Beketovova řada kovů

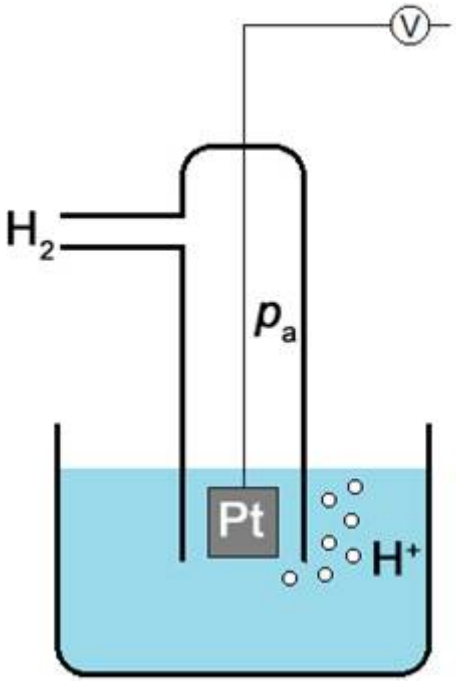
Hodnota standardního elektrodového potenciálu závisí na konkrétním typu kovu. Jeho hodnotu nelze experimentálně určit (tj. nelze experimentálně určit hodnotu elektrického potenciálu kovu vůči roztoku), lze ale určit potenciálový rozdíl dvou elektrod z různých kovů. Proto je nutné mít k dispozici tzv. **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 umožnuje měřit popsaný potenciálový rozdíl, se nazývá **galvanický článek**.



Obr. 102

Na základě proměřování 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

Obr. 103

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.

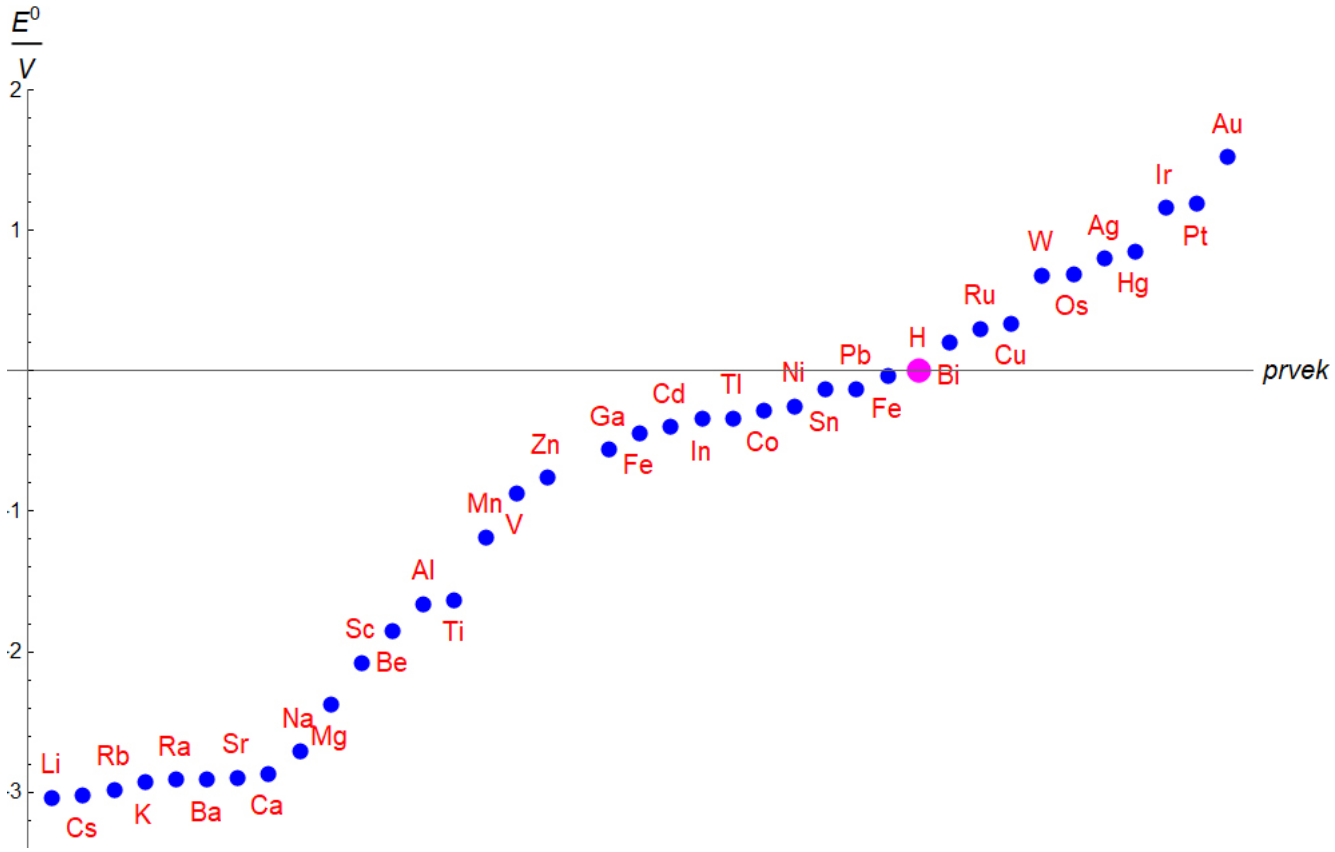
Detailnější studium ukazuje, že hodnota elektrodového potenciálu závisí nejen na konkrétním prvku (resp. kovu), ale také a jeho oxidačním čísle, které v dané sloučenině tento prvek má. Závislost na oxidačním čísle je přitom logická: oxidační číslo souvisí se stabilitou daného kovového iontu, který je 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	−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 Bektovově 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 H_3O^+ ve vodě tyto kovy vytěsňují z vody vodík; např. $2Na + 2H_2O \rightarrow 2NaOH + H_2$;

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

3. dobře se rozpouštějí v bezkyslíkatých kyselinách - např. $Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2$;
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. $Zn + CuSO_4 \rightarrow ZnSO_4 + Cu$, 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. $3Cu + 8HNO_3 \rightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 4H_2O + 2NO$, $Cu + 2H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 + 2H_2O + SO_2$, ...

© Encyklopedie Fyziky (http://fyzika.jreichl.com); Jaroslav Reichl, Martin Všetička
Licence http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/ zakazuje úpravy a komerční distribuci.