

Lernkartei „Chemische Formeln und Gleichungen“

Klemens Stehr und Ingo Eilks, Universität Dortmund, Fachbereich Chemie DC I

Inhaltsverzeichnis

Kapitel I: Aufstellen und Nomenklatur chemischer Formeln

- Hinweise zu Kapitel I
- Nr.: 1.1: Vom Atombau zur chemischen Formel
- Nr.: 1.2: Vom Atombau zur chemischen Formel
- Nr.: 1.3: Vom Atombau zur chemischen Formel
- Nr.: 1.4.* Vom Atombau zur chemischen Formel mit dem PSE
- Nr.: 1.5.* Vom Atombau zur chemischen Formel mit dem PSE
- Nr.: 1.6: Vom Atombau zur chemischen Formel mit dem PSE
- Nr.: 1.7: Chemische Formeln und Stoffnamen
- Nr.: 1.8: Chemische Formeln und Stoffnamen
- Nr.: 1.9.* Lern-Spiel „*Chemory*“:
Zuordnung von Element-Namen und Element-Symbolen
- Nr.: 1.10.* Lern-Spiel „*Chemory*“:
Zuordnung von Stoffnamen und Summenformel
- Nr.: 1.11.* Lern-Spiel „*Formel-Domino*“:
Zuordnung von Stoffnamen und Summenformel
- Nr.: 1.12.* Lern-Spiel „*3-Chemory*“:
Zuordnung von Ionenpaaren zum Salz
- Nr.: 1.S: Erweiterung der Lernkartei

Kapitel II: Zur Reaktionsgleichung mit chemischen Formeln

- Hinweise zu Kapitel II
- Nr.: 2.1.* Vom Atombau zur chemischen Gleichung mit dem PSE
- Nr.: 2.2.* Vom Atombau zur chemischen Gleichung mit dem PSE
- Nr.: 2.3: Vom Atombau zur chemischen Gleichung mit dem PSE
- Nr.: 2.4.* Überführen von Wortgleichungen in Symbolgleichungen
- Nr.: 2.5.* Überführen von Wortgleichungen in Symbolgleichungen
- Nr.: 2.6.* Lern-Set „*Chemische Zeichensprache*“:
Überführen von chemischen Wortgleichungen in chemische Symbolgleichungen durch Auslegen von Formel- und Zahlenkärtchen

- Nr.: 2.7:* Lern-Set „Chemische Zeichensprache“:
Aufstellen chemischer Symbolgleichungen durch Auslegen von Formel- und Zahlenkärtchen
- Nr.: 2.8:* Lern-Puzzle: Reaktionspartner zuordnen
- Nr.: 2.S: Erweiterung der Lernkartei

Kapitel III: Ausgleichen von Reaktionsgleichungen

- Hinweise zu Kapitel III
- Nr.: 3.1:* Ausgleichen von Reaktionsgleichungen durch Einfügen von Vorfaktoren
- Nr.: 3.2:* Ausgleichen von Reaktionsgleichungen durch Einfügen von Vorfaktoren
- Nr.: 3.3:* Ausgleichen von Reaktionsgleichungen durch Einfügen von Vorfaktoren
- Nr.: 3.4:* Ausgleichen von Reaktionsgleichungen durch Einfügen von Vorfaktoren
- Nr.: 3.5:* Ausgleichen von Reaktionsgleichungen durch Einfügen von Vorfaktoren
- Nr.: 3.6:* Ausgleichen von Reaktionsgleichungen durch Einfügen von Vorfaktoren
- Nr.: 3.7: Ausgleichen von Reaktionsgleichungen durch Einfügen von Vorfaktoren
- Nr.: 3.8: Ausgleichen von Reaktionsgleichungen durch Einfügen von Vorfaktoren
- Nr.: 3.9: Überführen von Wortgleichungen in Symbolgleichungen mit Ausgleichen
- Nr.: 3.10: Überführen von Wortgleichungen in Symbolgleichungen mit Ausgleichen
- Nr.: 3.11: Aufstellung einer Reaktionsgleichungen nach vorgegebenen Schritten
- Nr.: 3.12: Aufstellung einer Reaktionsgleichungen nach vorgegebenen Schritten
- Nr.: 3.13: Aufstellung einer Reaktionsgleichungen nach eigenen Schritten
- Nr.: 3.14: Aufstellung einer Reaktionsgleichungen nach eigenen Schritten
- Nr.: 3.15: Aufstellung einer Reaktionsgleichungen nach eigenen Schritten
- Nr.: 3.16:* Lern-Set „Chemische Zeichensprache“:
Überführen von chemischen Wortgleichungen in chemische Symbolgleichungen mit Ausgleichen durch Auslegen von Formel- und Zahlenkärtchen
- Nr.: 3.17:* Lern-Set „Chemische Zeichensprache“:
Aufstellen chemischer Symbolgleichungen mit Ausgleichen durch Auslegen von Formel- und Zahlenkärtchen
- Nr.: 3.18:* Lern-Puzzle: Reaktionspartner zuordnen
- Nr.: 3.19:* Lern-Spiel „Chemory“:
Zuordnung von Ausgangs- und Endstoffen zu einer Reaktion
- Nr.: 3.S: Erweiterung der Lernkartei

Kapitel IV: Chemische Formeln und Massenverhältnisse

- Hinweise zu Kapitel IV
- Nr.: 4.1: Bestimmung von molaren Massen
- Nr.: 4.2: Bestimmung von molaren Massen
- Nr.: 4.3: Von der Verhältnisformel zum Massenverhältnis
- Nr.: 4.4: Von der Verhältnisformel zum Massenverhältnis
- Nr.: 4.5: Von der Verhältnisformel zum Massenverhältnis
- Nr.: 4.6: Vom Massenverhältnis zur Verhältnisformel
- Nr.: 4.7: Vom Massenverhältnis zur Verhältnisformel
- Nr.: 4.8: Vom Massenverhältnis zur Verhältnisformel
- Nr.: 4.9: Vom Massenverhältnis zur Verhältnisformel
- Nr.: 4.S: Erweiterung der Lernkartei

Kapitel V: Vom Experiment zur Reaktionsgleichung

- Hinweise zu Kapitel V
- Nr.: 5.1:* Umrechnungen zwischen Masse von Stoffportionen und Stoffmenge
- Nr.: 5.2:* Umrechnungen zwischen Masse von Stoffportionen und Stoffmenge
- Nr.: 5.3: Berechnung der Masse von Stoffportionen über eine Reaktionsgleichung
- Nr.: 5.4: Berechnung der Masse von Stoffportionen über eine Reaktionsgleichung
- Nr.: 5.5:* Berechnung der Masse von Stoffportionen über eine Reaktionsgleichung
- Nr.: 5.6:* Berechnung der Masse von Stoffportionen über eine Reaktionsgleichung
- Nr.: 5.7: Berechnung der Masse von Stoffportionen über eine Reaktionsgleichung
- Nr.: 5.8: Berechnung der Masse von Stoffportionen über eine Reaktionsgleichung
- Nr.: 5.9:* Berechnung des Volumens von Stoffportionen
über eine Reaktionsgleichung
- Nr.: 5.10:* Berechnung des Volumens von Stoffportionen
über eine Reaktionsgleichung
- Nr.: 5.11:* Berechnung des Volumens von Stoffportionen
über eine Reaktionsgleichung
- Nr.: 5.12: Die Volumenbilanz einer Reaktionsgleichung
und das Gesetz von AVOGADRO
- Nr.: 5.S: Erweiterung der Lernkartei

Kapitel G: Grundlegende Begriffe und Gesetzmäßigkeiten

- Hinweise zu Kapitel G
- Nr.: G.1: Das Aufstellen einer Reaktionsgleichung
- Nr.: G.2: Das Zählen von kleinsten Teilchen
- Nr.: G.3: Aussagen einer Reaktionsgleichung
- Nr.: G.4: Aussagen einer Reaktionsgleichung
- Nr.: G.5: Bedeutung der Zahlen in chemischen Formeln
- Nr.: G.6: Masse und Stoffmenge
- Nr.: G.7: Zusammenhang zwischen Masse und Stoffmenge
- Nr.: G.8: Zusammenhang zwischen atomarer Masseneinheit u und Masse g
- Nr.: G.S: Erweiterung der Lernkartei

K. Stehr, I. Eilks: Eine Lernkartei zum Üben der chemischen Formelsprache.
Naturwissenschaften im Unterricht Chemie 2/2003 im Druck

* Die auf diese Weise markierten Karten bestehen aus zwei zusammengehefteten Lernblättern und sind aufklappbar.

I. Aufstellen und Nomenklatur chemischer Formeln

Themen dieses Kapitels:

- Oktett-Regel
- Atombau, Periodensystem und die Anzahl der Außenelektronen eines Atoms
- Aufstellen und Bedeutung von Verhältnisformeln
- Stoffnamen und dazugehörige Formeln

Vom Atombau zur chemischen Formel

Die *Oktett-Regel* besagt, dass Atome bestrebt sind, durch Aufnahme bzw. Abgabe von Elektronen eine mit 8 Elektronen besetzte Außenschale zu erreichen.

Somit lässt sich anhand der Anzahl der Außenelektronen der Atome erkennen, welche Verhältnisformel die Verbindung zweier Elemente besitzt.

Beispiel:

Magnesium (mit 2 Außenelektronen) und Chlor (mit 7 Außenelektronen) bilden Magnesiumchlorid (genauer: Magnesiumdichlorid), da die beiden Außenelektronen eines Magnesiumatoms von zwei Chloratomen aufgenommen werden, die je 8 Außenelektronen benötigen.

Die Atome erhalten eine voll besetzte Außenschale und bilden eine Verbindung, bei der auf ein Mg-Teilchen zwei Cl-Teilchen kommen.

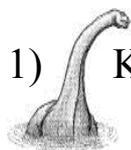
Die dazugehörige Formel lautet deshalb $\text{Mg}_1\text{Cl}_2 = \mathbf{MgCl}_2$.

Aufgabe: Gebe jeweils die Verhältnisformel der Verbindung an, die folgenden Elemente miteinander bilden:

- 1) Kalium (1 Außenelektron) und Fluor (7 Außenelektronen)
- 2) Magnesium (2 Außenelektronen) und Brom (7 Außenelektronen)
- 3) Aluminium (3 Außenelektronen) und Sauerstoff (6 Außenelektronen)



Lösung: Aufgabe 1.1



- 1) Kalium und Fluor bilden Kaliumfluorid: **KF**

- 2) Magnesium und Brom bilden Magnesiumbromid: **MgBr₂**
(oder genauer: Magnesium-dibromid)



- 3) Aluminium und Sauerstoff bilden Aluminiumoxid: **Al₂O₃**
(oder genauer: Dialuminium-trioxid)

Vom Atombau zur chemischen Formel

Die *Oktett-Regel* besagt, dass Atome bestrebt sind, durch Aufnahme bzw. Abgabe von Elektronen eine mit 8 Elektronen besetzte Außenschale zu erreichen.

Somit lässt sich anhand der Anzahl der Außenelektronen der Atome erkennen, welche Verhältnisformel die Verbindung zweier Elemente besitzt.

Beispiel:

Magnesium (mit 2 Außenelektronen) und Chlor (mit 7 Außenelektronen) bilden Magnesiumchlorid (genauer: Magnesiumdichlorid), da die beiden Außenelektronen eines Magnesiumatoms von zwei Chloratomen aufgenommen werden, die je 8 Außenelektronen benötigen.

Die Atome erhalten eine voll besetzte Außenschale und bilden eine Verbindung, bei der auf ein Mg-Teilchen zwei Cl-Teilchen kommen.

Die dazugehörige Formel lautet deshalb $\text{Mg}_1\text{Cl}_2 = \mathbf{MgCl}_2$.

Aufgabe: Gebe jeweils die Verhältnisformel der Verbindung an, die folgenden Elemente miteinander bilden:

- 1) Natrium (1 Außenelektron) und Iod (7 Außenelektronen)
- 2) Bor (3 Außenelektronen) und Brom (7 Außenelektronen)
- 3) Calcium (2 Außenelektronen) und Stickstoff (5 Außenelektronen)



Lösung: Aufgabe 1.2

- 1) Natrium und Iod bilden Natriumiodid: **NaI**
- 2) Bor und Brom bilden Borbromid: **BBr₃**
(oder genauer: Bor-tribromid)
- 3) Calcium und Stickstoff bilden Calciumnitrid: **Ca₃N₂**
(oder genauer: Tricalcium-dinitrid)



Vom Atombau zur chemischen Formel

Die *Oktett-Regel* besagt, dass Atome bestrebt sind, durch Aufnahme bzw. Abgabe von Elektronen eine mit 8 Elektronen besetzte Außenschale zu erreichen.

Somit lässt sich anhand der Anzahl der Außenelektronen der Atome erkennen, welche Verhältnisformel die Verbindung zweier Elemente besitzt.

Beispiel:

Magnesium (mit 2 Außenelektronen) und Chlor (mit 7 Außenelektronen) bilden Magnesiumchlorid (genauer: Magnesiumdichlorid, da die beiden Außenelektronen eines Magnesiumatoms von zwei Chloratomen aufgenommen werden, die je 8 Außenelektronen benötigen).

Die Atome erhalten eine voll besetzte Außenschale und bilden eine Verbindung, bei der auf ein Mg-Teilchen zwei Cl-Teilchen kommen.

Die dazugehörige Formel lautet deshalb $\text{Mg}_1\text{Cl}_2 = \text{MgCl}_2$.

Aufgabe: Gebe jeweils die Verhältnisformel der Verbindung an, die folgenden Elemente miteinander bilden:

- 1) Natrium (1 Außenelektron) und Sauerstoff (6 Außenelektronen)
- 2) Aluminium (3 Außenelektronen) und Schwefel (6 Außenelektronen)
- 3) Magnesium (2 Außenelektronen) und Stickstoff (5 Außenelektronen)



Lösung: Aufgabe 1.3

- 1) Natrium und Sauerstoff bilden Natriumoxid: Na_2O
(oder genauer: Dinatrium-oxid)



- 2) Aluminium und Schwefel bilden Aluminiumsulfid: Al_2S_3
(oder genauer: Dialuminium-trisulfid)

- 3) Magnesium und Stickstoff bilden Magnesiumnitrid: Mg_3N_2
(oder genauer: Trimagnesium-dinitrid)



Vom Atombau zur chemischen Formel mit dem PSE

Bilden zwei Atome eine Verbindung, so sind daran nur die Außenelektronen der jeweiligen Atome beteiligt.



Aus dem Periodensystem kann man ablesen, wie viele Außenelektronen die Atome eines bestimmten Elements haben.

Gebe jeweils Verhältnisformel und Name der Verbindung an, die folgenden Elemente miteinander bilden!

- 1) Magnesium (Mg) und Chlor (Cl)
- 2) Lithium (Li) und Brom (Br)
- 3) Aluminium (Al) und Chlor (Cl)
- 4) Kalium (K) und Sauerstoff (O)

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

☞ Du musst in dieser Aufgabe die *Oktett-Regel* anwenden; solltest du Hinweise benötigen, drehe die Karte um!

Lösung: Aufgabe 1.4

- 1) Magnesium und Chlor bilden Magnesiumchlorid
(oder genauer: Magnesium-dichlorid): **MgCl₂**
- 2) Lithium und Brom bilden Lithiumbromid: **LiBr**
- 3) Aluminium und Chlor bilden Aluminiumchlorid
(oder genauer: Aluminium-trichlorid): **AlCl₃**
- 4) Kalium und Sauerstoff bilden Kaliumoxid
(oder genauer: Dikalium-oxid): **K₂**



Hinweis:

In der Alltagssprache werden die Vorsilben *mono*, *di*, *tri*, usw. oft weggelassen. Sie sollten dann verwendet werden, wenn es mehrere Verbindungen der beteiligten Elemente gibt (z.B.: bei Kohlenstoffmonooxid CO und Kohlenstoffdioxid CO₂)!

Hinweise zur Aufgabe:



Die **Oktett-Regel** besagt, dass Atome bestrebt sind, durch Aufnahme bzw. Abgabe von Elektronen eine mit 8 Elektronen besetzte Außenschale zu erreichen.

Somit lässt sich anhand der Anzahl der Außenelektronen der Atome erkennen, welche Verhältnisformel die Verbindung zweier Elemente besitzt.

Die Anzahl der Außenelektronen des Atoms entspricht der Hauptgruppe in der das Element steht, z.B. Wasserstoff (H) in erster Hauptgruppe = 1 Außenelektron oder Sauerstoff (O) in sechster Hauptgruppe = 6 Außenelektronen.

Beispiel:

Magnesium (Hauptgruppe II: mit 2 Außenelektronen) und Chlor (Hauptgruppe VII: mit 7 Außenelektronen) bilden Magnesiumchlorid (oder genauer: Magnesium-dichlorid), da die beiden Außenelektronen eines Magnesiumatoms von zwei Chloratomen aufgenommen werden, die je 8 Außenelektronen benötigen.

Die Atome erhalten eine voll besetzte Außenschale und bilden eine Verbindung, bei der auf ein Mg-Teilchen zwei Cl-Teilchen kommen. Die dazugehörige Formel lautet deshalb $\text{Mg}_1\text{Cl}_2 = \mathbf{MgCl}_2$.

☞ Die Lösung wird nach Aufklappen der Karte sichtbar.

Vom Atombau zur chemischen Formel mit dem PSE

Bilden zwei Atome eine Verbindung, so sind daran nur die Außenelektronen der jeweiligen Atome beteiligt.

Aus dem Periodensystem kann man ablesen, wie viele Außenelektronen die Atome eines bestimmten Elements haben.

Gebe jeweils Verhältnisformel und Name der Verbindung an, die folgenden Elemente miteinander bilden!

- 1) Calcium (Ca) und Brom (Br)
- 2) Caesium (Cs) und Schwefel (S)
- 3) Magnesium (Mg) und Phosphor (P)
- 4) Silicium (Si) und Sauerstoff (O)



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

☞ Du musst in dieser Aufgabe die *Oktett-Regel* anwenden; solltest du Hinweise benötigen, drehe die Karte um!

Lösung: Aufgabe 1.5

- 1) Calcium und Brom bilden Calciumbromid
(oder genauer: Calcium-dibromid): **CaBr₂**
- 2) Caesium und Schwefel bilden Caesiumsulfid:
(oder genauer: Dicaesium-sulfid): **Cs₂S**
- 3) Magnesium und Phosphor bilden Magnesiumphosphid
(oder genauer: Trimagnesium-diphosphid): **Mg₃P₂**
- 4) Silicium und Sauerstoff bilden Siliciumoxid
(oder genauer: Silicium-dioxid): **SiO₂**



Hinweis:

In der Alltagssprache werden die Vorsilben *mono*, *di*, *tri*, usw. oft weggelassen. Sie sollten dann verwendet werden, wenn es mehrere Verbindungen der beteiligten Elemente gibt (z.B.: bei Kohlenstoffmonoxid CO und Kohlenstoffdioxid CO₂)!

Hinweise zur Aufgabe:



Die **Oktett-Regel** besagt, dass Atome bestrebt sind, durch Aufnahme bzw. Abgabe von Elektronen eine mit 8 Elektronen besetzte Außenschale zu erreichen.

Somit lässt sich anhand der Anzahl der Außenelektronen der Atome erkennen, welche Verhältnisformel die Verbindung zweier Elemente besitzt.

Die Anzahl der Außenelektronen des Atoms entspricht der Hauptgruppe in der das Element steht, z.B. Wasserstoff (H) in erster Hauptgruppe = 1 Außenelektron oder Sauerstoff (O) in sechster Hauptgruppe = 6 Außenelektronen.

☞ Die Lösung wird nach Aufklappen der Karte sichtbar.



Vom Atombau zur chemischen Formel mit dem PSE

Bilden zwei Atome eine Verbindung, so sind daran nur die Außenelektronen der jeweiligen Atome beteiligt.

Aus dem Periodensystem kann man ablesen, wie viele Außenelektronen die Atome eines bestimmten Elements haben.

Gebe jeweils Verhältnisformel und Name der Verbindung an, die folgenden Elemente miteinander bilden!

Wende die *Oktett-Regel* an!

- 1) Natrium und Schwefel
- 2) Bor und Sauerstoff
- 3) Kohlenstoff und Wasserstoff
- 4) Phosphor und Sauerstoff



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

Lösung: Aufgabe 1.6

- 1) Natrium und Schwefel bilden Natriumsulfid
(oder genauer: Dinatrium-sulfid): Na_2S
- 2) Bor und Sauerstoff bilden Boroxid:
(oder genauer: Dibor-trioxid): B_2O_3
- 3) Kohlenstoff und Wasserstoff bilden „Methan“: CH_4
(„Kohlenstoff-tetrahydrid“ gibt es nicht, da die meisten Kohlenstoffverbindungen eigenen Namen haben.)
- 4)  Phosphor und Sauerstoff bilden Phosphoroxid
(oder genauer: Diphosphor-pentoxid): P_2O_5



Hinweis:

In der Alltagssprache werden die Vorsilben *mono*, *di*, *tri*, usw. oft weggelassen. Sie sollten dann verwendet werden, wenn es mehrere Verbindungen der beteiligten Elemente gibt (z.B.: bei Kohlenstoffmonoxid CO und Kohlenstoffdioxid CO₂)!

Chemische Formeln und Stoffnamen

Zu den verschiedenen Stoffnamen soll jeweils die chemische Verhältnisformel angegeben werden. Tut dies **mündlich**, indem ihr euren Partner abfragt und mit Hilfe dieser Karte kontrolliert! Etwa so:

Frage: „Wie lautet die Formel von Calcium-di-bromid?“

Antwort: „Ca-Br-Zwei.“

Calcium-di-bromid = CaBr ₂	Lithium-fluorid = LiF	Kupfer-sulfid = CuS
Kupfersulfid = CuS	Aluminium-tri-iodid = AlI ₃	Calcium-di-hydrid = CaH ₂
Di-stickstoff-penta-oxid = N ₂ O ₅	Schwefel-di-oxid = SO ₂	Di-natrium-di-oxid = Na ₂ O ₂
Blei-dichlorid = PbCl ₂	Zink-di-chlorid = ZnCl ₂	Silber-bromid = AgBr
Tri-lithium-phosphid = Li ₃ P	Tri-kalium-phosphid = K ₃ P	Stickstoff-tri-chlorid = NCl ₃
Calcium-di-chlorid = CaCl ₂	Magnesium-di-bromid = MgBr ₂	
Kohlenstoff-mono-oxid = CO	Blei-oxid = PbO	
Phosphor-tri-bromid = PBr ₃	Di-schwefel-di-nitrid = S ₂ N ₂	
Di-stickstoff-tetra-oxid = N ₂ O ₄	Kalium-hydrid = KH	
Magnesium-sulfid = MgS	Di-phosphor-tetra-chlorid = P ₂ Cl ₄	

„Tauscht zwischendurch die Rollen; auf der Rückseite sind noch mehr Beispiele!“

Hinweis: „In der Alltagssprache werden die Vorsilben *di*, *tri*, usw. oft weggelassen. Sie sollten dann verwendet werden, wenn es mehrere Verbindungen der beteiligten Elemente gibt (z.B.: bei Kohlenstoff-monooxid CO und Kohlenstoffdioxid CO₂)!“



☞ TIPP: Solltet ihr manche Symbole für einzelne Namen oder Namensteile noch nicht kennen, darf der Fragensteller diese verraten; oder nehmt ein Periodensystem zur Hilfe!

