

# Medizinische Chemie – Übungsaufgaben

## I. Konzentration

1. Wieviel Gramm NaCl brauchen wir um 75 g Lösung mit einem Masseprozent 0,9% herzustellen? (0,675 g)
2. Wir vermischen 15 g Natriumhydroxid (NaOH) und 400 g Wasser. Welche Molarität hat diese Lösung (die Dichte der Lösung ist  $1 \text{ g/cm}^3$ )? (0,9 M)
3. Wie groß ist das Gemischtprozent einer Lösung mit einem Masseprozent 20%? Die Lösung hat eine Dichte von  $d = 1,17 \text{ g/cm}^3$ . (23,4 g%)
4. Welche Gemischtprozent hat eine Lösung aus 1,5 mol NaCl und Wasser? Das Volumen der Lösung ist 75 ml. (117%)
5. Wieviel Gramm NaCl sollen wir in 500 g Wasser auflösen, um eine Lösung mit einem Masseprozent von 20% herzustellen? (125 g)
6. Wir haben eine Lösung mit einem Masseprozent von 94% und einer Dichte von  $1,84 \text{ g/cm}^3$ . Wir möchten diese Lösung benutzen um eine dünnere Lösung von 0,5 l mit einem Masseprozent von 10% herzustellen. Die Dichte dieser dünneren Lösung ist  $1,1 \text{ g/cm}^3$ . Wieviel ml originale Lösung brauchen wir? (31,8 ml)
7. Wir vermischen 20 ml Glycerin und 100 ml Wasser. Welche Volumenprozent hat diese Lösung? (16,6 V%)
8. Welche Molarität hat die KOH Lösung mit Masseprozent von 28%? Die Lösung hat eine Dichte von  $1,27 \text{ g/cm}^3$ . (6,35 M)
9. Welche Molarität hat eine Lösung mit einem Gemischtprozent von 3% und Dichte von  $1 \text{ g/cm}^3$ ? Der gelöste Stoff hat eine molare Masse von 158 g/mol. (0,19 M)
10. Welche Gemischtprozent hat die Schwefelsäure Lösung mit einem Masseprozent von 96 und einer Dichte von  $1,84 \text{ g/cm}^3$ ? (176,64%)
11. Die molare Masse von einem Stoff ist 80 g/mol. Wir lösen 4 g von diesem Stoff in 100 Milliliter Wasser auf, und so haben wir eine Lösung mit dem Volumen von 101,5 ml. Welche Molalität und welche Molarität hat diese Lösung? ( $c_M = 0,493 \text{ M}$ ;  $c_m = b = 0,5 \text{ mol/kg}$ )
12. 20 g Glucose ( $M = 180 \text{ g/mol}$ ) werden im 80 ml Wasser aufgelöst. Wie groß ist der Stoffmengenanteil der Glucose und der des Wassers? ( $x_{\text{glc}} = 0,024$ ,  $x_{\text{H}_2\text{O}} = 0,976$ )
13. 32 ml Lösung von KOH wurde mit Wasser auf 240 ml verdünnt um eine Konzentration von 0,04 mol/l zu erhalten. Errechnen Sie die gemischt% Konzentration der ursprünglichen Lösung! Atommasse: H = 1; O = 16; K = 39. (1,68 g%)
14. Wir möchten 200 ml NaOH Lösung mit der Molarität von 0,1 M herstellen. Wieviel Gramm NaOH brauchen wir dazu? (0,8 g)
15. Welche Gemischtprozent hat eine Schwefelsäure Lösung mit einer Normalität von 2 N? (Die molare Masse ist 98 g/mol.) (9,8 g%)
16. Wir brauchen 0,5 l Lösung, die eine NaCl Konzentration von 0,1 M und eine Glucosekonzentration von 0,5 M hat. Wir haben 5 M NaCl und 1 M Glucose Stammlösungen. Wie können wir die Lösung herstellen? (0,01 l 5 M NaCl + 0,25 l 1 M Glucose + 0,24 l H<sub>2</sub>O)
17. Welche Normalität hat die NaOH Lösung, die so hergestellt wurde, dass 20 g NaOH im Wasser aufgelöst wurde? Das Volumen der Lösung ist 100 ml. (5 N)

