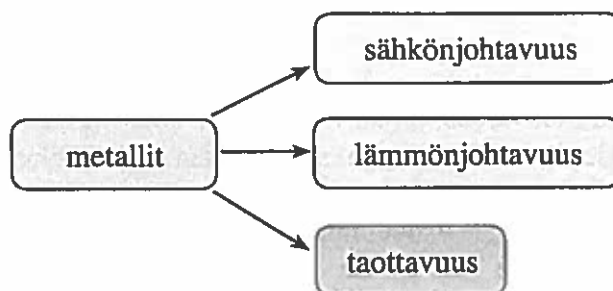


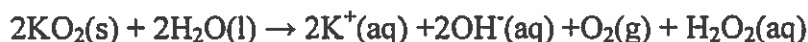


Enintään 8 tehtävään saa vastata. Tehtävät arvostellaan pistein 0–6, paitsi muita vaativammat, +:lla merkityt jokeritehtävät, jotka arvostellaan pistein 0–9. Moniosaisissa, esimerkiksi a-, b- ja c-kohdan sisältävissä tehtävissä voidaan erikseen ilmoittaa eri alakohtien enimmäispistemäärät.

1. Selvitä, mistä johtuvat kuvassa esiintyvät metallien ominaisuudet.



2. Kalium muodostaa hapen kanssa superoksidin, joka sisältää superoksidi-ionin ( $O_2^-$ ). Veden kanssa yhdiste reagoi seuraavasti:

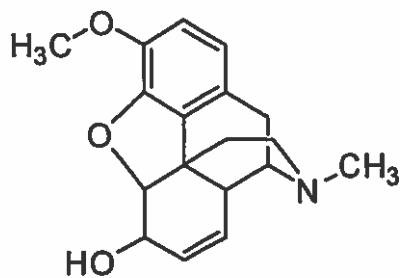


- a) Kuinka monta grammaa superoksidia on liuotettu 100,0 ml:aan vettä, kun muodostuneen liuoksen  $pH = 13,00$ ?
- b) Kuinka monta litraa happea muodostui, kun reaktio tapahtui normaalipaineessa ja lämpötilassa  $25^\circ C$ ?
3. Alkeeneista voidaan valmistaa lukuisia orgaanisia yhdisteitä. Esitä rakennekaavoin reaktioyhtälöt:
- a) 2-etyylibuteeni reagoi vetykloridin kanssa
- b) *trans*-3-metyylipent-2-eeni (*trans*-3-metyyli-2-penteeni) reagoi bromin kanssa
- c) 1-metyylisyklohekseni reagoi veden kanssa happokatalyytin läsnä ollessa.
4. Suolojen liukoisuutta veteen kuvataan monella eri tavalla. Alla olevassa taulukossa hopeasuoloille on annettu kolme liukoisuuteen liittyvää käsitettä: liukoisuustulo, liuennan aineen konsentraatio ja liuennan aineen massa liuostilavuutta kohti.

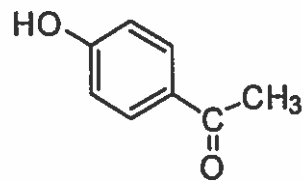
Suola	$K_L$	liukoisuus (mol/l)	liukoisuus (g/100 ml)
AgCN			$1,0 \cdot 10^{-7}$
Ag <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	$8,9 \cdot 10^{-17} (\text{mol/l})^4$		
Ag <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>		$1,3 \cdot 10^{-4}$	

- a) Laske taulukosta puuttuvat arvot. (4 p.)
- b) Voidaanko eri suolojen konsentraatioita kylläisessä liuoksessa verrata liukoisuustulojen lukuarvojen perusteella? Perustele. (2 p.)

