

# 4 Chemische Reaktionen – genauer betrachtet

## 4.22 Zusammenfassung und Übung (S. 148 – 150)

### Zu den Aufgaben

**A1** Eisen und Schwefel reagieren nach Zuführen der Aktivierungsenergie miteinander, während Sand und Schwefel nicht reagieren. Stattdessen schmilzt und verdampft der Schwefel, während der Sand übrig bleibt.

### A2

a) Die Schülerergebnisse zu den Beispielen für elementare Stoffe können mit dem Periodensystem verglichen werden; hier ergibt sich auch gleichzeitig die Möglichkeit, Verwendungszwecke zu thematisieren. Verbindungen kann man die Schülerinnen und Schüler auch im Schülerband suchen lassen.

**Definition:** Elementare Stoffe und Verbindungen sind Reinstoffe.

Verbindungen können in elementare Stoffe zerlegt werden, während sich elementare Stoffe nicht weiter in andere Stoffe zerlegen lassen.

b) In der systematischen Nomenklatur werden die Verbindungen meist so benannt, dass die darin vorkommenden Elemente noch erkennbar sind, z.B. Eisenoxid (Eisen und -oxid von lat. oxygenium, Sauerstoff) oder Kupfersulfid (Kupfer und -sulfid von lat. sulfur, Schwefel).

**A3** Man sieht zweidimensionale Teilchen die in einer zweidimensionalen Struktur (Teilchenverbund) angeordnet sind. Tatsächlich handelt es sich um dreidimensionale Teilchen, welche wiederum eine räumliche Anordnung aufweisen. Die Zwischenschritte bei der Auslösung der Reaktion sind nicht miterfasst. Die Teilchen sind unterschiedlich groß gezeichnet, obwohl wir bisher keine Informationen über die Größenverhältnisse haben. Auch über die symmetrische Anordnung der Teilchen im Feststoffverband haben wir keine Kenntnis und gezeigt werden nur beispielhafte Anordnungen. Das Teilchenanzahlverhältnis zwischen den beiden Teilchensorten ist nicht nachvollziehbar.

**A4** Wasserstoff (H), Aluminium (Al), Quecksilber (Hg), Platin (Pt), Schwefel (S), Gold (Au)

### A5

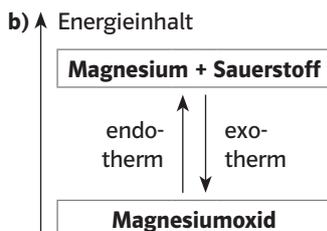
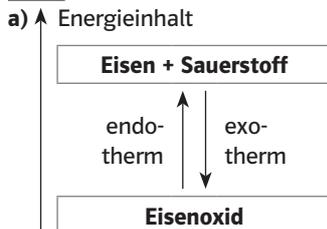
a) Es ist Magnesiumsulfid entstanden: Magnesium + Schwefel  $\rightarrow$  Magnesiumsulfid.

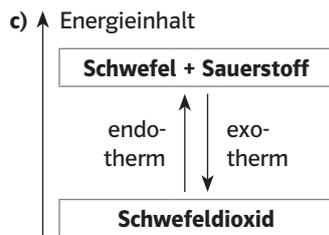
Es handelt sich um eine chemische Reaktion, da ein anderer Stoff mit anderen Eigenschaften entstanden ist.

b) Es handelt sich um eine exotherme Reaktion. Es genügt, nur einen kleinen Teil des Gemisches zu erhitzen, um die Reaktion auszulösen. Die dann bei der Reaktion abgegebene Energie reicht aus, den übrigen Teil des Gemisches zur Reaktion zu bringen, sodass die Reaktion ohne weitere Energiezufuhr von außen von selbst abläuft.

**A6** Die Lichtenergie der Sonne ist letztendlich ausschlaggebend dafür, dass wir all die angegebenen Produkte verwenden können und natürlich noch viele weitere Produkte.

### A7





**A8** Individuelle Lösung, z.B.: Natrium → Mangan → Niob → Bor → Radon → Nickel → Lithium → Molybdän → Neon ...

**A9 Definitionen:**

**Stoffebene:** Die Eigenschaften von Stoffen sind mit den Sinnen erfassbar oder messbar.

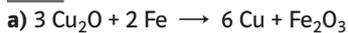
**Teilchenebene:** Hier geht es um die Art der Teilchen, aus denen ein Stoff besteht, um deren Anordnung und Umgruppierungen bei chemischen Reaktionen.

