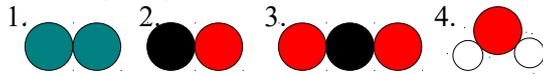


### Formeln für Moleküle

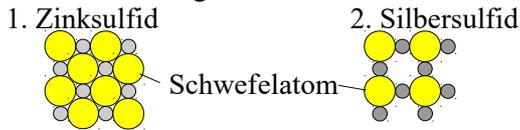
Nichtmetalle bilden molekulare Verbindungen. In Abbildung 1-4 sind die Moleküle von Kohlenstoffdioxid, Kohlenstoffmonoxid, Stickstoff und Wasser gezeigt.



Ordne die Abbildungen den Molekülen zu.  
Gib jeweils die Formel an. KK5.1

### Verhältnisformeln für Salze

Verbindungen von Metallen und Nichtmetallen bilden (meistens) keine Moleküle sondern salzartige Stoffe:



a) Gib die Verhältnisformeln der Stoffe an.  
b) Erläutere, was man unter einer Elementargruppe versteht. KK5.2

### Salze und molekulare Verbindungen

Wasser (H<sub>2</sub>O) ist eine Verbindung zweier Nichtmetalle; Silbersulfid (Ag<sub>2</sub>S) ist eine Verbindung eines Metalls mit einem Nichtmetall.

Zeichne Teilchenmodelle beider Verbindungen und vergleiche diese.



Silbersulfid KK5.3

### Reaktionsgleichung Metall-Nichtmetall

Kupfer und Schwefel reagieren zu Kupfersulfid (Cu<sub>2</sub>S).

a) Formuliere das Reaktionsschema (die Wortgleichung).



b) Zeichne ein beschriftetes Teilchenmodell der Reaktion.



c) Formuliere die Reaktionsgleichung. KK5.4

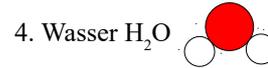
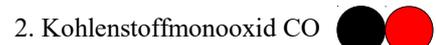
### Reaktionsgleichung Metalloxid-Metall

Kupferoxid (CuO) kann durch das unedlere Metall Zink zu Kupfer reduziert werden. Dabei entstehen Kupfer und Zinkoxid (ZnO).

a) Formuliere das Reaktionsschema (die Wortgleichung).

b) Zeichne ein beschriftetes Teilchenmodell der Reaktion.

c) Formuliere die Reaktionsgleichung. KK5.5



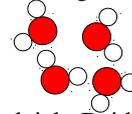
S. 164

a) In Zinksulfid ZnS (gleich viele Zink und Schwefelatome)

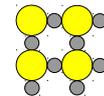
Silbersulfid Ag<sub>2</sub>S (doppelt so viele Silberatome Ag wie Schwefelatome S).

b) Elementargruppen in salzartigen Stoffen sind Atomgruppen, deren Zusammensetzung der Verhältnisformel entspricht: Zinksulfid besitzt als Elementargruppe,  ist die Elementargruppe von Silbersulfid. Dabei handelt es sich nicht um Moleküle, sondern lediglich um Ausschnitte aus dem Salzkristall. S. 164

Wasser (Verbindung zweier Nichtmetalle) ist eine molekulare Verbindung

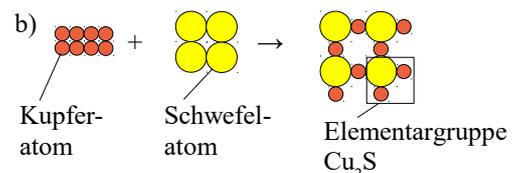


Silbersulfid (Metall-Nichtmetall) ist ein Salz.

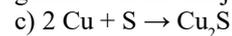


Vergleich: Beiden Verbindungen gemeinsam ist das Atomzahlverhältnis 2:1. Unterschied: Wasser besteht aus eigenständigen H<sub>2</sub>O-Molekülen; Silbersulfid bildet einen Kristall aus Atomen. S. 164

a) Kupfer + Schwefel → Kupfersulfid

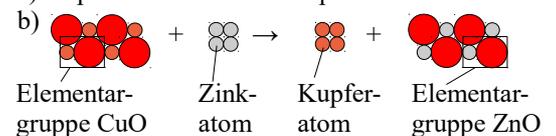


[Beachte: Im Kupfersulfid-Kristall befinden sich doppelt so viel Kupfer- wie Schwefelatome. Auf beiden Seiten der Reaktionsgleichung stehen gleich viele Atome jeder Sorte.]

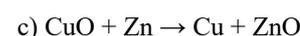


S. 164

a) Kupferoxid + Zink → Kupfer + Zinkoxid



[Beachte: Auf beiden Seiten der Reaktionsgleichung befinden sich gleich viele Atome jeder Sorte.]



S. 165

### Verbrennung von Kohlenstoff

Graphit (Kohlenstoff) verbrennt unter Bildung von Kohlenstoffdioxid.

a) Formuliere das Reaktionsschema (die Wortgleichung).

b) Zeichne ein beschriftetes Teilchenmodell der Reaktion.

c) Formuliere die Reaktionsgleichung.



KK5.6

### Reaktion von Kupfer und Sauerstoff

Das Metall Kupfer reagiert mit Sauerstoff zur salzartigen Verbindung Kupferoxid (CuO).

a) Formuliere das Reaktionsschema.

b) Zeichne ein beschriftetes Teilchenmodell der Reaktion.

c) Formuliere die Reaktionsgleichung.



KK5.7

### Magnesium in Kohlenstoffdioxid

Ein brennendes Magnesiumband brennt in einem Standzylinder, der mit Kohlenstoffdioxidgas gefüllt ist weiter. Es entsteht Kohlenstoff (Ruß) und Magnesiumoxid.

a) Formuliere das Reaktionsschema.

b) Zeichne ein beschriftetes Teilchenmodell der Reaktion.

c) Formuliere die Reaktionsgleichung.