Aufgabe 1.7



Lithium-bromid = LiBr	Magnesium-di-fluorid = MgF ₂	Kalium-iodid = KI
Tetra-schwefel-tetra-nitrid = S ₄ N ₄	Tri-eisen-tetra-oxid = Fe ₃ O ₄	Phosphor-penta-fluorid = PF ₅
Di-kalium-sulfid = K ₂ S	Calcium-oxid = CaO	Di-natrium-oxid = Na ₂ O
Phosphor-tri-hydrid = PH ₃	Stickstoff-tri-iodid = NI ₃	Schwefel-tetra-chlorid = SCl ₄
Blei-di-fluorid = PbF ₂	Stickstoff-mono-oxid = NO	Blei-di-bromid = PbBr ₂
Stickstoff-di-oxid = NO ₂	Di-phosphor-tetra-iodid = P ₂ I ₄	Caesium-chlorid = CsCl
Quecksilber-oxid = HgO	Zink-oxid = ZnO	Bor-tetra-bromid = BBr ₄
Schwefel-di-chlorid = SCl ₂	Aluminium-tri-bromid = AlBr ₃	Di-schwefel-di-fluorid = S ₂ F ₂
Bor-tri-iodid = BI ₃	Di-phosphor-tetra-iodid = P ₂ I ₄	Kupfer-oxid = CuO
Silber-fluorid = AgF	Eisen-tri-chlorid = FeCl ₃	Quecksilber-sulfid = HgS

Die folgende Liste enthält Formeln, die aus mehr als zwei Elementen bestehen. Es handelt sich um Salze, deren Anionen aus Sauerstoff und einem weiteren Nichtmetall zusammengesetzt sind. Woraus die Anionen zusammengesetzt sind, erkennst du an den Klammern ():

Natrium-nitrat = Na(NO ₃)	Calcium-di-hydroxid = Ca(OH) ₂	Kalium-carbonat = K(CO ₃)
Lithium-hydroxid = Li(OH)	Silber-nitrat = Ag(NO ₃)	Zink-sulfat = Zn(SO ₄)
Calcium-carbonat = Ca(CO ₃)	Di-kalium-sulfat = K ₂ (SO ₄)	Eisen-tri-hydroxid = Fe(OH) ₃
Magnesium-di-nitrat = Mg(NO ₃) ₂	Blei-di-nitrat = Pb(NO ₃) ₂	Tri-kalium-phosphat = K ₃ (PO ₄)
Kupfer-sulfat = Cu(SO ₄)	Magnesium-sulfat = Mg(SO ₄)	Natrium-hydroxid = Na(OH)

Chemische Formeln und Stoffnamen

Zu den verschiedenen Stoffnamen soll jeweils die chemische Verhältnisformel angegeben werden. Tut dies **mündlich**, indem ihr euren Partner abfragt und mit Hilfe dieser Karte kontrolliert! Etwa so:

Frage: „Wie lautet die Formel von Magnesium-di-chlorid?“

Antwort: „Mg-Cl-Zwei.“

Magnesium-di-chlorid	= MgCl ₂	Natrium-chlorid	= NaCl	Calcium-di-iodid	= CaI ₂
Di-stickstoff-oxid	= N ₂ O	Di-silber-sulfid	= Ag ₂ S	Eisen-sulfid	= FeS
Cäsium-bromid	= CsBr	Eisen-tri-bromid	= FeBr ₃	Di-stickstoff-tetra-oxid	= N ₂ O ₄
Kupfer-di-fluorid	= CuF ₂	Di-kalium-oxid	= K ₂ O	Aluminium-tri-chlorid	= AlCl ₃
Phosphor-tri-chlorid	= PCl ₃	Schwefel-hexa-fluorid	= SF ₆	Natrium-hydrid	= NaH
Natrium-fluorid	= NaF	Kalium-bromid	= KBr		
Di-eisen-tri-oxid	= Fe ₂ O ₃	Calcium-di-fluorid	= CaF ₂		
Di-kupfer-sulfid	= Cu ₂ S	Di-schwefel-di-chlorid	= S ₂ Cl ₂		
Schwefel-tetra-chlorid	= SCl ₄	Tetra-phosphor-tri-sulfid	= P ₄ O ₃		
Magnesium-di-hydrid	= MgH ₂	Kohlenstoff-di-oxid	= CO ₂		

„Tauscht zwischendurch die Rollen; auf der Rückseite sind noch mehr Beispiele!“

Hinweis: „In der Alltagssprache werden die Vorsilben *di*, *tri*, usw. oft weggelassen. Sie sollten dann verwendet werden, wenn es mehrere Verbindungen der beteiligten Elemente gibt (z.B.: bei Kohlenstoffmonoxid und Kohlenstoffdioxid CO und CO₂)!“



☞ TIPP: Solltet ihr manche Symbole für einzelne Namen oder Namensteile noch nicht kennen, darf der Fragensteller diese verraten; oder nehmt ein Periodensystem zur Hilfe!

Aufgabe 1.8



Natrium-iodid	= NaI	Lithium-chlorid	= LiCl	Magnesium-di-iodid	= MgI ₂
Schwefel-tri-oxid	= SO ₃	Stickstoff-tri-bromid	= NBr ₃	Schwefel-tetra-fluorid	= SF ₄
Di-kupfer-oxid	= Cu ₂ O	Di-silber-oxid	= Ag ₂ O	Di-aluminium-tri-oxid	= Al ₂ O ₃
Phosphor-penta-chlorid	= PCl ₅	Tri-calcium-di-phosphid	= Ca ₃ P ₂	Natrium-tri-phosphid	= Na ₃ P
Silber-chlorid	= AgCl	Bor-Tri-Fluorid	= BF ₃	Zink-sulfid	= ZnS
Kalium-fluorid	= KF	Calcium-di-bromid	= CaBr ₂	Kalium-chlorid	= KCl
Di-quecksilber-di-chlorid	= Hg ₂ Cl ₂	Kohlenstoff-di-sulfid	= CS ₂	Tri-eisen-tetra-oxid	= Fe ₃ O ₄
Di-lithium-oxid	= Li ₂ O	Cäsium-oxid	= CsO	Di-natrium-sulfid	= Na ₂ S
Bor-tri-chlorid	= BCl ₃	Di-phosphor-penta-oxid	= P ₂ O ₅	Lithium-hydrid	= LiH
Blei-sulfid	= PbS	Di-schwefel-di-bromid	= S ₂ Br ₂	Phosphor-tri-iodid	= PI ₃

Die folgende Liste enthält Formeln, die aus mehr als zwei Elementen bestehen. Es handelt sich um Salze, deren Anionen aus Sauerstoff und einem weiteren Nichtmetall zusammengesetzt sind. Woraus die Anionen zusammengesetzt sind, erkennst du an den Klammern ():

Magnesium-carbonat	= Mg(CO ₃)	Di-lithium-sulfat	= Li ₂ (SO ₄)	Aluminium-tri-hydroxid	= Al(OH) ₃
Di-Natrium-sulfat	= Na ₂ (SO ₄)	Tri-natrium-phosphat	= Na ₃ (PO ₄)	Di-natrium-carbonat	= Na ₂ (CO ₃)
Kalium-hydroxid	= K(OH)	Kalium-nitrat	= K(NO ₃)	Kupfer-di-nitrat	= Cu(NO ₃) ₂
Lithium-nitrat	= Li(NO ₃)	Bleisulfat	= Pb(SO ₄)	Magnesium-di-hydroxid	= Mg(OH) ₂
Zink-di-hydroxid	= Zn(OH) ₂	Calcium-di-nitrat	= Ca(NO ₃) ₂	Calcium-sulfat	= Ca(SO ₄)

Lern-Spiel: „Chemory“
Zuordnung von Element-Namen und Element-Symbolen

Ihr findet auf der Rückseite kleine Zusatzkärtchen, aus denen ihr die zusammengehörenden Paare (z.B.: *Wasserstoff* und *H*) herausfinden sollt!

„Seid ihr unsicher,
ob eine Paarung stimmt,
entscheidet gemeinsam!“

Gespielt wird nach folgenden *Memory*-Regeln:

- Die Kärtchen werden gemischt und verdeckt auf dem Tisch ausgelegt.
- Reihum dürfen immer nur *zwei* Kärtchen umgedreht werden. Wenn diese zusammenpassen, darf der Spieler das Kärtchenpaar behalten und einen weiteren Versuch starten.
- Gehören die Kärtchen nicht zusammen, werden sie an derselben Stelle wieder umgedreht und der nächste Spieler ist an der Reihe.
- Gewonnen hat der Spieler, der am Ende die meisten Paare besitzt.



☞ Die korrekten Paarungen werden nach Aufklappen der Karte sichtbar.

Lösung: Aufgabe 1.9



Ag = Silber	F = Fluor	Mg = Magnesium
Al = Aluminium	Fe = Eisen	O = Sauerstoff
Au = Gold	H = Wasserstoff	P = Phosphor
B = Bor	He = Helium	Pb = Blei
Br = Brom	Hg = Quecksilber	Pt = Platin
Ca = Calcium	K = Kalium	S = Schwefel
Cl = Chlor	N = Stickstoff	Sn = Zinn
Cu = Kupfer	Na = Natrium	Zn = Zink

Material: Aufgabe 1.9

- 24 Elementsymbol-Kärtchen
- 24 Elementnamen-Kärtchen



BITTE DAS MATERIAL PFLEGLICH BEHANDELN UND NACH GEBRAUCH SO HINTERLASSEN, DASS AUCH DER NÄCHSTE DIE AUFGABEN BEARBEITEN KANN!

Ag	H	Mg	K	S	Br
Al	He	Na	P	Sn	Cl
Au	Hg	O	Pb	Zn	N
Fe	Ca	B	Cu	F	Pt

Silber	Alu- minium	Chlor	Helium	Kalium	Natrium
Gold	Brom	Wasser- stoff	Queck- silber	Stick- stoff	Mag- nesium
Sauer- stoff	Phos- phor	Blei	Schwe- fel	Zinn	Zink
Platin	Fluor	Kupfer	Calcium	Eisen	Bor

Lern-Spiel: „Chemory“
Zuordnung von Stoffnamen und Summenformel

Ihr findet auf der Rückseite kleine Zusatzkärtchen, aus denen ihr die zusammengehörenden Paare (z.B.: *Wasser* und H_2O) herausfinden sollt!



„Wenn ihr euch nicht sicher seid, ob eine Paarung stimmt, entscheidet gemeinsam, ob ihr in der Lösung nachschauen wollt!“

Gespielt wird nach folgenden *Memory*-Regeln:

- Die Kärtchen werden gemischt und verdeckt auf dem Tisch ausgelegt.
- Reihum dürfen immer nur *zwei* Kärtchen umgedreht werden. Wenn diese zusammenpassen, darf der Spieler das Kärtchenpaar behalten und einen weiteren Versuch starten.
- Gehören die Kärtchen nicht zusammen, werden sie an derselben Stelle wieder umgedreht und der nächste Spieler ist an der Reihe.
- Gewonnen hat der Spieler, der am Ende die meisten Paare besitzt.



☞ Die korrekten Paarungen werden nach Aufklappen der Karte sichtbar.

Lösung: Aufgabe 1.10



Aluminiumoxid = Al_2O_3	Kupferhydroxid = $Cu(OH)_2$
Ammoniak = NH_3	Magnesiumoxid = MgO
Bariumsulfat = $BaSO_4$	Natriumchlorid = $NaCl$
Bleichlorid = $PbCl_2$	Natriumphosphid = Na_3P
Calciumcarbonat = $CaCO_3$	Silbersulfid = Ag_2S
Eisenoxid = Fe_2O_3	Stickstoffdioxid = NO_2
Kaliumfluorid = KF	Wasser = H_2O
Kohlenstoffdioxid = CO_2	Zinksulfid = ZnS

Material: Aufgabe 1.10

- **16 Formel-Kärtchen**
- **16 Namens-Kärtchen**



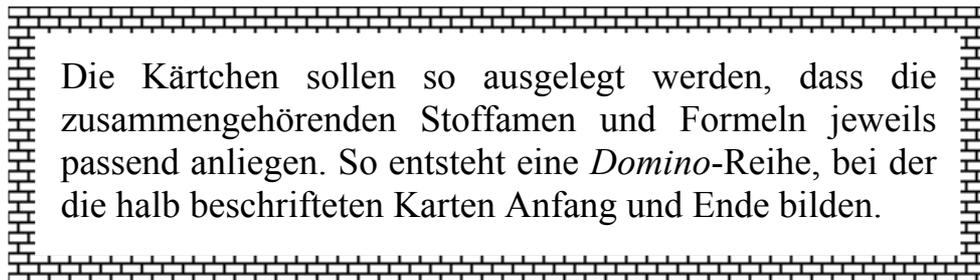
BITTE DAS MATERIAL PFLEGLICH BEHANDELN UND NACH GEBRAUCH SO HINTERLASSEN, DASS AUCH DER NÄCHSTE DIE AUFGABEN BEARBEITEN KANN!



Bleichlorid oder genauer: Bleidichlorid	Calcium- carbonat	Aluminiumoxid oder genauer: Dialuminiumtrioxid	Natrium- chlorid
Ammoniak	Kohlenstoff- dioxid	Kupfer- hydroxid oder genauer: Kupferdihydroxid	Magnesium- oxid
Eisenoxid oder genauer: Dieisentrioxid	Stickstoff- dioxid	Natrium- phosphid oder genauer: Trinatriumphosphid	Bariumsulfat
Silbersulfid oder genauer: Disilbersulfid	Wasser	Zinksulfid	Kalium- fluorid

Lern-Spiel: Formel-Domino
Zuordnung von Stoffnamen und Summenformel

Auf den beigefügten *Domino*-Kärtchen ist jeweils ein Name einer chemischen Verbindung und eine Formel angegeben. Diese gehören aber nicht zusammen!



☞ Die Lösung wird nach Aufklappen der Karte sichtbar.

Lösung: Aufgabe 1.11



	Eisenoxid	Fe_2O_3	Siliciumdioxid	SiO_2	Silberfluorid	AgF	Aluminiumchlorid
AlCl_3	Calciumhydroxid	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	Schwefeldioxid	SO_2	Kaliumnitrat	KNO_3	Sauerstoff
O_2	Natriumbromid	NaBr	Stickstoffmonoxid	NO	Eisensulfid	FeS	Kohlendioxid
CO_2	Phosphoroxid	P_2O_5	Kaliumnitrid	KN_3	Bleioxid	PbO	Zinnbromid
SnBr_2	Calciumcarbonat	CaCO_3	Zinkiodid	ZnI_2	Wasserstoffperoxid	H_2O_2	Ammoniak
NH_3	Chlor	Cl_2	Distickstofftetraoxid	N_2O_4	Wasser	H_2O	

Material: Aufgabe 1.11

- 22 *Domino*-Kärtchen (mit Stoffname und Formel)
- 2 halb beschriftete *Domino*-Kärtchen



BITTE DAS MATERIAL PFLEGLICH BEHANDELN UND NACH GEBRAUCH SO HINTERLASSEN, DASS AUCH DER NÄCHSTE DIE AUFGABEN BEARBEITEN KANN!

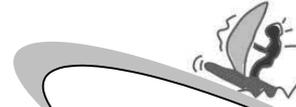
	Eisenoxid oder genauer: Dieisentrioxid
Fe₂O₃	Siliciumdioxid
SiO₂	Silberfluorid
AgF	Aluminiumchlorid oder genauer: Aluminiumtrichlorid
AlCl₃	Calciumhydroxid oder genauer: Calciumdihydroxid
Ca(OH)₂	Schwefeldioxid
SO₂	Kaliumnitrat
KNO₃	Sauerstoff
O₂	Natriumbromid
NaBr	Stickstoff- monoxid
NO	Eisensulfid
FeS	Kohlendioxid

CO₂	Phosphoroxid oder genauer: Diphosphorpentaoxid
P₂O₅	Kaliumnitrid oder genauer: Kaliumtrinitrid
KN₃	Bleioxid
PbO	Zinnbromid oder genauer: Zinndibromid
SnBr₂	Calcium- carbonat
CaCO₃	Zinkiodid oder genauer: Zinkdiiodid
ZnI₂	Wasserstoff- peroxid
H₂O₂	Ammoniak
NH₃	Chlor
Cl₂	Distickstoff- tetraoxid
N₂O₄	Wasser
H₂O	

Lern-Spiel: „3er-Chemory“
Zuordnung von Ionenpaaren zum Salz

Ihr findet auf der Rückseite kleine Zusatzkärtchen, auf denen Formeln von positiv und negativ geladenen Ionen sowie Formeln von Salzen abgebildet sind, die aus diesen Ionen bestehen.

Findet jeweils die 3 zusammengehörenden Kärtchen (z.B.: Mg^+ und Cl^- und $MgCl_2$)!



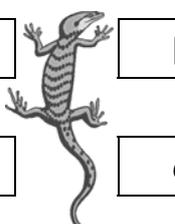
*Bei Unklarheiten
entscheidet gemeinsam!*

Gespielt wird nach folgenden *3er-Memory*-Regeln:

- Die Kärtchen werden gemischt und verdeckt auf dem Tisch ausgelegt.
- Reihum dürfen immer **drei** Kärtchen umgedreht werden. Wenn diese zusammenpassen, darf der Spieler das Kärtchentrio behalten und einen weiteren Versuch starten.
- Gehören die Kärtchen nicht zusammen, werden sie an derselben Stelle wieder umgedreht und der nächste Spieler ist an der Reihe.
- Gewonnen hat der Spieler, der am Ende die meisten Kärtchen-Trios besitzt.

☞ Die korrekten Kärtchentrios werden nach Aufklappen der Seite sichtbar.

Lösung: Aufgabe 1.12

Mg^+	Cl^-	$MgCl_2$		Fe^{3+}	O^{2-}	Fe_2O_3
Cu^{2+}	SO_4^{2-}	$CuSO_4$		Ca^{2+}	PO_4^{3-}	$Ca_3(PO_4)_2$
Al^{3+}	OH^-	$Al(OH)_3$		Na^+	CO_3^{2-}	Na_2CO_3
Li^+	F^-	LiF		K^+	I^-	KI
NH_4^+	NO_3^-	NH_4NO_3		Fe^{2+}	S^{2-}	FeS

Material: Aufgabe 1.12

- **10 Formel-Kärtchen (Salze)**
- **10 Formel-Kärtchen (Kationen)**
- **10 Formel-Kärtchen (Anionen)**



BITTE DAS MATERIAL PFLEGLICH BEHANDELN UND NACH GEBRAUCH SO HINTERLASSEN, DASS AUCH DER NÄCHSTE DIE AUFGABEN BEARBEITEN KANN!

KI	Fe ₂ O ₃		
I ⁻	S ²⁻	O ²⁻	Ca ₃ (PO ₄) ₂
FeS	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Ca ²⁺
NH ₄ NO ₃	CuSO ₄	OH ⁻	LiF
Cu ²⁺	Al ³⁺	Al(OH) ₃	NO ₃ ⁻
MgCl ₂	SO ₄ ²⁻	Li ⁺	NH ₄ ⁺
Mg ⁺	Cl ⁻	F ⁻	K ⁺
PO ₄ ³⁻	CO ₃ ²⁻	Na ⁺	Na ₂ CO ₃

Erweiterung der Lernkartei

Formuliert eure eigene Aufgabe, die zu diesem Kapitel (Aufstellen und Nomenklatur chemischer Formeln) der Lernkartei „*Chemische Formeln und Gleichungen*“ hinzugefügt werden kann!

Hinweise:



Benutzt eine Karte, die ihr bereits bearbeitet habt, als Vorlage. Findet (z.B. aus einem Chemiebuch) ähnliche Beispiele, die in eine Aufgabenstellung gebracht werden können.

Erstellt eine geeignete Fragestellung mit entsprechender Musterlösung!

II. Zur Reaktionsgleichung mit chemischen Formeln

Themen dieses Kapitels:

- Oktett-Regel
- Atombau, Periodensystem und die Anzahl der Außenelektronen eines Atoms
- Aufstellen und Bedeutung von Verhältnisformeln
- Stoffnamen und dazugehörige Formeln
- Von der Wort- zur Symbolgleichung
- Aufstellen einfacher Reaktionsgleichungen

Vom Atombau zur chemischen Gleichung mit dem PSE

Bilden zwei Elemente eine Verbindung, so sind daran nur die Außenelektronen der jeweiligen Atome beteiligt.

Aus dem Periodensystem kann man ablesen, wie viele Außenelektronen die Atome eines bestimmten Elements haben.

Gebe jeweils die Verhältnisformel der Verbindung an, die folgenden Elemente miteinander bilden!
Formuliere die entsprechenden Reaktionsgleichungen!

- 1) Natrium (Na) und Chlor (Cl)
- 2) Calcium (Ca) und Brom (Br)
- 3) Blei (Pb) und Schwefel (S)

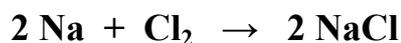


PERIODEN	HAUPTGRUPPEN							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1	H							He
2	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn

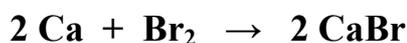
☞ Du musst in dieser Aufgabe die *Oktett-Regel* anwenden; solltest du Hinweise benötigen, drehe die Karte um!

Lösung: Aufgabe 2.1

- 1) Natrium und Chlor bilden Natriumchlorid **NaCl** nach:



- 2) Calcium und Brom bilden Calciumbromid (oder genauer: Calcium-dibromid) **CaBr₂** nach:



- 3) Blei und Schwefel bilden Bleisulfid (oder genauer: Blei-disulfid) **PbS₂** nach:



Hinweis:

In der Alltagssprache werden die Vorsilben *mono*, *di*, *tri*, usw. oft weggelassen. Sie sollten dann verwendet werden, wenn es mehrere Verbindungen der beteiligten Elemente gibt (z.B.: bei Kohlenstoffmonooxid CO und Kohlenstoffdioxid CO₂)!

