

1. Welche Volumina einer 0,15M-NaCl-Lösung und einer 0,5M-NaCl-Lösung müssen gemischt werden, um 250 mL einer 0,4M-Lösung herzustellen?
2. Aus 0,7 M  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ -Stammlösung und  $\text{H}_2\text{O}$  sollen a) 10 mL mit  $c = 0,3 \text{ mol/L}$  UND b) 15 mL mit  $c = 0,1 \text{ mol/L}$  hergestellt werden. Berechnen Sie die erforderlichen Volumina an Stammlösung und Wasser.
3. Aus einer Glucose-Stammlösung der Konzentration  $\beta = 20 \text{ g/L}$  sollen a) 100 mL mit  $\beta = 0,18 \text{ g/L}$  UND b) 650 mL mit  $\beta = 19 \text{ g/L}$  hergestellt werden. Berechnen Sie die erforderlichen Volumina an Stammlösung.
4. Die Acetat-Konzentration einer Pufferkonzentrats beträgt 500 mmol/L. Beschreiben Sie die einzelnen Arbeitsschritte um 80 mL mit der Stoffmengenkonzentration von 150 mmol/L herzustellen.
5. 40 mL einer Lösung mit der  $\text{CuCl}_2$ -Konzentration  $c = 0,6 \text{ mol/L}$  werden mit 50 mL Wasser gemischt. Berechnen Sie die Endkonzentration  $c(\text{CuCl}_2)$ . Wie hoch ist die Konzentration  $c(\text{Cl}^-)$  vor und nach verdünnen?
6. Aus einer Zuckerlösung mit dem Massenanteil  $w(\text{Zucker}) = 10\%$  sollen durch Verdünnen 100 g einer 2,1%igen Zuckerlösung hergestellt werden.
  - a) Berechnen Sie die erforderlichen Massen an Wasser und Stammlösung.
  - b) Welchen Massenanteil wird erreicht, wenn 15 g der Stammlösung mit 50 g  $\text{H}_2\text{O}$  gemischt wurden?
7. Eine Medikamentenlösung (Lösung A) enthält 5 g/L Glucose und 20 mg/L einer Wirkstoffs. Eine andere Medikamentenlösung (Lösung B) enthält 1,5 g/L Glucose und 70 mg/L Wirkstoff.
  - a) In welchen Volumenverhältnissen müssen A und B gemischt werden um 200 mL einer Lösung mit 3,0 g/L Glucose herzustellen (Lösung C) ?
  - b) Welche Wirkstoffkonzentration besitzt die Lösung C?
8. Wie viel Gramm a) Calciumchlorid und b) Calciumchlorid-Dihydrat müssen zu 350 g einer 5%igen  $\text{CaCl}_2$ -Lösung gegeben werden, damit eine 6%ige Lösung entsteht?
9. Aus konzentrierter Schwefelsäure ( $w = 96\%$ ), sollen 100 mL einer 20%igen Schwefelsäure bereitgestellt werden.
  - a) Wie gehen Sie vor? Hinweis: Dichte der 20%igen Schwefelsäure (aus Tabellenbuch):  $\rho = 1,14 \text{ g/cm}^3$
  - b) Wie wären Sie vorgegangen, wenn die Dichten der Ausgangs- und Ziellösung nicht bekannt sind?
10. Welches Volumen Wasser müssen aus 500 mL einer Kochsalzlösung ( $c = 1,8 \text{ mol/L}$ ) abdestilliert werden um eine Salzlösung mit  $c = 2,5 \text{ mol/L}$  zu erhalten?
11. 250 mL einer Natriumsulfatlösung ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) mit  $c(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,1 \text{ mol/L}$  sollen mit einer 1-M-NaCl-Lösung so gemischt werden, dass eine Lösung mit  $c(\text{Na}^{2+}) = 0,5 \text{ mol/L}$  entstehen.
  - a) Berechnen Sie das benötigte Volumen NaCl-Lösung.
  - b) Berechnen Sie die Stoffmengenkonzentration  $c(\text{Cl}^-)$  der Lösung.
12. Wie viel technisches Soda mit  $w(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{ H}_2\text{O}) = 95\%$  müssen zu 500 g einer 5%igen  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -Lösung gegeben werden, um eine 8%ige  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -Lösung zu erhalten?
13. 50 mL einer Medikamentenlösung mit  $c(\text{Med}) = 100 \mu\text{M}$ , werden mit 80 mL mit  $c(\text{Med}) = 500 \mu\text{M}$  und 100 mL mit  $c(\text{Med}) = 150 \mu\text{M}$  gemischt. Berechnen Sie  $c(\text{Med})$  in der entstehenden Lösung.
14. Aus einer 0,5-M- $\text{Na}_2\text{SO}_4$ -Lösung sollen 2 Liter einer Lsg. mit  $\beta(\text{Na}^+) = 5 \text{ g/L}$  hergestellt werden. Wie gehen Sie vor?
15. 1,5 g Natriumphosphat werden zu 100 mL einer Natriumphosphat-Lösung mit  $\beta(\text{Na}_3\text{PO}_4) = 5 \text{ g/L}$  gegeben. Welchen Gehalt hat die Lösung schätzungsweise? Warum ist die Gehaltsangabe mit (großen) Fehlern behaftet?
16. 500 g einer Kochsalzlösung besitzen einen Wasseranteil von 99%. Wie viel Wasser muss verdampft werden, damit der Massenanteil des Wassers auf 98% sinkt?
17. 1,5 L einer Proteinlösung mit einem Massenanteil von  $w(\text{Protein}) = 2,5 \%$  und der Dichte  $\rho = 1,03 \text{ kg/L}$  werden 400 Gramm Wasser entzogen. Berechnen Sie den Massenanteil des entstehenden Konzentrats .