5. Selvitä reaktioyhtälöiden avulla tai muulla tavoin, miten voidaan poistaa
- rikkidioksidi savukaasusta
  - typen oksidit auton pakokaasuista
  - fosfori jätevedestä.
6. Hiiliatomien välinen kovalenttinen sidos voi olla yksinkertainen sidos, kaksois- tai kolmoissidos. Lisäksi aromaattisissa yhdisteissä on oma erityinen hiili-hiilisidos. Miten nämä sidostyypit vaikuttavat
- molekyylin muotoon ja
  - aineen reaktiokykyyn?
7. Kun 10,0 ml kaasumaista hiilivetyä poltettiin käyttämällä 100,0 ml happea (happea oli läsnä ylimäärin), muodostui kaasuseos, jonka tilavuus oli 80,0 ml. Kaasuseoksen tilavuus väheni 40,0 ml, kun se johdettiin natriumhydroksidiliuoksen läpi. Kaikki kaasutilavuudet mitattiin NTP:ssä.
- Miksi kaasuseoksen tilavuus väheni natriumhydroksidiliuoksen vaikutuksesta? Kirjoita reaktioyhtälö. (1 p.)
  - Määritä hiilivedyn molekyylikaava. (3 p.)
  - Esitä hiilivedyn mahdolliset rakennekaavat. (2 p.)
8. Laboratoriossa löydettiin lasiastiasta ainetta, jonka oletettiin olevan kodeiiniin 1 ja 4-hydroksiasetofenonin 2 seosta. Jotta kummankin yhdisteen rakenne voitaisiin analysoida erikseen, seoksen komponentit erotettiin toisistaan uuttamalla laimean suolahapon ja eetterin avulla.
- Mitä funktionaalisia ryhmiä esiintyy yhdisteissä 1 ja 2?
  - Selosta, miten uutto suoritetaan.
  - Kumpi aineista jää vesifaasiin? Perustele vastauksesi sanallisesti tai reaktioyhtälön avulla.

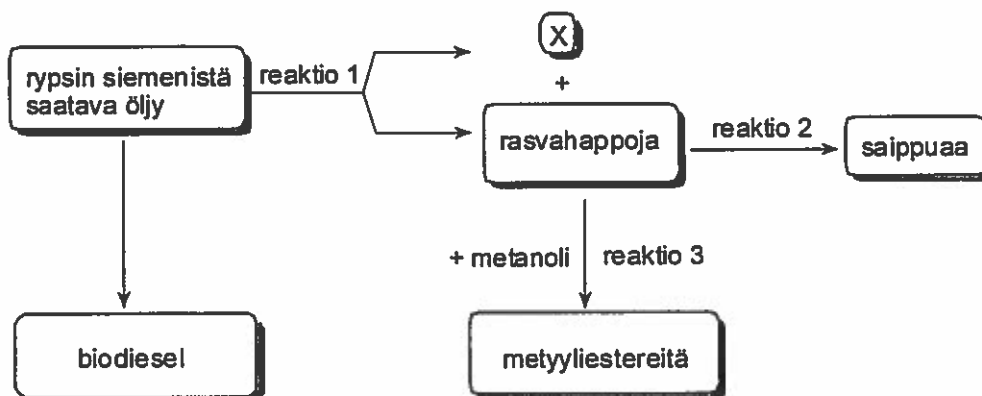


kodeiini 1



4-hydroksiasetofenoni 2

9. Rypsin siemenistä saatava ruokaöljy sisältää eri rasvahappojen johdannaisia. Oheisessa kuvassa on esitetty, mitä eri tuotteita öljystä voidaan valmistaa.



- Esitä reaktiossa 1 muodostuvan tuotteen X rakenne ja nimi.
- Esitä rakennekaavoin reaktioiden 2 ja 3 yhtälöt, kun rasvahappona on palmitiinihappo ( $C_{15}H_{31}COOH$ ).
- Saippuaa lisättiin astiaan, jossa oli kovaa kaivovettä. Mitä havaitset? Perustele reaktioyhtälön avulla.

10. Vedyn ja jodin välisessä tasapainoreaktiossa muodostuu vetyjodidia:

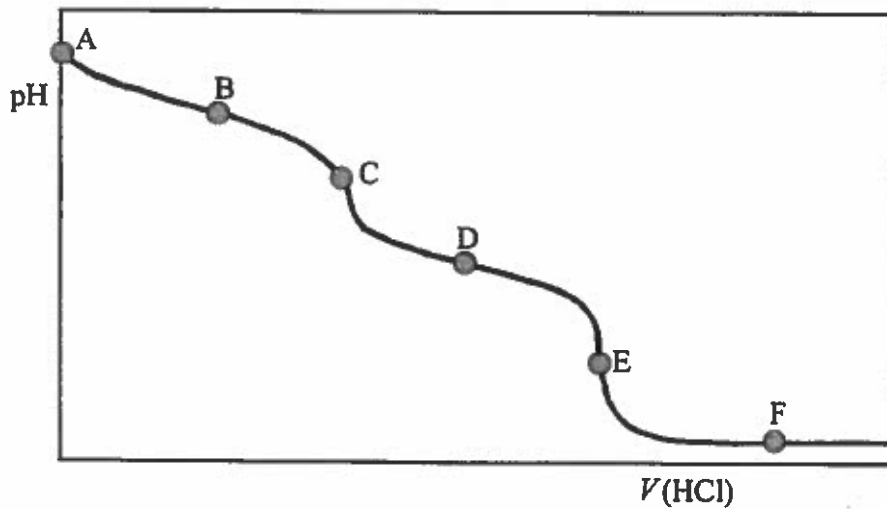


Tasapainotilan vallitessa reaktioastian todettiin sisältävän 0,330 mol vetyä, 0,330 mol jodia ja 2,33 mol vetyjodidia.

