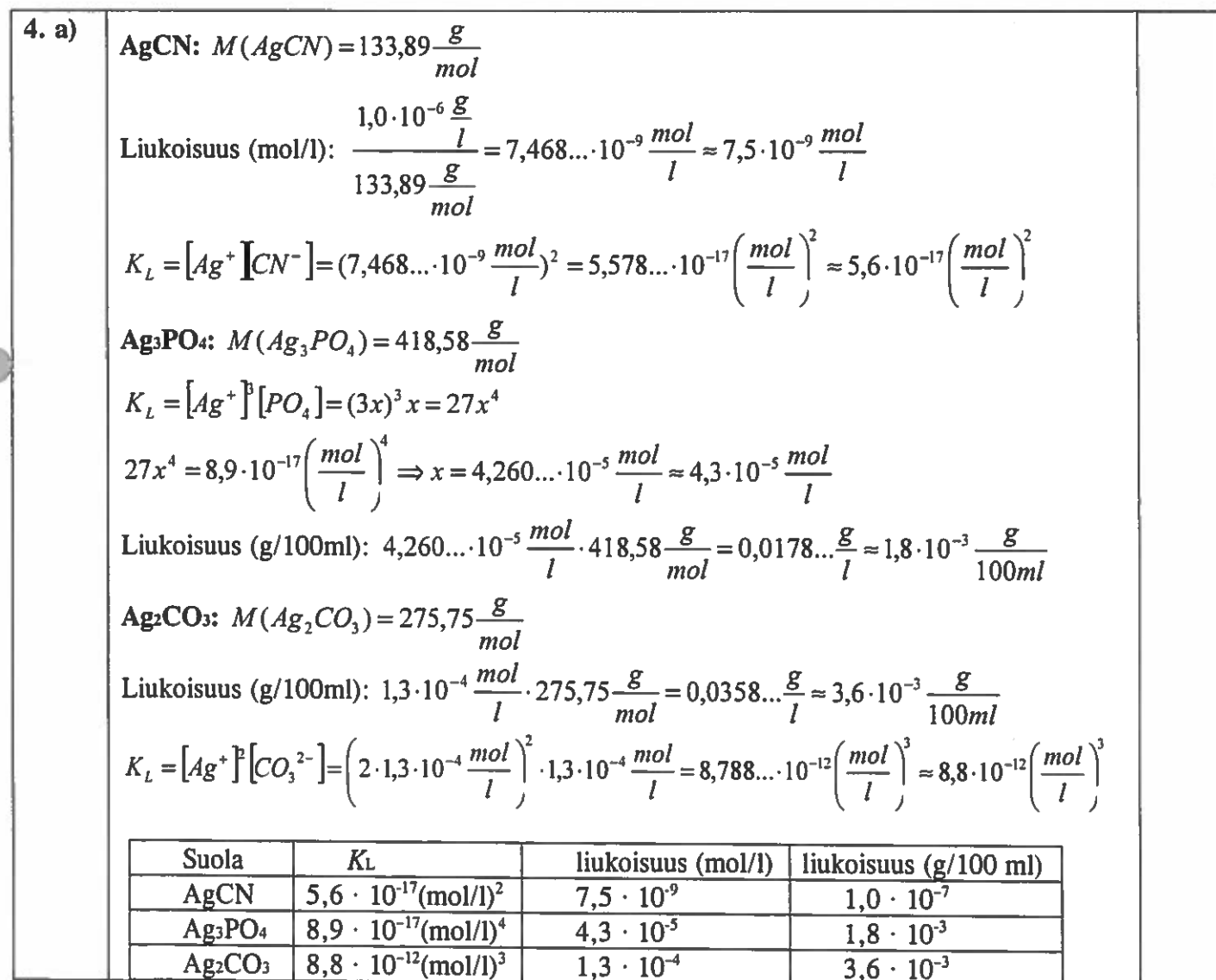