## II. Starke Säuren

1. Welchen pH-Wert hat eine Salzsäurelösung mit einer Molarität von 1 mM? (pH = 3)
2. Welchen pH-Wert hat eine Salzsäurelösung mit einer Molarität von 0,1 M? (pH = 1)
3. Welchen pH-Wert hat eine Salzsäurelösung mit einer Molarität von 1 M? (pH = 0)
4. Welchen pH-Wert hat eine NaOH-Lösung mit einer Molarität von 1 mM? (pH = 11)
5. Welchen pH-Wert hat eine NaOH-Lösung mit einer Molarität von 0,1 M? (pH = 13)
6. Welchen pH-Wert hat eine NaOH-Lösung mit einer Molarität von 1 M? (pH = 14)
7. Welchen pH-Wert hat eine Salzsäurelösung mit einer Molarität von 0,02 M? (pH = 1,7)
8. Welchen pH-Wert hat eine NaOH-Lösung mit einer Molarität von 2 mM? (pH = 11,3)
9. Welchen pH-Wert hat eine Schwefelsäurelösung mit einer Molarität von 2 mM? (pH = 2,4)
10. Welche Molarität hat eine NaOH-Lösung mit einem pH von 12,398? ( $c_M = 0,025$  M)
11. Welche Molarität hat eine Schwefelsäurelösung mit einem pH von 2,7? ( $c_M = 1$  mM)
12. Welche Molarität hat eine Salzsäurelösung mit einem pH von 2,7? ( $c_M = 2$  mM)
13. Wieviel Gramm NaOH wird gebraucht, wenn wir 100 ml NaOH-Lösung mit einem pH von 12 herstellen möchten? (0,04 g)
14. Wieviel Gramm Schwefelsäure wird gebraucht, wenn 500 ml Schwefelsäurelösung mit einem pH-Wert von 3 hergestellt werden soll? (0,0245 g)
15. Wieviel ml NaOH Stammlösung mit einer Molarität von 1 M brauchen wir um 200 ml NaOH-Lösung mit einem pH-Wert von 12 herzustellen? (2 ml)
16. Wie können wir 100 ml Schwefelsäurelösung mit einem pH-Wert von 2 herstellen, wenn uns eine Stammlösung mit einer Molarität von 1 mol/l zur Verfügung steht? (0,5 ml 1 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> Stammlösung + 99,5 ml Wasser)
17. Wieviel ml Salzsäure mit einer Molarität von 0,4 M sollen wir mit 10 ml 0,1 M NaOH vermischen, um eine neutrale Lösung herzustellen? (2,5 ml)
18. Wieviel ml NaOH mit einer Molarität von 0,25 M sollen wir mit 5 ml 0,1 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> vermischen, um eine neutrale Lösung herzustellen? (4 ml)
19. Wieviel Gramm NaOH müssen wir in 500 ml Schwefelsäure Lösung mit einem pH-Wert von 2 auflösen, um eine neutrale Lösung herzustellen? (0,2 g)
20. Wir müssen 0,4 g NaOH in 100 ml einer Salzsäurelösung auflösen, um eine neutrale Lösung zu kriegen. Welchen pH-Wert hat die ursprüngliche Salzsäurelösung? (pH = 1)
21. Wir haben eine Salzsäurelösung mit einer unbekanntem Konzentration. Wenn wir 10 ml von dieser Lösung mit 12 ml 0,1 M NaOH vermischen, bekommen wir eine neutrale Lösung. Welche Molarität hat die Salzsäure? (0,12 M)
22. Wir vermischen 8 ml 0,2 M Salzsäure und 12 ml 0,1 M NaOH. Welchen pH-Wert hat diese Lösung? (pH = 1,7)
23. Wir vermischen 5 ml 0,6 M NaOH und 5 ml 0,4 M HCl. Welchen pH-Wert hat diese Lösung? (pH = 13)
24. Wir vermischen 10 ml 0,1 M Schwefelsäure und 10 ml 0,1 M NaOH. Welchen pH-Wert hat diese Lösung? (pH = 1,3)
25. Der pH-Wert der Lösung von 100 ml HCl beträgt 1,7. Wieviel mol von NaOH soll man in dieser Lösung auflösen um pH = 12 zu erreichen? (3 mmol)
26. 20 ml Lösung von Salzsäure mit pH = 2,3 und 30 ml Lösung einer starken Base mit pH = 11,6 wurden vermischt. Welchen pH-Wert hat die entstandene Lösung? (pH = 10,6)

