

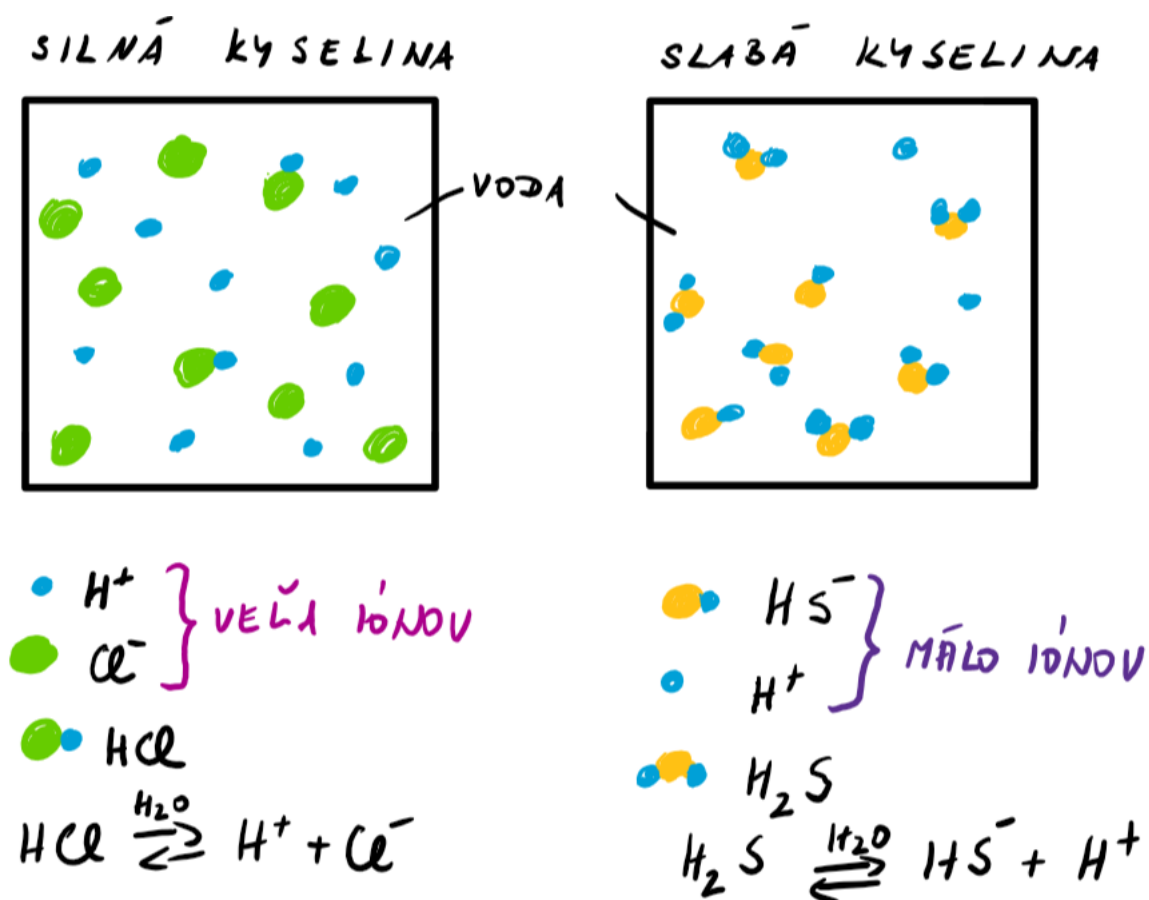
Sila kyselín a zásad

Silu kyselín – kyslosť, tj. **schopnosť odštiepovať protóny**

a **silu zásad** – zásaditosť, tj. **schopnosť viazať protóny** určujeme najčastejšie vzhľadom na ich správanie vo vode. Čím je kyselina silnejšia, tým je vo vode viac disociovaná – viac molekúl kyseliny je rozštiepených na ióny.

Silné kyseliny disociujú veľmi ľahko, tj. veľmi ľahko uvoľňujú protóny. Takmer všetky molekuly kyseliny sú disociované = rozštiepené na ióny.

