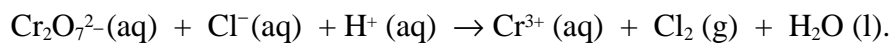


1. a) Kun natriumfosfaatin (Na_3PO_4) ja kalsiumkloridin (CaCl_2) vesiliuokset sekoitetaan keskenään, muodostuu kalsiumfosfaattia ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) sisältävä sakka. Kirjoita reaktioyhtälö sakan muodostukselle.

b) Täydennä seuraava reaktioyhtälö: $\text{Mg}(\text{OH})_2 (\text{aq}) + \text{HClO}_4 (\text{aq}) \rightarrow$

c) Tasapainota seuraava happamassa liuoksessa tapahtuva hapetus-pelkistysreaktio:



Mikä alkuaine reaktiossa hapettuu ja mikä pelkistyy?

2. Hopeakromaatin liukoisuustulo, $K_s(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)$, on 25 °C:ssa $1,3 \cdot 10^{-12} (\text{mol}/\text{dm}^3)^3$. Laske hopeakromaatin liukoisuus (mg/dm^3)

a) puhtaaseen veteen.

b) $0,010 \text{ mol}/\text{dm}^3 \text{ AgNO}_3$ -liuokseen.

3. a) Laske $0,01 \text{ mol}/\text{dm}^3$ natriumhydroksidiliuoksen pH.

b) Laske $0,01 \text{ mol}/\text{dm}^3$ etikkahappoliuoksen pH.

c) Laske $0,01 \text{ mol}/\text{dm}^3$ natriumasetaatiliuoksen (CH_3COONa) pH.

Etikkahapon happovakio, $K_a(\text{CH}_3\text{COOH})$, on $1,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol}/\text{dm}^3$ ja veden ionitulo, K_w , on $10^{-14} (\text{mol}/\text{dm}^3)^2$.

4. Metaanikaasua poltetaan ilmalla pienessä polttokammiossa. Metaania virtaa kammioon $200,0 \text{ dm}^3/\text{min}$ putkessa, jossa paine on 152 kPa ja lämpötila 25 °C. Ilma johdetaan kammioon toisessa putkessa, jossa paine on 101 kPa ja lämpötila 25 °C.

a) Kirjoita reaktioyhtälö, kun metaani palaa täydellisesti hiilidioksidiksi ja vedeksi.

b) Mahdollisimman täydellisen palamisen takaamiseksi kammioon johdetaan ilmaa kolmin-kertainen määrä teoreettisesti tarvittavaan määrään nähden. Laske kammioon syötettävä ilmamäärä yksiköissä dm^3/min . (Voit olettaa ilman koostumukseksi 21 til-% O_2 ja 79 til-% N_2).

c) Laske b) kohdassa poistuneen kaasuseoksen (O_2 , N_2 , CO_2 ja H_2O) koostumus mooliprosentteina olettaen, että metaanin palaminen on täydellistä ja että ilman typpi ei tässä polttosysteemissä reagoi mitenkään.

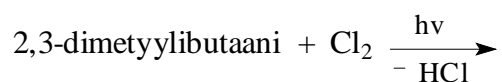
5. a) Kirjoita rakennekaavat kaikille niille alkoholeille, joiden molekyylikaava on $C_5H_{12}O$.
Nimeä myös nämä alkoholit.

b) Kirjoita *cis*-2-buteenin rakennekaava.

c) Kirjoita *o*-kloorifenolin rakennekaava.

6. a) Kirjoita reaktioyhtälö, kun 2-metyyli-2-penteeni reagoi veden kanssa. Nimeä tuote.

b) Kirjoita monoklooratut reaktiotuotteet reaktiolle:



c) Kirjoita reaktioyhtälö rakennekaavoja käyttäen, kun 2-aminobutaanihappo reagoi 2-aminopropaanihapon kanssa.

