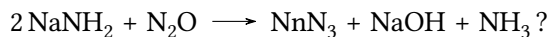


# Aufgaben Stöchiometrie

## Übungen

### 1. Übung

Wieviel Gramm Natriumamid ( $\text{NaNH}_2$ ) und Distickstoffoxid ( $\text{N}_2\text{O}$ ) werden benötigt, um 50.0 g Natriumazid ( $\text{NaN}_3$ ) herzustellen bei der Annahme eines vollständigen Stoffumsatzes gemäß



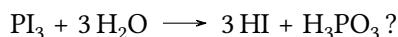
### 2. Übung

Bei der Umsetzung von  $\text{P}_4\text{O}_{10}$  mit  $\text{PCl}_5$  entsteht  $\text{POCl}_3$  als einziges Produkt.

- Formulieren Sie die Reaktionsgleichung.
- Wieviel Mol  $\text{POCl}_3$  kann man aus 1.00 mol  $\text{PCl}_5$  erhalten?
- Welche Masse  $\text{PCl}_5$  braucht man, um 12.0 g  $\text{POCl}_3$  herzustellen?
- Welche Masse  $\text{P}_4\text{O}_{10}$  braucht man zur Umsetzung mit 7.50 g  $\text{PCl}_5$ ?

### 3. Übung

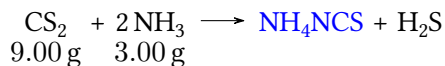
Wieviel Gramm Iodwasserstoff (HI) entstehen aus 5.00 g  $\text{PI}_3$  bei der vollständigen Umsetzung gemäß



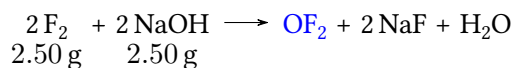
### 4. Übung

Wieviel Gramm des **blau**gedruckten Produktes können maximal bei der Umsetzung folgender Mengen erhalten werden?

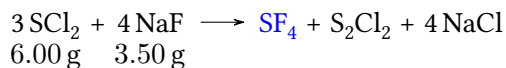
a)



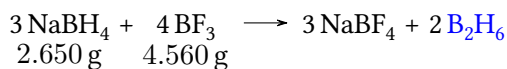
b)



c)



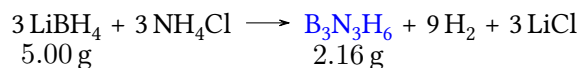
d)



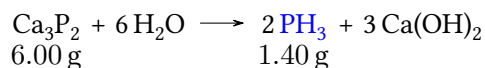
**5. Übung**

Berechnen Sie die prozentuale Ausbeute des des **blau**gedruckten Produkts. Der Reaktand ohne Mengenangabe ist im Überschuss vorhanden.

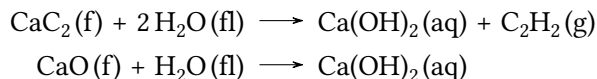
a)



b)

**6. Übung**

7.69 g eines Gemisches von Calciumcarbid ( $\text{CaC}_2$ ) und Calciumoxid ( $\text{CaO}$ ) reagieren mit Wasser gemäß den folgenden Reaktionen:



Nehmen Sie vollständigen Stoffumsatz an. Wieviel Prozent des Gemisches bestehen aus  $\text{CaC}_2$ , wenn 2.34 g  $\text{C}_2\text{H}_2$  (Ethin) erhalten werden?

**7. Übung**

Welche Stoffmengenkonzentrationen haben folgende Lösungen?

- |  |   |
|--|---|
| a) 4.00 g NaOH in 250 mL Lösung              | b) 13.0 g NaCl in 1.50 L Lösung           |
| c) 10.0 g $\text{AgNO}_3$ in 350 mL Lösung   | d) 94.5 g $\text{HNO}_3$ in 250 mL Lösung |
| e) 6.500 g $\text{KMnO}_4$ in 2.000 L Lösung |   |

**8. Übung**

Wieviele Mole Substanz sind in folgenden Lösungen enthalten?

- |   |  |
|---|--|
| a) 1.20 L mit $c(\text{Ba(OH)}_2) = 0.0500 \text{ mol/L}$ | b) 25.0 mL mit $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 6.00 \text{ mol/L}$ |
| c) 0.250 L mit $c(\text{NaCl}) = 0.100 \text{ mol/L}$     |  |

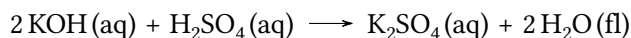
**9. Übung**

Welche Masse muss man einwiegen, um folgende Lösungen herzustellen?

