen, koska sen tuottaa päästönä puhdasta vettä, mutta polttokennotekniikan monipuolinen hyödyntäminen voi myös epäsuorasti vähentää ympäristöhaittoja. Esim. autoissa polttokennot pienentävät fossiilisten polttoaineiden kulutusta ja niiden palaessa syntyviä päästöjä, vaikka polttokenno ei olisikaan ainoa auton tehonlähde. Tämä johtuu siitä, että polttokennolla voidaan päästä parempaan hyötysuhteeseen kuin polttomoottorilla. Polttokennojen hyödyntäminen pienlaitteissa (mm. kannettavassa elektroniikassa) keventää loppuun käytetyistä akuista aiheutuvaa ympäristökuormitusta. Polttokennoilla tuotettua sähköä voidaan (tulevaisuudessa) käyttää kotitalouksissa täydentävänä energianlähteenä ja siten rajoittaa ympäristöhaitoiltaan hankalampien energianlähteiden käyttöä.

- b) Paineistettua vetykaasua johdetaan *anodipuolelta* kennoon katalyytin läpi.





H<sub>2</sub>-molekyylit pilkkoutuvat

katalyyttisesti kukin kahdeksi H<sup>+</sup>-ioniksi, jolloin vapautuu kaksi elektronia (e<sup>-</sup>).

Elektronit kulkevat anodilta ulkoista johdinta pitkin katodille. Virtaa voidaan hyödyntää tässä vaiheessa.

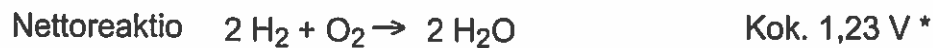
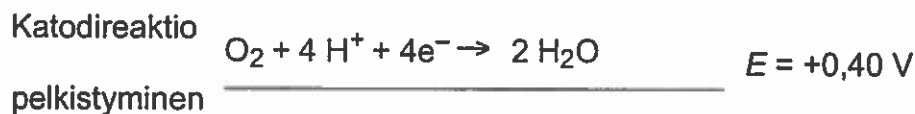
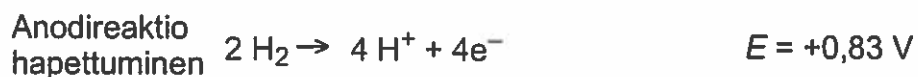
*Katodille* johdetaan happikaasua, joka hajoaa katalyyttisesti happiatomeiksi.

Happiatomeihin jää negatiivinen varaus, joka vetää puoleensa vetyioneja. Ionit yhtyvät vedeksi ja ottavat tarvittavat elektronit katodille tulevasta sähkövirrasta.

Alkalipolttokennossa (kuva) elektrolyytinä on kaliumhydroksidiliuos (K<sup>+</sup> ja OH<sup>-</sup>).

Emäksinen elektrolyytti ei siedä hiilidioksidia, joten hapen on oltava puhdasta.

Reagensseja syötetään jatkuvasti. Elektrodit ovat käytännöllisesti katsoen kulumattomia.



\* teoreettinen (käytännössä n. 1 V), Arvot taulukkokirjasta

Tämä on vain eräs lähestymistapa. Vastaus on mahdollista rakentaa muutenkin.

Lisäyksiä ja vaihtoehtoja

- maininta myös muista polttoaineista kuin vety
- ympäristöhyödyt: vedyn valmistus sähkölaitosten ylijäämäsähköllä
- vertailua muiden energiantuotantotapojen haittoihin
- reagenssien syöttämisestä tarkemmin
- katalyyysistä tarkemmin

---

Lisäys 3.4.06 MK

## Kiinnostaako aihe muuten?

Muutamia linkkejä, joista voi aloittaa

- Hyvä saksankielinen artikkeli:

[Initiative Brennstoffzelle \(IBZ\): Breite Allianz für die Brennstoffzelle](#)

Artikkeliin sisältyy animaatio polttokennon toiminnasta (DVD-Film):

<http://www.initiative-brennstoffzelle.de/ibz/live//show.php3?id=86>

Kannattaa tutustua myös lukuun *Die Kleinsten werden die Ersten sein*:

<http://www.initiative-brennstoffzelle.de/de/live/start/37.html>

Artikkelista (ei filmistä) on englanninkielinen versio:

<http://www.initiative-brennstoffzelle.de/en/live/start/1.html>

- ETH Zürich demonstraatio (RealPlayer) [Modell einer alkalischen Brennstoffzelle \(AFC\)](#)
- Fuel Cell Institute of Australia, Technology Education Program:  
<http://www.fuelcells.org.au/Hydrogen-fuel-cell-education-in-Australia.htm>
- Build a hydrogen fuel cell (simple hands-on experiment):  
[http://sci-toys.com/scitoys/scitoys/echem/fuel\\_cell/fuel\\_cell.html](http://sci-toys.com/scitoys/scitoys/echem/fuel_cell/fuel_cell.html)
- Polttokennot, HUT, Mikko Mikkola:  
<http://www.tkk.fi/Units/AES/projects/renew/fuelcell/vetytulevaisuus/polttokennot.html>
- Polttokennot, Mikro 400, Tapio Kallio (huom. biosovelluksia mukana, 6-sivuinen artikkeli)  
<http://honeybee.helsinki.fi/~tjkallio/polttokennot.pdf>
- Ja [Googlella](#) lisää

---

**KEMIAN SIVUT**

Yo-sivujen alku

