

## Elektrochemie

*Jak dlouhá je cesta od žabích stehýnek k lithiovým bateriím v noteboocích a mobilech? Proč se článkům říká galvanické? Rozsvítíme citronem žárovku? V jaké kyselině rozpustíme zlato? Co můžeme vyrobit z kuchyňské soli pomocí elektřiny?*

*Tyto a další otázky si zodpovíme v této kapitole propojující opět fyziku s chemií. Bude i „věda na doma“ a zúčastníme se nebezpečné pitvy. Ale začneme od začátku...*

Na vedení elektrického proudu jsou potřeba elektricky nabitě částice, elektrony nebo ionty. S těmi jsme se už letos setkali u redoxních reakcí, kde si látky předávaly elektrony. Pro začátek si tedy zopakujte důležité pojmy, bez kterých se zde neobejdeme (prolistujte sešit, bylo to někdy v březnu):

- oxidace
- redukce
- oxidační činidlo
- redukční činidlo

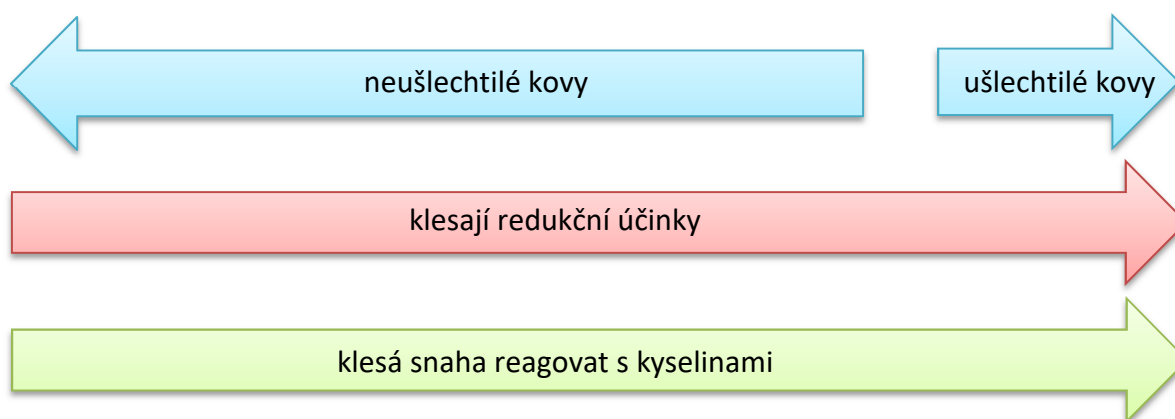
### Beketovova řada kovů

(též elektrochemická řada napětí, řada reaktivity kovů apod.)

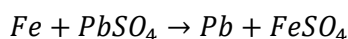
Co to je a jak vznikala, si prohlédněte ve videu (jen do času 9:45): <https://youtu.be/cbzd71-r9gU>.

Ruský chemik N. N. Beketov seřadil již v 19. století kovy podle jejich reaktivity do následující řady (zde jsou vybrány jen důležité kovy). V řadě je jediný nekovový prvek – vodík, který celou řadu rozděluje na dvě skupiny kovů:

**Li K Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Co Ni Sn Pb H Cu Ag Hg Au**



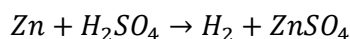
1. Neušlechtilé kovy jsou reaktivnější, a proto se v přírodě vyskytují pouze ve sloučeninách (rudách), ušlechtilé kovy se naopak vyskytují i ryzí (u nás např. stříbro – Kutná Hora – viz dějepis).
2. Kov umístěný vlevo dokáže vyredukovat kterýkoliv kov napravo od něj z jeho soli, např.:



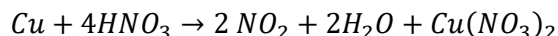
železo se při tom oxidovalo (z 0 na +II), je tedy redukčním činidlem vůči olovu, které se redukovalo (z +II na 0)

Naopak reakce  $Pb + FeSO_4$  neproběhne. *Mnoho příkladů vzájemných reakcí jste viděli ve videu.*

3. Kovy nalevo od vodíku (neušlechtilé) vytěsňují (vyredukuje) z kyselin vodík. Např.:



Kovy napravo od vodíku (ušlechtilé) reagují pouze s kyselinami, které mají oxidační účinky, což jsou kyselina dusičná  $\text{HNO}_3$  a koncentrovaná (nenaředěná vodou) kyselina sírová  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Při této reakci nevznikne vodík, ale plynné oxidy (siřičitý, dusičitý) a voda, např.:



*Tuto reakci bych vám ukázala ve škole, tak zatím aspoň zde (oxid dusičitý je jedovatý hnědý plyn, dusičnan měďnatý je modrý roztok): <https://youtu.be/gw-DE61tX8>*

Zlato je extrémně stabilní kov a rozpustí se pouze v lučavce královské = směs  $\text{HNO}_3$  a  $\text{HCl}$ . Podívat se můžete zde (*ale maminčin prsten doma rozpouštět nezkoušejte*): <https://youtu.be/XoqU1GfIOkI>.

