

Diplomi-insinöörien ja arkkitehtien yhteisvalinta – dia-valinta 2014

Insinöörivalinnan kemian koe 28.5.2014

MALLIRATKAISUT ja PISTEET

Lasku- ja huolimattomuusvirheet – ½ p. Loppupisteiden puolia pisteitä ei korotettu ylöspäin, esim. 2 1/2 p = 2 p.

1. a) Litium ½ p.
- b) Typpi ½ p.
- c) Ca ja Sn ½ p.
- d) Cl = 1260 kJ/mol, Si = 780 kJ/mol, Na = 494 kJ/mol, K = 418 kJ/mol. Ionisaatioenergia kasvaa jaksossa vasemmalta oikealle (ytimen positiivinen varaus kasvaa) ja pienenee ryhmässä ylhäältä alas (poistettavat elektronit ovat kauempana ytimestä).

Oikeat arvot 1 p., perustelut ½ p.

- e) S²⁻, rikin elektronirakenne: [Ne]3s²3p⁴. Kun rikki ottaa vastaan kaksi elektronia, se saavuttaa seuraavan jalokaasun, argonin, rakenteen.

Oikea ioni 0,25 p., perustelu 0,25 p.

Ti +IV, titaanin elektronirakenne: [Ar]4s²3d². Kun titaani luovuttaa neljä elektronia, se saa edeltävän jalokaasun, argonin, rakenteen.

Oikea hapetusluku 0,25 p., perustelu 0,25 p.

- f) SrCl₂: Strontium on maa-alkalimetalli, jolla on pieni elektronegatiivisuusarvo ja jonka uloimmalla kuorella on vain kaksi elektronia. Kloori on hyvin elektronegatiivinen alkuaine ja sillä on seitsemän elektronia ulkokuorella. Strontium luovuttaa helposti ulkoelektroninsa kahdelle klooriatomille, jotka ottavat herkästi ne vastaan. Syntyy positiivinen Sr²⁺-ioni ja negatiivinen Cl⁻-ioni, joiden välille syntyy voimakas sähköinen vuorovaikutus eli ionisidos.
ClO₂: Kloori ja happi ovat molemmat epämetalleja ja niiden elektronegatiivisuusero on pieni, joten ne jakavat sidoselektroniparit ja niiden välille syntyy kovalenttinen sidos.

Sidokset oikein 1 p., perustelut 1 p.

Yhteensä 6 p.

2. a) $m(93\% \text{ H}_2\text{SO}_4) = 20\,000 \text{ kg}$
 $m(100\% \text{ H}_2\text{SO}_4) = 0,93 \cdot 20\,000 \text{ kg} = 18\,600 \text{ kg}$ **Massaprosentti huomioitu ½ p.**

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{M(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{18\,600 \text{ kg}}{98,086 \text{ kg/kmol}} = 189,63 \text{ kmol}$$

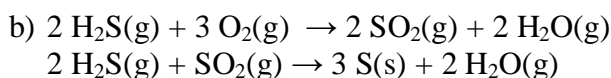
Neutralointireaktio: $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaSO}_4 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ **Reaktio oikein 1 p.**

$$\rightarrow n(\text{CaCO}_3) = n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 189,63 \text{ kmol}$$

$$m(\text{CaCO}_3) = n(\text{CaCO}_3) \cdot M(\text{CaCO}_3) = 189,63 \text{ kmol} \cdot 100,09 \text{ kg/kmol} = 18\,980 \text{ kg} \approx 19\,000 \text{ kg}$$

Loppulasku oikein ½ p.

a) kohta yhteensä 2 p.



Reaktioyhtälöt tasapainotettu oikein 1 p.

2. reaktio: $n(\text{SO}_2) = 1/3 \cdot n(\text{S})$

1. reaktio: $n(\text{O}_2) = 3/2 \cdot n(\text{SO}_2)$

1. + 2. reaktio: $n(\text{O}_2) = 3/2 \cdot 1/3 \cdot n(\text{S}) = 1/2 n(\text{S})$

$$n(\text{S}) = \frac{m(\text{S})}{M(\text{S})} = \frac{4,00 \text{ kg}}{32,07 \text{ kg/kmol}} = 0,1247 \text{ kmol}$$

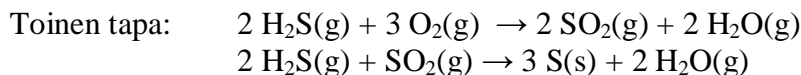
$$n(\text{O}_2) = 1/2 \cdot n(\text{S}) = 1/2 \cdot 0,1247 \text{ kmol} = 0,0624 \text{ kmol}$$

Happen ainemäärä oikein 2 p.