Hinweise zur Aufgabe:

Die **Oktett-Regel** besagt, dass Atome bestrebt sind, durch Aufnahme bzw. Abgabe von Elektronen eine mit 8 Elektronen besetzte Außenschale zu erreichen.

Somit lässt sich anhand der Anzahl der Außenelektronen der Atome erkennen, welche Verhältnisformel die Verbindung zweier Elemente besitzt.

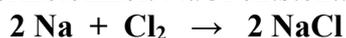
Die Anzahl der Außenelektronen des Atoms entspricht der Hauptgruppe in der das Element steht, z.B. Wasserstoff (H) in erster Hauptgruppe = 1 Außenelektron oder Sauerstoff (O) in sechster Hauptgruppe = 6 Außenelektronen.

Beispiel:

Natrium (Hauptgruppe I: mit 1 Außenelektron) und Chlor (Hauptgruppe VII: mit 7 Außenelektronen) bilden Natriumchlorid, da das eine Außenelektron eines Natriumatoms von einem Chloratom aufgenommen wird, das 8 Außenelektronen benötigt.

Die Atome erhalten eine voll besetzte Außenschale und bilden eine Verbindung, bei der auf ein Na-Teilchen ein Cl-Teilchen kommt. Die dazugehörige Formel lautet deshalb $\text{Na}_1\text{Cl}_1 = \text{NaCl}$.

Da alle Elementgase nur zweiatomig auftreten – z.B. Chlor (Cl_2), Wasserstoff (H_2) oder Sauerstoff (O_2) – muss hier in der Reaktionsgleichung auch zweimal die Formel-Einheit Na eingesetzt werden, so dass auch zweimal die Formeleinheit NaCl entsteht:



☞ Die Lösung wird nach Aufklappen der Karte sichtbar.

Vom Atombau zur chemischen Gleichung mit dem PSE

Bilden zwei Elemente eine Verbindung, so sind daran nur die Außenelektronen der jeweiligen Atome beteiligt.



Aus dem Periodensystem kann man ablesen, wie viele Außenelektronen die Atome eines bestimmten Elements haben.

Gebe jeweils die Verhältnisformel der Verbindung an, die folgenden Elemente miteinander bilden!

Formuliere die entsprechenden Reaktionsgleichungen!

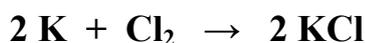
- 1) Kalium (K) und Chlor (Cl)
- 2) Magnesium (Mg) und Iod (I)
- 3) Aluminium (Al) und Fluor (F)

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

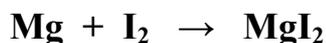
☞ Du musst in dieser Aufgabe die *Oktett-Regel* anwenden; solltest du Hinweise benötigen, drehe die Karte um!

Lösung: Aufgabe 2.2

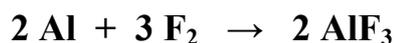
1) Kalium und Chlor bilden Kaliumchlorid **KCl** nach:



2) Magnesium und Iod bilden Magnesiumiodid (oder genauer: Magnesium-diiodid) **MgI₂** nach:



3) Aluminium und Fluor bilden Aluminiumfluorid (oder genauer: Aluminium-trifluorid) **AlF₃** nach:



Hinweis:

In der Alltagssprache werden die Vorsilben *mono*, *di*, *tri*, usw. oft weggelassen. Sie sollten dann verwendet werden, wenn es mehrere Verbindungen der beteiligten Elemente gibt (z.B.: bei Kohlenstoffmonooxid CO und Kohlenstoffdioxid CO₂)!

Hinweise zur Aufgabe:

Die **Oktett-Regel** besagt, dass Atome bestrebt sind, durch Aufnahme bzw. Abgabe von Elektronen eine mit 8 Elektronen besetzte Außenschale zu erreichen.

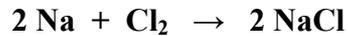
Somit lässt sich anhand der Anzahl der Außenelektronen der Atome erkennen, welche Verhältnisformel die Verbindung zweier Elemente besitzt.

Die Anzahl der Außenelektronen des Atoms entspricht der Hauptgruppe in der das Element steht, z.B. Wasserstoff (H) in erster Hauptgruppe = 1 Außenelektron oder Sauerstoff (O) in sechster Hauptgruppe = 6 Außenelektronen.

Beispiel:

Natrium (Hauptgruppe I: mit 1 Außenelektron) und Chlor (Hauptgruppe VII: mit 7 Außenelektronen) bilden Natriumchlorid: $\text{Na}_1\text{Cl}_1 = \text{NaCl}$

Da alle Elementgase nur zweiatomig auftreten – z.B. Chlor (Cl_2), Wasserstoff (H_2) oder Sauerstoff (O_2) – muss hier in der Reaktionsgleichung auch zweimal die Formeleinheit Na eingesetzt werden, so dass auch zweimal die Formeleinheit NaCl entsteht:



☞ Die Lösung wird nach Aufklappen der Karte sichtbar.

Vom Atombau zur chemischen Gleichung mit dem PSE

Bilden zwei Elemente eine Verbindung, so sind daran nur die Außenelektronen der jeweiligen Atome beteiligt.

Aus dem Periodensystem kann man ablesen, wie viele Außenelektronen die Atome eines bestimmten Elements haben.

Gebe jeweils die Verhältnisformel der Verbindung an, die folgenden Elemente miteinander bilden!
Formuliere die entsprechenden Reaktionsgleichungen!

- 1) Bor und Wasserstoff
- 2) Blei (Pb) und Sauerstoff
- 3) Aluminium und Kohlenstoff



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

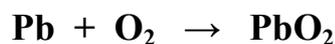
☞ Du musst in dieser Aufgabe die *Oktett-Regel* anwenden!

Lösung: Aufgabe 2.3

1) Bor und Wasserstoff bilden Borhydrid **BH₃** (oder genauer: Bor-trihydrid) nach:



2) Blei und Sauerstoff bilden Bleioxid (oder genauer: Blei-dioxid) **PbO₂** nach:



3) Aluminium und Kohlenstoff bilden Aluminiumcarbid
(oder genauer: Tetraaluminium-tricarbide) **Al₄C₃** nach:



Hinweis:

In der Alltagssprache werden die Vorsilben *mono*, *di*, *tri*, usw. oft weggelassen. Sie sollten dann verwendet werden, wenn es mehrere Verbindungen der beteiligten Elemente gibt (z.B.: bei Kohlenstoffmonoxid CO und Kohlenstoffdioxid CO₂)!

Überführen von Wortgleichungen in Symbolgleichungen

Folgende Wortgleichungen sollen in Form chemischer Symbolgleichungen aufgeschrieben werden.

Setze für die aufgeführten Stoffe die richtigen chemischen Formeln ein!

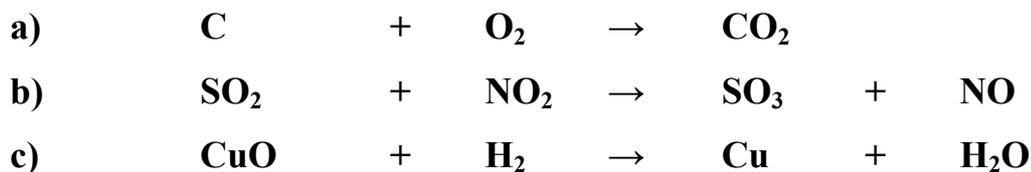
- a) Kohlenstoff und Sauerstoff reagieren zu Kohlenstoffdioxid
 b) Schwefeldioxid reagiert mit Stickstoffdioxid
 zu Schwefeltrioxid und Stickstoffmonoxid
 c) Kupfer und Wasser entstehen aus Monokupferoxid und Wasserstoff

*Solltest du ein
Formelzeichen noch
nicht kennen, frage
kurz nach oder siehe
im Schulbuch nach!*



☞ Wenn noch Hinweise benötigt werden: Lernkarte umdrehen.

Lösung: Aufgabe 2.4



Hinweise zur Aufgabe:

Beachte beim Einsetzen der Formeln für die Stoffnamen, dass die Vorsilben die Anzahl der Atome in der Verbindung (= tiefgestellter Zahlenindex) wiedergeben:

mono	=	Eins	(wird meist weggelassen)
di	=	Zwei	
tri	=	Drei	
tetra	=	Vier	
penta	=	Fünf	

*Bis auf die Edelgase
treten alle Elementgase
zweiatomig auf
(z.B. Sauerstoff und
Wasserstoff)!*

Beispiel:

Kohlenstoff und Sauerstoff reagieren zu Kohlenstoff-**di**oxid



C

+



O₂

→



CO₂



☞ Die Lösung wird nach Aufklappen der Karte sichtbar.

Überführen von Wortgleichungen in Symbolgleichungen

Folgende Wortgleichungen sollen in Form chemischer Symbolgleichungen aufgeschrieben werden.

Setze für die aufgeführten Stoffe die richtigen chemischen Formeln ein!

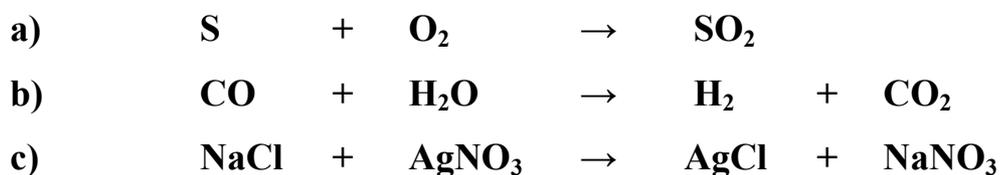
- a) Schwefel und Sauerstoff reagieren zu Schwefeldioxid
- b) Kohlenstoffmonooxid reagiert mit Wasser
zu Wasserstoff und Kohlenstoffdioxid
- c) Natriumchlorid und Silbernitrat (AgNO_3) reagieren
zu Silberchlorid und Natriumnitrat (NaNO_3)

*Solltest du ein
Formelzeichen noch
nicht kennen, frage
kurz nach oder siehe
im Schulbuch nach!*



☞ Wenn noch Hinweise benötigt werden: Lernkarte umdrehen.

Lösung: Aufgabe 2.5



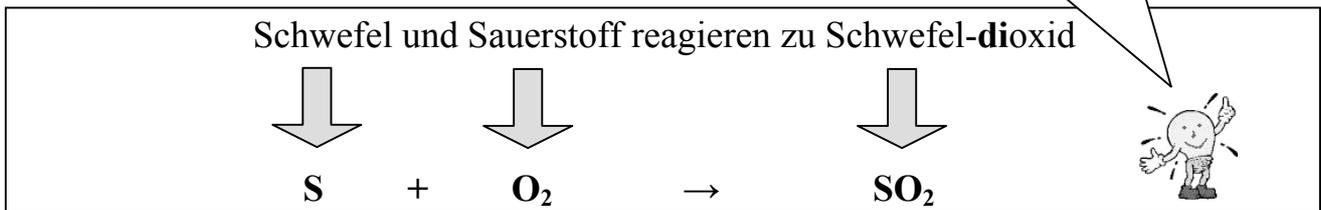
Hinweise zur Aufgabe:

Beachte beim Einsetzen der Formeln für die Stoffnamen, dass die Vorsilben die Anzahl der Atome in der Verbindung (= tiefgestellter Zahlenindex) wiedergeben:

mono	=	Eins	(wird meist weggelassen)
di	=	Zwei	
tri	=	Drei	
tetra	=	Vier	
penta	=	Fünf	

*Bis auf die Edelgase
treten alle Elementgase
zweiatomig auf
(z.B. Sauerstoff und
Wasserstoff)!*

Beispiel:



☞ Die Lösung wird nach Aufklappen der Karte sichtbar.

Lern-Set „Chemische Zeichensprache“:Überführen von chemischen Wortgleichungen in chemische Symbolgleichungen durch Auslegen von Formel- und Zahlenkärtchen

Ihr findet auf der Rückseite kleine Zusatzkärtchen mit den Verhältnisformeln der unten aufgeführten Stoffnamen sowie einigen Pluszeichen und Reaktionspfeilen.

Mit ihnen sollst du die folgenden Wortgleichungen in Form vollständiger Reaktionsgleichungen auslegen:

„Achte darauf, dass dabei alle Kärtchen verwendet werden!“

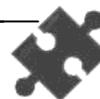
- 1.) Zink und Sauerstoff reagieren zu Zinkoxid
- 2.) Ammoniak und Wasserstoffchlorid reagieren zu Ammoniumchlorid
- 3.) Calciumhydrogencarbonat zersetzt sich zu Calciumcarbonat, Wasser und Kohlendioxid
- 4.) Magnesium reagiert mit Siliciumdioxid zu Magnesiumoxid und Silicium
- 5.) Kupferoxid und Wasserstoff reagieren zu Kupfer und Wasser



☞ Die Lösung wird nach Aufklappen der Karte sichtbar.

Lösung: Aufgabe 2.6

- 1.) $\text{Zn} + \text{O}_2 \rightarrow \text{ZnO}_2$
- 2.) $\text{NH}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$
- 3.) $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
- 4.) $\text{Mg} + \text{SiO}_2 \rightarrow \text{MgO} + \text{Si}$
- 5.) $\text{CuO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$



Material: Aufgabe 2.6

- 18 Formel-Kärtchen
- 5 Reaktionspfeile
- 8 Pluszeichen



BITTE DAS MATERIAL PFLEGLICH BEHANDELN UND NACH GEBRAUCH SO HINTERLASSEN, DASS AUCH DER NÄCHSTE DIE AUFGABEN BEARBEITEN KANN!

CaCO_3	SiO_2	CO_2	Cu	\rightarrow
NH_4Cl	NH_3	HCl	H_2	\rightarrow
MgO	H_2O	CuO	O_2	\rightarrow
ZnO_2	H_2O	Mg	Si	\rightarrow
	$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$		Zn	\rightarrow

+	+	+	+	+	+	+	+
---	---	---	---	---	---	---	---

Lern-Set „Chemische Zeichensprache“:
Aufstellen chemischer Symbolgleichungen
durch Auslegen von Formel- und Zahlenkärtchen

Du findest auf der Rückseite kleine Zusatzkärtchen, auf denen die Summenformeln verschiedener Stoffnamen sowie einige Pluszeichen und Reaktionspfeile abgebildet sind.

Kombiniere diese zu 5 vollständigen Reaktionsgleichungen, die du auf dem Tisch auslegst.

Kennst du die dazugehörigen Wortgleichungen?

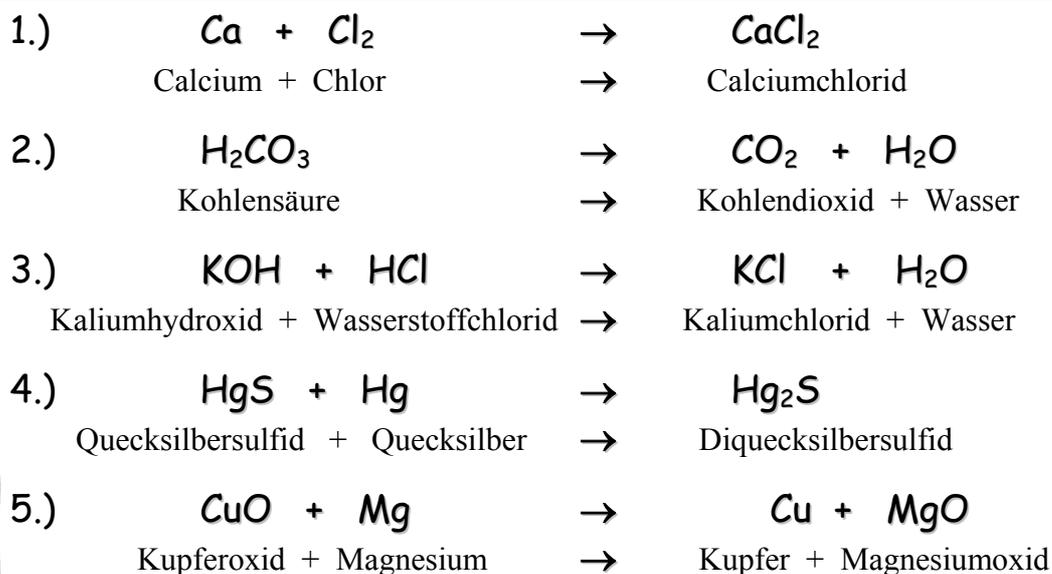
„Dabei müssen alle Kärtchen verwendet werden!“



☞ Die Lösung wird nach Aufklappen der Karte sichtbar.



Lösung: Aufgabe 2.7



Material: Aufgabe 2.7

- 17 Formel-Kärtchen
- 5 Reaktionspfeile
- 7 Pluszeichen



BITTE DAS MATERIAL PFLEGLICH BEHANDELN UND NACH GEBRAUCH SO HINTERLASSEN, DASS AUCH DER NÄCHSTE DIE AUFGABEN BEARBEITEN KANN!

H_2CO_3	MgO	CO_2	Cu	\rightarrow
Hg_2S	KOH	HgS	Cl_2	\rightarrow
$CaCl_2$	H_2O	CuO	Ca	\rightarrow
	H_2O	KCl	Mg	\rightarrow
		HCl	Hg	\rightarrow

+	+	+	+	+	+	+
---	---	---	---	---	---	---

Lern-Puzzle: Reaktionspartner zuordnen

Auf der Rückseite findet ihr kleine Zusatzkärtchen mit den Namen der **Ausgangsstoffe** (Edukte) und **Endstoffe** (Produkte) von verschiedenen Reaktionen.

„Oh... je!
...am besten bringst du erst mal Ordnung in das
Durdcheinander, indem du alle Kärtchen
auf den Tisch sortierst!“

**Aufgabe:**

Kombiniere die passenden Reaktionspartner so, dass du 5 chemische Reaktionen erhältst, und notiere dir die entsprechenden Wortgleichungen. Dabei müssen **alle** Namens-Kärtchen verwendet werden!

Übertrage danach die Wortgleichungen in die chemische Symbolschreibweise.

☞ Die Lösung wird nach Aufklappen der Karte sichtbar.

Lösung: Aufgabe 2.8

- | | | | |
|----|-----------------------------------|---|-----------------------------------|
| 1. | Kohlenstoff + Sauerstoff | → | Kohlendioxid |
| 2. | Magnesium + Brom | → | Magnesiumbromid |
| 3. | Calciumsulfid + Kupferoxid | → | Calciumoxid + Kupfersulfid |
| 4. | Silbersulfid | → | Silber + Schwefel |
| 5. | Natriumoxid + Bleisulfat | → | Natriumsulfat + Bleioxid |



- | | | | | | | | |
|----|------------------------|---|-------------------------|---|-------------------------------------|---|------------|
| 1. | C | + | O₂ | → | CO₂ | | |
| 2. | Mg | + | Br₂ | → | MgBr₂ | | |
| 3. | CaS | + | CuO | → | CaO | + | CuS |
| 4. | AgS | | | → | Ag | + | S |
| 5. | Na₂O | + | PbSO₄ | → | Na₂SO₄ | + | PbO |

Material: Aufgabe 2.8

- 9 Stoffnamens-Kärtchen für **EDUKTE**
- 8 Stoffnamens-Kärtchen für **PRODUKTE**
- 5 Reaktionspfeile
- 7 Pluszeichen



BITTE DAS MATERIAL PFLEGLICH BEHANDELN UND NACH GEBRAUCH SO HINTERLASSEN, DASS AUCH DER NÄCHSTE DIE AUFGABEN BEARBEITEN KANN!

<i>Silber</i>	<i>Calciumoxid</i>	<i>Kohlendioxid</i>
<i>Bleioxid</i>	<i>Natriumsulfat</i>	<i>Kupfersulfid</i>
<i>Schwefel</i>		

Kohlenstoff	<i>Magnesiumbromid</i>			Brom	
Sauerstoff	Calciumsulfid		Magnesium		
Bleisulfat	Natriumoxid		Bleisulfat		
Silbersulfid	→	→	→	→	→

+	+	+	+	+	+	+
---	---	---	---	---	---	---

Erweiterung der Lernkartei

Formuliert eure eigene Aufgabe, die zu diesem Kapitel (Zur Reaktionsgleichung mit chemischen Formeln) der Lernkartei „*Chemische Formeln und Gleichungen*“ hinzugefügt werden kann!

Hinweise:



Benutzt eine Karte, die ihr bereits bearbeitet habt, als Vorlage. Findet (z.B. aus einem Chemiebuch) ähnliche Beispiele, die in eine Aufgabenstellung gebracht werden können.

Erstellt eine geeignete Fragestellung mit entsprechender Musterlösung!

III. Ausgleichen von Reaktionsgleichungen

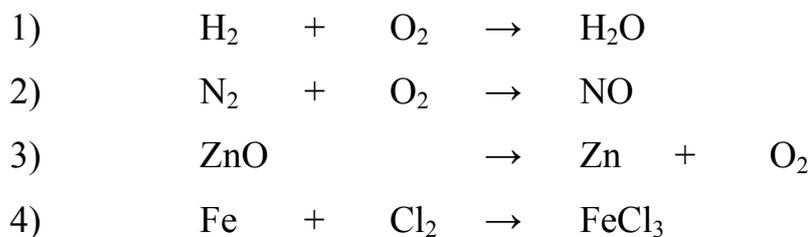
Themen dieses Kapitels:

- Ausgleichen einer Reaktionsgleichung
- Stoffnamen und dazugehörige Formeln
- Von der Wort- zur Symbolgleichung
- Aufstellen und Bedeutung von Formeln und Reaktionsgleichungen

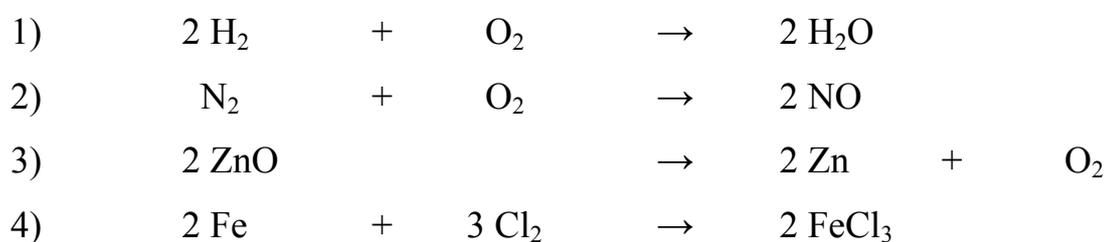
Ausgleichen von Reaktionsgleichungen durch Einfügen von Vorfaktoren

Folgende Reaktionsgleichungen müssen noch ergänzt werden!

Beachte dabei, dass die Formeln für die Stoffe selbst richtig eingesetzt wurden, so dass die Gleichungen nur durch entsprechende Faktoren auszugleichen sind.