Lösungen ohne Gewähr – Ausführliche Lösungswege unter [www.laborberufe.de](http://www.laborberufe.de)

1) **2a)** 4,29 mL; **2b)** 2,14 mL; **3a)** 0,9 mL; **3b)** 617,5 mL; **4)** 24 mL; **5)** 0,267 mol/L;  $c(\text{Cl}^-) = 0,533 \text{ mol/L}$ ; **6a)**  $m(\text{Stamm}) = 21 \text{ g}$ ; **6b)** 2,31%; **7a)**  $V_A = 85,71 \text{ mL}$ ,  $V_B = 114,29 \text{ mL}$ ; **7b)** 48,57 mg/L; **8a)** 3,723 g; **8b)** 5,037g; **9a)** 23,75 g  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ad 114 g **9b)** mehr herstellen **10)** 140 mL **11a)** 150 mL; **11b)** 0,375 mol/L; **12)** 55,17 g; **13)** 260,9  $\mu\text{M}$ ; **14)** 434,9 mL; **15)** ca. 20 g/L; **16)** 250 g; **17)** 3,37%

## Lösungen und Lösungswege ohne Gewähr

Wenn Sie von diesen Musterlösungen profitieren, dann geben Sie etwas zurück, indem Sie mich auf Rechenfehler, Verständnisschwierigkeiten o.ä. aufmerksam machen. Letztendlich profitieren auch andere Schüler davon, wenn die Musterlösungen weitgehend fehlerfrei und verständlich sind.

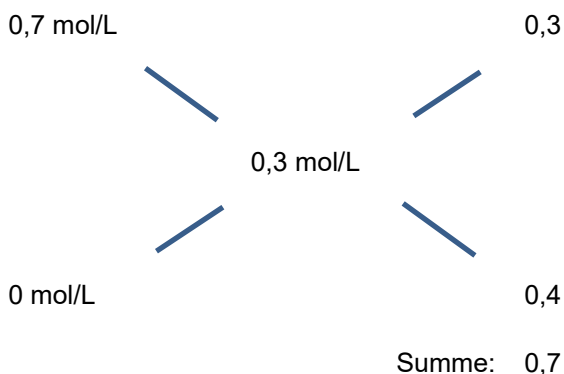
Nr. 1

Siehe Unterrichtsunterlagen

Nr. 2

a)

### Lösungsweg mit Mischungskreuz und Dreisatz



0,3 mL Stammlösung + 0,4 mL H<sub>2</sub>O ergeben 0,7 mL Lösung. Hochrechnung auf 10 mL über den Dreisatz:

$$V(\text{Stammlösung}) = \frac{0,3 \text{ mL}}{0,7 \text{ mL}} \cdot 10 \text{ mL} \approx 4,29 \text{ mL}$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = V_{\text{gesamt}} - V(\text{Stammlösung}) = 10 \text{ mL} - 4,29 \text{ mL} = 5,71 \text{ mL}$$

