

**FARADAYŮV ZÁKON, ELEKTRODOVÁ DYNAMIKA (Řešení)**

**Úkol č. 8.1 (Faradayův zákon, Elektrolýza)**

Jak dlouho procházel elektrolyzérem stálý elektrický proud 1.6 A, aby se na katodě vyloučily 2.0 g mědi ( $M = 63.55 \text{ g mol}^{-1}$ )? [ $t = 3795.65 \text{ s} = 1 \text{ h } 3 \text{ min}$ ]

Řešení:  $R = 8.31447 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ ;  $F = 96485.33 \text{ C mol}^{-1}$ ;  $1 \text{ J} = \text{C V}$ ,  $z(v) = 2$  (počet  $e^-$ )

Využijeme Faradayova zákona:

$$n = \frac{Q}{zF} = \frac{It}{zF}$$

**Úkol č. 8.2 (Faradayův zákon, Coulometrie)**

Při cerimetrické coulometrické titraci dvojmocných iontů ( $\text{Ce}^{4+}$  anodicky generované) byl na kalibrovaném odporu  $100 \Omega$  změřen rozdíl napětí  $0.503 \text{ V}$ . Z titrační potenciometrické křivky bylo zjištěno, že bodu ekvivalence bylo dosaženo za  $286$  vteřin a množství látky ve vzorku činila  $832.6 \mu\text{g}$ . Jaká je molární hmotnost dané látky a jakou látku by se mohlo jednat? [ $M = 55.85 \text{ g mol}^{-1}$ ]

Řešení:  $R = 8.31447 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ ;  $F = 96485.33 \text{ C mol}^{-1}$ ;  $1 \text{ J} = \text{C V}$ ,  $z(v) = 1$  (počet  $e^-$ )

Nejprve vypočteme proud z Ohmova zákona:  $I = \frac{U}{R}$

Poté opět využijeme Faradayova zákona:

$$n = \frac{Q}{zF} = \frac{It}{zF}$$

**Úkol č. 8.3 (Faradayův zákon)**

Poniklování kovové destičky, která má povrch  $100 \text{ cm}^2$ , trvalo při proudu  $0.4 \text{ A}$  čtyři hodiny. Vypočtete tloušťku niklové vrstvy, která se na destičce vytvořila. ( $M = 58.7 \text{ g mol}^{-1}$ ,  $\rho = 8.908 \text{ g cm}^{-3}$ ) [ $h = 19.68 \mu\text{m}$ ]

Řešení:  $R = 8.31447 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ ;  $F = 96485.33 \text{ C mol}^{-1}$ ;  $1 \text{ J} = \text{C V}$ ,  $z(v) = 2$  (počet  $e^-$ )

Nejprve veličiny převedeme na základní jednotky a poté vypočteme hmotnost pomocí hustoty:  $m = \rho V$ , kde  $V = Sh$ .

Následně využijeme Faradayova zákona, kde za  $m$  dosadíme výše vyjádřenou hmotnost a vypočteme  $h$ .

$$n = \frac{Q}{zF} = \frac{It}{zF}$$

**Úkol č. 8.4 (Elektrodová dynamika)**

Typická výměnná proudová hustota pro vybíjení  $\text{H}^+$  na platině při teplotě  $25 \text{ }^\circ\text{C}$  je  $0.79 \text{ mA cm}^{-2}$ . Jaká je proudová hustota na elektrodě při přepětí a)  $10 \text{ mV}$  b)  $-0.5 \text{ V}$ . Předpokládejte koeficient přenosu náboje  $0.5$ . [ $j = 0.31 \text{ mA cm}^{-2}$ ,  $-2 \cdot 10^{42} \text{ mA cm}^{-2}$ ]

Řešení:  $R = 8.31447 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ ;  $F = 96485.33 \text{ C mol}^{-1}$ ;  $1 \text{ J} = \text{C V}$ .

Použití rovnic z úkolu 7.6 a 7.7

### Úkol č. 8.5

Inertní elektroda je v kontaktu se dvěma kationty  $M^{3+}$  a  $M^{4+}$  ve vodném roztoku při 25 °C. Koeficient přenosu náboje příslušné jednoelektronové reakce přenosu náboje je  $\alpha = 0.51$ . Pro proudovou hustotu  $+59.0 \text{ mA cm}^{-2}$  bylo naměřeno přepětí  $+108 \text{ mV}$ . Kolik za daných podmínek činí podíl  $RT/vF$ ? [25.69 mV]

Řešení:  $R = 8.31447 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ ;  $F = 96485.33 \text{ C mol}^{-1}$ ;  $1 \text{ J} = \text{C V}$ .