KK5.8

### Die atomare Masseneinheit

(zu lösen mit dem PSE)

Element X besitzt die Atommasse 16 u.

Element Y besitzt die doppelte Atommasse.

32 Atome des Elements Z besitzen die gleiche Masse wie ein Atom des Elements Y.

Gib an, um welche Elemente es sich bei X, Y und Z handeln muss.



KK5.9

### Masse, Teilchenzahl, Stoffmenge

(zu lösen mit dem PSE) *Ergänze!*

1 g Wasserstoff enthält \_\_\_\_\_ H-Atome.  
Dies entspricht der Stoffmenge  $n(\text{H}) = \underline{\hspace{2cm}}$ .

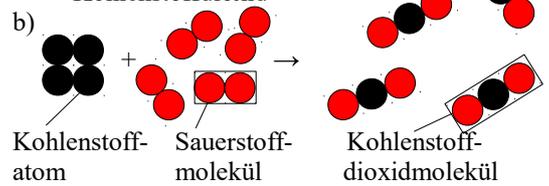
3 g Wasserstoff enthält \_\_\_\_\_ H-Atome.  
Dies entspricht der Stoffmenge  $n(\text{H}) = \underline{\hspace{2cm}}$ .

\_\_\_\_\_ Wasserstoff enthält  $12 \cdot 10^{23}$  H-Atome.  
Dies entspricht der Stoffmenge  $n(\text{H}) = \underline{\hspace{2cm}}$ .



KK5.10

a) Kohlenstoff + Sauerstoff  
→ Kohlenstoffdioxid



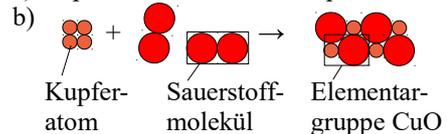
Kohlenstoff-atom      Sauerstoffmolekül      Kohlenstoffdioxidmolekül

[Zur Erinnerung: Sauerstoff  $\text{O}_2$  besteht genau wie Wasserstoff  $\text{H}_2$  und Stickstoff  $\text{N}_2$  aus zweiatomigen Molekülen.]

c)  $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$

S. 165

a) Kupfer + Sauerstoff → Kupferoxid



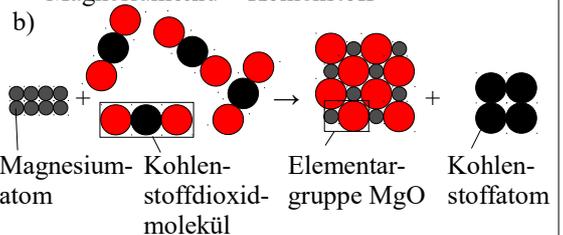
Kupferatom      Sauerstoffmolekül      Elementargruppe CuO

c)  $2 \text{Cu} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{CuO}$

[Für die Reaktion eines  $\text{O}_2$ -Moleküls werden 2 Kupferatome aus dem Metallverband benötigt. Daraus entstehen 2 Elementargruppen CuO innerhalb des Kupferoxidkristalls.]

S. 165

a) Magnesium + Kohlenstoffdioxid  
→ Magnesiumoxid + Kohlenstoff



Magnesiumatom      Kohlenstoffdioxidmolekül      Elementargruppe MgO      Kohlenstoffatom

c)  $2 \text{Mg} + \text{CO}_2 \rightarrow 2 \text{MgO} + \text{C}$

S. 165

a)  $m_t(\text{X}) = 16 \text{ u}$

X muss das Sauerstoffatom sein.

b)  $m_t(\text{Y}) = 32 \text{ u}$  (Schwefel)

c)  $32 \cdot m_t(\text{Z}) = 32 \text{ u}$

$m_t(\text{Z}) = 1 \text{ u}$  (Wasserstoff)

S. 166

1 g Wasserstoff enthält  $6 \cdot 10^{23}$  H-Atome.  
Dies entspricht der Stoffmenge  $n(\text{H}) = 1 \text{ mol}$ .

3 g Wasserstoff enthält  $18 \cdot 10^{23}$  H-Atome.  
Dies entspricht der Stoffmenge  $n(\text{H}) = 3 \text{ mol}$ .

2 g Wasserstoff enthält  $12 \cdot 10^{23}$  H-Atome.  
Dies entspricht der Stoffmenge  $n(\text{H}) = 2 \text{ mol}$ .

[Bild vorne: Ampulle mit zum Leuchten angeregtem Wasserstoffgas]

S. 170

### Masse, Teilchenzahl, Stoffmenge

(zu lösen mit dem PSE) *Ergänze!*

12 g Kohlenstoff enthält \_\_\_\_\_ C-Atome.  
Dies entspricht der Stoffmenge  $n(\text{C}) = \underline{\hspace{2cm}}$ .

120 g Kohlenstoff enthält \_\_\_\_\_ C-Atome.  
Dies entspricht der Stoffmenge  $n(\text{C}) = \underline{\hspace{2cm}}$ .

\_\_\_\_\_ Kohlenstoff enthält  $24 \cdot 10^{23}$  C-Atome.  
Dies entspricht der Stoffmenge  $n(\text{C}) = \underline{\hspace{2cm}}$ .