### Lösungsweg mit Mischungsgleichung

Mischungsgleichung:

$$c_1 \cdot V_1 + c_2 \cdot V_2 = c_M \cdot V_M$$

Da H<sub>2</sub>O Mischungskomponente:  $c_2 = 0 \text{ mol/L}$

Mischungsgleichung (vereinfacht):

$$c_1 \cdot V_1 = c_M \cdot V_M$$

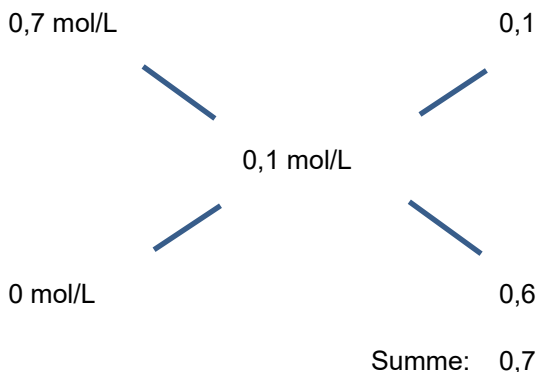
$$0,7 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot V_1 = 0,3 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 10 \text{ mL} \Rightarrow V_1 \approx 4,29 \text{ mL}$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = V_M - V_1 = 10 \text{ mL} - 4,29 \text{ mL} \approx 5,71 \text{ mL}$$

b)

### Lösungsweg mit Mischungskreuz und Dreisatz

#### Dreisatz



0,1 mL Stammlösung + 0,6 mL H<sub>2</sub>O ergeben 0,7 mL der gewünschten Lösung. Hochrechnung auf 15 mL über den Dreisatz:

$$V(\text{Stammlösung}) = \frac{0,1 \text{ mL}}{0,7 \text{ mL}} \cdot 15 \text{ mL} \approx 2,14 \text{ mL}$$

### Lösungsweg mit Mischungsgleichung

Mischungsgleichung mit H<sub>2</sub>O als Komponente:

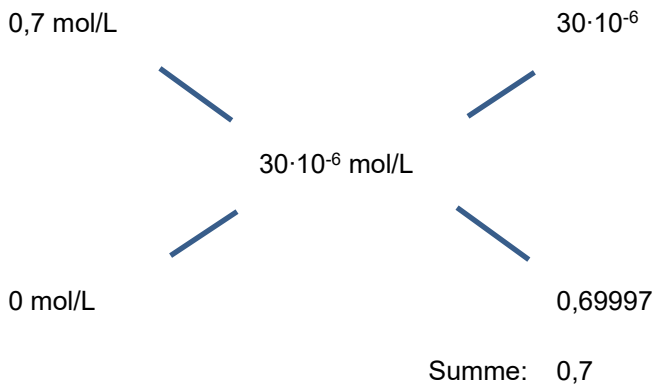
$$c_1 \cdot V_1 = c_M \cdot V_M$$

$$0,7 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot V_1 = 0,1 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 15 \text{ mL} \Rightarrow V_1 \approx 2,14 \text{ mL}$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = V_M - V_1 = 15 \text{ mL} - 2,14 \text{ mL} \approx 12,86 \text{ mL}$$

$$V(H_2O) = V_{\text{gesamt}} - V(\text{Stammlösung}) = 15\text{mL} - 2,14\text{mL} = 12,86\text{mL}$$

b) 15 mL mit  $c = 0,1 \text{ mol/L}$



$30 \cdot 10^{-6} \text{ mL Stammlösung} + 0,69997 \text{ mL H}_2\text{O}$  ergeben  $0,7 \text{ mL}$  der gewünschten Lösung. Hochrechnung auf  $5000 \text{ mL}$  über den Dreisatz:

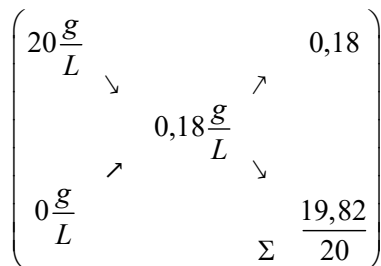
$$V(\text{Stammlösung}) = \frac{30 \cdot 10^{-6} \text{ mL}}{0,69997 \text{ mL}} \cdot 5000 \text{ mL} \approx 0,214 \text{ mL}$$

$$V(H_2O) = V_{\text{gesamt}} - V(\text{Stammlösung}) = 5000 \text{ mL} - 0,214 \text{ mL} = 4999,786$$

Die Lösung wird besser über eine Verdünnungsreihe hergestellt, dann müssen nicht so kleine Volumina pipettiert werden.