**Beispiel für eine chemische Reaktion:**

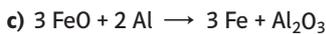
Kohlenstoff + Sauerstoff → Kohlenstoffmonooxid

Auf der Stoffebene werden bei der Reaktion die Edukte Kohlenstoff und Sauerstoff in das Produkt Kohlenstoffmonooxid umgewandelt. Betrachtet man diese Reaktion auf der Teilchenebene, so entstehen aus Kohlenstoff-Atomen und Sauerstoff-Molekülen Kohlenstoffmonooxid-Moleküle. Dabei gruppieren sich die Atome aus den Eduktteilchen um und bilden neue Produktteilchen.

**A10**



b) Die Reaktion läuft nicht ab, da Eisen edler als Calcium ist und daher eine geringere Fähigkeit hat, Sauerstoff aufzunehmen.



**A11**

a)  $\frac{m(\text{Fe})}{m(\text{FeS}_2)} = \frac{5,32 \text{ g}}{8,375 \text{ g}} = 0,64$

Das Massenverhältnis von Eisen zu Eisensulfid beträgt 0,64.

**b) Berechnung der Eisenportion**

$m(\text{Eisen}) = 0,64 \cdot m(\text{Eisensulfid}) = 0,64 \cdot 500 \text{ g} = 317,8 \text{ g}$

**Berechnung der Schwefelportion**

$m(\text{S}) = m(\text{FeS}_2) - m(\text{Fe})$

$m(\text{S}) = 500 \text{ g} - 317,80 \text{ g} = 182,2 \text{ g}$

Um 500 g Eisensulfid herzustellen, benötigt man 317,80 g Eisen und 182,2 g Schwefel.

**A12** Mit  $m_t(\text{MgO}) = m_t(\text{Mg}) + m_t(\text{O}) = 24,3 \text{ u} + 16 \text{ u} = 40,3 \text{ u}$  kann pro Elementargruppe nur ein Magnesium-Atom und ein Sauerstoff-Atom vorhanden sein. Magnesiumoxid besitzt die Verhältnisformel MgO.

**A13**

**a) gegebene Größe:**

$m(\text{HgO}) = 5,4 \text{ g}$

$\rho(\text{O}) = 1,33 \text{ g/l}$

$\frac{m(\text{Hg})}{m(\text{O})} = \frac{25}{2} = 12,5 \quad [1]$

**gesuchte Größe:**

$V(\text{O})$

$V(\text{O}) = \frac{m(\text{O})}{\rho(\text{O})}$

Berechnung von  $m(\text{O})$ :

$m(\text{HgO}) = m(\text{Hg}) + m(\text{O}) \quad [2]$

[1] und [2] Gleichungssystem mit zwei Unbekannten. Lösung z.B. durch Einsetzen von  $m(\text{Hg})$ :

$m(\text{Hg}) = m(\text{O}) + 12,5 \cdot m(\text{O}) = 13,5 \cdot m(\text{O})$

$m(\text{O}) = \frac{m(\text{HgO})}{13,5} = \frac{5,4 \text{ g}}{13,5} = 0,4 \text{ g}$

Berechnung von  $V(O)$ :

$$V(O) = \frac{m(O)}{\rho(O)} = \frac{m(HgO)}{13,5 \cdot \rho(O)} = \frac{5,4 \text{ g}}{13,5 \cdot 1,33 \text{ g/l}} = 0,3 \text{ l}$$

**b)**  $m(Hg) = m(HgO) - m(O) = 5,4 \text{ g} - 0,4 \text{ g} = 5 \text{ g}$

$$\frac{N(Hg)}{N(O)} = \frac{m(Hg) \cdot m_t(O)}{m(O) \cdot m_t(Hg)} = \frac{5 \text{ g} \cdot 16 \text{ u}}{0,4 \text{ g} \cdot 200,6 \text{ u}} = \frac{80}{80,24} \approx 1$$

Die Verhältnisformel des Quecksilberoxids ist  $HgO$ .

#### A14

**a) und b)**

Berechnung von  $m(S)$ :  $m(S) = m(PbS) - m(Pb)$

Gruppe	$m(\text{Blei})$	$m(\text{Bleisulfid})$	$m(\text{Schwefel})$	$m(\text{Blei})/m(\text{Schwefel})$
1	1,28 g	1,48 g	0,20 g	6,40
2	1,00 g	1,16 g	0,16 g	6,25
3	1,24 g	1,43 g	0,19 g	6,52
4	1,56 g	1,82 g	0,26 g	6,00
Mittelwert:				6,29

Der Mittelwert des Verhältnisses  $\frac{m(Pb)}{m(S)}$  beträgt 6,29.

