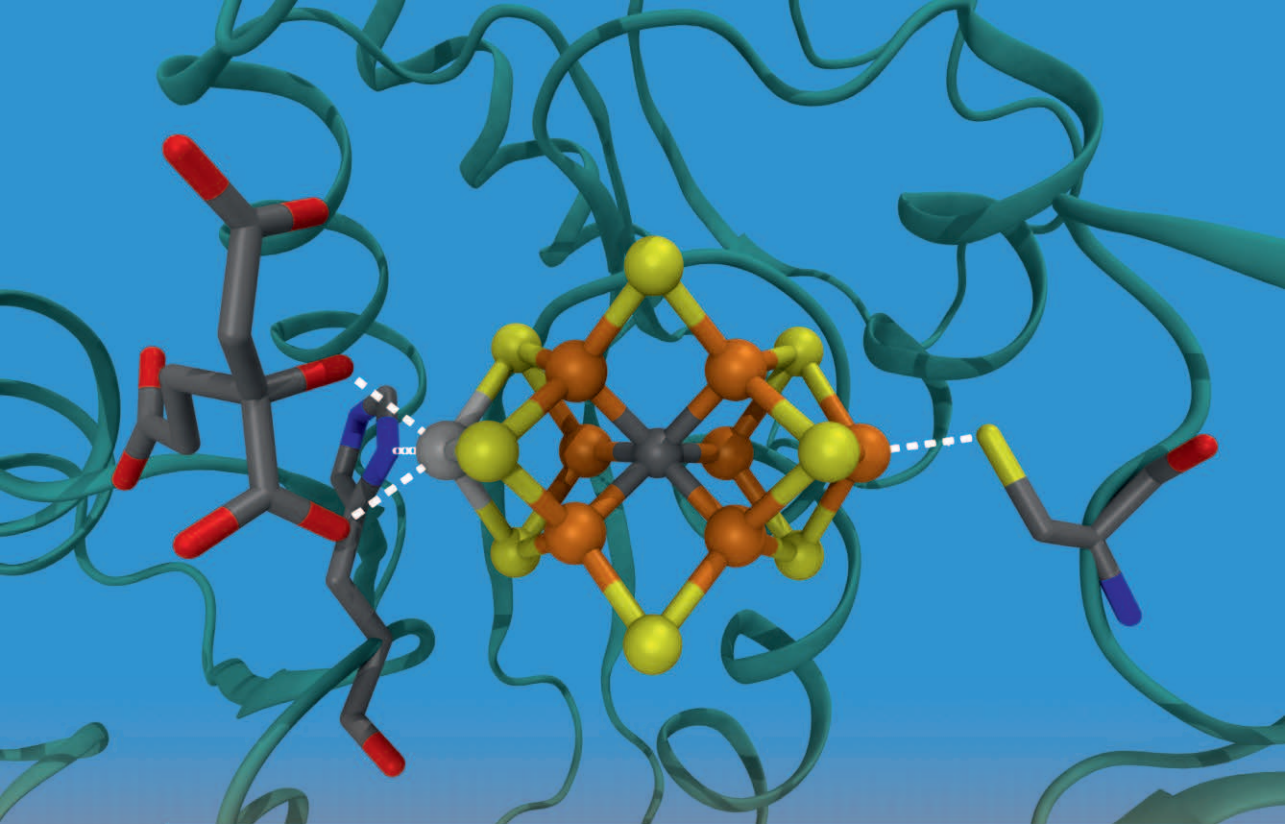




Chemie

Prüfungstraining

2., aktualisierte Auflage

**Brown • LeMay • Bursten • Murphy
Woodward • Stoltzfus • Wilson**

Chemie

Prüfungstraining

Chemie

Prüfungstraining

2., aktualisierte Auflage

**Brown • LeMay • Bursten • Murphy
Woodward • Stoltzfus • Wilson**

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Die Informationen in diesem Produkt werden ohne Rücksicht auf einen eventuellen Patentschutz veröffentlicht. Warennamen werden ohne Gewährleistung der freien Verwendbarkeit benutzt. Bei der Zusammenstellung von Texten und Abbildungen wurde mit größter Sorgfalt vorgegangen. Trotzdem können Fehler nicht vollständig ausgeschlossen werden. Verlag, Herausgeber und Autoren können für fehlerhafte Angaben und deren Folgen weder eine juristische Verantwortung noch irgendeine Haftung übernehmen. Für Verbesserungsvorschläge und Hinweise auf Fehler sind Verlag und Herausgeber dankbar.

Alle Rechte vorbehalten, auch die der fotomechanischen Wiedergabe und der Speicherung in elektronischen Medien. Die gewerbliche Nutzung der in diesem Produkt gezeigten Modelle und Arbeiten ist nicht zulässig.

