

## 2 Chemische Reaktion – Teilchen und Energie

### 2.32 Zusammenfassung und Übung (S.165/166)

#### 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** 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. Definitionen finden sich in Kap. 2.3 und in der Zusammenfassung (Kap. 2.32) im Schülerband. 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 angeordnet sind. Tatsächlich handelt es sich um dreidimensionale Teilchen, welche wiederum eine räumliche Anordnung aufweisen. Die Zwischenschritte bei der Auslösung der Reaktion (vgl. Kap. 2.25) sind nicht miterfasst. Die Teilchen sind unterschiedlich groß gezeichnet, obwohl wie 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** Buchstabensalat:  
WAS, ECK, FEL, GO, TIN, STO, BER, LD, PLA, IUM, SER, QU, SCHWE, ALUM, FF, SIL, IN  
Wasserstoff (H); Aluminium (Al), Quecksilber (Hg), Platin (Pt), Schwefel (S), Gold (Au)

**A5**

a) Es ist Zinksulfid entstanden: Zink + Schwefel  $\rightarrow$  Zinksulfid.

b) und c) 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** Um die Verbrennungsreaktion auszulösen, muss erst Aktivierungsenergie zugeführt werden. Bei der Reaktion wird aber ein größerer Energiebetrag frei als an Aktivierungsenergie zugeführt werden musste; die Reaktion ist also exotherm.

**A7** Die Lichtenergie der Sonne ist letztendlich ausschlaggebend dafür, dass wir all die angegebenen Produkte verwenden können und natürlich noch viele weitere Produkte.

**A8** Unter der Anomalie des Wassers versteht man die Tatsache, dass Wasser bei 4 °C seine größte Dichte besitzt und nicht, wie zu erwarten wäre, bei 0 °C, der Erstarrungstemperatur. Dies ermöglicht ein Überleben von Fischen und anderen Lebewesen in Teichen und Seen im Winter, weil sich am Grunde der Gewässer Wasser mit einer Temperatur von 4 °C ansammelt. Genügend tiefe Gewässer gefrieren dadurch nicht bis zum Grund.

$$\text{A9} \quad \rho = \frac{m}{V} \quad m = 231 \text{ g} \quad V = 22 \text{ cm}^3 \quad \rho = \frac{231 \text{ g}}{22 \text{ cm}^3} \quad \rho = 10,5 \text{ g/cm}^3$$

Bei dem gesuchten Stoff könnte es sich um Silber handeln.

Eine scharfe Schlussfolgerung („Es ist Silber“) kann nicht vollzogen werden. Das sollte auch den Schülerinnen/Schülern klargemacht werden. Die Dichte allein reicht nicht aus, um den Stoff sicher zu identifizieren. Es kann lediglich gesagt werden, dass es sich aufgrund der Dichte um Silber handeln könnte. Da keine weiteren Eigenschaften des untersuchten Stoffes angegeben sind, kommt z. B. auch eine (ungewöhnliche) Legierung infrage, die aus Gold und Kupfer („Rotgold“) erzeugt worden ist und die gleiche Dichte besitzt wie Silber. Die Dichten üblicher Rotgoldlegierungen sind allerdings höher ( $\rho(\text{Rotgold } 333/1000) = 12,36 \text{ g/cm}^3$ ,  $\rho(\text{Rotgold } 585/1000) = 14,98 \text{ g/cm}^3$ ).

**A10** Masse von 100 l Luft berechnet sich so:  
 $m(\text{Luft}) = V(\text{Luft}) \cdot \rho(\text{Luft}) = 100 \text{ l} \cdot 1,2046 \text{ g/l} = 120,46 \text{ g}$   
Die Masse von 100 l Luft beträgt 120,46 g.

**A11** Mithilfe der in Kap. B.12, B2, beschriebenen Methode wird die Dichte des Materials, aus dem die Krone besteht, ermittelt und mit der Dichte des Goldes verglichen. Falls kein passendes Gefäß mit Volumeneinteilung zur Verfügung steht, kann auch mit der „Überlaufmethode“ gearbeitet werden.

**A12**

- a) Dichte:  $\rho = 13,55 \text{ g/cm}^3$ , Quecksilber;  
 b) Dichte:  $\rho = 2,70 \text{ g/cm}^3$ , Schmelztemperatur  $660 \text{ }^\circ\text{C}$ , Aluminium;  
 c) Ag, Silber;  
 d) Atommasse:  $m_t = 55,9 \text{ u}$ , Eisen.

**A13**

a)  

$$m(\text{Schwefelportion 1}) = m(\text{Eisensulfidportion 1}) - m(\text{Eisenportion 1})$$

$$= 7,16 \text{ g} - 5,32 \text{ g}$$

$$= 1,84 \text{ g}$$

$$\frac{m(\text{Eisenportion 1})}{m(\text{Schwefelportion 1})} = \frac{5,32 \text{ g}}{1,84 \text{ g}} = 2,9$$

Das Massenverhältnis von Eisen zu Schwefel beträgt 2,9.

b) 
$$\frac{m(\text{Eisenportion 2})}{m(\text{Eisensulfidportion 2})} = \frac{m(\text{Eisenportion 1})}{m(\text{Eisensulfidportion 1})}$$

$$m(\text{Eisenportion 2}) = \frac{m(\text{Eisenportion 1}) \cdot m(\text{Eisensulfidportion 2})}{m(\text{Eisensulfidportion 1})}$$

$$= \frac{5,32 \text{ g} \cdot 500 \text{ g}}{7,16 \text{ g}}$$

$$= 371,5 \text{ g}$$

$$m(\text{Schwefelportion 2}) = m(\text{Eisensulfidportion 2}) - m(\text{Eisenportion 2})$$

$$= 500 \text{ g} - 371,5 \text{ g}$$

$$= 128,5 \text{ g}$$

Um 500 g Eisensulfid herzustellen benötigt man 371,5 g Eisen und 128,5 g Schwefel.