*Historika: Za druhé světové války během německé invaze do Dánska použil lučavku královskou nebyvalým způsobem maďarský chemik George de Hevesy. Rozpustil v ní dvě zlaté medaile Nobelových cen pro Maxe von Laue a Jamese Francka, aby je nacisté neukradli. Roztok položil na polici ve své laboratoři v Institutu Nielse Bohra. Po válce se vrátil, našel roztok neporušený a vysrážel z něj zlato zpět. Nobelova společnost pak znovu odlila medaile z původního zlata.*

## Elektrodový potenciál

Ponoříme-li kov (**elektrodu**) do roztoku jeho soli (**elektrolytu**), dostaneme tzv. **poločlánek**. Pokud dva různé poločlánky vodivě spojíme např. solným můstkem, dostaneme **elektrický článek** a můžeme změřit jeho elektrické napětí.

To si prohlédněte v druhé části úvodního videa od 9:45: <https://youtu.be/cbzd71-r9gU>. Nakreslete si schematicky zmiňovaný článek (Cu-Zn).

Abychom mohli poločlánky z různých kovů porovnávat, byla zavedena **vodíková srovnávací elektroda** (platinový plíšek ponořený v kyselině, do které je vháněn vodík). Potenciál této vodíkové elektrody byl dohodou stanoven na 0,00 V. (něco jako hladina moře pro určování nadmořské výšky)

Poté se naměřily napětí všech kovů vůči této vodíkové elektrodě při teplotě 25°C a získaly se tzv. **standardní elektrodové potenciály  $E^0$** . Není náhoda, že seřadíme-li kovy podle těchto potenciálů, budou stát ve stejném pořadí jako v Beketovově řadě. Tímto měřením se teorie páně Beketova potvrdila.

Elektroda	$E^0$ [ V ]
$\text{Li}^+/\text{Li}$	-3,045
$\text{K}^+/\text{K}$	-2,925
$\text{Ca}^+/\text{Ca}$	-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
$\text{Co}^{2+}/\text{Co}$	-0,277
$\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}$	-0,250
$\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}$	-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
Au <sup>3+</sup> /Au	+1,498

Neušlechtilé kovy mají potenciály záporné, ušlechtilé kladné. Kov s nižším potenciálem je schopen vyredukovat kov s vyšším potenciálem z jeho soli. (viz Beketovova řada – je to stejné tvrzení)

## Galvanické články

- zařízení, ve kterých se chemická energie mění na elektrickou
- dělíme je na primární (jednorázové) a sekundární (opakovaně nabíjitelné)

Přehled nejdůležitějších typů článků si vypište z moc hezkého videa Nezkreslené vědy s nezaměnitelným komentářem Pavla Lišky: <https://youtu.be/g6mH4Cpg7Rw>

Pokud vás zajímá, co se skrývá například uvnitř vaší baterie z mobilu, podívejte se na pitvu: <https://youtu.be/7TNzWECrYTA> (doma určitě nezkoušejte!!!)

A kdo si chce vyrobit doma článek třeba z citronu nebo jablka, může se nechat inspirovat videem Akademie věd z jejich kanálu Věda na doma: <https://youtu.be/GDwDC7x7Leo>

Ve videu jsou články a baterie moc hezky vysvětlené, předvedené, naměřené. Dozvíte se, proč rozsvítíte třeba diodu, ale už ne žárovku. A uslyšíte tam opět i o Beketovově řadě, takže vám video určitě doporučuji zhlédnout.

### Cvičení na závěr:

1. Šípkou vyznač směr průběhu reakce:



2. Vyber, který z uvedených kovů vytěsni z kyseliny chlorovodíkové vodík. Reakce, které proběhnou, zapiš rovnicemi: *Mg, Ag, K, Cu*

3. Hliníkové destičky jsou ponořeny do roztoků *KCl, CaCl<sub>2</sub>, Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, PbSO<sub>4</sub>*. Z kterých roztoků *Al* vyredukuje příslušné kovy?

4. Vypočti napětí (rozdíl elektrodových potenciálů) mezi elektrodami článku, sestaveného z:

a) *Zn* a *Pb* elektrody

b) *Mg* a *Cu* elektrody

c) *Al* a *Ag* elektrody

Nápověda: napětí musí být vždy kladné číslo, takže odečítej menší číslo od většího