KK5.11

### Molare Masse (zu lösen mit dem PSE)

2 mol eines Elements X besitzen die Masse 64 g.

a) *Ergänze die folgende Tabelle.*

Größe	Formelzeichen	Einheit
Masse		
Stoffmenge		
molare Masse		

b) *Gib eine Formel zur Berechnung der molaren Masse an.*

c) *Ermittle das Element X.*

KK5.12

### Molare Masse von Verbindungen

(zu lösen mit dem PSE)

*Berechne die molare Masse der folgenden Verbindungen.*

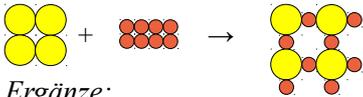
Verbindung	Formel	$M$ in g/mol
Wasser		
Magnesiumoxid	MgO	
Kupfersulfid	Cu <sub>2</sub> S	
Kohlenstoffdioxid		



KK5.13

### Reaktionsgleichung und Stoffmenge

Betrachte die Reaktion  $\text{S} + 2 \text{Cu} \rightarrow \text{Cu}_2\text{S}$



*Ergänze:*

1 S-Atom reagiert mit \_\_\_\_\_ Cu-Atomen zu \_\_\_\_\_ Cu<sub>2</sub>S-Elementargruppe(n).

$6 \cdot 10^{23}$  S-Atome reagieren mit \_\_\_\_\_ Cu-Atomen zu \_\_\_\_\_ Cu<sub>2</sub>S-Elementargruppen.

1 mol S-Atome reagieren mit \_\_\_\_\_ Cu-Atomen zu \_\_\_\_\_ Cu<sub>2</sub>S-Elementargr. KK5.14

### Reaktionsgleichung und Stoffmenge

Betrachte die Reaktion  $\text{O}_2 + 2\text{Mg} \rightarrow 2\text{MgO}$



*Ergänze:*

1 O<sub>2</sub>-Molekül reagiert mit \_\_\_\_\_ Mg-Atomen zu \_\_\_\_\_ MgO-Elementargruppen.

$6 \cdot 10^{23}$  O<sub>2</sub>-Moleküle reagieren mit \_\_\_\_\_ Mg-Atomen zu \_\_\_\_\_ MgO-Elementargruppen.

1 mol O<sub>2</sub>-Moleküle reagiert mit \_\_\_\_\_ Mg-Atomen zu \_\_\_\_\_ MgO-Elementargr. KK5.15

12 g Kohlenstoff enthält  $6 \cdot 10^{23}$  C-Atome.

Dies entspricht der Stoffmenge  $n(\text{C}) = 1 \text{ mol}$ .

120 g Kohlenstoff enthält  $60 \cdot 10^{23}$  C-Atome.

Dies entspricht der Stoffmenge  $n(\text{C}) = 10 \text{ mol}$ .

**48 g** Kohlenstoff enthält  $24 \cdot 10^{23}$  C-Atome.

Dies entspricht der Stoffmenge  $n(\text{C}) = 4 \text{ mol}$ .

[Bild vorne: Graphit und Diamant bestehen aus Kohlenstoffatomen.]

S. 170

a) Größe	Formelzeichen	Einheit
Masse	$m$	g
Stoffmenge	$n$	mol
molare Masse	$M$	g/mol

b)  $M = \frac{m}{n}$

c)  $M(\text{X}) = \frac{m}{n} = \frac{64 \text{ g}}{2 \text{ mol}} = 32 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$

Das Element **Schwefel** besitzt die molare Masse  $M(\text{S}) = 32 \text{ g/mol}$ .

S. 171

Verbindung	Formel	$M$ in g/mol
Wasser	H <sub>2</sub> O	18
Magnesiumoxid	MgO	40,3
Kupfersulfid	Cu <sub>2</sub> S	159,2
Kohlenstoffdioxid	CO <sub>2</sub>	44

[Bild vorne: 18 g Wasser, 32 g Schwefel, 63,5 g Kupfer. Alle drei Stoffportionen besitzen die Stoffmenge 1 mol.]

S. 171

1 S-Atom reagiert mit **2** Cu-Atomen zu **1** Cu<sub>2</sub>S-Elementargruppe(n).

$6 \cdot 10^{23}$  S-Atome reagieren mit  **$12 \cdot 10^{23}$**  Cu-Atomen zu  **$6 \cdot 10^{23}$**  Cu<sub>2</sub>S-Elementargruppen.

1 mol S-Atome reagieren mit **2 mol** Cu-Atomen zu **1 mol** Cu<sub>2</sub>S-Elementargruppen.

[Entscheidend sind die Vorfaktoren der Reaktionsgleichung, die das Stoffmengenverhältnis und das Teilchenzahlverhältnis angeben. Hier  $n(\text{S}):n(\text{Cu}):n(\text{Cu}_2\text{S}) = 1:2:1$ ]

S. 171

1 O<sub>2</sub>-Molekül reagiert mit **2** Mg-Atomen zu **2** MgO-Elementargruppen.

$6 \cdot 10^{23}$  O<sub>2</sub>-Moleküle reagieren mit  **$12 \cdot 10^{23}$**  Mg-Atomen zu  **$12 \cdot 10^{23}$**  MgO-Elementargruppen.

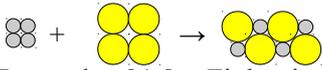
1 mol O<sub>2</sub>-Moleküle reagiert mit **2 mol** Mg-Atomen zu **2 mol** MgO-Elementargruppen.

[Entscheidend sind die Vorfaktoren der Reaktionsgleichung, die das Stoffmengenverhältnis und das Teilchenzahlverhältnis angeben. Hier  $n(\text{O}_2):n(\text{Mg}):n(\text{MgO}) = 1:2:2$ ]

S. 171

### Massenberechnung

Betrachte die Reaktion  $\text{Zn} + \text{S} \rightarrow \text{ZnS}$



Es werden 21,8 g Zink mit einer ausreichenden Menge Schwefel zur Reaktion gebracht.



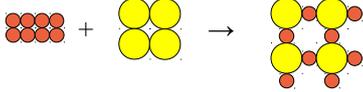
Berechne die Masse des bei der Reaktion entstehenden Zinksulfids.

