

## Rechnen mit Gehaltsgrößen

### Herstellen von Lösungen und Umrechnen von Gehaltsgrößen

1. Es sollen 750 mL Natriumcarbonat-Lösung mit  $c = 0,2 \text{ mol/L}$  hergestellt werden.
  - a) Welche Masse an  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ist einzuwiegen?
  - b) Welche Stoffmenge und welche Masse sind in 300 mL der Lösung enthalten?
2. Es sollen 150 g  $\text{CaCl}_2$ -Lösung mit einem Massenanteil von  $w = 8\%$  hergestellt werden. Welche Masse an  $\text{CaCl}_2$  wird benötigt?
3. Eine Glucoselösung enthält die Stoffmengenkonzentration  $0,5 \text{ mol/L}$ . Welche Massenkonzentration  $\beta$  besitzt die Lösung? Welchen Massenanteil besitzt die Lösung, wenn die Dichte der Lösung  $\rho = 1,0554 \text{ g/cm}^3$  beträgt?

### Umsatzberechnungen mit Lösungen und verunreinigten Ausgangsstoffen

4. Eisen reagiert mit Salzsäure zu Eisenchlorid-Lösung ( $\text{FeCl}_2$ ) und Wasserstoff.
  - a) Formulieren Sie die Reaktionsgleichung!
  - b) Welche Teilchen sind in der Salzsäure enthalten, welche im Reaktionsprodukt?
  - c) Wie viel Gramm reines Eisen reagieren mit 100 g Salzsäure ( $w = 8,5\%$ ) ?
5. Mangandioxid und Salzsäure reagieren zu Chlor, Mangan(II)-chlorid und Wasser.
  - a) Formulieren Sie die Reaktionsgleichung
  - b) Wieviel Gramm 29%ige Salzsäure werden benötigt, um auf 34,3 g Mangandioxid ( $\text{MnO}_2$ ) vollständig umzusetzen?
6. 12%ige Schwefelsäure werden mit 6%iger Natronlauge vollständig neutralisiert. Wie viel Gramm Säure und wie viel Gramm Lauge müssen eingesetzt werden um eine Lösung mit 35g (gelöstem) Natriumsulfat ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) zu erhalten?

Lösungen unter [www.laborberufe.de](http://www.laborberufe.de)

## Lösungen (ohne Gewähr)

Bitte überprüfen Sie zuerst, ob die Aufgabenstellung hier und auf der Ihnen vorliegenden Fotokopie auch wirklich identisch ist. Geringfügige Änderung der Zahlenwerte sind im Einzelfall möglich!

Alle Aufgaben lassen sich ausschließlich mit dem Dreisatz lösen. Etwas Schreiarbeit spart man sich wenn man von den Beziehungen  $M = m/n$ ,  $c = n/V$  und  $\beta = m/V$  ausgeht. (M: Molare Masse in g/mol, n: Stoffmenge in mol,  $\beta$ : Massenkonzentration in g/L, V: Volumen der Lösung in L, m: Masse in g, c: Stoffmengenkonzentration in mol/L).

Nr. 1

### Berechnung der darin enthaltenen Stoffmenge

Dreisatz

Alternative: Formel

$$c = 0,2 \text{ mol/L}$$

$$c = \frac{n(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{V(\text{Lsg.})} \Rightarrow$$

$$0,2 \text{ mol} \hat{=} 1 \text{ L}$$

$$x \hat{=} 0,75 \text{ L}$$

$$\Rightarrow x = 0,15 \text{ mol}$$

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = c(\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot V(\text{Lsg.}) = 0,2 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 0,75 \text{ L} = 0,15 \text{ mol}$$

### Umrechnung in die Masse

$$M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{m(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{n(\text{Na}_2\text{CO}_3)} \Rightarrow$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = M(\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 105,989 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 0,15 \text{ mol} \approx 15,90 \text{ g}$$

b)