- Miten reaktion tasapainovakion arvo muuttuu, kun lämpötilaa nostetaan? Perustele. (1 p.)
- Piirrä kuvaaja, joka esittää systeemin energiassa tapahtuvaa muutosta reaktion edetessä lähtöaineista tuotteeksi, ja merkitse siihen reaktion aktivoitumisenergia. (2 p.)
- Kuinka suuri ainemäärä jodia reaktioastiaan on lisättävä, jotta uuden tasapainotilan asetuttua vetyjodidin määrä astiassa on 2,73 mol? (3 p.)

- +11. Vedyn käyttöä polttoaineena pidetään tulevaisuuden vaihtoehtona korvaamaan kokonaan tai osittain nykyinen fossiilisiin polttoaineisiin perustuva järjestelmä. EU on asettanut tavoitteeksi, että vetyenergiaan perustuvaan talouteen siirrytään vuoteen 2050 mennessä. Tarkastele keinoja, miten vetyä voitaisiin tuottaa, varastoida ja käyttää. Pohdi myös hyötyjä ja ongelmia, joita vetytalouteen siirtymisestä seuraisi.

- +12. Kun natriumkarbonaattia liuotettiin 250 ml:aan vettä ja saatu liuos titrattiin 0,150 M suolahapolla, saatiin oheinen titrauskäyrä.
- Kuinka monta grammaa natriumkarbonaattia liuos sisälsi, kun suolahapon kulutus pisteessä E oli 12,7 ml? (2 p.)
  - Missä muodoissa (ioneina/molekyyleinä) natriumkarbonaatti pääasiallisesti esiintyy pisteissä A–F? (2 p.)
- Käytä hyväksi taulukkokirjan tietoja ja laske liuoksen pH
- pisteessä A (3 p.)
  - pisteessä B (2 p.).

