

# ELEKTROCHEMIE

**Elektrochemický potenciál**

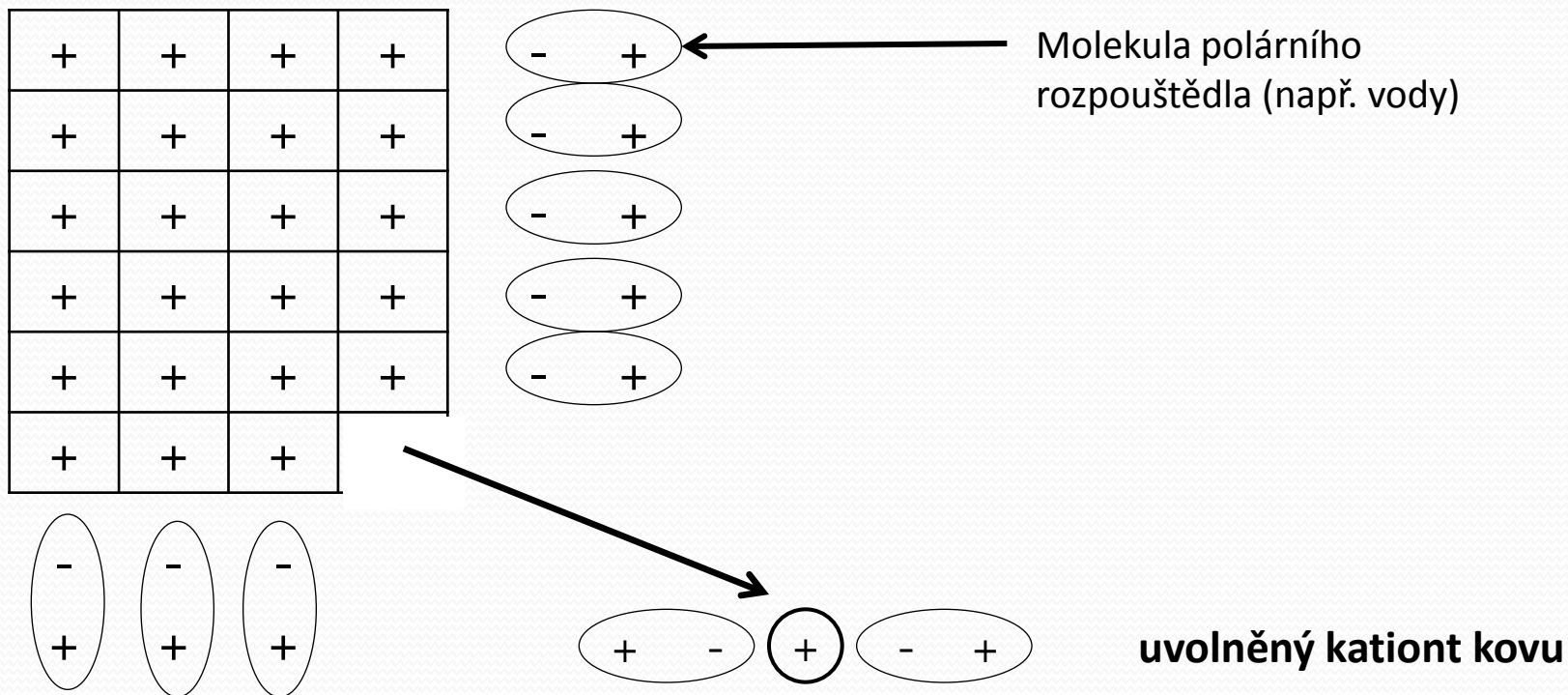
**Standardní vodíková elektroda**

**Oxidačně-redukční potenciály**

# Elektrochemie

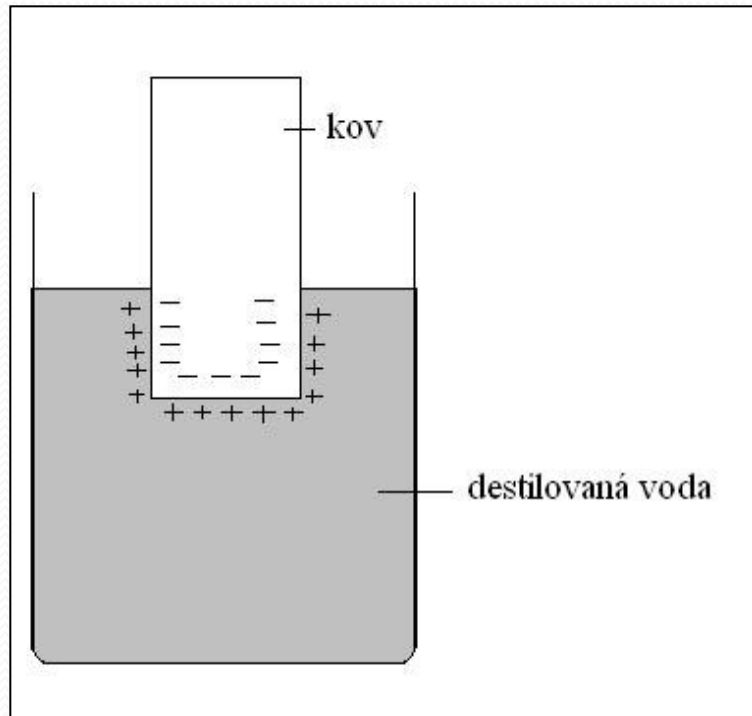
## rovnováhy a děje v soustavách nesoucích elektrický náboj

Krystal kovu ponořený do destilované vody