☞ Wenn noch Hinweise benötigt werden: Lernkarte umdrehen.

Lösung: Aufgabe 3.1

Hinweise zur Aufgabe:



Beim Formulieren einer Reaktionsgleichung ist darauf zu achten, dass auf der **rechten und linken Seite** die **Anzahl der Elementsymbole für jede Atomsorte gleich ist**.

Beim Ausgleichen darf **eine Verhältnisformel nicht mehr verändert** werden, da sie durch das Atomzahlenverhältnis in der Verbindung festgelegt ist.

Beispiel:

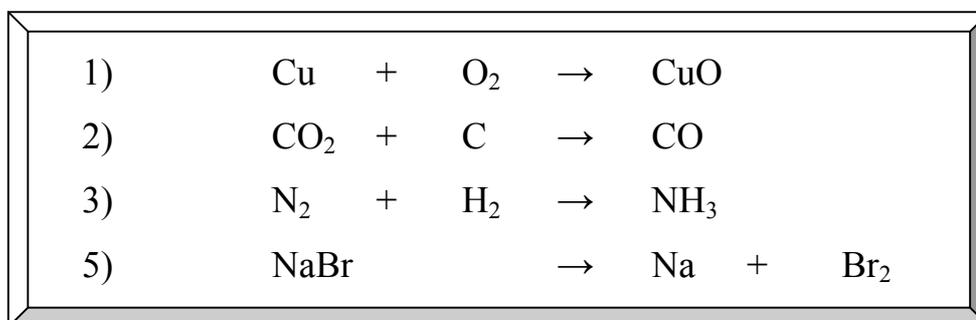


☞ Die Lösung wird nach Aufklappen der Karte sichtbar.

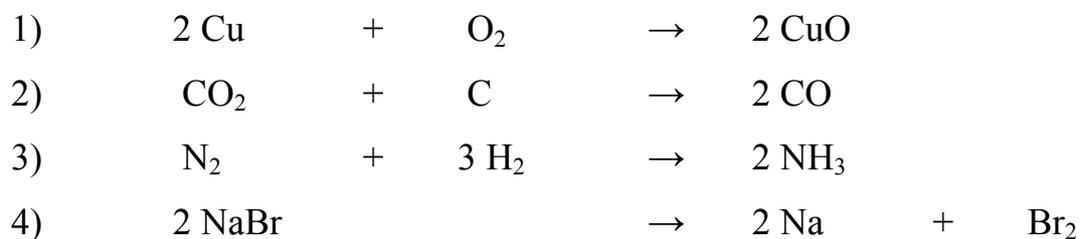
Ausgleichen von Reaktionsgleichungen durch Einfügen von Vorfaktoren

Folgende Reaktionsgleichungen müssen noch ergänzt werden!

Beachte dabei, dass die Formeln für die Stoffe selbst richtig eingesetzt wurden, so dass die Gleichungen nur durch entsprechende Faktoren auszugleichen sind.



☞ Wenn noch Hinweise benötigt werden: Lernkarte umdrehen.

Lösung: Aufgabe 3.2

Hinweise zur Aufgabe:



Beim Formulieren einer Reaktionsgleichung ist darauf zu achten, dass auf der **rechten und linken Seite** die **Anzahl der Elementsymbole für jede Atomsorte gleich ist**.

Beim Ausgleichen darf **eine Verhältnisformel nicht mehr verändert** werden, da sie durch das Atomzahlenverhältnis in der Verbindung festgelegt ist.

Beispiel:

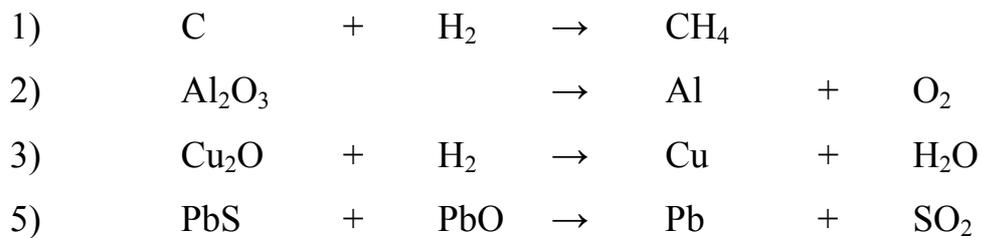


☞ Die Lösung wird nach Aufklappen der Karte sichtbar.

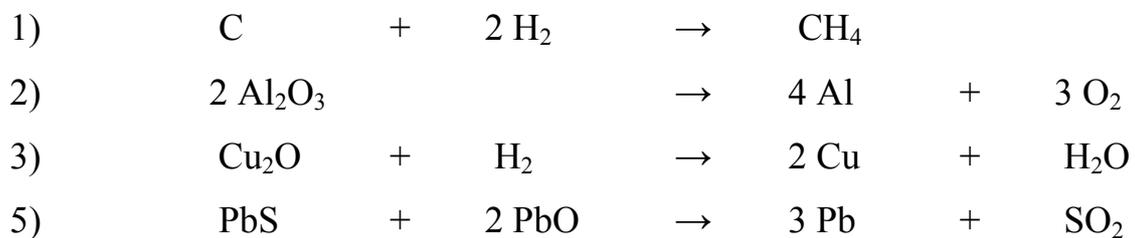
Ausgleichen von Reaktionsgleichungen durch Einfügen von Vorfaktoren

Folgende Reaktionsgleichungen müssen noch ergänzt werden!

Beachte dabei, dass die Formeln für die Stoffe selbst richtig eingesetzt wurden, so dass die Gleichungen nur durch entsprechende Faktoren auszugleichen sind.



☞ Wenn noch Hinweise benötigt werden: Lernkarte umdrehen.

Lösung: Aufgabe 3.3

Hinweise zur Aufgabe:

Beim Formulieren einer Reaktionsgleichung ist darauf zu achten, dass auf der *rechten und linken Seite* die *Anzahl der Elementsymbole für jede Atomsorte gleich ist*.

Beim Ausgleichen darf *eine Verhältnisformel nicht mehr verändert* werden, da sie durch das Atomzahlenverhältnis in der Verbindung festgelegt ist.

Beispiel:

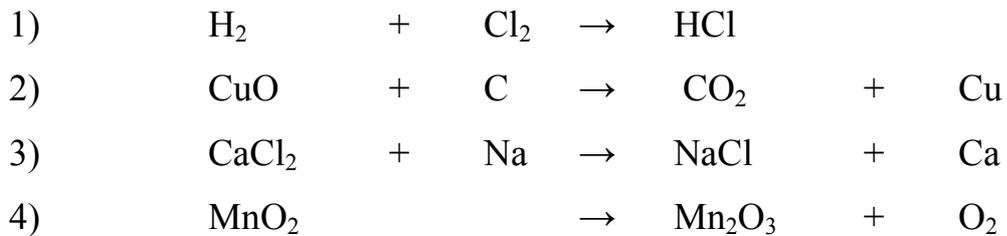


☞ Die Lösung wird nach Aufklappen der Karte sichtbar.

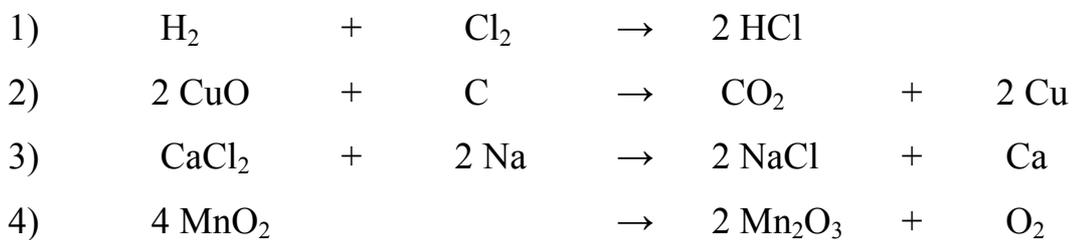
Ausgleichen von Reaktionsgleichungen durch Einfügen von Vorfaktoren

Folgende Reaktionsgleichungen müssen noch ergänzt werden!

Beachte dabei, dass die Formeln für die Stoffe selbst richtig eingesetzt wurden, so dass die Gleichungen nur durch entsprechende Faktoren auszugleichen sind.



☞ Wenn noch Hinweise benötigt werden: Lernkarte umdrehen.

Lösung: Aufgabe 3.4

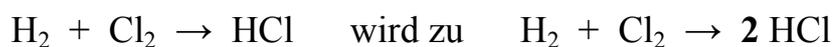
Hinweise zur Aufgabe:

Beim Formulieren einer Reaktionsgleichung ist darauf zu achten, dass auf der *rechten und linken Seite* die *Anzahl der Elementsymbole für jede Atomsorte gleich ist*.

Beim Ausgleichen darf *eine Verhältnisformel nicht mehr verändert* werden, da sie durch das Atomzahlenverhältnis in der Verbindung festgelegt ist.



Beispiel:

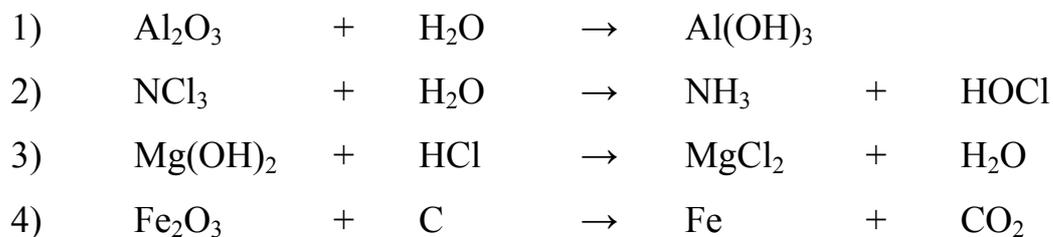


☞ Die Lösung wird nach Aufklappen der Karte sichtbar.

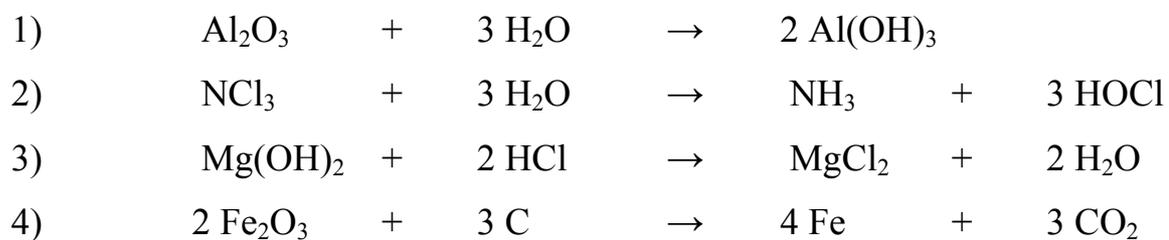
Ausgleichen von Reaktionsgleichungen durch Einfügen von Vorfaktoren

Folgende Reaktionsgleichungen müssen noch ergänzt werden!

Beachte dabei, dass die Formeln für die Stoffe selbst richtig eingesetzt wurden, so dass die Gleichungen nur durch entsprechende Faktoren auszugleichen sind.



☞ Wenn noch Hinweise benötigt werden: Lernkarte umdrehen.

Lösung: Aufgabe 3.5

Hinweise zur Aufgabe:

Beim Formulieren einer Reaktionsgleichung ist darauf zu achten, dass auf der *rechten und linken Seite* die *Anzahl der Elementsymbole für jede Atomsorte gleich ist*.

Beim Ausgleichen darf *eine Verhältnisformel nicht mehr verändert* werden, da sie durch das Atomzahlenverhältnis in der Verbindung festgelegt ist.

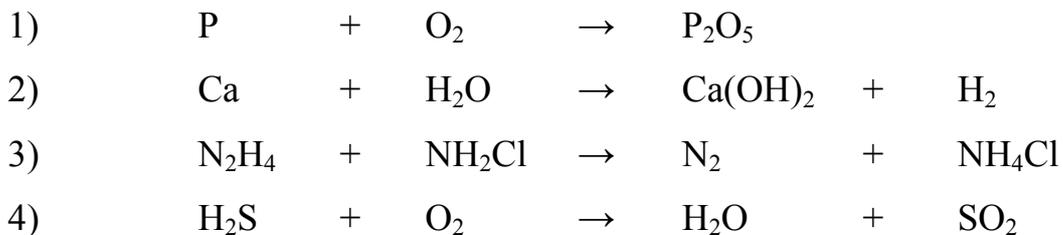


☞ Die Lösung wird nach Aufklappen der Karte sichtbar.

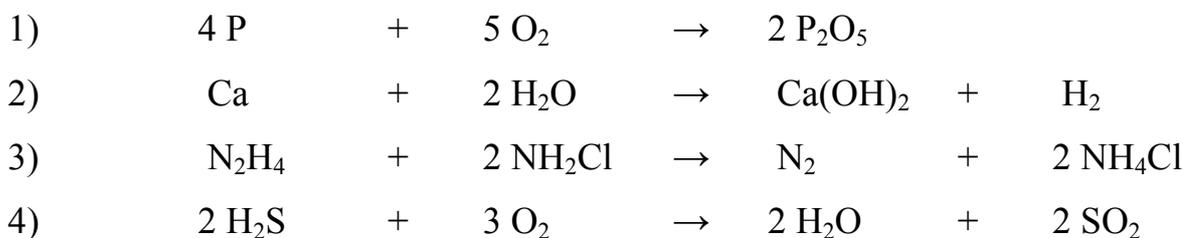
Ausgleichen von Reaktionsgleichungen durch Einfügen von Vorfaktoren

Folgende Reaktionsgleichungen müssen noch ergänzt werden!

Beachte dabei, dass die Formeln für die Stoffe selbst richtig eingesetzt wurden, so dass die Gleichungen nur durch entsprechende Faktoren auszugleichen sind.



☞ Wenn noch Hinweise benötigt werden: Lernkarte umdrehen.

Lösung: Aufgabe 3.6

Hinweise zur Aufgabe:

Beim Formulieren einer Reaktionsgleichung ist darauf zu achten, dass auf der *rechten und linken Seite* die *Anzahl der Elementsymbole für jede Atomsorte gleich ist*.

Beim Ausgleichen darf *eine Verhältnisformel nicht mehr verändert* werden, da sie durch das Atomzahlenverhältnis in der Verbindung festgelegt ist.

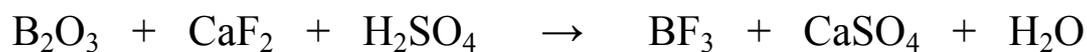
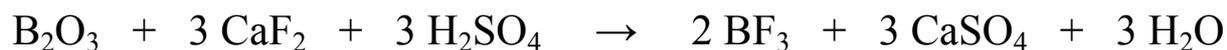


☞ Die Lösung wird nach Aufklappen der Karte sichtbar.

Ausgleichen einer Reaktionsgleichung durch Einfügen von Vorfaktoren

Folgende – recht knifflige – Reaktionsgleichungen muss noch ergänzt werden!

Die Formeln für die Stoffe selbst sind richtig eingesetzt, so dass die Gleichung „nur noch“ durch entsprechende Faktoren auszugleichen ist.

**Lösung: Aufgabe 3.7**

Ausgleichen einer Reaktionsgleichung durch Einfügen von Vorfaktoren

Folgende – recht knifflige – Reaktionsgleichungen muss noch ergänzt werden!

Die Formeln für die Stoffe selbst sind richtig eingesetzt, so dass die Gleichung „nur noch“ durch entsprechende Faktoren auszugleichen ist.

**Lösung: Aufgabe 3.8**

Überführen von Wortgleichungen in Symbolgleichungen mit Ausgleichen

Folgende Wortgleichungen sollen in Form chemischer Symbolgleichungen aufgeschrieben werden.

Setze für die aufgeführten Stoffe die richtigen chemischen Formeln ein und gleiche, wo notwendig, die Gleichung noch aus!

*Sind dir Formelzeichen unbekannt,
kannst du nachschauen;
z.B. in einem Periodensystem!*

- Schwefel verbrennt mit Sauerstoff zu Schwefeldioxid.
- Distickstoffpentaoxid wird zu Stickstoffdioxid und Sauerstoff zersetzt
- Eisen reagiert mit Wasser zu Dieisentrioxid und Wasserstoff
- Schwefeldichlorid und Natriumfluorid reagieren zu Schwefeltetrafluorid, Dischwefeldichlorid und Natriumchlorid



Lösung: Aufgabe 3.9



Überführen von Wortgleichungen in Symbolgleichungen mit Ausgleichen

Folgende Wortgleichungen sollen in Form chemischer Symbolgleichungen aufgeschrieben werden.

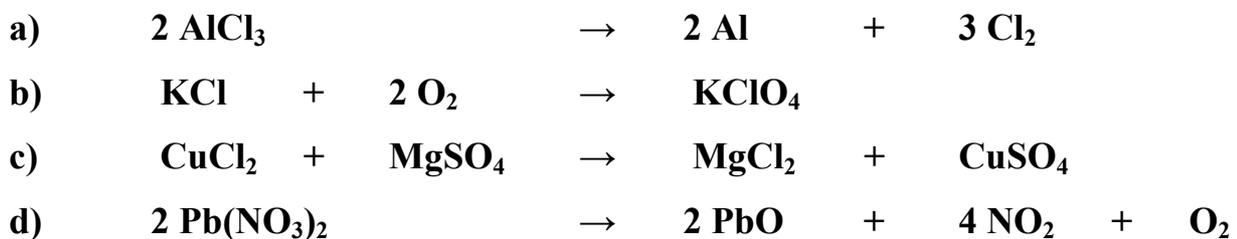
Setze für die aufgeführten Stoffe die richtigen chemischen Formeln ein und gleiche, wo notwendig, die Gleichung noch aus!



*Sind dir
Formelzeichen
unbekannt, kannst
du nachschauen;
z.B. in einem
Periodensystem!*

- Aluminiumtrichlorid zersetzt sich zu Aluminium und Chlor
- Kaliumchlorid und Sauerstoff reagieren zu Kaliumchlorat (KClO_4)
- Kupferdichlorid und Magnesiumsulfat (MgSO_4) reagieren
zu Magnesiumdichlorid und Kupfersulfat (CuSO_4)
- Bleioxid, Stickstoffdioxid und Sauerstoff entstehen aus Bleidinitrat ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$)

Lösung: Aufgabe 3.10



Aufstellung einer Reaktionsgleichung nach vorgegebenen Schritten

Die Elementgase Wasserstoff (H_2) und Sauerstoff (O_2) verbinden sich in der sogenannten Knallgasreaktion zu Wasser (H_2O).



Formuliere ausgehend vom Reaktionsschema entlang der folgenden Schritte die Reaktionsgleichung:

1. Wortgleichung
2. Einsetzen der Formeln für die Stoffe
3. Ausgleichen auf der Seite der Endstoffe
4. Ausgleichen auf der Seite der Ausgangsstoffe

Lösung: Aufgabe 3.11

1. Schritt: Aufstellen des Reaktionsschemas (Wortgleichung)

Wasserstoff + Sauerstoff → Wasser

2. Schritt: Einsetzen der Formeln für die Stoffe
(diese dürfen **nicht** mehr verändert werden)

H_2 + O_2 → H_2O

3. Schritt: Einrichten auf der Seite der Endstoffe
(aus 1 O_2 -Molekül entstehen 2 H_2O -Moleküle)

H_2 + O_2 → **2** H_2O

4. Schritt: Einrichten auf der Seite der Ausgangsstoffe
(2 H_2O -Moleküle erfordern 2 H_2 -Moleküle)

2 H_2 + **1** O_2 → **2** H_2O

Aufstellung einer Reaktionsgleichung nach vorgegebenen Schritten

Elementares Eisen lässt sich durch die Reaktion von Eisenoxid (oder genauer: Dieisen-trioxid; di = zwei, tri = drei) mit Magnesium gewinnen. Außerdem entsteht noch Magnesiumoxid.

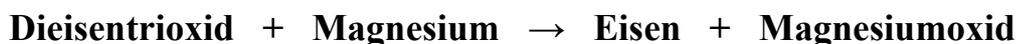
Formuliere ausgehend vom Reaktionsschema entlang der folgenden Schritte die Reaktionsgleichung:



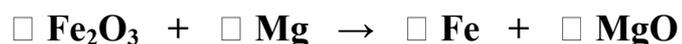
1. Wortgleichung
2. Einsetzen der Formeln für die Stoffe
3. Ausgleichen auf der Seite der Endstoffe
4. Ausgleichen auf der Seite der Ausgangsstoffe

Lösung: Aufgabe 3.12

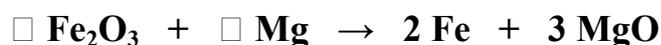
1. Schritt: Aufstellen des Reaktionsschemas (Wortgleichung)



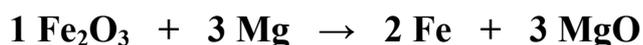
2. Schritt: Einsetzen der Formeln für die Stoffe
(diese dürfen **nicht** mehr verändert werden)



3. Schritt: Einrichten auf der Seite der Endstoffe
(aus 1 Fe_2O_3 -Teilchen entstehen 2 Fe -Teilchen und 3 MgO -Teilchen)



4. Schritt: Einrichten auf der Seite der Ausgangsstoffe
(3 MgO -Teilchen erfordern 3 Mg -Teilchen)

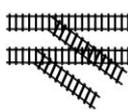


Aufstellung einer Reaktionsgleichung nach eigenen Schritten

Beim sogenannten „Thermit-Schweißverfahren“ wird die starke Hitzeentwicklung (bis 2500 °C) einer chemische Reaktion ausgenutzt, um Werkstücke aus Stahl miteinander zu verschweißen.



Ein Mischung aus Eisenoxid (oder genauer: Dieisen-trioxid: Fe_2O_3) und Aluminium wird durch ein Zündgemisch zur Reaktion gebracht. Dabei entsteht Aluminiumoxid (oder genauer: Dialuminium-trioxid: Al_2O_3) und Eisen, welches durch die große Hitze verflüssigt wird.

 Dadurch können dann beispielsweise die Endstücke von Eisenbahnschienen verbunden werden, da dort der Stahl schmilzt und zusammen mit dem flüssigen Eisen die Lücke umschließt.

Entwickle die Reaktionsgleichung, die die Wärme für das Verschweißen nach dem Thermit-Verfahren liefert!



Tipps:

- Gehe schrittweise vor! (Die Lösung ist auch in Schritten angegeben.)
- Konzentriere dich beim Ausgleichen zunächst auf eine Atomsorte!
- Kontrolliere durch Nachzählen!

