

1. Rechnungen mit Massenanteilen in Reinstoffen

- 1.1** Berechnen Sie den Massenanteil von Stickstoff in Ammoniumnitrat (NH_4NO_3).
- 1.2** Welche Masse an Kalk (CaCO_3) enthält 100 g chemisch gebundenes Calcium? \Rightarrow Rechnen Sie zuerst $w(\text{Ca})$ aus und anschließend daraus, beispielsweise mit dem Dreisatz, das Ergebnis.
- 1.3** Welche Masse Kupfer lässt sich aus 40 g Kupfersulfat-Pentahydrat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) gewinnen?
- 1.4** In welcher Masse Zitronensäure-Monohydrat ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$) sind 60 g reine Zitronensäure enthalten?

2. Einfache Rechnungen zu Massenanteilen in Gemischen

- 2.1** 1 g von essbaren Teilen des Rhabarbers enthalten bis 24000 μg der (giftigen) Oxalsäure ($\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$). Berechnen Sie den prozentualen Massenanteil $w(\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4)$.
- 2.2** Der Koffeingehalt in Vollmilchschokolade beträgt 15 mg/100 g. Berechnen Sie den prozentualen Massenanteil $w\%$.
- 2.3** Halbbitterschokolade enthält bis zu 90 mg Koffein pro 100 g. Berechnen Sie den Koffeinmassenanteil in Prozent (%), Teile von Hundert), Promille (‰, Teile von Tausend) und ppm (parts per million, Teile von Million).
- 2.4** Wie groß war der prozentuale Massenanteil an Natriumacetat (NaCH_3COO) in einer NaCH_3COO -haltigen Probe, wenn in 50 Gramm der Probe 3,26 g CH_3COO^- bestimmt werden konnten?
- 2.5** Das Dentin der Zähne besteht zu ca. 70% aus *Hydroxylapatit* (Zusammensetzung: $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$).
- Welche Masse chemisch gebundenes Phosphat (PO_4^{3-}) sind in 70 g Dentin enthalten?
 - In welcher Masse Dentin sind 70 g Phosphat enthalten?
- 2.6** Der Massenanteil an Fluorid (F^-) einer Zahnpasta beträgt $w_{\text{ppm}} = 1250$ ppm. (ppm: „parts per million“). In welcher Masse an Zahnpasta sind 1 mg Fluorid enthalten (empfohlene Tagesdosis zur Kariesprophylaxe)?

3. Rechnen mit Massenanteilen in Lösungen

- 3.1** In 2000 g Wasser werden 500 g NaCl gelöst. Welchen Massenanteil $w(\text{NaCl})$ hat die entstehende Natriumchloridlösung?
- 3.2** In 550 g Wasser werden 200 g Natriumsulfat Na_2SO_4 gelöst. Welchen Massenanteil $w(\text{Na}_2\text{SO}_4)$ hat die Lösung in Prozent?
- 3.3** Aus 30 g Kaliumhydroxid soll eine Kalilauge mit dem Massenanteil $w(\text{KOH}) = 4,1\%$ angesetzt werden. Welche Masse an Lösung wird erhalten?
- 3.4** Wie viel g KCl und wie viel g Lösungsmittel sind in 500 g 10%iger KCl-Lösung enthalten?
- 3.5** Wie viel g Kochsalz und wie viel g Wasser werden benötigt um 750 g einer 0,9%igen Kochsalzlösung herzustellen?
- 3.6** Wie viel g technischen Kaliumiodids KI (Reinheit: 98%) müssen zur Herstellung von 0,5 kg 4%iger KI-Lösung abgewogen werden?
- 3.7** Zur Herstellung von 750 g 10%iger Eosinlösung stehen technisch reines Eosin mit einer Reinheit von 98,7% zur Verfügung. Wie viel g müssen eingewogen werden?
- 3.8** Aus technischem Soda ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$) mit einem Reinheitsgehalt von 79% sollen 70 g einer Lösung hergestellt werden, die einen Massenanteil von $w\%(\text{Na}^+) = 3\%$ aufweist. Berechnen Sie die einzusetzende Masse an Ausgangsstoff.
- 3.9** 16,5 g Calciumchlorid-Hexahydrat ($\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) werden in 240 g Wasser gelöst. Berechnen Sie die Massenanteile $w(\text{CaCl}_2)$ und $w(\text{Cl})$ der Lösung.

4. Verknüpfung von w mit β und c und Umrechnung $w \leftrightarrow c$ und $w \leftrightarrow \beta$

- 4.1** Als „Viehsalz“ wird verunreinigtes Natriumchlorid bezeichnet. Welche Masse Viehsalz (mit $w\%(\text{NaCl}) = 88,5\%$) müssen eingewogen werden um 250 mL einer Lösung mit $c(\text{NaCl}) = 2$ mol/L zu erhalten?
- 4.2** Löst man 30 g technischen Kaliumhydroxids zu 500 mL Lösung, so erhält man $c(\text{KOH}) = 0,8$ mol/L. Berechnen Sie den Massenanteil $w(\text{KOH})$ im Ausgangsstoff.
- 4.3** Welche Masse an technischem Natriumsulfat mit $w(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 92\%$ müssen in Wasser gelöst werden, um 400 mL Lösung mit $\beta(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 1,0$ g/L zu erhalten.
- 4.4** Ein Ausgangsgemisch enthält neben unlöslichen Bestandteilen auch Mangansulfat-Pentahydrat mit einem Massenanteil von $w(\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 78,5\%$. Welche Masse aus Ausgangsgemisch müssen eingewogen werden, um 5,00 L Lösung mit $c(\text{Mn}^{2+}) = 0,5$ mol/L zu erhalten?

4.5 Auf dem Etikett der rauchenden Salzsäure steht „Salzsäure rauchend 37%. Dichte $\sim 1,19$ “.

- a) Welche Stoffmengenkonzentration $c(\text{HCl})$ hat die Säure?
 b) [mit Lehrkraft] Weshalb existiert keine 40%ige Salzsäure (bei Normzustand)?

4.6 Im Gegensatz zu konzentrierter Salzsäure (vgl. vorherige Aufgabe!) ist *konzentrierte Schwefelsäure* tatsächlich 100%ig. Mit welcher Dichte muss man rechnen, wenn die $c(\text{H}_2\text{SO}_4) \approx 21$ mol/L beträgt? Berechnen Sie auch $\beta(\text{H}_2\text{SO}_4)$.

4.7 Eine Natriumsulfat-Lösung mit $\beta(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 85$ g/L besitzt eine Dichte von $\rho = 1065$ g/L. Berechnen Sie die Massenkonzentration von Natrium in g/L und den Massenanteil $w(\text{SO}_4^{2-})$.

5. Gemischte Aufgaben (einige davon waren Fragen in Klassenarbeiten oder Prüfungen)

5.1 Geben Sie die Arbeitsschritte zur Herstellung von 50 g einer 5%igen Glucoselösung wieder.

5.2 In 80 g Wasser werden 0,5 g Natriumchlorid gelöst. Berechnen Sie den Massenanteil $w\%(\text{NaCl})$.

5.3 730 g Kalilauge enthalten 30 g KOH. Berechnen Sie den Massenanteil $w(\text{KOH})$. Wie viel Gramm H_2O enthält die Lösung?