**c) gegebene Größen:**

$$m_t(S) = 32,1 \text{ u}$$

$$m_t(Pb) = 207,2$$

**gesucht:**

$$\frac{N(Pb)}{N(S)}$$

nach **b)** gilt:  $\frac{m(Pb)}{m(S)} = \frac{N(Pb) \cdot m_t(Pb)}{N(S) \cdot m_t(S)} = 6,29$

daraus folgt durch Umstellung:  $\frac{N(Pb)}{N(S)} = \frac{m(Pb)}{m(S)} \cdot \frac{m_t(S)}{m_t(Pb)} = 6,29 \cdot \frac{32,1 \text{ u}}{207,2 \text{ u}} = 0,97 \approx 1$

Die gesuchte Verhältnisformel lautet:  $PbS$ .

#### A15

**a)** In der Elementargruppe sind Magnesium-Atome und Schwefel-Atome im Atomanzahlverhältnis 1 : 1 enthalten. Die Verhältnisformel lautet  $MgS$ .

$$\Rightarrow \frac{N(Mg)}{N(S)} = \frac{1}{1}$$

**b) gegebene Größen:**

$$m_t(S) = 32,1 \text{ u}$$

$$m_t(Mg) = 24,3 \text{ u}$$

$$m(Mg) = 200 \text{ g}$$

**gesuchte Größe:**

$$m(S)$$

$$\frac{m(Mg)}{m(S)} = \frac{N(Mg) \cdot m_t(Mg)}{N(S) \cdot m_t(S)}$$

Durch Umstellen erhält man:  $m(S) = \frac{N(S)}{N(Mg)} \cdot \frac{m_t(S)}{m_t(Mg)} \cdot m(Mg) = \frac{1}{1} \cdot \frac{32,1 \text{ u}}{24,3 \text{ u}} \cdot 200 \text{ g} = 264,2 \text{ g}$

Für die Reaktion von 200 g Magnesium zu Magnesiumsulfid benötigt man 264,2 g Schwefel.

**A16****a) gegebene Größen:**

$$m_t(\text{S}) = 32,1 \text{ u}$$

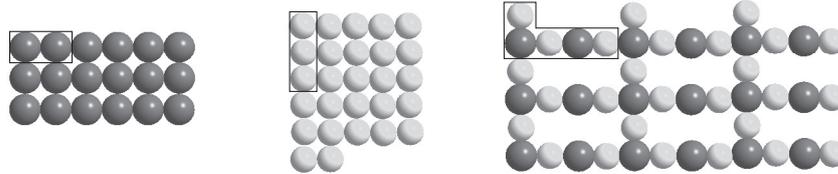
$$m_t(\text{Al}) = 27,0 \text{ u}$$

**gesuchte Größe:**

$$\frac{N(\text{Al})}{N(\text{S})}$$

$$\text{Es gilt: } \frac{m(\text{Al})}{m(\text{S})} = \frac{N(\text{Al})}{N(\text{S})} \cdot \frac{m_t(\text{Al})}{m_t(\text{S})}$$

$$\text{Durch Umstellen erhält man: } \frac{N(\text{Al})}{N(\text{S})} = \frac{m(\text{Al})}{m(\text{S})} \cdot \frac{m_t(\text{S})}{m_t(\text{Al})} = \frac{5,4 \text{ g}}{9,6 \text{ g}} \cdot \frac{32,1 \text{ u}}{27 \text{ u}} = \frac{2}{3}$$

Die Verhältnisformel von Aluminiumsulfid lautet  $\text{Al}_2\text{S}_3$ .**A17** Das entstehende Schwefeldioxid ist gasförmig und entweicht in die Luft. Würde man das Schwefeldioxid auffangen, so könnte man die Gültigkeit des Gesetzes von der Erhaltung der Massen zeigen.**A18**

Verhältnisformel	Name	Stoffklasse	Atomanzahlverhältnis	Massenverhältnis
$\text{Ag}_2\text{S}$	Silbersulfid	Ionenverbindung Salz	$\frac{N(\text{Ag})}{N(\text{S})} = \frac{2}{1}$	$\frac{2 \cdot 107,9 \text{ u}}{1 \cdot 32,1 \text{ u}} = \frac{6,7}{1}$
$\text{FeS}_2$	Eisen(II)disulfid	Ionenverbindung Salz	$\frac{N(\text{Fe})}{N(\text{S})} = \frac{1}{2}$	$\frac{1 \cdot 55,8 \text{ u}}{2 \cdot 32,1 \text{ u}} = 0,87$
$\text{Al}_2\text{S}_3$	Aluminiumsulfid	Ionenverbindung Salz	$\frac{N(\text{Al})}{N(\text{S})} = \frac{2}{3}$	$\frac{2 \cdot 27 \text{ u}}{3 \cdot 32,1 \text{ u}} = 0,56$