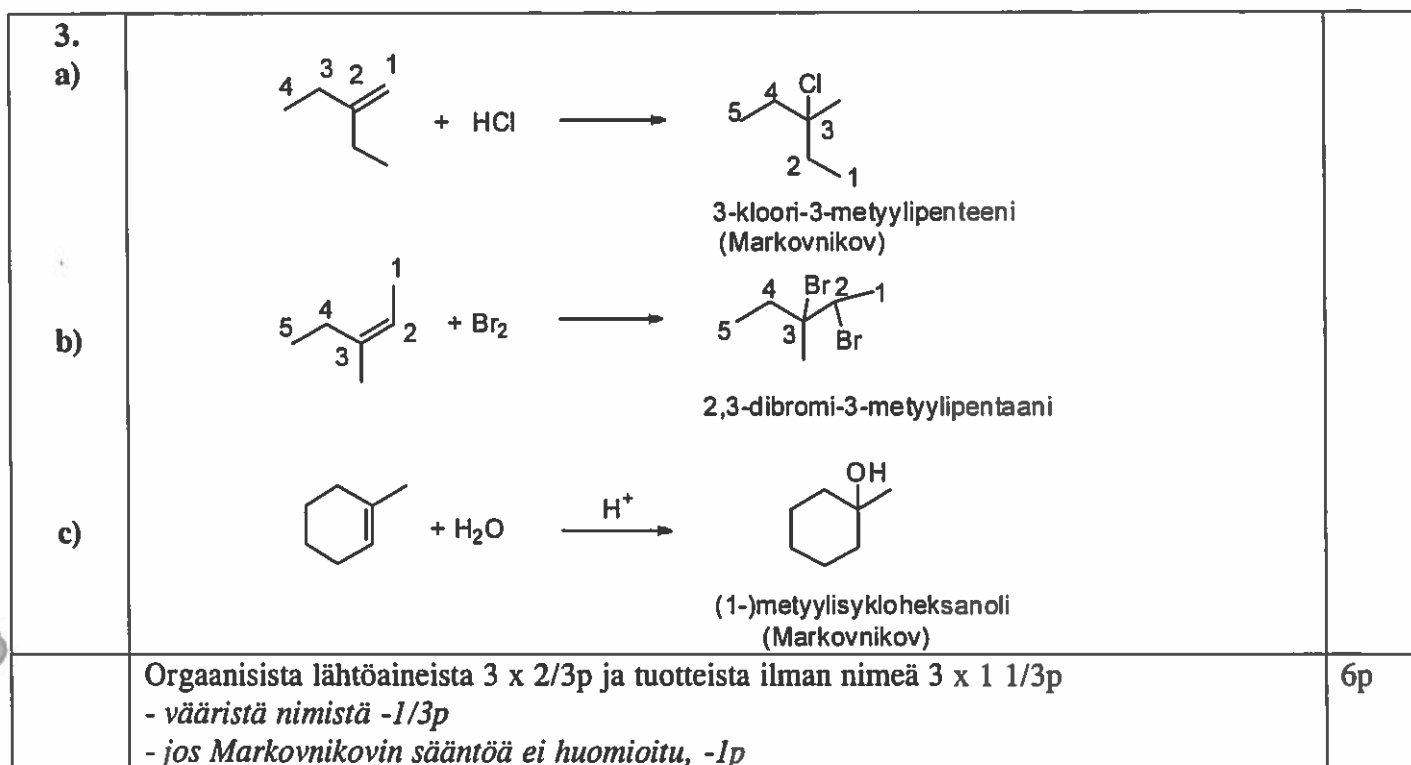