5.4 Es sollen exakt 3 L 10,0%iger Natronlauge hergestellt werden ($\rho_{10\%}(\text{NaOH-Lsg}) = 1,1109$ g/mL). Geben Sie die einzusetzenden Massen an NaOH und Wasser an.

5.5 420 g einer 0,8%igen Vitamin-C-Lösung sind herzustellen. Geben sie stichwortartig die Arbeitsschritte an.

5.6 Berechnen Sie den Massenanteil in **ppm (parts per million)**, wenn 1200 g einer Lösung 18 mg eines Steroidhormons enthalten.
Anmerkung: Die Einheit ppm soll nach ISO 31-0 vermieden werden. Weiterhin gibt es keine DIN-Vorschrift zu dieser Einheit, sie wird jedoch häufiger genutzt.

5.7 Aus Eisen(II)-sulfat-Heptahydrat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) und Wasser sollen 100 g einer 0,5% Eisensulfatlösung hergestellt werden. Geben Sie die einzusetzenden Massen an.

5.8 Aus Kobalt(II)-chlorid-Hexahydrat ($\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) sollen 600 g einer 0,3%igen Kobaltchloridlösung hergestellt werden. Geben Sie die Arbeitsschritte wieder.

5.9 Sie benötigen 75 mL einer 3,5% Natriumacetat-Lösung (NaCH_3COO). Als Ausgangsstoff steht neben Wasser auch Natriumacetat-Trihydrat zur Verfügung. Geben sie stichwortartig die Arbeitsschritte zur Herstellung an (Anm: Sie können etwas mehr herstellen, um daraus das benötigte Volumen mit einer Pipette zu entnehmen).

5.10 Aus technischem, verunreinigten Kochsalz (= Viehsalz) mit einem Massenanteil von $w\%(\text{NaCl}) = 98,3\%$ sollen 500 g einer NaCl-Lösung mit $w(\text{NaCl}) = 0,04$ hergestellt werden. Berechnen Sie die benötigte Masse Viehsalz.

5.11 Aus technisch reinem Kaliumhydroxid mit $w(\text{KOH}) = 96,7\%$ sollen exakt 300 mL einer KOH-Lösung mit $w(\text{KOH}) = 10,5\%$ hergestellt werden ($\rho_{10,5\%}(\text{KOH-Lsg.}) = 1095$ g/L). Berechnen Sie die einzusetzende Masse an Ausgangsstoff.

5.12 Ein Laborant soll 100 mL einer 5% Glucoselösung herstellen. Dazu wiegt er 5 g Glucose ab und gibt mit einer Vollpipette 100 mL H_2O hinzu. Welche(n) Fehler hat der/die Laborant*in gemacht? Welche Massenanteil hat die tatsächlich hergestellte Lösung?

5.13 Wie groß ist der Massenanteil an Wasser in Calciumnitrat-Tetrahydrat. $M(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2) = 236,2$ g/mol. $M(\text{H}_2\text{O}) = 18,0$ g/mol. **(ähnlich einer Prüfungsaufgabe CBL Teil 1, Sommer 2017)**

5.14 Es sollen eine Lösung eines Stoffes mit $w = 3,2\%$ hergestellt werden. In welcher Antwort ist das richtige Vorgehen beschrieben? **(ähnlich einer Prüfungsaufgabe CBL Teil 1, 2022)**

- Ⓐ 3,2 g in 100 mL Lsg.mittel lösen Ⓑ 3,2 g in 96,8 mL Lsg.mittel lösen
 Ⓒ 3,2 g in 96,8 g Lsg.mittel lösen Ⓓ 3,2 g in 100 g Lsg.mittel lösen

6. Aufgaben mit anderen Anteilsgrößen und der Volumenkonzentration

6.1 Zu 100 g Wasser werden 20 g Aceton gegeben. Berechnen Sie Massenanteile, Volumenanteile (φ) und Stoffmengenanteile (χ) beider Komponenten. Benötigte Daten aus dem Tabellenbuch entnehmen.

6.2 500 mL Benzen ($m = 439,5$ g) werden mit 200 mL Toluol gemischt ($m = 173,2$ g). Das Gemisch nimmt ein Volumen von 687 mL ein. Berechnen Sie den Volumenanteil (φ) und die Volumenkonzentration (σ) von Toluol. Notwendige Daten aus Tabellenbuch nehmen.

6.3 Wie viel mL Ethanol enthalten 0,5 L Bier mit der Aufschrift "alc. 5,2 Vol-%"?

6.4 Aus Methanol sollen 500 mL einer Methanollösung mit der Volumenkonzentration $\sigma(\text{MeOH}) = 0,06$ hergestellt werden. Wie gehen Sie vor **(RECHNUNG + HERSTELLUNG, ähnlich CBL Abschlussprüf. Teil 1, Sommer 2017x)**

Lösungen - ohne Gewähr (ausführlich mit Rechenwegen unter www.laborberufe.de)

1.1 $w = 0,350$; **1.2** 249,7 g; **1.3** 10,18 g; **1.4** 65,62 g; **2.1** 2,4%; **2.2** 0,015%; **2.3** 0,09%, 0,9‰, 900 ppm; **2.4** 9,1%; **2.5a** 27,8 g; **2.5b** 176,3 g; **2.6** 800 mg; **3.1** 0,2; **3.2** 0,2667; **3.3** 731,71 g; **3.4** $m(\text{KCl}) = 50$ g, $m(\text{H}_2\text{O}) = 450$ g; **3.5** $m(\text{NaCl}) = 6,75$ g; $m(\text{H}_2\text{O}) = 743,25$ g; **3.6** 20,408 g; **3.7** 75,99 g; **3.8** 16,54 g; **4.1** 33,02 g; **4.2** 74,8%; **4.3** 0,435 g; **4.4** 767,8 g; **4.5** 12,076 M; **4.6** $\rho = \beta = 2059,89$ g/L; **4.7** $\beta(\text{Na}^+) = 27,51$ g/L $w(\text{SO}_4^{2-}) = 5,40\%$; **5.1** 2,5g; **5.2** 0,62%; **5.3** 4,11% $m(\text{H}_2\text{O}) = 700$ g; **5.4** $m(\text{NaOH}) = 333,3$ g $m(\text{H}_2\text{O}) = 2999,4$ g; **5.5** 3,36 g; **5.6** 15 ppm; **5.7** 0,915 g; **5.8** 3,3 g; **5.9** 5,81 g; **5.10** 20,35 g; **5.11** 35,67 g; **5.12** 4,76%; **5.13** 23,4%; **6.1** siehe Musterlösung; **6.2** siehe Musterlösung. **6.3** 26 mL. **6.4** 30 mL MeOH im Messkolben ad 500mL

Lösungen ohne Gewähr

Nr. 1.1.

Formel

$$\text{Formel ②} \Rightarrow w(N) = \frac{2 \cdot M(N)}{M(NH_4NO_3)} \approx \frac{2 \cdot 14,01 \frac{g}{mol}}{80,05 \frac{g}{mol}} \approx 0,3500$$

Dreisatz

$$\begin{aligned} 80,05 \text{ g/mol} &\hat{=} 100 \% \\ 28,02 \text{ g/mol} &\hat{=} x \quad \Rightarrow x \approx 35,00\% \\ &\Rightarrow w\% \approx 35,00\%, w = 0,35 \end{aligned}$$

Nr. 1.2.

