

Jakso 2 Harjoittele lisää!

Ylioppilastehtäviä

1. Tarkastellaan galvaanista kennoa (25 °C), jonka kennokaavio on seuraava:



a) Määritä kennon lähdejännite ja esitä kennon kokonaisreaktio. (2p)

b) Mitkä ovat puolikennojen Mg^{2+} - ja Ag^{+} -ionikonsentraatiot, kun kennosta on otettu 100 mA sähkövirtaa 8,0 tunnin ajan. Molempien puolikennojen liuostilavuudet ovat 150 millilitraa. (4p)

(Yo syksy 2016)

Ratkaisu:

a)

Anodilla magnesium hapettuu: $\text{Mg(s)} \rightarrow \text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^{-}$.

Katodilla hopeaionit pelkistyvät: $\text{Ag}^{+}(\text{aq}) + \text{e}^{-} \rightarrow \text{Ag(s)}$.

Kennon kokonaisreaktio on $\text{Mg(s)} + 2 \text{Ag}^{+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{Ag(s)}$.

$$E_{\text{h}}(\text{Mg}) = +2,37 \text{ V}$$

$$E_{\text{p}}(\text{Ag}^{+}) = +0,80 \text{ V}$$

$$\text{Lähdejännite}/E_{\text{pari}} = 2,37 \text{ V} + 0,80 \text{ V} = 3,17 \text{ V}.$$

b)

$$I = 100 \text{ mA} = 0,100 \text{ A}$$

$$t = 8,0 \text{ h} = 28\,800 \text{ s}$$

$$F = 96\,485 \text{ As/mol}$$

Magnesiumin hapettumisreaktiosta $z = 2$.

Hopeaionien pelkistymisreaktiosta $z = 1$.

$$V(\text{liuos}) = 150 \text{ ml} = 0,150 \text{ dm}^3$$

$$c(\text{Mg}^{2+}) = ?$$

$$c(\text{Ag}^{+}) = ?$$

Ratkaistaan hapettuvien magnesiumionien ainemäärä suureyhtälöstä $It = nzF$, josta

$$n(\text{Mg}^{2+}) = \frac{I \cdot t}{z \cdot F} = \frac{0,100 \text{ A} \cdot 28\,800 \text{ s}}{2 \cdot 96\,485 \text{ As/mol}} = 0,014925 \text{ mol.}$$

Magnesiumionien konsentraatio kasvaa, joten uusi ionikonsentraatio on:

$$c(\text{Mg}^{2+}) = 1,0 \text{ mol/l} + \frac{0,014925 \text{ mol}}{0,150 \text{ l}} = 1,0995 \text{ mol/l} \approx 1,1 \text{ mol/l.}$$

(Huom. yhteenlaskussa merkitsevät numerot katsotaan desimaalien mukaan eli vastauksessa on yksi desimaali.)

Ratkaistaan pelkistyvien hopeaionien ainemäärä suureyhtälöstä $It = nzF$, josta

$$n(\text{Ag}^+) = \frac{I \cdot t}{z \cdot F} = \frac{0,100 \text{ A} \cdot 28\,800 \text{ s}}{1 \cdot 96\,485 \text{ As/mol}} = 0,029849 \text{ mol.}$$

Hopeaionien konsentraatio pienenee, joten uusi ionikonsentraatio on:

$$c(\text{Ag}^+) = 1,0 \text{ mol/l} - \frac{0,029849 \text{ mol}}{0,150 \text{ l}} = 0,80101 \text{ mol/l} \approx 0,8 \text{ mol/l.}$$

(Huom. vähennyslaskussa merkitsevät numerot katsotaan desimaalien mukaan eli vastauksessa on yksi desimaali.)