- |  |  |
|--|--|
| a) 500.0 mL mit $c(\text{KMnO}_4) = 0.02000 \text{ mol/L}$ | b) 2.000 L mit $c(\text{KOH}) = 1.500 \text{ mol/L}$ |
| c) 25.00 mL mit $c(\text{BaCl}_2) = 0.2000 \text{ mol/L}$  |  |

**10. Übung**

Wieviele Milliliter einer Lösung mit  $c(\text{KOH}) = 0.250 \text{ mol/L}$  reagieren mit 15.0 mL einer Lösung mit  $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0.350 \text{ mol/L}$  gemäß der Gleichung



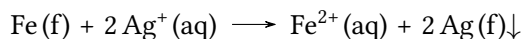
bei Annahme vollständigen Stoffumsatzes?

**11. Übung**

Wenn Phosphorsäure,  $\text{H}_3\text{PO}_4(\text{aq})$ , im Überschuß zu 125 mL einer Lösung von Bariumchlorid,  $\text{BaCl}_2(\text{aq})$ , gegeben wird, scheiden sich 3.26 g  $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2(\text{f})$  aus. Welche Stoffmengenkonzentration hat die  $\text{BaCl}_2$ -Lösung?

**12. Übung**

Wenn Eisen-Pulver zu einer Silbersalz-Lösung gegeben wird, geht das Eisen in Lösung und Silber scheidet sich aus:



Welche Masse  $\text{Fe}(\text{f})$  benötigt man mindestens, um alles Silber aus 2.00 L einer Lösung mit  $c(\text{Ag}^+) = 0.0650 \text{ mol/L}$  auszuscheiden?

**Lösungen**

Bei allen Aufgaben wurden die molaren Massen mit den Angaben des PSE des WILEY-VCH-Verlages [1] berechnet.

Es bedeuten  $M$ : molare Masse,  $m$ : Masse,  $n$ : Stoffmenge,  $V$ : Volumen,  $c$ : Stoffmengenkonzentration.

**1. Lösung**

$$\begin{aligned} m_{\text{NaNH}_2} &= m_{\text{NaN}_3} \cdot \frac{M_{\text{NaNH}_2}}{M_{\text{NaN}_3}} \\ &= 50.0 \text{ g} \cdot \frac{39.0 \text{ g/mol}}{65.0 \text{ g/mol}} \\ &= 30.0 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m_{\text{N}_2\text{O}} &= m_{\text{NaN}_3} \cdot \frac{M_{\text{N}_2\text{O}}}{M_{\text{NaN}_3}} \\ &= 50.0 \text{ g} \cdot \frac{46.0 \text{ g/mol}}{65.0 \text{ g/mol}} \\ &= 35.4 \text{ g} \end{aligned}$$

**2. Lösung**

b) Aus 1.00 mol  $\text{PCl}_5$  erhält man  $1.00 \text{ mol} \cdot \frac{10}{6} = 1.67 \text{ mol POCl}_3$ .

c) 12.0 g  $\text{POCl}_3$  entsprechen  $\frac{12.0 \text{ g}}{153.5 \text{ g/mol}} = 0.078 \text{ mol}$ . Also benötigt man  $0.078 \text{ mol} \cdot \frac{6}{10} = 0.047 \text{ mol PCl}_5$ . Das entspricht  $0.047 \text{ mol} \cdot 208.5 \text{ g/mol} = 9.8 \text{ g}$ .

d) 7.50 g  $\text{PCl}_5$  entsprechen  $\frac{7.50 \text{ g}}{208.5 \text{ g/mol}} = 0.0360 \text{ mol}$ . Man benötigt dann  $0.0360 \text{ mol} \cdot \frac{1}{6} = 0.00600 \text{ mol P}_4\text{O}_{10}$ . Das entspricht  $0.00600 \text{ mol} \cdot 284 \text{ g/mol} = 1.70 \text{ g}$ .

**3. Lösung**

5.00 g  $\text{PI}_3$  entsprechen  $\frac{5.00 \text{ g}}{412 \text{ g/mol}} = 12.1 \text{ mmol}$ . Also entstehen  $12.1 \text{ mmol} \cdot 3 = 36.4 \text{ mmol HI}$ . Das sind  $0.0364 \text{ mol} \cdot 128 \text{ g/mol} = 4.66 \text{ g}$ .

**4. Lösung**

Es müssen die Stoffmengen, berücksichtigt um die stöchiometrischen Faktoren, verglichen werden.