[Tipp: Immer über die Stoffmenge gehen!]

1.  $n(\text{Zn})$  2.  $n(\text{ZnS})$  3.  $m(\text{ZnS})$ ] KK5.16

### Massenberechnung

Betrachte die Reaktion  $2 \text{Cu} + \text{S} \rightarrow \text{Cu}_2\text{S}$



Für ein Experiment sollen 3 g Schwefel mit Kupferpulver vollständig umgesetzt werden. Berechne die Masse des bei der Reaktion benötigten Kupferpulvers.

[Tipp: Immer über die Stoffmenge gehen!]

1.  $n(\text{S})$  2.  $n(\text{Cu})$  3.  $m(\text{Cu})$ ] KK5.17

### Massenberechnung

Im Space Shuttle verwendet man Wasserstoff und Sauerstoff als Raketentreibstoff, die gemäß  $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$  reagieren.

Im Sauerstofftank befinden sich 5 t verflüssigter Sauerstoff.

Berechne die Masse an Wasserstoff, die sich im Wasserstofftank befinden muss.

[Tipp: Immer über die Stoffmenge gehen!]

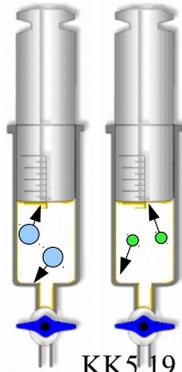
1.  $n(\text{O}_2)$  2.  $n(\text{H}_2)$  3.  $m(\text{H}_2)$ ] KK5.18



### Satz von Avogadro

a) Nenne den Satz von Avogadro.

b) Erkläre den Satz von Avogadro.



KK5.19

### Molares Volumen

a) Gib an, welches Volumen 1 mol  $\text{H}_2$ -Moleküle besitzt (bei 20°C und 1013 hPa).

b) Bei einer chemischen Reaktion entstehen 0,1 mol  $\text{H}_2$ -Moleküle.

Berechne das Volumen des entstehenden Wasserstoffgases.

c) Bei einer Reaktion entstehen 6 L Wasserstoffgas.

Berechne die  $\text{H}_2$ -Stoffmenge.

KK5.20

1. gegeben:  $m(\text{Zn}) = 21,8 \text{ g}$ ;  $M(\text{Zn}) = 65,4 \text{ g/mol}$

$$n(\text{Zn}) = \frac{m(\text{Zn})}{M(\text{Zn})} = \frac{21,8 \text{ g}}{65,4 \text{ g/mol}} = 0,333 \text{ mol}$$

2. Die Vorfaktoren der Reaktionsgleichung geben das Stoffmengenverhältnis an: 1:1:1. Daher gilt  $n(\text{ZnS}) = n(\text{Zn}) = 0,333 \text{ mol}$ .

3. geg.:  $n(\text{ZnS}) = 0,333 \text{ mol}$

$$M(\text{ZnS}) = (65,4 + 32,1) \text{ g/mol} = 97,5 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{ZnS}) = M \cdot n = 97,5 \text{ g/mol} \cdot 0,333 \text{ mol} = 32,5 \text{ g}$$

Aus 21,8 g Zink können 32,5 g ZnS hergestellt werden.

S. 171

1. gegeben:  $m(\text{S}) = 3 \text{ g}$ ;  $M(\text{S}) = 32,1 \text{ g/mol}$

$$n(\text{S}) = \frac{m(\text{S})}{M(\text{S})} = \frac{3 \text{ g}}{32,1 \text{ g/mol}} = 0,0935 \text{ mol}$$

2. Stoffmengenverhältnis (Vorfaktoren): 2:1:1.

$$\frac{n(\text{Cu})}{n(\text{S})} = \frac{2}{1} \Leftrightarrow n(\text{Cu}) = 2 \cdot 0,0935 \text{ mol} = 0,187 \text{ mol}$$

3. geg.:  $n(\text{Cu}) = 0,187 \text{ mol}$ ;  $M(\text{Cu}) = 63,5 \text{ g/mol}$

$$m(\text{Cu}) = M \cdot n = 63,5 \text{ g/mol} \cdot 0,187 \text{ mol} = 11,9 \text{ g}$$

3 g Schwefel reagieren vollständig mit 11,9 g Kupfer [zu 14,9 g Kupfersulfid].

S. 171

1. gegeben:  $m(\text{O}_2) = 5.000 \text{ kg} = 5.000.000 \text{ g}$ .

$$n(\text{O}_2) = \frac{m(\text{O}_2)}{M(\text{O}_2)} = \frac{5.000.000 \text{ g}}{32 \text{ g/mol}} = 156.250 \text{ mol}$$

2. Stoffmengenverhältnis (Vorfaktoren): 2:1:2.

$$\frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{O}_2)} = \frac{2}{1} \Leftrightarrow n(\text{H}_2) = 2 \cdot 156.250 \text{ mol} = 312.500 \text{ mol}$$

3. geg.:  $n(\text{H}_2) = 312.500 \text{ mol}$ ;  $M(\text{H}_2) = 2 \text{ g/mol}$

$$m(\text{H}_2) = M \cdot n = 2 \text{ g/mol} \cdot 312.500 \text{ mol} = 625.000 \text{ g}$$

5 t Sauerstoff reagieren vollständig mit 625 kg = 0,625 t Wasserstoff.

