

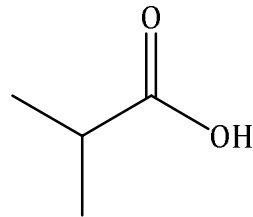
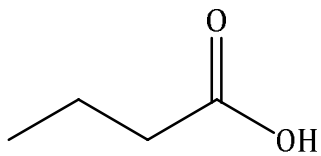
Diplomi-insinööri- ja arkkitehtikoulutuksen yhteisvalinta 2018

DI-kemian valintakoe 30.5.

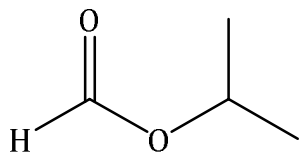
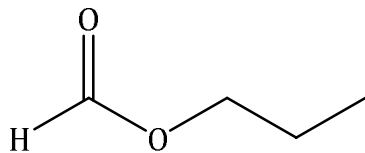
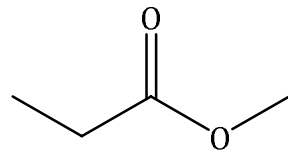
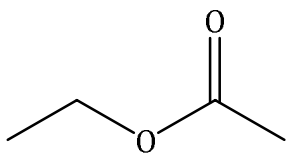
Malliratkaisut

1.

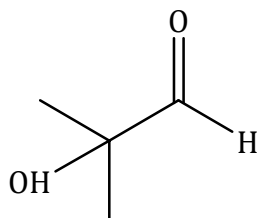
a)



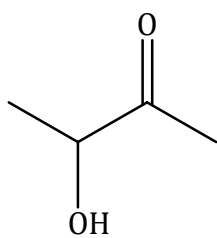
b)



c)



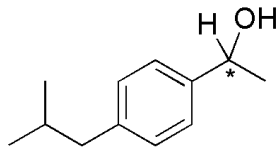
d)



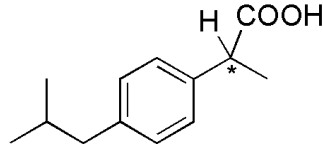
2.

a) **C ja ibuprofeeni voivat olla optisesti aktiivisia.**

Kiraaliset hiiliatomit (ks. kuva) ovat sellaisia sp^3 -hybridisoituja hiiliatomeja, joihin on sitoutunut neljä keskenään erilaista atomia tai ryhmää (myös vetyatomit merkitty kuvaan selvyyden vuoksi).



C



Ibuprofeeni

b) 2-metyylipropyylibentseeni ($m = 100 \text{ kg}$), $M = 134,22 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{100 \cdot 10^3 \text{ g}}{134,22 \text{ g/mol}} = 745,045 \text{ mol}$$

Ibuprofeeni (saanto 73 %), $M = 206,28 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$

$$n(\text{ibuprofeeni}) = n(2\text{-metyylipropyylibentseeni}) = 745,045 \text{ mol}$$

$$m(\text{ibuprofeeni}) = n \cdot M = 745,045 \text{ mol} \cdot 206,28 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 153,688 \cdot 10^3 \text{ g}$$

Saanto on 73 %, jolloin

$$m(\text{ibuprofeeni}) = 0,73 \cdot 153,688 \text{ kg} = 112,192 \text{ kg} \approx 112 \text{ kg}$$

Ibuprofeenia voidaan tuottaa 112 kg.

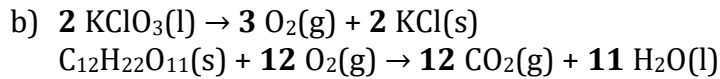
3.

a) $\frac{1}{6} \cdot n(\text{Cl}_2) = n[\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2] = \frac{1}{2} \cdot n(\text{KClO}_3)$

$$n(\text{Cl}_2) = 3 \cdot n(\text{KClO}_3) = 3 \cdot (150 \text{ g} / 122,55 \text{ g/mol}) = 3,67197 \text{ mol}$$

$$V(\text{Cl}_2) = nRT/p = (3,67197 \text{ mol} \cdot 8,31451 \text{ Pa m}^3/\text{mol K} \cdot 298,15 \text{ K}) / 101325 \text{ Pa} \\ = 0,0898 \text{ m}^3 = 89,8 \text{ dm}^3 \approx 90 \text{ dm}^3$$

Kloorikaasua tarvitaan 90 dm³.



sokerin palamisreaktion

$$\Delta H = [12 \cdot (-393,5) + 11 \cdot (-241,8)] \text{ kJ} - [1 \cdot (-2226,1) + 12 \cdot 0] \text{ kJ} = -5155,7 \text{ kJ} / (1 \text{ mol})$$

$$n(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = m/M = 2,0 \text{ g} / 342,296 \text{ g/mol} = 5,8429 \text{ mmol}$$

Energiaa vapautuu: 5,8429 mmol · 5155,7 kJ = 30 kJ.