- Das Gemisch enthält  $\frac{m}{M} = \frac{9.00 \text{ g}}{76.15 \text{ g/mol}} = 0.118 \text{ mol CS}_2$  und  $\frac{3.00 \text{ g}}{17.04 \text{ g/mol}} = 0.176 \text{ mol} = 2 \cdot 0.0880 \text{ mol NH}_3$ . Also wird die maximale Menge durch die Menge des  $\text{NH}_3$  bestimmt. Es entstehen  $M \cdot n = 76.14 \text{ g/mol} \cdot 0.0880 \text{ mol} = 6.70 \text{ g NH}_4\text{NCS}$ .
- Das Gemisch enthält  $\frac{2.50 \text{ g}}{38.00 \text{ g/mol}} = 0.0658 \text{ mol} = 2 \cdot 0.0329 \text{ mol F}_2$  und  $\frac{2.50 \text{ g}}{40.00 \text{ g/mol}} = 0.0625 \text{ mol} = 3 \cdot 0.0208 \text{ mol NaOH}$ . Also wird die maximale Menge durch die Menge des  $\text{NaOH}$  bestimmt. Es entstehen  $54.00 \text{ g/mol} \cdot 0.0208 \text{ mol} = 1.12 \text{ g OF}_2$ .
- Das Gemisch enthält  $\frac{6.00 \text{ g}}{102.97 \text{ g/mol}} = 0.0583 \text{ mol} = 3 \cdot 0.0194 \text{ mol SCl}_2$  und  $\frac{3.50 \text{ g}}{41.99 \text{ g/mol}} = 0.0834 \text{ mol} = 4 \cdot 0.0208 \text{ mol NaF}$ . Also wird die maximale Menge durch die Menge des  $\text{SCl}_2$  bestimmt. Es entstehen  $108.07 \text{ g/mol} \cdot 0.0194 \text{ mol} = 2.10 \text{ g SF}_4$ .
- Das Gemisch enthält  $\frac{2.650 \text{ g}}{37.833 \text{ g/mol}} = 0.07004 \text{ mol} = 3 \cdot 0.02335 \text{ mol NaBH}_4$  und  $\frac{4.650 \text{ g}}{67.805 \text{ g/mol}} = 0.06858 \text{ mol} = 4 \cdot 0.01714 \text{ mol BF}_3$ . Also wird die maximale Menge durch die Menge des  $\text{BF}_3$  bestimmt. Es entstehen  $27.670 \text{ g/mol} \cdot 2 \cdot 0.01714 \text{ mol} = 0.9485 \text{ g B}_2\text{H}_6$ .

**5. Lösung**

- 5.00 g  $\text{LiBH}_4$  entsprechen  $\frac{m}{M} = \frac{5.00 \text{ g}}{21.784 \text{ g/mol}} = 0.2295 \text{ mol} = 4 \cdot 0.0574 \text{ mol}$ . Also können maximal 0.0574 mol  $\text{B}_3\text{N}_3\text{H}_6$  erhalten werden. Das entspricht  $M \cdot n = 80.502 \text{ g/mol} \cdot 0.0574 \text{ mol} = 4.62 \text{ g}$ . Damit beträgt die Ausbeute  $\frac{2.16 \text{ g}}{4.62 \text{ g}} = 0.468 = 46.8 \%$ .
- 6.00 g  $\text{Ca}_3\text{P}_2$  entsprechen  $\frac{6.00 \text{ g}}{182.182 \text{ g/mol}} = 0.0329 \text{ mol}$ . Also können maximal  $2 \cdot 0.0329 \text{ mol} = 0.0658 \text{ mol PH}_3$  erhalten werden. Das entspricht  $M \cdot n = 33.998 \text{ g/mol} \cdot 0.0658 \text{ mol} = 2.24 \text{ g}$ . Damit beträgt die Ausbeute  $\frac{1.40 \text{ g}}{2.24 \text{ g}} = 0.654 = 65.4 \%$ .

**6. Lösung**

2.34 g Ethin sind  $\frac{2.34 \text{ g}}{26.04 \text{ g/mol}} = 90 \text{ mmol Ethin}$ . Also wurden 90 mmol  $\text{CaC}_2$  eingesetzt. Das sind  $0.090 \text{ mol} \cdot 64.10 \text{ g/mol} = 5.77 \text{ g}$ . Das Gemisch besteht damit zu  $\frac{5.77}{7.69} = 0.75 = 75 \%$  aus Calciumcarbid.