Slabé kyseliny disociujú len čiastočne, protóny uvoľňujú veľmi ťažko, ionizuje malé množstvo molekúl kyseliny, ostatné sú nedisociované:



(molekuly vody nie sú znázornené kvôli prehľadnosti obrázka)

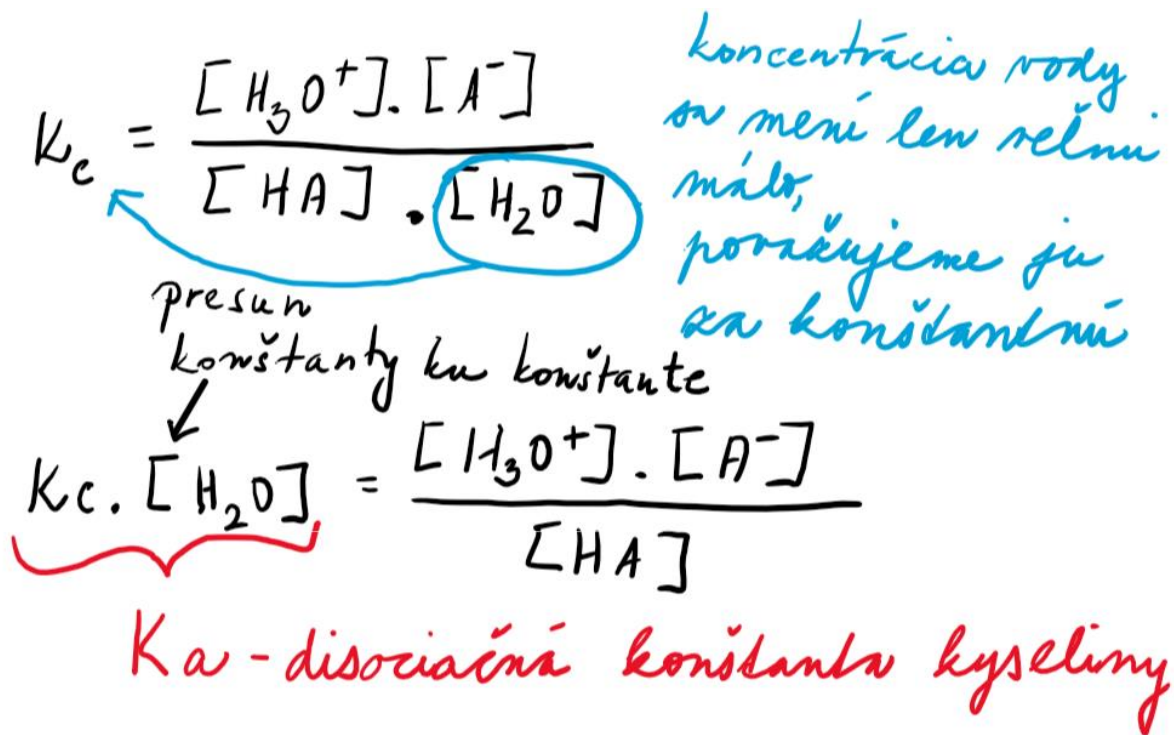
Mieru sily kyselín vyjadruje **disociačná konštanta** kyseliny K_a a disociačná konštanta zásady K_b . Hodnota K_a a K_b závisí od teploty. Hodnoty K_a a K_b pri teplote $25^\circ C$ sú uvedené v tabuľkách (bezrozmerná veličina).

Disociačná konštanta je odvodená pomocou rovnovážnej konštanty K_c :

Rovnica všeobecnej disociácie kyseliny vo vode:



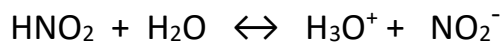
Zapíšeme z rovnice najskôr vzťah pre výpočet K_c danej disociácie:



Príklad:

Zapíšte vzťah pre výpočet disociačnej konštanty kyseliny dusitej:

1) Zapíšeme rovnicu disociácie kyseliny dusitej vo vode:



2) Zapíšeme vzťah pre disociačnú konštantu K_a (HNO_2):

$$K_a(HNO_2) = \frac{[H_3O^+] \cdot [NO_2^-]}{[HNO_2]}$$

Platí:

Čím je hodnota K_a väčšia, tým je kyselina silnejšia:

silné kyseliny: $K_a > 10^{-2}$

príklady:

HNO_3 , H_2SO_4 , HCl , HI , HBr , $HClO_4$, CCl_3COOH (kys. trichlóroctová)...