Nr. 3

**a) Lösungsweg mit Mischungskreuz und Dreisatz**



$0,18 \text{ mL Stammlösung}$  auf  $20 \text{ mL}$  mit  $\text{H}_2\text{O}$  aufgefüllt, ergeben die gewünschte Lösung. Hochrechnung auf  $100 \text{ mL}$  über den Dreisatz:

$$V(\text{Stammlösung}) = \frac{100 \text{ mL}}{20 \text{ mL}} \cdot 0,18 \text{ mL} = 0,9 \text{ mL}$$

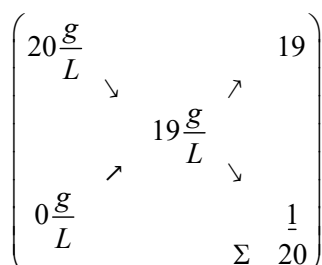
**Lösungsweg mit Mischungsgleichung**

Mischungsgleichung mit  $\text{H}_2\text{O}$  als Komponente:

$$\beta_1 \cdot V_1 = \beta_M \cdot V_M$$

$$20,0 \frac{\text{g}}{\text{L}} \cdot V_1 = 0,18 \frac{\text{g}}{\text{L}} \cdot 0,1 \text{ L} \Rightarrow V_1 = 0,0009 \text{ L} = 0,9 \text{ mL}$$

**b) Lösungsweg mit Mischungskreuz und Dreisatz**



**Lösungsweg mit Mischungsgleichung**

Mischungsgleichung mit  $\text{H}_2\text{O}$  als Komponente:

$$\beta_1 \cdot V_1 = \beta_M \cdot V_M$$

$$20,0 \frac{\text{g}}{\text{L}} \cdot V_1 = 19 \frac{\text{g}}{\text{L}} \cdot 650 \text{ mL} \Rightarrow V_1 = 617,5 \text{ mL}$$

19 mL Stammlösung auf 20 mL Gesamtlösung ergeben die gewünschte Massenkonzentration. Hochrechnung auf 650 mL über den Dreisatz:

$$V(\text{Stammlösung}) = \frac{650\text{mL}}{20\text{mL}} \cdot 19\text{mL} = 617,5\text{mL}$$

Nr. 4

**Lösungsweg mit Mischungskreuz und Dreisatz**

$$\left( \begin{array}{ccc} 500 \frac{\text{mmol}}{\text{L}} & & 150 \\ & \searrow & \nearrow \\ & 150 \frac{\text{mmol}}{\text{L}} & \\ & \nearrow & \searrow \\ 0 \frac{\text{mmol}}{\text{L}} & & \underline{350} \\ & & \Sigma \quad 500 \end{array} \right)$$

150 mL Stammlösung auf 500 mL Gesamtlösung ergeben die gewünschte Massenkonzentration. Berechnung für 80 mL Gesamtvolumen über den Dreisatz:

$$V(\text{Stammlösung}) = \frac{80\text{mL}}{500\text{mL}} \cdot 150\text{mL} = 24\text{mL}$$

150 mL Stammlösung werden in einem Messkolben auf 500 mL Gesamtvolumen aufgefüllt.

Nr. 5

Mischungsgleichung mit H<sub>2</sub>O als Komponente:

bzw.

$$c_1 \cdot V_1 = c_M \cdot V_M$$

(Bei Mischung wässriger Lösungen kann die Volumenkontraktion vernachlässigt werden).

$$c_1 \cdot V_1 = c_M \cdot (V_1 + V_2)$$

$$c_M = \frac{c_1 \cdot V_1}{(V_1 + V_2)} \Rightarrow c_M = \frac{0,6 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 40\text{mL}}{90\text{mL}} \approx 0,267 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

Die Verhältnisformel des Salzes zeigt, dass bei der Lösung von einer CuCl<sub>2</sub>-Formeleinheit die Bildung von 1 Cu<sup>2+</sup> und 2 Cl<sup>-</sup>-Ionen entstehen.