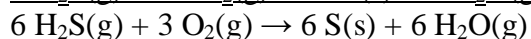
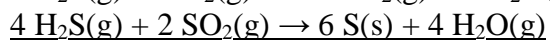
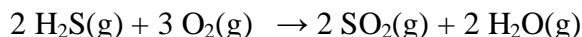
$$V(\text{O}_2) = \frac{nRT}{p} = \frac{0,0624 \text{ kmol} \cdot 8,31451 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \cdot 298,15 \text{ K}}{101,325 \text{ kPa}} = \underline{1,53 \text{ m}^3} \quad (1,5 \text{ m}^3)$$

Tilavuus laskettu oikein 1 p.

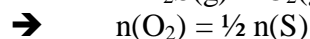
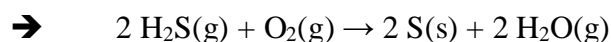
Yhteensä 6 p.



Kerrotaan jälkimmäinen reaktioyhtälö kahdella ja lasketaan reaktioyhtälöt yhteen:

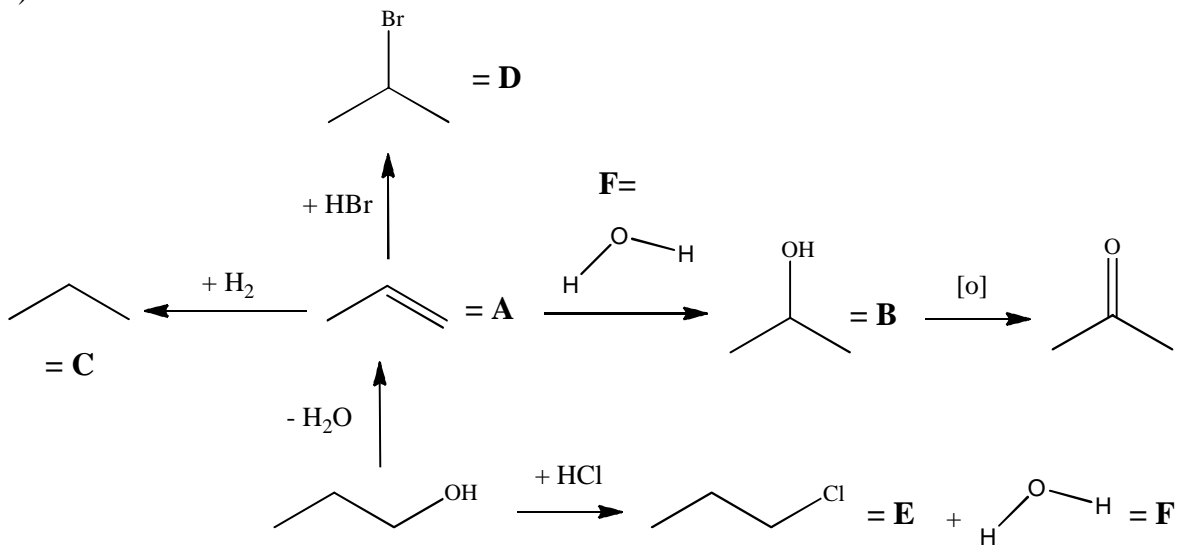


kun yhtälö jaetaan kolmella



jne.

3. a)



B ja D 1 p./rakennekaava (B: prim. alkoholi 0 p., D: jos Markovnikov puuttuu ½ p.)

A, C, E ja F ½ p. /rakennekaava

Yhteensä a) 4 p.

b)

		kiehumispiste
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{---O---CH}_2\text{CH}_3$	dietyylieetteri	35 °C
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	1-butanoli	117 °C
$\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	1,3-propaanidioli	214 °C

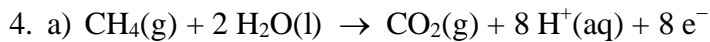
Vetysidokset 1-butanolimolekyylien hydroksyyliyhmiin välillä ja 1,3-propaanidiolimolekyylien hydroksyyliyhmiin välillä nostavat näiden kiehumispistettä, koska tarvitaan enemmän energiaa erottamaan molekyylit toisistaan. 1,3-propaanidiolissa on kaksi OH-ryhmää, jotka voivat osallistua vetysidosten tekemiseen, kun taas 1-butanolissa on vain yksi OH-ryhmä. Dietyylieetterimolekyylien välille ei voi muodostua vetysidoksia.