# Elektrická dvojvrstva

Kov ponořený do destilované vody

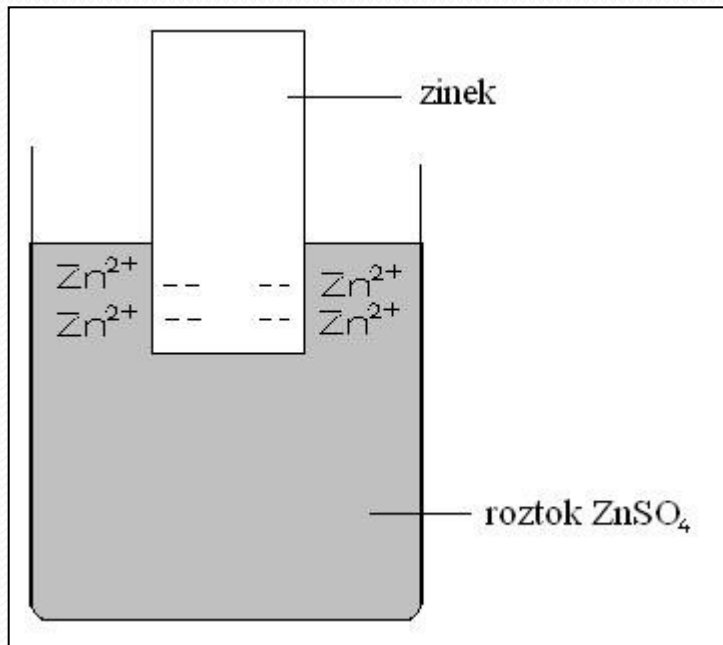


- Do vody se **uvolní část kationtů kovu**
- Elektrony do roztoku neprojdou → přebytek e- na kovu
- --> **záporné nabití kovu**
- Vznikne tzv. elektrická dvojvrstva
- Ustavení dynamické rovnováhy

