

## Sähkökemian laskuja

### Kevät 2014

5. a) Anodireaktio:  $\text{Mg(s)} \rightarrow \text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^-$  2/3 p  
Katodireaktio:  $\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + 3 \text{e}^- \rightarrow \text{Fe(s)}$  2/3 p  
Kennon kokonaisreaktio:  $3 \text{Mg(s)} + 2 \text{Fe}^{3+}(\text{aq}) \rightarrow 3 \text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{Fe(s)}$  2/3 p  
- jos reaktioyhtälö on tasapainotettu väärin, 0 p.  
- jos olomuodot puuttuvat kokonaisreaktiosta, -1/3 p
- b) Taulukkokirjasta saadaan magnesiumin hapettumisreaktiolle  $E^\circ = + 2,37 \text{ V}$  1/3 p  
 $E^\circ_{\text{kennon}} = 2,37 \text{ V} + (-0,043 \text{ V}) = 2,327 \text{ V} \approx 2,33 \text{ V}$  5/3 p  
- 2,327 V hyväksytään  
- laskun periaate oikein, tulos väärin, -2/3 p
- c)  $It = nzF$   
 $n(\text{Mg}) = \frac{0,150 \text{ A} \cdot 1200 \text{ s}}{2 \cdot 96485 \frac{\text{As}}{\text{mol}}} = 9,328 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$  1 p  
 $m(\text{Mg}) = n(\text{Mg}) \cdot M(\text{Mg}) = 9,328 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot 24,31 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 0,02268 \text{ g}$   
Magnesiumielektrodin massa pienenee **0,023 g (0,0227 g)**. 1 p  
Tai massan muutos on -0,023 g  
- jos z väärin, 0 p  
- jos pienenemistä ei mainittu, -1/3 p

### Kevät 2013

7. a) Anodireaktio:  $2 \text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow \text{O}_2(\text{g}) + 4 \text{H}^+(\text{aq}) + 4 \text{e}^-$  2/3 p  
Katodireaktio:  $2 \text{H}_2\text{O(l)} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + 2 \text{OH}^-(\text{aq})$  2/3 p  
Kokonaisreaktion yhtälö:  
 $2 \text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow 2 \text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$  2/3 p  
Jos ehdotettu  $\text{Na}^+$ - ja  $\text{SO}_4^{2-}$ -ionien reaktioita, 0 p.  
Elektrodireaktiot väärin päin, -2/3 p.
- b) Veden määrä loppuliouksessa saadaan ratkaistua yhtälöstä  
 $\frac{10,0 \text{ g}}{m(\text{vesi}) + 10,0 \text{ g}} = 0,200$   
Tällöin veden massaksi saadaan 40,0 g. 1 p  
Vettä on siten hajonnut  $100,0 \text{ g} - 40,0 \text{ g} = 60,0 \text{ g} \triangleq 3,3304 \text{ mol}$ . 1 p  
Reaktioyhtälön mukaan 1 mol vettä vastaa 2 elektronimoolin siirtymää. ( $z = 2$ ) 1 p  
 $t = \frac{n \cdot z \cdot F}{I} = \frac{3,3304 \text{ mol} \cdot 2 \cdot 96485 \text{ As/mol}}{4,00 \text{ A}} = 160\,667 \text{ s} \approx \mathbf{44,6 \text{ h}}$  1 p