stredne silné kyseliny: K_a v intervale $10^{-4} - 10^{-2}$

príklady:

H_3PO_4 , $HCOOH$, H_2SO_3 , (HF - niekedy býva zaradená medzi slabé kyseliny)

slabé kyseliny: $K_a < 10^{-4}$

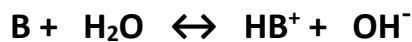
príklady:

H_2CO_3 , HCN, H_2S , väčšina organických karboxylových kyselín /octová, citrónová, mliečna, jablčná, vínna.../

Disociačná konštanta a) zásady resp. b) hydroxidu K_b je odvodená podobne:

Všeobecné rovnice:

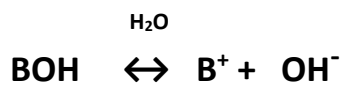
a) disociácia zásady (zásady podľa Brönsteda)



$$K_b(B) = \frac{[HB^+] \cdot [OH^-]}{[B]}$$

/rovnako ako pri kyseline je $K_b = K_c \cdot [H_2O]$, pretože súčin dvoch konštánt je opäť konštantný/

b) disociácia hydroxidu (Arrheniovej zásady)



$$K_b(BOH) = \frac{[B^+] \cdot [OH^-]}{[BOH]}$$

Platí podobne ako pri kyselinách:

Čím je hodnota K_b väčšia, tým je zásada silnejšia:

silné zásady: $K_b > 10^{-2}$ /KOH, NaOH, CsOH, LiOH.../

stredne silné zásady: K_b v intervale $10^{-4} - 10^{-2}$

slabé zásady: $K_b < 10^{-4}$ / NH_4OH , $Cu(OH)_2$, $Al(OH)_3$, $Fe(OH)_3$.../

V protolytických reakciách vzniká z kyseliny konjugovaná zásada, s ktorou tvoria konjugovaný pár.

Tu platí:

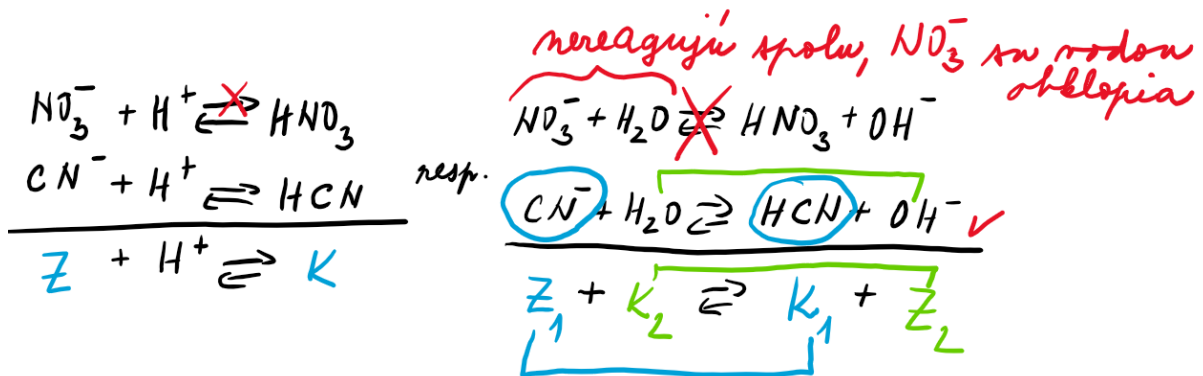
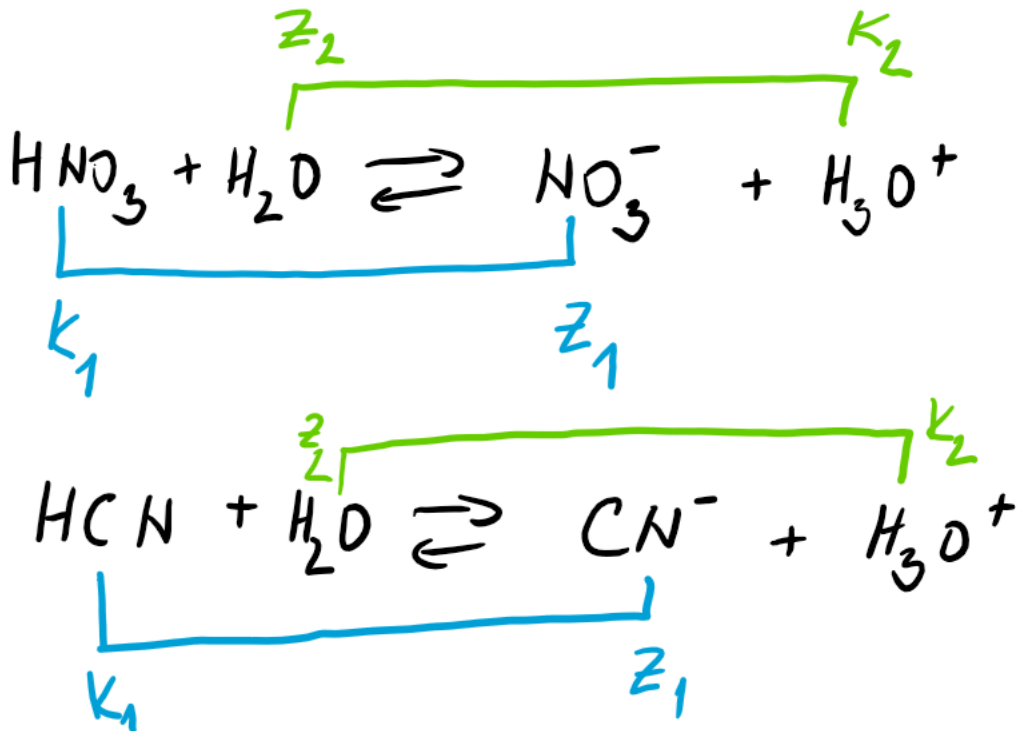
Čím je kyselina silnejšia, tým je jej konjugovaná zásada slabšia a naopak, čím je kyselina slabšia, tým je jej konjugovaná zásada silnejšia. To isté platí aj pre zásady – čím je zásada silnejšia, tým je jej konjugovaná kyselina slabšia a naopak.

