

Malliratkaisut

Lasku- ja huolimattomuusvirheet - ½ p.

Loppupisteiden puolia pisteitä ei korotettu ylöspäin, esim. 2½ p. = 2 p.

1. a) Määritetään ensin yhdisteen empiirinen kaava. Oletetaan, että yhdistettä on 100 g. Yhdiste sisältää silloin 66,7 g C, 11,2 g H ja 22,1 g O. Lasketaan ainemäärät ja moolisuhteet:

alkuaine	m (g)	M (g/mol)	n (mol)	
C	66,7 g	12,01	5,5537	/ 1,3813 = 4,02
H	11,2 g	1,008	11,1111	/1,3813 = 8,04
O	22,1 g	16,00	1,3813	/1,3813 = 1,00

ö Empiirinen kaava on $(C_4H_8O)_n$ 1 p.

Selvitetään kaasujen yleisen tilanyhtälön avulla yhdisteen moolimassa.

$$pV = nRT \quad pV = \frac{m}{M} RT$$

$$M = \frac{rRT}{p} = \frac{2,28 \times 10^3 \text{ g} \times \text{m}^{-3} \times 8,31451 \text{ JK}^{-1} \text{mol}^{-1} \times 373,15 \text{ K}}{98,3 \times 10^3 \text{ Pa}} = 71,96 \text{ g/mol} \approx 72,0 \text{ g/mol}$$

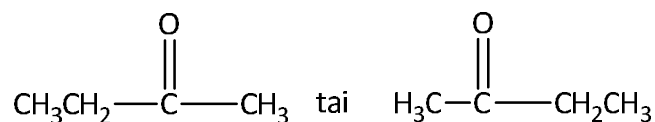
1 p.

Kun empiirisen kaavan $n = 1$, on $M = 4 \cdot 12,01 + 8 \cdot 1,008 + 1 \cdot 16,00 = 72,1 \text{ g/mol}$, mikä vastaa yhdisteen moolimassaa.

è Yhdisteen molekyylikaava on C_4H_8O 1 p.
Σ 3 p

- b) Yhdisteessä on karbonyyliryhmä, joten yhdiste voi olla ketoni tai aldehydi. Koska yhdiste ei hapetu karboksyylihapoksi, se ei voi olla aldehydi. Yhdiste on siten ketoni.

Rakennekaava:



1 p.

- c) Yhdiste on poolinen johtuen karbonyyliryhmän poolisuudesta.

Karbonyyliryhmän happi elektronegatiivisempänä vetää elektroneja puoleensa saaden negatiivisen osittaisvarauksen ja hiilelle jää positiivinen osittaisvaraus.

1 p.

- d) Yhdisteen nimi on 2-butanoni.

1 p.

Yhteensä 6 p.

b) Metaanin palamisreaktio on $\text{CH}_4(\text{g}) + 2 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$

Hydratsiinin palamisreaktio on $\text{N}_2\text{H}_4(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{N}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$

$$\Delta H^0 = \sum n \Delta H_f^0(\text{reaktiotuotteet}) - \sum n \Delta H_f^0(\text{lähtöaineet})$$

Metaanin palamisreaktion reaktioentalpia (reaktiolämpö)

$$= [1 \text{ mol} \cdot (-393,5 \text{ kJ/mol}) + 2 \text{ mol} \cdot (-242,0 \text{ kJ/mol})] - [1 \text{ mol} \cdot (-74,9 \text{ kJ/mol}) + 2 \text{ mol} \cdot 0 \text{ kJ/mol}]$$
$$= -877,5 \text{ kJ} + 74,9 \text{ kJ} = -802,6 \text{ kJ} \quad (/1 \text{ mol CH}_4)$$

$$n(\text{CH}_4) = \frac{m}{M} = \frac{1000 \text{ g}}{16,04 \text{ g/mol}} = 62,34 \text{ mol}$$

Energiaa vapautuu: $802,5 \text{ kJ/mol} \cdot 62,34 \text{ mol} = 50028 \text{ kJ} = 50,0 \text{ MJ}$

Hydratsiinin palamisreaktion reaktioentalpia (reaktiolämpö)

$$= [1 \text{ mol} \cdot 0 \text{ kJ/mol} + 2 \text{ mol} \cdot (-242,0 \text{ kJ/mol})] - [1 \text{ mol} \cdot (-50 \text{ kJ/mol}) + 1 \text{ mol} \cdot 0 \text{ kJ/mol}]$$
$$= -484 \text{ kJ} + 50 \text{ kJ} = -434 \text{ kJ} \quad (/1 \text{ mol N}_2\text{H}_4)$$

$$n(\text{N}_2\text{H}_4) = \frac{m}{M} = \frac{1000 \text{ g}}{32,05 \text{ g/mol}} = 31,20 \text{ mol}$$

Energiaa vapautuu: $434 \text{ kJ/mol} \cdot 31,20 \text{ mol} = 13541 \text{ kJ} = 13,5 \text{ MJ}$

⇒ Metaani tuottaa palaessaan enemmän lämpöenergiaa: $50,0 \text{ MJ} > 13,5 \text{ MJ}$

3 ½ p.

