

## EU peníze středním školám – projekt: Šablony na BiGy

### Anotace:

**Identifikátor materiálu:** EU-OPVK-ICT2/3/1/1  
**Datum, období vytvoření:** prosinec 2012  
**Vzdělávací oblast :** Člověk a příroda  
**Vzdělávací obor, tematický okruh:** Elektrický proud v kapalinách  
**Předmět:** Fyzika

#### **Anotace:**

Prezentace slouží k procvičení učiva Vedení elektrického proudu v kapalinách, Faradayovy zákony elektrolýzy. Obsahuje úvodní shrnutí vztahů pro zákony elektrolýzy, úvodní příklad na procvičení výpočtu elektrochemického ekvivalentu látky a dvě řešené aplikační úlohy.

**Autor:** Mgr.Jitka Piskačová  
**Jazyk:** český

#### **Očekávaný výstup:**

Studenti si osvojí správné postupy při řešení úloh s tematikou vedení elektrického proudu v kapalinách, včetně rozměrové zkoušky.

**Speciální vzdělávací potřeby:** žádné  
**Klíčová slova:** elektrolýza, elektrochemický ekvivalent látky, Faradayův zákon elektrolýzy, Faradayova konstanta  
**Druh učebního materiálu:** prezentace

**Druh interaktivity:** kombinace  
**Cílová skupina:** student vyššího gymnázia  
**Stupeň a typ vzdělávání:** gymnaziální vzdělávání  
**Věková skupina, ročník:** 18 – 20 let, 3. – 4. ročník SŠ  
**Pomůcky:** PC s připojením na internet, dataprojektor

# Cvičení - zákony elektrolýzy

## 1. Faradayův zákon (elektrolýzy) :

Hmotnost  $m$  vyloučené látky při elektrolýze je přímo úměrná prošlému elektrickému náboji  $Q$ , konstantou úměrnosti je elektrochemický ekvivalent látky  $A$

$$m = A \cdot Q$$

$A$  ... elektrochemický ekvivalent látky je pro daný elektrolyt konstantní jeho hodnota udává, jaká hmotnost připadá na jednotkový náboj iontu

$$A = \frac{m_0}{q} = \frac{m_0}{z \cdot e} = \frac{m_u \cdot A_r}{z \cdot e} \quad \text{nebo} \quad A = \frac{m_0 \cdot N_A}{z \cdot e \cdot N_A} = \frac{M_m}{z \cdot F}$$

$m_0$  ... hmotnost 1 iontu

$z$  ... mocenství iontu

$e = 1,6 \cdot 10^{-19}$  C ... velikost elementárního elektrického náboje

$m_u = 1,66 \cdot 10^{-27}$  kg ... atomová hmotnostní konstanta

$A_r$  ... atomová relativní hmotnost prvku

$N_A = 1,6022 \cdot 10^{23}$  mol<sup>-1</sup> ...

Avogadrova konstanta

$F = 9,65 \cdot 10^4$  C.mol<sup>-1</sup> ...

Faradayova konstanta

# 1. Urči mocenství z a elektrochemický ekvivalent A

a) mědi v roztoku síranu měďnatého  $\text{CuSO}_4$

periodická tabulka prvků

b) chlóru v roztoku kyseliny chlorovodíkové  $\text{HCl}$

c) chromu v roztoku chromanu olovnatého  $\text{PbCrO}_4$

d) stříbra v roztoku bromidu stříbrného  $\text{AgBr}$ ,

e) zinku v roztoku síranu zinečnatého  $\text{ZnSO}_4$

# 1. Urči mocenství $z$ a elektrochemický ekvivalent $A$

a) mědi v roztoku  $\text{CuSO}_4$

$$z = 2$$

$$A_r(\text{Cu}) = 64$$

$$A = \frac{m_u \cdot A_r}{z \cdot e} = \frac{1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \cdot 64}{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}} = 3,32 \cdot 10^{-7} \frac{\text{kg}}{\text{C}}$$

nebo

$$A = \frac{M_m}{z \cdot F} = \frac{64 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{mol}^{-1}}{2 \cdot 9,65 \cdot 10^4 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}} = 3,32 \cdot 10^{-7} \frac{\text{kg}}{\text{C}}$$

b) chlóru v roztoku  $\text{HCl}$

c) chromu v roztoku chromanu olovnatého  $\text{PbCrO}_4$

d) stříbra v bromidu stříbrném  $\text{AgBr}$ ,

e) zinku v síranu zinečnatém  $\text{ZnSO}_4$

periodická tabulka prvků

# 1. Urči mocenství z a elektrochemický ekvivalent A - řešení

a) mědi v roztoku  $\text{CuSO}_4$

$$z = 2$$

$$A_r(\text{Cu}) = 64$$

$$A(\text{Cu}) = 3,32 \cdot 10^{-7} \text{ kg} \cdot \text{C}^{-1}$$

b) chlóru v roztoku HCl

$$z = 1$$

$$A_r(\text{Cl}) = 35$$

$$A(\text{Cl}) = 3,63 \cdot 10^{-7} \text{ kg} \cdot \text{C}^{-1}$$

c) chromu v roztoku chromanu olovnatého  $\text{PbCrO}_4$

$$z = 6$$

$$A_r(\text{Cr}) = 52$$

$$A(\text{Cr}) = 8,99 \cdot 10^{-8} \text{ kg} \cdot \text{C}^{-1}$$

d) stříbra v bromidu stříbrném AgBr,

$$z = 1$$

$$A_r(\text{Ag}) = 108$$

$$A(\text{Ag}) = 1,12 \cdot 10^{-6} \text{ kg} \cdot \text{C}^{-1}$$

e) zinku v síranu zinečnatém  $\text{ZnSO}_4$

$$z = 2$$

$$A(\text{Zn}) = 3,39 \cdot 10^{-7} \text{ kg} \cdot \text{C}^{-1}$$

$$A_r(\text{Zn}) = 65,39$$

**2. Kovová lžíce se má elektrolyticky postříbřit tak, aby stříbrný povlak měl hmotnost 5 g. Elektrolytem obsahujícím jednomocné ionty stříbra protéká stálý elektrický proud 6 A. Jak dlouho bude pokovování probíhat?**