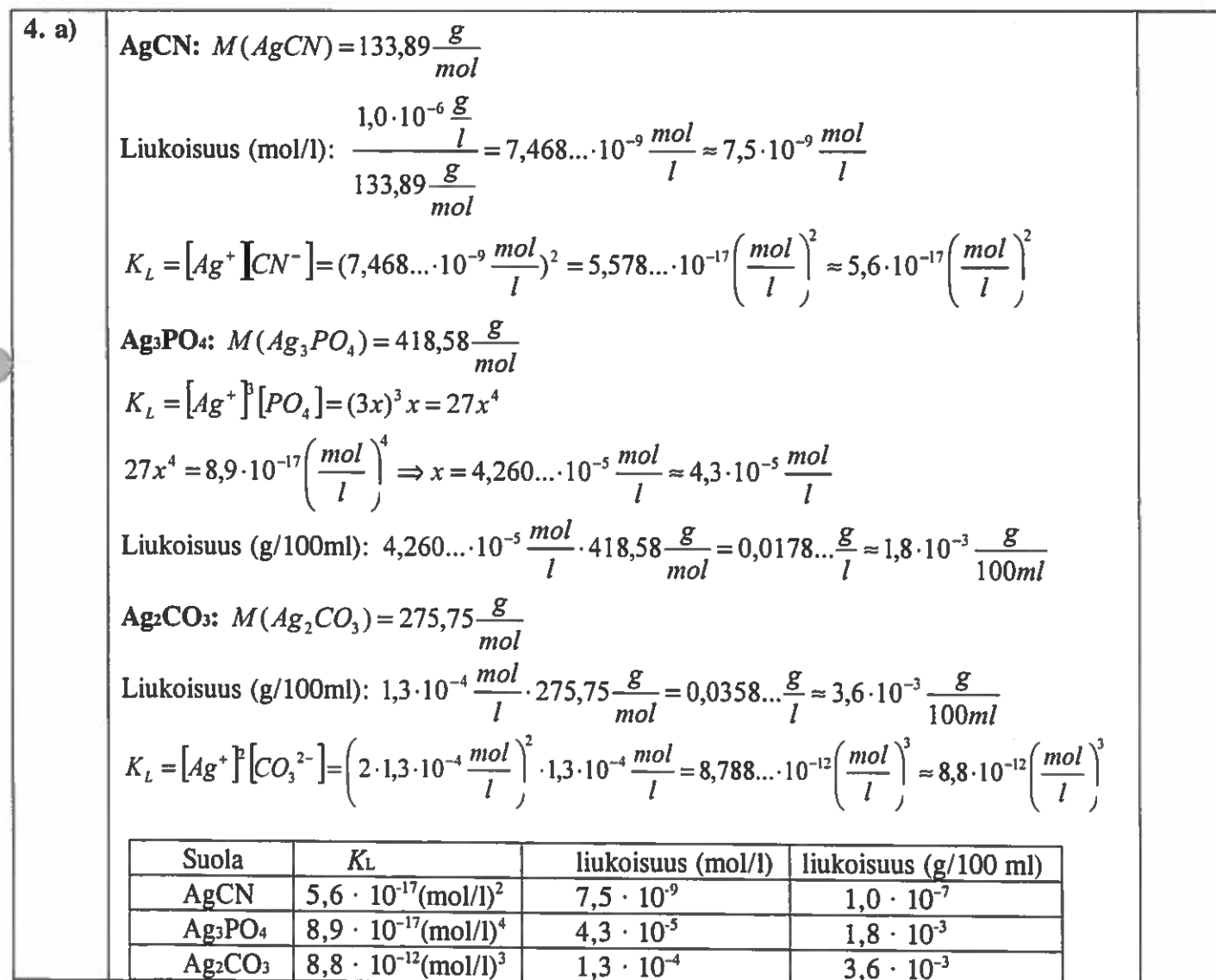
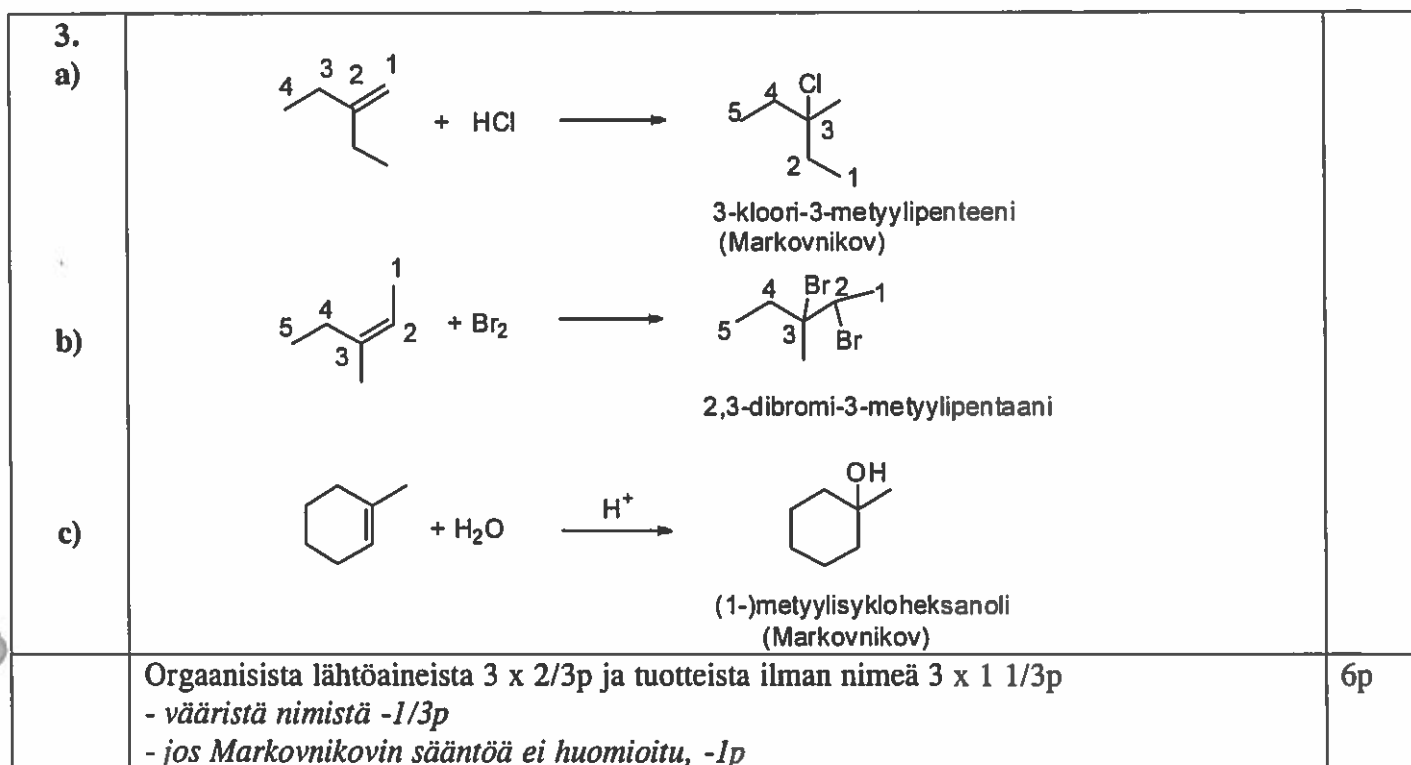