Dreisatz

Alternative: Formel

$$c = 0,2 \text{ mol/L}$$

$$c = \frac{n(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{V(\text{Lsg.})} \Rightarrow$$

$$0,2 \text{ mol} \hat{=} 1 \text{ L}$$

$$x \hat{=} 0,3 \text{ L} \Rightarrow x = 0,06 \text{ mol}$$

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = c(\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot V(\text{Lsg.}) = 0,2 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 0,3 \text{ L} = 0,06 \text{ mol}$$

### Umrechnung in die Masse

$$M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{m(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{n(\text{Na}_2\text{CO}_3)} \Rightarrow$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = M(\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 105,989 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 0,06 \text{ mol} \approx 3,36 \text{ g}$$

Nr. 2

Der prozentuale Massenanteil gibt an, wie viel Gramm einer Substanz in 100 g der Lösung gelöst sind.

z.B.  $w = 8\%$  bedeutet: 8 g  $\text{CaCl}_2$  sind in 100 g der Lösung enthalten.

Dreisatz:

8 g  $\hat{=}$  100 g Lösung

x g  $\hat{=}$  150 g Lösung  $\Rightarrow$  **x = 12 g**

Nr. 3

0,5 mol pro Liter.

$$m(\text{Glucose}) = n(\text{Glucose}) \cdot M(\text{Glucose}) = 0,5 \text{ mol} \cdot 180,156 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 90,078 \text{ g}$$

90,078 g pro Liter.  $\Rightarrow$   **$\beta = 90,078 \text{ g/L}$**

$$\rho(\text{Lsg.}) = \frac{m(\text{Lsg.})}{V(\text{Lsg.})} \Rightarrow m(\text{Lsg.}) = \rho(\text{Lsg.}) \cdot V(\text{Lsg.}) = 1055,4 \text{ g/L} \cdot 1 \text{ L} = 1055,4 \text{ g}$$

90,078 g pro 1055,4 g Lösung.

Da der prozentuale Massenanteil angibt, welche Masse Glucose in 100 g Lösung gelöst ist, kann nun mit dem Dreisatz heruntergerechnet werden:

90,078 g  $\hat{=}$  1055,4 g Lösung

x g  $\hat{=}$  100 g Lösung  $\Rightarrow$  x  $\approx$  8,535 g  $\Rightarrow$  **w(Glucose)  $\approx$  8,54%**

Nr. 4



b) Bei der ersten Schreibweise beachte man, dass  $\text{HCl}(aq)$  eigentlich  $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$  bedeutet, da die  $\text{HCl}$ -Moleküle im Wasser komplett dissoziieren. Ähnliches gilt auch für  $\text{FeCl}_2(aq)$ . Hier liegen keine  $\text{FeCl}_2$ -Teilchen vor, sondern dass Salz liegt gelöst vor. Das bedeutet dass die Ionen einzeln und unabhängig voneinander in Lösung gegangen sind.  $\text{FeCl}_2(aq) = \text{Fe}^{2+} + 2\text{Cl}^-$ .

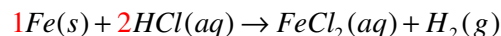
c)

#### Berechnung der Stoffmenge an HCl

100 g Salzsäure mit w = 8,5%  $\Rightarrow$  m(HCl) = 8,5 g

$$n(\text{HCl}) = \frac{m(\text{HCl})}{M(\text{HCl})} = \frac{8,5 \text{ g}}{36,461 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,233125 \text{ mol}$$

#### Ermittlung von n(Fe)

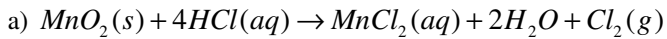


Mithilfe des Koeffizientenverhältnisses der Reaktionsgleichung folgt: Der Koeffizient 2 entspricht 0,233125 mol. Was entspricht dann dem Koeffizient 1?  $\Rightarrow$  Dreisatz  $\Rightarrow$  n(Fe) = 0,233125 mol : 2 = 0,11656 mol

#### Umrechnung in die Masse m(Fe)

$$m(\text{Fe}) = n(\text{Fe}) \cdot M(\text{Fe}) = 0,11656 \text{ mol} \cdot 55,845 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \approx 6,51 \text{ g}$$