S. 171

a) Satz von Avogadro: Gleiche Volumina aller Gase enthalten bei gleicher Temperatur und gleichem Druck gleich viele kleinste Teilchen.

b) Betrachte das Bild auf der Vorderseite. Man könnte annehmen, dass bei gleicher Teilchenzahl verschiedener Gase das Volumen der Gasportion von der Größe der kleinsten Teilchen abhängt. Dies ist nicht der Fall, da die Geschwindigkeit der kleinsten Teilchen mit steigender Masse fällt. So sind  $\text{H}_2$ -Moleküle bei einer bestimmten Temperatur erheblich schneller als  $\text{O}_2$ -Moleküle. S. 172

a) 1 mol eines beliebigen Gases (also auch 1 mol Wasserstoff) besitzt das Volumen  $V = 24 \text{ L}$ .

[Das für alle Gase konstante Volumen-Stoffmengen-Verhältnis nennt man

$$\text{molares Volumen: } V_m = \frac{V}{n} = 24 \frac{\text{L}}{\text{mol}}]$$

b)  $V(\text{H}_2) = n \cdot V_m = 0,1 \text{ mol} \cdot 24 \text{ L/mol} = 2,4 \text{ L}$ .

0,1 mol  $\text{H}_2$ -Moleküle besitzen das Volumen 2,4 L.

$$\text{c) } n(\text{H}_2) = \frac{V}{V_m} = \frac{6 \text{ L}}{24 \text{ L/mol}} = 0,25 \text{ mol}$$

Es entstehen 0,25 mol  $\text{H}_2$ -Moleküle.

S. 172

Alkalimetalle (zu lösen **ohne** PSE)  
Elemente mit einander ähnelnden  
Eigenschaften werden in Hauptgruppen  
zusammengefasst.

- a) *Gib an, in welcher Hauptgruppe die  
Alkalimetalle stehen.*  
b) *Gib die Namen der Alkalimetalle an.*  
c) *Nenne (3) gemeinsame physikalische  
Eigenschaften der Alkalimetalle.*

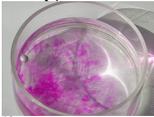


KK5.21

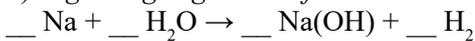
Natrium reagiert mit Wasser

Gibt man ein Stück Natrium in Wasser, so  
findet eine Reaktion statt. Dabei entsteht  
eine Lösung, die Phenolphthalein rot färbt  
und ein Gas, das eine positive Knallgas-  
probe zeigt.

- a) *Gib ein Reaktionsschema  
(Wortgleichung) an.*



- b) *Ergänze geeignete Vorfaktoren.*



KK5.22

Reaktion der Alkalimetalle mit Wasser

Alle Alkalimetalle reagieren mit Wasser  
unter Bildung von Wasserstoff und dem  
Alkalimetallhydroxid.

Für Natrium lautet die Reaktionsgleichung  
 $2 \text{Na} + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{Na(OH)} + \text{H}_2$ .

*Gib die Reaktionsgleichungen für die  
Reaktion von a) Lithium b) Kalium  
mit Wasser an.*



KK5.23

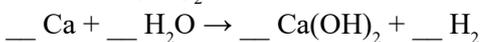
Calcium und Magnesium ...

- a) gehören zu den \_\_\_\_\_. *Ergänze!*

- b) Calcium verbrennt an Luft:



Mit Wasser bildet es Wasserstoff  
(Bild rechts) und ein Hydroxid der  
Formel  $\text{Ca(OH)}_2$ .



*Ergänze die Vorfaktoren.*

- c) *Stelle die Reaktionsgleichungen aus b)  
für Magnesium auf.*

KK5.24

Elemente der siebten Hauptgruppe  
(ohne PSE zu lösen)

- a) *Gib an, welche Elemente die siebte  
Hauptgruppe bilden. Gib den Gruppen-  
namen dieser Elemente an.*

- b) *Gib an, welches der Elemente jeweils  
abgebildet ist.*



KK5.25

a,b) Die Alkalimetalle Lithium, Natrium,  
Kalium, Rubidium und Caesium stehen in der  
ersten Hauptgruppe des PSE.

- c) Gemeinsame Eigenschaften:

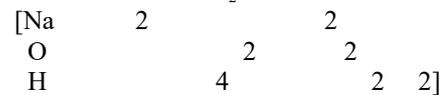
- metallischer Glanz
- geringe Dichte (teilweise kleiner als Wasser)
- geringe Härte (können mit einem Messer  
geschnitten werden)
- Für Metalle niedrige Schmelztemperaturen.
- typische Flammfärbungen

S. 174

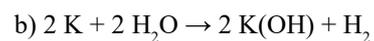
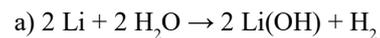
- a) Natrium + Wasser

→ Natriumhydroxid + Wasserstoff

[Natriumhydroxid kann ersetzt werden durch  
Natriumhydroxidlösung oder Natronlauge.]



S. 175



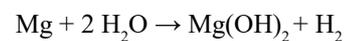
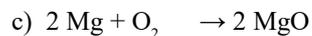
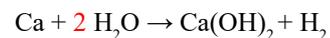
[Bild vorne, von links nach rechts: Reaktion

von Li, Na, K mit Wasser. Mit steigender

Periode nimmt die Heftigkeit der Reaktion zu.]

S. 175

- a) Calcium und Magnesium gehören zu den  
**Erdalkalimetallen.**



S. 176

- a) Die Elemente der siebten Hauptgruppe Fluor,  
Chlor, Brom und Iod heißen **Halogene.**

b) 1. Iod ist ein metallisch glänzender Feststoff,  
der bei Erwärmung violette Dämpfe bildet.

2. Chlor ist ein gelbgrünes Gas.

3. Fluor ist ein hellgelbes Gas.

4. Brom ist eine leicht verdampfende, rotbraune  
Flüssigkeit.

[Die Halogene sind gesundheitsschädlich bis  
sehr giftig.]

S. 178

### Synthese von Kochsalz aus den Elementen

Chlor reagiert mit Natrium.

