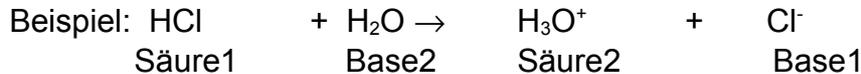


Übungsaufgaben zum Thema Säuren, Basen und Puffer

Säure/Base Definition nach Brønsted: Säuren sind Stoffe, die Protonen abgeben können (Protonendonatoren). Basen sind Stoffe, die Protonen aufnehmen können (Protonenakzeptoren).



Das Beispiel zeigt: Zu jeder Säure gehört automatisch eine Base. Bei der Hinreaktion gibt die HCl ein Proton ab (=Säure). Das entstehende Cl^- Ionen ist in der Lage wieder ein Proton aufzunehmen (=Base) und zur HCl zurück zu reagieren. Ein solches Paar nennt man korrespondierendes (oder konjugiertes) Säure-Base- Paar.

Aufgabe 1: Geben Sie die korrespondierenden Basen zu folgenden Verbindungen an:

- a) H_3PO_4
- b) H_2PO_4^-
- c) NH_3
- d) H_2SO_4

Aufgabe 2: Geben Sie die korrespondierenden Säuren zu folgenden Verbindungen an:

- a) H_2O
- b) NH_3
- c) S^{2-}
- d) HS^-

Der pH-Wert ist definiert als negativer dekadischer Logarithmus der H^+ Ionenkonzentration. Parallel dazu gibt es den pOH-Wert. Er ist definiert als negativer dekadischer Logarithmus der OH^- Ionenkonzentration. pOH-Wert und pH-Wert ergeben zusammen immer den Wert 14.

Beispiel: Eine Lösung hat den pH-Wert 6. Der pOH-Wert ist dann 8.

Aufgabe 3: Wie groß sind $c(\text{H}^+)$, $c(\text{OH}^-)$, pH und pOH für Salzsäure mit einer Konzentration von 0,02 mol/L? HCl ist eine starke Säure, d.h. Sie dissoziiert vollständig. Die H^+ Ionenkonzentration des Wassers kann vernachlässigt werden.

Hilfe: Notieren Sie zunächst die Reaktionsgleichung. Überlegen Sie wie viel mol H^+ aus 1 mol HCl entstehen und analog dazu wie viel aus nur 0,02 mol HCl. Berechnen Sie dann den pH-Wert und anschließend den pOH-Wert.

Aufgabe 4: Welchen pH-Wert hat eine Lösung von 0,0005 mol NaOH pro Liter?

Aufgabe 5: Wie groß ist $c(\text{H}^+)$ in einer Lösung mit pH= 10,6 ?

Schwache Säuren dissoziieren im Wasser nicht vollständig, d.h. die Konzentration an Säure entspricht nicht automatisch der H⁺ Ionenkonzentration. Zu diesem Zweck muss entweder die Säurekonstante K_s (bzw. pK_s-Wert) angegeben sein oder der Protolysegrad α.

Beispiel: In wässriger Lösung bei 25°C ist Essigsäure bei einer Gesamtkonzentration von 0,1 mol/L zu 1,34% dissoziiert. Wie groß ist K_s und pK_s?

Reaktion: CH₃COOH CH₃COO⁻ + H⁺ (das Wasser wurde zur Vereinfachung weggelassen)

c (Essigsäure) = 0,1 mol/L 0,1 mol/L = 100% H⁺ Ionen
 c(H⁺) = ? x mol/L = 1,34% H⁺ Ionen x = 0,00134 mol/L

Das heißt von 0,1 mol Essigsäuremolekülen sind nur 0,00134 mol zu H⁺ Ionen dissoziiert. Es entstehen dann automatisch auch 0,00134 mol Acetationen.

$$K_s = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{CH}_3\text{COO}^-)}{c(\text{CH}_3\text{COOH})} = \frac{0,00134 \text{ mol/L} \cdot 0,00134 \text{ mol/L}}{0,1 \text{ mol/L}} = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}$$

$$\text{pK}_s = -\log K_s = 4,74$$

Aufgabe 6: Propansäure ist eine einprotonige Säure. Bei einer Konzentration von 0,25 mol/l ist sie zu 0,72% dissoziiert. Berechnen Sie K_s und pK_s.

Aufgabe 7: Dichloressigsäure(Cl₂H₅CO₂H) ist eine einprotonige Säure. Sie ist bei einer Konzentration von 0,2 mol/L zu 33% dissoziiert. . Berechnen Sie K_s und pK_s.

Knobelaufgabe: Für Milchsäure ist K_s = 1,5 · 10⁻⁴ mol/L. Wie groß ist c(H⁺) , wenn 0,16 mol/L Milchsäure in Lösung sind? Wie viel Prozent der Milchsäure sind dissoziiert?