Fast alle Produktbezeichnungen und weitere Stichworte und sonstige Angaben, die in diesem Buch verwendet werden, sind als eingetragene Marken geschützt. Da es nicht möglich ist, in allen Fällen zeitnah zu ermitteln, ob ein Markenschutz besteht, wird das ®-Symbol in diesem Buch nicht verwendet.

Es konnten nicht alle Rechteinhaber von Abbildungen ermittelt werden. Sollte dem Verlag gegenüber der Nachweis der Rechteinhaberschaft geführt werden, wird das branchenübliche Honorar nachträglich gezahlt.

Authorized translation from the English language edition, entitled STUDENT SOLUTIONS MANUAL TO EXERCISES FOR CHEMISTRY: THE CENTRAL SCIENCE, 14th Edition by THEODORE BROWN; H. EUGENE LEMAY; BRUCE BURSTEN; CATHERINE MURPHY; PATRICK WOODWARD; MATTHEW STOLTZFUS; ROXY WILSON, published by Pearson Education, Inc., publishing as Pearson, Inc.,

Copyright © 2018 by Pearson Education, Inc.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage retrieval system, without permission from Pearson Education, Inc.

GERMAN language edition published by PEARSON DEUTSCHLAND GMBH, Copyright © 2018.

10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

21 20 19

ISBN 978-3-86894-313-9 (Buch)

ISBN 978-3-86326-801-5 (E-Book)

© 2019 by Pearson Deutschland GmbH

Lilienthalstraße 2, 85399 Hallbergmoos/Germany

Alle Rechte vorbehalten

www.pearson.de

A part of Pearson plc worldwide

Programmleitung: Kathrin Mönch, kmoench@pearson.de

Übersetzung: FRANK Publishing GmbH, Bonn

Lektorat: Elisabeth Prümm, epruemm@pearson.de

Fachlektorat: Prof. Dr. Wolfgang Weigand, Friedrich-Schiller-Universität Jena

Herstellung: Claudia Bäurle, cbaeurle@pearson.de

Satz: Integra Software Services Pvt. Ltd.

Titelbild: Tobias Möller (Software: VMD (Humphrey, W., Dalke, A. and Schulten, K., „VMD - Visual Molecular Dynamics“, J. Molec. Graphics, 1996, vol. 14, pp. 33–38.), Struktur: PDB 3U7Q (Spatzal, T., Aksoyoglu, M., Zhang, L., Andrade, S.L., Schleicher, E., Weber, S., Rees, D.C., Einsle, O., „Evidence for interstitial carbon in nitrogenase FeMo cofactor“, Science, 2011, vol. 334, pp. 940–940)

Druck und

Verarbeitung: Drukkerij Wilco, Amersfoort

Printed in the Netherlands

Inhaltsverzeichnis

Vorwort		vii
TEIL I	Übungsaufgaben	1
Kapitel 1	Einführung: Stoffe und Maßeinheiten	3
Kapitel 2	Atome, Moleküle und Ionen	9
Kapitel 3	Stöchiometrie: Das Rechnen mit chemischen Formeln und Gleichungen	15
Kapitel 4	Reaktionen in Wasser und Stöchiometrie in Lösungen	23
Kapitel 5	Thermochemie	29
Kapitel 6	Die elektronische Struktur der Atome	35
Kapitel 7	Periodische Eigenschaften der Elemente	41
Kapitel 8	Grundlegende Konzepte der chemischen Bindung	47
Kapitel 9	Molekülstruktur und Bindungstheorien	53
Kapitel 10	Gase	59
Kapitel 11	Flüssigkeiten und intermolekulare Kräfte	65
Kapitel 12	Festkörper und moderne Werkstoffe	71
Kapitel 13	Eigenschaften von Lösungen	77
Kapitel 14	Chemische Kinetik	83
Kapitel 15	Chemisches Gleichgewicht	91
Kapitel 16	Säure-Base-Gleichgewichte	97
Kapitel 17	Weitere Aspekte von Gleichgewichten in wässriger Lösung	103
Kapitel 18	Umweltchemie	109
Kapitel 19	Chemische Thermodynamik	115
Kapitel 20	Elektrochemie	121
Kapitel 21	Chemie der Nichtmetalle	129
Kapitel 22	Chemie von Koordinationsverbindungen	135

TEIL II Lösungen

Kapitel 1	...	143
Kapitel 2	...	147
Kapitel 3	...	151
Kapitel 4	...	155
Kapitel 5	...	159
Kapitel 6	...	165
Kapitel 7	...	169
Kapitel 8	...	175
Kapitel 9	...	181
Kapitel 10	...	187
Kapitel 11	...	191
Kapitel 12	...	197
Kapitel 13	...	201
Kapitel 14	...	205
Kapitel 15	...	211
Kapitel 16	...	215
Kapitel 17	...	221
Kapitel 18	...	225
Kapitel 19	...	229
Kapitel 20	...	235
Kapitel 21	...	241
Kapitel 22	...	247

Vorwort

Das Anliegen dieses Übungsbuches ist es, zu helfen das Studienziel zu erreichen. Das Ziel eines Studiums ist bekanntlich nicht das Bestehen einer Prüfung, sondern sich in eine Wissenschaft einzuarbeiten, um Probleme eigenständig lösen zu können.