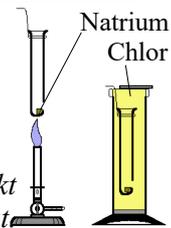
a) Gib das Reaktionsschema (die Wortgleichung) an.

b) Gib den Trivialnamen des Produkts an.

c) Erkläre, weshalb das Produkt ein Salz und nicht molekular ist.

d) Zeichne ein beschriftetes Teilchenmodell der Reaktion.

e) Gib die Reaktionsgleichung an.



KK5.26

### Synthese anderer Metallchloride

Metallchloride sind meist farblose Feststoffe mit hohen Schmelztemperaturen.



Gib Reaktionsgleichungen für die Synthese von a) Kaliumchlorid (KCl), b) Lithiumchlorid (LiCl), c) Magnesiumchlorid (MgCl<sub>2</sub>) und d) Calciumchlorid (CaCl<sub>2</sub>) an.

e) Erläutere, welche der in a-d angegebenen Verbindungen salzartig und welche molekular sind.

KK5.27

### Summenformeln der Halogenide

(mit dem PSE zu lösen)

Gegeben sind die Formeln einiger Halogenide: Natriumchlorid (NaCl), Natriumbromid (NaBr), Calciumbromid (CaBr<sub>2</sub>), Calciumiodid (CaI<sub>2</sub>).

Gib die Formeln folgender Salze an:

a) Kaliumbromid b) Lithiumfluorid

c) Magnesiumbromid d) Calciumfluorid

e) Aluminiumchlorid f) Aluminiumfluorid.

KK5.28

### Synthese von Metallhalogeniden

Die folgenden Verbindungen sollen aus den Elementen synthetisiert (hergestellt) werden:

a) Natriumbromid

b) Magnesiumfluorid

c) Aluminiumchlorid

Formuliere die Reaktionsgleichungen.

KK5.29

### Nachweis von Chloriden

Es sollen zwei farblose Flüssigkeiten untersucht werden. Eine der beiden Flüssigkeiten enthält (destilliertes) Wasser, die andere eine Kochsalzlösung. Gibt man ein Nachweismittel zu, so erhält man im Fall der Kochsalzlösung einen Niederschlag. a) Nenne das Nachweismittel.

b) Gib an, woraus der Niederschlag besteht.



KK5.30

a) Natrium + Chlor → Natriumchlorid

b) Natriumchlorid = Kochsalz.

c) Natriumchlorid ist die Verbindung eines Metalls (Na) und eines Nichtmetalls (Chlor).

d)   
Natriumatom + Chlormolekül → Natriumchloridelementargruppe

e)  $2 \text{Na} + \text{Cl}_2 \rightarrow 2 \text{NaCl}$

S. 180

a)  $2 \text{K} + \text{Cl}_2 \rightarrow 2 \text{KCl}$

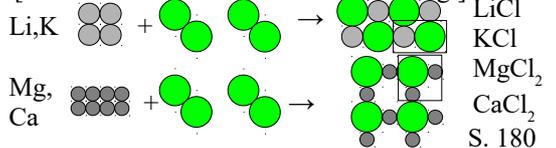
b)  $2 \text{Li} + \text{Cl}_2 \rightarrow 2 \text{LiCl}$

c)  $\text{Mg} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{MgCl}_2$

d)  $\text{Ca} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CaCl}_2$

e) Alle vier Verbindungen sind Metall-Nichtmetall-Verbindungen und damit Salze.

[Teilchenmodelle zur Veranschaulichung:]



a) Kaliumbromid KBr

b) Lithiumfluorid LiF

c) Magnesiumbromid MgBr<sub>2</sub>

d) Calciumfluorid CaF<sub>2</sub>

e) Aluminiumchlorid AlCl<sub>3</sub>

f) Aluminiumfluorid AlF<sub>3</sub>

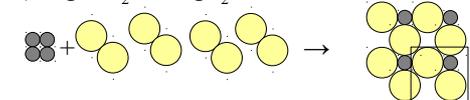
[Regel: Die Metalle M der ersten (zweiten, dritten) Hauptgruppe bilden Halogenide der Formel MX (MX<sub>2</sub>, MX<sub>3</sub>) X = F, Cl, Br, I.]

S. 180

a)  $2 \text{Na} + \text{Br}_2 \rightarrow 2 \text{NaBr}$



b)  $\text{Mg} + \text{F}_2 \rightarrow \text{MgF}_2$



c)  $2 \text{Al} + 3 \text{Cl}_2 \rightarrow 2 \text{AlCl}_3$

Die Metallhalogenide sind Metall-Nichtmetall-Verbindungen und damit Salze.

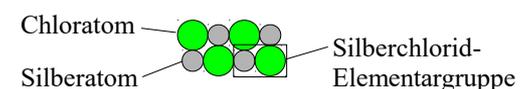
[Teilchenmodelle dienen der Veranschaulichung]

S. 181

a) Das Nachweismittel ist eine Lösung von **Silbernitrat**.

b) Der Niederschlag besteht aus **Silberchlorid**.

[Silberchlorid ist genau wie Natriumchlorid ein Salz (Metall-Nichtmetall-Verbindung). Allerdings ist Silberchlorid im Gegensatz zu Natriumchlorid nur sehr schlecht in Wasser löslich.]