**Syksy 2012**

7. a)	$\text{Au}^{3+}$ ; $\text{Au}^+$ :n pelkistyspotentiaali $E^\circ = 1,69 \text{ V}$ on suurempi kuin $\text{Au}^{3+}$ :n $E^\circ = 1,50 \text{ V}$ eli $\text{Au}^+$ pelkistyy helpommin kuin $\text{Au}^{3+}$ .	1 p
b)	Kulta on jalo metalli. $\text{O}_2(\text{g})$ :n pelkistyspotentiaali on pienempi kuin $\text{Au}^{3+}$ :n eli ilman happi ei ole riittävän voimakas hapetin hapettamaan kultaa. - Perusteltu vain kullan jaloudella, 2/3 p.	2 p
c)	Kulta hapettuu $0 \rightarrow +\text{I}$ Happi pelkistyy $0 \rightarrow -\text{II}$ - Toinen oikein, 2/3 p.	1 p
d)	$2 \text{Na}^+(\text{aq}) + 2 [\text{Au}(\text{CN})_2]^{-}(\text{aq}) + \text{Zn}(\text{s}) \rightarrow 2 \text{Au}(\text{s}) + 2 \text{Na}^+(\text{aq}) + [\text{Zn}(\text{CN})_4]^{2-}(\text{aq})$ - Kaavat oikein, kertoimet väärin, 2/3 p.	2 p
Yhteensä		6p

**Kevät 2012**

7. a)	Galvaanisen kennon muodostaa kaksi tavallisesti nestekosketuksessa olevaa elektroodia, joissa tapahtuu spontaani hapettumis-pelkistysreaktio elektronien siirtyessä ulkoisen johtimen kautta elektrodilta toiselle. Kennon avulla voidaan kemiallista energiaa muuttaa sähköenergiaksi.	1 p
b)	Lähdejännite on galvaanisen kennon muodostavien elektrodien välinen potentiaaliero (jännite).	1 p
c)	Mangaani hapettuu, hapetusluku kasvaa $0 \rightarrow +\text{II}$ Kloori pelkistyy, hapetusluku pienenee $0 \rightarrow -\text{I}$ - jos toinen vastaus oikein, 2/3 p.	1 p
d)	Anodireaktio (-): $\text{Mn}(\text{s}) \rightarrow \text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^-$ Katodireaktio (+): $\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{e}^- \rightarrow 2 \text{Cl}^{-}(\text{aq})$	1 p
- olomuotoja ja anodi/katodi -sanoja vaadita. - jos vain toinen reaktio oikein, 2/3p. - jos elektrodien merkit puuttuvat tai ovat väärin, 0 p.		
e)	Taulukkokirjasta saadaan reaktiolle $\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{e}^- \rightarrow 2 \text{Cl}^{-}(\text{aq})$ , $E^\circ(\text{Cl}_2/\text{Cl}^{-}) = +1,36 \text{ V}$ $\text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}(\text{s})$ , $E^\circ(\text{Mn}^{2+}/\text{Mn}) = x$ $E^\circ(\text{kenno}) = E^\circ(\text{Cl}_2/\text{Cl}^{-}) - E^\circ(\text{Mn}^{2+}/\text{Mn}) = +1,36 \text{ V} - x = 2,54 \text{ V}$ eli $x = -1,18 \text{ V}$ - jos vastaus +1,18 V, 1 p.	2 p
Yhteensä		6 p

Syksy 2011

<p>8. a)</p>	<p><math>\text{CH}_4(\text{l}) + 2 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{g})</math>          Negatiivinen elektrodi:  <math>\text{CH}_4 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 4 \text{H}^+ + 8 \text{e}^-</math> tai <math>\text{CH}_4 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + 8 \text{H}^+ + 8 \text{e}^-</math>          Positiivinen elektrodi:  <math>\text{O}_2 + 4 \text{e}^- \rightarrow 2\text{O}^{2-}</math> tai <math>\text{O}_2 + 4 \text{H}^+ + 4 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}</math></p>	<p>1 p          1 p</p>
<p>b)</p>	<p><math>n(\text{CH}_4) = \frac{m}{M} = \frac{\rho V}{M} = \frac{415 \text{ g} / \text{l} \cdot 5,00 \text{ l}}{16,042 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 129,3 \text{ mol}</math>  <math>n(\text{O}_2) = \frac{m}{M} = \frac{\rho V}{M} = \frac{1149 \text{ g} / \text{l} \cdot 5,00 \text{ l}}{32,00 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 179,5 \text{ mol}</math>  <math>n(\text{O}_2) = 2n(\text{CH}_4) = 258,6 \text{ mol} &gt; 179,5 \text{ mol} \rightarrow</math> happi loppuu ensin  <math>I t = n z F \rightarrow t = \frac{n z F}{I} = \frac{179,5 \text{ mol} \cdot 4 \cdot 96485 \frac{\text{As}}{\text{mol}}}{15,0 \text{ A}} = 4618415 \text{ s} = 53 \text{ d } 11 \text{ h} \approx 53 \text{ d (1280h)}</math></p>	<p>1 p          1 p</p>
<p>c)</p>	<p>Polttokennon edut: parempi hyötysuhde (ei lämpöhäviöitä) ja palamisreaktiossa muodostuu vain hiilidioksidia ja vettä. Myös muodostuvan hiilidioksidin määrä on pienempi.          Polttokenno sopii suoraan sähköntuotantoon, aggregaateilla tuotetaan ensin lämpöenergiaa, joka muunnetaan sähköenergiaksi. Tällöin osa energiasta häviää hukkalämpönä.          Bensiini- ja dieselaggregaatteja käytettäessä palamisessa saattaa muodostua myös typen oksideja, hääkää ja hiilivetyjä.  <i>Hyötysuhteen ja energiantuotannon vertailu 1 p.</i>  <i>Reaktiotuotteiden vertailu 1 p.</i></p>	<p>          2 p</p>
	<p>Yhteensä</p>	<p>6 p</p>

