

## Beketovova řada kovů

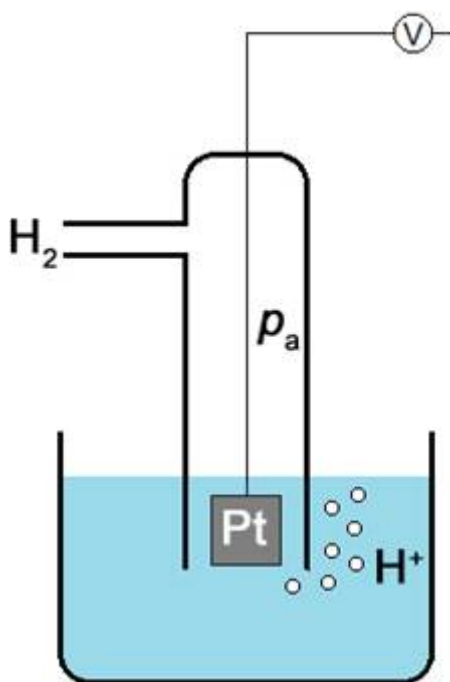
Hodnota [standardního elektrodového potenciálu](#) závisí na konkrétním typu kovu. Jeho hodnotu nelze experimentálně určit (tj. nelze experimentálně určit hodnotu [elektrického potenciálu](#) kovu vůči roztoku), lze ale určit potenciálový rozdíl dvou elektrod z různých kovů. Proto je nutné mít k dispozici tzv. [standardní elektrodu](#), vůči níž budeme standardní [elektrodový potenciál](#) daného kovu vztahovat.

Při měření elektrického potenciálu v daném místě [elektrostatického pole](#) se jako „standardní elektroda“ uvažuje [Země](#) a tělesa s ní vodivě spojená. Země má tedy nulový elektrický potenciál a vůči němu se určuje elektrický potenciál daného místa v elektrostatickém poli. V případě elektrického potenciálu kovů ponořených do [elektrolytu](#) je tímto „standardním potenciálem“ vodíková elektroda.

V případě [chemických prvků](#) jako standardní elektroda používá **standardní vodíková elektroda**, která je tvořena platinovou elektrodou pokrytou platinovou černí. Tato elektroda je ponořena do kyseliny a je sycena vodíkem při parciálním [tlaku](#) 101,325 kPa (tj. při normálním [atmosférickém tlaku](#)). Celá elektroda je uzavřena ve skleněné baňce, v níž jsou otvory pro vyvedení kovového vodiče z elektrody (slouží pro připojení k měřicímu přístroji) a přívodu vodíku. Schematicky je situace zobrazena na obr. 102. Potenciál této standardní vodíkové elektrody je nulový.

Standardní elektrodový potenciál daného kovu je tedy číselně roven [elektrickému napětí](#) měřenému mezi standardní vodíkovou elektrodou a elektrodou vyrobenou z daného kovu.

Zařízení, které umožňuje měřit popsany potenciálový rozdíl, se nazývá [galvanický článek](#).



Obr. 102

Na základě proměrování standardního potenciálu kovů (resp. potenciálového rozdílu mezi daným kovem a standardní vodíkovou elektrodou) lze kovy seřadit do tzv. **elektrochemické řady napětí kovů**. Tato řada se někdy též nazývá **Beketovova řada kovů** (viz obr. 103) a je pojmenovaná po ruském fyzikálním chemikovi Nikolajovi Nikolajeviči Beketovovi (1827 - 1911).