### III. Schwache Säuren

1. Welchen pH-Wert hat eine Essigsäure Lösung mit einer Molarität von 0,1 M ( $pK_S = 4,7$ )? Welche Dissoziationsgrad hat diese Lösung? ( $pH = 2,85$ ,  $\alpha = 0,014$ )
2. Welchen pH-Wert hat eine Essigsäure Lösung mit einer Molarität von 0,01 M ( $pK_S = 4,7$ )? Welche Dissoziationsgrad hat diese Lösung? ( $pH = 3,35$ ,  $\alpha = 0,044$ )
3. Welchen pH-Wert hat eine schwache Säure Lösung mit einem Dissoziationsgrad von  $\alpha = 0,01$  und mit einer Molarität von 0,1 M? ( $pH = 3$ )
4. Welche Dissoziationskonstante hat eine schwache Säure Lösung mit einem Dissoziationsgrad von  $\alpha = 0,005$  und mit einer Molarität von 0,2 M? ( $pK = 5,3$ ,  $K_S = 5,01 \cdot 10^{-6}$ )
5. Welchen Dissoziationsgrad hat eine schwache Säure Lösung mit einer Molarität von 0,02 M und mit einer Dissoziationskonstante von  $K = 3,2 \cdot 10^{-4}$ ? ( $\alpha = 0,119$ )
6. Welchen pH-Wert hat eine Natriumacetatlösung mit einer Molarität von 0,05 M? Dissoziationskonstante der Essigsäure ist  $K = 2 \cdot 10^{-5}$ . ( $pH = 8,7$ )
7. Welchen pH-Wert hat eine schwache Säure Lösung mit einem  $K_S = 10^{-4}$  und mit einer Molarität von 10 mM? ( $pH = 3$ )
8. Eine einwertige schwache Säure Lösung hat eine Molarität von 0,01 M und einen pH-Wert von 4. Welche Dissoziationskonstante und welchen Dissoziationsgrad hat diese Lösung? ( $\alpha = 0,01$ ;  $K = 1,01 \cdot 10^{-6}$ )
9. Welchen pH-Wert hat eine schwache Säure Lösung mit einem  $K_S = 1,4 \cdot 10^{-5}$  und mit einer Normalität von 0,1 M? Wie ändert sich das pH, wenn wir die Lösung hundertmal verdünnen? ( $pH_1 = 2,925$ ;  $pH_2 = 3,925$ )
10. Der Dissoziationsgrad einer schwachen Säure Lösung mit einer Molarität von 0,1 M ist  $\alpha = 1,3\%$ . Welche Molarität hat diese Lösung, wenn der Dissoziationsgrad  $\alpha = 90\%$  ist? ( $c_M = 2,11 \cdot 10^{-6}$  M)
11. Der pH-Wert von einer schwachen Säure Lösung mit einer Molarität von  $c_M = 0,1$  M ist 2,6. Welche Dissoziationskonstante und welchen Dissoziationsgrad hat diese Lösung? ( $\alpha = 0,025$ ;  $K = 6,3 \cdot 10^{-5}$ )
12. Welchen pH-Wert hat eine Essigsäure mit einem gemischten Prozent von 1% ( $pK_S = 4,7$ )? ( $pH = 2,74$ )
13. Welchen pH-Wert hat eine schwache Base mit einer Normalität von 0,035 N ( $pK_S = 9,6$ )? ( $pH = 11,07$ )
14. Welchen pH-Wert und welchen Dissoziationsgrad hat eine schwache Säure Lösung mit einer Molarität von  $c_M = 1$  mM, wenn die Dissoziationskonstante  $K_S = 1,6 \cdot 10^{-6}$  ist? ( $pH = 4,395$ ;  $\alpha = 0,04$ )