Lösung: Aufgabe 3.13

1. Schritt: Aufstellen des Reaktionsschemas (Wortgleichung)

Eisenoxid + Aluminium → Eisen + Aluminiumoxid

2. Schritt: Einsetzen der Formeln für die Stoffe

Fe_2O_3 + Al → Fe + Al_2O_3

3. Schritt: Einrichten für eine Atomsorte



Es erscheint oft sinnvoll, sich nun zunächst auf die Atomsorte zu konzentrieren, die am häufigsten auftaucht, und alle weiteren darauf aufbauend auszugleichen. Hier ist dies für den Sauerstoff nicht mehr nötig, da das O-Symbol auf beiden Seiten dreimal vorkommt. Da links zweimal das Fe-Symbol in der Formel Fe_2O_3 auftaucht, muss rechts auch eine "2" vor das Fe-Symbol gesetzt werden.

Fe_2O_3 + Al → **2** Fe + Al_2O_3

4. Schritt: Vervollständigen der Gleichung und Kontrolle

Da auf der rechten Seite 2 Al-Symbole stehen, müssen links auch 2 Al-Symbole eingesetzt werden. Das Nachzählen für alle Atomsorten muss auf beiden Seiten die gleiche Anzahl für die jeweiligen Elementsymbole ergeben.

$\text{Fe}_2\text{O}_3 + 2 \text{Al} \rightarrow 2 \text{Fe} + \text{Al}_2\text{O}_3$



Aufstellung einer Reaktionsgleichung nach eigenen Schritten

Entwickle die Reaktionsgleichung für die Reaktion von Aluminium mit Kohlenstoffdioxid.

Es bilden sich Aluminiumoxid (oder genauer: Dialuminium-trioxid: Al_2O_3) und Kohlenstoff.

Tipps:

- Gehe schrittweise vor! (Die Lösung ist auch in Schritten angegeben.)
- Konzentriere dich beim Ausgleichen zunächst auf eine Atomsorte!
- Kontrolliere durch Nachzählen!



Lösung: Aufgabe 3.14

1. Schritt: Aufstellen des Reaktionsschemas (Wortgleichung)

Aluminium + Kohlenstoffdioxid → Aluminiumoxid + Kohlenstoff

2. Schritt: Einsetzen der Formeln für die Stoffe



3. Schritt: Einrichten für eine Atomsorte



Es erscheint oft sinnvoll, sich nun zunächst auf die Atomsorte zu konzentrieren, die am häufigsten auftaucht, und alle weiteren darauf aufbauend auszugleichen. Hier wird dies für den Sauerstoff vorgenommen. Man bildet das kleinste gemeinsame Vielfache der Anzahlen der O-Symbole auf der rechten und linken Seite (hier: von 2 und 3 = 6) und gleicht mit den entsprechenden Faktoren aus.



4. Schritt: Vervollständigen der Gleichung und Kontrolle

3 CO_2 -Teilchen setzen 3 C-Teilchen frei und 2 Al_2O_3 -Teilchen erfordern 4 Al-Teilchen. Das Nachzählen für alle Atomsorten muss auf beiden Seiten die gleiche Anzahl für die jeweiligen Elementsymbole ergeben.



Aufstellung einer Reaktionsgleichung nach eigenen Schritten

Bei der Verbrennung von Kohle und Erdöl entsteht als Nebenprodukt das giftige Gas Schwefeldioxid (SO₂). Dies verursacht den sauren Regen.



Damit es nicht in die Umwelt gelangt, kann man es mit einer Lösung aus Wasser, Ammoniak (NH₃) und Sauerstoff (O₂) binden. Dabei entsteht festes ungiftiges Ammoniumsulfat ((NH₄)₂SO₄), das als Düngemittel weiter verwendet werden kann.



Entwickle die Reaktionsgleichung für das Binden von Schwefeldioxid!

Tipps:

- Gehe schrittweise vor! (Die Lösung ist auch in Schritten angegeben. Diese können dir an einzelnen Stellen weiterhelfen.)
- Konzentriere dich beim Ausgleichen zunächst auf eine Atomsorte!
- Kontrolliere durch Nachzählen!

Lösung: Aufgabe 3.15

1. Schritt: Aufstellen des Reaktionsschemas (Wortgleichung)

Schwefeldioxid + Ammoniak + Wasser + Sauerstoff → Ammoniumsulfat

2. Schritt: Einsetzen der Formeln für die Stoffe

$\square \text{SO}_2 + \square \text{NH}_3 + \square \text{H}_2\text{O} + \square \text{O}_2 \rightarrow \square (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

3. Schritt: Einrichten für eine Atomsorte



Hier ist es sinnvoll, mit dem Sauerstoff zu beginnen, und alle weiteren Elementsymbole darauf aufbauend auszugleichen. (Dieser taucht am häufigsten in den verschiedenen Formeln auf!) Auf der linken Seite ist zunächst fünfmal das O-Symbol und auf der rechten Seite viermal. Also muss rechts mindestens eine "2" als Vorfaktor eingefügt werden. Nun ist zu erkennen, dass rechts neben acht O-Symbolen auch zwei S-Symbole auftreten. So ist es notwendig, links eine "2" vor die SO₂-Formel zu setzen und, um auf je acht O-Symbole zu kommen, noch eine "2" vor die H₂O-Formel.

$2 \text{SO}_2 + \square \text{NH}_3 + 2 \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow 2 (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

4. Schritt: Vervollständigen der Gleichung

Da auf der rechten Seite viermal das N-Symbol steht, müssen links auch vier NH₃-Formeln stehen. Damit stimmen auch die Anzahlen der H-Symbole mit jeweils 16 überein.

$2 \text{SO}_2 + 4 \text{NH}_3 + 2 \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow 2 (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

Je nachdem, auf welche Atomsorte du dich am Anfang konzentrierst, sind auch andere Lösungswege möglich!

Man kontrolliert durch Nachzählen der Elementsymbole. Auf beiden Seiten muss die jeweilige Anzahl für alle Elementsymbole gleich sein!



Lern-Set „Chemische Zeichensprache“:Überführen von chemischen Wortgleichungen in chemische Symbolgleichungen mit Ausgleichen durch Auslegen von Formel- und Zahlenkärtchen

Ihr findet auf der Rückseite kleine Zusatzkärtchen, auf denen die Verhältnisformeln der unten aufgeführten Stoffnamen sowie einige Vorfaktoren, Pluszeichen und Reaktionspfeile abgebildet sind.

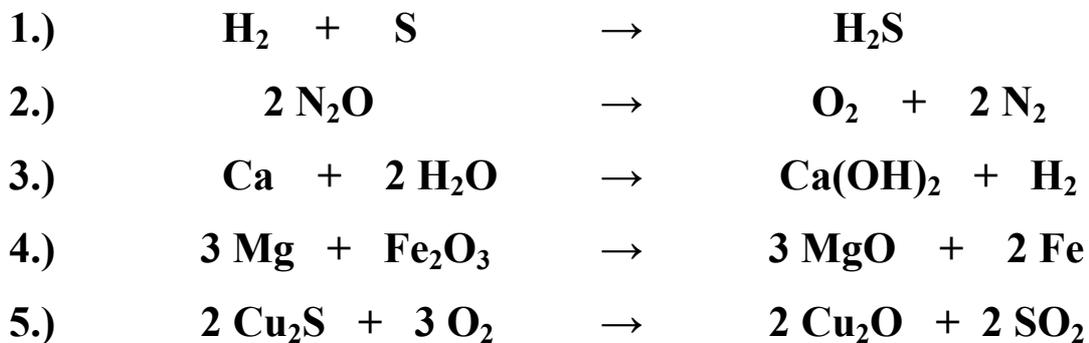
Mit ihnen sollst du die folgenden Wortgleichungen in Form vollständiger Reaktionsgleichungen auslegen:



„Achte darauf, dass dabei alle Kärtchen verwendet werden müssen!“

- 1.) Wasserstoff und Schwefel reagieren zu Schwefelwasserstoff
- 2.) Distickstoffoxid reagiert zu Sauerstoff und Stickstoff
- 3.) Calcium reagiert mit Wasser zu Calciumhydroxid und Wasserstoff
- 4.) Magnesiumoxid und Eisen entstehen aus Magnesium und Eisenoxid
- 5.) Dikupfersulfid und Sauerstoff reagieren zu Dikupferoxid und Schwefeldioxid

☞ Die Lösung wird nach Aufklappen der Karte sichtbar.

Lösung: Aufgabe 3.16

Material: Aufgabe 3.16

- 18 Formel-Kärtchen
- 10 Vorfaktor-Kärtchen
- 5 Reaktionspfeile
- 8 Pluszeichen



BITTE DAS MATERIAL PFLEGLICH BEHANDELN UND NACH GEBRAUCH SO HINTERLASSEN, DASS AUCH DER NÄCHSTE DIE AUFGABEN BEARBEITEN KANN!

Lern-Set „Chemische Zeichensprache“:
Aufstellen chemischer Symbolgleichungen mit Ausgleichen
durch Auslegen von Formel- und Zahlenkärtchen

Du findest auf der Rückseite kleine Zusatzkärtchen, auf denen die Summenformeln verschiedener Stoffnamen sowie einige Vorfaktoren und Reaktionspfeile abgebildet sind.

Kombiniere diese zu 5 vollständigen Reaktionsgleichungen, die du auf dem Tisch auslegst.

Dabei müssen alle Kärtchen verwendet werden!

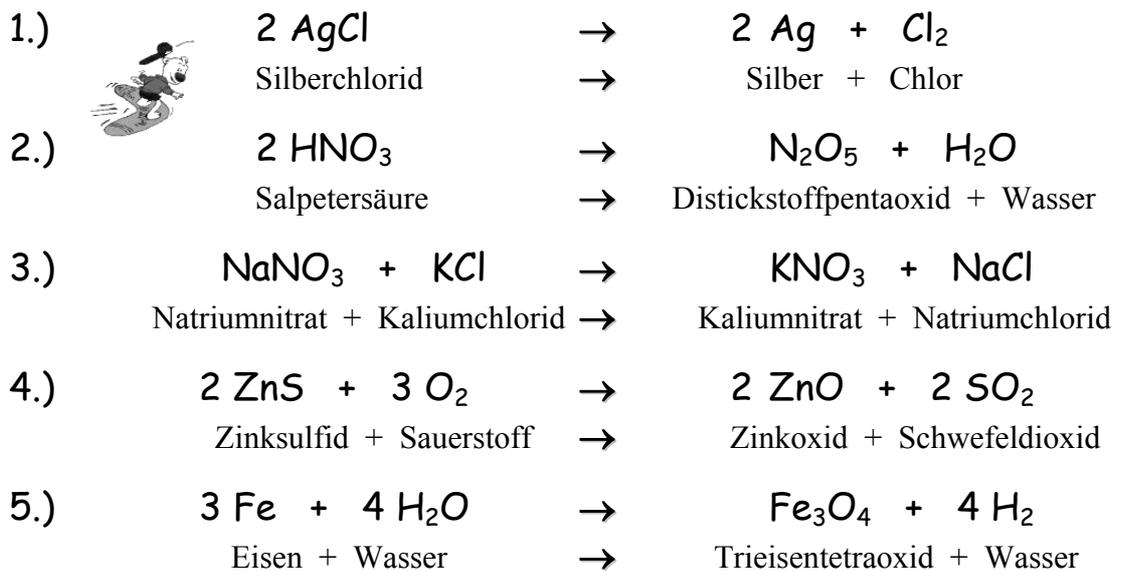
Kennst du die dazugehörigen Wortgleichungen?

TIPP: „Versuche zuerst die passenden Ausgangs- und Endstoffe einer Reaktion zu finden, bevor du ausgleichst!“



☞ Die Lösung wird nach Aufklappen der Karte sichtbar.

Lösung: Aufgabe 3.17



Material: Aufgabe 3.17

- 18 Formel-Kärtchen
- 10 Vorfaktor-Kärtchen
- 5 Reaktionspfeile
- 8 Pluszeichen



BITTE DAS MATERIAL PFLEGLICH BEHANDELN UND NACH GEBRAUCH SO HINTERLASSEN, DASS AUCH DER NÄCHSTE DIE AUFGABEN BEARBEITEN KANN!

Lern-Puzzle: Reaktionspartner zuordnen

Auf der Rückseite findet ihr kleine Zusatzkärtchen mit den Namen der **Ausgangsstoffe** (Edukte) und **Endstoffe** (Produkte) von verschiedenen Reaktionen.



„Oh... je!
...am besten bringst du erst mal Ordnung in das
Durcheinander, indem du alle Kärtchen
auf den Tisch sortierst!“

**Aufgabe:**

Kombiniere die passenden Reaktionspartner so, dass du 5 chemische Reaktionen erhältst, und notiere dir die entsprechenden Wortgleichungen. Dabei müssen **alle** Namenskärtchen verwendet werden!

Übertrage danach die Wortgleichungen in die chemische Symbolschreibweise. Kontrolliere, ob eine Reaktionsgleichung noch auszugleichen ist!

☞ Die Lösung wird nach Aufklappen der Karte sichtbar.

Lösung: Aufgabe 3.18

- | | | | |
|----|--------------------------------|---|--------------------------------|
| 1. | Wasserstoff + Sauerstoff | → | Wasser |
| 2. | Eisen + Schwefel | → | Eisensulfid |
| 3. | Kohlenstoff + Kohlendioxid | → | Kohlenmonooxid |
| 4. | Magnesium + Wasserstoffchlorid | → | Magnesiumchlorid + Wasserstoff |
| 5. | Dikupferoxid + Magnesium | → | Kupfer + Magnesiumoxid |

- | | | | | | | | |
|----|-------------------|---|-----------------|---|--------------------|---|----------------|
| 1. | 2 H ₂ | + | O ₂ | → | 2 H ₂ O | | |
| 2. | Fe | + | S | → | FeS | | |
| 3. | C | + | CO ₂ | → | 2 CO | | |
| 4. | Mg | + | 2 HCl | → | MgCl ₂ | + | H ₂ |
| 5. | Cu ₂ O | + | Mg | → | 2 Cu | + | MgO |

Material: Aufgabe 3.18

- 10 Stoffnamens-Kärtchen für **EDUKTE**
- 7 Stoffnamens-Kärtchen für **PRODUKTE**
- 5 Reaktionspfeile
- 7 Pluszeichen



BITTE DAS MATERIAL PFLEGLICH BEHANDELN UND NACH GEBRAUCH SO HINTERLASSEN, DASS AUCH DER NÄCHSTE DIE AUFGABEN BEARBEITEN KANN!

Schwefel	Dikupferoxid	Kohlendioxid
<i>Kupfer</i>	<i>Kohlmonoxid</i>	<i>Eisensulfid</i>
<i>Wasser</i>	<i>Magnesiumoxid</i>	<i>Wasserstoff</i>

Sauerstoff	Eisen		Magnesium
Wasserstoff	Wasserstoffchlorid		Magnesium
Kohlenstoff	<i>Magnesiumchlorid</i>		

→	→	→	→	→	→
---	---	---	---	---	---

+	+	+	+	+	+	+
---	---	---	---	---	---	---

Lern-Spiel „Chemory“:
Zuordnung von Ausgangs- und Endstoffen zu einer Reaktion

Ihr findet auf der Rückseite kleine Zusatzkärtchen mit den rechten und linken Seiten von insgesamt 10 Reaktionsgleichungen.



Findet die zusammengehörenden Paare (z.B.: $2 H_2O + O_2$ und H_2O)!

Gespielt wird nach folgenden *Memory*-Regeln:

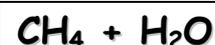
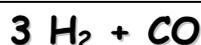
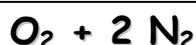
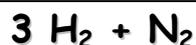
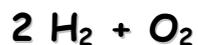
- Die Kärtchen werden gemischt und verdeckt auf dem Tisch ausgelegt.
- Reihum dürfen immer nur *zwei* Kärtchen umgedreht werden. Wenn diese zusammenpassen, darf der Spieler das Kärtchenpaar behalten und einen weiteren Versuch starten.
- Gehören die Kärtchen nicht zusammen, werden sie an derselben Stelle wieder umgedreht und der nächste Spieler ist an der Reihe.
- Gewonnen hat der Spieler, der am Ende die meisten Paare besitzt.

„Wenn ihr euch nicht sicher seid, ob eine Paarung stimmt, entscheidet gemeinsam darüber oder fragt nach!“



☞ Die korrekten Paarungen werden nach Aufklappen der Karte sichtbar.

Lösung: Aufgabe 3.19



Material: Aufgabe 3.19

- **10 Formel-Kärtchen mit Ausgangsstoffen**
- **10 Formel-Kärtchen mit Endstoffen**



BITTE DAS MATERIAL PFLEGLICH BEHANDELN UND NACH GEBRAUCH SO HINTERLASSEN, DASS AUCH DER NÄCHSTE DIE AUFGABEN BEARBEITEN KANN!



Erweiterung der Lernkartei

Formuliert eure eigene Aufgabe, die zu diesem Kapitel (Ausgleichen von Reaktionsgleichungen) der Lernkartei „*Chemische Formeln und Gleichungen*“ hinzugefügt werden kann!

Hinweise:



Benutzt eine Karte, die ihr bereits bearbeitet habt, als Vorlage. Findet (z.B. aus einem Chemiebuch) ähnliche Beispiele, die in eine Aufgabenstellung gebracht werden können.

Erstellt eine geeignete Fragestellung mit entsprechender Musterlösung!

IV. Chemische Formeln und Massenverhältnisse

Themen dieses Kapitels:

- Berechnung molarer Massen
- Stoffnamen und dazugehörige Formeln
- Aufstellen und Bedeutung von Verhältnisformeln
- Stoffmengen (Mole), molare Massen und Massen von Stoffportionen und ihre mathematische Bestimmung
- Rechnungen mit der atomaren Masseneinheit u

Bestimmung von molaren Massen

Berechne mit Hilfe der Angaben die molaren Massen (M) der folgenden Stoffe!

**Angaben:**

$$M(\text{H}) = 1 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{C}) = 12 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{N}) = 14 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{O}) = 16 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{Na}) = 23 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{S}) = 32 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{Cl}) = 35,5 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{K}) = 39 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{Ca}) = 40 \text{ g/mol}$$

Rechne nach dem vorgegebenen Beispiel:

$$\begin{aligned} 1.) \text{ CaCl}_2: \quad M(\text{CaCl}_2) &= 1 \cdot M(\text{Ca}) + 2 \cdot M(\text{Cl}) \\ &= 40 \text{ g/mol} + 2 \cdot 35,5 \text{ g/mol} \\ &= 111 \text{ g/mol} \end{aligned}$$



Aufgaben:

**Lösung: Aufgabe 4.1**

$$1.) \quad M(\text{CaCl}_2) = 111 \text{ g/mol}$$

$$4.) \quad M(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 232 \text{ g/mol}$$

$$2.) \quad M(\text{NaCl}) = 58,5 \text{ g/mol}$$

$$5.) \quad M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 106 \text{ g/mol}$$

$$3.) \quad M(\text{KNO}_3) = 101 \text{ g/mol}$$

$$6.) \quad M(\text{FeS}) = 88 \text{ g/mol}$$



Bestimmung von molaren Massen

Berechne mit Hilfe der Angaben die molaren Massen (M) der folgenden Stoffe!

Angaben:

$$M(\text{H}) = 1 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{C}) = 12 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{N}) = 14 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{O}) = 16 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{Mg}) = 24 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{Al}) = 27 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{S}) = 32 \text{ g/mol}$$

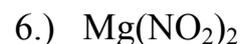
$$M(\text{Fe}) = 56 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{Br}) = 80 \text{ g/mol}$$

Rechne nach dem vorgegebenen Beispiel:

$$\begin{aligned} 1.) \text{ MgBr}_2 \quad M(\text{MgBr}_2) &= M(\text{Mg}) + 2 \cdot M(\text{Br}) \\ &= 24 \text{ g/mol} + 2 \cdot 80 \text{ g/mol} \\ &= 184 \text{ g/mol} \end{aligned}$$

Aufgaben:

**Lösung: Aufgabe 4.2**

1.) $M(\text{MgBr}_2) = 111 \text{ g/mol}$

2.) $M(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 74 \text{ g/mol}$

3.) $M(\text{H}_2\text{CO}_3) = 62 \text{ g/mol}$

4.) $M(\text{Al}(\text{OH})_3) = 78 \text{ g/mol}$

5.) $M((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4) = 132 \text{ g/mol}$

6.) $M(\text{Mg}(\text{NO}_2)_2) = 116 \text{ g/mol}$

Von der Verhältnisformel zum Massenverhältnis

Weißes Kupfersulfat besitzt die Verhältnisformel CuSO_4 .

In welchem Massenverhältnis stehen die Elemente Kupfer, Schwefel und Sauerstoff in dieser Verbindung zueinander?



Hinweise:

$$m \text{ (Cu-Atom)} = 63,5 \text{ u}$$

$$m \text{ (S-Atom)} = 32 \text{ u}$$

$$m \text{ (O-Atom)} = 16 \text{ u}$$



es gilt:

Masse der Stoffportion $m = \text{Anzahl der Atome } N \cdot \text{Atommasse } m$

Lösung: Aufgabe 4.3

Aus der Formel CuSO_4 folgt, dass die Anzahl N der jeweiligen Atome zueinander im folgendem Verhältnis stehen:

$$N(\text{Cu-Atome}) : N(\text{S-Atome}) : N(\text{O-Atome}) = 1 : 1 : 4$$

Berechnung der Massen der einzelnen Stoffportionen:

$$m(\text{Kupfer}) = N(\text{Cu-Atome}) \cdot m(\text{Cu-Atom}) = 1 \cdot 63,5 \text{ u} = 63,5 \text{ u}$$

$$m(\text{Schwefel}) = N(\text{S-Atome}) \cdot m(\text{S-Atom}) = 1 \cdot 32 \text{ u} = 32 \text{ u}$$

$$m(\text{Sauerstoff}) = N(\text{O-Atome}) \cdot m(\text{O-Atom}) = 4 \cdot 16 \text{ u} = 64 \text{ u}$$

Das Massenverhältnis der Elemente im Kupfersulfat beträgt also:

$$\text{Kupfer} : \text{Schwefel} : \text{Sauerstoff} = 63,5 : 32 : 64 \approx 2 : 1 : 2$$



Von der Verhältnisformel zum Massenverhältnis

In der Chemie kennt man drei verschiedene Eisenoxide, die folgende Verhältnisformeln besitzen:

Schwarzes Eisenmonooxid	FeO
Rotes Dieisentrioxid	Fe₂O₃
Schwarzes Trieisentetraoxid	Fe₃O₄

Hinweise: $M(\text{O}) = 16 \text{ g/mol}$
 $M(\text{Fe}) = 56 \text{ g/mol}$

Aufgaben:

- Berechne für jedes Eisenoxid die molare Masse M !
- Bestimme das jeweilige Massenverhältnis $m(\text{Fe})$ zu $m(\text{O})$!