Syksy 2010

6. a)	<p>Elektrolyysissä sula seos toimii elektrolyyttinä.          Puhtaan alumiinioksidin sulamispiste on yli 2000 °C. Kun sulaan kryoliittiin liuotetaan alumiinioksidia, saadaan seos, joka sulaa jo 930 – 950 °C:n lämpötilassa.</p>	1/3p 2/3p
b)	<p><math>Al_2O_3</math>:ssa alumiinin hapetusluku on +III. Alumiini pelkistyy +III <math>\rightarrow</math> 0, joten <math>z = 3</math>          tai reaktioyhtälöstä  <math>Al^{3+}(l) + 3e^- \rightarrow Al(l)</math> tai <math>Al_2O_3(l) + 6e^- \rightarrow 2 Al(l) + 3 O^{2-}(l)</math>  <math display="block">m(Al) = \frac{ItM}{zF} = \frac{1,00 \cdot 10^5 A \cdot 28800s \cdot 26,98g/mol}{3 \cdot 96485 As/mol} = 268,4...kg</math></p>	1p
c)	<p>Grafiittielektrodin hiili C(s), hapettuu hiilidioksidiksi <math>CO_2(g)</math>.          Hapetusluvun muutos 0 <math>\rightarrow</math> +IV, joten <math>z = 4</math>  <math display="block">n(CO_2) = \frac{It}{zF} = \frac{1,00 \cdot 10^5 A \cdot 28800s}{4 \cdot 96485 As/mol} = 7462,2...mol</math>  <math>n(CO_2) \approx 7460 mol</math></p>	2p 1p
	<p><i>Vastaus voidaan antaa myös <math>m(CO_2) = 328 kg</math> tai <math>V(CO_2, 1000 °C) = 7,80 \cdot 10^2 m^3</math>          Jos laskettu NTP-oloissa, -1/3p.</i></p>	1p
	<p><i>Tai:          Osareaktiot esimerkiksi          Katodireaktio: <math>Al_2O_3(l) + 6e^- \rightarrow 2 Al(l) + 3 O^{2-}(l)</math>          Anodireaktio: <math>C(s) + 2 O^{2-}(l) \rightarrow CO_2(g) + 4e^-</math>          Kokonaisreaktio: <math>2 Al_2O_3(l) + 3 C(s) \rightarrow 4 Al(s) + 3 CO_2(g)</math>          tai <math>4 Al^{3+}(l) + 6 O^{2-}(l) + 3C(s) \rightarrow 4 Al(s) + 3 CO_2(g)</math>          Kokonaisreaktion mukaan <math>n(CO_2) = \frac{3}{4} \cdot n(Al) = 7462,2... mol</math>  <math>n(CO_2) \approx 7460 mol</math></i></p>	
	yhteensä	6p