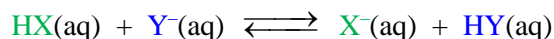


Príprava chloridu draselného – Teória

V nasledujúcom texte sa pojednáva iba o Brønstedových kyselinách a zásadách.

Vytlačanie kyselín z ich solí

S hodnotami ionizačných konštánt kyselín súvisí ich schopnosť vzájomne sa vytláčať z roztokov svojich solí. Ak sa do roztoku soli slabšej kyseliny HY, ktorý obsahuje anión tejto kyseliny Y^- , pridá roztok silnej kyseliny HX, v roztoku sa ustáli rovnováha

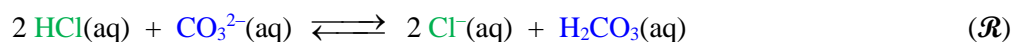


charakterizovaná rovnovážnou konštantou

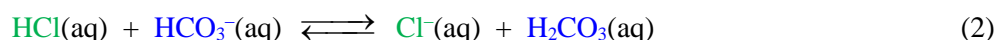
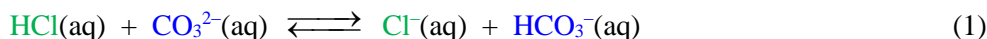
$$K = \frac{[\text{X}^-][\text{HY}]}{[\text{HX}][\text{Y}^-]} = \frac{\frac{[\text{X}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HX}]} \cdot [\text{HY}]}{[\text{Y}^-][\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{K_a(\text{HX})}{K_a(\text{HY})}$$

To znamená, že rovnováha je tým viac posunutá k vzniku slabšej kyseliny HY, čím je východisková kyselina HX silnejšia ako HY. Takéto protolytické reakcie sa označujú ako vytláčanie slabších kyselín z ich solí silnejšími kyselinami.

Napr. pre reakciu kyseliny chlorovodíkovej s uhličitanom draselným



môžeme uvažovať dva kroky



čomu, podľa vyššie odvodeného vzťahu, zodpovedajú dve rovnovážne konštanty

$$K(1) = \frac{K_a(\text{HCl})}{K_a(\text{HCO}_3^-)} = \frac{1 \cdot 10^7}{5,6 \cdot 10^{-11}} = 1,79 \cdot 10^{17}$$

$$K(2) = \frac{K_a(\text{HCl})}{K_{a1}(\text{H}_2\text{CO}_3)} = \frac{1 \cdot 10^7}{4,3 \cdot 10^{-7}} = 2,33 \cdot 10^{13}$$

Pretože chemická rovnica \mathcal{R} je súčtom dvoch uvedených rovníc 1 a 2, rovnovážna konštantka $K(\mathcal{R})$ je rovná súčinu ich rovnovážnych konštánt $K(1)$ a $K(2)$.

$$K(\mathcal{R}) = K(1) K(2) = \frac{K_a(\text{HCl})}{K_a(\text{HCO}_3^-)} \cdot \frac{K_a(\text{HCl})}{K_{a1}(\text{H}_2\text{CO}_3)} = 1,79 \cdot 10^{17} \cdot 2,33 \cdot 10^{13} = 4,17 \cdot 10^{30}$$

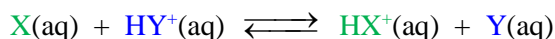
Alebo ináč: Uvedenú reakciu kyseliny chlorovodíkovej s uhličitanom draselným vyjadruje rovnica \mathcal{R} , charakterizovaná rovnovážnou konštantou $K(\mathcal{R})$

$$K(\mathcal{R}) = \frac{[\text{Cl}^-]^2 [\text{H}_2\text{CO}_3]}{[\text{HCl}]^2 [\text{CO}_3^{2-}]} = \frac{\frac{[\text{Cl}^-]^2 [\text{H}_3\text{O}^+]^2}{[\text{HCl}]^2}}{\frac{[\text{CO}_3^{2-}][\text{H}_3\text{O}^+]^2}{[\text{H}_2\text{CO}_3]}} = \frac{K_a(\text{HCl})^2}{K_a(\text{H}_2\text{CO}_3)} = \frac{(1,0 \cdot 10^7)^2}{2,4 \cdot 10^{-17}} = 4,17 \cdot 10^{30}$$