## MAOL:n pistesuositus kemian reaalikokeen tehtäviin syksyllä 2009.

- Tehtävän eri osat arvostellaan 1/3 pisteen tarkkuudella ja loppusumma pyöristetään kokonaisiksi pisteiksi. Tehtävän sisällä pieniä puutteita voi korvata jonkin muun kohdan tavallista syvällisemmällä käsittelyllä. Kemian kannalta epätasällisesta kielenkäytöstä, huolimattomasti piirretyistä orgaanisten yhdisteiden rakennekaavoista tai huolimattomasta kaavojen kirjoittamisesta sekä virheellisistä nimistä vähennetään 0 – 1 p.
- Pieni laskuvirhe tai likiarvojen huolimaton käyttö aiheuttaa 1/3 – 1 pisteen vähennyksen.
- Selventävien kuvien ja kaavioiden käyttö on suositeltavaa. Sanallisissa vastauksissa tulee käyttää myös kemiallisia kaavoja. Yleensä vastaukset tulee perustella.
- Jos vastauksena pyydetään reaktioyhtälöä, sen tulee olla esitettyä ilman hapetuslukuja pienimmin mahdollisin kokonaislukukertoimin ja olomuodoilla varustettuna. Orgaanisissa reaktioyhtälöissä käytetään rakennekaavoja, mutta ei vaadita olomuotoja.

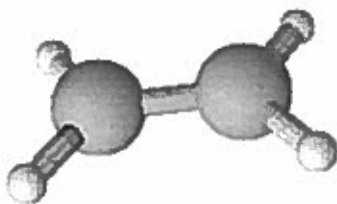
1.	Metallien fysikaaliset ominaisuudet, hyvä sähkön- ja lämmönjohtokyky ja taottavuus, perustuvat metallisidokseen, joka muodostuu metalli-ionien ja sidoselektronien/ulkoelektronien välisistä vetovoimista. <i>- jos kaikki elektronit ajateltu yhteisiksi -1p</i>	1p
a)	<u>Sähkönjohtavuus:</u> Atomien pakkautuessa yhteen metallihilaksi, sidoselektronit muodostavat ns. elektronimeren, jossa ne eivät ole paikantuneet tiettyjen metalliytimien kohdalle, vaan ne pääsevät liikkumaan lähes vapaasti mihin suuntaan tahansa metalli-ionien välissä.	3x 1 2/3
b)	<u>Lämmönjohtavuus:</u> Pienissä lämpötiloissa vapaat elektronit toimivat sellaisinaan lämmön siirtäjinä. Suuremmissa lämpötiloissa, kun lämpövärtely voimistuu, vaikuttavat lisäksi metalli-ionien ja vapaiden elektronien törmäykset. <i>- jos elektronien liike mainitsematta -1/3 p</i>	
c)	<u>Taottavuus:</u> Iskun vaikutuksesta metallihilassa kerrokset voivat liikkua toisiinsa niiden murtumatta.	
	yhteensä	6p

2. a)	$pOH = 14,00 - pH = 1,00 \rightarrow [OH^-] = 0,10 \text{ mol/l} \rightarrow n(KO_2) = n(OH^-) = cV = 0,010 \text{ mol}$ $m(KO_2) = nM = 0,010 \text{ mol} \cdot 71,1 \text{ g/mol} = 0,711... \text{ g} \approx \underline{0,71 \text{ g}}$	2p 1p
b)	$n(O_2) = \frac{1}{2}n(KO_2)$ $pV = nRT \rightarrow V = \frac{nRT}{p} = \frac{0,0050 \text{ mol} \cdot 0,0831451 \frac{\text{bar} \cdot \text{dm}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 298,15 \text{ K}}{1,013 \text{ bar}} = 0,122... \text{ dm}^3 \approx \underline{0,12 \text{ l}}$	1p 2p
	yhteensä	6p
	<i>- jos vastaukset on annettu 4 numeron tarkkuudella, -2/3p.</i>	

