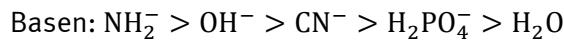
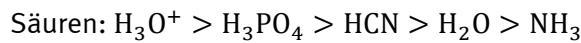


Lösungen zu den Übungsaufgaben – Säuren-Basen

Zu 1)

- a) H_3PO_4
- b) H_2CO_3
- c) SiO_3^{2-}
- d) HSO_3^-

Zu 2)



Zu 3)

Von den $0,125\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ sind

$$0,125\text{mol} \cdot \text{l}^{-1} \cdot 0,40 = 0,05\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$$

Dissoziiert und

$$0,125\text{mol} \cdot \text{l}^{-1} \cdot (1 - 0,40) = 0,075\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$$

Nicht dissoziiert.

Die Konzentrationen betragen:

$$c(\text{Cl}_2\text{HCCO}_2\text{H}) = 0,05\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$$

$$c(\text{H}^+) = c(\text{Cl}_2\text{HCCO}_2^-) = 0,075\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$$

$$K_s = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{Cl}_2\text{HCCO}_2^-)}{c(\text{Cl}_2\text{HCCO}_2\text{H})} = \frac{(0,05\text{mol} \cdot \text{l}^{-1})^2}{0,075\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}} = 3,33 \cdot 10^{-2}\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$$

$$\text{p}K_s = -\lg(K_s) = 1,48$$

Zu 4)

$$c_0 = \frac{0,060\text{mol}}{0,270\text{l}} = 0,222\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$$

Es liegt eine Lösung einer schwachen Säure vor. Hier kann man folgenden Gleichung heranziehen
 $\text{pH} = \frac{1}{2}(\text{p}K_s - \log c_0)$ und den $\text{p}K_s$ -Wert wie folgt berechnen:

$$\text{p}K_s = 2 \cdot \text{pH} + \lg c_0 = 2 * 2,65 + \lg(0,222) = 4,647$$

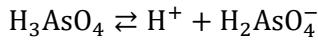
Nach Zugabe von NaX entsteht eine Pufferlösung:

$$c(\text{X}^-) = \frac{0,020\text{mol}}{0,270\text{l}} = 0,074\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$$

$$\text{pH} = \text{p}K_s - \lg \frac{c(\text{HX})}{c(\text{X}^-)} = 4,647 - \lg \frac{0,222}{0,074} = 4,17$$

Zu 5)

$$K_{S1} = 6,0 \cdot 10^{-3}; K_{S2} = 1,0 \cdot 10^{-7}; K_{S3} = 3,0 \cdot 10^{-13}$$



$$0,20 - x \quad x \quad x \text{mol} \cdot l^{-1}$$

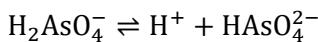
$$c(H^+) = c(H_2AsO_4^-) = -\frac{1}{2} \cdot K_{S1} + \sqrt{\frac{1}{4} \cdot K_{S1}^2 + K_{S1} \cdot c_0}$$

$$= -\frac{1}{2} \cdot 6,50 \cdot 10^{-3} \text{mol} \cdot l^{-1} + \sqrt{\frac{1}{4} \cdot (6,50 \cdot 10^{-3} \text{mol} \cdot l^{-1})^2 + 6,50 \cdot 10^{-3} \text{mol} \cdot l^{-1} \cdot 0,20 \text{mol} \cdot l^{-1}}$$

$$= 3,295 \cdot 10^{-2} \text{mol} \cdot l^{-1}$$

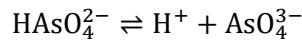
$$c(H_3AsO_4^-) = c_0 - c(H_2AsO_4^-) = (0,20 - 3,295 \cdot 10^{-2}) \text{mol} \cdot l^{-1} = 0,167 \text{mol} \cdot l^{-1}$$

Damit sind die Werte für die Berechnung des zweiten Dissoziations schrittes gegeben:



$$c(HAsO_4^{2-}) = K_{S2} \cdot \frac{c(HAsO_4^{2-})}{c(H^+)} = K_{S2} = 1,00 \cdot 10^{-7} \text{mol} \cdot l^{-1}$$

Für Schritt drei gilt:



$$c(AsO_4^{3-}) = K_{S3} \cdot \frac{c(HAsO_4^{2-})}{c(H^+)} = 3,00 \cdot 10^{-13} \text{mol} \cdot l^{-1} \cdot \frac{1,00 \cdot 10^{-7} \text{mol} \cdot l^{-1}}{3,295 \cdot 10^{-2} \text{mol} \cdot l^{-1}}$$

$$= 9,10 \cdot 10^{-19} \text{mol} \cdot l^{-1}$$

Zu 6)

Die anfangs vorhandene Menge der Säure HX entspricht der Stoffmenge der bis zum Äquivalenzpunkt zugegebenen Natronlauge:

$$n_0(HX) = c(OH^-) \cdot V_{\text{equiv}} = 0,150 \text{mmol} \cdot ml^{-1} \cdot 25,50 \text{ml} = 3,825 \text{mmol}$$

Nach Zugabe von 5,00 ml Natronlauge sind X⁻-Ionen in entsprechender Menge entstanden:

$$n(X^-) = 0,150 \text{mmol} \cdot ml^{-1} \cdot 5,00 \text{ml} = 0,750 \text{mmol}$$

und von der Säure HX sind übrig:

$$n(HX) = (3,825 - 0,750) \text{mmol} = 3,075 \text{mmol}$$

Den pK_S-Wert kann nach der Henderson-Hasselbach Gleichung für Pufferlösungen berechnet werden:

$$pK_S = pH + \lg \frac{n(HX)}{n(X^-)} = 4,50 + \lg \frac{3,075}{0,750} = 5,11$$

$$K_S = 10^{-5,11} \text{mol} \cdot l^{-1} = 7,76 \cdot 10^{-6} \text{mol} \cdot l^{-1}$$