Lösung: Aufgabe 4.4

a) Berechnung der molaren Massen:

$$M(\text{FeO}) = 1 \cdot M(\text{Fe}) + 1 \cdot M(\text{O}) = 1 \cdot 56 \text{ g/mol} + 1 \cdot 16 \text{ g/mol} = \mathbf{72 \text{ g/mol}}$$

$$\begin{aligned} M(\text{Fe}_2\text{O}_3) &= 2 \cdot M(\text{Fe}) + 3 \cdot M(\text{O}) = 2 \cdot 56 \text{ g/mol} + 3 \cdot 16 \text{ g/mol} \\ &= 112 \text{ g/mol} + 48 \text{ g/mol} = \mathbf{160 \text{ g/mol}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M(\text{Fe}_3\text{O}_4) &= 3 \cdot M(\text{Fe}) + 4 \cdot M(\text{O}) = 3 \cdot 56 \text{ g/mol} + 4 \cdot 16 \text{ g/mol} \\ &= 168 \text{ g/mol} + 64 \text{ g/mol} = \mathbf{232 \text{ g/mol}} \end{aligned}$$



b) Berechnung der Massenverhältnisse:



Die Massenverhältnisse lassen sich aus den Verhältnissen der Molmassen ableiten, wenn für jedes Element die Anzahl der Atome in der Verbindung berücksichtigt wird; also (wie oben) jeweils die Anzahl der Atome mit der Molmasse des Elements multipliziert wird.

Für FeO: $m(\text{Fe}) : m(\text{O}) = 1 \cdot 56 \text{ g/mol} : 1 \cdot 16 \text{ g/mol} = 56 : 16 = \mathbf{7 : 2}$

Für Fe₂O₃: $m(\text{Fe}) : m(\text{O}) = 2 \cdot 56 \text{ g/mol} : 3 \cdot 16 \text{ g/mol} = 112 : 48 = \mathbf{7 : 3}$

Für Fe₃O₄: $m(\text{Fe}) : m(\text{O}) = 3 \cdot 56 \text{ g/mol} : 4 \cdot 16 \text{ g/mol} = 168 : 64 = \mathbf{21 : 8}$

Von der Verhältnisformel zum Massenverhältnis

Die Elemente Silber und Schwefel verbinden sich zu Silbersulfid, das die Verhältnisformel Ag_2S besitzt.

In welchem Massenverhältnis reagieren die Elemente miteinander?



Hinweise:



$$M(\text{S}) = 32 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{Ag}) = 108 \text{ g/mol}$$

Lösung: Aufgabe 4.5



Aus der Verhältnisformel folgt, dass immer zwei Silber-Teilchen mit einem Schwefel-Teilchen reagieren; also reagieren auch zwei Mol Silber mit einem Mol Schwefel:

Damit ergibt sich für das Stoffmengenverhältnis:
$$\frac{n(\text{Ag})}{n(\text{S})} = \frac{2}{1}$$

Die Berechnung der Massenportionen erfolgt mit Hilfe der Molmasse:

$$\text{Anzahl der Mole } n = \frac{\text{Masse der Stoffportion } m}{\text{Molmasse des Stoffes } M} \Leftrightarrow$$

Masse der Stoffportion $m = \text{Anzahl der Mole } n \cdot \text{Molmasse des Stoffes } M$

$$m(\text{Ag}) = n(\text{Ag}) \cdot M(\text{Ag}) = 2 \text{ mol} \cdot 108 \text{ g/mol} = \mathbf{216 \text{ g}}$$

$$m(\text{S}) = n(\text{S}) \cdot M(\text{S}) = 1 \text{ mol} \cdot 32 \text{ g/mol} = \mathbf{32 \text{ g}}$$



Für das Massenverhältnis folgt: $m(\text{Ag}) : m(\text{S}) = 216 \text{ g} : 32 \text{ g} = 27 : 4$

Die Elemente Silber und Schwefel reagieren zu Silbersulfid in einem Massenverhältnis von 27 zu 4.

Vom Massenverhältnis zur Verhältnisformel

Die Elemente Caesium und Chlor reagieren miteinander in einem Massenverhältnis von 15 zu 4 zu Caesiumchlorid.

Wie lautet die Verhältnisformel von Caesiumchlorid ?

Hinweise:

$$M(\text{Cs}) = 133 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{Cl}) = 35,5 \text{ g/mol}$$



M steht ... für die Molmasse des Stoffes ... aber was ist noch mal ein Mol ..?

Lösung: Aufgabe 4.6

Das Massenverhältnis Caesium zu Chlor ist gegeben durch:

$$\frac{m(\text{Caesium})}{m(\text{Chlor})} = \frac{15}{4}$$

Und es gilt:

$$\text{Anzahl der Mole } n = \frac{\text{Masse der Stoffportion } m}{\text{Molmasse des Stoffes } M}$$

$$n(\text{Cs}) = \frac{m(\text{Cs})}{M(\text{Cs})} = \frac{15 \text{ g}}{133 \text{ g/mol}} = 0,11 \text{ mol}$$

$$n(\text{Cl}) = \frac{m(\text{Cl})}{M(\text{Cl})} = \frac{4 \text{ g}}{35,5 \text{ g/mol}} = 0,11 \text{ mol}$$

Bedenke ..!
Mole geben die Anzahl der Teilchen in einer Stoffportion an.

Das Molzahlenverhältnis entspricht dem Atomzahlenverhältnis:

$$\frac{n(\text{Cs})}{n(\text{Cl})} = \frac{0,11 \text{ mol}}{0,11 \text{ mol}} = \frac{1}{1} \Rightarrow \text{Verhältnisformel von Caesiumchlorid: } \text{Cs}_1\text{Cl}_1 = \text{CsCl}$$



Vom Massenverhältnis zur Verhältnisformel

In einem Stickoxid stehen die Elemente Stickstoff und Sauerstoff zueinander in einem Massenverhältnis von 7 zu 12.

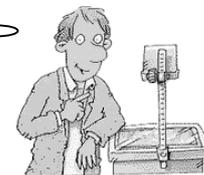
Wie lautet die Verhältnisformel dieses Stickoxids?

Hinweise:

$$M(\text{N}) = 14 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{O}) = 16 \text{ g/mol}$$

Bestimme die Lösung, indem du das Verhältnis der Stoffmengen berechnest!

Lösung: Aufgabe 4.7

Das Massenverhältnis Stickstoff zu Sauerstoff ist gegeben durch:

$$\frac{m(\text{Stickstoff})}{m(\text{Sauerstoff})} = \frac{7}{12}$$

Und es gilt:

$$\text{Anzahl der Mole } n = \frac{\text{Masse der Stoffportion } m}{\text{Molmasse des Stoffes } M}$$

$$n(\text{N}) = \frac{m(\text{N})}{M(\text{N})} = \frac{7 \text{ g}}{14 \text{ g/mol}} = 0,5 \text{ mol}$$

$$n(\text{O}) = \frac{m(\text{O})}{M(\text{O})} = \frac{12 \text{ g}}{16 \text{ g/mol}} = 0,75 \text{ mol}$$

Die Stoffmenge n (mit der Einheit „mol“) gibt die Teilchenanzahl in einer Stoffportion an!

Das Molzahlenverhältnis entspricht dem Atomzahlenverhältnis:

$$\frac{n(\text{N})}{n(\text{O})} = \frac{0,5 \text{ mol}}{0,75 \text{ mol}} = \frac{2}{3} \Rightarrow \text{Verhältnisformel des Stickoxids: } \text{N}_2\text{O}_3$$



Vom Massenverhältnis zur Verhältnisformel

Bei der Reaktion von 13,9 g Kupfer mit 8,2 g Fluor entsteht Kupferfluorid.

Ermittle die Verhältnisformel von Kupferfluorid, indem du die Anzahl der Atome in der jeweiligen Stoffportion berechnest!



Hinweise:

$$m(\text{Cu-Atom}) = 64 \text{ u}$$

$$m(\text{F-Atom}) = 19 \text{ u}$$

$$1 \text{ g} = 6 \cdot 10^{23} \text{ u}$$

Lösung: Aufgabe 4.8



es gilt:

$$\text{Anzahl der Atome } N = \frac{\text{Masse der Stoffportion } m}{\text{Masse 1 Atom } m}$$

$$\begin{aligned} N(\text{Cu}) &= \frac{m(\text{Kupferportion})}{m(1 \text{ Cu - Atom})} \\ &= \frac{13,9 \text{ g}}{64 \text{ u}} = \frac{13,9 \cdot 6 \cdot 10^{23} \text{ u}}{64 \text{ u}} = 1,3 \cdot 10^{22} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N(\text{F}) &= \frac{m(\text{Fluorportion})}{m(1 \text{ F - Atom})} \\ &= \frac{8,2 \text{ g}}{19 \text{ u}} = \frac{8,2 \cdot 6 \cdot 10^{23} \text{ u}}{19 \text{ u}} = 2,6 \cdot 10^{22} \end{aligned}$$

Atomzahlenverhältnis:
$$\frac{N(\text{Cu})}{N(\text{F})} = \frac{1,3 \cdot 10^{22}}{2,6 \cdot 10^{22}} = \frac{1}{2}$$



Die Verhältnisformel von Kupferfluorid ist also $\text{Cu}_1\text{F}_2 = \text{CuF}_2$.

Vom Massenverhältnis zur Verhältnisformel

Bei der Zerlegung von 4,5 g Bleichlorid entstehen neben Chlor 4,14 g Blei.

Ermittle die Verhältnisformel von Bleichlorid, indem du die Anzahl der Atome in der jeweiligen Stoffportion berechnest!



Hinweise:

$$m(\text{Pb-Atom}) = 207 \text{ u}$$

$$m(\text{Cl-Atom}) = 35,5 \text{ u}$$

$$1 \text{ g} = 6 \cdot 10^{23} \text{ u}$$

Lösung: Aufgabe 4.9

Nach dem Gesetz der Erhaltung der Masse folgt:

$$\begin{aligned} m(\text{Bleichloridportion}) - m(\text{Bleiportion}) &= m(\text{Chlorportion}) \\ 4,5 \text{ g} - 4,14 \text{ g} &= 0,36 \text{ g} \end{aligned}$$



es gilt: Anzahl der Atome $N = \frac{\text{Masse der Stoffportion } m}{\text{Masse 1 Atom } m}$

$$\begin{aligned} N(\text{Pb}) &= \frac{m(\text{Bleiportion})}{m(1 \text{ Pb-Atom})} \\ &= \frac{4,14 \text{ g}}{207 \text{ u}} = \frac{4,14 \cdot 6 \cdot 10^{23} \text{ u}}{207 \text{ u}} = 1,2 \cdot 10^{22} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N(\text{Cl}) &= \frac{m(\text{Chlorportion})}{m(1 \text{ Cl-Atom})} \\ &= \frac{0,36 \text{ g}}{35,5 \text{ u}} = \frac{0,36 \cdot 6 \cdot 10^{23} \text{ u}}{35,5 \text{ u}} = 6 \cdot 10^{21} \end{aligned}$$

Atomzahlenverhältnis: $\frac{N(\text{Pb})}{N(\text{Cl})} = \frac{1,2 \cdot 10^{22}}{6 \cdot 10^{21}} = \frac{2}{1}$



Die Verhältnisformel von Bleichlorid ist also $\text{Pb}_2\text{Cl}_2 = \text{PbCl}_2$.

Vom Massenverhältnis zur Verhältnisformel

Ein Händler für Edelmetalle muss seine Preise genau kennen:

- Reines Silber hat einen Wert von 185 € pro Kilogramm.
- Aus Silberoxid kann man reines Silber gewinnen. Es hat einen Preis von 172 € pro Kilogramm. (Dabei hat der Sauerstoff keinen Geldwert).



Ermittle die Verhältnisformel von Silberoxid!



„Bestimme zunächst das Massenverhältnis von Silber zu Sauerstoff im Silberoxid!“

Angaben :



$$M(\text{Ag}) = 108 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{O}) = 16 \text{ g/mol}$$

Lösung: Aufgabe 4.10

Der Silberanteil in einem Kilogramm Silberoxid ergibt sich aus: $\frac{172 \text{ € / kg}}{185 \text{ € / kg}} = 0,93$

Für das Massenverhältnis folgt: $\frac{m(\text{Ag})}{m(\text{O})} = \frac{0,93}{0,07}$

(Dies bedeutet, dass in 1 kg Silberoxid 0,93 kg Silber und 0,07 kg Sauerstoff enthalten sind.)



Es gilt:



$$\text{Stoffmenge } n = \frac{\text{Masse der Stoffportion } m}{\text{Molmasse des Stoffes } M}$$

$$n(\text{Ag}) = \frac{m(\text{Ag})}{M(\text{Ag})}$$

$$= \frac{0,93 \text{ kg}}{108 \text{ g/mol}} = \frac{930 \text{ g}}{108 \text{ g/mol}} = 8,6 \text{ mol}$$

$$n(\text{O}) = \frac{m(\text{O})}{M(\text{O})}$$

$$= \frac{0,07 \text{ kg}}{16 \text{ g/mol}} = \frac{70 \text{ g}}{16 \text{ g/mol}} = 4,3 \text{ mol}$$

$$\text{Stoffmengenverhältnis: } \frac{n(\text{Ag})}{n(\text{O})} = \frac{8,6 \text{ mol}}{4,3 \text{ mol}} = \frac{2}{1}$$



Die Verhältnisformel von Silberoxid ist also **Ag₂O**.

Erweiterung der Lernkartei

Formuliert eure eigene Aufgabe, die zu diesem Kapitel (Chemische Formeln und Massenverhältnisse) der Lernkartei „*Chemische Formeln und Gleichungen*“ hinzugefügt werden kann!

Hinweise:



Benutzt eine Karte, die ihr bereits bearbeitet habt, als Vorlage. Findet (z.B. aus einem Chemiebuch) ähnliche Beispiele, die in eine Aufgabenstellung gebracht werden können.

Erstellt eine geeignete Fragestellung mit entsprechender Musterlösung!

V. Vom Experiment zur Reaktionsgleichung

Themen dieses Kapitels:

- Stoffmengen (Mole), molare Massen und Massen von Stoffportionen und ihre mathematische Bestimmung
- Stoffnamen und dazugehörige Formeln
- Aufstellen und Bedeutung von Formeln und Reaktionsgleichungen
- Stoffmengenverhältnisse
- Die Regel von AVOGADRO und das Molvolumen eines Gases

Umrechnungen zwischen Masse von Stoffportionen und Stoffmenge

Mit der folgenden Formel kann man aus der *Masse einer Stoffportion* m die darin enthaltene *Stoffmenge* n (= Teilchenanzahl) berechnen:

$$n \text{ in mol} = \frac{m \text{ in g}}{M \text{ in g/mol}}$$

Welche Stoffmengen haben folgende Stoffportionen ?

- a) 27 g Wasser (H₂O)
- b) 10 g Calcium (Ca)
- c) 21 g Stickstoff (N₂)

Welche Massen besitzen diese Stoffmengen?

- d) 2,5 mol Wasserstoff (H₂)
- e) 1,4 mol Schwefel (S)
- f) 3 mol Calciumoxid (CaO)

Angaben:

$$M(\text{H}) = 1 \text{ g/mol} \quad M(\text{O}) = 16 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{N}) = 14 \text{ g/mol} \quad M(\text{S}) = 32 \text{ g/mol} \quad M(\text{Ca}) = 40 \text{ g/mol}$$



„Berechne mit den Angaben die jeweiligen Molmassen M ; du findest ein Beispiel zu jeder Rechnung auf der Rückseite!“

Lösung: Aufgabe 5.1

a) 27 g Wasser (H₂O)

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{27 \text{ g}}{18 \text{ g/mol}} = \mathbf{1,5 \text{ mol}}$$

d) 2,5 mol Wasserstoff (H₂)

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

$$= 2,5 \text{ mol} \cdot 2 \text{ g/mol} = \mathbf{5 \text{ g}}$$

b) 10 g Calcium (Ca)

$$n(\text{Ca}) = \frac{m(\text{Ca})}{M(\text{Ca})} = \frac{10 \text{ g}}{40 \text{ g/mol}} = \mathbf{0,25 \text{ mol}}$$

e) 1,4 mol Schwefel (S)

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

$$= 1,4 \text{ mol} \cdot 32 \text{ g/mol} = \mathbf{44,8 \text{ g}}$$

c) 21 g Stickstoff (N₂)

$$n(\text{N}_2) = \frac{m(\text{N}_2)}{M(\text{N}_2)} = \frac{21 \text{ g}}{28 \text{ g/mol}} = \mathbf{0,75 \text{ mol}}$$

f) 3 mol Calciumoxid (CaO)

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

$$= 3 \text{ mol} \cdot 56 \text{ g/mol} = \mathbf{168 \text{ g}}$$

Hinweise:

Rechenbeispiel:
Stoffmenge einer Stoffportion

a) 27 g Wasser (H_2O)

$$\begin{aligned}M(\text{H}_2\text{O}) &= 2 \cdot M(\text{H}) + 1 \cdot M(\text{O}) \\ &= 2 \cdot 1 \text{ g/mol} + 1 \cdot 16 \text{ g/mol} \\ &= 18 \text{ g/mol}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}n(\text{H}_2\text{O}) &= \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} \\ &= \frac{27 \text{ g}}{18 \text{ g/mol}} = \mathbf{1,5 \text{ mol}}\end{aligned}$$

Rechenbeispiel:
Masse einer Stoffmenge

d) 2,5 mol Wasserstoff (H_2)

$$\begin{aligned}M(\text{H}_2) &= 2 \cdot M(\text{H}) \\ &= 2 \cdot 1 \text{ g/mol} = 2 \text{ g/mol}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}n(\text{H}_2) &= \frac{m(\text{H}_2)}{M(\text{H}_2)} \Leftrightarrow \\ m(\text{H}_2) &= n(\text{H}_2) \cdot M(\text{H}_2) \\ &= 2,5 \text{ mol} \cdot 2 \text{ g/mol} = \mathbf{5 \text{ g}}\end{aligned}$$

Umrechnungen zwischen Masse von Stoffportionen und Stoffmenge

Mit der folgenden Formel kann man aus der *Masse einer Stoffportion* m die darin enthaltene *Stoffmenge* n (= Teilchenanzahl) berechnen:

$$n \text{ in mol} = \frac{m \text{ in g}}{M \text{ in g/mol}}$$

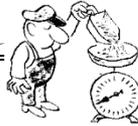
Welche Stoffmengen haben folgende Stoffportionen?

- a) 66 g Kohlenstoffdioxid (CO₂)
- b) 40 g Magnesiumoxid (MgO)
- c) 62 g Phosphor (P)

Welche Massen besitzen diese Stoffmengen?

- d) 0,5 mol Sauerstoff (O₂)
- e) 3 mol Methan (CH₄)
- f) 0,2 mol Magnesium (Mg)

„Berechne mit den Angaben die jeweiligen Molmassen M ; du findest ein Beispiel zu jeder Rechnung auf der Rückseite!“



Angaben:

$$M(\text{H}) = 1 \text{ g/mol} \quad M(\text{C}) = 12 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{O}) = 16 \text{ g/mol} \quad M(\text{Mg}) = 24 \text{ g/mol} \quad M(\text{P}) = 31 \text{ g/mol}$$

Lösung: Aufgabe 5.2

a) 66 g Kohlenstoffdioxid (CO₂):

$$n(\text{CO}_2) = \frac{m(\text{CO}_2)}{M(\text{CO}_2)} = \frac{66 \text{ g}}{44 \text{ g/mol}} = \mathbf{1,5 \text{ mol}}$$

d) 0,5 mol Sauerstoff (O₂):

$$\begin{aligned} m(\text{O}_2) &= n(\text{O}_2) \cdot M(\text{O}_2) \\ &= 0,5 \text{ mol} \cdot 32 \text{ g/mol} = \mathbf{16 \text{ g}} \end{aligned}$$

b) 40 g Magnesiumoxid (MgO):

$$n(\text{MgO}) = \frac{m(\text{MgO})}{M(\text{MgO})} = \frac{40 \text{ g}}{40 \text{ g/mol}} = \mathbf{1 \text{ mol}}$$

e) 3 mol Methan (CH₄):

$$\begin{aligned} m(\text{CH}_4) &= n(\text{CH}_4) \cdot M(\text{CH}_4) \\ &= 3 \text{ mol} \cdot 16 \text{ g/mol} = \mathbf{48 \text{ g}} \end{aligned}$$

c) 62 g Phosphor (P):

$$n(\text{P}) = \frac{m(\text{P})}{M(\text{P})} = \frac{62 \text{ g}}{31 \text{ g/mol}} = \mathbf{2 \text{ mol}}$$

f) 0,2 mol Magnesium (Mg):

$$\begin{aligned} m(\text{Mg}) &= n(\text{Mg}) \cdot M(\text{Mg}) \\ &= 0,2 \text{ mol} \cdot 24 \text{ g/mol} = \mathbf{4,8 \text{ g}} \end{aligned}$$

Hinweise:

**Rechenbeispiel:
Stoffmenge einer Stoffportion**a) 66 g Kohlenstoffdioxid (CO₂):

$$\begin{aligned}M(\text{CO}_2) &= 1 \cdot M(\text{C}) + 2 \cdot M(\text{O}) \\ &= 1 \cdot 12 \text{ g/mol} + 2 \cdot 16 \text{ g/mol} \\ &= 44 \text{ g/mol}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}n(\text{CO}_2) &= \frac{m(\text{CO}_2)}{M(\text{CO}_2)} \\ &= \frac{66 \text{ g}}{44 \text{ g/mol}} = \mathbf{1,5 \text{ mol}}\end{aligned}$$

**Rechenbeispiel:
Masse einer Stoffmenge**d) 0,5 mol Sauerstoff (O₂):

$$\begin{aligned}M(\text{O}_2) &= 2 \cdot M(\text{O}) \\ &= 2 \cdot 16 \text{ g/mol} = 32 \text{ g/mol}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}n(\text{O}_2) &= \frac{m(\text{O}_2)}{M(\text{O}_2)} \Leftrightarrow \\ m(\text{O}_2) &= n(\text{O}_2) \cdot M(\text{O}_2) \\ &= 0,5 \text{ mol} \cdot 32 \text{ g/mol} = \mathbf{16 \text{ g}}\end{aligned}$$



Berechnung der Masse von Stoffportionen über eine Reaktionsgleichung

Die Elemente Magnesium und Chlor verbinden sich zu Magnesiumchlorid (oder genauer: Magnesium-dichlorid):



Wie viel Gramm Magnesiumchlorid lassen sich aus 48 g Magnesium herstellen?