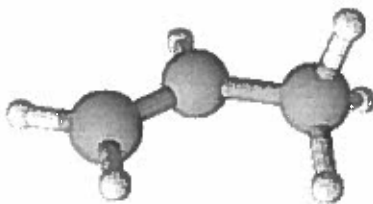




Kaksoissidos muodostuu yhdestä sigma- ja yhdestä piisidoksesta  $sp^2$ -hybridisoituneiden hiiliatomien välille. Piisidos ja sigmasidos muodostavat yhdessä tasomaisen rakenteen, esim. eteeni. Propeenimolekyylissä kaikki muut atomit ovat tasossa paitsi molekyylin  $sp^3$ -hybridisoituneen hiilen vedyt.

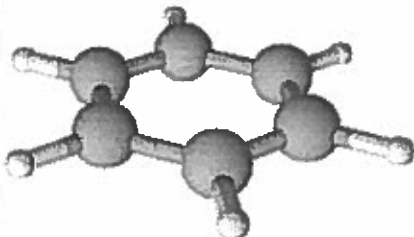


eteeni



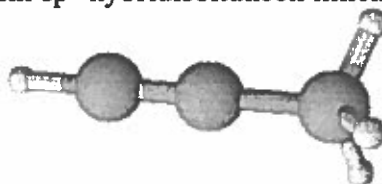
propeeni

Bentseenirenkaassa piisidoksen elektronit ovat delokalisoituneet ja kaikki hiiliatomien väliset sidokset ovat identtisiä. Molekyyli on tasomainen.



Hiiliatomien välinen kolmoissidos muodostuu yhdestä sigmasidoksesta ja kahdesta piisidoksesta. Hiilellä on tällöin  $sp$ -hybridisaatio.

Esim. etyynimolekyyli on lineaarinen. Propyynimolekyylissä kaikki muut atomit asettuvat samalle suoralle paitsi molekyylin  $sp^3$ -hybridisoituneen hiilen vedyt.



**b) Sidostyyppien vaikutus aineen reaktiokykyyn**

Alkaanit reagoivat huonosti johtuen yksinkertaiselle kovalenttiselle sidokselle tyypillisestä tyydyttyneestä luonteesta. Alkaaneille tyypillisiä reaktioita ovat katalyyttiset korvautumisreaktiot, joissa vety korvautuu esim. halogeenilla

Tyydyttymättömät yhdisteet ovat reaktiivisia. Tyypillisiä reaktioita ovat additiot kaksois/kolmoissidoksiin, joissa esimerkiksi vety, halogeenit, vetyhalogenidit ja vesi liittyvät tyydyttymättömiin yhdisteisiin. Teollisesti tärkeä alkeenien reaktio on myös polyadditio, joissa alkeenimolekyylit liittyvät toisiinsa makromolekyyleiksi.

Aromaattisilla yhdisteillä tapahtuu yleensä korvautumisreaktioita, esim. bentseenin vety korvautuu nitroryhmällä.

3p

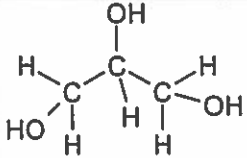
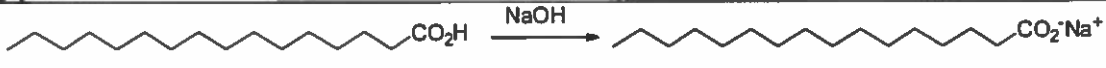
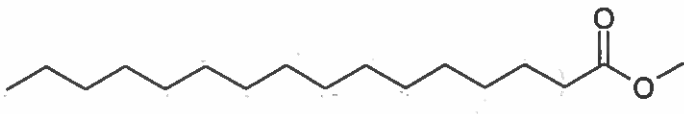
yhteensä