Kiehumispistejärjestys ½ p.

Perustelu 1½ p. (molekyylien välinen sidos ½ p., vetysidos ½ p. ja 1 OH-ryhmä/2 OH-ryhmää ½ p.)

Yhteensä b) 2 p.

Yhteensä 6 p.



$$Q = I t = z n F$$

$$t = 10 \text{ h} = 10 \cdot 60 \cdot 60 \text{ s} = 36\,000 \text{ s}$$

$$I = 350 \text{ A}$$

$$n(\text{CH}_4) = \frac{I t}{z F} = \frac{350 \text{ A} \cdot 36\,000 \text{ s}}{8 \cdot 96\,485 \text{ A s mol}^{-1}} = 16,324 \text{ mol}$$

$$m(\text{CH}_4) = n(\text{CH}_4) \cdot M(\text{CH}_4) = 16,324 \text{ mol} \cdot 16,042 \text{ g/mol} = 261,87 \text{ g}$$

$$V(\text{CH}_4) = \frac{m}{\rho} = \frac{261,87 \text{ g}}{0,415 \text{ g/cm}^3} = 631,00 \text{ cm}^3 = \underline{631 \text{ cm}^3}$$

1 p.

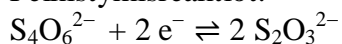
(jos z puuttuu tai on väärin 0 p.)

b) Hapetin hapettaa toisen aineen ja pelkistyy itse. Pelkistin pelkistää toisen aineen ja hapettuu itse.

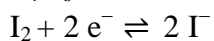
Vahvimmasta heikoimpaan **hapettimeen**: $\text{S}_2\text{O}_8^{2-} > \text{I}_2 > \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$

Vahvimmasta heikoimpaan **pelkistimeen**: $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} > \text{I}^- > \text{SO}_4^{2-}$

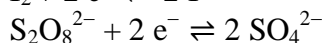
Pelkistymisreaktiot:



$$E^\circ = 0,17 \text{ V}$$



$$E^\circ = 0,54 \text{ V}$$



$$E^\circ = 2,01 \text{ V}$$



**Hapettimen
vahvuus kasvaa**



**Pelkistimen
vahvuus kasvaa**

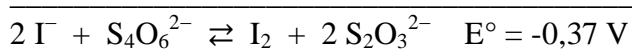
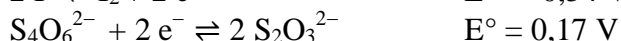
Tunnistettu hapettimet ja pelkistimet $\frac{1}{2}$ p.

Järjestys hapettimet $\frac{1}{2}$ p. ja järjestys pelkistimet $\frac{1}{2}$ p.

Perustelu hapettimet $\frac{1}{2}$ p. ja perustelu pelkistimet $\frac{1}{2}$ p.

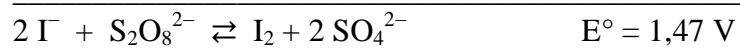
Yhteensä b) $2\frac{1}{2}$ p.

c)

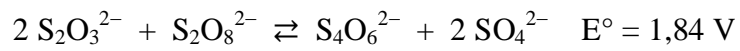
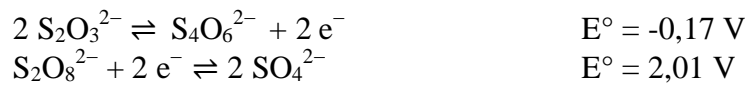


$E^\circ < 0 \rightarrow$ reaktio tapahtuu käänteiseen suuntaan (oikealta vasemmalle)





$E^\circ > 0 \rightarrow$ reaktio tapahtuu kirjoitettuun suuntaan



$E^\circ > 0 \rightarrow$ reaktio tapahtuu kirjoitettuun suuntaan

Suunnat oikein ½ p./reaktio

Perustelut 1 p.

Yhteensä c) 2½ p.