Yhteensä 6 p.

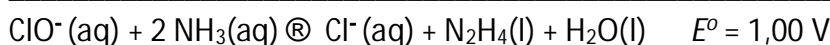
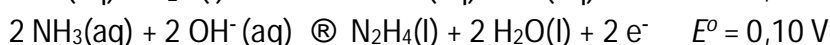
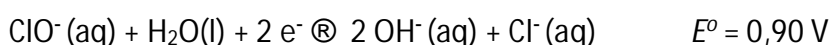
4. a) 1. Kun X yhdistetään vetyelektrodiin ($E^\circ(\text{vety}) = 0,00 \text{ V}$), niin elektronit kulkevat X:ltä vetyelektrodille eli vety pelkistyy ja X hapettuu
⇒ $E^\circ(\text{vety}) > E^\circ(\text{X})$ ⇒ $E^\circ(\text{X}) < 0$ eli negatiivinen ($E^\circ(\text{X}) = -0,25 \text{ V}$)

2. Kun X ja Y yhdistetään, elektronit kulkevat X:ltä Y:lle ⇒ X:llä tapahtuu hapettuminen ja Y:llä pelkistymisen eli Y toimii katodina, X anodina ⇒ $E^\circ(\text{Y}) > E^\circ(\text{X})$

1 ja 2 yhdessä: $E^\circ(\text{Y}) > 0$ eli positiivinen ($E^\circ = 0,34 \text{ V}$)

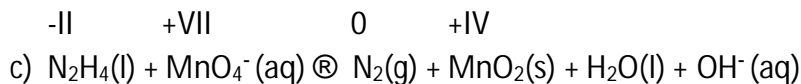
2 p.

b) Jos kyseisistä puolireaktioista muodostuvan kokonaisreaktion E° -arvo on positiivinen, on reaktio mahdollinen. Jälkimmäinen puolireaktio täytyy kääntää, jotta saadaan kysytty reaktio.



Koska kokonaisreaktion $E^\circ > 0 \text{ V}$, voi reaktio tapahtua spontaanisti eli hydratsiinia voi syntyä.

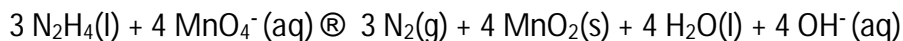
2 p.



Typpi hapettuu (- II \textcircled{R} 0, luovuttaa $2 \cdot 2 e^- = 4 e^-$), ja

mangaani pelkistyy (+VII \textcircled{R} + IV, vastaanottaa $3 e^-$)

\Rightarrow kerrotaan tyypeä sisältävät aineet 3:lla ja mangaania sisältävät aineet 4:llä, jotta elektronien siirrot saadaan yhtä suuriksi. Tasapainotetaan lopuksi varaus, sekä H- ja O- atomit:



2 p.

Yhteensä 6 p.

5. Sekoitetaan kumpaakin liuosta esim. $0,500 \text{ dm}^3$, jolloin kokonaistilavuus on $V_{\text{kok.}} = 1,00 \text{ dm}^3$.

Kun liuokset yhdistetään, tapahtuu neutraloitumista eli etikkahappo ja OH^- -ionit reagoivat.

Lasketaan lähtöaineiden ainemäärät ja selvitetään kumpaa jää neutraloitumisreaktion jälkeen jäljelle:

$$n(\text{CH}_3\text{COOH}) = c \cdot V = 0,250 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,500 \text{ dm}^3 = 0,125 \text{ mol}$$

$$n(\text{NaOH}) = n(\text{OH}^-) = c \cdot V = 0,100 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,500 \text{ dm}^3 = 0,050 \text{ mol}$$

	$\text{CH}_3\text{COOH}(aq)$	+	$\text{OH}^-(aq)$	\rightarrow	$\text{CH}_3\text{COO}^-(aq)$	+	$\text{H}_2\text{O}(l)$
Alussa (mol)	0,125		0,050		0		
Reaktion jälkeen (mol)	$0,125 - 0,050$		0		0,050		
	$= 0,075$						

\Rightarrow etikkahappoa jää jäljelle.

2 p.