Selbstverständlich müssen im Verlauf des Studiums auch Prüfungen bestanden werden, einfach um gewisse Lernfortschritte nachzuweisen. Im modularisierten Studium gibt es keine großen Prüfungsergebnisse mehr wie die klassische Vordiplom- oder Hauptdiplomprüfung. Trotzdem sind zusammenhängende Kenntnisse unerlässlich. Schließlich wird man in der späteren Berufspraxis oft Herausforderungen gegenüberstehen, die weit mehr Fachkenntnisse erfordern als eine einfache Prüfung.

Die Fragen in diesem Buch können als Diagnoseinstrumente betrachtet werden, mit deren Hilfe sich

noch bestehende Lücken erkennen lassen. Solche Lücken sollten dann unter Zuhilfenahme von Lehrbüchern und mit erneutem Durcharbeiten von Lehrveranstaltungen geschlossen werden. Bloßes Auswendiglernen von Antworten auf bestimmte Fragen wird nicht zum Ziel führen.

Es sind auch Umrechnungen von SI-Einheiten in Nicht-SI-Einheiten enthalten. Schließlich gibt es im realen Leben viele Gelegenheiten, mit Nicht-SI-Einheiten in Berührung zu kommen. Zum Beispiel bei einer Reise über den „großen Teich“, im Cockpit eines Flugzeuges, beim Lesen geringfügig älterer Literatur oder beim Kauf eines Wasserhahns oder Autoreifens.

Wolfgang Weigand

Jena

This page intentionally left blank

This page intentionally left blank

Kapitel 1

Einführung: Stoffe und Maßeinheiten

Einteilung und Eigenschaften von Materie

Nummern in Klammern bezeichnen anspruchsvollere Aufgaben

1.1

Sind die folgenden Stoffe Reinstoffe oder Gemische? Sollte es sich um ein Gemisch handeln, geben Sie an, ob es sich um ein homogenes oder ein heterogenes Gemisch handelt: **(a)** Reispudding, **(b)** Meerwasser, **(c)** Magnesium, **(d)** Benzin.

1.2

Sind die folgenden Stoffe Reinstoffe oder Gemische? Sollte es sich um ein Gemisch handeln, geben Sie an, ob es sich um ein homogenes oder ein heterogenes Gemisch handelt: **(a)** Luft, **(b)** Tomatensaft, **(c)** Iodkristalle, **(d)** Sand.

1.3

Geben Sie die chemischen Symbole der folgenden Elemente an: **(a)** Schwefel, **(b)** Kalium, **(c)** Chlor, **(d)** Kupfer, **(e)** Silicium, **(f)** Stickstoff, **(g)** Calcium, **(h)** Helium.

1.4

Geben Sie die chemischen Symbole der folgenden Elemente an: **(a)** Kohlenstoff, **(b)** Natrium, **(c)** Fluor, **(d)** Eisen, **(e)** Phosphor, **(f)** Argon, **(g)** Nickel, **(h)** Silber.

1.5

Geben Sie die chemischen Elemente an, die den folgenden Symbolen entsprechen: **(a)** Li, **(b)** Al, **(c)** Pb, **(d)** S, **(e)** Br, **(f)** Sn, **(g)** Cr, **(h)** Zn.

1.6

Geben Sie die Namen der folgenden Elemente an: **(a)** Co, **(b)** I, **(c)** Kr, **(d)** Hg, **(e)** As, **(f)** Ti, **(g)** K, **(h)** Ge.

1.7

Eine feste weiße Substanz A wird unter Ausschluss von Luft stark erhitzt. Die Substanz zerfällt und es entsteht eine andere weiße Substanz B und ein Gas C. Das Gas hat die gleichen Eigenschaften wie das Produkt, das man erhält, wenn Kohlenstoff mit einem Überschuss an Sauerstoff verbrannt wird. Können wir aus diesen Beobachtungen schließen, ob es sich bei den Festkörpern A und B und beim Gas C um Elemente oder Verbindungen handelt? Geben Sie bei jeder Substanz eine Begründung an.

1.8

Der englische Wissenschaftler Humphry Davy hat 1807 einen elektrischen Strom durch geschmolzenes Kaliumhydroxid geleitet und konnte in diesem Experiment eine helle, glänzende und reaktive Substanz isolieren. Er behauptete, ein neues Element entdeckt zu haben, das er Kalium nannte. Auf welcher Basis konnte man zu dieser Zeit vor der Entwicklung moderner Instrumente entscheiden, ob eine Substanz ein Element war?