Alkuaineiden moolimassoja:

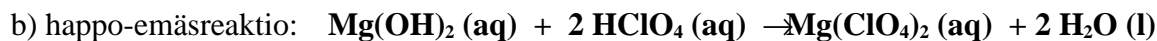
Alkuaine:	Ag	Cr	O
$M / g \text{ mol}^{-1}$	107,90	52,00	16,00

Vakiot:

$$R = 8,314 \text{ J/(K mol)}$$

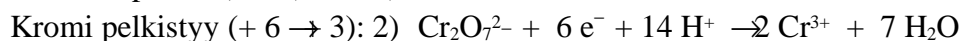
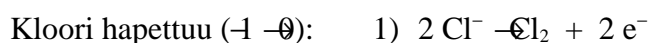
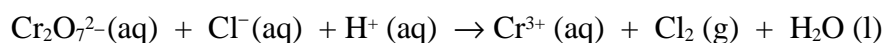


1 p

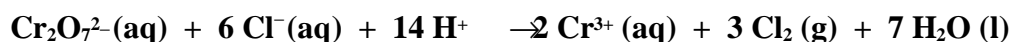


2 p

c) hapettumis-pelkistymisreaktio:



2) + 3):



3 p

Σ6 p

2. a) Hopeakromaatin liukenemisreaktio:



Alussa (mol/dm³) a 0 0

Tasap. (mol/dm³) a-x 2 x x

$$K_s = [\text{Ag}^+]^2 [\text{CrO}_4^{2-}] = (2x)^2 \cdot x = 1,3 \cdot 10^{12} \text{ mol}^3/\text{dm}^9$$

$$4 x^3 = 1,3 \cdot 10^{12} \text{ mol}^3/\text{dm}^9$$

$$x = 6,875 \cdot 10^5 \text{ mol}/\text{dm}^3$$

$$M(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = (2 \cdot 107,90 + 52,00 + 4 \cdot 16,00) \text{ g/mol} = 331,8 \text{ g/mol}$$

Liukoisuus milligrammoina puhtaaseen veteen:

$$m(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = x \cdot M = 6,875 \cdot 10^5 \text{ mol}/\text{dm}^3 \cdot 331,8 \text{ g/mol} = 2,281 \cdot 10^2 \text{ g}/\text{dm}^3 = \underline{\underline{23 \text{ mg}/\text{dm}^3}}$$

3 p

b) 0,010 mol/dm³ AgNO₃-liuos

~~[Ag⁺]~~ = [AgNO₃] = 0,010 mol/dm³, rajoittaa hopeakromaatin liukoisuutta



Alussa (mol/dm ³)	a	0,010	0
Tasap. (mol/dm ³)	a-x	0,010 + 2 x	x

$$K_s = [\text{Ag}^+]^2 [\text{CrO}_4^{2-}] = (0,010 + 2x)^2 x = 1,3 \cdot 10^{-12} \text{ mol}^3/\text{dm}^9$$

Oletus: 2x << 0,010 eli x << 0,005

$$\Rightarrow 0,0001 x = 1,3 \cdot 10^{-12} \text{ mol}^3/\text{dm}^9$$

$$\Rightarrow x = 1,3 \cdot 10^{-8} \text{ mol}/\text{dm}^3 \quad \text{oletus ok!}$$

Liukoisuus milligrammoina 0,010 M AgNO₃-liuokseen:

$$m(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = x \cdot M = 1,3 \cdot 10^{-8} \text{ mol}/\text{dm}^3 \cdot 331,8 \text{ g}/\text{mol} = 4,313 \cdot 10^{-6} \text{ g}/\text{dm}^3 = \underline{\underline{0,0043 \text{ mg}/\text{dm}^3}}$$

3 p
Σ6 p

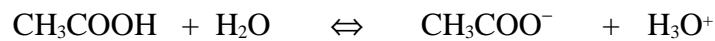
3. a) 0,01 mol/dm³ NaOH: [NaOH] = [OH⁻] = 0,01

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] = -\log 0,01 = 2,0$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = \underline{\underline{12}}$$