Formel

$$\text{Formel ②} \Rightarrow w(Ca) = \frac{1 \cdot M(Ca)}{M(CaCO_3)} = \frac{40,078 \frac{g}{mol}}{100,087 \frac{g}{mol}} \approx 0,40043$$

$$\text{Formel ⑤} \Rightarrow \begin{aligned} w(Ca) &= \frac{m(Ca)}{m(CaCO_3)} \Rightarrow m(CaCO_3) = \frac{m(Ca)}{w(Ca)} \Rightarrow \\ m(CaCO_3) &= \frac{100g}{0,40043} \approx 249,7g \end{aligned}$$

Dreisatz

$$\begin{aligned} 100\% &\hat{=} 100,087 \text{ g/mol} \\ x &\hat{=} 40,078 \text{ g/mol} \quad \Rightarrow x = 40,043\% \\ 100 \text{ g CaCO}_3 &\hat{=} 40,043 \text{ g Ca} \\ x &\hat{=} 100 \text{ g Ca} \quad \Rightarrow x = 249,7 \text{ g} \\ &100 \text{ g chemisch gebundenes Ca sind in } 249,7 \text{ g CaCO}_3 \text{ enthalten.} \end{aligned}$$

Nr. 1.3.

Formel

$$w(Cu) = \frac{M(Cu)}{M(CuSO_4 \cdot 5H_2O)} = \frac{63,546 \frac{g}{mol}}{249,686 \frac{g}{mol}} \approx 0,2545$$

$$\begin{aligned} w(Cu) &= \frac{m(Cu)}{m(CuSO_4 \cdot 5H_2O)} \Rightarrow \\ m(Cu) &= w(Cu) \cdot m(CuSO_4 \cdot 5H_2O) \Rightarrow \\ m(Cu) &\approx 0,2545 \cdot 40g \approx 10,18g \end{aligned}$$

Dreisatz

$$\begin{aligned} 100\% &\hat{=} 249,686 \text{ g/mol} \\ x &\hat{=} 63,546 \text{ g/mol} \quad \Rightarrow x = 25,450 \% \\ 100 \text{ g CuSO}_4 \cdot 5H_2O &\hat{=} 25,450 \text{ g Cu} \\ 40 \text{ g CuSO}_4 \cdot 5H_2O &\hat{=} x \text{ g Cu} \quad \Rightarrow x = 10,18 \text{ g} \end{aligned}$$

Nr. 1.4

Berechnung über die Stoffmengenverhältnisse

- 60 g Zitronensäure sind $n = \frac{60g}{192,13 \frac{g}{mol}} \approx 0,31228855 \text{ mol}$
- Diese Stoffmenge Zitronensäure ist in derselben Stoffmenge Zitronensäure-Monohydrat enthalten.
- Umrechnung in Masse: $m(\text{Zit} \cdot H_2O) = n(\text{Zit} \cdot H_2O) \cdot M(\text{Zit} \cdot H_2O) = 0,31228855 \text{ mol} \cdot 210,14 \text{ g/mol} \approx 65,62 \text{ g}$

Berechnung mit Formel ②

$$\begin{aligned} w(\text{Zi}) &= \frac{M(\text{Zit})}{M(\text{Zit} \cdot H_2O)} = \frac{192,13 \frac{g}{mol}}{210,14 \frac{g}{mol}} \approx 0,914295 \\ w(\text{Zit}) &= \frac{M(\text{Zit})}{m(\text{Zit} \cdot H_2O)} \Rightarrow m(\text{Zit} \cdot H_2O) = \frac{m(\text{Zit})}{w(\text{Zit})} \Rightarrow \\ m(\text{Zit} \cdot H_2O) &= \frac{60g}{0,914295} \approx 65,62g \end{aligned}$$

Nr. 2.1

Formel

$$\begin{aligned} w(OxS) &= \frac{m(OxS)}{m_{\text{gesamt}}} = \frac{24000 \cdot 10^{-6} g}{1g} \\ &= 0,024 (2,4 \%) \end{aligned}$$

Dreisatz

Nr. 2.2.

Formel

Dreisatz

$$w(\text{Cof}) = \frac{15 \cdot 10^{-3} \text{ g}}{100 \text{ g}} = 0,00015$$

$$w_{\%}(\text{Cof}) = w(\text{Cof}) \cdot 100\% = 0,015\%$$

Nr. 2.3.

Formel

Dreisatz

$$w(\text{Cof}) = \frac{90 \cdot 10^{-3} \text{ g}}{100 \text{ g}} = 0,0009$$

$$w_{\%}(\text{Cof}) = w(\text{Cof}) \cdot 100\% = 0,09\%$$

$$w_{\text{‰}}(\text{Cof}) = w(\text{Cof}) \cdot 1000\text{‰} = 0,9\text{‰}$$

$$w_{\text{ppm}}(\text{Cof}) = w(\text{Cof}) \cdot 10^6 \text{ ppm} = 900 \text{ ppm}$$

Nr. 2.4

Formel

Bemerkung/Alternative

$$n(\text{Ac}) = \frac{m(\text{Ac})}{M(\text{Ac})} = \frac{3,26 \text{ g}}{59,044 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \approx 0,055213 \text{ mol}$$



$$0,055321 \text{ mol} \Leftrightarrow 0,055321 \text{ mol (wegen 1:1)}$$

$$m(\text{NaAc}) = n(\text{NaAc}) \cdot M(\text{NaAc})$$

$$0,055321 \text{ mol} \cdot 82,034 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \approx 4,529 \text{ g}$$

Wenn 3,26 g Ac enthalten sind, dann sind 4,529g NaAc enthalten.

$$w(\text{NaAc}) = \frac{m(\text{NaAc})}{m(\text{Lsg})} = \frac{4,529 \text{ g}}{50 \text{ g}} \approx 0,091 \quad (9,1\%)$$

Man kann auch den Massenanteil von Ac in NaAc berechnen, mit Formel ② auf dem Formelblatt. Das sind 0,7198 (71,98%). Darüber lässt sich dann die Masse NaAc berechnen, z.B. mit dem Dreisatz.

$$3,26 \text{ g} \hat{=} 71,98\%$$

$$x \text{ g} \hat{=} 100\% \Rightarrow x \approx 4,529 \text{ g}$$

Auch der Massenteil an NaAc in der Lösung, lässt sich mit dem Dreisatz berechnen:

$$50 \text{ g} \hat{=} 100\%$$

$$4,529 \text{ g} \hat{=} x \Rightarrow x \approx 9,1\%$$

Nr. 2.5

① Zuerst berechnen wir die Masse HA (= Hydroxylapatit, $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$) in 70 g Dentin:

Formel

Dreisatz

$$100 \text{ g Dentin} \hat{=} 70 \text{ g HA}$$

$$70 \text{ g Dentin} \hat{=} x \Rightarrow x = 49 \text{ g HA}$$

② Jetzt berechnen wir die Masse PO_4^{3-} in 49 g HA:



$$49 \text{ g}$$

$$27,79 \text{ g}$$

$$\downarrow 502,3 \text{ g/mol}$$

$$\uparrow 94,97 \text{ g/mol}$$

$$0,0976 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow 0,2927 \text{ mol (wegen 1:3-Verhältnis)}$$

b) Möglichkeit 1: Man könnte den Rechenweg von a) nur diesmal rückwärts durchrechnen.