Príklad:

Porovnajtie, ktorá zásada je silnejšia: NO_3^- alebo CN^- .

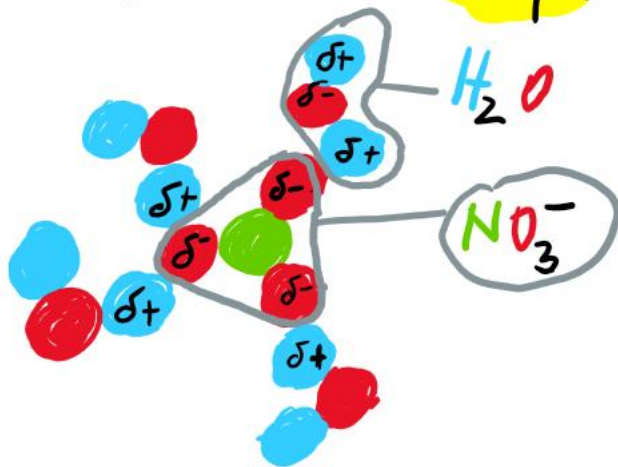
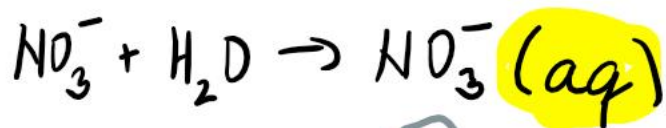
Riešenie:

Uvedené zásady sú konjugované ku kyselinám HNO_3 a HCN , vznikli ich disociáciou :



HNO_3 je silná kyselina, jej $K_a = 40$ /údaje v rôznych tab. sú odlišné, neuvádzajú pri akej t/ a HCN je slabá kyselina, jej $K_a = 6,2 \cdot 10^{-10}$.

Silnejšia zásada je CN^- , lebo je to konjugovaná zásada zo slabej kyseliny kyanovodíkovej HCN . Reaguje s vodou. NO_3^- pochádza zo silnej kyseliny dusičnej HNO_3 , anión s vodou prakticky **nereaguje**, obklopuje sa ňou:



Vodou sa obklopujú (akvatujú) anióny všetkých silných kyselín.

Elektrolyty

Kyseliny, hydroxidy, soli – patria medzi **elektrolyty** = látky s iónovou alebo polárnou kovalentnou väzbou, ktorých roztoky alebo taveniny **vedú elektrický prúd**, pretože sú v nich **prítomné ióny**. Sú rozpustné vo vode a v polárnych rozpúšťadlách.