MAOL:n pistesuositus kemian reaalikokeen tehtäviin syksyllä 2009.

- 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.

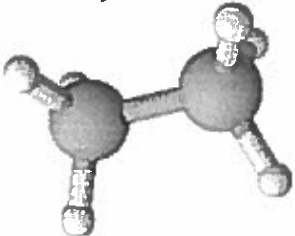
1.	Metallien fysikaaliset ominaisuudet, hyvä sähkön- ja lämmönjohtokyky ja taottavuus, perustuvat metallisidokseen, joka muodostuu metalli-ionien ja sidoselektronien/ulkoelektronien välisistä vetovoimista. <i>- jos kaikki elektronit ajateltu yhteisiksi -1p</i>	1p
a)	<u>Sähkönjohtavuus:</u> Atomien pakkautuessa 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>	

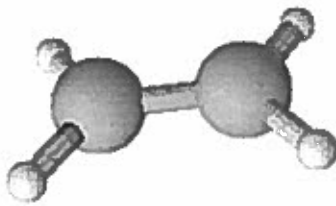


	6 x 2/3p, yhteensä	4p
	- väärä yksiköitä -1/3p - jos vastauksia ei ole perusteltu laskemalla - 1 p	
b)	Todettu, ettei liukoisuustulojen lukuarvojen perusteella voida päätellä eri suolojen konsentraatioita. Perustelu: - Vertailu pelkkien lukuarvojen perusteella on mahdollista, jos suolojen kaavat ovat samanmuotoiset. Tällöin liukoisuustulojen yksiköt ovat samat ja suola, jonka liukoisuustulon arvo on pienin, on niukkaliukoisin. Muuten vertailu ei ole mielekäs. tai - Suolan liukoisuus määritellään suolan kokonaisainemäärän perusteella, mutta liukoisuustulo riippuu suolan ionien konsentraatioista. Tasapainotilassa niukkaliukoiselle suolalle A_xB_y on voimassa $[A^{n+}]^x[B^{m-}]^y = K_L$	1p 1p
	yhteensä	6p

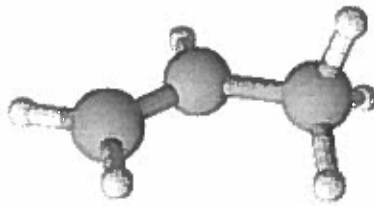
5. a)	Hapan oksidi poistetaan jollakin emäksisellä aineella, esim. $Ca(OH)_2$ tai $CaCO_3$. Esimerkiksi: $Ca(OH)_2(aq) + SO_2(g) \rightarrow CaSO_3(s) + H_2O(l)$ $CaO(aq) + SO_2(g) + \frac{1}{2} O_2(g) \rightarrow CaSO_4(s)$ $CaCO_3(s) + SO_2(g) \rightarrow CaSO_3(s) + CO_2(g)$	2p
b)	Typen oksidit poistetaan auton pakokaasuista katalysaattorissa. Typen oksidit (NO_x) pelkistyvät typpikaasuksi N_2 . - sanaa pelkistys ei vaadita - maininta <i>Lambda-anturista (jonka avulla tarkkaillaan optimaalista ilma/polttoainesuhdetta) katsotaan eduksi</i>	1p 1p
c)	Fosfori saostetaan jätevesistä kemikaalien avulla, jotka sisältävät rauta- tai alumiini-ioneja. $PO_4^{3-}(aq) + Fe^{3+}(aq) \rightarrow FePO_4(s)$, - saostuskemikaali lisätään joko esiselkeytysvaiheessa tai ilmastusaltaassa	2p
	- vastaukseen hyväksytään reaktioyhtälö perusteluineen tai hyvä sanallinen selitys. - pieniä puutteita jossakin kohdassa voi korvata muun kohdan syvällisemmällä tarkastelulla	yhteensä 6p

6. a)	<u>Sidostyyppien vaikutus molekyylin muotoon</u> - sidostyyppien erojen selvittäminen yhteensä - molekyylien muoto	1p 2p
	Yksinkertainen kovalenttinen sidos hiiliatomien välillä on sigmasidos, jossa hiiliatomit ovat sp^3 -hybridisoituneet ja jokainen hiiliatomi muodostaa tetraedrisen rakenteen neljän muun sitoutuneen atomin kanssa, esim. etaanimolekyyli muodostuu ikään kuin kahdesta tetraedriyksiköstä.	
		
	etaani	

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.

