

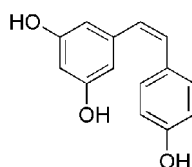
Malliratkaisut

Lasku- ja huolimattomuusvirheet - ½ p.

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

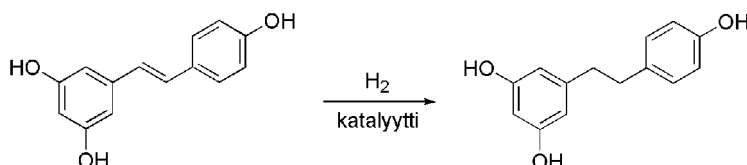
1. a) Resveratrolilla esiintyy **cis-trans -isomeriaa**, sillä resveratrolissa on hiili-hiili-kaksoissidos. Kaksoissidoksen hiiliatomeihin sitoutuneet samanlaiset atomit tai atomiryhmät voivat esiintyä avaruudellisesti samalla puolella tai eri puolilla kaksoissidosta. Kuvassa on resveratrolin *trans*-isomeeri, jossa vedyt ovat kaksoissidoksen eri puolilla. **1 p.**
- Perustelu puuttuu → 0 p.

b)



1 p.

c)

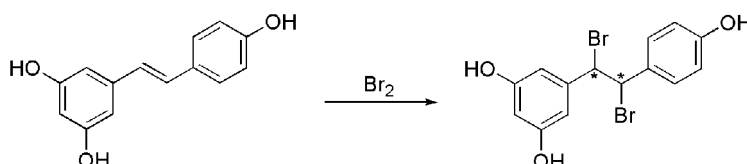


1 p.

Tuotteella **esiintyy konformaatioisomeriaa** (molekyylin osat voivat kiertyä toisiinsa nähden yksinkertaisen sidoksen ympäri).

Tuotteella **ei esiinny cis-trans -isomeriaa**, sillä rakenteessa ei ole enää hiili-hiili kaksoissidosta, **eikä optista isomeriaa**, sillä rakenteessa ei ole asymmetrisiä/kiraalisia hiiliatomeja. **1 p.**

d)



1 p.

Tuotteella esiintyy stereoisomeriaa, tässä tapauksessa **optista isomeriaa/peilikuvaisomeriaa**, sillä rakenteessa on kaksi asymmetristä/kiraalista hiiliatomia, joihin sitoutuu neljä keskenään erilaista atomia tai atomiryhmää. Asymmetriset hiiliatomit on merkitty rakenteeseen tähdillä.

Tuotteessa esiintyy myös konformaatioisomeriaa.

1 p.

Yhteensä 6 p.

2. a) 37 massaprosenttisen HCl:n ainemäärä:

$$n(\text{HCl}) = 0,37 \cdot 1100 \cdot 10^3 \text{ g} / 36,458 \text{ g/mol} = 11163,5 \text{ mol}$$

reaktioyhtälön mukaan: $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{1}{2} \cdot n(\text{HCl}) = 5581,75 \text{ mol}$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4)_{100\%} = 5581,75 \text{ mol} \cdot 98,086 \text{ g/mol} = 547492 \text{ g}$$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4)_{95\%} = 547492 \text{ g} / 0,95 = 576307 \text{ g} \approx \mathbf{580 \text{ kg}}$$

3 p.

b) Oletetaan, että 37 % HCl-liuoksen tilavuus on $V(\text{HCl-liuos})_{37\%} = 1,00 \text{ dm}^3 = 1000 \text{ cm}^3$, jolloin 37 % HCl-liuoksen massa on $m(\text{HCl-liuos})_{37\%} = 1,185 \text{ g/cm}^3 \cdot 1000 \text{ cm}^3 = 1185 \text{ g}$

Tästä 37 % on HCl: $m(\text{HCl}) = 0,37 \cdot 1185 \text{ g} = 438,45 \text{ g}$

$$n(\text{HCl}) = 438,45 \text{ g} / (36,458 \text{ g/mol}) = 12,026 \text{ mol}$$

$$c(\text{HCl}) = 12,026 \text{ mol} / 1,00 \text{ dm}^3 = 12,026 \text{ mol/dm}^3 \approx \mathbf{12 \text{ mol/dm}^3}$$

3 p.

tai toinen tapa

Oletetaan, että 37 % HCl-liuoksen massa on $m(\text{HCl-liuos})_{37\%} = 100 \text{ g}$