# Elektrická dvojvrstva

vzniká i tehdy, ponoříme-li kov do roztoku svých iontů

Zinek ponořený v  $\text{ZnSO}_4$

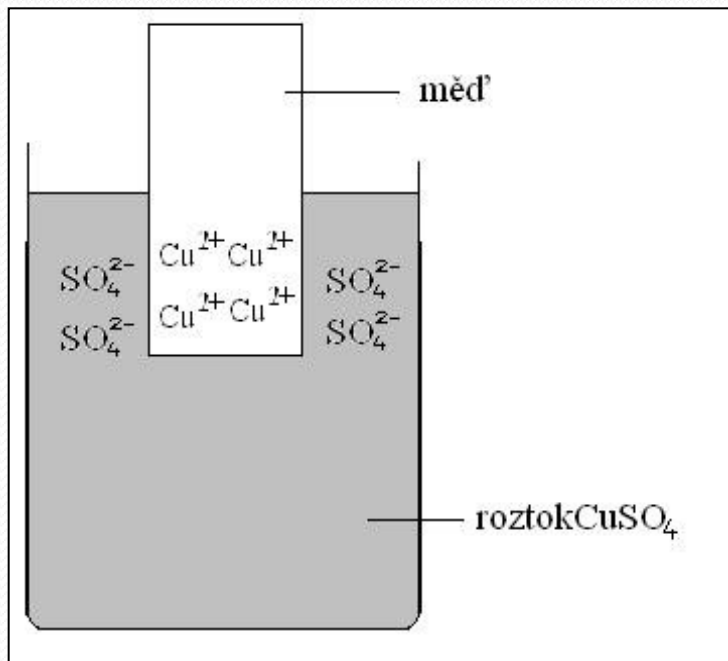


- **Zinek uvolňuje** do roztoku své soli kationty  $\text{Zn}^{2+}$
- **Povrch zinku se nabije záporně**
- **Okolí zinku se nabije kladně**
- **Vzniká elektrická dvojvrstva**

# Elektrická dvojvrstva

některé kovy mají tendenci z roztoku své soli kationty přijímat

## Měď ponořená v $\text{CuSO}_4$



- Povrch **mědi** se nabije **kladně** – **vyloučí se  $\text{Cu}^{2+}$**
- Okolní **roztok** se nabije **záporně** (obsahuje nadbytek  $\text{SO}_4^{2-}$ )
- vzniklá dvojvrstva má **opačnou polaritu než zinek**

## Poločlánek

- Soustava, která vznikne ponořením kovu do roztoku své vlastní soli
- Vzniká zde elektrická dvojvrstva
- Elektrický potenciál dvojvrstvy **nelze měřit**

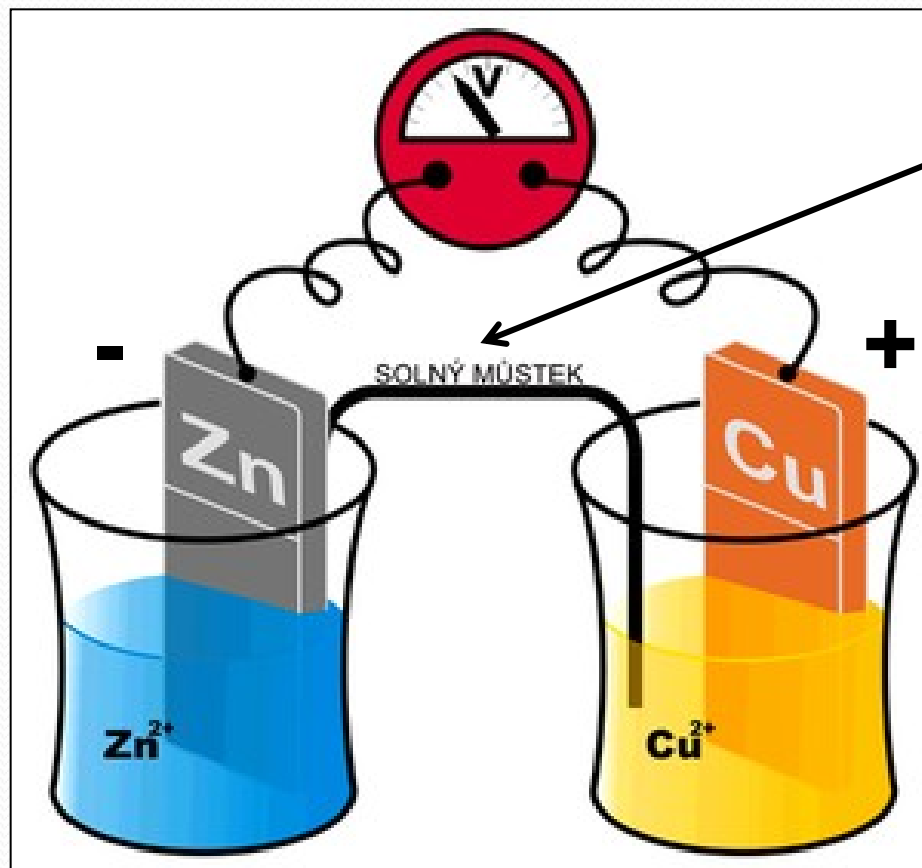
## Článek

- Soustava dvou propojených poločlánků
- Existuje zde potenciální rozdíl mezi dvěma poločlánky
- Elektrický potenciál **lze měřit**
- **DANIELLŮV ČLÁNEK (model)**