Vastaus:

- a) Lähdejännite on 3,17 V.
Kennon kokonaisreaktio on
 $\text{Mg(s)} + 2 \text{Ag}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{Ag(s)}.$
- b) $c(\text{Mg}^{2+}) = 1,1 \text{ mol/l}$
 $c(\text{Ag}^+) = 0,8 \text{ mol/l}.$

2. Litiummetallia valmistetaan elektrolysoimalla inerteillä grafiittielektrodeilla sulaa litiumkloridia 10,0 A:n sähkövirralla 2,00 tunnin ajan.

a) Laske elektrolyysissä muodostuvan litiummetallin massa. Kuinka suuri tilavuus kloorikaasua syntyy samassa ajassa, kun kaasun lämpötila on 290 °C ja paine on 101,325 kPa? (4p)

b) Inerteillä grafiittielektrodeilla elektrolysoidaan litiumkloridin vesiliuosta, jonka konsentraatio on 1,0 mol/l ja lämpötila 25 °C. Mitkä ovat anodi- ja katodireaktiot? (2p)

(Yo kevät 2016)

Ratkaisu:

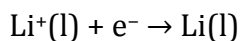
a)

$$I = 10,0 \text{ A}$$

$$t = 2,00 \text{ h} = 7\,200 \text{ s}$$

$$F = 96\,485 \text{ As/mol}$$

Litiumionien pelkistymisreaktion



perusteella $z = 1$

$$M(\text{Li}) = 6,941 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{Li}) = ?$$

Ratkaistaan pelkistyvien litiumionien ainemäärä suureyhtälöstä $It = nzF$, josta

$$n(\text{Li}^+) = \frac{I \cdot t}{z \cdot F} = \frac{10,0 \text{ A} \cdot 7\,200 \text{ s}}{1 \cdot 96\,485 \text{ As/mol}} = 0,74623 \text{ mol.}$$

Muodostuvan litiumin massa $m(\text{Li}) = 0,74623 \text{ mol} \cdot 6,941 \text{ g/mol} = 5,1796 \text{ g} \approx 5,18 \text{ g}$.

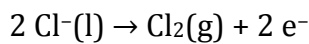
$$p(\text{Cl}_2) = 101,325 \text{ kPa}$$

$$T(\text{Cl}_2) = (290 + 273,15) \text{ K} = 563,15 \text{ K}$$

$$R = 8,31451 \frac{\text{Pa} \cdot \text{m}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

$$V(\text{Cl}_2) = ?$$

Kloridi-ionien hapettumisreaktion



perusteella $z = 2$. Ratkaistaan hapettuvien kloridi-ionien ainemäärä suureyhtälöstä $It = nzF$, josta

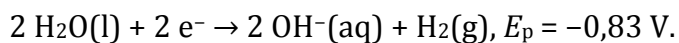
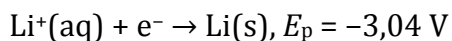
$$n(\text{Cl}^{-}) = \frac{I \cdot t}{z \cdot F} = \frac{10,0 \text{ A} \cdot 7 \cdot 200 \text{ s}}{2 \cdot 96\,485 \text{ As/mol}} = 0,37311 \text{ mol.}$$

Ratkaistaan kloorin tilavuus ideaalikaasun tilanyhtälöstä $pV = nRT$, josta

$$V(\text{Cl}_2) = \frac{n \cdot R \cdot T}{p} = \frac{0,37311 \text{ mol} \cdot 8,31451 \frac{\text{Pa} \cdot \text{m}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 563,15 \text{ K}}{101,325 \cdot 10^3 \text{ Pa}} = 0,017242 \text{ m}^3 \approx 17,2 \text{ dm}^3.$$

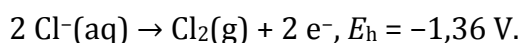
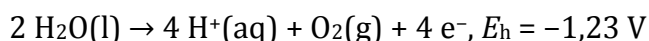
b)

Mahdolliset pelkistymisreaktiot katodilla ovat:



Koska vedyn pelkistymisenergia vedestä on suurempi, katodilla muodostuu vetyä.

Mahdolliset hapettumisreaktiot anodilla ovat:



Koska hapen hapettumisenergia vedestä on suurempi, anodilla muodostuu happea.

(Huom. Vastauksessa voi myös mainita, että klooriakin voi muodostua, sillä kloorin hapettumisenergian arvo on hyvin lähellä hapen arvoa.)

Vastaus:

a) $m(\text{Li}) = 5,18 \text{ g}, V(\text{Cl}_2) = 17,2 \text{ dm}^3$