Etikkahapon ja asetaatti-ionin konsentraatiot neutraloitumisen jälkeen:

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = \frac{0,075 \text{ mol}}{1,00 \text{ dm}^3} = 0,075 \text{ mol/dm}^3 \quad \text{ja} \quad [\text{CH}_3\text{COO}^-] = \frac{0,050 \text{ mol}}{1,00 \text{ dm}^3} = 0,050 \text{ mol/dm}^3$$

1 p.

Syntyy puskuriliuos:

	$\text{CH}_3\text{COOH}(aq)$	+	$\text{H}_2\text{O}(l)$	\textcircled{R}	$\text{CH}_3\text{COO}^-(aq)$	+	$\text{H}_3\text{O}^+(aq)$
Alussa (mol/dm^3)	0,075				0,050		0
Tasap. (mol/dm^3)	$0,075 - x$				$0,050 + x$		x

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{(0,050 + x) \cdot x}{0,075 - x} = 1,8 \cdot 10^{-5}$$

$$x^2 + 0,050018x - 1,35 \times 10^{-6} = 0$$

$$(x_1 = -0,050045 \text{ ei käy}) \quad \text{tai} \quad x_2 = 2,69757 \times 10^{-5}$$

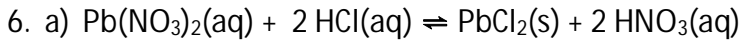
$$x = [\text{H}_3\text{O}^+] = 2,70 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$$

2 p.

$$\Rightarrow \text{pH} = -\log 2,70 \cdot 10^{-5} = 4,57$$

1 p.

Yhteensä 6 p.



1 p.

b) Lasketaan, paljonko HCl:a on lisättävä, jotta lyijykloridisaostumaa syntyy 0,500 g.

$$m(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = 23,87 \text{ g ja } M(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = 331,22 \text{ g/mol}$$

$$n(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = \frac{m}{M} = \frac{23,87 \text{ g}}{331,22 \text{ g/mol}} = 0,0720669 \text{ mol}$$

$$V = 0,250 \text{ dm}^3 \Rightarrow c(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = \frac{n}{V} = \frac{0,0720669 \text{ mol}}{0,250 \text{ dm}^3} = 0,2882676 \text{ mol/dm}^3$$

	$\text{Pb}^{2+}(\text{aq})$	+	$2 \text{Cl}^{-}(\text{aq})$	\rightleftharpoons	$\text{PbCl}_2(\text{s})$
Alussa (mol/dm ³)	0,2882676		x		0
Tasapainossa (mol/dm ³)	$0,2882676 - y$		$x - 2y$		y

$$m(\text{PbCl}_2) = 0,500 \text{ g ja } M(\text{PbCl}_2) = 278,1 \text{ g/mol}$$

$$n(\text{PbCl}_2) = \frac{m}{M} = \frac{0,500 \text{ g}}{278,1 \text{ g/mol}} = 0,00179791 \text{ mol}$$

$$V = 0,250 \text{ dm}^3 \Rightarrow c(\text{PbCl}_2) = \frac{n}{V} = \frac{0,00179791 \text{ mol}}{0,250 \text{ dm}^3} = 0,00719164 \text{ mol/dm}^3 = y$$

Tasapainossa:

$$[\text{Pb}^{2+}] = (0,2882676 - 0,00719164) \text{ mol/dm}^3 = 0,281076 \text{ mol/dm}^3$$

$$[\text{Cl}^{-}] = (x - 2 \cdot 0,00719164) \text{ mol/dm}^3 = (x - 0,0143833) \text{ mol/dm}^3$$

$$K_s = [\text{Pb}^{2+}] [\text{Cl}^{-}]^2 = 1,7 \cdot 10^{-5}$$

$$0,281076 \times (x - 0,0143833)^2 = 1,7 \cdot 10^{-5}$$

$$0,281076 x^2 - 8,08560 \cdot 10^{-3}x + 4,11488 \cdot 10^{-5} = 0 \quad (\text{tai } x^2 - 0,0287666x + 0,000146397 = 0)$$

$$x_1 = 0,0221603$$

$$(x_2 = 0,00660626 \text{ ei käy, liian pieni})$$

$$x = [\text{Cl}^{-}] = 0,0221603 \text{ mol/dm}^3$$

$$V = 0,250 \text{ dm}^3 \Rightarrow n(\text{Cl}^{-}) = c \cdot V = 0,0221603 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,250 \text{ dm}^3 = 0,0055401 \text{ mol} = n(\text{HCl})$$

$$[\text{HCl}] = 1,00 \text{ mol/dm}^3 \Rightarrow V(\text{HCl}) = n/c = 0,00554 \text{ dm}^3 = 5,54 \text{ ml}$$

5 p.

Yhteensä 6 p.