Elemente der achten Hauptgruppe ...  
... sind Helium, Neon, Argon (Bild),  
Krypton und Xenon.

a) *Gib den Gruppennamen dieser Elemente an.*

b) *Nenne eine gemeinsame physikalische und eine chemische Eigenschaft dieser Elemente.*

c) *Zeichne ein Teilchenmodell von Helium.*

d) *Nenne eine Verwendungsmöglichkeit für eines der Elemente.*



KK5.31

Periodensystem der Elemente PSE

*Gib an, in welchem Bereich des PSE du die Metalle und die Nichtmetalle findest.*

H							He
Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr

KK5.32

Periodensystem der Elemente

(zu lösen mit dem PSE)

*Nenne die Gruppe und die Periode, in der das Element Kohlenstoff beziehungsweise das Element Magnesium steht. Gib jeweils die Ordnungszahl und die Atommasse an.*



Graphit (Kohlenstoff)    Magnesium    KK5.33

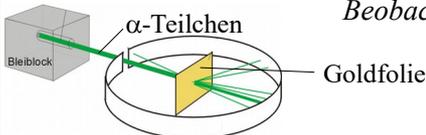
Rutherfordscher Streuversuch

Zur Untersuchung des inneren Aufbaus der Atome wird eine 1000 Atomlagen dicke Goldfolie mit  $\alpha$ -Teilchen beschossen.

a) *Beschreibe die Beobachtungen.*

b) *Erläutere Folgerungen für den Atombau.*

c) *Nenne die im Dalton-Modell erwarteten Beobachtungen.*



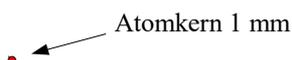
KK5.34

Atom: Größenverhältnisse

a) *Vergleiche den Durchmesser eines Atomkerns mit dem Atomdurchmesser.*

b) Ein Atomkern ist etwa 0,000 000 000 01 mm groß.

*Berechne, wie groß das Atom sein müsste, wenn man den Atomkern auf 1 mm vergrößert.*



KK5.35

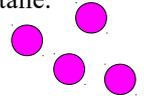
a) Edelgase

b) physikalische Eigenschaft: Die Edelgase sind (bei Raumtemperatur und Normaldruck) gasförmig.

chemische Eigenschaft: • Die Edelgase sind extrem reaktionsträge (reagieren nicht mit anderen Stoffen). • Es sind Nichtmetalle.

c) Die Edelgase liegen atomar vor. Sie bilden keine Moleküle.

d) Verwendung • in Leuchtstoffröhren • als Schutzgas.



S. 188

Die Metalle befinden sich im PSE links unten, die Nichtmetalle rechts oben. Die Elemente Bor bis Astat auf der Grenze heißen Halbmetalle.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
H							He
Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra						

S. 189

	Kohlenstoff	Magnesium
Gruppe	IV	II
Periode	2	3
Ordnungszahl	6	12
Atommasse	12,0 u	24,3 u

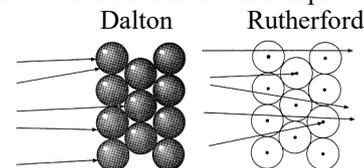
S. 189

a) Beobachtung: • Nahezu alle  $\alpha$ -Teilchen durchdringen die Goldfolie ungehindert.

• Einige wenige  $\alpha$ -Teilchen prallen zurück.

b) Folgerung: Atome sind so gut wie leer. Nahezu die gesamte Atommasse ist im Kern konzentriert.

c) Im Dalton-Modell sind Atome harte Kugeln. Die  $\alpha$ -Teilchen müssten komplett abprallen.



S. 192

a) Atomdurchmesser: Kerndurchmesser  $\approx 100.000:1$ .

b)  $1 \text{ mm} \cdot 100000 = 100000 \text{ mm} = 100 \text{ m}$ . Vergrößert man den Kern auf den Durchmesser 1 mm, so besitzt das gesamte Atom den Durchmesser 100 m.

[Man sieht, dass der Atomkern in der Tat winzig klein ist. Dadurch wird verständlich, dass im Rutherford-Experiment nahezu alle  $\alpha$ -Teilchen eine 1000 Atomlagen dicke Goldfolie durchdringen können.]

S. 192

### Bausteine der Atome

a) Gib an, welche Elementarteilchen sich in einem Atom befinden können.



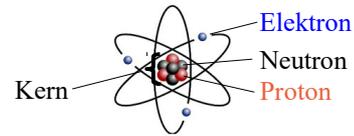
b) Gib jeweils die Ladung, die Masse und den Ort (Kern oder Hülle) im Atom an.

Elementarteilchen	Ladung	Masse	Ort

KK5.36

Elementarteilchen	Ladung	Masse	Ort
Proton p <sup>+</sup>	+1	1u	Kern
Neutron n	0	1u	Kern
Elektron e <sup>-</sup>	-1	$\frac{1}{2000}$ u	Hülle

Ein **Elektron wiegt** im Vergleich zu einem Proton oder Neutron **fast nichts**.



S. 193

### Aufbau der Atome (mit dem PSE zu lösen)

Gib die Anzahl der Protonen, Neutronen und Elektronen für elektrisch neutrale Atome der folgenden Elemente an:

Element	Anzahl p <sup>+</sup>	Anzahl n	Anzahl e <sup>-</sup>
Be			
C			
Na			
Al			
Cs			

Be  
C  
Na  
Al  
Cs

KK5.37

Element	Anzahl p <sup>+</sup>	Anzahl n	Anzahl e <sup>-</sup>
Be	4	5	4
C	6	6	6
Na	11	12	11
Al	13	14	13
Cs	55	78	55

Be  
C  
Na  
Al  
Cs

S. 194

### Isotope

(zu lösen mit dem PSE)

Kohlenstoff ist ein Mischelement der Isotope  $^{12}_6\text{C}$  (99%) und  $^{13}_6\text{C}$  (1%).

Damit ist die mittlere Atommasse  $0,99 \cdot 12\text{u} + 0,01 \cdot 13\text{u} = 12,01\text{u}$  (siehe PSE).

a) Erkläre, was man unter Isotopen versteht.

b) Berechne die mittlere Atommasse für das Mischelement Chlor, das aus den Isotopen  $^{35}_{17}\text{Cl}$  (75%) und  $^{37}_{17}\text{Cl}$  (25%) besteht.