Tästä 37 % on HCl: $m(\text{HCl}) = 0,37 \cdot 100 \text{ g} = 37 \text{ g}$

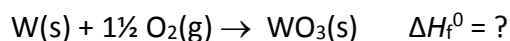
$$37\% \text{ HCl-liuoksen tilavuus } V = 100 \text{ g} / 1,185 \text{ g/cm}^3 = 84,388 \text{ cm}^3 = 0,084388 \text{ dm}^3$$

$$n(\text{HCl}) = 37 \text{ g} / (36,458 \text{ g/mol}) = 1,01487 \text{ mol}$$

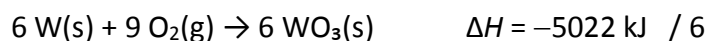
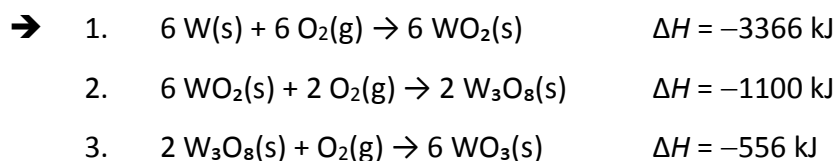
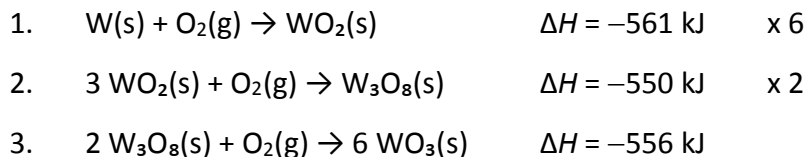
$$c(\text{HCl}) = 1,01487 \text{ mol} / 0,084388 \text{ dm}^3 = 12,026 \text{ mol/dm}^3 \approx \mathbf{12 \text{ mol/dm}^3}$$

Yhteensä 6 p.

3. a) Volframitrioksidi muodostuu alkuaineistaan seuraavan reaktioyhtälön mukaisesti:



Kysytty reaktio saadaan yhdistämällä annetut reaktiot. Ennen reaktioiden yhteenlaskua reaktio 1 kerrotaan kuudella ja reaktio 2 kerrotaan kahdella. Yhteenlaskun jälkeen reaktio jaetaan kuudella. Samat toimenpiteet tehdään vastaavasti reaktioiden ΔH -arvoille (Hessin laki).



3 p.

b) $m(\text{W}) = 1,00 \text{ kg} = 1000 \text{ g}$ ja $M(\text{W}) = 183,84 \text{ g/mol}$, jolloin $n(\text{W}) = m/M = 5,4395 \text{ mol}$



palamisreaktion reaktiolämpö $\Delta H = -837 \text{ kJ/mol} \cdot 5,4395 \text{ mol} = -4552,9 \text{ kJ} = -4550 \text{ kJ}$ 1 p.

c) $m(\text{W}) = 1,00 \text{ kg} = 1000 \text{ g}$ ja $M(\text{W}) = 183,84 \text{ g/mol}$, jolloin $n(\text{W}) = m/M = 5,4395 \text{ mol}$



palamisreaktion reaktiolämpö $\Delta H = -561 \text{ kJ/mol} \cdot 5,4395 \text{ mol} = -3051,6 \text{ kJ} = -3050 \text{ kJ}$ 1 p.

d) Palamisreaktioiden $\Delta H < 0$,
joten molemmissa reaktioissa vapautuu lämpöä.
- Perustelu puuttuu → 0 p.

1 p.

Yhteensä 6 p.

4. a) Elektrolyysilaki: $Q = I \cdot t = z \cdot n(\text{Cu}) \cdot F$

Katodireaktio: $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Cu}(\text{s})$,
joten $z = 2$

$$n(\text{Cu}) = (5,00 \text{ A} \cdot 3860 \text{ s}) / (2 \cdot 96485 \text{ A} \cdot \text{s/mol}) = 0,100016 \text{ mol}$$
$$m(\text{Cu}) = n \cdot M = 0,100016 \text{ mol} \cdot 63,55 \text{ g/mol} = 6,36 \text{ g}$$

Elektrolyysin jälkeen $m(\text{metallilevy}) = 100,0 \text{ g} + 6,36 \text{ g} = 106,36 \text{ g} \approx \mathbf{106 \text{ g}}$

3 p.

b) Anodireaktio: $2 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{O}_2(\text{g}) + 4 \text{H}^+(\text{aq}) + 4 \text{e}^-$

joten $z = 4$

$$n(\text{O}_2) = (5,00 \text{ A} \cdot 3860 \text{ s}) / (4 \cdot 96485 \text{ A} \cdot \text{s/mol}) = 0,050008 \text{ mol}$$

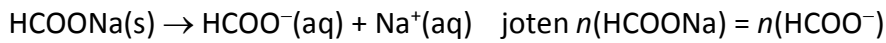
$$pV = nRT$$

$$V(\text{O}_2) = (0,050008 \text{ mol} \cdot 8,31451 \text{ Pa m}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \cdot 298,15 \text{ K}) / 101325 \text{ Pa}$$
$$= 1,223 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \approx \mathbf{1,22 \text{ dm}^3}$$

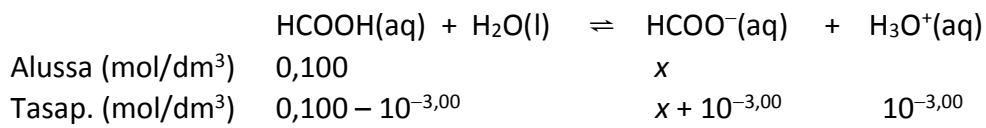
3 p.

