

Allgemeine und anorganische Chemie 1

FSU Jena - WS 07/08

Serie 04 - Lösungen

Stilianos Louca

10. Januar 2008

Aufgabe 01

- **Nach Arrhenius:** Säuren sind Wasserstoffverbindungen, die in wässriger Lösung durch Dissoziation H^+ -Ionen bilden, z.B



Basen sind Hydroxide, sie bilden durch Dissoziation in wässriger Lösung OH^- Ionen, z.B

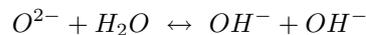


Die sauren Eigenschaften einer Lösung kommen durch H^+ Ionen, und die basischen Eigenschaften durch OH^- Ionen zustande.

- **Nach Brönsted:** Säuren sind solche Stoffe, die H^+ Ionen (Protonen) abspalten können, Basen sind Stoffe, die H^+ Ionen (Protonen) aufnehmen können. Die Verbindung HCl z.B ist eine Säure, da sie Protonen abspalten kann. Das dabei entstehende Cl^- Ion ist eine Base, da es Protonen aufnehmen kann. Die durch Protonenabspaltung aus einer Säure entstehende Base bezeichnet man als konjugierte Base. Cl^- ist die konjugierte Base der Säure HCl . Säure und konjugierte Base bilden zusammen ein Säure-Base-Paar. In wässriger Lösung lagert sich das Proton an ein H_2O Molekül an, H_2O wirkt als Base. Dabei entsteht die Säure H_3O^+ .
- **Nach Lewis:** Eine Lewis-Säure ist ein elektrophiler Elektronenpaarakzeptor, kann also Elektronenpaare anlagern. Eine Lewis-Base ist dementsprechend ein Elektronenpaardonator, der (zur Ausbildung kovalenter Bindungen geeignete) Elektronenpaare abgeben kann. Alle Basen nach Brönsted sind auch Lewis-Basen! Typische Lewis-Basen sind z.B NH_3 , H_2O , F^- , CN^- oder CO .

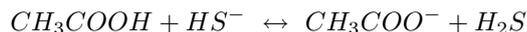
Aufgabe 02

- a) Die chemische Gleichung lautet



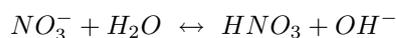
wobei OH^- einmal als Base und einmal als Säure betrachtet wird. Aus Tabellen weiss man $pK_s(H_2O) = 15.7$ und $pK_s(OH^-) = 29$ woraus man sieht dass H_2O eine stärkere Säure als OH^- ist, und somit als hauptsächlicher H^+ donator reagiert. Analog ist $pK_b(O^{2-}) = pK_w - pK_s(OH^-) = -15$ eine sehr starke Base. Somit befindet sich das Gleichgewicht überwiegend auf der rechten Seite!

- b) Die chemische Gleichung lautet



wobei $pK_s(CH_3COOH) = 4.75$ und $pK_s(H_2S) = 6.99$ sind. Die Essigsäure ist also eine etwas stärkere Säure und das Gleichgewicht befindet sich somit etwas rechts.

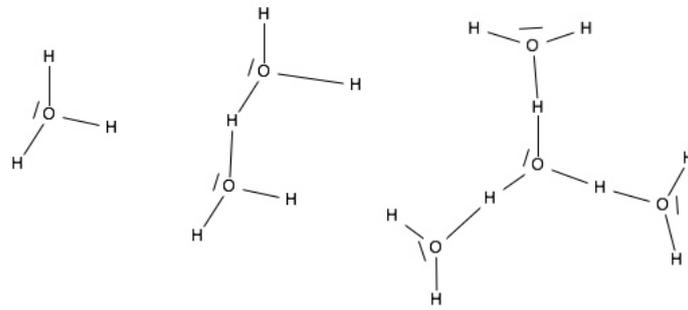
- c) Die chemische Gleichung lautet



und man sieht aus $pK_s(HNO_3) = -1.37$, $pK_s(H_2O) = 15.7$ dass HNO_3 eine viel stärkere Säure als H_2O ist. Somit liegt das GG überwiegend auf der linken Seite.

Aufgabe 03

Die Struktur der Ionen H_3O^+ , $H_5O_2^+$, $H_9O_4^+$ sieht vereinfacht dargestellt von links nach rechts wie folgt aus:



Aufgabe 04

Allgemein gilt bei der Reaktion einer Säure HA mit Wasser

$$\frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]} = K_s$$

Im Falle der Salzsäure also

$$\frac{[H_3O^+][Cl^-]}{\underbrace{[HCl]}_c} = K_s$$

Da $[H_3O^+] = [Cl^-]$ gilt, folgt für den pH Wert

$$pH = -\log [H_3O^+] = -\log \sqrt{cK_c} = -\frac{\log c}{2} - \frac{\log K_c}{2} = -\frac{\log 0.2}{2} + \frac{pK_s}{2} \approx 0.649$$

Analog gilt im Falle der Essigsäure

$$\frac{[H_3O^+][CH_3COO^-]}{\underbrace{[CH_3COOH]}_c} = K_s$$

Durch die chemische Gleichung



sieht man dass $[H_3O^+] = [CH_3COO^-]$ gelten muss, und sich der pH Wert demnach ergibt als

$$pH = -\log [H_3O^+] = -\log \sqrt{cK_s} = -\frac{\log 0.2}{2} + \frac{pK_s}{2} \approx 2.72$$

Aufgabe 05

Da das gesamte Volumen $V = 175$ ml beträgt, ergeben sich die Konzentrationen

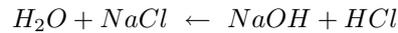
$$[HF] = \frac{0.05 \cdot 125}{175} = 0.036 \text{ mol/l}, \quad [F^-] = 0.029 \text{ mol/l}$$

und durch die Puffgleichung

$$pH = pK_s - \log \frac{[HF]}{[F^-]} = 3.08$$

Aufgabe 06

Das Salz $NaCl$ entsteht aus der Reaktion einer starken Base und einer starken Säure



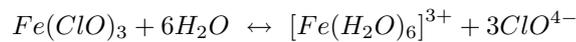
und ist daher neutral. Im Falle von $FeCl$ tritt eine Art Komplexbildung der Fe^{3+} -Ionen mit den Wassermolekülen auf, wobei aus einigen H_2O Molekülen ein OH^- -Ion entrissen wird, und so H^+ freigesetzt wird. Es ergibt sich ein Gleichgewicht gemäß



und die $[Fe(H_2O)_6]^{3+}$ -Ionen wirken somit säuerlich!

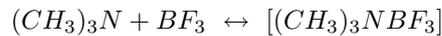
Aufgabe 08

a) Bei der Reaktion



ist H_2O ein Elektronenpaardonator und wirkt so als Lewis-Base. Ferner akzeptiert $Fe(ClO)_3$ genau diese Elektronenpaare und ist somit eine Lewis-Säure.

b) Bei der Reaktion



wirkt BF_3 als Elektronenpaar-Akzeptor (sehr elektronegatives Fluor) und ist somit eine Lewis-Säure, und $(CH_3)_3N$ als Elektronenpaar-Donator und ist somit eine Lewis-Base.