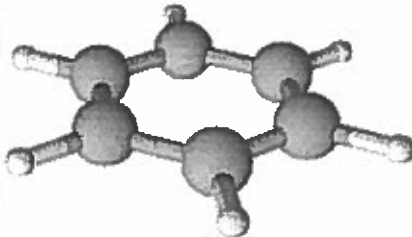


eteeni



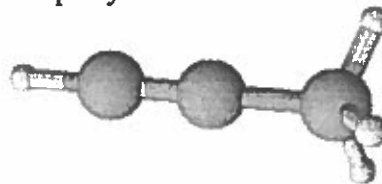
propeeni

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

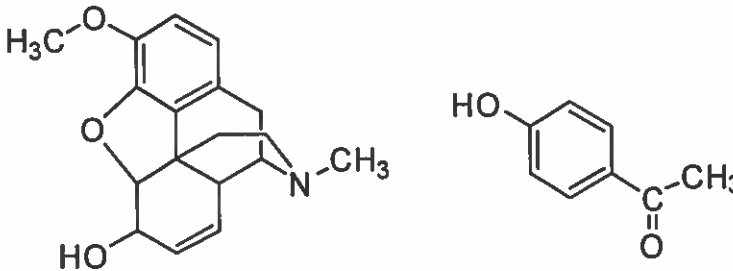
Tyydyttymättömät yhdisteet ovat reaktiivisia. Tyypillisiä reaktioita ovat additiot kaksois/kolmoissidoksiin, joissa esimerkiksi vety, halogeenit, vetyhalogenidit ja vesi liittyvät tyydyttymättömiin yhdisteisiin. Teollisesti tärkeä alkeenien reaktio on myös polyadditio, joissa alkeenimolekyylit liittyvät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

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

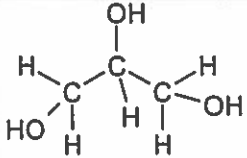
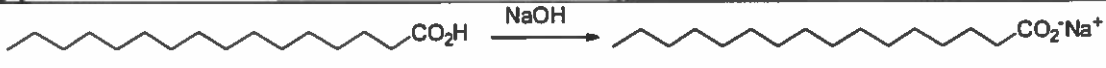
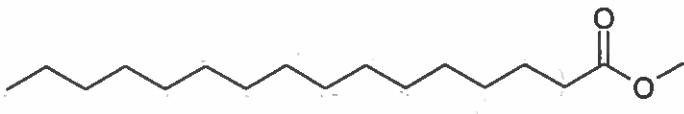
3p

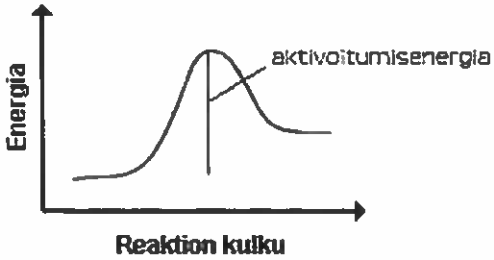
yhteensä 6p

7. a)	Reaktioyhtälö: $C_xH_y(g) + (x + y/4)O_2(g) \rightarrow xCO_2(g) + y/2 H_2O(l)$ Kun kaasuseos johdetaan emäsluokseen, hiilidioksidi absorboituu: $2 NaOH(aq) + CO_2(g) \rightarrow Na_2CO_3(aq) + H_2O(l)$	1p
b)	Polton jälkeen kaasuseos sisälsi hiilidioksidiä ja happea. NTP-oloissa vesi on neste. Kun kaasuseos absorboitui emäsluokseen, sen tilavuus pieneni 40,0 ml. Poltossa muodostui siis 40,0 ml $CO_2(g)$. Reaktion jälkeen seoksessa oli $(80,0 - 40,0) ml = 40,0 ml$ happea, joten hiilivedyn palaessa kului $(100,0 - 40,0) ml = 60,0 ml$ happea. (Tästä kului veden muodostumiseen $60,0 ml - 40,0 ml = 20,0 ml$.) Samoissa olosuhteissa kaasutilavuudet ovat verrannollisia ainemääriin. Reaktioyhtälön mukaan $\frac{n(C_xH_y)}{n(CO_2)} = \frac{V(C_xH_y)}{V(CO_2)} = \frac{10ml}{40ml} = \frac{1}{4} \rightarrow x = 4$	2p
	Reaktioyhtälön mukaan $V(O_2) = (x + y/4) \cdot V(C_xH_y)$ eli $60,0 ml = (4 + y/4) \cdot 10,0 ml$, josta $y = 8$ → molekyylikaava on C_4H_8 <i>- tehtävän voi ratkaista myös ainemäärillä.</i> <i>- jos molekyylikaava on löydetty kokeilemalla, korkeintaan 2 p.</i>	1p
c)	Mahdolliset rakennekaavat: 1-buteeni, cis-2-buteeni, trans-2-buteeni, 2-metyylipropeni, syklobutaani, metyylisyklopropani	2p
	yhteensä	6p