**7. Lösung**

- $n_{\text{NaOH}} = \frac{4.00 \text{ g}}{40.00 \text{ g/mol}} = 0.100 \text{ mol}$ ,  $c = \frac{0.100 \text{ mol}}{0.250 \text{ L}} = 0.400 \text{ mol/L}$
- $n_{\text{NaCl}} = \frac{13.0 \text{ g}}{58.44 \text{ g/mol}} = 0.222 \text{ mol}$ ,  $c = \frac{0.222 \text{ mol}}{1.50 \text{ L}} = 0.148 \text{ mol/L}$
- $n_{\text{AgNO}_3} = \frac{10.0 \text{ g}}{169.88 \text{ g/mol}} = 58.9 \text{ mmol}$ ,  $c = \frac{0.0589 \text{ mol}}{0.350 \text{ L}} = 0.168 \text{ mol/L}$
- $n_{\text{HNO}_3} = \frac{94.5 \text{ g}}{63.02 \text{ g/mol}} = 1.50 \text{ mol}$ ,  $c = \frac{1.50 \text{ mol}}{0.250 \text{ L}} = 6.00 \text{ mol/L}$
- $n_{\text{KMnO}_4} = \frac{6.500 \text{ g}}{158.032 \text{ g/mol}} = 41.13 \text{ mmol}$ ,  $c = \frac{0.04113 \text{ mol}}{2.000 \text{ L}} = 0.02057 \text{ mol/L}$

**8. Lösung**

$$\text{a) } n = c \cdot V = 0.0500 \text{ mol/L} \cdot 1.20 \text{ L} = 0.0600 \text{ mol}$$

$$\text{b) } n = 6.00 \text{ mol/L} \cdot 0.0250 \text{ L} = 0.150 \text{ mol}$$

$$\text{c) } n = 0.100 \text{ mol/L} \cdot 0.250 \text{ L} = 0.0250 \text{ mol}$$

**9. Lösung**

$$\begin{aligned} \text{a) } n &= c \cdot V = 0.02000 \text{ mol/L} \cdot 0.5000 \text{ L} = 0.01000 \text{ mol}, \\ m &= M \cdot n = 158.032 \text{ g/mol} \cdot 0.01000 \text{ mol} = 1.5810 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b) } n &= 1.500 \text{ mol/L} \cdot 2.000 \text{ L} = 3.000 \text{ mol}, \\ m &= 56.105 \text{ g/mol} \cdot 3.000 \text{ mol} = 168.32 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c) } n &= 0.2000 \text{ mol/L} \cdot 0.02500 \text{ L} = 0.005000 \text{ mol}, \\ m &= 208.233 \text{ g/mol} \cdot 0.005000 \text{ mol} = 1.0412 \text{ g} \end{aligned}$$

**10. Lösung**

$$\begin{aligned} n_{\text{H}_2\text{SO}_4} &= c \cdot V = 0.350 \text{ mol/L} \cdot 0.0150 \text{ L} \\ &= 0.00525 \text{ mol} \\ \Rightarrow n_{\text{KOH}} &= 2 \cdot n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 2 \cdot 0.00525 \text{ mol} \\ &= 0.0105 \text{ mol} \\ V_{\text{KOH}} &= \frac{n}{c} = \frac{0.0105 \text{ mol}}{0.250 \text{ mol/L}} \\ &= 42.0 \text{ mL} \end{aligned}$$

**11. Lösung**

3.26 g  $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$  entsprechen  $\frac{3.26 \text{ g}}{601.93 \text{ g/mol}} = 5.416 \text{ mmol}$ . Die Lösung enthielt damit  $2 \cdot 5.416 \text{ mmol} = 10.83 \text{ mmol}$   $\text{BaCl}_2$ . Also beträgt die Konzentration  $c = \frac{10.83 \text{ mmol}}{125 \text{ mL}} = 0.0866 \text{ mol/L}$ .

**12. Lösung**

$$\begin{aligned} n_{\text{Ag}} &= c \cdot V = 0.0650 \text{ mol/L} \cdot 2.00 \text{ L} \\ &= 0.130 \text{ mol} \\ \Rightarrow n_{\text{Fe}} &= \frac{1}{2} \cdot n_{\text{Ag}} = \frac{1}{2} \cdot 0.130 \text{ mol} \\ &= 0.0650 \text{ mol} \\ m_{\text{Fe}} &= M \cdot n = 55.85 \text{ g/mol} \cdot 0.0650 \text{ mol} \\ &= 3.63 \text{ g} \end{aligned}$$

**Literatur**

[1] Fluck und Heumann. *Das Periodensystem der Elemente*. 3. Auflage. VILEY-VCH Verlag, 2002.