#### IV. Pufferlösungen

1. Welchen pH-Wert hat eine Pufferlösung, die Essigsäure mit einer Molalität von 0,4 M und Na-Acetat mit einer Molarität von 0,8 M enthält ( $pK_s = 4,7$ )? (pH = 5)
2. Welchen pH-Wert hat eine Pufferlösung, die Essigsäure mit einer Molalität von 0,1 M und Na-Acetat mit einer Molarität von 0,05 M enthält ( $pK_s = 4,7$ )? (pH = 4,4)
3. Welchen pH-Wert hat eine Pufferlösung die identische Stoffmenge von beiden Komponenten enthält ( $pK_s = 4,7$ )? (pH = 4,7)
4. 20 ml Lösung von Natriumacetat mit  $c = 0,3$  mol/l und 10 ml Lösung von Salzsäure mit  $c = 0,4$  mol/l sind vermischt. Errechnen Sie den pH-Wert des Gemisches!  $K_s = 2 \cdot 10^{-5}$ . (pH = 4,4)
5. Wir haben eine Essigsäure und eine Na-Acetat Lösung, die Molartität von beiden Lösungen ist 1 M. Wir möchten 1 Liter Pufferlösung mit einer Molarität von 50 mM und mit einem pH-Wert von pH = 4,9 herstellen. Wieviel ml Essigsäure, Na-Acetat und Wasser sollen wir dazu vermischen ( $pK_s = 4,7$ )? (19,4 ml Essigsäure, 30,6 ml Na-Acetat, 950 ml Wasser)
6. 2 g NaOH wird in 1 Liter Essigsäure mit einer Molarität von 0,2 M aufgelöst. Welchen pH-Wert hat die Lösung ( $pK_s = 4,7$ )? (pH = 4,22)
7. Wieviel Gramm NaOH sollen wir in 0,5 Liter Essigsäure mit einer Molarität von 0,25 M auflösen um eine Lösung mit einem pH-Wert von 4,5 herzustellen ( $pK_s = 4,7$ )? (1,93 g)
8. Wir vermischen 1 Liter 0,1 M Essigsäure, 0,8 Liter 0,05 M NaOH und 0,2 Liter Wasser. Welchen pH-Wert hat diese Lösung ( $pK_s = 4,7$ )? (pH = 4,52)
9. Wir haben 500 ml Essigsäure mit einer unbekanntem Molarität. Wir geben 100 ml NaOH mit einer Molarität von 0,5 M zu, und der pH-Wert ist 4,8. Welche Molarität hatte die ursprüngliche Essigsäure Lösung? ( $c_M = 0,18$  mol/l)
10. Eine Pufferlösung enthält  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  mit einer Molarität von 0,4 M und  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  mit einer Molarität von 0,6 M ( $pK_1 = 2,1$ ;  $pK_2 = 7,2$ ;  $pK_3 = 12,3$ ). Welchen pH-Wert hat diese Lösung? (pH = 7,02)
11. Wir geben 100 ml NaOH mit einer Molarität von 0,4 M zu 200 ml Phosphorsäure Lösung mit einer Molarität von 0,3 M. Welchen pH-Wert hat diese Lösung? (pH = 2,4)
12. Wir lösen 6,4 g NaOH in 1 Liter Phosphorsäure mit einer Molarität von 0,1 M auf. Welchen pH-Wert hat die Lösung? (pH = 7,38)
13. Wir geben 100 ml NaOH mit einer Molarität von 0,25 M zu 125 ml Phosphorsäure Lösung mit einer Molarität von 0,1 M. Welchen pH-Wert hat diese Lösung? (pH = 9,97)
14. Wir haben 1 Liter Essigsäure/Acetate Pufferlösung, beide Komponenten haben eine Molarität von  $c_M = 0,5$  M. Wir geben 25 ml 1 M HCl zu dieser Pufferlösung zu. Welchen pH-Wert hat jetzt die Lösung? (pH = 4,66)
15. Wieviel mol NaOH sollen in 100 ml 0,1 M Phosphorsäure aufgelöst werden um eine neutrale Lösung (pH = 7) herzustellen ( $pK_1 = 2,1$ ,  $pK_2 = 7,2$ ,  $pK_3 = 12,3$ )? (0,01388 mol)
16. Wir haben 100 ml Essigsäure/Acetate Pufferlösung mit einer Molarität von 0,4 M und mit einem pH-Wert von 4,5. Wir geben zu dieser Lösung 4,5 ml NaOH mit einer Molarität von 1 M zu. Welchen pH-Wert hat die Lösung? (pH = 4,68)
17. Wir haben 500 ml Phosphate Pufferlösung ( $pK_1 = 2,1$ ,  $pK_2 = 7,2$ ,  $pK_3 = 12,3$ ) mit einer Molarität von 1 M und mit einem pH-Wert von 2,1. Wir geben 200 ml NaOH mit einer Molarität von 2 M zu dieser Lösung zu. Welchen pH-Wert hat die Lösung? (pH = 6,83)