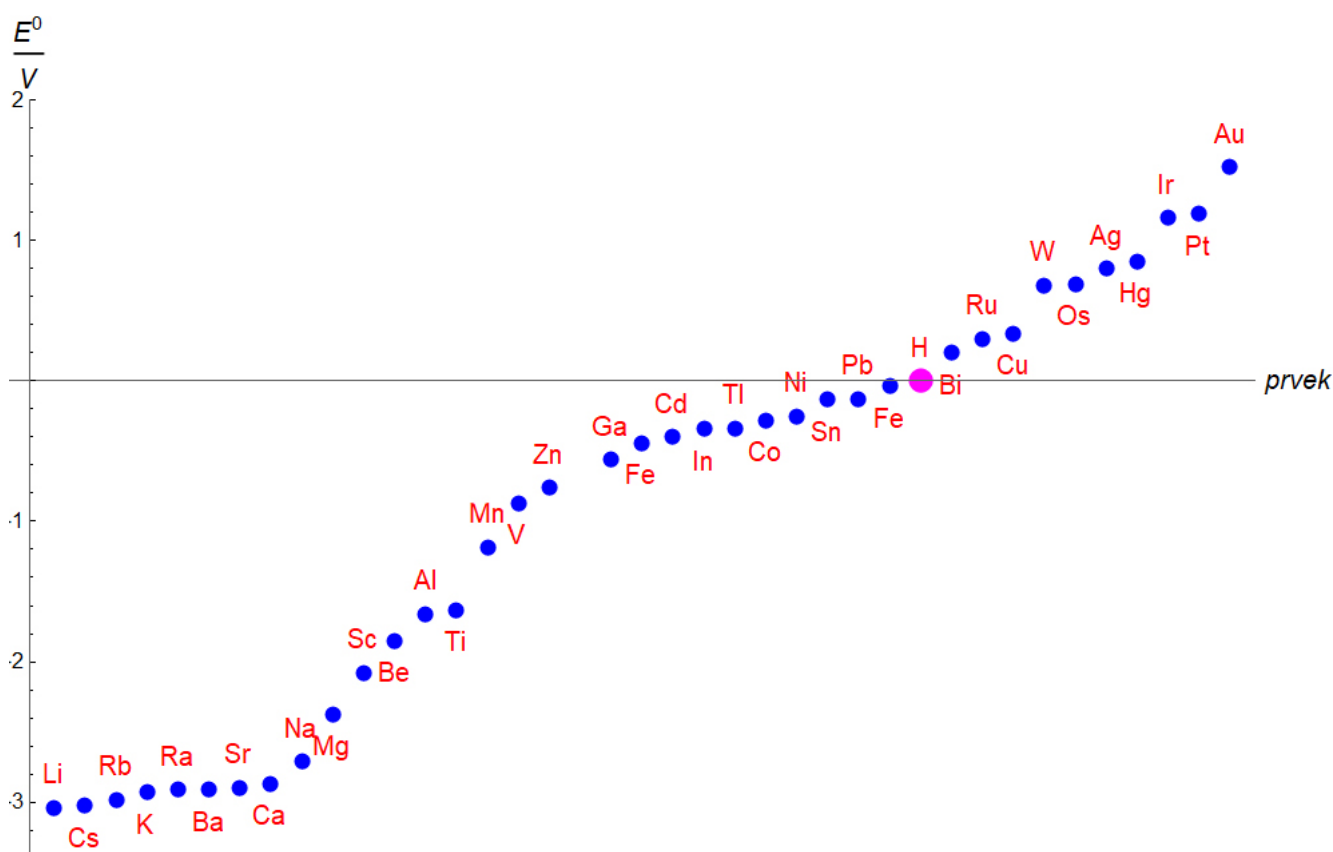
Li Cs Rb K Ra Ba Sr Ca Na Mg Sc Be Al Ti Mn V Zn Cr Ga Fe Cd In Tl Co Ni Sn Pb Fe  
H  
Bi Ru Cu W Os Ag Hg Ir Pt Au

V tab. 1 jsou uvedeny spolu s prvky z Beketovovy řady kovů i hodnoty příslušného standardního elektrodového potenciálu. Na obr. 104 je tato řada znázorněna graficky.