Nr. 5



Trotz dieser vereinfachten Schreibweise sollte man sich im klaren darüber sein, dass  $\text{HCl}(aq) = \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$  und  $\text{MnCl}_2 = \text{Mn}^{2+} + 2 \text{Cl}^-$  bedeutet.

b) **Berechnung von  $n(\text{MnO}_2)$**

$$n(\text{MnO}_2) = \frac{m(\text{MnO}_2)}{M(\text{MnO}_2)} = \frac{34,3 \text{ g}}{86,937 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,3945386 \text{ mol}$$

**Ermittlung von  $n(\text{HCl})$  aus dem Koeffizientenverhältnis**



Aus dem 4:1-Verhältnis folgt:  $n(\text{HCl}) = 4 \cdot n(\text{MnO}_2) \Rightarrow n(\text{HCl}) = 1,57815 \text{ mol}$

**Umrechnung in eine Masse  $m(\text{HCl})$**

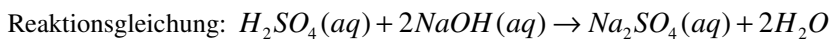
$$m(\text{HCl}) = n(\text{HCl}) \cdot M(\text{HCl}) = 1,57815 \text{ mol} \cdot 36,461 \text{ g/mol} = 57,5411 \text{ g}$$

**Berechnung der Masse an Salzsäure in der 57,5411 g HCl gelöst sind**

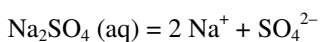
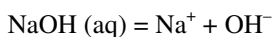
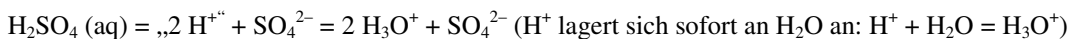
Dreisatz:            29 g HCl             $\hat{=}$  100 g Lösung (vgl. Aufgabenstellung,  $w = 29\%$ )

$$57,5411 \text{ g HCl} \hat{=} x \qquad \Rightarrow \mathbf{m(\text{Salzsäure}) \approx 198,42 \text{ g}}$$

Nr. 6



**nicht vergessen:** Obwohl die Stoffe mit dem Anhängsel (aq) zusammen geschrieben wurden, sind sie in Wirklichkeit in voneinander unabhängige Ionen zerfallen.



**Berechnung von  $n(\text{Na}_2\text{SO}_4)$**

$$n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{Na}_2\text{SO}_4)}{M(\text{Na}_2\text{SO}_4)} = \frac{35 \text{ g}}{142,04 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,246409 \text{ mol}$$

**Berechnung der entsprechenden Stoffmengen  $n(\text{H}_2\text{SO}_4)$  und  $n(\text{NaOH})$  aus den Koeffizientenverhältnissen**

**H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>**

Aus dem 1:1-Verhältnis für die Koeffizienten von  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  und  $\text{H}_2\text{SO}_4$  folgt:

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,246409 \text{ mol}$$

**NaOH**

Aus dem 2:1-Verhältnis der Koeffizienten von NaOH zu  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  folgt:

$$n(\text{NaOH}) = 2 \cdot n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,492819 \text{ mol}$$

**Umrechnung in die Massen**

**H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>**

**NaOH**

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot M(\text{H}_2\text{SO}_4) =$$

$$= 0,246409 \text{ mol} \cdot 98,078 \text{ g/mol} = 24,1673 \text{ g}$$

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

$$= 0,492819 \text{ mol} \cdot 39,997 \text{ g/mol} = 19,7113 \text{ g}$$

### Berechnung der einzusetzenden Massen der beiden Ausgangslösungen

$\text{H}_2\text{SO}_4$

12 g  $\text{H}_2\text{SO}_4$   $\hat{=}$  100 g Lösung (da w = 12%)

24,1673 g  $\text{H}_2\text{SO}_4 \hat{=}$  x  $\Rightarrow$  **x  $\approx$  201,4 g Schwefelsäurelg.**

$\text{NaOH}$

6 g  $\text{NaOH}$   $\hat{=}$  100 g Lösung (da w = 6 %)

19,7133 g  $\text{NaOH} \hat{=}$  x  $\Rightarrow$  **x  $\approx$  328,6 g Natronlauge**