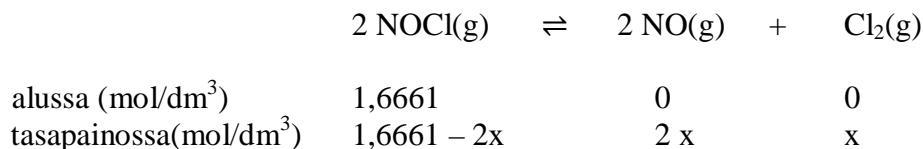
(Jos vain annettu suunta ilman perustelua, tulkitaan vastaus arvaukseksi, 0 p.)

Yhteensä 6 p.

5. a) $m(\text{NOCl}) = 163,6 \text{ g}$, $M(\text{NOCl}) = 65,46 \text{ g/mol}$

$$n(\text{NOCl}) = \frac{m}{M} = \frac{163,6 \text{ g}}{65,46 \text{ g/mol}} = 2,4992 \text{ mol}$$

$$c(\text{NOCl}) = \frac{n}{V} = \frac{2,4992 \text{ mol}}{1,50 \text{ dm}^3} = 1,6661 \text{ mol/dm}^3$$



Tasapainossa on 28 % NOCl:stä hajonnut:

$$\rightarrow 2x = 0,28 \cdot 1,6661 \text{ mol/dm}^3 = 0,46651 \text{ mol/dm}^3$$

$$\rightarrow x = 0,23325 \text{ mol/dm}^3$$

NOCl:a jäljellä tasapainossa: $(1,6661 - 0,46651) \text{ mol/dm}^3 = 1,19959 \text{ mol/dm}^3$

Konsentraatiot tasapainossa: $[\text{NOCl}] = 1,19959 \text{ mol/dm}^3$
 $[\text{NO}] = 0,46651 \text{ mol/dm}^3$
 $[\text{Cl}_2] = 0,23325 \text{ mol/dm}^3$

$$K_c = \frac{[\text{NO}]^2 [\text{Cl}_2]}{[\text{NOCl}]^2} = \frac{(0,46651 \text{ mol/dm}^3)^2 \cdot 0,23325 \text{ mol/dm}^3}{(1,19959 \text{ mol/dm}^3)^2} = \underline{0,0353 \text{ mol/dm}^3}$$

Yhteensä 4½ p.

b) Tasapaino siirtyy oikealle. ½ p. (**jos perusteltu, ilman perustelua 0 p.**)

Kun astian tilavuus kasvaa, paine pienenee. ½ p.

Le Chatelierin periaatteen mukaan, tasapaino siirtyy suuntaan, jossa paine kasvaa, eli suuntaan, jossa reaktioyhtälössä on enemmän kaasumolekyylejä. ½ p.

Yhteensä b) 1½ p.

Yhteensä 6 p.

6. a) $K_s(\text{AgCl}) = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] = 1,80 \cdot 10^{-10} \text{ M}^2$, joten $[\text{Ag}^+] = \frac{1,80 \cdot 10^{-10}}{0,0200} = 9,00 \cdot 10^{-9} \text{ M}$ $\frac{1}{2}$ p

$$K_s(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = [\text{Ag}^+]^2 [\text{CrO}_4^{2-}] = 1,31 \cdot 10^{-12} \text{ M}^3, \text{ joten } [\text{Ag}^+] = \sqrt{\frac{1,31 \cdot 10^{-12}}{0,00500}} = 1,62 \cdot 10^{-5} \text{ M} \quad \frac{1}{2} \text{ p.}$$

Kloridi-ioni saostuu ensin, sillä sen saostamiseen vaadittava hopeaionikonsentraatio on pienempi kuin kromaatti-ionin saostamiseen vaadittava hopeaionikonsentraatio. **1 p.**

Vastaus ilman laskuja 0 p.

b) Ag_2CrO_4 alkaa saostua, kun $[\text{Ag}^+] = 1,62 \cdot 10^{-5} \text{ M}$, $\frac{1}{2}$ p.

tällöin

$$[\text{Cl}^-] = \frac{1,80 \cdot 10^{-10}}{1,62 \cdot 10^{-5}} = 1,11 \cdot 10^{-5} \text{ M} \quad \mathbf{1 \frac{1}{2} p.}$$

c) saostumaton kloridi-ioni $= \frac{1,11 \cdot 10^{-5}}{0,0200} \cdot 100\% = 0,0555\%$

joten kloridi-ioneista on saostunut 99,945 % ennen kuin kromaatti-ionit alkavat saostua.

→ Ionit voidaan erottaa kvantitatiivisesti toisistaan. **2 p.**

Yhteensä 6 p.