1.9

Bei einem Versuch, eine Substanz zu charakterisieren, macht ein Chemiker die folgenden Beobachtungen: Die Substanz ist ein silbrigweißes, glänzendes Metall. Es schmilzt bei $649\text{ }^{\circ}\text{C}$ und siedet bei $1105\text{ }^{\circ}\text{C}$. Seine Dichte bei $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ beträgt $1,738\text{ g/cm}^3$. Die Substanz brennt in der Luft und erzeugt dabei eine intensive weiße Flamme. Sie reagiert mit Chlor unter Bildung eines spröden, weißen Festkörpers. Die Substanz kann in dünne Scheibchen gehämmert oder in Drähte gezogen werden. Es handelt sich um einen guten elektrischen Leiter. Welche dieser Eigenschaften sind physikalische und welche Eigenschaften sind chemische Eigenschaften?

1.10

Geben Sie an, ob die nachfolgenden Vorgänge physikalischer oder chemischer Natur sind: **(a)** Korrosion von Aluminium, **(b)** Schmelzen von Eis, **(c)** Zerbröseln von Aspirin, **(d)** Verdauung eines Schokoriegels, **(e)** Explosion von Nitroglycerin.

1.11

Ein Streichholz wird entzündet und unter ein kaltes Stück Metall gehalten. Dabei werden die folgenden Beobachtungen gemacht: **(a)** Das Streichholz brennt. **(b)** Das Metall wird wärmer. **(c)** Auf dem Metall kondensiert Wasser. **(d)** Ruß (Kohlenstoff) lagert sich auf dem Metall ab. Welche dieser Vorgänge sind Folgen physikalischer und welche Vorgänge sind Folgen chemischer Veränderungen?

1.12

Schlagen Sie Methoden vor, mit deren Hilfe sich die folgenden Gemische in ihre beiden Bestandteile trennen lassen: **(a)** Zucker und Sand, **(b)** Eisen und Schwefel.

1.13

In welchen zwei Formen kann die Energie eines Gegenstands vorliegen? Wie unterscheiden sich diese beiden Formen voneinander?

1.14

Nehmen Sie an, Sie werfen einen Tennisball in die Luft. **(a)** Nimmt die kinetische Energie des Balls während des Aufstiegs zu oder ab? **(b)** Was geschieht während des Aufstiegs mit der potenziellen Energie? **(c)** Wenn man einen Ball der gleichen Größe, aber der doppelten Masse mit der gleichen Energie nach oben werfen würde, wie hoch würde dieser Ball im Vergleich zum Tennisball steigen? Erläutern Sie Ihre Antworten.

1.15

(a) Berechnen Sie die kinetische Energie eines 45 g schweren Golfballs, der sich mit einer Geschwindigkeit von 61 m/s bewegt, in Joule. **(b)** Rechnen Sie diese Energie in Kalorien um. **(c)** Was passiert mit dieser Energie, wenn der Ball in einer Sandmulde landet?

Einheiten und Messungen

1.16

Für welche Zehnerpotenzen stehen die folgenden Abkürzungen: **(a)** d, **(b)** c, **(c)** f, **(d)** μ , **(e)** M, **(f)** k, **(g)** n, **(h)** m, **(i)** p?

1.17

Rechnen Sie die folgenden Werte um: **(a)** 25,5 mg in g, **(b)** $4,0 \times 10^{-10}$ m in nm, **(c)** 0,575 mm in μm .

1.18

(a) Eine Probe Kohlenstofftetrachlorid, eine Flüssigkeit, die früher zur Trockenreinigung eingesetzt wurde, hat bei 25 °C eine Masse von 39,73 g und ein Volumen von 25,0 mL. Wie groß ist bei dieser Temperatur die Dichte des Stoffs? Schwimmt Kohlenstofftetrachlorid auf Wasser? (Stoffe, die weniger dicht sind als Wasser, schwimmen auf Wasser.) **(b)** Die Dichte von Platin beträgt bei 20 °C 21,45 g/cm³. Berechnen Sie die Masse von 75,00 cm³ Platin bei dieser Temperatur. **(c)** Die Dichte von Magnesium beträgt bei 20 °C 1,738 g/cm³. Welches Volumen haben 87,50 g des Metalls bei dieser Temperatur?

1.19

(a) Zur Charakterisierung einer flüssigen Substanz bestimmt ein Student ihre Dichte. Mit Hilfe eines Messzylinders misst er eine Probe von 45 mL der Substanz ab. Anschließend bestimmt er die Masse der Probe. Er stellt fest, dass diese 38,5 g schwer ist. Ihm ist bekannt, dass es sich bei der Substanz entweder um Isopropylalkohol (Dichte 0,785 g/mL) oder Toluol (Dichte 0,866 g/mL) handeln muss. Wie groß ist die berechnete Dichte? Um welche Substanz handelt es sich wahrscheinlich? **(b)** Für ein Experiment werden 45,0 g Ethylenglykol benötigt, dessen Dichte 1,114 g/mL beträgt. Statt eine Probe abzuwiegen, entscheidet sich ein Chemiker, die Flüssigkeit mit Hilfe eines Messzylinders abzumessen. Wie groß ist das benötigte Volumen der Flüssigkeit? **(c)** Ein würfelförmiges Stück Metall hat eine Seitenlänge von 5,00 cm. Nehmen Sie an, es würde sich bei dem Metall um Nickel handeln, dessen Dichte 8,90 g/cm³ ist. Wie groß ist die Masse des Würfels?