### Elektrochemický potenciál

veličina spojená s elektrickou prací, která je nutná k přesunu elektrického náboje

# Daniellův článek



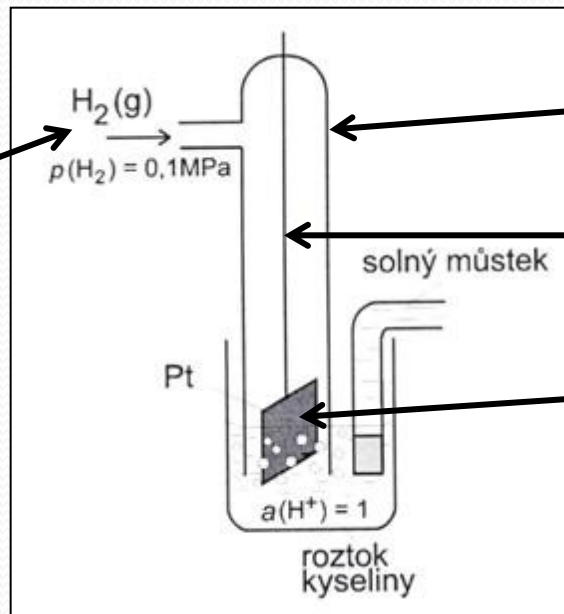
Trubice naplněná inertním elektrolytem  
→ přenos náboje



# Potenciál kovu

hodnota potenciálního rozdílu mezi elektrodami článku sestaveného z poločlánku kovu a srovnávacího poločlánku

**Standardní vodíková elektroda  $E^0 = 0 \text{ V}$**



Skleněná trubička

Vodič → připojení elektrody do obvodu

Platinová elektroda  
- pokryta platinovou černí

→ **STANDARDNÍ POTENCIÁL  $E^0$**



# Hodnoty standardních potenciálů některých kovů

Elektroda	$E^0$ [V]
Li <sup>+</sup> /Li	-3,045
K <sup>+</sup> /K	-2,925
Ba <sup>2+</sup> /Ba	-2,900
Ca <sup>2+</sup> /Ca	-2,870
Na <sup>+</sup> /Na	-2,714
Mg <sup>2+</sup> /Mg	-2,370
Al <sup>3+</sup> /Al	-1,660
Mn <sup>2+</sup> /Mn	-1,180
Zn <sup>2+</sup> /Zn	-0,763
Cr <sup>3+</sup> /Cr	-0,740
Fe <sup>2+</sup> /Fe	-0,440
Cd <sup>2+</sup> /Cd	-0,403
Co <sup>2+</sup> /Co	-0,277
Ni <sup>2+</sup> /Ni	-0,250
Sn <sup>2+</sup> /Sn	-0,136
Pb <sup>2+</sup> /Pb	-0,126
H <sup>+</sup> /H <sub>2</sub>	0,000
Cu <sup>2+</sup> /Cu	0,337
Ag <sup>+</sup> /Ag	0,799
Hg <sup>2+</sup> /Hg	0,854

při 25° C

## Řada napětí kovů

- pouze jiná forma zápisu podle potenciálů

Zn Cr Fe Cd Tl Co Ni Sn Pb H Cu Ag Au Hg

Zn Cr Fe Cd Tl Co Ni Sn Pb H Cu Ag Au Hg

**Kovy vlevo** – nejnižší hodnoty potenciálu

**Kovy vpravo** – nejvyšší hodnoty potenciálu

**Kov vlevo** je schopen **vytěsnit kov vpravo z jeho soli**

**Kov vlevo** je redukčním činidlem pro **kov vpravo**:



**Kovy ležící před vodíkem** reagují s kyselinami za uvolnění vodíku:



**Kovy vpravo** reagují pouze s kyselinami, které mají oxidační účinky:



**Kovy s nižší hodnotou potenciálu redukují kovy s vyšší hodnotou potenciálu**

→ Lze tak **porovnávat redukční schopnosti kovů**

# Příklad

1) Vypočtete potenciální rozdíl mezi elektrodami článku sestaveného ze standardní zinkové a měděné elektrody, ponořených do roztoku svých solí (o jednotkové molární koncentraci kationtů)