8. a)	 <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;"> <p>kodeiini 1</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>4-hydroksiasetofenoni 2</p> </div> </div>	
	yhdiste 1: 2 x eetteri, kaksoissidos, aromaattinen rengas (tai bentseeni), alkoholi, amiini	1 1/3p
	yhdiste 2: fenoli, ketoni <i>- virheellisistä vaihtoehtoista -1/3-1p</i> <i>- jos käytetty sanaa alkeeni -1/3 p.</i> <i>- sekundaarisuutta ja tertiaarisuutta ei vaadita.</i>	2/3p
b)	- uuttoon käytetään erotussuppiloa - erotus saadaan aikaan kahden aineen liukoisuuserolla: toinen eristettävistä aineista liukenee paremmin pooliseen liuottimeen (hapan vesiliuos) ja toinen vain poolittomaan liuottimeen (eetteri) - erotussuppiloon kaadetaan suolahappoliuos	1p

	<ul style="list-style-type: none"> - lisätään tutkittava aineos ja suljetaan suppilo - huomioidaan työturvallisuustekijät, esimerkiksi suojalasit ja vetokaappi - ravistellaan ja vuoroin avataan paineen tasaamiseksi - annetaan kahden liuoksen välisen rajapinnan asettua - valutetaan alempi vesiliuos nestekerroksista pois - jotta uuttaminen olisi tarpeeksi tehokasta, on liuottimien lisäys ja ravistelu toistettava useaan kertaan - aine1 on uuton jälkeen vesifaasissa ja pooliton aine2 eetterifaasissa <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 Ca^{2+}-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;">$\text{H}_2(\text{g})$</td> <td style="width: 5%; text-align: center;">+</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">$\text{I}_2(\text{g})$</td> <td style="width: 5%; text-align: center;">=</td> <td style="width: 35%; text-align: center;">$2 \text{ HI}(\text{g})$</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 ≈ 1,02 mol.</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 käyttötieteologiat, 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"> - reformointiprosessit, joissa vety saadaan talteen teollisuuden (petrokemian) prosesseista, joissa vetyä vapautuu prosessien sivutuotteena - elektrolyysi, jossa vety valmistetaan vettä elektrolysoimalla - fotolyysi, jossa kasvit (leväkasvustot) käyttävät auringon energiaa ja vapauttavat vetyä hapen asemesta 	3-4p
	<p><u>Kuljetus ja varastointi (tarkasteltu esimerkiksi seuraavia asioita)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - vety kaasumaista ja kuljettaminen vaikeampaa kuin nestemäisten polttoaineiden - vety siirretään paineistetuissa säiliöissä tai putkistoissa, haittapuolena on suuri massa verrattuna varastoidun vedyn määrään. - kuljetusta ja varastointia helpottaa, jos vety sidotaan johonkin nestemäiseen yhdisteeseen (yksi eniten tutkituista vaihtoehdoista on metanoli, CH₃OH) - nestemäisten vedynkantajien käyttäminen hyvä vaihtoehto (ainakin siirtymäajaksi, koska nestemäisille polttoaineille olemassa jakelujärjestelmä, jota pystyttäisiin pienin muutoksin hyödyntämään esimerkiksi metanolin jakelussa) - metallihydridivarastoissa vetymolekyylit varastoidaan metalliseoksen hilarakenteeseen metallihydrideillä saavutetaan hyvä varastointikapasiteetti tilavuutta kohti, mutta hydridimateriaalit ovat usein hintavia (Nykyisin mm. autoteollisuudessa tutkitaan 	