(1.20)

Gold lässt sich in extrem dünne Plättchen hämmern, die Blattgold genannt werden. Ein 200 mg schweres Stück Gold (Dichte = $19,32 \text{ g/cm}^3$) wird in ein Plättchen mit einer Fläche von $2,4 \times 1,0 \text{ ft}$ gehämmert. Wie groß ist die durchschnittliche Dicke des Plättchens in Metern? Geben Sie mit Hilfe eines geeigneten metrischen Präfixes die Dicke an, ohne die exponentielle Schreibweise zu verwenden.

(1.21)

Rechnen Sie die folgenden Werte um: **(a)** 62°F in $^\circ \text{C}$; **(b)** $216,7^\circ \text{C}$ in $^\circ \text{F}$; **(c)** 233°C in K; **(d)** 315 K in $^\circ \text{F}$; **(e)** 2500°F in K.

Messunsicherheiten**(1.22)**

Geben Sie an, bei welchen Zahlen es sich um exakte Zahlen handelt: **(a)** die Masse einer Büroklammer, **(b)** die Oberfläche eines 10-Cent-Stücks, **(c)** die Anzahl Zoll in einer Meile, **(d)** die Anzahl Unzen in einem Pfund, **(e)** die Anzahl Mikrosekunden in einer Woche, **(f)** die Anzahl Seiten dieses Buches.

(1.23)

Wie viele signifikante Stellen haben die folgenden Messwerte? **(a)** 358 kg ; **(b)** $0,054 \text{ s}$; **(c)** $6,3050 \text{ cm}$; **(d)** $0,0105 \text{ L}$; **(e)** $7,0500 \times 10^{-3} \text{ m}^3$.

(1.24)

Runden Sie die folgenden Zahlen auf vier signifikante Stellen und schreiben Sie das Ergebnis in exponentieller Schreibweise: **(a)** $102,53070$; **(b)** 656.980 ; **(c)** $0,008543210$; **(d)** $0,000257870$; **(e)** $-0,0357202$.

(1.25)

Führen Sie die folgenden Rechnungen aus und schreiben Sie die Ergebnisse mit der korrekten Anzahl signifikanter Stellen auf:

- (a)** $12,0550 + 9,05$;
(b) $257,2 - 19,789$;
(c) $(6,21 \times 10^3)(0,1050)$;
(d) $0,0577/0,753$.

Dimensionsanalyse**(1.26)**

Schreiben Sie für die englischen Einheiten die folgenden Umrechnungsfaktoren auf: **(a)** cm in Fuß, **(b)** Zoll³ in cm³.

(1.27)

Rechnen Sie die folgenden Werte um: **(a)** $0,076 \text{ L}$ in mL; **(b)** $5,0 \times 10^{-8} \text{ m}$ in nm; **(c)** $6,88 \times 10^5 \text{ ns}$ in s; **(d)** $0,50 \text{ lb}$ in g; **(e)** $1,55 \text{ kg/m}^3$ in g/L; **(f)** $5,850 \text{ gal/h}$ in L/s.

(1.28)

Rechnen Sie die folgenden Werte um: **(a)** 5,00 Tage in s; **(b)** 0,0550 Meilen in m; **(c)** $1,89 \text{ \$/gal}$ in Dollar pro Liter; **(d)** $0,510 \text{ Zoll/ms}$ in km/h; **(e)** $22,50 \text{ gal/min}$ in L/s; **(f)** $0,02500 \text{ ft}^3$ in cm³.

(1.29)

(a) Wie viele Liter Wein passen in ein Weinfass mit einer Kapazität von 31 Gallonen? **(b)** Die empfohlene Dosis Elixophyllin, einem Medikament zur Astmabehandlung, beträgt für einen Erwachsenen 6 mg/kg Körpermasse. Berechnen Sie die Dosis in Milligramm für eine 150 Pfund (lb) schwere Person. **(c)** Wenn ein Auto mit 11,2 Gallonen 254 Meilen weit fahren kann, wie hoch ist dann die Reichweite in km/L? **(d)** Ein Pfund Kaffeebohnen ergibt 50 Tassen Kaffee (4 Tassen = 1 Qt). Wie viele Milliliter Kaffee lassen sich mit 1 g Kaffeebohnen brühen?

(1.30)

Die Dichte von Luft bei normalem atmosphärischen Druck und 25°C beträgt $1,19 \text{ g/L}$. Welche Masse in Kilogramm hat die Luft in einem Raum einer Größe von $12,5 \times 15,5 \times 8,0 \text{ ft}$?