KK5.38

a) Isotope sind Atome, deren Kerne sich **nur** in der Anzahl der Neutronen unterscheiden.

(Alternativ: Isotope sind Atome, mit gleicher Protonenzahl und unterschiedlicher Neutronenzahl.)

b)  $0,75 \cdot 35\text{ u} + 0,25 \cdot 37\text{ u} = 35,5\text{ u}$

Die mittlere Atommasse von Chlor ist 35,5 u.

S. 195

### Schalenmodell der Atomhülle

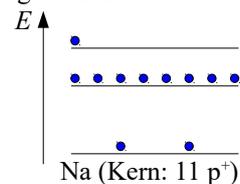
a) Zeichne das Energiestufen- und das Schalenmodell eines Natriumatoms.

b) Nenne die Gruppe und Periode, in der sich das Element Natrium befindet.

c) Beschreibe, wo sich die Periodennummer und die Gruppennummer im Schalenmodell wiederfinden.

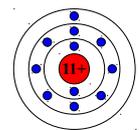
KK5.39

a) Energiestufen



Na (Kern: 11 p<sup>+</sup>)

Schalenmodell



b,c) Natrium befindet sich in der ersten Hauptgruppe. Die Gruppennummer (hier 1) entspricht der Anzahl der Valenzelektronen.

Natrium befindet sich in der dritten Periode. Das Atom besitzt drei Schalen.

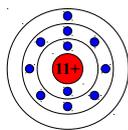
S. 200

### Ionisierungsenergie

Betrachte das Schalenmodell eines Natriumatoms.

a) Gib an, was man unter der Ionisierungsenergie versteht.

b) Begründe, ob es einen Unterschied für die benötigte Energie macht, welches der 11 Elektronen des Atoms ionisiert wird.



KK5.40

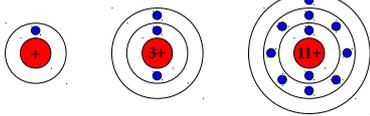
a) Die Ionisierungsenergie ist diejenige Energie, die einem Atom zugeführt werden muss, um ein Elektron komplett aus dem Atom zu entfernen.

b) Je weiter ein Elektron vom Atomkern entfernt ist, desto kleiner ist die Anziehungskraft des Kerns. Außerdem Schirmen innere Elektronen einen Teil der Kernladung ab. So „spürt“ das Valenzelektron nur die Kernladung +1, da die 10 inneren Elektronen abschirmend wirken. Das Valenzelektron besitzt die (bei weitem) kleinste Ionisierungsenergie.

S. 198

### Ionisierungsenergien in einer Gruppe

Betrachte die Atome der ersten Hauptgruppe mit deren Ionisierungsenergien  $E_I$ :



H                      Li                      Na  
1,31                      0,52                      0,50  $E_I$  in MJ/mol

Erkläre die Abnahme der Ionisierungsenergie mit steigender Periode.

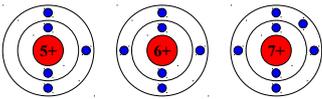
KK5.41

Die Ionisierungsenergie steigt mit der Kraft, mit der ein Valenzelektron vom restlichen Atom festgehalten wird. Dabei wirkt der Kern anziehend, während die restlichen Elektronen abstoßend wirken. Im Na-Atom hebt die Abstoßung der 10 inneren Elektronen die Anziehung von 11 Protonen auf. Das Valenzelektron spürt eine effektive Kernladung von 1. Gleiches gilt für das Li- und für das H-Atom. Zugleich sinkt die Anziehung mit wachsendem Abstand Elektron-Kern und damit auch die Ionisierungsenergie.

S. 200

### Ionisierungsenergien in einer Periode

Betrachte die Atome der zweiten Periode mit deren Ionisierungsenergien  $E_I$ :



B                      C                      N  
0,80                      1,09                      1,41  $E_I$  in MJ/mol

Erkläre die Zunahme der Ionisierungsenergie mit steigender Gruppe.

KK5.42

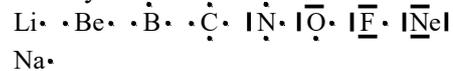
Die Valenzschale ist in allen Atomen einer Periode gleich weit vom Kern entfernt. Die Valenzelektronen spüren eine Kernladung, die um die Anzahl der inneren Elektronen vermindert wird. Weitere Valenzelektronen wirken nicht abschirmend. Damit müssen die Kernladungen für alle abgebildeten Atome um 2 vermindert werden (Abschirmung durch die 2 inneren Elektronen). Die effektive Kernladung steigt damit von B ( $5-2=3$ ) über C ( $6-2=4$ ) nach N ( $7-2=5$ ) an. Dies erklärt die Zunahme der Ionisierungsenergien.

S. 200

### Atomdarstellung mit Außenelektronen

(zu lösen mit dem PSE)

Die Zahl der Außenelektronen bestimmt das chemische Verhalten der Atome. Daher kürzt man die Darstellung im Schalenmodell durch Angabe des Atomsymbols mit Außenelektronen ab:



Gib Symbole mit Valenzelektronen an für

K, Rb, Cs, Cl, Br, I, Al und Ca.                      KK5.43

Die Anzahl der Valenzelektronen kann direkt an der Hauptgruppennummer abgelesen werden. Erste Hauptgruppe, ein Valenzelektron!



Siebte Hauptgruppe, sieben Valenzelektronen!



Dritte Hauptgruppe, drei Valenzelektronen, ...



... und zwei Valenzelektronen, für die zweite Hauptgruppe. •Ca•

S. 202