	<p>paljon vedyn säilyttämistä metallihydrideinä, kuten FeTiH₂. Tarvittaessa vety vapautetaan esim. hapon avulla.)</p> <p>- vedyn nesteytyminen kuluttaa paljon energiaa ja nestevetykäsäiliöiden täytyy olla erittäin hyvin eristettyjä</p>	1-2p
	<p><u>Käyttöturvallisuus</u> (esimerkiksi)</p> <p>- vety on kaikkien polttoaineiden tavoin erittäin tulenarkaa ja muodostaa ilman kanssa räjähtävän seoksen, mutta sitä pystytään oikealla tekniikalla käyttämään yhtä turvallisesti kuin muitakin</p> <p>- onnettomuuden sattuessa vedyllä on monia myönteisiä ominaisuuksia verrattuna bensiiniin ja muihin nestemäisiin polttoaineisiin sekä maakaasuun</p> <ul style="list-style-type: none"> • säiliöstä vuotava vety hajaantuu erittäin nopeasti. • räjähtävän koostumuksen muodostuminen ulkona tai hyvin tuuletetuissa tiloissa on hyvin epätodennäköistä • vetyliekki suuntautuu voimakkaasti ylöspäin, eikä palo leviä maata pitkin kuten nestemäisten polttoaineiden tai nestekaasun tapauksessa. 	1-2p
	yhteensä	9p

12 a)	<p>Neutralointireaktio:</p> $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{aq}) + 2 \text{HCl}(\text{aq}) = \text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq}) + 2 \text{NaCl}(\text{aq})$ <p>tai: $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{aq}) + 2 \text{HCl}(\text{aq}) = \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 2 \text{NaCl}(\text{aq})$</p> <p>$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{1}{2} \cdot n(\text{HCl}) = \frac{1}{2} \cdot 12,7 \text{ ml} \cdot 0,15 \text{ mol/l} = 0,9525 \text{ mmol}$</p> <p>$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,9525 \text{ mmol} \cdot 105,99 \text{ mol/l} = 100,96 \text{ mg} \approx \mathbf{101 \text{ mg}}$</p>	2/3p 11/3p
b)	<p>Kussakin pisteessä natrium on Na⁺- ionina.</p> <p>Piste A (natriumkarbonaattiliuos): CO₃²⁻</p> <p>Piste B (puolet karbonaatti-ioneista on neutraloitunut vetykarbonaatti-ioneiksi): CO₃²⁻ ja HCO₃⁻ ([CO₃²⁻] ≈ [HCO₃⁻])</p> <p>Piste C (kaikki karbonaatti-ionit ovat neutraloituneet): HCO₃⁻</p> <p>Piste D (puolet vetykarbonaatti-ioneista on neutraloitunut hiilihapoksi, joka hajoaa hiilidioksidiksi ja vedeksi): HCO₃⁻ ja H₂CO₃ ([HCO₃⁻] ≈ [H₂CO₃])</p> <p>Piste E (kaikki vetykarbonaatti-ionit ovat neutraloituneet): H₂CO₃</p> <p>Piste F (kaikki vetykarbonaatti-ionit ovat neutraloituneet ja seoksessa on ylimäärin suolahappoa): H₂CO₃</p> <p style="text-align: right;">6 x 1/3 p, yhteensä</p> <p>- merkinnän H₂CO₃ asemesta voidaan kussakin kohdassa kirjoittaa (CO₂ + H₂O)</p>	2p
c)	<p>Titrauksen alussa pisteessä A natriumkarbonaatin konsentraatio on</p> $c(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,9525 \text{ mol}/250 \text{ ml} = 3,81 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$ $\text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) = \text{HCO}_3^{-}(\text{aq}) + \text{OH}^{-}(\text{aq})$ <p>tasap. (mol/l) $3,81 \cdot 10^{-3} - x$ x x</p> <p>[HCO₃⁻] = [OH⁻] = x ja [CO₃²⁻] = 3,81·10⁻³ mol/l - x</p> $K_b = \frac{[\text{HCO}_3^{-}][\text{OH}^{-}]}{[\text{CO}_3^{2-}]} = \frac{x^2}{3,81 \cdot 10^{-3} - x} \text{ mol/l} = 2,1 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l}$ <p>[OH⁻] = 7,956...·10⁻⁴ mol/l ≈ 7,96·10⁻⁴ mol/l → pOH = 3,09... → pH = 10,90</p> <p>- laskuissa karbonaatti ionin toinen protolyysireaktio voidaan merkityksettömänä jättää huomioon ottamatta. Tarvittaessa tämä voidaan perustella emäsvakioita vertaamalla.</p>	2p 1p

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 $\text{pH} = 10,32$ - vastaukseksi hyväksytään myös suoraan taulukkoarvosta saatu, perusteltu tulos.	2p
	yhteensä	9p