Möglichkeit 2: Aus den Ergebnissen von a) wissen wir: 27,79 g PO_4^{3-} sind in 70,00 g Dentin enthalten. Damit können wir

den Massenanteil von PO_4^{3-} in Dentin angeben:

$$\text{Formel } \textcircled{5} \Rightarrow w_{\text{Dentin}}(\text{PO}_4^{3-}) = \frac{m(\text{PO}_4^{3-})}{m(\text{Dentin})} \approx \frac{27,79 \text{ g}}{70,00 \text{ g}} \approx 0,397$$

Mit diesem Massenanteil können wir auf die Dentin-Masse schließen, in der 70,00 g PO_4^{3-} enthalten ist.

Formel	Dreisatz
Formel $\textcircled{5}$	$100 \text{ g Dentin} \hat{=} 39,7 \text{ g PO}_4^{3-}$
$m(\text{Dentin}) = \frac{m(\text{PO}_4^{3-})}{w_{\text{Dentin}}(\text{PO}_4^{3-})} \approx \frac{70 \text{ g}}{0,397} \approx 176,3$	$x \hat{=} 70 \text{ g PO}_4^{3-} \Rightarrow x \approx 176,3 \text{ g Dentin}$

Nr. 2.6

Formel	Dreisatz
$w(\text{F}^-) = \frac{w_{\text{ppm}}(\text{F}^-)}{10^6 \text{ ppm}} = \frac{1250 \text{ ppm}}{10^6 \text{ ppm}} = 0,00125$	$1250 \text{ mg F}^- \hat{=} 1000000 \text{ mg Zahnpasta}$
Formel $\textcircled{5}$	$1 \text{ mg F}^- \hat{=} x \Rightarrow x = 800 \text{ mg}$
$m(\text{Zahncreme}) = \frac{m(\text{F}^-)}{w(\text{F}^-)} \approx \frac{1 \text{ mg}}{0,00125} = 800 \text{ mg}$	

Nr. 3.1

Formel	Dreisatz
$w(\text{NaCl}) = \frac{m(\text{NaCl})}{m(\text{Lsg})} = \frac{500 \text{ g}}{2500 \text{ g}} = 0,2$	$2500 \text{ g Lsg.} \hat{=} 500 \text{ g NaCl}$
	$100 \text{ g Lsg.} \hat{=} x \Rightarrow x = 20\%$
	$\Rightarrow w = 0,2$

Nr. 3.2

Formel	Dreisatz
$w(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{Na}_2\text{SO}_4)}{m(\text{Lsg})} = \frac{200 \text{ g}}{750 \text{ g}} \approx 0,2667$	$750 \text{ g Lsg.} \hat{=} 200 \text{ g Na}_2\text{SO}_4$
	$100 \text{ g Lsg.} \hat{=} x \Rightarrow x = 26,67 \text{ g}$
	$\Rightarrow w\% = 26,67\% \Rightarrow w = 0,2667$

Nr. 3.3

Formel	Dreisatz
$w(\text{KOH}) = \frac{m(\text{KOH})}{m(\text{Lsg})} \Rightarrow$	$100 \text{ g Lsg.} \hat{=} 4,1 \text{ g KOH}$
$m(\text{Lsg}) = \frac{m(\text{KOH})}{w(\text{KOH})} = \frac{30 \text{ g}}{0,041} \approx 731,71 \text{ g}$	$x \text{ g Lsg.} \hat{=} 30 \text{ g KOH} \Rightarrow x \approx 731,71 \text{ g}$

Nr. 3.4

Formel	Dreisatz
$w(\text{KCl}) = \frac{m(\text{KCl})}{m(\text{Lsg})} \Rightarrow$	
$m(\text{KCl}) = m(\text{Lsg}) \cdot w(\text{KCl}) = 500 \text{ g} \cdot 0,1 \text{ g} = 50 \text{ g}$	
$m(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{Lsg.}) - m(\text{KCl}) = 450 \text{ g}$	

Nr. 3.5

Formel

$$w(\text{NaCl}) = \frac{m(\text{NaCl})}{m(\text{Lsg})} \Rightarrow$$

$$m(\text{NaCl}) = m(\text{Lsg}) \cdot w(\text{NaCl}) = 750 \text{ g} \cdot 0,009 = 6,75 \text{ g}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{Lsg.}) - m(\text{NaCl}) = 750 \text{ g} - 6,75 \text{ g} = 743,25 \text{ g}$$

Dreisatz

Nr. 3.6

Formel

Berechnung der benötigten Masse an reinem KI

$$w(\text{KI}) = \frac{m(\text{KI})}{m(\text{Lsg})} \Rightarrow m(\text{KI}) = 500 \text{ g} \cdot 0,04 = 20 \text{ g reines KI}$$

Berücksichtigung des unreinen Charakters

$$w_{\text{tech}}(\text{KI}) = \frac{m(\text{KI})}{m(\text{Ausgangsstoff})} \Rightarrow$$

$$m(\text{Ausgangsstoff}) = \frac{m(\text{KI})}{w_{\text{tech}}(\text{KI})} = \frac{20 \text{ g}}{0,98} \approx 20,408 \text{ g}$$

Dreisatz

$$500 \text{ g} \hat{=} 100\%$$

$$x \text{ g} \hat{=} 4\% \quad \Rightarrow x = 20 \text{ g}$$

$$98\% \hat{=} 20 \text{ g}$$

$$100\% \hat{=} x \quad \Rightarrow x = 20,408 \text{ g}$$

Nr. 3.7

Formel

Berechnung der benötigten Masse an reinem Eosin

$$w(\text{Eosin}) = \frac{m(\text{Eosin})}{m(\text{Lsg})} \Rightarrow$$

$$m(\text{Eosin}) = m(\text{Lsg}) \cdot w(\text{Eosin}) = 750 \text{ g} \cdot 0,1 = 75 \text{ g}$$

Berücksichtigung des verunreinigten Charakters

$$w_{\text{tech}}(\text{Eosin}) = \frac{m(\text{Eosin})}{m(\text{Stoff})} \Rightarrow$$

$$m(\text{Stoff}) = \frac{m(\text{Eosin})}{w_{\text{tech}}(\text{Eosin})} = \frac{75 \text{ g}}{0,987} \approx 75,99 \text{ g}$$

Nr. 3.8

Formel

A Berechnung von $m(\text{Na}^+)$ in der Lösung

$$m(\text{Na}^+) = w(\text{Na}^+) \cdot m(\text{Lsg}) = 0,03 \cdot 70 \text{ g} = 2,1 \text{ g}$$

B Berechnung des Massenanteils an Na^+ im AusgangsstoffB.1. Im reinen $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$:

Dreisatz

$$w(\text{Na}^+) = \frac{2 \cdot M(\text{Na}^+)}{M(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O})} = \frac{2 \cdot 22,99 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{286,2 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \approx 0,160657$$

B.2. Berücksichtigung des verunreinigten Charakters:

$$w_{\text{tech}}(\text{Na}^+) = w(\text{Na}^+) \cdot w(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 0,160657 \cdot 0,79 \approx 0,12692$$

C Berechnung der erforderlichen Masse Ausgangsstoff

$$w_{\text{tech}}(\text{Na}^+) = \frac{m(\text{Na}^+)}{m(\text{Ausgangsstoff})} \Rightarrow$$

$$m(\text{Ausgangsstoff}) = \frac{m(\text{Na}^+)}{w_{\text{tech}}(\text{Na}^+)} = \frac{2,1 \text{ g}}{0,12692} \approx 16,55 \text{ g}$$

Nr. 3.9

Man kann solche Aufgaben entweder mit ② rechnen oder über die Stoffmenge

1. Rechnen über die Stoffmenge: 16,5 g $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ sind ca. 0,07530807 mol $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.