- c) Hapetin on aine, joka hapettaa toisen aineen ja pelkistyy itse.
Kaliumklooraatissa KClO_3 **kloorin hapetusluku on +V.**
Hapettumis-pelkistymisreaktioissa kaliumklooraatin **kloori voi pelkistyä**
esimerkiksi hapetusluville +III (esim. KClO_2), 0 (esim. Cl_2) tai -I (esim. KCl).
(esimerkkejä ei vaadita)

4.

a)

	CO(g) +	2 H ₂ (g) =	CH ₃ OH(g)
alussa (mol)	x	1,0	0
tasapainossa (mol)	x - 0,15	1,0 - 0,30 = 0,70	0,15
tasapainossa (mol/dm ³)	(x - 0,15)/5,0	0,70/5,0 = 0,14	0,15/5,0 = 0,030

$$\text{Tasapainolauseke: } K_c = \frac{[\text{CH}_3\text{OH}]}{[\text{CO}] \cdot [\text{H}_2]^2} = \frac{0,030}{\left(\frac{x-0,15}{5,0}\right) \cdot (0,14)^2} = 23,9 \text{ (mol/dm}^3\text{)}^{-2}$$

$$x = 0,47 \text{ mol}$$

Hiilimonoksidia on lisättävä astiaan 0,47 mol.

b) Korkea paine siirtää tasapainoa reaktiotuotteiden suuntaan, sillä reaktioyhtälössä kaasumaisia reaktiotuotteita (1 mol) on vähemmän kuin kaasumaisia lähtöaineita (3 mol).

Le Châtelier'n periaatteen mukaan tasapaino siirtyy endotermiseen suuntaan, kun lämpötilaa nostetaan. Reaktio on eksotermisen ($\Delta H < 0$), joten lämpötilaa nostettaessa tasapaino siirtyy lähtöaineiden suuntaan eli tilanne on epäedullinen metanolin saannon kannalta. Teollisessa tuotannossa käytetään korkeaa lämpötilaa, jotta reaktio tapahtuisi nopeasti. Tämä tehostaa prosessia ja kumoaa tasapainon siirtymisen negatiivisen vaikutuksen.

Katalyytti nopeuttaa tasapainotilan saavuttamista.

5.

$$n(\text{HCl}) = cV = 0,250 \text{ mol/dm}^3 \cdot 2,0 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 = 5,00 \cdot 10^{-4} \text{ mol} = n(\text{H}^+)$$

a) vahvan hapon vesiliuos: $\text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{H}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$

$$V_{\text{kok.}} = 102 \text{ cm}^3$$

$$c(\text{HCl}) = n/V = (5,00 \cdot 10^{-4} \text{ mol}) / (100 + 2,0) \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 \\ = 4,902 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3 = [\text{H}^+]$$

$$\text{pH} = -\lg [\text{H}^+] = \mathbf{2,31}$$

b) neutralointireaktio: $\text{HCl}(\text{aq}) + \text{NaOH}(\text{aq}) \rightarrow \text{NaCl}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

$$n(\text{NaOH}) = cV = 0,010 \text{ mol/dm}^3 \cdot 100 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 = 0,0010 \text{ mol} = n(\text{OH}^-)$$

$$n(\text{H}^+) = 5,00 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$\text{neutraloitumatta jää: } n(\text{OH}^-) = (0,0010 - 5,00 \cdot 10^{-4}) \text{ mol} = 0,00050 \text{ mol}$$

$$V_{\text{kok.}} = 102 \text{ cm}^3$$

$$c(\text{OH}^-) = n/V = 0,00050 \text{ mol} / (100 + 2,0) \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 = 4,902 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$$

$$\text{pOH} = -\lg [\text{OH}^-] = 2,31$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = \mathbf{11,69}$$