(1.31)

Ordnen Sie die folgenden Gegenstände durch Abschätzungen nach ihrer Länge und beginnen Sie dabei mit dem kürzesten Gegenstand: eine 57 cm lange Schnur, ein 14 Zoll langer Schuh, ein 1,1 m langes Rohr.

(1.32)

Der Morgan-Silberdollar hat eine Masse von 26,73 g. Der Silberanteil musste laut Gesetz 90 % betragen

und der Rest der Münze aus Kupfer bestehen. **(a)** Als die Münze am Ende des 19. Jahrhunderts geprägt wurde, hatte Silber einen Wert von 1,18 \$ pro Gewichtsunze (31,1 g). Welchen Wert hat bei diesem Silberpreis das Silber im Silberrdollar? **(b)** Heute hat Silber einen ungefähren Wert von 5,30 \$ pro Gewichtsunze. Wie viele Morgan-Silberrdollar haben zusammen einen Silberanteil mit einem Wert von 25 \$?

Zusatzaufgaben

(1.33)

Welche Bedeutung haben im Zusammenhang mit Materie die Ausdrücke Zusammensetzung und Struktur?

1.34

(a) Was ist der Unterschied zwischen einer Hypothese und einer Theorie? **(b)** Erklären Sie den Unterschied zwischen einer Theorie und einem wissenschaftlichen Gesetz. Welcher der beiden Begriffe beschreibt, wie sich Materie verhält, und welcher, warum es sich auf diese Weise verhält?

1.35

Im Labor wird eine Probe Ascorbinsäure (Vitamin C) hergestellt. Die Probe enthält 1,50 g Kohlenstoff und 2,00 g Sauerstoff. Eine weitere, aus Zitrusfrüchten isolierte Probe Ascorbinsäure enthält 6,35 g Kohlenstoff. Wie viel Gramm Sauerstoff enthält diese Probe? Welches Gesetz haben Sie sich bei der Antwort dieser Frage zu Nutze gemacht?

1.36

Auf welche Größe (z. B. Länge, Volumen, Dichte) beziehen sich die folgenden Einheiten: **(a)** mL, **(b)** cm², **(c)** mm³, **(d)** mg/L, **(e)** ps, **(f)** nm, **(g)** K?

1.37

Ein 40 lb schwerer Behälter mit Torfmoos hat die Ausmaße 14 × 20 × 30 Zoll. Ein 40 lb schwerer Behälter mit Mutterboden hat ein Volumen von 1,9 Gallonen. **(a)** Berechnen Sie die durchschnittliche Dichte von Torfmoos und Mutterboden in

der Einheit g/cm³. Wäre es richtig zu behaupten, dass Torfmoos „leichter“ ist als Mutterboden? Begründen Sie Ihre Antwort. **(b)** Wie viele Säcke Torfmoos wären notwendig, um eine Fläche von 10 Fuß mal 20 Fuß mit einer 2,0 Zoll dicken Schicht zu bedecken?

1.38

(a) Ihnen wird eine Flasche gegeben, die 4,59 cm³ eines metallischen Festkörpers enthält. Flasche und Festkörper haben zusammen eine Masse von 35,66 g. Die leere Flasche wiegt 14,23 g. Welche Dichte hat der Festkörper? **(b)** Quecksilber wird in „Flaschen“ gehandelt, einer Einheit, die eine Masse von 34,5 kg hat. Welches Volumen hat eine Flasche Quecksilber, wenn die Dichte von Quecksilber 13,5 g/mL beträgt. **(c)** Ein Dieb plant, aus einem Museum eine Goldkugel mit einem Radius von 28,9 cm zu stehlen. Gold hat eine Dichte von 19,3 g/cm³. Welche Masse hat die Kugel? Das Volumen einer Kugel ist gegeben durch $V = (4/3)\pi r^3$. Wird der Dieb die Kugel ohne Hilfsmittel wegtragen können?

1.39

Ein Autor dieses Buches hat vor kurzem einen 10-Meilen-Lauf in einer Zeit von 1 h 25 Min. und 14 s absolviert. **(a)** Wie groß war die Durchschnittsgeschwindigkeit des Läufers in Meilen pro Stunde? **(b)** Wie viele Minuten und Sekunden hat der Läufer für eine Meile benötigt?

1.40

In den USA wird Wasser, welches zur Berieselung eingesetzt wird, in „Acrefeet“ gemessen. Ein „Acre-foot“ Wasser bedeckt eine Fläche von einem Acre mit einer Höhe von 1 Fuß. Ein Acre ist gleich 4840 yd². Ein Acrefoot Wasser reicht aus, um zwei typische Haushalte 1,00 Jahre lang mit Wasser zu versorgen. **(a)** Entsalztes Wasser hat einen Preis von 2480 \$ pro Acrefoot. Welchen Preis hat ein Liter entsalztes Wasser? **(b)** Welchen Preis müsste ein Haushalt pro Tag bezahlen, wenn der Wasserbedarf des Haushalts nur aus dieser Quelle gedeckt werden würde?