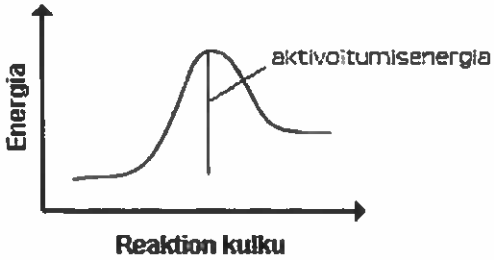
6p





	<ul style="list-style-type: none"> <li>- lisätään tutkittava aineos ja suljetaan suppilo</li> <li>- huomioidaan työturvallisuustekijät, esimerkiksi suojalasit ja vetokaappi</li> <li>- ravistellaan ja vuoroin avataan paineen tasaamiseksi</li> <li>- annetaan kahden liuoksen välisen rajapinnan asettua</li> <li>- valutetaan alempi vesiliuos nestekerroksista pois</li> <li>- jotta uuttaminen olisi tarpeeksi tehokasta, on liuottimien lisäys ja ravistelu toistettava useaan kertaan</li> <li>- aine1 on uuton jälkeen vesifaasissa ja pooliton aine2 eetterifaasissa</li> </ul> <p>- jos ei ole mainittu työturvallisuutta, -1/3 p</p>	1p
c)	<p>Kodeiini (yhdiste 1) jää vesifaasiin. Happamissa olosuhteissa emäksinen kodeiini neutraloituu ja muodostuu amiinin suola, joka liukenee veteen.</p> <p>- suolan vesiliukoisuutta ei mainittu -1/3 p.</p>	1p 1p
	yhteensä	6p

9. a)	 <p>glyseroli</p>	1p 1p
b)	<p>reaktio 2</p>  <p>reaktio 3</p>  <p>- jos suolan kaavassa palmitaatti- ja natriumionien välillä kovalenttinen sidos, -1/3p - jos reaktion 3 yhtälössä ei tasapainonnuolta, -1/3p</p>	1p 1p
c)	<p>Kovassa kaivovedessä on liuenneena runsaasti <math>Ca^{2+}</math>-ioneja, jotka muodostavat saippuan kanssa niukkaliukoista kalsiumsuolaa. Saostuman muodostuminen heikentää pesutulosta.</p> $2CH_3(CH_2)_{14}COO^-(aq) + Ca^{2+}(aq) \rightarrow [CH_3(CH_2)_{14}COO]_2Ca(s)$ <p>- saostuminen tulee mainita tai näkyä olomuotomerkinnöistä</p>	1p 1p
	yhteensä	6p

10 a)	<p>Reaktio on endoterminen. Kun lämpötilaa nostetaan, tasapaino siirtyy tuotteen suuntaan (Le Chatelier). Tällöin tuotteen konsentraatio kasvaa, jolloin myös tasapainovakio K kasvaa.</p>	1p
b)	 <p>Kuvaajan muoto oikea eli tuotteiden energia ylempänä kuin lähtöaineiden. Kuvaajaan on merkitty aktivoitumisenergia oikein.</p>	1p 1p

c)	<p>Lasketaan tasapainovakio.</p> $K = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]} = \frac{(2,33 \text{ mol/V})^2}{(0,330 \text{ mol/V})(0,330 \text{ mol/V})} = 49,85\dots$ <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;"></td> <td style="width: 20%; text-align: center;"><math>\text{H}_2(\text{g})</math></td> <td style="width: 5%; text-align: center;">+</td> <td style="width: 20%; text-align: center;"><math>\text{I}_2(\text{g})</math></td> <td style="width: 5%; text-align: center;">=</td> <td style="width: 35%; text-align: center;"><math>2 \text{ HI}(\text{g})</math></td> </tr> <tr> <td>alku</td> <td style="text-align: center;">0,330 mol/V</td> <td></td> <td style="text-align: center;">0,330 mol/V</td> <td></td> <td style="text-align: center;">2,33 mol/V</td> </tr> <tr> <td>uusi alku</td> <td style="text-align: center;">0,330 mol/V</td> <td></td> <td style="text-align: center;">0,330 + x mol/V</td> <td></td> <td style="text-align: center;">2,33 mol/V</td> </tr> <tr> <td>muutos</td> <td style="text-align: center;">- 1/2 · 0,40 mol</td> <td></td> <td style="text-align: center;">- 1/2 · 0,40 mol</td> <td></td> <td style="text-align: center;">0,40 mol</td> </tr> <tr> <td>uusi tp</td> <td style="text-align: center;">(0,330 - 0,20) mol/V</td> <td></td> <td style="text-align: center;">(0,330 - 0,20 + x) mol/V</td> <td></td> <td style="text-align: center;">2,73 mol/V</td> </tr> </table> <p>x = alkuperäiseen tasapainoon lisätty jodin ainemäärä.</p> $K = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]} = \frac{(2,73 \text{ mol/V})^2}{(0,130 \text{ mol/V})(0,130 + x) \text{ mol/V}} = 49,85\dots,$ <p>49,85(0,0169 + 0,13x) = 7,4529, josta x = 1,0199... mol ≈ <b>1,02 mol</b>.</p> <p>- jodin konsentraation väheneminen jätetty huomiotta ja saatu 0,820 mol -1p.  - tehtävä voidaan käsitellä myös pelkillä ainemäärillä, mutta jos tilavuuden pois jättäminen on perustelematta -2/3p.</p>		$\text{H}_2(\text{g})$	+	$\text{I}_2(\text{g})$	=	$2 \text{ HI}(\text{g})$	alku	0,330 mol/V		0,330 mol/V		2,33 mol/V	uusi alku	0,330 mol/V		0,330 + x mol/V		2,33 mol/V	muutos	- 1/2 · 0,40 mol		- 1/2 · 0,40 mol		0,40 mol	uusi tp	(0,330 - 0,20) mol/V		(0,330 - 0,20 + x) mol/V		2,73 mol/V	1p
	$\text{H}_2(\text{g})$	+	$\text{I}_2(\text{g})$	=	$2 \text{ HI}(\text{g})$																											
alku	0,330 mol/V		0,330 mol/V		2,33 mol/V																											
uusi alku	0,330 mol/V		0,330 + x mol/V		2,33 mol/V																											
muutos	- 1/2 · 0,40 mol		- 1/2 · 0,40 mol		0,40 mol																											
uusi tp	(0,330 - 0,20) mol/V		(0,330 - 0,20 + x) mol/V		2,73 mol/V																											
	yhteensä	6p																														