### Úkol č. 8.6

S využitím hodnot z úkolu 7.5 vypočítejte výměnnou proudovou hustotu  $j_0$ . [ $j_0 = 7.64 \text{ mA cm}^{-2}$ ]

Řešení:  $R = 8.31447 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ ;  $F = 96485.33 \text{ C mol}^{-1}$ ;  $1 \text{ J} = \text{C V}$ .

Butler–Volmerova rovnice má tvar:

$$j = j_0 \left\{ \exp \left[ \frac{(1-\alpha)vF\eta}{RT} \right] - \exp \left[ \frac{-\alpha vF\eta}{RT} \right] \right\}$$

Tato rovnice zahrnuje anodickou („levý exp“) a katodickou část („pravý exp“).

Doporučuji nejprve spočítat zlomky, poté umocnit  $e$  a následně vypočíst  $j_0$ .

### Úkol č. 8.7

Při jakém přepětí by činila proudová hustota z hodnot úkolů 7.5 a 7.6 činila  $100 \text{ mA cm}^{-2}$ ?  
Nápověda: Využijte vztahu po zanedbání katodické části B–V rovnice. [ $\eta = 135 \text{ mV}$ ]

Řešení:  $R = 8.31447 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ ;  $F = 96485.33 \text{ C mol}^{-1}$ ;  $1 \text{ J} = \text{C V}$ .

$$j = j_0 \left\{ \exp \left[ \frac{(1-\alpha)vF\eta}{RT} \right] \right\} \dots \text{Tafelova rovnice}$$

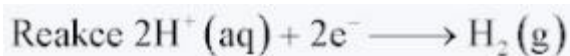
### Úkol č. 8.8

Vypočítejte proudovou hustotu, která je zapotřebí k dosažení přepětí  $0.2 \text{ V}$  a) s využitím B–V rovnice a b) Tafelovy rovnice pro redukci protonů na vodík na niklu při teplotě 25 °C, je-li výměnná proudová hustota  $6.3 \text{ } \mu\text{A cm}^{-2}$  a koeficient přenosu náboje činí 0.58. [ $j = 0.17 \text{ mA cm}^{-2}$ ]

Řešení:  $R = 8.31447 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ ;  $F = 96485.33 \text{ C mol}^{-1}$ ;  $1 \text{ J} = \text{C V}$ .

Použití rovnic z úkolu 7.6 a 7.7

Domácí úkol č. 8.9



má na elektrodě

Ni|HCl resp. Hg|HCl

výměnnou proudovou hustotu

$$j_{0,\text{Ni}} = 6.3 \times 10^{-6} \text{ A cm}^{-2} \text{ resp. } j_{0,\text{Hg}} = 7.9 \times 10^{-13} \text{ A cm}^{-2}$$

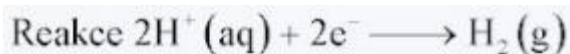
a koeficient přenosu náboje

$$\alpha_{\text{Ni}} = 0.58 \text{ resp. } \alpha_{\text{Hg}} = 0.50 \text{ (pro } T = 298 \text{ K).}$$

Probíhá-li redukce  $\text{H}^+$  při přepětí  $\eta = -0.2 \text{ V}$ ,  
je redukce na Ni rychlejší než redukce na Hg

(kolikrát ?)

Domácí úkol č. 8.10



má na elektrodě

Ni|HCl resp. Hg|HCl

výměnnou proudovou hustotu

$$j_{0,\text{Ni}} = 6.3 \times 10^{-6} \text{ A cm}^{-2} \text{ resp. } j_{0,\text{Hg}} = 7.9 \times 10^{-13} \text{ A cm}^{-2}$$

a koeficient přenosu náboje

$$\alpha_{\text{Ni}} = 0.58 \text{ resp. } \alpha_{\text{Hg}} = 0.50 \text{ (pro } T = 298 \text{ K).}$$

Probíhá-li redukce  $\text{H}^+$  při přepětí  $\eta = -0.2 \text{ V}$

**a koeficienty přenosu náboje by byly pro Ni i Hg stejné,**

byla by redukce na Ni rychlejší než redukce na Hg

(kolikrát?)