- Darin sind 0,07530807 mol CaCl_2 enthalten, da 1 $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ -Teilchen genau 1 CaCl_2 enthält. Das sind 8,3591958 g CaCl_2 . Das sind **$w(\text{CaCl}_2) = 3,259\%$** der Gesamtmasse von 256,5 g (240 g + 16,5 g).
- Die $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ -Portion enthält doppelt so viel Cl^- , da 1 $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 2 Cl^- enthält, also ca. 0,150616 mol. Das sind 5,3393 g Cl^- , also **$w(\text{Cl}^-) = 2,082\%$** der der Gesamtmasse der Lösung von 256,5 g (240 g + 16,5 g)

2. Rechnen mit Formel ②

Massenanteile im Reinstoff, Formel ②

$$w(\text{Cl}^-) = \frac{2 \cdot 35,45 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{219,1 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \approx 0,3235965 \quad \text{und} \quad w(\text{CaCl}_2) = \frac{1 \cdot 111,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{219,1 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \approx 0,506618$$

Massen im Reinstoff, Formel ③

$$m(\text{Cl}^-) = 0,3235965 \cdot 16,5 \text{ g} \approx 5,339343 \text{ g} \quad m(\text{CaCl}_2) = 0,506618 \cdot 16,5 \text{ g} \approx 8,35920 \text{ g}$$

Massen in der Lösung, Formel ⑤

$$m(\text{Cl}^-) = \frac{5,339343 \text{ g}}{240 \text{ g} + 16,5 \text{ g}} \approx 0,02082 \quad (2,082\%) \quad m(\text{CaCl}_2) = \frac{8,35920 \text{ g}}{240 \text{ g} + 16,5 \text{ g}} \approx 0,03259 \quad (3,259\%)$$

4.1 Viehsalz

Zuerst wird berechnet, welche Masse reines NaCl eingewogen werden müssten. Dazu wird die Stoffmenge $n(\text{NaCl})$ in der gewünschten Lösung berechnet und die diese dann in die Masse $m(\text{NaCl})$ umgerechnet.

$$\text{Formel ③} \Rightarrow n(\text{NaCl}) = c(\text{NaCl}) \cdot V(\text{Lsg}) = 2 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 0,25 \text{ L} = 0,5 \text{ mol}$$

$$\text{Formel ①} \Rightarrow m(\text{NaCl}) = n(\text{NaCl}) \cdot M(\text{NaCl}) = 0,5 \text{ mol} \cdot 58,4425 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \approx 29,221 \text{ g}$$

Nun berücksichtigt man zum Schluss, dass nicht reines NaCl zur Verfügung steht, sondern nur verunreinigtes. Es muss mehr Ausgangsstoff eingewogen werden. Das lässt sich entweder mit dem Dreisatz oder der Formel berechnen.

$$\text{Formel ⑧} \Rightarrow m_{\text{gesamt}} = \frac{m(\text{NaCl})}{w(\text{NaCl})} \approx \frac{29,221\text{g}}{0,885} \approx 33,02\text{g Viehsalz}$$

ALTERNATIVE: DREISATZ

$$88,25\% \hat{=} 29,221\text{g}$$

$$100\% \hat{=} x \quad \Rightarrow x = 33,02\text{g Viehsalz}$$

4.2

Es wird berechnet, welche Masse reines KOH in der Lösung enthalten ist.

$$\text{Formel ③} \Rightarrow n(\text{KOH}) = c(\text{KOH}) \cdot V(\text{Lsg}) = 0,8 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 0,5\text{L} = 0,4\text{mol}$$

$$\text{Formel ①} \Rightarrow m(\text{KOH}) = n(\text{KOH}) \cdot M(\text{KOH}) = 0,4\text{mol} \cdot 56,1056 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 22,442\text{g}$$

Da die Masse des verunreinigten KOHs bekannt ist, kann der Massenanteil $w(\text{KOH})$ leicht berechnet werden.

$$\text{Formel ⑧} \Rightarrow w(\text{KOH}) = \frac{m(\text{KOH})}{m_{\text{gesamt}}} = \frac{22,44\text{g}}{30\text{g}} \approx 0,748 \quad (74,8\%)$$

4.3

Er wird berechnet, welche Masse reines Na_2SO_4 eingesetzt werden müsste.

$$\text{Formel ④} \Rightarrow m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \beta(\text{Na}_2\text{SO}_4) \cdot V(\text{Lsg}) = 1 \frac{\text{g}}{\text{L}} \cdot 0,4\text{L} = 0,4\text{g}$$

Nun wird berücksichtigt, dass nur ein verunreinigter Ausgangsstoff zur Verfügung steht, so dass entsprechend mehr eingewogen werden muss:

$$\text{Formel ⑧} \Rightarrow m_{\text{gesamt}} = \frac{m(\text{Na}_2\text{SO}_4)}{w(\text{Na}_2\text{SO}_4)} = \frac{0,4\text{g}}{0,92} \approx 0,435\text{g Ausgangsstoff}$$

4.4

Zuerst wird berechnet, welche Stoffmenge Mn^{2+} in der Lösung enthalten sein soll.

$$\text{Formel ③} \Rightarrow n(\text{Mn}^{2+}) = c(\text{Mn}^{2+}) \cdot V(\text{Lsg}) = 0,5 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 5\text{L} = 2,5\text{mol}$$

Nun wird berechnet, welche Stoffmenge und welche Masse reines $\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ hierfür erforderlich wäre.

$$\text{Jedes Teilchen } \text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \text{ liefert genau 1 } \text{Mn}^{2+}. \Rightarrow n(\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) \approx n(\text{Mn}^{2+}) \approx 2,5\text{mol}$$

$$\text{Formel ①} \Rightarrow m(\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = n(\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) \approx 2,5\text{mol} \cdot 241,078 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 602,695\text{g}$$

Nun wird berücksichtigt, dass nur ein verunreinigter Ausgangsstoff zur Verfügung steht, so dass entsprechend mehr eingewogen werden

muss:

$$\text{Formel } \textcircled{8} \Rightarrow m_{\text{gesamt}} = \frac{m(\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})}{w(\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})} = \frac{602,695 \text{ g}}{0,785} \approx 767,8 \text{ g Ausgangsstoff}$$

4.5

Formel Nr. $\textcircled{8}$ umstellen:

$$c(\text{HCl}) = \frac{w(\text{HCl}) \cdot \rho(\text{Lsg})}{M(\text{HCl})} = \frac{0,37 \cdot 1190 \frac{\text{g}}{\text{L}}}{36,4606 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \approx 12,076 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

b) Die maximale Löslichkeit von HCl-Gas (Chlorwasserstoff) in Wasser führt zu einer Lösung mit ca. $w(\text{HCl}) = 33\%$ (= "konzentrierte Salzsäure"). „Rauchende Salzsäure“ enthält einige wenige Prozent mehr (z.B. 35%), beim Aufschrauben des Deckels entweicht allerdings schon HCl-Gas (stark ätzend, ABZUG) und gibt mit Luftfeuchtigkeit Salzsäure-Dämpfe (= "Rauch"). Beim Versuch eine Salzsäurelösung über 33% hinaus aufzukonzentrieren, entweicht HCl-Gas. => z.B. $w=40\%$ also nicht existent.