Yhteensä 6 p.

5. a) pH = 3,00 joten tasapainossa puskuriliuoksessa $[H_3O^+] = 10^{-3,00}$



Puskuriliuos:



$$K_a = \frac{[HCOO^-][H_3O^+]}{[HCOOH]} = \frac{(x + 10^{-3,00}) \cdot 10^{-3,00}}{0,100 - 10^{-3,00}} = 1,78 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$$

$$x = 0,016622 \text{ mol/dm}^3 = c(HCOO^-) = c(HCOONa)$$

$$n(HCOONa) = cV = 0,016622 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,500 \text{ dm}^3 = 0,008311 \text{ mol}$$

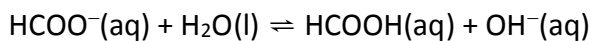
$$m(HCOONa) = nM = 0,008311 \text{ mol} \cdot 68,008 \text{ g/mol} = \mathbf{0,565 \text{ g}}$$

5 p.



Na^+ -ioni on neutraali ioni.

Formiaatti-ioni $HCOO^-$ on heikon muurahaishapon $HCOOH$ vastinemäs ja reagoi veden kanssa seuraavasti:



$$K_b(HCOO^-) = K_w/K_a(HCOOH) = (10^{-14}/1,78 \cdot 10^{-4}) \text{ mol/dm}^3 = 5,62 \cdot 10^{-11} \text{ mol/dm}^3$$

Natriumformiaatin vesiliuos on **emäksinen**.

1 p.

- Perustelu puuttuu \rightarrow 0 p.

Yhteensä 6 p.

6. a) Kidevedellisiä suoloja kuumennettaessa vesi poistuu kaasuna:

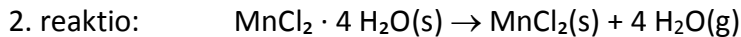
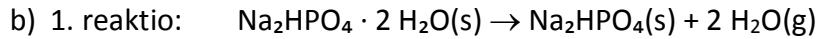
$$m(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{kidevedellinen suolaseos}) - m(\text{suolaseos}) = 8,000 \text{ g} - 5,410 \text{ g} = 2,590 \text{ g}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 2,590 \text{ g} / (18,016 \text{ g/mol}) = 0,143761 \text{ mol}$$

$$pV = nRT$$

$$\begin{aligned} V(\text{H}_2\text{O}) &= (0,143761 \text{ mol} \cdot 8,31451 \text{ Pa m}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \cdot 393,15 \text{ K}) / 101325 \text{ Pa} \\ &= 4,63788 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \approx \mathbf{4,64 \text{ dm}^3} \end{aligned}$$

1 p.



Reaktioyhtälöiden mukaan: $n(\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}) = \frac{1}{2} \cdot n(\text{H}_2\text{O})_1$
 $n(\text{MnCl}_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}) = \frac{1}{4} \cdot n(\text{H}_2\text{O})_2$

$$\text{Seoksen massa} = m(\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}) + m(\text{MnCl}_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}) = 8,000 \text{ g}$$

Saadaan yhtälöpari:

$$n(\text{H}_2\text{O})_1 + n(\text{H}_2\text{O})_2 = 2 \cdot n(\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}) + 4 \cdot n(\text{MnCl}_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}) = 0,143761 \text{ mol}$$

$$n(\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}) + n(\text{MnCl}_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{MnCl}_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}) = 8,000 \text{ g}$$

merkitään $x = n(\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O})$ ja $y = n(\text{MnCl}_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O})$ sekä

sijoitetaan $M(\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}) = 177,99 \text{ g/mol}$ ja $M(\text{MnCl}_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}) = 197,904 \text{ g/mol}$

$$\rightarrow 2x + 4y = 0,143761 \text{ mol}$$

$$x \cdot 177,99 \text{ g/mol} + y \cdot 197,904 \text{ g/mol} = 8,000 \text{ g}$$

Ratkaistaan ensimmäisestä (ylemmästä) yhtälöstä y :

$$y = (0,143761 \text{ mol} - 2x) / 4 = 0,035940 - 0,5x$$

ja sijoitetaan se alempaan yhtälöön

$$x \cdot 177,99 \text{ g/mol} + (0,035940 - 0,5x) \cdot 197,904 \text{ g/mol} = 8,000 \text{ g}$$

$$x = 0,0112266 \text{ mol} = n(\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O})$$

$$\begin{aligned} m(\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}) &= n(\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}) = 0,0112266 \text{ mol} \cdot 177,99 \text{ g/mol} \\ &= 1,99823 \text{ g} \end{aligned}$$

Suolaseoksen **$\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$** massaosuus massaprosentteina oli

$$(1,99823 \text{ g} / 8,000 \text{ g}) \cdot 100 \% = \mathbf{24,98 \%}$$

5 p.

Yhteensä 6 p.