11	<p><u>Yleinen tarkastelu talouselämän ja ympäristön kannalta</u>  Vetytalouden yksi keskeisimmistä haasteista on vedyn tuottaminen. Muita vetytalouden haasteita ovat taloudelliset ja teknisesti vakaat vedyn käyttöteknologiat, vedyn jakeleminen ja varastointi. Vedyn käyttö polttoaineena tuottaa vain lämpöä ja vettä.</p>	3p
	<p><u>Vedyn tuotanto</u>  Tällä hetkellä vetyä voidaan tuottaa useilla eri menetelmillä. Opiskelijan vastaukseksi riittää, jos hän perehtyy esimerkiksi kolmeen eri menetelmään antamalla niistä lyhyen kuvauksen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- reformointiprosessit, joissa vety saadaan talteen teollisuuden (petrokemian) prosesseista, joissa vetyä vapautuu prosessien sivutuotteena</li> <li>- elektrolyysi, jossa vety valmistetaan vettä elektrolysoimalla</li> <li>- fotolyysi, jossa kasvit (leväkasvustot) käyttävät auringon energiaa ja vapauttavat vetyä hapen asemesta</li> </ul>	3-4p
	<p><u>Kuljetus ja varastointi (tarkasteltu esimerkiksi seuraavia asioita)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- vety kaasumaista ja kuljettaminen vaikeampaa kuin nestemäisten polttoaineiden</li> <li>- vety siirretään paineistetuissa säiliöissä tai putkistoissa, haittapuolena on suuri massa verrattuna varastoidun vedyn määrään.</li> <li>- kuljetusta ja varastointia helpottaa, jos vety sidotaan johonkin nestemäiseen yhdisteeseen (yksi eniten tutkituista vaihtoehdoista on metanoli, CH<sub>3</sub>OH)</li> <li>- nestemäisten vedynkantajien käyttäminen hyvä vaihtoehto (ainakin siirtymäajaksi, koska nestemäisille polttoaineille olemassa jakelujärjestelmä, jota pystyttäisiin pienin muutoksin hyödyntämään esimerkiksi metanolin jakelussa)</li> <li>- metallihydridivarastoissa vetymolekyylit varastoidaan metalliseoksen hilarakenteeseen metallihydrideillä saavutetaan hyvä varastointikapasiteetti tilavuutta kohti, mutta hydridimateriaalit ovat usein hintavia (Nykyisin mm. autoteollisuudessa tutkitaan</li> </ul>	



d)	Koska pisteessä B on $[\text{HCO}_3^-] \approx [\text{CO}_3^{2-}]$ saadaan emäsvakion lausekkeesta suoraan $K_b = [\text{OH}^-] = 2,1 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l}$ ja $\text{pH} = 10,32$ <i>- vastaukseksi hyväksytään myös suoraan taulukkoarvosta saatu, perusteltu tulos.</i>	2p
	yhteensä	9p