18. Wir haben 200 ml Essigsäure / Acetat Pufferlösung mit einer Molarität von 0,25 M und mit einem pH-Wert von 5. Wir geben 10 ml 5 N HCl zu. Welchen pH-Wert hat die Lösung? (pH = 1,1)
19. Man löst 200 mg NaOH in 50 ml Lösung von  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  mit  $c = 0,4 \text{ mol/l}$  auf. Errechnen Sie den pH-Wert der entstandenen Lösung ( $\text{pK}_1 = 2,1$ ;  $\text{pK}_2 = 7,2$ ;  $\text{pK}_3 = 12,3$ )! (pH = 6,72)
20. 20 ml Lösung von  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  mit  $c = 0,4 \text{ mol/l}$  und 40 ml Salzsäurelösung mit  $c = 0,25 \text{ mol/l}$  sind vermischt. Welchen pH-Wert hat die entstandene Lösung ( $\text{pK}_1 = 2,1$ ;  $\text{pK}_2 = 7,2$ ;  $\text{pK}_3 = 12,3$ )? (pH = 2,58)

## V. Die Gesetze der verdünnten Lösungen

Molare Gefrierpunktserniedrigung bzw. Siedepunktserhöhung des Wassers:  $E_G = 1,86 \text{ }^\circ\text{C}\cdot\text{kg/mol}$ ,  
 $E_S = 0,512 \text{ }^\circ\text{C}\cdot\text{kg/mol}$

1. Wie groß ist das Gemischtprozent einer Lösung mit einer Gefrierpunktserniedrigung von  $0,086 \text{ }^\circ\text{C}$ . Der gelöste Stoff dissoziiert nicht, Molare Masse =  $218 \text{ g/mol}$  (1%)
2. Wir vermischen 50 ml KCl mit einer Molarität von  $0,2 \text{ M}$  und 50 ml  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  mit einer Molarität von  $0,04 \text{ M}$ . Welche Siedepunktserhöhung hat die Lösung? ( $0,13 \text{ }^\circ\text{C}$ )
3. Wieviel Gramm NaCl ( $M = 58,5 \text{ g/mol}$ ) sollen wir in 100 ml Wasser auflösen, eine Lösung mit einem Gefrierpunkt von  $-0,93 \text{ }^\circ\text{C}$  herzustellen? ( $1,4625 \text{ g}$ )
4. Wir lösen 15 g von einem Stoff in 85 ml Wasser auf. Die Lösung hat einen Gefrierpunkt von  $-5,02 \text{ }^\circ\text{C}$ . Welche Molare Masse hat der gelöste Stoff, wenn er im Wasser nicht dissoziiert? ( $65,4 \text{ g/mol}$ )
5. Eine Lösung hat ein Gemischtprozent von 0,9% und eine Gefrierpunktserniedrigung von  $0,2 \text{ }^\circ\text{C}$ . Welche molare Masse hat der gelöste Stoff, wenn er nicht dissoziiert? ( $84,1 \text{ g/mol}$ )
6. Wir vermischen 100 ml  $\text{K}_2\text{SO}_4$  Lösung mit einer Molarität von  $0,2 \text{ M}$  und 100 ml NaCl Lösung mit einer Molarität von  $0,1 \text{ M}$ . Welchen osmotischen Druck hat die Lösung ( $T = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ )? ( $907,5 \text{ kPa}$ )
7. Welche Lösungen sind isotonisch:  $0,3 \text{ M}$  Glucose;  $0,1 \text{ M}$   $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ;  $0,2 \text{ M}$  KCl? (Glucose und  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ )
8. 10 ml  $0,1 \text{ M}$  HCl und 10 ml  $0,1 \text{ M}$  NaOH werden vermischt. Welchen Gefrierpunkt hat diese Lösung? ( $-0,186 \text{ }^\circ\text{C}$ )
9. Welchen osmotischen Druck hat eine isotonische Lösung ( $T = 27,8 \text{ }^\circ\text{C}$ )? ( $749,9 \text{ kPa}$ )
10. Welchen osmotischen Druck hat eine Lösung mit einem Gemischtprozent von 0,06% ( $M = 60 \text{ g/mol}$ )? Die Temperatur ist  $0 \text{ }^\circ\text{C}$ . Der gelöste Stoff dissoziiert nicht ( $i = 1$ ). ( $22,68 \text{ kPa}$ )
11. Wieviel g NaCl ( $M = 58,5 \text{ g/mol}$ ) brauchen wir um 100 ml physiologische (isotonische) Kochsalzlösung herzustellen? ( $0,8775 \text{ g}$ )
12. Wieviel Gramm Glucose ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ,  $M = 180 \text{ g/mol}$ ) brauchen wir um 100 ml physiologische (isotonische) Lösung herzustellen? ( $5,4 \text{ g}$ )