Vor Verdünnen: c(CuCl<sub>2</sub>) = 0,6 mol/L c(Cu<sup>2+</sup>) = 0,6 mol/L; c(Cl<sup>-</sup>) = 1,2 mol/L

Nach Verdünnen: c(CuCl<sub>2</sub>) = 0,267 mol/L c(Cu<sup>2+</sup>) = 0,267 mol/L; c(Cl<sup>-</sup>) = 0,533 mol/L

Nr. 6

**Lösungsweg mit Mischungskreuz und Dreisatz**

$$\left( \begin{array}{ccc} 10\% & & 2,1 \\ & \searrow & \nearrow \\ & 2,1\% & \\ & \nearrow & \searrow \\ 0\% & & \underline{7,9} \\ & & \Sigma \quad 10 \end{array} \right)$$

**Lösungsweg mit Mischungsgleichung**

Mischungsgleichung mit H<sub>2</sub>O als Komponente:

$$w_1 \cdot m_1 = w_M \cdot m_M$$

$$10\% \cdot m_1 = 2,1\% \cdot 100\text{g} \Rightarrow m_1 = 21\text{g}$$

2,1 g Stammlösung und 7,9 g H<sub>2</sub>O ergeben den m(H<sub>2</sub>O) = 100 g – 21 g = 79 g  
 gewünschten Massenanteil (w = 2,1%). Hochrechnung  
 auf 100 g Lösung über den Dreisatz:

$$m(\text{Stammlösung}) = \frac{100\text{g}}{10\text{g}} \cdot 2,1\text{g} = 21\text{g}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 100\text{g} - 21\text{g} = 79\text{g}$$

6b)

$$w_1 \cdot m_1 = w_M \cdot m_M \quad \text{bzw.} \quad w_1 \cdot m_1 = w_M \cdot (m_1 + m_2) \quad w_M = \frac{w_1 \cdot m_1}{(m_1 + m_2)} \quad w_M = \frac{10\% \cdot 15\text{g}}{65\text{g}} \approx 2,31\%$$

Nr. 7

a)

### Lösungsweg mit Mischungskreuz und Lösungsweg mit Mischungsgleichung

#### Dreisatz

$$\left( \begin{array}{ccc} 5 \frac{\text{g}}{\text{L}} & & 1,5 \\ & \searrow & \nearrow \\ & 3,0 \frac{\text{g}}{\text{L}} & \\ & \nearrow & \searrow \\ 1,5 \frac{\text{g}}{\text{L}} & & 2 \\ & \Sigma & 3,5 \end{array} \right)$$

1,5 mL A und 2 mL B ergeben 3,5 mL des  
 gewünschten Gehalts. Hochrechnung über  
 Dreisatz:

$$V_A(\text{Gluc}) = \frac{200\text{mL}}{3,5\text{mL}} \cdot 1,5\text{mL} \approx 85,71\text{mL}$$

$$V_B(\text{Gluc}) = 200\text{mL} - 85,71\text{mL} \approx 114,29\text{mL}$$

Mischungsgleichung:

$$\beta_A \cdot V_A + \beta_B \cdot V_B = \beta_C \cdot (V_A + V_B)$$

$$\beta_A \cdot V_A + \beta_B \cdot V_B = \beta_C \cdot V_A + \beta_C \cdot V_B$$

$$\beta_A \cdot V_A - \beta_C \cdot V_A = \beta_C \cdot V_B - \beta_B \cdot V_B$$

$$(\beta_A - \beta_C) \cdot V_A = (\beta_C - \beta_B) \cdot V_B$$

$$\frac{V_A}{V_B} = \frac{(\beta_C - \beta_B)}{(\beta_A - \beta_C)} \quad \frac{V_A}{V_B} = \frac{(3 \frac{\text{g}}{\text{L}} - 1,5 \frac{\text{g}}{\text{L}})}{(5 \frac{\text{g}}{\text{L}} - 3 \frac{\text{g}}{\text{L}})} = \frac{1,5}{2}$$

Die Volumenverhältnis beträgt V<sub>A</sub>:V<sub>B</sub> = 1,5 : 2. Hochrechnung  
 auf 200 mL: **siehe links**

ALTERNATIV: Auch die direkte Berechnung von V<sub>A</sub> und V<sub>B</sub> ist  
 möglich:

Mischungsgleichung:

$$\beta_A \cdot V_A + \beta_B \cdot (V_C - V_A) = \beta_C \cdot V_C$$

$$\beta_A \cdot V_A + \beta_B \cdot V_C - \beta_B \cdot V_A = \beta_C \cdot V_C$$

$$\beta_A \cdot V_A - \beta_B \cdot V_A = \beta_C \cdot V_C - \beta_B \cdot V_C$$

$$(\beta_A - \beta_B) \cdot V_A = \beta_C \cdot V_C - \beta_B \cdot V_C$$

$$V_B(\text{Gluc}) = 200 \text{ mL} - 85,71 \text{ mL} \approx 114,29 \text{ mL}$$

