

## Lösungen zu allen Aufgaben des Kapitels

### Aufgabe 1:

Berechne die Konzentration von 200 ml Natronlauge NaOH, die durch Auflösen von 10 g Natriumhydroxid NaOH hergestellt wurde.

Lösung 1:

$$c(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{V(\text{L})}$$

$$= \frac{m}{M \cdot V(\text{L})} = \frac{10 \text{ g}}{(23 + 16 + 1) \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 0,2 \text{ l}}$$

$$\underline{c(\text{NaOH}) = 1,25 \frac{\text{mol}}{\text{l}}}$$

### Aufgabe 2:

Berechne die „Stoffmengenkonzentration“ von reinem Wasser.

Lösung 2:

$$c(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{V(\text{L})}$$

$$= \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O}) \cdot V(\text{L})}$$

$$= \frac{1000 \text{ g}}{(16 + 2 \cdot 1) \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 1 \text{ l}}$$

$$\underline{c(\text{H}_2\text{O}) = 55,56 \frac{\text{mol}}{\text{l}}} \gg c(\text{H}_3\text{O}^+) \text{ und } c(\text{OH}^-)$$

### Aufgabe 3:

- Die Oxoniumionen-Konzentration des Speichels beträgt ca.  $199,5 \cdot 10^{-9} \text{ mol/L}$ . Wie groß ist der pH-Wert?
- Die Hydroxidionen-Konzentration einer Natronlauge-Lösung beträgt  $0,03 \text{ mol/L}$ . Wie groß ist der pH-Wert?
- Der pH-Wert der Magensäfte beträgt 0,9 bis 1,7. Wie hoch sind die Oxoniumionen-Konzentrationen?
- Der pH-Wert einer Lösung an Kalilauge beträgt 8. Wie hoch ist die Hydroxidionen-Konzentration?

Lösung 3:

- $\text{pH} = 6,7$
- $\text{pH} = 12,48$
- $c(\text{H}_3\text{O}^+) = 0,13 \div 0,02 \quad (= 10^{-\text{pH}})$
- $c(\text{OH}^-) = 10^{-6} \frac{\text{mol}}{\text{l}}$

### Aufgabe 4:

- Berechne den pH-Wert von Salzsäure der Konzentration  $0,2 \text{ mol/L}$ .



- b) Die wässrige Lösung einer schwachen Säure der Ausgangskonzentration  $c_0(\text{HA}) = 0,2 \text{ mol/L}$  hat den pH-Wert 3. Berechne die Säurekonstante und den Säureexponent unter den Annahmen  $c(\text{HA}) \approx c_0(\text{HA})$  und  $c(\text{H}_3\text{O}^+) \approx c(\text{A}^-)$ .
- c) Berechne den Säureexponenten einer schwachen Säure der Ausgangskonzentration  $c_0(\text{HA}) = 0,2 \text{ mol/L}$  mit dem pH-Wert 2,72 (gleiche Annahmen wie unter b)). Vergleiche mit dem Ergebnis unter b).

Lösung 4:

a)  $\text{pH} = -\log c(\text{H}_3\text{O}^+) \approx 0,70$

b)  $K_S = \frac{c(\text{H}_3\text{O}^+) \cdot c(\text{A}^-)}{c(\text{HA})} \approx \frac{c^2(\text{H}_3\text{O}^+)}{c_0(\text{HA})} = \frac{(10^{-\text{pH}})^2}{c_0(\text{HA})}$

$$K_S = \frac{(10^{-3})^2}{0,2} = 5 \cdot 10^{-6} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

$\text{p}K_S = -\log K_S = 5,3$

e)  $K_S = 1,82 \cdot 10^{-5}$

$\text{p}K_S = 4,74$

**Aufgabe 5:**

Berechne den Protolysegrad  $\alpha$  der Säure aus Aufgabe 4b) unter der Annahme  $c(\text{H}_3\text{O}^+) \approx c(\text{A}^-)$ .

Lösung 5:

$$\alpha = \frac{c(\text{A}^-)}{c_0(\text{HA})} \approx \frac{c(\text{H}_3\text{O}^+)}{c_0(\text{HA})} = \frac{10^{-\text{pH}}}{c_0(\text{HA})}$$

$$= \frac{10^{-3}}{0,2}$$

$$\alpha = 5 \cdot 10^{-3}$$

**Aufgabe 6:**

- a) Wie groß ist der pH-Wert von Salzsäure der Ausgangskonzentration  $c_0(\text{HCl}) = 0,01 \text{ mol/L}$ .
- b) Berechne den pH-Wert von Essigsäure ( $\text{p}K_S = 4,75$ ) der Ausgangskonzentration  $c_0(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,01 \text{ mol/L}$ .  
Vergleiche den Zahlenwert mit dem aus a) und denen aus Aufgabe 4b) und c).