Veľmi veľká hodnota rovnovážnej konštanty $K(\mathcal{R}) = 4,17 \cdot 10^{30}$ reakcie \mathcal{R} vysvetľuje výrazný posun rovnováhy v smere vzniku slabšej kyseliny uhličitej. Teda silnejšia kyselina (chlorovodíková) vytláči slabšiu kyselinu (uhličitú) z jej solí. Navyše, vznikajúca kyselina uhličitá je natoľko nestabilná, že sa spontánne rozkladá na vodu a oxid uhličitý, ktorý z reakčnej zmesi, ako plynný produkt, kontinuálne uniká. To, podľa princípu pohyblivej rovnováhy, podnecuje ďalší priebeh reakcie \mathcal{R} v smere vzniku produktov. Snaha dosiahnuť rovnováhu preto vedie k takmer úplnému zreagovaniu jedného z reaktantov.

Vytlačanie zásad z ich solí

Analogická úvaha platí aj pre zásady. Ak sa do roztoku soli slabšej zásady Y, ktorý obsahuje kation tejto zásady HY^+ , pridá roztok silnej zásady X, v roztoku sa ustáli rovnováha

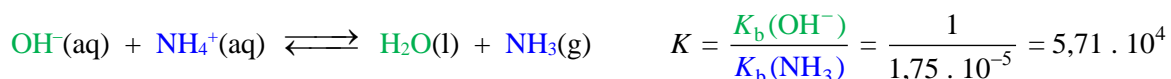


charakterizovaná rovnovážnou konštantou

$$K = \frac{[\text{HX}^+][\text{Y}]}{[\text{X}][\text{HY}^+]} = \frac{[\text{HX}^+][\text{OH}^-]}{[\text{X}][\text{HY}^+][\text{OH}^-]} = \frac{K_b(\text{X})}{K_b(\text{Y})}$$

To znamená, že rovnováha je tým viac posunutá k vzniku slabšej zásady Y, čím je východisková zásada X silnejšia ako Y. Takéto protolytické reakcie sa označujú ako vytláčanie slabších zásad z ich solí silnejšími zásadami.

Napr. hydroxidový anión reaguje s amónnym kationom za vzniku amoniaku (konjugovaná zásada k amónnemu kationu) a vody.



Pretože hydroxidový anión je silnejšou zásadou ako amoniak (porovnajte hodnoty ich K_b), rovnováha tejto reakcie bude posunutá v smere vzniku amoniaku, ako o tom svedčí veľká hodnota rovnovážnej konštanty K . Teda silnejšia zásada (hydroxidový anión) vytláči slabšiu zásadu (amoniak) z jej soli. Podobne, aj tu jeden z produktov, plynny amoniak, kontinuálne uniká z reakčného prostredia. To, podľa princípu pohyblivej rovnováhy, podnecuje ďalší priebeh reakcie v smere produktov. Snaha dosiahnuť rovnováhu preto vedie k takmer úplnému zreagovaniu jedného z reaktantov.

Laboratórne sa amoniak skutočne pripravuje reakciou amónnej soli s roztokom silného alkalického hydroxidu.

Precvičte si

- Odpovedzte z hlavy: Akú hodnotu majú konštanty $K_a(\text{H}_2\text{O})$, $K_b(\text{H}_2\text{O})$, $K_a(\text{H}_3\text{O}^+)$, $K_b(\text{OH}^-)$?
- ★ Dokážte, že ak je chemická rovnica \mathcal{R} lineárnou kombináciou $\sum a_i \mathcal{R}_i$ viacerých iných chemických rovníc \mathcal{R}_i , tak rovnovážna konštantá $K(\mathcal{R})$ reakcie \mathcal{R} je rovná súčinu rovnovážnych konštant $K(\mathcal{R}_i)$ jednotlivých reakcií \mathcal{R}_i umocnených na príslušné koeficienty a_i lineárnej kombinácie, tj. $K(\mathcal{R}) = \prod K(\mathcal{R}_i)^{a_i}$.
- ★ Amónny kation NH_4^+ je stabilnou časticou. Ako je to s analogickou izoelektrónovou časticou H_4O^{2+} ?