7b)

$$\beta_A \cdot V_A + \beta_B \cdot V_B = \beta_C \cdot V_C$$

$$\beta_C = \frac{\beta_A \cdot V_A + \beta_B \cdot V_B}{V_C} \Rightarrow \beta_C = \frac{20 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \cdot 0,08571 \text{ L} + 70 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \cdot 0,11429 \text{ L}}{0,2 \text{ L}} \approx 48,57 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$$

Nr. 8

Mischungsgleichung:

$$w_1 \cdot m_1 + w_2 \cdot m_2 = w_M \cdot m_M \quad w_1 \cdot m_1 + w_2 \cdot m_2 = w_M \cdot (m_1 + m_2)$$

$$w_1 \cdot m_1 + w_2 \cdot m_2 = w_M \cdot m_1 + w_M \cdot m_2 \quad w_2 \cdot m_2 - w_M \cdot m_2 = w_M \cdot m_1 - w_1 \cdot m_1 \quad (w_2 - w_M) \cdot m_2 = w_M \cdot m_1 - w_1 \cdot m_1$$

$$m_2 = \frac{w_M \cdot m_1 - w_1 \cdot m_1}{w_2 - w_M}$$

a) Für reines  $\text{CaCl}_2$ :  $w_2 = 100\%$ .

$$m_2 = \frac{w_M \cdot m_1 - w_1 \cdot m_1}{w_2 - w_M}$$

$$m_2 = \frac{6\% \cdot 350 \text{ g} - 5\% \cdot 350 \text{ g}}{100\% - 6\%} \approx 3,723 \text{ g}$$

b) Für  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Der Massenteil von  $\text{CaCl}_2$  in  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  ergibt sich aus dem Verhältnis der molaren Massen:

$$w(\text{CaCl}_2) = \frac{M(\text{CaCl}_2)}{M(\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O})} = \frac{110,983 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{147,014 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \approx 0,7549 \hat{=} 75,49\%$$

$$m_2 = \frac{w_M \cdot m_1 - w_1 \cdot m_1}{w_2 - w_M} \quad m_2 = \frac{6\% \cdot 350 \text{ g} - 5\% \cdot 350 \text{ g}}{75,49\% - 6\%} \approx 5,037 \text{ g}$$

Nr. 9

a) Mit der Dichte kann man berechnen: 100 mL wiegen 114 Gramm.

$$m_1 \cdot w_1 = m_2 \cdot w_2 \Rightarrow 114 \text{ g} \cdot 20\% = m_2 \cdot 96\% \Rightarrow m_2 \approx 23,75 \text{ g}$$

**Achtung:** „Nie das Wasser in die Säure, sonst geschieht das Ungeheure“. Zuerst etwas Wasser vorlegen, z.B. 50 Gramm und dann langsam die 23,75 g konz. Säure mischend dazu dosieren. Anschließend mit Wasser auf 114 Gramm Gesamtmasse auffüllen.

b) Da die Dichte der herzustellenden Lösung nicht bekannt ist, kann man nicht berechnen, welche Masse die 100 mL besitzen. In der Praxis stellt man dann eine Schwefelsäuremasse her, die garantiert das geforderte Mindestvolumen (100 mL) abdeckt, z.B. 150 Gramm. Berechnung ist dann analog zu a)

Nr. 10

$$c_{\text{Verdünnt}} \cdot V_{\text{Verdünnt}} = c_{\text{Konzentrat}} \cdot V_{\text{Konzentrat}} \quad V_{\text{Konzentrat}} = \frac{c_{\text{Verdünnt}} \cdot V_{\text{Verdünnt}}}{c_{\text{Konzentrat}}} = \frac{1,8 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 500 \text{mL}}{2,5 \frac{\text{mol}}{\text{L}}} = 360 \text{mL}$$

Es müssen abdestilliert werden:  $V = 500 - 360 \text{ mL} = 140 \text{ mL}$

Nr. 11

$c_1(\text{Na}^+) = 0,2 \text{ mol/L}$ ; (da  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ )

$c_2(\text{Na}^+) = 1 \text{ mol/L}$

a)