Lösung 6:

a)  $\text{pH} = -\log 10^{-2} = \underline{\underline{2}}$

b)  $\text{pH} = \frac{1}{2} (4,75 - \log 10^{-2}) = \frac{6,75}{2} = \underline{\underline{3,375}}$

(6a)	$\text{p}K_s = 4,75$	$c = 0,01 \text{ mol/l}$	$\text{pH} = 3,375$
(6b)	$\text{p}K_s = 5,3$	$c = 0,2 \text{ mol/l}$	$\text{pH} = 3$

Säure (b) schwächer ( $\text{p}K_s = 5,3$ ) obwohl  
 pH-Wert geringer → Einfluss  
 der Konzentrationen

(4c)  $\text{p}K_s = 4,74$   $c = 0,2 \text{ mol/l}$   $\text{pH} = 2,72$

Vermeintlich stärkere Säure (4c) ( $\text{pH} = 2,72$ ) gleich stark ( $\text{p}K_s \approx 4,75$ )  
 wie Säure mit  $\text{pH} = 3,38$  da Konzentration höher (daher  $\alpha$  geringer)

**Aufgabe 7:**

- a) Es sollen 500 ml Natronlauge der Stoffmengenkonzentration  $c(\text{NaOH}) = 0,2 \text{ mol/L}$  hergestellt werden. Welche Masse an Natriumhydroxid ist erforderlich?
- b) Welchen pH-Wert hat die Lösung?
- c) Durch Verdünnen soll Natronlauge der Stoffmengenkonzentration  $c(\text{NaOH}) = 0,05 \text{ mol/L}$  hergestellt werden. Welches Volumen Wasser ist zuzusetzen?
- d) Berechne den pH-Wert der verdünnten Natronlauge.

Lösung 7:

a)  $M = 40 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$

auf 1 l braucht man 0,2 mol NaOH

→ 500 ml - " - " = 0,1 mol NaOH

$$m = \frac{m}{M} \Rightarrow m = n \cdot M = 0,1 \text{ mol} \cdot 40 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$m = 4 \text{ g}$$

b)  $\text{pOH} = -\log c(\text{OH}^-) = -\log(0,2)$

$$= \underline{\underline{0,70}}$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = \underline{\underline{13,30}}$$

c)  $V = \frac{n}{c} = \frac{0,1 \text{ mol}}{0,05 \text{ mol/l}} = 2 \text{ l}$

$$\Rightarrow V_{\text{zu}} = 2 - 0,5 = \underline{\underline{1,5 \text{ l}}}$$

d)  $\text{pOH} = 1,30$   
 $\text{pH} = 14 - 1,30 = \underline{\underline{12,70}}$

**Aufgabe 8:**

Propansäure  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$  der Ausgangskonzentration  $c_0(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}) = 0,1 \text{ mol/L}$  hat den pH-Wert 2,94. Berechne den Säureexponenten und die Säurekonstante.



Lösung 8:

$$\text{geg: } c_0(\text{HBrup}) = 10^{-1} \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$

$$\begin{aligned} \text{geg: } pK_s &= 2 \cdot \text{pH} + \log c_0(\text{HA}) \\ &= 2 \cdot 2,94 + \log 10^{-1} \\ &= 4,88 \end{aligned}$$

$$K_s = 10^{-pK_s} = 10^{-4,88}$$

$$K_s = \underline{\underline{1,32 \cdot 10^{-5}}}$$

**Aufgabe 9:**

Die wäßrige Lösung einer schwachen Base der Ausgangskonzentration  $10^{-3} \text{ mol/L}$  hat den pH-Wert 10,125. Berechne die Basekonstante.

Lösung 9:

$$pOH = 14 - \text{pH} = \underline{\underline{3,875}}$$

$$\begin{aligned} pK_B &= 2 \cdot pOH + \log c_0(B) \\ &= 2 \cdot 3,875 + \log 10^{-3} = \underline{\underline{4,75}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} K_B &= 10^{-pK_B} \\ &= 10^{-4,75} = \underline{\underline{1,78 \cdot 10^{-5}}} \end{aligned}$$

**Aufgabe 10:**

Ordne nachfolgende (schwache) Säuren nach ihrer Stärke:

HA<sub>1</sub>:  $c_0 = 10^{-2} \text{ mol/L}$ , pH = 3,38

HA<sub>2</sub>:  $c_0 = 10^{-3} \text{ mol/L}$ , pH = 4,02

HA<sub>3</sub>:  $c_0 = 10^{-4} \text{ mol/L}$ , pH = 4,02

Lösung 10:

$$pK_s = 2 \cdot \text{pH} + \log c_0(\text{HA})$$

①	2 · 3,38 + (-2)		$\frac{pK_s}{4,76}$	}	$pK_s③ < pK_s① < pK_s②$ ③ am stärksten
②	2 · 4,02 + (-3)		5,04		
③	2 · 4,02 + (-4)		4,04		