c) puskuriliuos: $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$

puskuriliuoksen emäs eli asetaatti-ionit neutraloivat happolisäyksen, joten emästä kuluu ja happoa syntyy:

$$n(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,010 \text{ mol} + 5,00 \cdot 10^{-4} \text{ mol} = 0,0105 \text{ mol}$$

$$n(\text{CH}_3\text{COO}^-) = 0,010 \text{ mol} - 5,00 \cdot 10^{-4} \text{ mol} = 0,0095 \text{ mol}$$

konsentraatiot, kun $V_{\text{kok.}} = 102 \text{ cm}^3$

$$c(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,10294 \text{ mol/dm}^3$$

$$c(\text{CH}_3\text{COO}^-) = 0,09314 \text{ mol/dm}^3$$

	$\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq}) +$	$\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons$	$\text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq}) +$	$\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$
alussa (mol/dm ³)	0,10294		0,09314	~ 0
tasapainossa (mol/dm ³)	0,10294 - x		0,09314 + x	x

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{(0,09314 + x) \cdot x}{0,10294 - x} = 1,8 \cdot 10^{-5}$$

$$x^2 + 0,093158x - 1,85292 \cdot 10^{-6} = 0$$

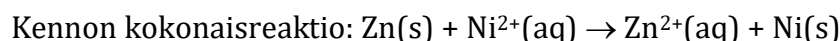
$$x = 1,98858 \cdot 10^{-5} \quad (x = -0,0931779)$$

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}_3\text{O}^+] = \mathbf{4,70}$$

6.

a) $n(\text{Zn}) = m/M = 32,68 \text{ g} / 65,38 \text{ g/mol} = 0,49985 \text{ mol}$

$$n(\text{Ni}) = cV = 1,00 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,575 \text{ dm}^3 = 0,575 \text{ mol}$$



Sinkki on rajoittava tekijä eli loppuu ensin.

$$z = 2$$

$$Q = I \cdot t = z \cdot n(\text{Zn}) \cdot F$$

$$t = \frac{z \cdot n(\text{Zn}) \cdot F}{I} = \frac{2 \cdot 0,49985 \text{ mol} \cdot 96\,485 \text{ A s mol}^{-1}}{0,0715 \text{ A}} = 1349035,7 \text{ s} = 374 \text{ tuntia}$$

$$n(\text{Ni})_{\text{saostunut}} = n(\text{Zn})_{\text{liuennut}} = 0,49985 \text{ mol}$$

$$m(\text{Ni})_{\text{saostunut}} = nM = 0,49985 \text{ mol} \cdot 58,69 \text{ g/mol} = 29,3 \text{ g}$$

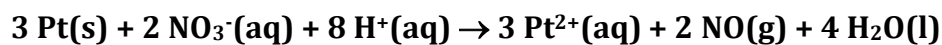
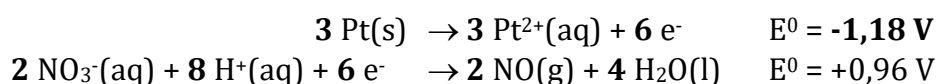
$$c(\text{Ni}^{2+}) = 1,00 \text{ mol/dm}^3 - (0,49985 \text{ mol} / 0,575 \text{ dm}^3) = 0,13 \text{ mol/dm}^3.$$

Virtaa voidaan ottaa teoriassa 374 tuntia.

Kennon toiminta lakkaa, kun sinkki on kulunut. Tällöin nikkeliä on saostunut 29,3 g ja puolikennon Ni-ionikonsentraatio on 0,13 mol/dm³.

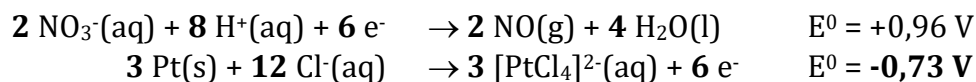
b)

i) Platinametalli ei liukene typpihappoon:



$$E^0 = 0,96 \text{ V} - 1,18 \text{ V} = -0,22 \text{ V} < 0, \text{ joten reaktio ei tapahdu.}$$

ii) Platinametalli Pt liukenee typpihapon ja vetykloridihapon HCl seokseen:



$$E^0 = 0,96 \text{ V} - 0,73 \text{ V} = +0,23 \text{ V} > 0, \text{ joten reaktio tapahtuu.}$$