Hinweise:
 $M(\text{Mg}) = 24 \text{ g/mol}$
 $M(\text{MgCl}_2) = 95 \text{ g/mol}$

Gehe nach folgenden Schritten vor:

1. Berechnung der Stoffmenge von Magnesium: $n(\text{Mg})$
(d.h.: Wie viel Mol Magnesium wurden eingesetzt? Benutze die unten vorgegebene Formel!)
2. Berechnung der Stoffmenge von Magnesiumchlorid: $n(\text{MgCl}_2)$
(d.h.: Wie viel Mol Magnesiumchlorid entstehen? Die Reaktionsgleichung gibt darüber Aufschluss!)
3. Berechnung der Masse von Magnesiumchlorid: $m(\text{MgCl}_2)$
(Hierzu musst du die angegebene Formel umstellen!)



$$\text{Stoffmenge } n \text{ (in mol)} = \frac{\text{Masse einer Stoffportion } m \text{ (in g)}}{\text{Molmasse eines Stoffes } M \text{ (in g/mol)}}$$

Lösung: Aufgabe 5.3

1. Berechnung der Stoffmenge von Magnesium:

$$n(\text{Mg}) = \frac{m(\text{Mg})}{M(\text{Mg})} = \frac{48 \text{ g}}{24 \text{ g/mol}} = 2 \text{ mol}$$

2. Berechnung der Stoffmenge von Magnesiumchlorid:

$$n(\text{MgCl}_2) = n(\text{Mg}) = 2 \text{ mol} \quad (\text{Dies folgt aus der Reaktionsgleichung. Ein Mol Mg-Teilchen reagieren zu einem Mol MgCl}_2\text{-Teilchen.})$$



3. Berechnung der Masse von Magnesiumchlorid:

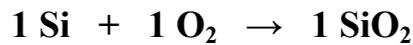
$$m(\text{MgCl}_2) = n(\text{MgCl}_2) \cdot M(\text{MgCl}_2) = 2 \text{ mol} \cdot 95 \text{ g/mol} = 190 \text{ g}$$



Aus 48 g Magnesium lassen sich 190 g Magnesiumchlorid herstellen.

Berechnung der Masse von Stoffportionen über eine Reaktionsgleichung

Das Element Silicium verbrennt mit Sauerstoff zu Siliciumdioxid:



Wie viel Gramm Siliciumdioxid
entstehen bei der Verbrennung von 14 g Silicium ?

Gehe nach folgenden Schritten vor:1. Berechnung der Stoffmenge von Silicium: $n(\text{Si})$ *(d.h.: Wie viel Mol Silicium wurden eingesetzt? Benutze die unten vorgegebene Formel!)*2. Berechnung der Stoffmenge von Siliciumdioxid: $n(\text{SiO}_2)$ *(d.h.: Wie viel Mol Siliciumdioxid entstehen? Die Reaktionsgleichung gibt darüber Aufschluss!)*3. Berechnung der Masse von Siliciumdioxid: $m(\text{SiO}_2)$ *(Hierzu musst du die angegebene Formel umstellen!)*

Hinweise:
 $M(\text{Si}) = 28 \text{ g/mol}$
 $M(\text{SiO}_2) = 60 \text{ g/mol}$

$$\text{Stoffmenge } n \text{ (in mol)} = \frac{\text{Masse einer Stoffportion } m \text{ (in g)}}{\text{Molmasse eines Stoffes } M \text{ (in g/mol)}}$$

Lösung: Aufgabe 5.4

1. Berechnung der Stoffmenge von Silicium:

$$n(\text{Si}) = \frac{m(\text{Si})}{M(\text{Si})} = \frac{14 \text{ g}}{28 \text{ g/mol}} = 0,5 \text{ mol}$$

2. Berechnung der Stoffmenge von Siliciumdioxid:

$$n(\text{SiO}_2) = n(\text{Si}) = 0,5 \text{ mol} \quad (\text{Dies folgt aus der Reaktionsgleichung. Ein Mol Si-Teilchen reagieren zu einem Mol SiO}_2\text{-Teilchen.})$$



3. Berechnung der Masse von Siliciumdioxid:



$$m(\text{SiO}_2) = n(\text{SiO}_2) \cdot M(\text{SiO}_2) = 0,5 \text{ mol} \cdot 60 \text{ g/mol} = 30 \text{ g}$$

Bei der Verbrennung von 14 g Silicium entstehen 30 g Siliciumdioxid.

Berechnung der Masse von Stoffportionen über eine Reaktionsgleichung

Wie viel Gramm Kohlenstoffdioxid (CO₂) entstehen aus 60 g Kohlenstoff, wenn dieser mit genügend Sauerstoff verbrennt?

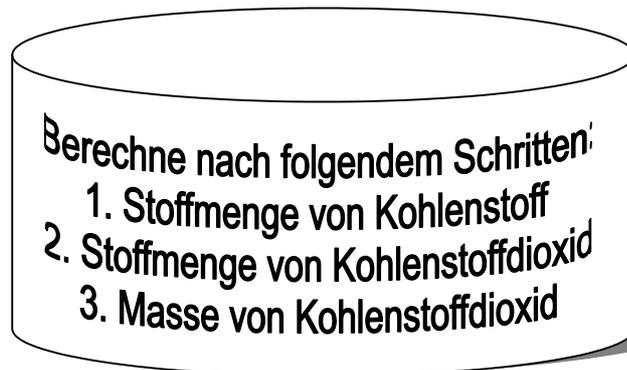
Stelle zunächst die Reaktionsgleichung auf!



Hinweise:

$$M(\text{C}) = 12 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{CO}_2) = 44 \text{ g/mol}$$



☞ Wenn noch Hinweise benötigt werden: Lernkarte umdrehen.

Lösung: Aufgabe 5.5

1. Berechnung der Stoffmenge von Kohlenstoff:

$$n(\text{C}) = \frac{m(\text{C})}{M(\text{C})} = \frac{60 \text{ g}}{12 \text{ g/mol}} = 5 \text{ mol}$$

2. Berechnung der Stoffmenge von Kohlenstoffdioxid:

$$n(\text{CO}_2) = n(\text{C}) = 5 \text{ mol}$$

(Dies folgt aus der Reaktionsgleichung. **Ein Mol C-Teilchen** reagieren zu **einem Mol CO₂-Teilchen**.)



3. Berechnung der Masse von Kohlenstoffdioxid:

$$m(\text{CO}_2) = n(\text{CO}_2) \cdot M(\text{CO}_2) = 5 \text{ mol} \cdot 44 \text{ g/mol} = \mathbf{220 \text{ g}}$$

Aus 60 g Kohlenstoff entstehen 220 g Kohlenstoffdioxid.

Hinweise:

In der Chemie haben die Begriffe *Masse einer Stoffportion* und *Stoffmenge* **nicht** die gleiche Bedeutung:

<i>Masse einer Stoffportion (m)</i>	<i>Stoffmenge (n)</i>
„gibt an, wie schwer die Stoffportion ist“	„gibt die Teilchenanzahl in einer Stoffportion an“
Einheit: Gramm (g)	Einheit: Mol (mol)

Berechnungen lassen sich mit Hilfe der *Molmasse eines Stoffes (M)* vornehmen:

$$\text{Stoffmenge } n \text{ (in mol)} = \frac{\text{Masse einer Stoffportion } m \text{ (in g)}}{\text{Molmasse eines Stoffes } M \text{ (in g/mol)}}$$



☞ Die Lösung wird nach Aufklappen der Karte sichtbar.

Berechnung der Masse von Stoffportionen über eine Reaktionsgleichung

Schwarzes Kupferoxid besitzt die Verhältnisformel CuO.

Berechne, wie viel Kupferoxid bei der Reaktion von 16 g Kupfer mit Sauerstoff entstehen. Stelle zunächst die Reaktionsgleichung auf!

Berechne nach folgenden Schritten:

1. Stoffmenge von Kupfer
2. Stoffmenge von Kupferoxid
3. Masse von Kupferoxid

Hinweise:

$$M(\text{Cu}) = 64 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{CuO}) = 80 \text{ g/mol}$$



☞ Wenn noch weitere Hinweise benötigt werden: Lernkarte umdrehen.

Lösung: Aufgabe 5.6



1. Berechnung der Stoffmenge von Kupfer:

$$n(\text{Cu}) = \frac{m(\text{Cu})}{M(\text{Cu})} = \frac{16 \text{ g}}{64 \text{ g/mol}} = 0,25 \text{ mol}$$

2. Berechnung der Stoffmenge von Kupferoxid:

$$n(\text{CuO}) = n(\text{Cu}) = 0,25 \text{ mol} \quad (\text{Dies folgt aus der Reaktionsgleichung. Ein Mol Cu-Teilchen reagiert zu einem Mol CuO-Teilchen.})$$



3. Berechnung der Masse von Kupferoxid:

$$m(\text{CuO}) = n(\text{CuO}) \cdot M(\text{CuO}) = 0,25 \text{ mol} \cdot 80 \text{ g/mol} = 20 \text{ g}$$



Aus 16 g Kupfer entstehen 20 g schwarzes Kupferoxid.

Hinweise:

In der Chemie haben die Begriffe *Masse einer Stoffportion* und *Stoffmenge* **nicht** die gleiche Bedeutung:

<i>Masse einer Stoffportion (m)</i>	<i>Stoffmenge (n)</i>
„gibt an, wie schwer die Stoffportion ist“	„gibt die Teilchenanzahl in einer Stoffportion an“
Einheit: Gramm (g)	Einheit: Mol (mol)

Berechnungen lassen sich mit Hilfe der *Molmasse eines Stoffes (M)* vornehmen:

$$\text{Stoffmenge } n \text{ (in mol)} = \frac{\text{Masse einer Stoffportion } m \text{ (in g)}}{\text{Molmasse eines Stoffes } M \text{ (in g/mol)}}$$



☞ Die Lösung wird nach Aufklappen der Karte sichtbar.

Berechnung der Masse von Stoffportionen über eine Reaktionsgleichung

Wie viel Gramm Silber kann man bei der Zerlegung von 150 g Silbersulfid gewinnen?

Silbersulfid besitzt die Verhältnisformel Ag_2S .



„Formuliere zunächst die Reaktionsgleichung ...!
...und bestimme die Lösung über die Stoffmenge an Ag_2S !“

Hinweise:

$$M(\text{Ag}) = 108 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{Ag}_2\text{S}) = 248 \text{ g/mol}$$

Lösung: Aufgabe 5.7

Berechnung der **Stoffmenge von Silbersulfid**:

$$n(\text{Ag}_2\text{S}) = \frac{m(\text{Ag}_2\text{S})}{M(\text{Ag}_2\text{S})} = \frac{150 \text{ g}}{248 \text{ g/mol}} = 0,6 \text{ mol}$$

Berechnung der **Stoffmenge von Silber**:



(Beachte: Da aus einem Teilchen Silbersulfid zwei Teilchen Silber entstehen, entspricht eine doppelte Stoffmenge von Silbersulfid der von Silber.)

$$n(\text{Ag}) = 2 \cdot n(\text{Ag}_2\text{S}) = 2 \cdot 0,6 \text{ mol} = 1,2 \text{ mol}$$

Berechnung der **Masse an Silber**:

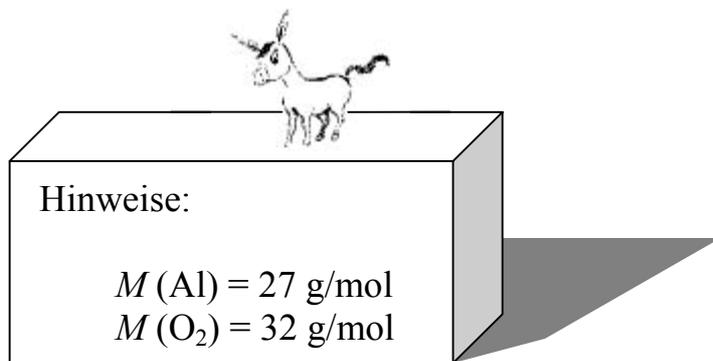
$$m(\text{Ag}) = n(\text{Ag}) \cdot M(\text{Ag}) = 1,2 \text{ mol} \cdot 108 \text{ g/mol} = \mathbf{130 \text{ g}}$$

Aus 150 g Silbersulfid kann man etwa 130 g Silber gewinnen.

Berechnung der Masse von Stoffportionen über eine Reaktionsgleichung

Wie viel Gramm Aluminium sind in 255 g Aluminiumoxid enthalten?

Formuliere zunächst die Reaktionsgleichung für die Zersetzung von Aluminiumoxid; es besitzt die Verhältnisformel Al_2O_3 .

**Lösung: Aufgabe 5.8**

Reaktionsgleichung: $2 \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow 4 \text{Al} + 3 \text{O}_2$

Berechnung der **Molmasse von Aluminiumoxid**:

$$M(\text{Al}_2\text{O}_3) = 2 \cdot M(\text{Al}) + 3/2 \cdot M(\text{O}_2) = 2 \cdot 27 \text{ g/mol} + 3/2 \cdot 32 \text{ g/mol} = 102 \text{ g/mol}$$

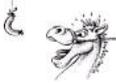
Berechnung der **Stoffmenge an Aluminiumoxid**:

$$n(\text{Al}_2\text{O}_3) = \frac{m(\text{Al}_2\text{O}_3)}{M(\text{Al}_2\text{O}_3)} = \frac{255 \text{ g}}{102 \text{ g/mol}} = 2,5 \text{ mol}$$

Berechnung der **Stoffmenge an Aluminium**: (Das Stoffmengenverhältnis folgt aus der Reaktionsgleichung)

$$\frac{n(\text{Al}_2\text{O}_3)}{n(\text{Al})} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2} \Rightarrow n(\text{Al}) = 2 \cdot n(\text{Al}_2\text{O}_3) = 2 \cdot 2,5 \text{ mol} = 5 \text{ mol}$$

Berechnung der **Masse an Aluminium**:

$$m(\text{Al}) = n(\text{Al}) \cdot M(\text{Al}) = 5 \text{ mol} \cdot 27 \text{ g/mol} = 135 \text{ g}$$


In 255 g Aluminiumoxid sind 135 g Aluminium enthalten.

Berechnung des Volumens von Stoffportionen über eine Reaktionsgleichung

Wasser zersetzt sich in Wasserstoff und Sauerstoff nach folgender Reaktionsgleichung:



Berechne, wie viel Liter Wasserstoffgas (H_2) bei der Zersetzung von 54 g Wasser (H_2O) entstehen!

Hinweise:

- $M(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ g/mol}$
- Das Molvolumen (V_m) aller Gase bei Raumtemperatur beträgt 24 L/mol.
- Gehe nach folgenden Rechenschritten vor:
Masse (H_2O) \rightarrow Stoffmenge (H_2O) \rightarrow Stoffmenge (H_2) \rightarrow Volumen (H_2)



☞ Wenn du noch weitere Hinweise benötigst: Lernkarte umdrehen.

Lösung: Aufgabe 5.9**Rechenweg:**

$m(\text{H}_2\text{O})$



$$\text{Stoffmenge } n = \frac{\text{Masse } m}{\text{Molmasse } M}$$

$n(\text{H}_2\text{O})$



$n(\text{H}_2)$



$$V = n \cdot V_m$$

$V(\text{H}_2)$

gegeben: $m(\text{H}_2\text{O}) = 54 \text{ g}$

$M(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ g/mol}$

Einsetzen der Zahlenwerte:

→ $n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{54 \text{ g}}{18 \text{ g/mol}} = 3 \text{ mol}$

→ $n(\text{H}_2) = n(\text{H}_2\text{O}) = 3 \text{ mol}$
(da aus 2 Mol H_2O auch 2 Mol H_2 entstehen)

→ $V(\text{H}_2) = 3 \text{ mol} \cdot 24 \text{ L/mol} = 72 \text{ L}$



Bei der Zersetzung von 54 g Wasser entstehen also 72 Liter Wasserstoffgas.

Hinweise:

Die *Masse einer Stoffportion* und die *Stoffmenge* (= die Anzahl der Teilchen in einer Stoffportion) hängen folgendermaßen zusammen:

$$\text{Stoffmenge } n \text{ (in mol)} = \frac{\text{Masse einer Stoffportion } m \text{ (in g)}}{\text{Molmasse eines Stoffes } M \text{ (in g/mol)}}$$

Des weiteren hängt **bei Gasen** die *Stoffmenge* noch mit dem *Volumen der Gasportion* über das Molvolumen ($V_m = 24 \text{ L/mol}$) zusammen:

$$\text{Volumen } V = \text{Stoffmenge } n \cdot \text{Molvolumen } V_m$$

Bei den einzelnen Rechenschritten musst du die in der Aufgabe gegebenen Zahlenwerte in diese Gleichungen einsetzen.

Bedenke, dass sich aus der Reaktionsgleichung auch die Bilanz der Stoffmengen ablesen lässt!



☞ Die Lösung wird nach Aufklappen der Karte sichtbar.

Berechnung des Volumens von Stoffportionen über eine Reaktionsgleichung

Berechne, wie viel Liter Sauerstoffgas bei der Zersetzung von 324 g Quecksilberoxid (HgO) in Quecksilber und Sauerstoff (O₂) entstehen.

Formuliere die dazugehörige Reaktionsgleichung!

Hinweise:

- $M(\text{HgO}) = 216 \text{ g/mol}$
- Das Molvolumen (V_m) aller Gase beträgt bei Raumtemperatur beträgt 24 L/mol.
- Gehe nach folgenden Rechenschritten vor:
Masse (HgO) → Stoffmenge (HgO) → Stoffmenge (O₂) → Volumen (O₂)

☞ Wenn du noch weitere Hinweise benötigst: Lernkarte umdrehen.

**Lösung: Aufgabe 5.10****Rechenweg:**

$m(\text{HgO})$

$$\text{Stoffmenge } n = \frac{\text{Masse } m}{\text{Molmasse } M}$$

$n(\text{HgO})$



$n(\text{O}_2)$

$$V = n \cdot V_m$$

$V(\text{O}_2)$

gegeben: $m(\text{HgO}) = 324 \text{ g}$

$M(\text{HgO}) = 216 \text{ g/mol}$

Einsetzen der Zahlenwerte:

$$n(\text{HgO}) = \frac{324 \text{ g}}{216 \text{ g/mol}} = 1,5 \text{ mol}$$

$$n(\text{O}_2) = \frac{1}{2} \cdot n(\text{HgO}) = \frac{1}{2} \cdot 1,5 \text{ mol} = 0,75 \text{ mol}$$

(da aus 2 Mol HgO nur 1 Mol O₂ entsteht)

$$V(\text{O}_2) = 0,75 \text{ mol} \cdot 24 \text{ L/mol} = 18 \text{ L}$$



Bei der Zersetzung von 324 g Quecksilberoxid entstehen 18 Liter Sauerstoffgas.

Hinweise:

Die *Masse einer Stoffportion* und die *Stoffmenge* (= die Anzahl der Teilchen in einer Stoffportion) hängen folgendermaßen zusammen:

$$\text{Stoffmenge } n \text{ (in mol)} = \frac{\text{Masse einer Stoffportion } m \text{ (in g)}}{\text{Molmasse eines Stoffes } M \text{ (in g/mol)}}$$

Des weiteren hängt **bei Gasen** die *Stoffmenge* noch mit dem *Volumen der Gasportion* über das Molvolumen ($V_m = 24 \text{ L/mol}$) zusammen:

$$\text{Volumen } V = \text{Stoffmenge } n \cdot \text{Molvolumen } V_m$$

Bei den einzelnen Rechenschritten musst du die in der Aufgabe gegebenen Zahlenwerte in diese Gleichungen einsetzen.

Bedenke, dass sich aus der Reaktionsgleichung auch die Bilanz der Stoffmengen ablesen lässt!

☞ Die Lösung wird nach Aufklappen der Karte sichtbar.



Berechnung des Volumens von Stoffportionen über eine Reaktionsgleichung

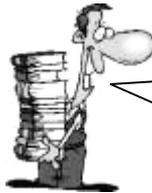
Wasserstoff ist leicht entzündlich und verbindet sich mit Sauerstoff zu Wasser.

Berechne, wie viel Milliliter Wasser aus 1 Liter Wasserstoffgas entstehen!

Hinweise:

$$M(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ g/mol}$$

$$\text{Dichte: } \rho(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ g/mL}$$



„Formuliere die Reaktionsgleichung ...
... und überlege dir,
nach welchen Schritten du vorgehst!“

☞ Du musst in dieser Aufgabe das *Gasgesetz von AVOGADRO* anwenden; solltest du einen Hinweis benötigen, drehe die Karte um!

Lösung: Aufgabe 5.11

Rechenschema:

$$\text{Volumen}(\text{H}_2) \xrightarrow{(1)} \text{Stoffmenge}(\text{H}_2) \xrightarrow{(2)} \text{Stoffmenge}(\text{H}_2\text{O}) \xrightarrow{(3)} \text{Masse}(\text{H}_2\text{O}) \xrightarrow{(4)} \text{Volumen}(\text{H}_2\text{O})$$

Gegeben: $V(\text{H}_2) = 1 \text{ L}$

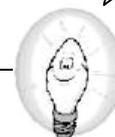
$$(1) \quad n(\text{H}_2) = \frac{V(\text{H}_2)}{V_m} = \frac{1 \text{ L}}{24 \text{ L/mol}} = 0,04 \text{ mol}$$

$$(2) \quad n(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{H}_2) = 0,04 \text{ mol}$$

$$(3) \quad m(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{H}_2\text{O}) = 0,04 \text{ mol} \cdot 18 \text{ g/mol} = 0,72 \text{ g}$$

$$(4) \quad V(\text{H}_2\text{O}) = 0,72 \text{ mL}$$

„Die Stoffmenge $n(\text{H}_2)$ ist gleich der Stoffmenge $n(\text{H}_2\text{O})$, da bei der Reaktion aus einem Teilchen H_2 auch ein Teilchen H_2O entsteht!“



Aus 1 Liter Wasserstoffgas entstehen also nur 0,72 Milliliter Wasser.

Hinweise:



Das Gasgesetz von AVOGADRO:

Gleiche Volumina verschiedener Gase enthalten bei gleichen äußeren Bedingungen (Druck, Temperatur) gleich viele Teilchen.

Dies bedeutet, dass auch das Molvolumen V_m (= das Volumen, das $6 \cdot 10^{23}$ Teilchen enthält) für aller Gase bei gleichen Bedingungen gleich groß ist. Es beträgt bei Normaltemperatur etwa 24 L/mol.

Versuche mit diesen Angaben und der Reaktionsgleichung das Ergebnis über die entstandene Stoffmenge an Wasser zu bestimmen!