**Lösungsweg mit Mischungskreuz und Lösungsweg mit Mischungsgleichung**

**Dreisatz**

$$\left( \begin{array}{ccc} 0,2 \frac{\text{mol}}{\text{L}} & & 0,5 \\ & \searrow & \nearrow \\ & 0,5 \frac{\text{mol}}{\text{L}} & \\ & \nearrow & \searrow \\ 1 \frac{\text{mol}}{\text{L}} & & 0,3 \\ & \Sigma & 0,8 \end{array} \right)$$

$$V_2 : V_1 = 0,3 : 0,5 \quad V_2 = (0,3 : 0,5) \cdot V_1$$

$$V_2 = (0,3 : 0,5) \cdot 250 \text{mL} = 150 \text{ mL}$$

Mischungsgleichung:

$$c_1 \cdot V_1 + c_2 \cdot V_2 = c_M \cdot V_M$$

$$c_1 \cdot V_1 + c_2 \cdot V_2 = c_M \cdot (V_1 + V_2) \quad c_1 \cdot V_1 + c_2 \cdot V_2 = c_M \cdot V_1 + c_M \cdot V_2$$

$$c_2 \cdot V_2 - c_M \cdot V_2 = c_M \cdot V_1 - c_1 \cdot V_1 \quad (c_2 - c_M) \cdot V_2 = c_M \cdot V_1 - c_1 \cdot V_1$$

$$V_2 = \frac{c_M \cdot V_1 - c_1 \cdot V_1}{c_2 - c_M}$$

$$V_2 = \frac{0,5 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 0,25 \text{L} - 0,2 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 0,25 \text{L}}{1 \frac{\text{mol}}{\text{L}} - 0,5 \frac{\text{mol}}{\text{L}}} = 0,15 \text{L} = 150 \text{mL}$$

250 mL  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ -Lösung müssen mit 150 mL  $\text{NaCl}$ -Lösung gemischt werden.

b)  $c_1(\text{Cl}^-) = 0 \text{ mol/L}$ . In der  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ -Lösung befinden sich keine  $\text{Cl}^-$ -Ionen.

$c_2(\text{Cl}^-) = 1 \text{ mol/L}$

Mischungsgleichung:

$$c_1 \cdot V_1 + c_2 \cdot V_2 = c_M \cdot V_M$$

$$c_M = \frac{c_1 \cdot V_1 + c_2 \cdot V_2}{V_M} = \frac{0 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 0,25 \text{L} + 1 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 0,15 \text{L}}{0,4 \text{L}} = 0,375 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

Nr. 12

Massenanteil von  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  in chemisch reinem Soda ( $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ ):

$$w(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{M(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{M(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O})} = \frac{105,989 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{286,142 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,3704$$

Berücksichtigen des technischen Charakters (95%):  $w(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,3704 \cdot 0,95 \approx 0,3519 \quad 35,19\%$

## Lösungsweg mit Mischungskreuz und Lösungsweg mit Mischungsgleichung

### Dreisatz

$$\left( \begin{array}{ccc} 5\% & \searrow & 27,19 \\ & 8\% & \\ 35,19\% & \nearrow & \\ & \Sigma & 30,19 \end{array} \right)$$

$$w_1 \cdot m_1 + w_2 \cdot m_2 = w_M \cdot m_M \quad w_1 \cdot m_1 + w_2 \cdot m_2 = w_M \cdot (m_1 + m_2)$$

$$w_1 \cdot m_1 + w_2 \cdot m_2 = w_M \cdot m_1 + w_M \cdot m_2 \quad w_2 \cdot m_2 - w_M \cdot m_2 = w_M \cdot m_1 - w_1 \cdot m_1$$

$$m_2 : m_1 = 3 : 27,19 \quad m_2 = (3 : 27,19) \cdot m_1$$

$$m_2 = (3 : 27,19) \cdot 500 \text{ g} = 55,17 \text{ g}$$

$$(w_2 - w_M) \cdot m_2 = w_M \cdot m_1 - w_1 \cdot m_1 \quad m_2 = \frac{w_M \cdot m_1 - w_1 \cdot m_1}{w_2 - w_M}$$

$$m_2 = \frac{8\% \cdot 500 \text{ g} - 5\% \cdot 500 \text{ g}}{35,19\% - 8\%} \approx 55,17 \text{ g}$$