Silné elektrolyty – v zriedených roztokoch sú takmer úplne disociované, patria medzi ne silné kyseliny a zásady a dobre rozpustné soli.

Napr.: kyselina sírová sa používa ako elektrolyt v autobatériách.

Slabé elektrolyty - v zriedených roztokoch sú disociované len v malom množstve, v roztoku sú prítomné aj nedisociované molekuly. Patria sem slabé kyseliny a zásady, organické kyseliny.

Napr. ovocné kyseliny v citróne: <https://www.hravozdravo.sk/hravo/podla-typu/pokusy/pokusy-z-fyziky/pokus-z-fyziky-pre-deti-bateria-z-citrona/>

Neelektrolyty – látky, ktoré nevedú elektrický prúd, v ich vodných roztokoch nie sú prítomné ióny. Obsahujú celé nedisociované molekuly – napr. sacharóza, glycerol.

Pre záujemcov niečo navyiac /nie je povinné pre 1. ročník/:

Niekedy sa miesto hodnoty disociačnej konštanty K_a uvádza jej **záporný dekadický logaritmus** pK_a /resp. pK_b miesto K_b /

Matematicky: **$pK_a = -\log K_a$**

Ak je hodnota K_a veľká, pK_a je malé.

pK_a poskytuje rovnaké informácie o sile kyseliny, len iným spôsobom. **Čím menšia je hodnota pK_a , tým silnejšia je kyselina.**

Pre silné kyseliny je $pK_a < 2$, stredne silné majú pK_a 2 až 4, slabé 5 až 9 a veľmi slabé $pK_a > 10$.

Dôvod, prečo sa používa pK_a je preto, že disociačná konštanta predstavuje veľmi malé čísla uvedené v matematickom zápise, ktoré sú ťažšie pochopiteľné. Rovnaký typ informácií získame z hodnôt pK_a , čo nie sú až také malé čísla.

Príklady :

- 1) Hodnota pK_a kyseliny octovej je 4,8. Hodnota pK_a kyseliny mliečnej je 3,8.
Pomocou hodnôt pK_a určte, ktorá kyselina je silnejšia.

Riešenie:

Z hodnôt pK_a je vidieť, že kyselina mliečna je silnejšou kyselinou ako je kyselina octová, pretože pK_a kyseliny mliečnej má menšiu hodnotu.

- 2) Kyselina chlorovodíková je silná kyselina, takmer kompletne disociuje, preto je K_a veľmi veľká a pK_a je naopak až záporné číslo. Podľa zadanej hodnoty K_a vypočítajte pK_a (HCl).

$$K_a (\text{HCl}) = 1,3 \cdot 10^6$$

$$pK_a (\text{HCl}) = ?$$

$$pK_a = -\log K_a = -\log 1,3 \cdot 10^6$$

$$pK_a = -6 - \log 1,3 = -6 - 0,114$$

$$pK_a (\text{HCl}) = -6,114$$

- 2) Kyselina kyanovodíková je slabá kyselina, málo disociovaná, K_a je malá hodnota – rádovo 10^{-10} , vypočítajte hodnotu pK_a , ktorá je väčšia ako pri HCl.