**2. Kovová lžíce se má elektrolyticky postříbřit tak, aby stříbrný povlak měl hmotnost 5 g. Elektrolytem obsahujícím jednomocné ionty stříbra protéká stálý elektrický proud 6 A. Jak dlouho bude pokovování probíhat?**

Řešení:

$$m = 5 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$$

$$m_u = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$I = 6 \text{ A}$$

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$\text{Ar(Ag)} = 108, z = 1$$

Pro hmotnost  $m$  vyloučeného stříbra platí podle 1. Faradayova zákona elektrolýzy:

$$m = A \cdot Q = A \cdot I \cdot t \quad \text{kde } A \text{ je elektrochemický ekvivalent látky}$$

Pak:

$$t = \frac{m}{A \cdot I} = \frac{m}{\frac{m_u \cdot A_r}{z \cdot e} \cdot I} = \frac{m \cdot z \cdot e}{m_u \cdot A_r \cdot I}$$

Po dosazení:

$$t = \frac{5 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot 1 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}}{1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \cdot 108 \cdot 6 \text{ C} \cdot \text{s}^{-1}} \approx 744 \text{ s} = 12 \text{ min } 24 \text{ s}$$

Pokovování kovové lžíce bude probíhat přibližně 12,5 minuty.

**3. Minimální rozměry olympijské medaile jsou: průměr 60 *mm* a výška 3 *mm*.**

**Zlatá medaile se vyrábí pozlacením s tím, že na medaili musí být vrstva zlata o hmotnosti minimálně 6 *g* . Předpokládejte, že pozlacení bude probíhat v roztoku bromidu zlatného.**

**Určete: a) minimální tloušťku zlaté vrstvy na medaili**

**b) proud, který lázní bude procházet, jestliže medaile má být pozlacena za méně než 10 minut.**

**Hustota zlata je 19290 *kg.m*<sup>-3</sup> a jeho molární hmotnost je 197 *g.mol*<sup>-1</sup> .**



Řešení:

a) Určení minimální tloušťky zlaté vrstvy o hmotnosti  $m = 6 \text{ g} = 6 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$  na medaili s rozměry  $d = 60 \text{ mm} = 6 \cdot 10^{-2} \text{ m}$  a  $v = 3 \text{ mm} = 3 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ , hustota zlata  $\rho = 19\,290 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ .

Známe-li hustotu a hmotnost látky, můžeme určit její objem ze vztahu:  $V = \frac{m}{\rho}$

Pokud si vrstvu zlata představíme jako válec s podstavou rovnou povrchu medaile  $S_p$

$$S_p = 2\pi \cdot r^2 + 2\pi r \cdot v = 2\pi r(r + v)$$

a výškou rovnou tloušťce vrstvy zlata  $x$ , pak pro objem zlata platí:

$$V = S_p \cdot x = 2\pi r(r + v)x = \frac{m}{\rho}$$

Odtud pak vyjádříme tloušťku vrstvy  $x$ :  $x = \frac{m}{2\pi r(r + v)\rho}$

Po dosazení:

$$x = \frac{6 \cdot 10^{-3} \text{ kg}}{2 \cdot 3,14 \cdot 3 \cdot 10^{-2} \text{ m} (3 \cdot 10^{-2} \text{ m} + 3 \cdot 10^{-3} \text{ m}) \cdot 19\,290 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}} = 5 \cdot 10^{-5} \text{ m} = 50 \mu\text{m}$$

Řešení:

b) Určení proudu, který musí lázní protékat, má-li být vrstva zlata o hmotnosti  $m = 6 \text{ g} = 6 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$  na medaily vyloučena za dobu  $t < 10 \text{ minut} = 600 \text{ s}$ , když pozlacení bude probíhat v roztoku bromidu zlatného  $\text{AuBr} \Rightarrow z = 1$ ,  $M_m (\text{Au}) = 197 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

Podle 1. Faradayova zákona elektrolýzy je hmotnost  $m$  vyloučené látky přímo úměrná prošlému elektrickému náboji  $Q$ , konstanta úměrnosti je elektrochemický ekvivalent látky  $A$ .

$$m = A \cdot Q = A \cdot I \cdot t = \frac{M_m}{z \cdot F} \cdot I \cdot t$$

Odtud vyjádříme proud  $I$ :

$$I = \frac{m \cdot z \cdot F}{M_m \cdot t}$$

Po dosazení:

$$I > \frac{6 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot 1 \cdot 9,65 \cdot 10^4 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}}{197 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 600 \text{ s}} = 4,898 \text{ C} \cdot \text{s}^{-1} \sim 4,9 \text{ A}$$

Použité zdroje:

LEPIL, Oldřich, Miroslava ŠIROKÁ a Milan BEDNAŘÍK.: Sbíрка úloh z fyziky pro SŠ. Praha: Prometheus, 2005. ISBN 978-80-7196-266-3.

<http://www.tabulka.cz/>, 3.12. 2012

[http://www.jreichl.com/fyzika/vyuka/sbirky/priklady\\_2.pdf](http://www.jreichl.com/fyzika/vyuka/sbirky/priklady_2.pdf), 3.12.2012