Detailnější studium ukazuje, že hodnota elektrodového potenciálu závisí nejen na konkrétním prvku (resp. kovu), ale také a jeho oxidačním čísle, které v dané sloučenině tento prvek má. Závislost na oxidačním čísle je přitom logická: oxidační číslo souvisí se stabilitou daného kovového iontu, který je v příslušné sloučenině vázán.

prvek	Li	Cs	Rb	K	Ra	Ba	Sr	Ca	Na	Mg	Sc	Be	Al
$\frac{E^0}{V}$	-3,04	-3,03	-2,98	-2,93	-2,91	-2,91	-2,9	-2,87	-2,71	-2,37	-2,08	-1,85	-1,66
prvek	Ti	Mn	V	Zn	Cr	Ga	Fe	Cd	In	Tl	Co	Ni	Sn
$\frac{E^0}{V}$	-1,63	-1,18	-0,87	-0,76	-0,740	-0,56	-0,44	-0,4	-0,34	-0,34	-0,28	-0,25	-0,13
prvek	Pb	Fe	H	Bi	Ru	Cu	W	Os	Ag	Hg	Ir	Pt	Au
$\frac{E^0}{V}$	-0,13	-0,04	0	0,2	0,3	0,34	0,68	0,69	0,799	0,851	1,16	1,188	1,52

tab. 1



Obr. 104

Na základě této řady lze usuzovat na řadu vlastností prvků v ní obsažených; a to zejména vlastností spojených s reaktivitou prvků, uvolňováním resp. přijímáním [elektronů](#), ...

Pro kovy v Beketovově řadě od lithia směrem ke zlatu postupně roste standardní elektrodový potenciál daného kovu.

Kovy v řadě od lithia ke zlatu mají tedy pozitivnější standardní elektrodový potenciál: lithium

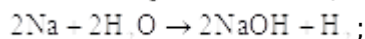
má -3 V, zatímco zlato má 1,52 V (viz tab. 1).

Proto ve směru od lithia ke zlatu klesá schopnost daných **atomů** vytvářet kationty. To znamená, že klesá schopnost odštěpovat valenční elektrony ze struktury kovu.

Valenční elektrony jsou ty, které jsou v atomovém obalu daného atomu nejvíce vzdáleny od **atomového jádra**. Proto jsou k jádru vázány nejslaběji a mohou být tedy odštěpeny působením relativně malé **síly** resp. dodáním relativně malé **energie**.

Z toho pro prvky v části řady od lithia k vodíku plyne:

1. rozpouštějí se v kyselinách za vzniku vodíku;
2. nejméně ušlechtilé prvky se rozpouštějí ve vodě - díky přítomnosti oxoniových kationtů  $\text{H}_3\text{O}^+$  ve vodě tyto kovy vytěsňují z vody vodík; např.



Nejméně ušlechtilé kovy se přitom nacházejí v Beketovově řadě nejvíce vlevo.

3. dobře se rozpouštějí v bezkyslíkatých kyselinách - např.  $\text{Zn} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$ ;
4. dobře se rozpouštějí v kyslíkatých kyselinách - ze zředěných málo oxidujících kyselin vytěsňují vodík, z koncentrovaných kyselin vytěsňují oxid centrálního atomu kyseliny;
5. redukují (vytěsňují) z roztoku ionty kovu s pozitivnějším potenciálem - např.  
 $\text{Zn} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{Cu}$ , přičemž měď se redukuje (oxidační číslo klesne z +2 na 0), zatímco zinek se oxiduje (tj. jeho oxidační číslo vzroste z 0 na +2).

Když tedy méně ušlechtilý kov (zinek) ponoříme do roztoku soli ušlechtilejšího kovu (měď), bude se méně ušlechtilý kov rozpouštět a více ušlechtilý kov vylučovat.

Pro kovy od vodíku ke zlatu platí:

1. nerozpouštějí se v kyselinách za vzniku vodíku;
2. nereagují s vodou (tj. nerozpouštějí se ve vodě);
3. s bezkyslíkatými kyselinami nereagují;
4. rozpouštějí se v kyslíkatých kyselinách - vytěsňují z nich oxid centrálního atomu kyseliny; např.  $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3 \rightarrow 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 4\text{H}_2\text{O} + 2\text{NO}$ ,  
 $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2$ , ...

© Encyklopedie Fyziky (<http://fyzika.jreichl.com>); Jaroslav Reichl, Martin Všeticka

Licence <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/> zakazuje úpravy a komerční distribuci.