

## Pufferaufgabe (siehe auch 12d in Übung 5)

Gegeben ist 1 L eines Puffers, der 7,44 g Magnesiumacetat und 6 g Essigsäure  
( $K_s = 1,81 \cdot 10^{-5} \text{ mol / L}$ ).

1) Errechne den pH-Wert des Puffers

Ein Puffer ist ein Gleichgewicht aus einer **schwachen Säure** und ihrer **korrespondierenden Base**.

Der pH-Wert ist einfach über die Henderson-Hasselbalch-Gleichung zu errechnen. Daher brauchen wir jetzt die Konzentrationen von  $\text{MgAc}_2$  (Magnesium**acetat**) und  $\text{HAc}$  (**Essigsäure**).

Wir lösen also in einen Liter Wasser 6 g Essigsäure:

Stoffmenge von **Essigsäure**:

Die molare Masse von Essigsäure ist 60 g/mol

$$n_{\text{HAc}} = m / M$$

$$n_{\text{HAc}} = 6 \text{ g} / 60 \text{ (g/mol)}$$

$$n_{\text{HAc}} = \mathbf{0,1 \text{ mol}}$$

Außerdem lösen wir noch 7,44 g Magnesiumacetat in den gleichen Liter Wasser. Hier ist zu beachten, dass Magnesium immer zweifach positiv (2.Hauptgruppe) und das Acetat einfach negativ geladen ist. Daher lautet die Summenformel  $\text{MgAc}_2$ !

Stoffmenge von  $\text{MgAc}_2$ :

$$n_{\text{MgAc}} = m / M$$

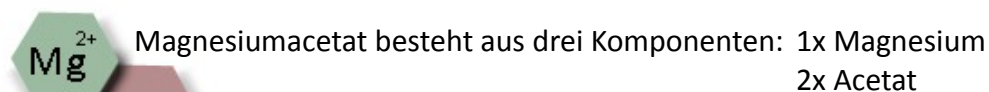
$$n_{\text{MgAc}} = 7,44 \text{ g} / 142,39 \text{ (g/mol)}$$

$$n_{\text{MgAc}} = 0,052 \text{ mol}$$

Da sich in einem Teilchen Magnesiumacetat zwei Acetat-Teilchen befinden (siehe Bild) ist die Menge an **Acetat**, wenn man 7,44 g Magnesiumacetat löst, wie folgt:

$$n_{\text{Ac}} = 2 * n_{\text{MgAc}}$$

$$n_{\text{Ac}} = \mathbf{0,104 \text{ mol}}$$



Beim Lösen im Wasser entstehen also 2 Acetat-Ionen

Der pH-Wert des Puffers mit der HH-Gleichung:

Da wir uns hier in einem Liter befinden ist die Stoffmenge gleich der Konzentration (da die Konzentration ja die Einheit „pro Liter“ hat)

nach Henderson-Hasselbalch:

$$\begin{aligned} \text{pH} &= \text{pK}_s + \lg(c(\text{A}^-) / c(\text{HA})) \\ \text{pH} &= 4,74 + \lg(c(0,104) / c(0,1)) \\ \underline{\text{pH}} &= \underline{4,76} \end{aligned}$$

Der pH-Wert ist also in der Nähe des  $\text{pK}_s$ -Wertes, was bei einem Puffersystem in der Regel auch so ist. Zur Selbstkontrolle: der pH-Wert ist leicht nach oben, also zum basischen verschoben. Das macht Sinn, da man ein wenig mehr Base als Säure in die Lösung gelöst hat (Basen erhöhen den pH-Wert)

2) Wie verändert sich der pH-Wert der Pufferlösung nach Zugabe von 120 ml 0,04 M Schwefelsäure unter Berücksichtigung der Volumenänderung?

Man gibt dem System mit der Schwefelsäure Protonen hinzu. Erstmal muss berechnet werden wieviele es sind:

(Beachte! Da ein Teilchen Schwefelsäure zwei Protonen abgibt, muss man diesen Faktor berücksichtigen)

$$\begin{aligned} n_{\text{Schwefelsäure}} &= c * V \\ n_{\text{Schwefelsäure}} &= 0,04 \text{ (mol/L)} * 0,12 \text{ L} \\ n_{\text{Schwefelsäure}} &= 0,0048 \text{ mol} \\ n_{\text{Protonen}} &= n_{\text{Schwefelsäure}} * 2 \\ \mathbf{n_{\text{Protonen}}} &= \mathbf{0,0096 \text{ mol}} \end{aligned}$$

Diese Protonen stören das Gleichgewicht des Puffers. Das heißt durch Zugabe von  $\text{H}^+$ -Ionen reagieren manche  $\text{NH}_3$ -Teilchen zu  $\text{NH}_4^+$ :

$$\begin{aligned} n_{\text{Ac}} &= 0,104 \text{ mol} - 0,0096 \text{ mol} &= 0,0944 \text{ mol} \\ n_{\text{HAc}} &= 0,1 \text{ mol} + 0,0096 \text{ mol} &= 0,1096 \text{ mol} \end{aligned}$$

Da sich hier das Volumen verändert hat (1 Liter + 0,12 Liter  $\rightarrow$  1,12 Liter) müssen wir die beiden Stoffmengen noch durch 1,12 Liter teilen, um auf die Konzentration zu kommen (Stoffmenge = Konzentration gilt hier also nicht mehr).

$$\begin{aligned} c_{\text{Ac}} &= 0,0944 \text{ mol} / 1,12 \text{ L} \rightarrow 0,084 \text{ mol/L} \\ c_{\text{HAc}} &= 0,1096 \text{ mol} / 1,12 \text{ L} \rightarrow 0,098 \text{ mol/L} \end{aligned}$$

Wir haben für den Puffer nun neue Stoffmengen erhalten, welche wir in die Henderson-Hasselbalch-Gleichung einfügen können:

$$\begin{aligned} \text{pH} &= \text{pK}_s + \lg(c(\text{A}^-) / c(\text{HA})) \\ \text{pH} &= \text{pK}_s + \lg(c(0,084) / c(0,098)) \\ \underline{\text{pH}} &= \underline{4,67} \end{aligned}$$

Trotz der großen Menge an Säure verändert sich der pH kaum. Er wird halt abgepuffert ;-D