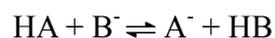




Konjugierte Säure-Base-Paare, pH-Wert, Neutralisation

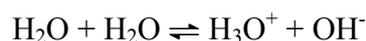
I Konjugierte Säure-Base-Paare

Bei der „Protonenübergabereaktion“ zwischen Brønsted-Säure und -Base, der Protolyse, geht die Säure in ihre korrespondierende Base und die Base in ihre korrespondierende Säure über. Nach der allgemeinen Reaktionsgleichung



lassen sich 2 konjugierte Paare definieren – Die Säure HA, welche durch Protonenabspaltung zur konjugierten Base wird, und die Base B⁻, die das Proton aufnimmt und so zu ihrer konjugierten Säure wird. Eine starke Säure reagiert zu einer schwachen Base, eine starke Base zu einer schwachen Säure.

Als Sonderfall sei hier Wasser erwähnt, da es sowohl zur Säure als auch zur Base reagieren kann. Man bezeichnet Wasser (H₂O) daher als amphoter, es ist ein Ampholyt. Die Reaktion wird Autoprotolyse des Wassers genannt.



Hier liegt das Gleichgewicht fast vollständig auf der linken Seite, in Wasser ist also fast immer die konstante Menge an H₂O Molekülen, Oxonium- und Hydroxidionen enthalten.

II pH-Wert

Als Maß zur Bestimmung der Acidität, also des Säuregrades einer Lösung dient der pH-Wert (lat. pondus hydrogenii – Gehalt an Wasserstoff). Dieser ist eine dimensionslose Größe, welcher durch die Konzentration an Oxoniumionen in einer Lösung errechnet werden kann.

Beispielhaft sei dies hier an der Autoprotolyse des Wassers verdeutlicht. Zur oben genannten Reaktion lässt sich ein Massenwirkungsgesetz (MWG) aufstellen.

$$K = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] \times [\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]^2}$$

Da die Konzentration von H_2O in Wasser nahezu konstant ist, lässt sich diese mit der Gleichgewichtskonstante kombinieren. Man spricht nun von der Dissoziationskonstante des Wassers K_W

$$K_W = [\text{H}_3\text{O}^+] \times [\text{OH}^-] = 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{l}^2 \text{ (bei 298 K, 25}^\circ\text{C)}$$

Der Wert $10^{-14} \text{ mol}^2/\text{l}^2$ wurde in Experimenten nachgewiesen. Wie sich aus der Autoprotolysereaktion ablesen lässt, befindet sich in Wasser eine äquimolare Menge an Oxonium- und Hydroxidionen. Deshalb lässt sich die Konzentration der Oxoniumionen einfach berechnen:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{10^{-14} \text{ mol}^2/\text{l}^2} = 10^{-7} \text{ mol/l}$$

Zur Vereinfachung benutzt man den negativen dekadischen Logarithmus, damit ist der pH-Wert von Wasser definiert:

$$\text{pH} = -\lg(10^{-7} \text{ mol/l}) = 7$$

Ein pH-Wert von 7 bedeutet, dass die Lösung neutral ist. Liegt der Wert unter 7 bedeutet dies eine höhere Konzentration an Oxoniumionen und somit eine saure Lösung, über 7 eine höhere Konzentration an Hydroxidionen und somit ein basisches Milieu.

pH-Werte sind temperaturabhängig, durch Energiezufuhr beispielsweise bei Wasser ändert sich der pH-Wert von 7 in Richtung 6, denn durch die Wärme bilden sich mehr Oxoniumionen (H_3O^+).

III Neutralisation

Bei einer Neutralisation heben sich die Wirkungen und Eigenschaften einer Säure und Base unter Bildung von Wasser vollständig auf.

Als Beispiel sei hier die Reaktion von Chlorwasserstoffsäure HCl und Natriumhydroxid NaOH in wässriger Lösung dargestellt:



Haben äquimolare Mengen einer starken Säure und einer starken Base vollständig miteinander reagiert, ist der pH-Wert 7.

IV Versuche zur Messung des pH-Wertes einiger Salze

- a) $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HSO}_4^- + \text{NaOH}$
Gleichgewicht links, neutrale Reaktion

b) $\text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{K}^+ + \text{OH}^- + \text{HNO}_3$
Gleichgewicht links, neutrale Reaktion

c) $\text{KHSO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{K}^+ + \text{SO}_4^{2-}$
Gleichgewicht rechts, stark sauer

d) $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^-$ (Hydrogencarbonat) + NaOH
Carbonat setzt sich teilweise zu Hydrogencarbonat und OH^- um, basische Reaktion

e) (Natriumacetat) $\text{Na}(\text{CH}_3\text{COO}) + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Na}^+ + \text{OH}^- + \text{CH}_3\text{COOH}$
Acetat setzt sich teilweise zu Essigsäure und OH^- um, basische Reaktion

Fragen

1) Was versteht man unter einem konjugierten Säure-Base-Paar? Wie kann man abschätzen ob eine wässrige Lösung eines Salzes sauer, neutral oder basisch reagiert?

2) Wie ist der pH-Wert definiert? Ist der pH-Wert temperaturabhängig (Erklärung!)?