Nr. 13

Mischungsgleichung für 3 Komponenten

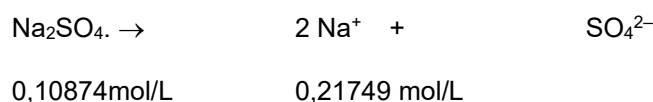
$$c_1 \cdot V_1 + c_2 \cdot V_2 + c_3 \cdot V_3 = c_M \cdot V_M \quad \frac{c_1 \cdot V_1 + c_2 \cdot V_2 + c_3 \cdot V_3}{V_M} = c_M$$

$$c_M = \frac{100 \mu\text{M} \cdot 50 \text{ mL} + 500 \mu\text{M} \cdot 80 \text{ mL} + 150 \mu\text{M} \cdot 100 \text{ mL}}{230 \text{ mL}} \approx 260,9 \mu\text{M}$$

Nr. 14

$$c(\text{Na}^+) = \frac{\beta(\text{Na}^+)}{M(\text{Na}^+)} \Rightarrow c(\text{Na}^+) = \frac{5 \frac{\text{g}}{\text{L}}}{22,990 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \approx 0,21749 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

Aus der Verhältnisformel des Salzes geht hervor, dass eine Formeleinheit 2 Na<sup>+</sup>-Ionen liefert, d.h. die Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-Konzentration muss halb so groß, wie die gewünschte Na<sup>+</sup>-Konzentration gewählt werden:



### Lösungsweg mit Mischungskreuz und Dreisatz

$$\left( \begin{array}{ccc} 0,5 \frac{\text{mol}}{\text{L}} & \searrow & 0,10874 \\ & 0,10874 \frac{\text{mol}}{\text{L}} & \\ 0 \frac{\text{mol}}{\text{L}} & \nearrow & \\ & \Sigma & 0,5 \end{array} \right)$$

0,10874 mL Stammlösung auf 0,5 mL mit H<sub>2</sub>O aufgefüllt, ergeben die gewünschte Lösung.

Hochrechnung auf 2000 mL über den Dreisatz:

$$V(\text{Stammlösung}) = \frac{2000 \text{ mL}}{0,5 \text{ mL}} \cdot 0,10874 \text{ mL} = 434,9 \text{ mL}$$

434,9 mL werden in einen 2000mL-Messkolben pipettiert und mit H<sub>2</sub>O bis zur Marke aufgefüllt.

### Lösungsweg mit Mischungsgleichung

Mischungsgleichung mit H<sub>2</sub>O als Komponente:

$$c_1 \cdot V_1 = c_M \cdot V_M$$

$$0,5 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot V_1 = 0,10874 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 2000 \text{ mL} \Rightarrow V_1 = 434,9 \text{ mL}$$



Nr. 15

Löst man 1,5 g  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  in 100 mL einer  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ -Lösung, so verändert sich das Volumen (**Volumenkontraktion, Volumendilatation**). Das Volumen nach Mischen ist also nicht mehr 100 mL, sondern liegt leicht darüber oder darunter. Geht man für die Schätzung davon aus, dass sich das Volumen nicht ändert, so kann man berechnen:

In 100 mL der ursprünglichen Lösung sind enthalten. 0,5 g  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ . Es werden weitere 1,5 g  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  dazugegeben.  
 $m(\text{Na}_3\text{PO}_4) = 0,5 \text{ g} + 1,5 \text{ g} = 2 \text{ g}$ .  $\beta \approx 2 \text{ g}/100 \text{ mL}$  bzw.  $\beta \approx 20 \text{ g/L}$ . Es handelt sich jedoch nur um eine grobe Schätzung.

**Die Volumenkontraktion bzw. Volumendilatation kann in der Regel vernachlässigt werden, wenn wässrige Lösungen (oder Wasser) miteinander gemischt werden. Sie kann nicht vernachlässigt werden, wenn feste Stoffe zur Herstellung der Lösung eingesetzt werden.**

Nr. 16

Mit anderen Worten: Wie viel Wasser muss entfernt werden um den Massenanteil an NaCl von  $w = 1\%$  auf  $w=2\%$  zu erhöhen.

Mischungsgleichung.

$$m_1 \cdot w_1 = m_2 \cdot w_2 \Rightarrow 500 \text{ g} \cdot 1\% = m_2 \cdot 2\% \Rightarrow m_2 = 250 \text{ g}$$

Es müssen also 250 g Wasser entfernt werden.

Nr. 17

Mit der Dichte kann man berechnen, dass die Anfangslösung 1545 Gramm wiegt.

$$m_1 \cdot w_1 = m_2 \cdot w_2 \Rightarrow 1545 \text{ g} \cdot 2,5\% = 1145 \text{ g} \cdot w_2 \Rightarrow w_2 \approx 3,37\%$$