(1.41)

Gold wird zur Herstellung von Schmuck mit anderen Metallen legiert (gemischt), um die Härte zu erhöhen. **(a)** Nehmen Sie an, ein aus Gold und Silber hergestelltes Schmuckstück wiegt 9,85 g und hat ein Volumen von $0,675 \text{ cm}^3$. Gold und Silber haben jeweils eine Dichte von $19,3 \text{ g/cm}^3$ und $10,5 \text{ g/cm}^3$. Berechnen Sie den Goldanteil des Schmuckstücks in Massenprozent und nehmen Sie dabei an, dass das Gesamtvolumen des Schmuckstücks gleich der Summe der enthaltenen Gold- und Silbervolumina ist. **(b)** Der relative Goldanteil in einer Legierung wird üblicherweise in der Einheit Karat angegeben. Reines Gold hat 24 Karat und der Goldanteil einer Legierung wird als Prozentsatz dieses Werts angegeben. Eine Legierung, die zu 50 % aus Gold besteht, hat z. B. 12 Karat. Geben Sie den Goldanteil des betrachteten Schmuckstücks in Karat an.

1.42

Nehmen Sie an, Ihnen wird eine Probe einer homogenen Flüssigkeit gegeben. Wie können Sie herausfinden, ob es sich um eine Lösung oder einen Reinstoff handelt?

1.43

Die Chromatographie ist eine einfache, aber verlässliche Methode, um eine Mischung in ihre Bestandteile aufzutrennen. Nehmen Sie an, Sie wollten mit Hilfe der Chromatographie eine Mischung aus zwei Substanzen trennen. Wie könnten Sie feststellen, ob die Trennung erfolgreich war? Fällt Ihnen eine Möglichkeit ein, mit der Sie die Güte der Trennung quantifizieren könnten?

This page intentionally left blank

Kapitel 2

Atome, Moleküle und Ionen

Atomtheorie und die Entdeckung der Atomstruktur

2.1

Wie erklärt die Atomtheorie Daltons die Tatsache, dass bei der Zerlegung von 1,000 g Wasser in seine Elemente unabhängig von der Herkunft des Wassers 0,111 g Wasserstoff und 0,889 g Sauerstoff entstehen?

2.2

Ein Chemiker findet heraus, dass 30,82 g Stickstoff mit 17,60 g, 35,20 g, 70,40 g oder 88,00 g Sauerstoff reagieren können und dabei vier verschiedene Verbindungen entstehen. **(a)** Berechnen Sie für jede Verbindung die Masse des Sauerstoffs pro Gramm Stickstoff. **(b)** Inwiefern bestätigen die Zahlen aus Teil (a) die Atomtheorie Daltons?

2.3

Fassen Sie die Hinweise zusammen, die J. J. Thomson zu der Annahme geführt haben, dass Kathodenstrahlen aus negativ geladenen Teilchen bestehen.

2.4

(a) Denken Sie an die Apparatur des Millikan-Öltröpfchenexperiments. Die positiv geladene Platte befindet sich oberhalb der negativ geladenen Platte. Welchen Einfluss hätte es auf die Geschwindigkeit der absinkenden Öltröpfchen, wenn die Ladungen der Platten umgekehrt wären (negativ geladene Platte oberhalb der positiv geladenen Platte)?

(b) In seinen ersten Experimenten hat Millikan die Ladung von 58 verschiedenen Öltröpfchen gemessen. Warum hat er Ihrer Meinung nach so viele Tröpfchen vermessen, bevor er zu seinen endgültigen Schlussfolgerungen gekommen ist?

Die moderne Sichtweise der Atomstruktur; Atommassen

2.5

Der Radius eines Kryptonatoms (Kr) beträgt ca. 1,9 Å. **(a)** Drücken Sie diese Länge in Nanometern (nm) und Pikometern (pm) aus. **(b)** Wie viele Kryptonatome passen auf eine Länge von 1,0 mm? **(c)** Welches Volumen in cm^3 hat ein einzelnes Kr-Atom, wenn man davon ausgeht, dass das Atom kugelförmig ist?

2.6

Beantworten Sie die folgenden Fragen: **(a)** Welches sind die wichtigsten subatomaren Teilchen, aus denen das Atom besteht? **(b)** Welche Ladung hat jedes dieser Teilchen in Einheiten der Elektronenladung? **(c)** Welches dieser Teilchen hat die größte Masse? Welches hat die kleinste Masse?

