

# Allgemeine und anorganische Chemie 1

## FSU Jena - WS 07/08

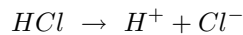
### Serie 04 - Lösungen

Stilianos Louca

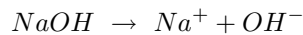
10. Januar 2008

#### 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

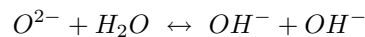


Die sauren Eigenschaften einer Lösung kommen durch  $H^+$  Ionen, und die basischen Eigenschaften durch  $OH^-$  Ionen zustande.

- **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  $CO$ .

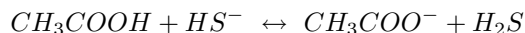
#### Aufgabe 02

- a) Die chemische Gleichung lautet



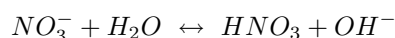
wobei  $OH^-$  einmal als Base und einmal als Säure betrachtet wird. Aus Tabellen weiss man  $pK_s(H_2O) = 15.7$  und  $pK_s(OH^-) = 29$  woraus man sieht dass  $H_2O$  eine stärkere Säure als  $OH^-$  ist, und somit als hauptsächlicher  $H^+$  donator reagiert. Analog ist  $pK_b(O^{2-}) = pK_w - pK_s(OH^-) = -15$  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.

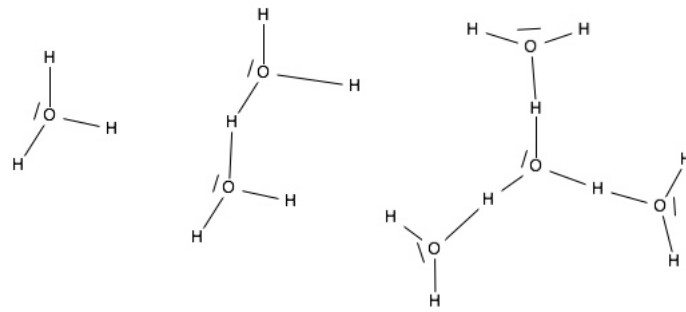
- c) Die chemische Gleichung lautet



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

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

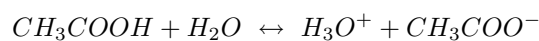
Da  $[H_3O^+] = [Cl^-]$  gilt, folgt für den pH Wert

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

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

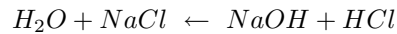
$$[HF] = \frac{0.05 \cdot 125}{175} = 0.036 \text{ mol/l}, \quad [F^-] = 0.029 \text{ mol/l}$$

und durch die Puffgleichung

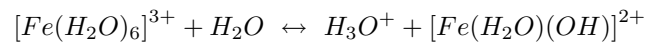
$$pH = pK_s - \log \frac{[HF]}{[F^-]} = 3.08$$

## Aufgabe 06

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



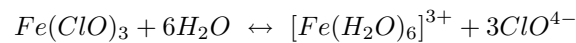
und ist daher neutral. Im Falle von  $FeCl$  tritt eine Art Komplexbildung der  $Fe^{3+}$ -Ionen mit den Wassermolekülen auf, wobei aus einigen  $H_2O$  Molekülen ein  $OH^-$ -Ion entrissen wird, und so  $H^+$  freigesetzt wird. Es ergibt sich ein Gleichgewicht gemäß



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

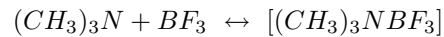
## Aufgabe 08

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.