4.6

Formel $\textcircled{6}$ => $\beta(\text{H}_2\text{SO}_4) = c(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 21 \text{ mol/L} \cdot 98,09 \text{ g/mol} = 2059,89 \text{ g/L}$ Massenkonzentration!!!!!!

Formel $\textcircled{7}$ $\rho(\text{Lsg}) = \beta(\text{H}_2\text{SO}_4) / w(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2059,89 \text{ g/L} : 1 = 2059,89 \text{ g/L}$ DICHTE!!!!!!

Da es sich um einen Reinstoff handelt (100%ig), ist ρ und β identisch!

4.7

Berechnung von $\beta(\text{Na}^+)$

- * Formel $\textcircled{6}$ => $c(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,59841 \text{ mol/L}$
- * Koeffizientenverhältnis => $c(\text{Na}^+) = 1,19682 \text{ mol/L}$ (wegen 1:2-Verhältnis doppelt so groß)
- * Formel $\textcircled{6}$ => $\beta(\text{Na}^+) = 27,51 \text{ g/L}$

Berechnung von $w(\text{SO}_4^{2-})$

- * aus $c(\text{Na}_2\text{SO}_4)$ auf $c(\text{SO}_4^{2-})$ schließen: $c(\text{SO}_4^{2-}) = 0,59841 \text{ mol/L}$ (wegen 1:1), siehe auch links
- * Formel $\textcircled{6}$ => $w(\text{SO}_4^{2-}) = 0,0540$ (5,40%)

Nr. 5.1

Lösungsweg mit Formeln

$$m(\text{Gluc}) = w(\text{Gluc}) \cdot m(\text{Lsg}) = 0,05 \cdot 50 \text{ g} = 2,5 \text{ g}$$

Lösungsweg mit Dreisatz/Schlussrechnung

$$\begin{array}{lll} 100 \text{ g Lösung} & \hat{=} 5 \text{ g Glucose} & (\text{da } 5\%) \\ 50 \text{ g Lösung} & \hat{=} x \text{ g Glucose} & \Rightarrow 2,5 \text{ g Glucose} \end{array}$$

Arbeitsschritte: Abwiegen von 2,5 g (z.B. im Becherglas). Zugabe von H_2O bis Gesamtgewicht 50g. Anschließend rühren.

Nr. 5.2

Lösungsweg mit Formeln

$$w(\text{NaCl}) = \frac{m(\text{NaCl})}{m(\text{Lsg})} = \frac{m(\text{NaCl})}{m(\text{NaCl}) + m(\text{H}_2\text{O})} = \frac{0,5 \text{ g}}{0,5 \text{ g} + 80 \text{ g}} \approx 0,0062$$

$$w_{\%}(\text{NaCl}) = w(\text{NaCl}) \cdot 100\% = 0,0062 \cdot 100\% = 0,62\%$$

Lösungsweg mit Dreisatz/Schlussrechnung

$$\begin{array}{ll} \text{In } 80,5 \text{ g Lösung} & \hat{=} 0,5 \text{ g NaCl} \\ \text{In } 100 \text{ g Lösung} & \hat{=} x \quad \Rightarrow 0,62 \text{ g} \Rightarrow 0,62\% \end{array}$$

Nr. 5.3

Lösungsweg mit Formeln

$$w(KOH) = \frac{m(KOH)}{m(Lsg)} = \frac{30g}{730g} \approx 0,0410959$$

$$m(H_2O) = m(Lsg) - m(KOH) = 730g - 30g = 700g$$

Lösungsweg mit Dreisatz/Schlussrechnung

Nr. 5.4

1. Berechnung der Masse an Lösung

$$\rho(Lsg) = \frac{m(Lsg)}{V(Lsg)} \Rightarrow m(Lsg) = \rho(Lsg) \cdot V(Lsg) = 1110,9 \frac{g}{L} \cdot 3L = 3332,7g$$

2. Berechnung der Masse NaOH

Berechnung mit Formel

$$w(NaOH) = \frac{m(NaOH)}{m(Lsg)} \Rightarrow m(NaOH) = w(NaOH) \cdot m(Lsg)$$

$$\Rightarrow m(NaOH) = 0,10 \cdot 3332,7g \approx 333,3g$$

Lösungsweg mit Dreisatz/Schlussrechnung

$$100g \text{ Natronlauge} \quad \hat{=} \quad 10g \text{ NaOH}$$

$$3332,7g \text{ Natronlauge} \quad \hat{=} \quad x$$

$$\frac{x}{3332,7g} = \frac{10g}{100g} \Rightarrow x = \frac{10g \cdot 3332,7g}{100g} \approx 333,3g$$

3. Berechnung der Masse H₂O

$$m(H_2O) = m(Lsg) - m(NaOH) = 3332,7g - 333,3g \approx 2999,4g$$

Nr. 5.5

Berechnung mit Formel

$$w(VitC) = \frac{m(VitC)}{m(Lsg)} \Rightarrow m(VitC) = w(VitC) \cdot m(Lsg)$$

$$\Rightarrow m(VitC) = 0,008 \cdot 420g \approx 3,36g$$

Lösungsweg mit Dreisatz/Schlussrechnung

$$100g \text{ Lösung} \quad \hat{=} \quad 0,8g \text{ Vitamin C}$$

$$420g \text{ Lösung} \quad \hat{=} \quad x$$

$$\frac{x}{420g} = \frac{0,8g}{100g} \Rightarrow x = \frac{420g \cdot 0,8g}{100g} \approx 3,36g$$

In einem Gefäß 3,36 g auf einer Laborwaage abwiegen und mit H₂O auf 420 g auffüllen.

Nr. 5.6

Berechnung mit Formel

$$w(Steroid) = \frac{m(Steroid)}{m(Lsg)} = \frac{0,018g}{1200g} = 0,000015$$

$$\Rightarrow w_{ppm}(Steroid) = 10^6 \cdot w(Steroid) = 10^6 \cdot 0,000015 = 15ppm$$

Lösungsweg mit Dreisatz/Schlussrechnung

$$1200g \text{ Lösung} \quad \hat{=} \quad 0,018g \text{ Steroidhormon.}$$

$$1000000g \quad \hat{=} \quad x$$

$$\frac{x}{1000000g} = \frac{0,018g}{1200g} \Rightarrow x = \frac{1000000g \cdot 0,018g}{1200g} = 15g$$

Der Massenanteil beträgt 15 ppm.