1 p

b) 0,01 mol/dm³ CH₃COOH



Alussa (mol/dm ³)	0,01	0	0
Tasap. (mol/dm ³)	0,01-x	x	x

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-] [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol}/\text{dm}^3$$

oletus: x << 0,01 ⇒

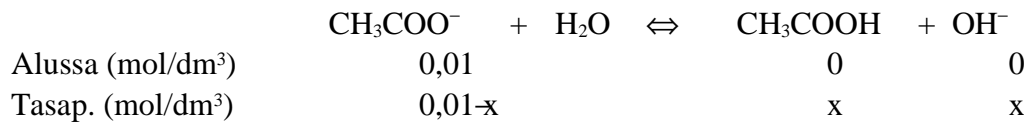
$$x^2 = 1,8 \cdot 10^{-7}$$

$$x = 4,24 \cdot 10^{-4} \quad \text{oletus ok!}$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 4,24 \cdot 10^{-4} = \underline{\underline{3,4}}$$

2 p

c) $0,01 \text{ mol/dm}^3 \text{ CH}_3\text{COONa} \Rightarrow [\text{CH}_3\text{COO}^-] = 0,01 \text{ mol/dm}^3$



$$K_b(\text{CH}_3\text{COO}^-) = \frac{K_w}{K_a} = \frac{10^{-14}}{1,8 \cdot 10^{-5}} = \frac{x^2}{0,01 - x} = 5,55 \cdot 10^{-10}$$

Oletus: $x \ll 0,01 \Rightarrow x^2 = 5,55 \cdot 10^{-12}$
 $x = 2,357 \cdot 10^{-6}$ oletus ok!

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] = -\log 2,357 \cdot 10^{-6} = 5,6$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 5,6 = \mathbf{8,4}$$

3 p
Σ6 p

4. a) $\text{CH}_4 (\text{g}) + 2 \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2 (\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O} (\text{g})$

1 p

b) $pV = nRT$

$$n(\text{CH}_4)_{\text{syötetty}} = \frac{pV}{RT} = \frac{152 \text{ kPa} \cdot 200 \text{ dm}^3 / \text{min}}{8,314 \text{ J/(Kmol)} \cdot 298,15 \text{ K}} = 12,26 \text{ mol/min}$$

$$n(\text{O}_2)_{\text{teor.}} = 2 \cdot n(\text{CH}_4)_{\text{syötetty}} = 24,52 \text{ mol/min}$$

$$n(\text{ilma})_{\text{teor.}} = \frac{n(\text{O}_2)_{\text{teor.}}}{0,21} = \frac{24,52}{0,21} \text{ mol/min} = 116,76 \text{ mol/min}$$

$$V(\text{ilma})_{\text{teor.}} = \frac{n(\text{ilma})_{\text{teor.}} \cdot RT}{p} = \frac{116,76 \text{ mol/min} \cdot 8,314 \text{ J/(Kmol)} \cdot 298,15 \text{ K}}{101 \text{ kPa}}$$

$$= 2,866 \text{ m}^3/\text{min} = 2866 \text{ dm}^3/\text{min}$$

$$n(\text{ilma})_{\text{syötetty}} = 3 \cdot 2866 \text{ dm}^3/\text{min} = \mathbf{8598 \text{ dm}^3/\text{min}}$$

2 p

c) Poistuneet kaasut:

$$n(\text{O}_2) = n(\text{O}_2)_{\text{syötetty}} - n(\text{O}_2)_{\text{teor.}} = 3 \cdot 24,52 \text{ mol/min} - 24,52 \text{ mol/min} = 49,04 \text{ mol/min}$$

$$n(\text{N}_2) = \frac{79}{21} \cdot n(\text{O}_2)_{\text{syötetty}} = 276,73 \text{ mol/min}$$