## VI. Elektrochemie

- Wie groß ist die elektromotorische Kraft einer Zelle, die aus einer Silber-Elektrode mit einer Molarität von  $c = 0,01 \text{ mol/l}$  und aus einer Zink-Elektrode mit einer Molarität von  $c = 0,02 \text{ mol/l}$  besteht? Welche Halbreaktionen gehen bei der Elektroden vor ( $E^{\circ}_{\text{Ag}} = 0,8 \text{ V}$ ,  $E^{\circ}_{\text{Zn}} = -0,76 \text{ V}$ )? (1,49 V)
- Welche Konzentration hat die Zn-Elektrode, wenn eine elektromotorische Kraft von  $EMK = 0,85 \text{ V}$  mit einer Wasserstoff Standard-Elektrode gemessen wird ( $E^{\circ}_{\text{Zn}} = -0,76 \text{ V}$ )? ( $c = 1 \text{ mM}$ )
- Welche elektromotorische Kraft hat eine Zelle, die aus eine Eisen ( $\text{Fe} / \text{Fe}^{2+}$ ) und eine Aluminium Standard-Elektrode besteht? Wie ändert sich die  $EMK$ , wenn wir die Lösungen auf 10-mal verdünnen ( $E^{\circ}_{\text{Fe}} = -0,44 \text{ V}$ ,  $E^{\circ}_{\text{Al}} = -1,66 \text{ V}$ )? ( $EMK_1 = 1,22 \text{ V}$ ,  $EMK_2 = 1,21 \text{ V}$ )
- Welche Konzentration hat die Salzsäure bei der Chlor-Elektrode in dieser galvanischen Zelle ( $E^{\circ}_{\text{Cl}} = +1,36 \text{ V}$ ,  $E^{\circ}_{\text{Al}} = -1,66 \text{ V}$ )  $EMK = 3,36 \text{ V}$ ?  $\ominus \text{ Al} | 0,1 \text{ M AlCl}_3 || \text{HCl} | \text{Cl}_2 \oplus$  ( $c = 4,64 \mu\text{M}$ )
- Wir tauchen einen Eisenstab in eine  $\text{CuSO}_4$  Lösung ein. Während der Reaktion erhöht sich die Masse von dem Stab um 2 g. Wieviel g Cu hat aus der Lösung ausgeschieden? (16 g)
- Welche elektromotorische Kraft hat die galvanische Zelle, die aus einer Kupfer-Elektrode mit einem Gemischtporzent von 1,6% und aus einer Magnesium-Elektrode mit einer Molarität von 0,2 M besteht? Welche Halbreaktionen gehen bei der Elektroden vor ( $E^{\circ}_{\text{Mg}} = -2,38 \text{ V}$ ,  $E^{\circ}_{\text{Cu}} = +0,34 \text{ V}$ ,  $M_{\text{CuSO}_4} = 160 \text{ g/mol}$ )? (2,72 V)
- Eine galvanische Zelle enthält Chlor- und Wasserstoff Standard-Elektroden. Wie groß ist die elektromotorische Kraft dieser Zelle? Wie ändert sich die elektromotorische Kraft, wenn wir die Salzsäure Lösungen bei beiden Elektroden auf 100-mal verdünnen? Welche Halbreaktionen gehen bei der Elektroden vor ( $E^{\circ}_{\text{Cl}} = +1,36 \text{ V}$ )? ( $EMK_1 = 1,36 \text{ V}$ ,  $EMK_2 = 1,6 \text{ V}$ )
- Eine galvanische Zelle besteht aus einer Zink-Elektrode mit einer  $\text{ZnSO}_4$ -Konzentration von 4 gemischt%, und aus einer Kupfer-Elektrode mit einer  $\text{CuSO}_4$ -Konzentration von 8 gemischt%. Welche elektromotorische Kraft hat diese Zelle ( $M_{\text{CuSO}_4} = 160 \text{ g/mol}$ ,  $M_{\text{ZnSO}_4} = 161 \text{ g/mol}$ ,  $E^{\circ}_{\text{Zn}} = -0,76 \text{ V}$ ,  $E^{\circ}_{\text{Cu}} = +0,34 \text{ V}$ )? ( $EMK = 1,108 \text{ V}$ )
- Die Anode einer Konzentrationszelle ist eine H-Elektrode mit einer Molarität von 0,01 M. Die elektromotorische Kraft ist 0,036 V. Welchen pH-Wert hat die Lösung bei der Kathode? (pH = 1,4)
- Eine Konzentrationszelle hat eine elektromotorische Kraft von 0,15 V. Die Kathode ist eine H-Elektrode mit einer Molarität von 0,1 M. Die andere Elektrode enthält eine Essigsäure Lösung. Welche Molarität hat diese  $\text{CH}_3\text{COOH}$  Lösung (pK = 4,7)? (5 mM)
- Eine Konzentrationszelle enthält eine Acetate Pufferlösung (Salz : Säure = 1 : 1) mit einer Molarität von 0,5 M bei der einen Elektrode und eine Essigsäure (pK = 4,7) Lösung mit einer Molarität von 0,5 M bei der anderen Elektrode. Welche Elektrode ist die Kathode? Wie groß ist die elektromotorische Kraft? (Kathode: Essigsäure,  $EMK = 0,132 \text{ V}$ )
- Wie groß ist die elektromotorische Kraft dieser Konzentrationszelle? ( $EMK = 0,216 \text{ V}$ )  
 $\ominus \text{ Pt/H}_2 | \text{Pufferlösung, pH} = 6,5 || 0,1 \text{ M schwache Säure, } K = 1,6 \cdot 10^{-5} | \text{Pt/H}_2 \oplus$
- Eine Wasserstoff Standard-Elektrode ist mit einer anderen H-Elektrode mit einem unbekanntem pH-Wert verbunden. Die Standard-Elektrode ist die Kathode. Die elektromotorische Kraft ist 0,144 V. Welchen pH-Wert hat die Lösung bei der Anode? Welche Molarität hat diese Lösung, wenn es a) eine Salpetersäure, b) eine Schwefelsäure, c) eine Essigsäure Lösung ist? (pH = 2,4; a)  $\text{HNO}_3$ : 0,004 M, b)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ : 0,002 M, c) 0,8 M)