Nr. 5.7

1. Berechnung der Masse Eisensulfat in der Lösung

$$w(\text{FeSO}_4) = \frac{m(\text{FeSO}_4)}{m(\text{Lsg})} \Rightarrow m(\text{FeSO}_4) = w(\text{FeSO}_4) \cdot m(\text{Lsg}) \Rightarrow m(\text{FeSO}_4) = 0,005 \cdot 100 \text{ g} = 0,5 \text{ g}$$

2. Berechnung der Masse Ausgangsstoff in der 0,5 g Eisensulfat enthalten sind

Berechnung mit Formel

fehlt (noch). selbst überlegen.

Lösungsweg mit Dreisatz/Schlussrechnung

1 mol $\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{ H}_2\text{O}$ (278,02 g) enthält 1 mol FeSO_4 (151,911 g) \Rightarrow

278,02 g $\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{ H}_2\text{O} \quad \hat{=} \quad 151,911 \text{ g } \text{FeSO}_4$

x g $\quad \hat{=} \quad 0,5 \text{ g } \text{FeSO}_4$

$$\frac{x}{0,5 \text{ g}} = \frac{278,02 \text{ g}}{151,911 \text{ g}} \Rightarrow x = \frac{278,02 \text{ g} \cdot 0,5}{151,911 \text{ g}} = 0,915 \text{ g}$$

Es müssen 0,915 g Eisen(II)sulfat-Heptahydrat und (100 g - 0,915 g =) 99,085 g eingewogen werden.

Nr. 5.8

$$w(\text{CoCl}_2) = \frac{m(\text{CoCl}_2)}{m(\text{Lsg})} \Rightarrow m(\text{CoCl}_2) = w(\text{CoCl}_2) \cdot m(\text{Lsg}) \Rightarrow m(\text{CoCl}_2) = 0,003 \cdot 600 \text{ g} = 1,8 \text{ g}$$

$$w(\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = \frac{M(\text{CoCl}_2)}{M(\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O})} \Rightarrow w(\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = \frac{129,84 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{237,93 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,5457$$

$$m(\text{CoCl}_2) = w(\text{CoCl}_2) \cdot m(\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) \Rightarrow m(\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{CoCl}_2)}{w(\text{CoCl}_2)} \Rightarrow$$

$$m(\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = \frac{1,8 \text{ g}}{0,5457} \approx 3,3 \text{ g}$$

Arbeitsschritte

3,3 g $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ werden in einem großen Gefäß eingewogen und mit H_2O auf 600 g aufgefüllt.

Nr. 5.9

Es können ca. 90 oder 100 g Natriumacetat hergestellt werden. Mit 100 g erleichtert sich weiterhin das Rechnen.

Lösung mit Formel

$$m(\text{NaCH}_3\text{COO}) = w(\text{NaCH}_3\text{COO}) \cdot m(\text{Lsg}) = 0,035 \cdot 100 \text{ g} = 3,5 \text{ g}$$

$$w(\text{NaCH}_3\text{COO}) = \frac{M(\text{NaCH}_3\text{COO})}{M(\text{NaCH}_3\text{COO} \cdot 3\text{H}_2\text{O})} \Rightarrow w(\text{NaCH}_3\text{COO} \cdot 3\text{H}_2\text{O}) = \frac{82,034 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{136,080 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,6028$$

$$m(\text{NaCH}_3\text{COO}) = w(\text{NaCH}_3\text{COO}) \cdot m(\text{NaCH}_3\text{COO} \cdot 3\text{H}_2\text{O}) \Rightarrow m(\text{NaCH}_3\text{COO} \cdot 3\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{NaCH}_3\text{COO})}{w(\text{NaCH}_3\text{COO})} \Rightarrow$$

$$m(\text{NaCH}_3\text{COO} \cdot 3\text{H}_2\text{O}) = \frac{3,5\text{g}}{0,6028} \approx 5,81\text{g}$$

Lösung mit Dreisatz/Schlussrechnung

100 g der Lösung sollen 3,5 g Natriumacetat enthalten.

$$136,080\text{ g NaCH}_3\text{COO} \cdot 3\text{H}_2\text{O} \quad \hat{=} \quad 82,034\text{ g NaCH}_3\text{COO.}$$

$$x\text{ g NaCH}_3\text{COO} \cdot 3\text{H}_2\text{O} \quad \hat{=} \quad 3,5\text{ g NaCH}_3\text{COO.}$$

$$\Rightarrow \frac{x}{3,5\text{g}} = \frac{136,080\text{g}}{82,034\text{g}} \Rightarrow x = \frac{136,080\text{g} \cdot 3,5\text{g}}{82,034\text{g}} \approx 5,81\text{g}$$

Arbeitsschritte: 5,81 g Natriumacetat-Trihydrat werden in einem Gefäß (z.B. 100 mL-ERLENMEYER-Kolben) eingewogen und mit H₂O auf 100 g aufgefüllt. Nach vollständiger Auflösung und Durchmischung werden mit einer Vollpipette 75,00 mL entnommen und in das gewünschte Gefäß pipettiert.

Nr. 5.10

Lösung mit Formeln

$$\bullet \quad m(\text{NaCl}) = w(\text{NaCl}) \cdot m(\text{Lsg}) = 0,04 \cdot 500\text{ g} = 20\text{ g}$$

$$\bullet \quad \text{Massenanteil von NaCl im Ausgangsstoff: } w(\text{NaCl}) = 0,983.$$

$$\bullet \quad m(\text{Viesalz}) = \frac{m(\text{NaCl})}{w(\text{NaCl})} = \frac{20\text{g}}{0,983} \approx 20,35\text{g}$$

Lösung mit Dreisatz/Schlussrechnung

$$w = 0,04 \Rightarrow$$

$$100\text{ g Lösung} \hat{=} 4\text{ g NaCl}$$

$$500\text{ g Lösung} \hat{=} x \quad \Rightarrow x = 20\text{ g}$$

$$w = 98,3\% \Rightarrow$$

$$100\text{ g Viehsalz} \hat{=} 98,3\text{ g NaCl}$$

$$x\text{ g Viehsalz} \hat{=} 20\text{ g NaCl} \quad \Rightarrow x = 20,35\text{ g Viehsalz}$$

Es müssen 20,35 g Viehsalz eingesetzt werden.