Řešení:

Vyhledáme standardní potenciály Cu a Zn:

$\text{Zn}^{2+}/\text{Zn} = -0,763 \text{ V}$  ...redukční činidlo...záporná elektroda

$\text{Cu}^{2+}/\text{Cu} = 0,337$  ...oxidační činidlo...kladná elektroda



Výpočet:

$$0,337 - (-0,763) = \underline{1,1 \text{ V}}$$

(od vyšší hodnoty odečítáme hodnotu nižší)

Elektroda	$E^0$ [V]
$\text{Li}^+/\text{Li}$	-3,045
$\text{K}^+/\text{K}$	-2,925
$\text{Ba}^{2+}/\text{Ba}$	-2,900
$\text{Ca}^{2+}/\text{Ca}$	-2,870
$\text{Na}^+/\text{Na}$	-2,714
$\text{Mg}^{2+}/\text{Mg}$	-2,370
$\text{Al}^{3+}/\text{Al}$	-1,660
$\text{Mn}^{2+}/\text{Mn}$	-1,180
$\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}$	-0,763
$\text{Cr}^{3+}/\text{Cr}$	-0,740
$\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}$	-0,440
$\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}$	-0,403
$\text{Co}^{2+}/\text{Co}$	-0,277
$\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}$	-0,250
$\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}$	-0,136
$\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}$	-0,126
$\text{H}^+/\text{H}_2$	0,000
$\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}$	0,337
$\text{Ag}^+/\text{Ag}$	0,799
$\text{Hg}^{2+}/\text{Hg}$	0,854

uvedeno ve směru redukce

# Příklad

2) Vypočtete potenciální rozdíl mezi elektrodami článku sestaveného ze standardní hliníkové a olověné elektrody, ponořených do roztoku svých solí (o jednotkové molární koncentraci kationtů)

Řešení:

Vyhledáme standardní potenciály Al a Pb:

$\text{Al}^{3+}/\text{Al} = -1,660$ ...redukční činidlo

$\text{Pb}^{2+}/\text{Pb} = -0,126$ ...oxidační činidlo



Výpočet:

$$-0,126 - (-1,660) = \underline{1,5 \text{ V}}$$

(od vyšší hodnoty odečítáme hodnotu nižší)

Elektroda	$E^0$ [V]
$\text{Li}^+/\text{Li}$	-3,045
$\text{K}^+/\text{K}$	-2,925
$\text{Ba}^{2+}/\text{Ba}$	-2,900
$\text{Ca}^{2+}/\text{Ca}$	-2,870
$\text{Na}^+/\text{Na}$	-2,714
$\text{Mg}^{2+}/\text{Mg}$	-2,370
$\text{Al}^{3+}/\text{Al}$	-1,660
$\text{Mn}^{2+}/\text{Mn}$	-1,180
$\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}$	-0,763
$\text{Cr}^{3+}/\text{Cr}$	-0,740
$\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}$	-0,440
$\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}$	-0,403
$\text{Co}^{2+}/\text{Co}$	-0,277
$\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}$	-0,250
$\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}$	-0,136
$\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}$	-0,126
$\text{H}^+/\text{H}_2$	0,000
$\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}$	0,337
$\text{Ag}^+/\text{Ag}$	0,799
$\text{Hg}^{2+}/\text{Hg}$	0,854

uvedeno ve směru redukce

# Redoxní potenciály a průběh oxidačně-redukčních reakcí

## Příklad

3) Doplňte do rovnice reakce šipku, která bude vyjadřovat směr, kterým bude uvedená reakce samovolně probíhat

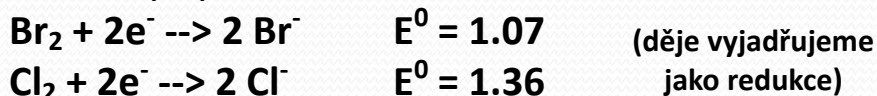


Řešení:

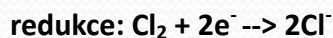
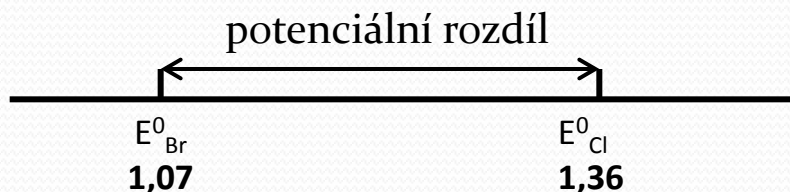
Zapíšeme princip reakce:



Z tabulky vyčteme:



*Br<sup>-</sup> je silnější redukční činidlo než Cl<sup>-</sup>* - reakce probíhá tím směrem, kde dochází k oxidaci Br<sup>-</sup> a redukci Cl<sub>2</sub>



$2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{H}_{2(\text{g})} + 2 \text{OH}^-_{(\text{aq})}$	-0.83
$\text{Cr}^{3+}_{(\text{aq})} + 3 \text{e}^- \rightarrow \text{Cr}_{(\text{s})}$	-0.74
$\text{Sn}^{4+}_{(\text{aq})} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Sn}^{2+}_{(\text{aq})}$	+0.13
$\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})} + \text{e}^- \rightarrow \text{Cu}^+_{(\text{aq})}$	+0.13
$\text{SO}_4^{2-}_{(\text{aq})} + 4 \text{H}^+_{(\text{aq})} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{SO}_{2(\text{g})} + 2 \text{H}_2\text{O}$	+0.20
$\text{I}_{2(\text{s})} + 2 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{I}^-_{(\text{aq})}$	+0.53
$\text{MnO}_4^-_{(\text{aq})} + 2 \text{H}_2\text{O} + 3 \text{e}^- \rightarrow \text{MnO}_{2(\text{s})} + 4 \text{OH}^-_{(\text{aq})}$	+0.59
$\text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})} + \text{e}^- \rightarrow \text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})}$	+0.77
$2 \text{Hg}^{2+}_{(\text{aq})} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Hg}_2^{2+}_{(\text{aq})}$	+0.92
$\text{NO}_3^-_{(\text{aq})} + 3 \text{H}^+_{(\text{aq})} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{HNO}_{2(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}$	+0.94
$\text{NO}_3^-_{(\text{aq})} + 4 \text{H}^+_{(\text{aq})} + 3 \text{e}^- \rightarrow \text{NO}_{(\text{g})} + 2 \text{H}_2\text{O}$	+0.96
$\text{Br}_{2(\text{l})} + 2 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{Br}^-_{(\text{aq})}$	+1.07
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}_{(\text{aq})} + 14 \text{H}^+_{(\text{aq})} + 6 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{Cr}^{3+}_{(\text{aq})} + 7 \text{H}_2\text{O}$	+1.33
$\text{Cl}_{2(\text{g})} + 2 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{Cl}^-_{(\text{aq})}$	+1.36
$\text{MnO}_4^-_{(\text{aq})} + 8 \text{H}^+_{(\text{aq})} + 5 \text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}_{(\text{aq})} + 4 \text{H}_2\text{O}$	+1.51
$\text{Co}^{3+}_{(\text{aq})} + \text{e}^- \rightarrow \text{Co}^{2+}_{(\text{aq})}$	+1.82
$\text{F}_{2(\text{g})} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{F}^-_{(\text{aq})}$	+2.87

# Použitá literatura

- <http://www.fpv.umb.sk/kat/kch/elektrochem/Elektrochemia/Teoria/3.1.html>
- <http://www.gnj.cz/projekt1/elektrochem/index.html>
- [http://www.wikiskripta.eu/index.php/Elektrodov%C3%A9\\_d%C4%Bje](http://www.wikiskripta.eu/index.php/Elektrodov%C3%A9_d%C4%Bje)
- <http://chemprof.tripod.com/redtable.htm>
- <http://dragonadam.wz.cz/elektrolyza.html>
- [http://users.prf.jcu.cz/sima/analyticka\\_chemie/elektroa.htm](http://users.prf.jcu.cz/sima/analyticka_chemie/elektroa.htm)