14. Wie groß ist das Potenzial von einer Redox-Elektrode, die 80%  $\text{Fe}^{3+}$  und 20%  $\text{Fe}^{2+}$  Ionen enthält ( $E^\circ = 0,77 \text{ V}$ )? (0,806 V)
15. Eine Redox-Elektrode ist mit einer H-Elektrode verbunden, diese H-Elektrode enthält eine HCl Lösung mit einer Molarität von 0,1 N. Die  $\text{FeCl}_2$  Konzentration bei der anderen Elektrode ist 0,2 M. Die elektromotorische Kraft ist 0,65 V. Wie groß ist die Konzentration von  $\text{FeCl}_3$  bei der Redox-Elektrode ( $E^\circ = 0,77 \text{ V}$ )? ( $2 \cdot 10^{-4} \text{ M}$ )
16. Eine Redox-Zelle enthält eine Kupfer ( $E^\circ = 0,15 \text{ V}$ ) und eine Eisen ( $E^\circ = 0,77 \text{ V}$ ) Redox-Elektrode.  $c_{\text{Cu}^{2+}} = 100 \cdot c_{\text{Cu}^+}$  bei der Kupfer Elektrode, und  $c_{\text{Fe}^{2+}} = 100 \cdot c_{\text{Fe}^{3+}}$  bei der Eisen Elektrode. Wie groß ist die EMK? (0,38 V)