Nr. 5.11

1. Berechnung der Masse an Lösung

$$\rho(\text{Lsg}) = \frac{m(\text{Lsg})}{V(\text{Lsg})} \Rightarrow m(\text{Lsg}) = \rho(\text{Lsg}) \cdot V(\text{Lsg}) \Rightarrow m(\text{Lsg}) = 1095 \frac{\text{g}}{\text{L}} \cdot 0,3\text{L} = 328,5\text{g}$$

2. Berechnung der einzusetzenden Masse Ausgangsstoff

Lösung mit Formeln

$$m(\text{KOH}) = w(\text{KOH}) \cdot m(\text{Lsg}) = 0,105 \cdot 328,5\text{g} = 34,4925\text{g}$$

Massenanteil von KOH im Ausgangsstoff: $w(\text{KOH}) = 0,967$

$$m(\text{KOH}) = w(\text{KOH}) \cdot m(\text{KOH}_{\text{tech}}) \Rightarrow m(\text{KOH}_{\text{tech}}) = \frac{m(\text{KOH})}{w(\text{KOH})} \Rightarrow$$

$$m(\text{KOH}_{\text{tech}}) = \frac{34,4925\text{g}}{0,967} \approx 35,67\text{g}$$

Lösung mit Dreisatz/Schlussrechnung

$$w = 0,105 \Rightarrow$$

$$100\text{ g Lösung} \quad \hat{=} \quad 10,5\text{ g KOH}$$

$$328,5\text{ g Lösung} \quad \hat{=} \quad x\text{ g KOH enthalten}$$

$$\Rightarrow x = 34,495\text{ g}$$

$$w = 96,7\% \Rightarrow$$

$$100\text{ g Ausgangsstoff} \quad \hat{=} \quad 96,7\text{ g KOH}$$

$$x \text{ g Ausgangsstoff} \quad \hat{=} \quad 34,4925 \text{ g KOH}$$

$$\Rightarrow x = 35,67 \text{ g}$$

Nr. 5.12

- Die Gehaltsangabe *Massenanteil* bezieht sich auf die Masse eines Feststoffs und die Gesamtmasse der Lösung: 5%ige Lösung heißt, dass 5 Gramm des Feststoffs in 100 Gramm Lösung enthalten sind. Die Herstellung erfolgt ausschließlich mit Hilfe der Waage, ohne dass dafür Volumenmessgeräte wie Pipetten benötigt werden. Aber selbst wenn der Laborant von einer Massenkonzentration (z.B. in g/100 mL) ausgeht, so hat er auch dann die Lösung falsch hergestellt:
- Löst man eine bestimmte Portion eines Feststoffs in 100,00 mL Lösemittel, dann entstehen nicht 100,00 mL Lösung! Dies hängt z.B. damit zusammen, dass die Lösemittelmoleküle die gelösten Teilchen mit einer Solvathülle umgeben. So kommt es beim Herstellen von Lösungen zu einer **Volumenkontraktion**. Will man 100 mL einer Lösung mit der Massenkonzentration $\beta = 5/100 \text{ mL}$ herstellen, dann gibt man unter Mischen so lange H_2O dazu, bis die **Lösung** 100 mL besitzt.

$$w(\text{Gluc}) = \frac{5 \text{ g}}{100 \text{ g} + 5 \text{ g}} = 0,0476 \quad (4,76\%)$$

5.13 Calciumnitrat-Tetrahydrat

Am einfachsten kann man das mit Formel 2 berechnen. Hinweis: *Trat* steht für 4. D.h. es sind pro Formeleinheit 4 Wasser enthalten.
Ergebnis: $w \approx 0,234$ (23,4%)

6.1

1. Umrechnung der Volumina und der Stoffmengen der beiden Komponenten

Aceton

$M(\text{Aceton}) = 58,08 \text{ g/mol}$ (Wert aus Tabellenbuch, lässt sich auch mit PSE berechnen).

$$\rho(\text{Aceton}) = \frac{m(\text{Aceton})}{V(\text{Aceton})} \Rightarrow V(\text{Aceton}) = \frac{m(\text{Aceton})}{\rho(\text{Aceton})} \Rightarrow V(\text{Aceton}) = \frac{20 \text{ g}}{0,7905 \frac{\text{g}}{\text{mL}}} = 25,30 \text{ mL}$$

$\rho(\text{Aceton}) = 0,7905 \text{ g/mL}$ (aus Tabellenbuch)

Wasser

$$M(\text{Aceton}) = \frac{m(\text{Aceton})}{n(\text{Aceton})} \Rightarrow n(\text{Aceton}) = \frac{m(\text{Aceton})}{M(\text{Aceton})} \Rightarrow n(\text{Aceton}) = \frac{20 \text{ g}}{58,08 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \approx 0,3444 \text{ mol}$$

$M(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ g/mol}$ (Wert aus Tabellenbuch, lässt sich auch aus den Atommassen berechnen)

$$M(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{n(\text{H}_2\text{O})} \Rightarrow n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} \Rightarrow n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{100 \text{ g}}{18,02 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \approx 5,5494 \text{ mol}$$

$\rho(\text{H}_2\text{O}) = 1,00 \text{ g/mL}$

$$\rho(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{V(\text{H}_2\text{O})} \Rightarrow V(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{\rho(\text{H}_2\text{O})} \Rightarrow V(\text{H}_2\text{O}) = \frac{100 \text{ g}}{1,00 \frac{\text{g}}{\text{mL}}} = 100,00 \text{ mL}$$

2. Berechnung der Anteile

$$\text{Massenanteil: } w(\text{Aceton}) = \frac{m(\text{Aceton})}{m(\text{Lsg})} = \frac{m(\text{Aceton})}{m(\text{Aceton}) + m(\text{H}_2\text{O})} = \frac{20\text{g}}{20\text{g} + 100\text{g}} \approx 0,1667$$

$$\text{Volumenanteil: } \varphi(\text{Aceton}) = \frac{V(\text{Aceton})}{V(\text{Aceton}) + V(\text{H}_2\text{O})} = \frac{25,30\text{ mL}}{25,30\text{ mL} + 100,00\text{ mL}} \approx 0,2020$$

Stoffmengenanteil:

$$\chi(\text{Aceton}) = \frac{n(\text{Aceton})}{n(\text{Aceton}) + n(\text{H}_2\text{O})} = \frac{0,3444\text{ mol}}{0,3444\text{ mol} + 5,5494\text{ mol}} \approx 0,0584$$

$$\varphi(\text{H}_2\text{O}) = 0,798 (= 1,0 - 0,2020)$$

$$\chi(\text{H}_2\text{O}) = 0,942 (= 1 - 0,0584)$$

$$w(\text{H}_2\text{O}) = 0,83 (= 1 - 0,1667)$$

6.2

$$\varphi(\text{Toluen}) = (200\text{ mL}) / (200\text{ mL} + 500\text{ mL}) = 0,2857 (28,57\%)$$

$$\sigma(\text{Toluen}) = (200\text{ mL}) / 687\text{ mL} = 0,2911 (29,11\%)$$

6.3

Berechnung mit Formel

$$\sigma(\text{EtOH}) = \frac{V(\text{EtOH})}{V(\text{Lsg})} \Rightarrow V(\text{EtOH}) = \sigma(\text{EtOH}) \cdot V(\text{Lsg})$$

$$\Rightarrow V(\text{EtOH}) = 0,052 \cdot 500\text{ mL} = 26\text{ mL}$$

Berechnung mit Dreisatz/Schlussrechnung

$$100\text{ mL Bier} \hat{=} 5,2\text{ mL EtOH}$$

$$500\text{ mL Bier} \hat{=} x\text{ mL EtOH}$$

$$\Rightarrow x = 26\text{ mL}$$

Das Bier enthält 26 mL Ethanol.

6.4

$$\sigma(\text{MeOH}) = \frac{V(\text{MeOH})}{V(\text{Lsg})} \Rightarrow V(\text{MeOH}) = 30\text{ mL}$$

30 mL in einen 0,5L-Messkolben pipettieren und mischend mit H₂O bis Marke auffüllen.