Puffer bestehen immer aus einer schwachen Säure und ihrem Salz. Nach der Henderson- Hasselbalch Gleichung kann man:

- den pH-Wert eines Puffers berechnen
- den Pufferbereich (Pufferkapazität) ermitteln
- bei entsprechenden Angaben (z.B. pK_S -Wert) die Zusammensetzung des Puffers berechnen

Puffer sollen den pH-Wert konstant halten, das heißt bei Zugabe von H^+ oder OH^- Ionen, diese neutralisieren.

Beispiel: Aus Cyansäure (HO-CN) und Kaliumcyanat (KOCN) soll eine Pufferlösung mit $pH=3,5$ hergestellt werden. Welches Stoffmengenverhältnis wird benötigt?
 $pK_S = 3,92$

$$pH = pK_S - \log \frac{c(\text{HO-CN})}{c(\text{NCO}^-)} \quad / - pH \quad / + \log \frac{c(\text{HO-CN})}{c(\text{NCO}^-)}$$

$$\log \frac{c(\text{HO-CN})}{c(\text{NCO}^-)} = pK_S - pH = 3,92 - 3,5 = 0,42 \quad / \text{entlogarithmieren}$$

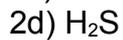
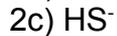
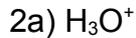
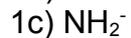
$$\frac{c(\text{HO-CN})}{c(\text{NCO}^-)} = 10^{0,42} = 2,63$$

$$c(\text{HO-CN}) = 2,63 \cdot c(\text{NCO}^-)$$

Das heißt bei einer Konzentration von $c(\text{NCO}^-) = 1 \text{ mol/L}$ und $c(\text{HO-CN}) = 2,63 \text{ mol/L}$ besitzt die Lösung einen pH- Wert von 3,5

8. Aufgabe: Essigsäure hat einen pK_S von 4,75 . Berechnen Sie das Stoffmengenverhältnis für einen Puffer, der bei pH 5 puffert.

9. Aufgabe: Eine Pufferlösung enthält 1 mol/L Essigsäure und 1 mol/L Natriumacetat. Sie hat einen pH-Wert und pK_S –Wert von 4,742. Welchen pH –Wert hat Sie nach der Zugabe von 0,2 mol/L HCl bzw. 0,2 mol/L NaOH ?

Lösungen:

3.) $c(\text{H}^+) = 0,02 \text{ mol/L}$

$$\text{pH} = \log 2 \cdot 10^{-2} = 1,7$$

$$\text{pOH} = 12,3$$

$$c(\text{OH}^-) = 10^{-12,3} = 5 \cdot 10^{-12,3} \text{ mol/L}$$

4.) $c = 0,0005 \text{ mol/L} = 5 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$

$$\text{pH} = -\log 5 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L} = 3,3$$

5.) $c(\text{H}^+) = 10^{-10,6} = 2,5 \cdot 10^{-11} \text{ mol/L}$

6.) $c(\text{H}^+) = 0,18 \text{ mol/L}$

$$K_s = \frac{(0,0018 \text{ mol/L})^2}{0,25 \text{ mol/L}} = 0,00001296 \text{ mol/L} = 1,3 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}$$

7.) $c(\text{H}^+) = 0,066 \text{ mol/L}$

$$K_s = \frac{(0,066 \text{ mol/L})^2}{0,2 \text{ mol/L}} = 0,02 \text{ mol/L} = 2,2 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$$

Knobel:

$$1,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L} = \frac{(x)^2}{0,16 \text{ mol/L}}$$

$$1,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L} \cdot 0,16 \text{ mol/L} = x^2$$

$$x = \sqrt{1,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L} \cdot 0,16 \text{ mol/L}} = 0,0049 \text{ mol/L} = 4,9 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$0,16 \text{ Mol/L} = 100 \%$$

$$0,0049 \text{ mol/L} = x \% \quad x = 3,06 \%$$

8.)
$$\text{pH} = \text{pK}_s - \log \frac{c(\text{CH}_3\text{COOH})}{c(\text{CH}_3\text{COO}^-)} \quad / - \text{pH} / + \log \frac{c(\text{CH}_3\text{COOH})}{c(\text{CH}_3\text{COO}^-)}$$

$$\log \frac{c(\text{CH}_3\text{COOH})}{c(\text{CH}_3\text{COO}^-)} = \text{pK}_s - \text{pH} = 4,75 - 5 = -0,25 \quad / \text{ entlogarithmieren}$$

$$\frac{c(\text{CH}_3\text{COOH})}{c(\text{CH}_3\text{COO}^-)} = 10^{-0,25} = 0,56$$

$$c(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,56 \cdot c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$$

9.) Bei HCl pH = 4,567
Bei NaOH = 4,918