## VII. Thermochemie

1. Wie groß ist die molekulare Bildungsenthalpie von Ethanol ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ), wenn seine Verbrennungswärme  $-1364,4 \text{ kJ/mol}$  ist? ( $\Delta H^\circ_{\text{f}(\text{H}_2\text{O})} = -285,5 \text{ kJ/mol}$ ,  $\Delta H^\circ_{\text{f}(\text{CO}_2)} = -393,3 \text{ kJ/mol}$ ) ( $-278,7 \text{ kJ/mol}$ )
2. Wie groß ist die molekulare Bildungsenthalpie von Methanol ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ), wenn seine Verbrennungswärme  $-719,4 \text{ kJ/mol}$  ist ( $\Delta H^\circ_{\text{f}(\text{H}_2\text{O})} = -285,5 \text{ kJ/mol}$ ,  $\Delta H^\circ_{\text{f}(\text{CO}_2)} = -393,3 \text{ kJ/mol}$ )? ( $-244,9 \text{ kJ/mol}$ )
3. Wie groß ist die molekulare Bildungsenthalpie von Benzol ( $\text{C}_6\text{H}_6$ ), wenn seine Verbrennungswärme  $-41,8 \text{ kJ/g}$  ist ( $\Delta H^\circ_{\text{f}(\text{H}_2\text{O})} = -285,5 \text{ kJ/mol}$ ,  $\Delta H^\circ_{\text{f}(\text{CO}_2)} = -393,3 \text{ kJ/mol}$ )? ( $44,1 \text{ kJ/mol}$ )
4. Die Verbrennung von Acetylen läuft nach dieser Gleichung ab:  
 $\text{C}_2\text{H}_2 + 2,5 \text{ O}_2 \rightarrow 2 \text{ CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$   
 Die Reaktionsenthalpie ist  $-1300 \text{ kJ}$ . Wie groß ist die Bildungsenthalpie von Acetylen? ( $\Delta H^\circ_{\text{f}(\text{H}_2\text{O})} = -285,5 \text{ kJ/mol}$ ,  $\Delta H^\circ_{\text{f}(\text{CO}_2)} = -393,3 \text{ kJ/mol}$ )? ( $227,9 \text{ kJ/mol}$ )
5. Welche Bildungsenthalpie hat Ethan ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ), wenn seine Verbrennungswärme  $-51,8 \text{ kJ/g}$  ist ( $\Delta H^\circ_{\text{f}(\text{H}_2\text{O})} = -285,5 \text{ kJ/mol}$ ,  $\Delta H^\circ_{\text{f}(\text{CO}_2)} = -393,3 \text{ kJ/mol}$ )? ( $-89,1 \text{ kJ/mol}$ )
6. Welche Wärme wird erzeugt, wenn 250 ml 0,2 M NaOH und 50 ml 0,4 N HCl vermischt werden? Die Neutralisationswärme ist  $-51,4 \text{ kJ/mol}$ . ( $1,028 \text{ kJ}$ )
7. Benzol kann aus 3 Acetylen Molekülen hergestellt werden. Wie groß ist die  $\Delta H$  dieser Reaktion? Die Verbrennungswärme von  $\text{C}_6\text{H}_6$  ist  $-41,8 \text{ kJ/mol}$ , die von  $\text{C}_2\text{H}_2$  ist  $-49,95 \text{ kJ/mol}$ . ( $-108,05 \text{ kJ}$ )
8. Die Verbrennungswärme von Kohlenstoff ist  $-393,3 \text{ kJ/mol}$ , die von CO ist  $-283,0 \text{ kJ/mol}$ . Wie groß ist die molekulare Bildungsenthalpie von CO? ( $-110,3 \text{ kJ/mol}$ )

## VIII. Löslichkeit

1. Bei  $25^\circ \text{C}$  lösen sich 0,00188 g AgCl in einem Liter Wasser. Wie groß ist das Löslichkeitsprodukt? ( $L = 1,7 \cdot 10^{-10} \text{ mol}^2/\text{l}^2$ )
2. Welche Löslichkeit hat  $\text{PbSO}_4$ , wenn es ein  $L$  von  $2 \cdot 10^{-8}$  hat? ( $c = 1,41 \cdot 10^{-4}$ )
3. Wieviel ml NaCl mit einer Molarität von  $1 \mu\text{M}$  sollen wir zu 10 ml  $\text{AgNO}_3$  mit einer Molarität von 1 mM zugeben um die Ausscheidung von AgCl zu beginnen? (Das Löslichkeitsprodukt von AgCl ist  $10^{-10}$ .) ( $1,27 \text{ ml}$ )