$$K_a (\text{HCN}) = 6,2 \cdot 10^{-10}$$

$$pK_a = ?$$

$$pK_a = -\log K_a = -\log 6,2 \cdot 10^{-10}$$

$$pK_a = 10 - \log 6,2 = 10 - 0,79$$

$$pK_a (\text{HCN}) = 9,21$$

Tabuľka sily kyselín a zásad

Ka	Kyselina		/Konjugovaná/ zásada	
	Angl. názov	Vzorec	Vzorec	Angl. názov
hodnota	Perchloric acid	HClO ₄	ClO ₄ ⁻	Perchlorate ion
3.2 * 10 ⁹	Hydroiodic acid	HI	I ⁻	Iodide
1.0 * 10 ⁹	Hydrobromic acid	HBr	Br ⁻	Bromide
1.3 * 10 ⁶	Hydrochloric acid	HCl	Cl ⁻	Chloride
1.0 * 10 ³	Sulfuric acid	H ₂ SO ₄	HSO ₄ ⁻	Hydrogen sulfate ion
2.4 * 10 ¹	Nitric acid	HNO ₃	NO ₃ ⁻	Nitrate ion
-----	Hydronium ion	H ₃ O ⁺	H ₂ O	Water
5.4 * 10 ⁻²	Oxalic acid	HO ₂ C ₂ O ₂ H	HO ₂ C ₂ O ₂ ⁻	Hydrogen oxalate ion
1.3 * 10 ⁻²	Sulfurous acid	H ₂ SO ₃	HSO ₃ ⁻	Hydrogen sulfite ion
1.0 * 10 ⁻²	Hydrogen sulfate ion	HSO ₄ ⁻	SO ₄ ²⁻	Sulfate ion
7.1 * 10 ⁻³	Phosphoric acid	H ₃ PO ₄	H ₂ PO ₄ ⁻	Dihydrogen phosphate ion
7.2 * 10 ⁻⁴	Nitrous acid	HNO ₂	NO ₂ ⁻	Nitrite ion
6.6 * 10 ⁻⁴	Hydrofluoric acid	HF	F ⁻	Fluoride ion
1.8 * 10 ⁻⁴	Methanoic acid	HCO ₂ H	HCO ₂ ⁻	Methanoate ion
6.3 * 10 ⁻⁵	Benzoic acid	C ₆ H ₅ COOH	C ₆ H ₅ COO ⁻	Benzoate ion
5.4 * 10 ⁻⁵	Hydrogen oxalate ion	HO ₂ C ₂ O ₂ ²⁻	O ₂ C ₂ O ₂ ²⁻	Oxalate ion
1.8 * 10 ⁻⁵	Ethanoic acid	CH ₃ COOH	CH ₃ COO ⁻	Ethanoate (acetate) ion
4.4 * 10 ⁻⁷	Carbonic acid	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Hydrogen carbonate ion
1.1 * 10 ⁻⁷	Hydrosulfuric acid	H ₂ S	HS ⁻	Hydrogen sulfide ion
6.3 * 10 ⁻⁸	Dihydrogen phosphate ion	H ₂ PO ₄ ⁻	HPO ₄ ²⁻	Hydrogen phosphate ion
6.2 * 10 ⁻⁸	Hydrogen sulfite ion	HS ⁻	S ²⁻	Sulfite ion
2.9 * 10 ⁻⁸	Hypochlorous acid	HClO	ClO ⁻	Hypochlorite ion
6.2 * 10 ⁻¹⁰	Hydrocyanic acid	HCN	CN ⁻	Cyanide ion
5.8 * 10 ⁻¹⁰	Ammonium ion	NH ₄ ⁺	NH ₃	Ammonia
5.8 * 10 ⁻¹⁰	Boric acid	H ₃ BO ₃	H ₂ BO ₃ ⁻	Dihydrogen carbonate ion
4.7 * 10 ⁻¹¹	Hydrogen carbonate ion	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	Carbonate ion
4.2 * 10 ⁻¹³	Hydrogen phosphate ion	HPO ₄ ²⁻	PO ₄ ³⁻	Phosphate ion
1.8 * 10 ⁻¹³	Dihydrogen borate ion	H ₂ BO ₃ ⁻	HBO ₃ ²⁻	Hydrogen borate ion
1.3 * 10 ⁻¹³	Hydrogen sulfide ion	HS ⁻	S ²⁻	Sulfide ion
1.6 * 10 ⁻¹⁴	Hydrogen borate ion	HBO ₃ ²⁻	BO ₃ ³⁻	Borate ion
-----	water	H ₂ O	OH ⁻	Hydroxide

1. Silné kyseliny sú umiestnené v ľavom hornom rohu tabuľky a majú Ka >1
2. Sila kyseliny v tabuľke smerom nadol klesá.
3. Silné zásady sú umiestnené v pravom dolnom rohu na spodu tabuľky a slabnú smerom hore.

zdroj tab.: <https://depts.washington.edu/eoopic/links/acidstrength.html>

ďalšie tabuľky s hodnotami Ka a pKa nájdete (niektoré hodnoty sa v tabuľkách líšia):

<https://is.muni.cz/www/literak/tabulky.pdf>

<http://old.pglbc.cz/files/chemie/disociace.pdf>