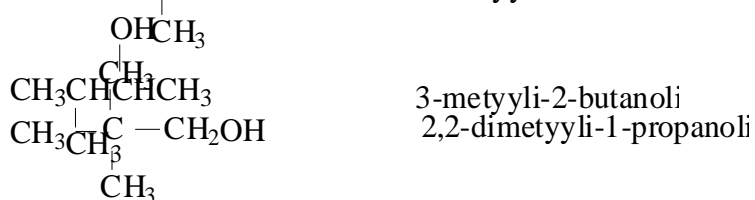
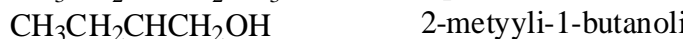
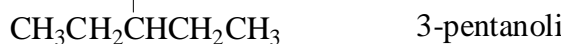
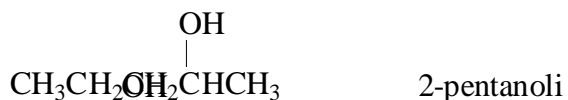
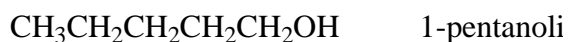
$$n(\text{CO}_2) = n(\text{CH}_4)_{\text{syötetty}} = 12,26 \text{ mol/min}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot n(\text{CH}_4)_{\text{syötetty}} = 24,52 \text{ mol/min}$$

n(O₂)	49,04 mol	13,53 mol-%
n(N₂)	276,73 mol	76,33 mol-%
n(CO₂)	12,26 mol	3,38 mol-%
n(H₂O)	24,52 mol	6,76 mol-%
	Σ 362,55 mol	100,00 mol-%

3 p
 Σ 6 p

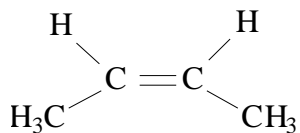
5.a)



$\frac{1}{2}$ p / rakennekaava ja nimi = 4 p.

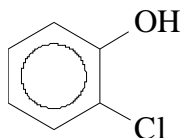
Jokaisesta väärästä rakennekaavasta vähennetty $\frac{1}{2}$ p.

b)



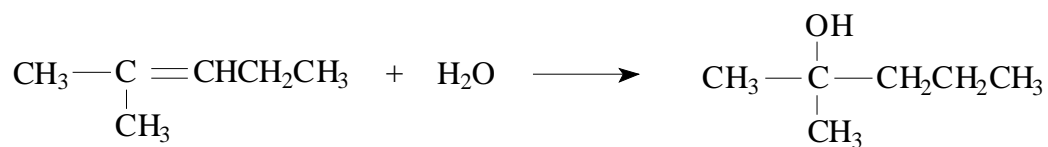
1 p

c)



1 p
Σ6 p

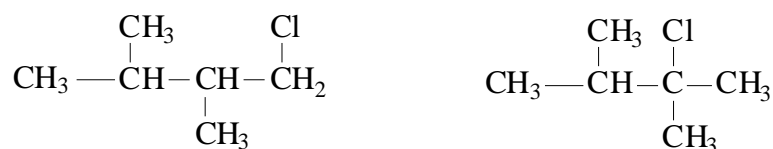
6. a)



2-metyyli-2-pentanol

2 p

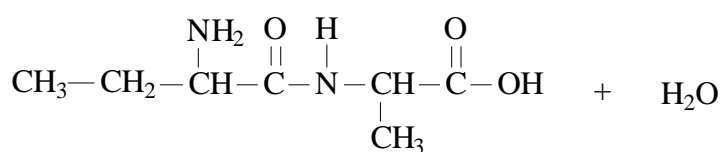
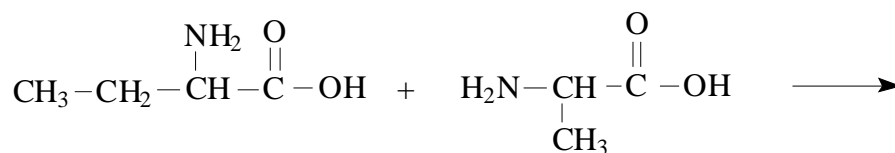
b)



2 p

Jokaisesta väärästä rakennekaavasta vähennetty 1p

c)



2 p
Σ6 p