☞ Die Lösung wird nach Aufklappen der Karte sichtbar.



Die Volumenbilanz einer Reaktionsgleichung und das Gasgesetz von AVOGADRO

Wasserstoff und Stickstoff reagieren miteinander zu dem Gas Ammoniak (NH_3). Lässt man allerdings einfach gleiche Volumina der Ausgangsgase miteinander reagieren, so bleibt ein Rest von einem der Ausgangsgase übrig.

- 
- Stelle die Reaktionsgleichung auf!
 - Wie viel Restgas bleibt übrig, wenn man jeweils 900 mL Wasserstoff und Stickstoff zur Reaktion bringt? Um welches der beiden Ausgangsgase handelt es sich dabei?
 - Wie viel Gramm Ammoniak entsteht dabei als Produkt?

Hinweise: $M(\text{NH}_3) = 17 \text{ g/mol}$
 $V_m = 24 \text{ L/mol}$ (bei Normalbedingungen)



Lösung: Aufgabe 5.12

▪ Reaktionsgleichung: $3 \text{ H}_2 + \text{ N}_2 \rightarrow 2 \text{ NH}_3$

Da es sich bei den beteiligten Stoffen jeweils um Gase handelt, gibt die Gleichung auch die Volumenbilanz der Reaktion wieder; diese lässt sich an den Vorfaktoren ablesen:

drei Volumenteile	Wasserstoff		Ein Volumenteil	Stickstoff		Zwei Volumenteile	Ammoniak
3	H_2	+	1	N_2	→	2	NH_3

▪ Das optimale Mischungsverhältnis liegt also bei **drei Teilen Wasserstoff zu einem Teil Stickstoff**. Dies bedeutet, dass nur $1/3$ der eingesetzten 900 mL N_2 (= 300 mL) mit den 900 mL H_2 zu Ammoniak reagieren. Es bleiben also noch **600 mL Stickstoff als Restgas** übrig.

▪ Die zwei entstehenden Volumenteile an Ammoniak entsprechen ebenfalls 600 mL. Durch Anwendung des *Gasgesetzes von AVOGADRO* lässt sich die Stoffmenge (n) bestimmen:

$$n(\text{NH}_3) = \frac{V(\text{NH}_3)}{V_m} = \frac{0,6 \text{ L}}{24 \text{ L/mol}} = 0,025 \text{ mol}$$

▪ Aus der Stoffmenge ergibt sich mit Hilfe der Molmasse (M) die Masse (m) der Stoffportion:

$$m(\text{NH}_3) = n(\text{NH}_3) \cdot M(\text{NH}_3) = 0,025 \text{ mol} \cdot 17 \text{ g/mol} = \mathbf{0,425 \text{ g}}$$



Erweiterung der Lernkartei

Formuliert eure eigene Aufgabe, die zu diesem Kapitel (Vom Experiment zur Reaktionsgleichung) der Lernkartei „*Chemische Formeln und Gleichungen*“ hinzugefügt werden kann!

Hinweise:



Benutzt eine Karte, die ihr bereits bearbeitet habt, als Vorlage. Findet (z.B. aus einem Chemiebuch) ähnliche Beispiele, die in eine Aufgabenstellung gebracht werden können.

Erstellt eine geeignete Fragestellung mit entsprechender Musterlösung!

G. Grundlegende Begriffe und Gesetzmäßigkeiten

Themen dieses Kapitels:

- Aufstellen und Bedeutung von Formeln und Reaktionsgleichungen
- Der Molbegriff
- Zusammenhang zwischen Stoffmengen (Mole), molaren Massen und Massen von Stoffportionen
- Unterschied zwischen Masse und Stoffmenge
- Bedeutung der atomaren Masseneinheit u

Das Aufstellen einer Reaktionsgleichung

Es ist manchmal gar nicht so leicht, eine vollständige Reaktionsgleichung zu formulieren. Dennoch gibt es einige Regeln, die dir weiterhelfen können!



„Erkläre möglichst mit deinen eigenen Worten...und gib ein Beispiel!“

Aufgaben:

- Nach welchen (vier) Schritten sollte man eine Reaktionsgleichung aufstellen?
- Welche Vorteile hat eine Reaktionsgleichung gegenüber einer Wortgleichung?



Lösung: Aufgabe G.1

- Aufstellen einer Reaktionsgleichung:



1. **Wortgleichung aufstellen:** Die Namen der beteiligten Ausgangs- und Endstoffe werden notiert.

z.B.: Wasserstoff + Sauerstoff → Wasser

2. **Formelsymbole für die Stoffnamen einsetzen:** Die Namen werden durch die entsprechenden Verhältnisformeln der beteiligten Stoffe ersetzt.

z.B.: $\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$

3. **Ausgleichen:** Die Anzahl der jeweiligen Elementsymbole muss auf beiden Seiten gleich sein. Da die eingesetzten Stoffnamen nicht mehr verändert werden dürfen, fügt man Vorfaktoren ein.

z.B.: $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$

4. **Kontrolle:** Man zählt die Elementsymbole für jede Atomsorte auf beiden Seiten der Gleichung nach. Links und rechts müssen jeweils die gleiche Anzahl der Elementsymbole stehen.

z.B.: In der Gleichung sind auf beiden Seiten jeweils vier H-Symbole und zwei O-Symbole.



- Vorteile einer Reaktionsgleichung:

Eine Reaktionsgleichung gibt nicht nur die Ausgangs- und Endstoffe an, sondern auch in welchem Verhältnis die Teilchen miteinander reagieren. So reagieren im obigen Beispiel immer 2 Mol H_2 -Teilchen mit 1 Mol O_2 -Teilchen. Und eine Reaktionsgleichung ist international verständlich.

Das Zählen von kleinsten Teilchen



Herr Müller hat 1-Cent-Stücke gesammelt und möchte nun wissen, wie groß sein Vermögen ist. Da er eine große Spardose voller Münzen besitzt, ist ihm zählen zu aufwendig.

*„Erkläre mit deinen eigenen Worten...
und gib eine
Beispielrechnung!“*

- Was kann Herr Müller tun, um schneller in Erfahrung zu bringen, wie viel Geld er besitzt ?
- Und was hat das ganze mit Chemie, Atomen und Teilchenanzahlen zu tun?



Lösung: Aufgabe G.2

- **Herr Müller kann zählen durch wiegen:**
Er wiegt zunächst alle seine gesammelten 1-Cent-Stücke und danach eine einzelne Münze. Wenn nun die Masse aller Münzen durch die Masse der einzelnen Münze geteilt wird, erhält man die Anzahl aller Geldstücke.

Beispiel: - Masse (einzelnes 1-Cent-Stück) = 0,5 g
 - Masse (alle 1-Cent-Stücke) = 1000 g
 Anzahl aller Münzen: $\frac{1000 \text{ g}}{0,5 \text{ g}} = 2000 \Rightarrow 2000 \text{ Cent} = 20 \text{ €}$



- In ähnlicher Weise kann man in der Chemie die Anzahl von Atomen in einer Stoffportion bestimmen. Heutzutage kennt man die Masse eines einzelnen Atoms sehr genau und kann damit aus der Masse einer Stoffportion die darin enthaltene Teilchenanzahl berechnen. Da Atommassen sehr klein sind, gibt man sie nicht in Gramm, sondern in der atomaren Masseneinheit u an.

Beispiel: - Masse (1-Schwefel-Atom) = 32 u
 - Masse (einer Schwefel-Portion) = 44 g
 Umrechnungsfaktor: 1 g = $6,023 \cdot 10^{23}$ u
 Anzahl der Schwefel-Teilchen: $\frac{44 \cdot 6,023 \cdot 10^{23} \text{ u}}{32 \text{ u}} = 8,28 \cdot 10^{23}$ S-Atome



Aussagen einer Reaktionsgleichung



„Vervollständige folgende Tabelle, indem du in die noch leeren Kästchen die richtigen Informationen einträgst!“

Reaktionsschema:	Magnesium	+	Chlor	→	Magnesiumchlorid
Reaktionsgleichung:	<input type="text"/>	+	<input type="text"/>	→	<input type="text"/>
Teilchenanzahlverhältnis:	1 Magnesium-Atom	reagiert mit	<input type="text"/> Teilchen	zu	<input type="text"/> Teilchen
Umrechnungsfaktor: AVOGADRO-Konstante	<input type="text"/> · 6 · 10 ²³ Magnesium-Atome	reagieren mit	<input type="text"/> <input type="text"/>	zu	1 · 6 · 10 ²³
Stoffmengenverhältnis:	<input type="text"/>	reagiert mit	1 mol Chlor	zu	<input type="text"/>
Umrechnungsfaktor: Molare Masse	$M(\text{Mg})$ = 24 g/mol	↓	$M(\text{Cl}_2)$ = 71 g/mol		<input type="text"/> = 95 g/mol
Massenverhältnis:	<input type="text"/> 24 g/mol = <input type="text"/> g	reagieren mit	1 mol · <input type="text"/> = <input type="text"/>	zu	<input type="text"/>

Lösung: Aufgabe G.3

Reaktionsschema:	Magnesium	+	Chlor	→	Magnesiumchlorid
Reaktionsgleichung:	Mg	+	Cl ₂	→	MgCl ₂
Teilchenanzahlverhältnis:	1 Magnesium-Atom	reagiert mit	1 Chlor-Teilchen	zu	1 Magnesiumchlorid-Teilchen
Umrechnungsfaktor: AVOGADRO-Konstante	1 · 6 · 10 ²³ Magnesium-Atome	reagieren mit	1 · 6 · 10 ²³ Chlor-Teilchen	zu	1 · 6 · 10 ²³ Magnesiumchlorid-Teilchen
Stoffmengenverhältnis:	1 mol Magnesium	reagiert mit	1 mol Chlor	zu	1 mol Magnesiumchlorid
Umrechnungsfaktor: Molare Masse	$M(\text{Mg})$ = 24 g/mol	↓	$M(\text{Cl}_2)$ = 71 g/mol		$M(\text{MgCl}_2)$ = 95 g/mol
Massenverhältnis:	1 mol · 24 g/mol = 24 g	reagieren mit	1 mol · 71 g/mol = 71 g	zu	1 mol · 95 g/mol = 95 g

Aussagen einer Reaktionsgleichung



„Vervollständige folgende Tabelle, indem du in die noch leeren Kästchen die richtigen Informationen einträgst!“

Reaktionsschema:	Wasserstoff	+	Sauerstoff	→	Wasser
Reaktionsgleichung:	<input type="text"/>	+	<input type="text"/>	→	<input type="text"/>
Teilchenanzahlverhältnis:	2 Wasserstoff-Teilchen	reagieren mit	<input type="text"/> Teilchen	zu	<input type="text"/>
Umrechnungsfaktor: AVOGADRO-Konstante	<input type="text"/> · 6 · 10 ²³ Wasserstoff-Teilchen	reagieren mit	<input type="text"/> <input type="text"/>	zu	2 · 6 · 10 ²³
Stoffmengenverhältnis:	<input type="text"/>	reagieren mit	<input type="text"/> mol Sauerstoff	zu	<input type="text"/>
Umrechnungsfaktor: Molare Masse	$M(\text{H}_2)$ = 2 g/mol	↓	$M(\text{O}_2)$ = 16 g/mol		<input type="text"/> = 18 g/mol
Massenverhältnis:	<input type="text"/> · 2 g/mol = <input type="text"/> g	reagieren mit	<input type="text"/> mol · <input type="text"/> = <input type="text"/>	zu	<input type="text"/>

Lösung: Aufgabe G.4

Reaktionsschema:	Wasserstoff	+	Sauerstoff	→	Wasser
Reaktionsgleichung:	2 H ₂	+	O ₂	→	2 H ₂ O
Teilchenanzahlverhältnis:	2 Wasserstoff-Teilchen	reagieren mit	1 Sauerstoff-Teilchen	zu	2 Wasser-Teilchen
Umrechnungsfaktor: AVOGADRO-Konstante	2 · 6 · 10 ²³ Wasserstoff-Teilchen	reagieren mit	1 · 6 · 10 ²³ Sauerstoff-Teilchen	zu	2 · 6 · 10 ²³ Wasser-Teilchen
Stoffmengenverhältnis:	2 mol Wasserstoff	reagieren mit	1 mol Sauerstoff	zu	2 mol Wasser
Umrechnungsfaktor: Molare Masse	$M(\text{H}_2)$ = 2 g/mol	↓	$M(\text{O}_2)$ = 32 g/mol		$M(\text{H}_2\text{O})$ = 18 g/mol
Massenverhältnis:	2 mol · 2 g/mol = 4 g	reagieren mit	1 mol · 32 g/mol = 32 g	zu	2 mol · 18 g/mol = 36 g

Bedeutung der Zahlen in chemischen Formeln

In der chemischen Formel eines Stoffes werden die Atome der enthaltenen Elemente durch ein bestimmtes Elementsymbol (z.B.: O für Sauerstoff) wiedergegeben.

Darüber hinaus sind oft noch Zahlen einzufügen, die je nach Stellung unterschiedliche Bedeutung haben:

- 1.) Vor einer chemischen Formel: z.B.: **2** C; **3** NO; **4** Fe; **5** HCl; **2** CO
- 2.) Als tiefgestellten Zahlenindex
hinter einem Elementsymbol: z.B.: Cl₂; H₂O; CO₂; NH₃; Fe₂O₃; P₄O₁₀
- 3.) Als hochgestellten Zahlenindex
hinter einem Elementsymbol: z.B.: Mg²⁺; S²⁻; Fe³⁺; O²⁻; Cu¹⁺
(tritt immer mit einem Plus- oder Minus-Zeichen auf)



„Erkläre – mit deinen eigenen Worten – welche unterschiedlichen Bedeutungen eine Zahl je nach ihrer Stellung in einer chemischen Formel haben kann!“

Lösung: Aufgabe G.5

Zu 1.) Zahlen, die vor einer vor einer chemischen Formel auftauchen, geben die gemeinte Anzahl dieser Stoffteilchen in Mole an. So bedeutet 2 C also zwei Mol Kohlenstoff-Atome oder 3 NO drei Mole Stickstoffmonoxid-Teilchen.

Zu 2.) In einer Formel gibt der tiefgestellte Zahlenindex hinter einem Elementsymbol die Anzahl dieser Atome pro Teilchen an oder – anders gesagt – in welchem Verhältnis die einzelnen Atomsorten in einer Verbindung stehen.

So symbolisiert Cl₂ ein Teilchen, dass aus zwei Chlor-Atomen besteht, und es lässt sich sofort erkennen, dass z.B. im Wasser (Formel: H₂O) auf zwei Wasserstoff-Atome (H) ein Sauerstoff-Atom (O) kommt.

Zu 3.) Der hochgestellte Zahlenindex tritt **nur bei Ionen** auf. Es handelt sich dabei um geladene Teilchen, denen Elektronen entfernt wurden (positive Ladung = Plus-Zeichen) oder die Elektronen aufgenommen haben (negative Ladung = Minus-Zeichen).

Die Zahl gibt die Anzahl der entfernten oder aufgenommenen Elektronen an. So bedeutet Mg²⁺, dass es sich um ein Magnesium-Atom handelt, welches zwei Elektronen abgegeben hat und somit ein zweifach positiv geladenes Magnesium-Ion bildet.



Beispiel: 3 SO₄²⁻ meint also drei Mol Teilchen, die jeweils aus einem Schwefel-Atom(S) und vier Sauerstoff-Atomen(O) bestehen, wobei jedes der Teilchen zweifach negativ geladen ist.

Masse und Stoffmenge

In einer Klassenarbeit schreibt Sabine, dass eine Stoffportion Wasserstoff mit der Stoffmenge $n = 1\text{ mol}$ die Masse $m = 1\text{ g}$ habe. Elke meint dagegen, dass die Stoffportion die Masse $m = 2\text{ g}$ haben müsse.

Der Lehrer antwortet, dass beide Schülerinnen Recht haben können!



„Erläutere, was der Lehrer damit wohl meint; versuche eine Begründung mit deinen eigenen Worten zu formulieren!“

Lösung: Aufgabe G.6

Der Lehrer meint:

„Es kommt darauf an, ob ihr die Stoffmengenangabe $n = 1\text{ mol}$ auf Wasserstoff-Atome (H) oder Wasserstoff-Moleküle (H_2) bezieht.“



Sabine hat Recht, wenn sie einzelne Wasserstoffatome meint. Denn Wasserstoff-Atome (H-Atome) besitzen die Molmasse $M = 1\text{ g/mol}$. Dies entspricht dem Wert der Atommasse für Wasserstoff, wie er im Periodensystem aufgeführt ist.

Also wiegen 1 mol Wasserstoff-Atome 1g; $m(\text{H-Atom}) = 1\text{ u} \oplus M(\text{H}) = 1\text{ g/mol}$.

Elke hat Recht, wenn sie bei der Stoffmengenangabe von Wasserstoff-Molekülen spricht. Die Gasteilchen im Wasserstoff besitzen nämlich die Verhältnisformel H_2 ; sie bestehen also aus je zwei Wasserstoff-Atomen.

Um nun die Masse von einem Mol Wasserstoffmolekülen zu bestimmen, muss man den Wert der Atommasse von Wasserstoff verdoppeln.

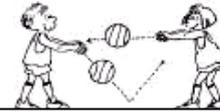
So wiegen 1 mol Wasserstoffmoleküle 2g; $m(\text{H}_2\text{-Molekül}) = 2\text{ u} \oplus M(\text{H}_2) = 2\text{ g/mol}$.

Zusammenhang zwischen Masse und Stoffmenge

Chemische Formeln geben nicht einfach nur die Zusammensetzung eines Stoffes an; durch sie lassen sich auch die dazugehörigen Mengenverhältnisse erfassen.

Versucht – zunächst ohne fremde Hilfe oder Nachschlagen – euch gegenseitig folgende Begriffe zu erklären:

- **Masse einer Stoffportion**
- **Stoffmenge einer Stoffportion**
- **Molmasse eines Stoffes**



*Hinweis:
Überlegt, welche Einheit zum
jeweiligen Begriff gehört!*

**Wie hängen die
Begriffe zusammen?**

„Einer von euch sollte immer mit der Erklärung eines Begriffes anfangen und der andere kann später ergänzen oder Nachfragen stellen.
Wenn ihr wollt, haltet eure Aussagen kurz schriftlich fest. Besprecht euch aber nochmals, wenn ihr die Aufgabe gemeinsam kontrolliert!“

Lösung: Aufgabe G.7

Die **Masse (m) einer Stoffportion** (umgangssprachlich das „Gewicht“) gibt an, wie schwer diese ist. Die dazugehörige Maßeinheit ist das Gramm (**g**).

Die **Stoffmenge (n) eines Stoffes** beschreibt die Teilchenanzahl, die in der Stoffportion vorhanden ist. Diese wird in der Einheit Mol (**mol**) angegeben. Ein Mol bedeutet, dass in der Stoffportion $6,023 \cdot 10^{23}$ Teilchen enthalten sind.

Entsprechend gibt die molare Masse oder **Molmasse (M) eines Stoffes** an, wie viel jene Portion des Stoffes wiegt, die genau die Stoffmenge von einem Mol enthält. Die Einheit der Molmasse ist Gramm pro Mol (**g/mol**). Sie entspricht bei Elementen dem Zahlenwert der jeweiligen Atommasse, wie er aus dem Periodensystem zu entnehmen ist (z.B. bei Kohlenstoff: 12 g/mol).

Das Verhältnis aus Masse einer Stoffportion und dazugehöriger Stoffmenge nimmt für alle Stoffe einen jeweils konstanten Wert an, die Molmasse. Zur Berechnung der häufig gesuchten Teilchenanzahlen lautet die Gleichung wie folgt:



$$\text{Stoffmenge } n \text{ in mol} = \frac{\text{Masse der Stoffportion } m \text{ in g}}{\text{Molmasse des Stoffes } M \text{ in g/mol}}$$



Zusammenhang zwischen atomarer Masseneinheit u und Masse g

Gib den Zahlenwert der **atomaren Masseneinheit** (1u) in Gramm in einen wissenschaftlichen Taschenrechner ein; drücke dann die 1/x-Taste.

Welcher Wert ergibt sich und welcher Zusammenhang wird deutlich?



Hinweis:

$$1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ g}$$

„Versuche ausführlich ...
und mit deinen eigenen
Worten zu erklären!“

**Lösung: Aufgabe G.8**

„Nur Mut!
Alles in Ruhe durchlesen.“

Es ergibt sich der folgende Wert: $6,023 \cdot 10^{23}$

Dieser Wert wird als *AVOGADRO-Zahl* (N_A) bezeichnet.

Diese Zahl beschreibt den **Zusammenhang zwischen der Masse einer Stoffportion und ihrer Stoffmenge, d.h. der darin enthaltenen Teilchen.**

N_A ist der Umrechnungsfaktor zwischen den Einheiten g und u:

$$1 \text{ u} = \frac{1}{6,023 \cdot 10^{23}} \text{ g} = 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ g}$$

Dies entspricht etwa der Masse des leichtesten aller Atome, des Wasserstoffatoms. Und so wiegen umgekehrt $6,023 \cdot 10^{23}$ Wasserstoff-Atome praktisch 1 g.

Will man nun die Anzahlen der Teilchen in Stoffportionen vergleichen, so führt man eine neue Größe ein: die **Stoffmenge** (n) mit der Einheit Mol (**mol**).

Diese Größe ist nach dem Umrechnungsfaktor N_A definiert:

Eine Stoffportion, in der sich genau $6,023 \cdot 10^{23}$ Teilchen befinden, besitzt die Stoffmenge $n = 1 \text{ mol}$.

Entsprechend gibt die molare Masse oder **Molmasse** (M) eines Stoffes an, wie viel jene Portion des Stoffes wiegt, die genau die Stoffmenge von einem Mol – also N_A Teilchen – enthält. Die Einheit der Molmasse ist Gramm pro Mol (**g/mol**). Sie entspricht bei Elementen dem Zahlenwert der jeweiligen Atommasse, wie er aus dem Periodensystem zu entnehmen ist (z.B. bei Kohlenstoff: 12 g/mol).

„Noch Fragen ..?
Ab zum
Lehrer..!“



Erweiterung der Lernkartei

Formuliert eure eigene Aufgabe, die zu diesem Kapitel (Grundlegende Begriffe und Gesetzmäßigkeiten) der Lernkartei „*Chemische Formeln und Gleichungen*“ hinzugefügt werden kann!

Hinweise:



Benutzt eine Karte, die ihr bereits bearbeitet habt, als Vorlage. Findet (z.B. aus einem Chemiebuch) ähnliche Beispiele, die in eine Aufgabenstellung gebracht werden können.

Erstellt eine geeignete Fragestellung mit entsprechender Musterlösung!