**A14** Mit  $m_t(\text{Mg}) = 24,3 \text{ u}$  und  $m_t(\text{O}) = 16 \text{ u}$  kann pro Elementargruppe nur ein Magnesium-Atom und ein Sauerstoff-Atom vorhanden sein.

Magnesiumoxid besitzt die Verhältnisformel  $\text{MgO}$ .

**A15** Massenanteil des Sauerstoffs im Quecksilberoxid:

$$\frac{m(\text{Sauerstoffportion})}{m(\text{Sauerstoff} + \text{Quecksilberportion})} = \frac{2}{27}$$

Massenanteil des Sauerstoffs in 5,4 g Quecksilberoxid:

$$\frac{m(\text{Sauerstoffportion})}{5,4 \text{ g}} = \frac{2}{27}$$

$$m(\text{Sauerstoffportion}) = \frac{2 \cdot 5,4 \text{ g}}{27} = 0,4 \text{ g}$$

a) 
$$\rho(\text{Sauerstoff}) = \frac{m(\text{Sauerstoffportion})}{V(\text{Sauerstoffportion})}$$

$$V(\text{Sauerstoffportion}) = \frac{m(\text{Sauerstoffportion})}{\rho(\text{Sauerstoff})} = \frac{5,4 \text{ g} \cdot \text{l}}{1,33 \text{ g}} \approx 4,1 \text{ l}$$

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

Die Verhältnisformel des Quecksilberoxids ist  $\text{HgO}$ .

**A16**

a) und b)

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

$$c) \frac{m(\text{Blei})}{m(\text{Schwefel})} = \frac{N(\text{Pb}) \cdot m_t(\text{Pb})}{N(\text{S}) \cdot m_t(\text{S})} = 6,29$$

$$\frac{N(\text{Pb})}{N(\text{S})} = 6,29 \cdot \frac{m_t(\text{S})}{m_t(\text{Pb})} = \frac{6,29 \cdot 32,07 \text{ u}}{207,2 \text{ u}} = 0,97 \approx 1$$

Verhältnisformel: PbS

**A17**

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

$$b) \frac{m(\text{Magnesiumportion})}{m(\text{Schwefelportion})} = \frac{N(\text{Mg}) \cdot m_t(\text{Mg})}{N(\text{S}) \cdot m_t(\text{S})}$$

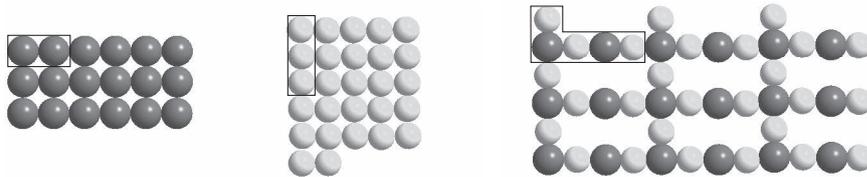
$$m(\text{Schwefelportion}) = \frac{N(\text{S}) \cdot m_t(\text{S}) \cdot m(\text{Magnesiumportion})}{N(\text{Mg}) \cdot m_t(\text{Mg})} = \frac{1 \cdot 32,1 \text{ u} \cdot 200 \text{ g}}{1 \cdot 24,3 \text{ u}} = 264,2 \text{ g}$$

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

**A18**

$$\frac{m(\text{Aluminiumportion})}{m(\text{Schwefelportion})} = \frac{N(\text{Al}) \cdot m_t(\text{Al})}{N(\text{S}) \cdot m_t(\text{S})}$$

$$\frac{N(\text{Al})}{N(\text{S})} = \frac{m(\text{Aluminiumportion}) \cdot m_t(\text{S})}{m(\text{Schwefelportion}) \cdot m_t(\text{Al})} = \frac{5,4 \text{ g} \cdot 32,1 \text{ u}}{9,6 \text{ g} \cdot 27 \text{ u}} = \frac{2}{3}$$

Die Verhältnisformel von Aluminiumsulfid lautet  $\text{Al}_2\text{S}_3$ .**A19** Das entstehende Schwefeloxid 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.**A20**

| Verhältnisformel        | Atomanzahlverhältnis                             | Massenverhältnis   |
|-------------------------|--|--|
| $\text{Ag}_2\text{S}$   | $\frac{N(\text{Ag})}{N(\text{S})} = \frac{2}{1}$ | $\frac{2 \cdot 107,9 \text{ u}}{1 \cdot 32,1 \text{ u}} = \frac{6,7}{1}$ |
| $\text{FeS}_2$          | $\frac{N(\text{Fe})}{N(\text{S})} = \frac{1}{2}$ | $\frac{1 \cdot 55,8 \text{ u}}{2 \cdot 32,1 \text{ u}} = 0,87$           |
| $\text{Al}_2\text{S}_3$ | $\frac{N(\text{Al})}{N(\text{S})} = \frac{2}{3}$ | $\frac{2 \cdot 27 \text{ u}}{3 \cdot 32,1 \text{ u}} = 0,56$             |