2.7

Geben Sie an, ob die folgenden Behauptungen richtig oder falsch sind. Korrigieren Sie falsche Behauptungen: **(a)** Der Kern hat die größte Masse und nimmt den größten Teil des Atomvolumens ein. **(b)** Jedes Atom eines bestimmten Elements hat die gleiche Anzahl Protonen. **(c)** Die Anzahl der Elektronen in einem Atom ist gleich der Anzahl der Neutronen. **(d)** Die Protonen im Kern des Heliumatoms werden von einer Kraft zusammengehalten, die starke Kernkraft genannt wird.

2.8

(a) Definieren Sie die Begriffe Ordnungszahl und Nukleonenzahl. **(b)** Welche dieser Zahlen kann verändert werden, ohne die Identität des Elements zu verändern?

2.9

Wie viele Protonen, Neutronen und Elektronen haben die folgenden Atome: **(a)** ^{40}Ar , **(b)** ^{65}Zn , **(c)** ^{70}Ga , **(d)** ^{80}Br , **(e)** ^{184}W , **(f)** ^{243}Am .

2.10

Alle folgenden Isotope sind in der Medizin von Bedeutung. Geben Sie die Anzahl der Protonen und Neutronen jedes Isotops an: **(a)** Phosphor-32, **(b)** Chrom-51, **(c)** Kobalt-60, **(d)** Technetium-99, **(e)** Iod-131, **(f)** Thallium-201.

2.11

Ergänzen Sie die Lücken der folgenden Tabelle. Gehen Sie dabei davon aus, dass jede Spalte für ein neutrales Atom steht:

Symbol	^{52}Cr				
Protonen		25			82
Neutronen		30	64		
Elektronen			48	86	
Nukleonenzahl				222	207

2.12

Geben Sie für jedes der folgenden Atome das korrekte Symbol einschließlich oberem und unterem Index an. Verwenden Sie bei Bedarf die im vorderen Einband abgedruckte Liste der Elemente: **(a)** das Platinisotop mit 118 Neutronen **(b)** das Kryptonisotop mit der Nukleonenzahl 84 **(c)** das Arsenisotop mit der Nukleonenzahl 75 **(d)** das Magnesiumisotop mit einer gleichen Anzahl Protonen und Neutronen.

2.13

(a) Welches Isotop dient für die Atommassenskala als Standard? **(b)** Die Atommasse von Bor wird mit 10,81 angegeben, es gibt jedoch kein Boratom, das eine Masse von 10,81 u hat. Erklären Sie diese Tatsache.

2.14

In der Natur kommen nur zwei Isotope des Elements Kupfer vor: ^{63}Cu (Atommasse = 62,9296 u, atomare Häufigkeit 69,17 %) und ^{65}Cu (mit 64,9278 u, atomare Häufigkeit 30,83 %). Berechnen Sie das Atomgewicht (die durchschnittliche Atommasse) von Kupfer.

2.15

(a) Welcher grundlegende Zusammenhang besteht zwischen der Massenspektrometrie und den Kathodenstrahllexperimenten Thomsons? **(b)** Welche Bezeichnungen haben die Achsen eines Massenspektrums? **(c)** Um ein Massenspektrum eines Atoms aufnehmen zu können, muss dieses zunächst ein oder mehr Elektronen abgeben oder aufnehmen. Warum ist dies so?

2.16

Natürlich vorkommendes Magnesium hat die folgenden Isotopenhäufigkeiten:

Isotop	Häufigkeit	Atommasse (u)
^{24}Mg	78,99 %	23,98504
^{25}Mg	10,00 %	24,98584
^{26}Mg	11,01 %	25,98259

- (a)** Welche durchschnittliche Atommasse hat Mg?
(b) Skizzieren Sie das Massenspektrum von Mg.

Das Periodensystem; Moleküle und Ionen

2.17

Schreiben Sie von jedem der folgenden Elemente das chemische Symbol auf, suchen Sie die Elemente im Periodensystem und geben Sie an, ob es sich um Metalle, Metalloide oder Nichtmetalle handelt: **(a)** Chrom, **(b)** Helium, **(c)** Phosphor, **(d)** Zink, **(e)** Magnesium, **(f)** Brom, **(g)** Arsen.

2.18

Schreiben Sie von jedem der folgenden Elemente das chemische Symbol auf, bestimmen Sie die Gruppe, zu der es gehört, und geben Sie an, ob es sich um ein Metall, Metalloid oder ein Nichtmetall handelt: **(a)** Kalium, **(b)** Iod, **(c)** Magnesium, **(d)** Argon, **(e)** Schwefel.

2.19

Welche Aussage können wir aufgrund der empirischen Formel über eine Verbindung treffen? Welche zusätzlichen Informationen ergeben sich aus der Molekülformel? Und aus der Strukturformel? Begründen Sie jeweils Ihre Antworten.

2.20

Zwei Verbindungen haben die gleiche empirische Formel. Eine Substanz ist ein Gas und die andere eine viskose Flüssigkeit. Wie ist es möglich, dass zwei Substanzen mit derselben empirischen Formel so unterschiedliche Eigenschaften haben?

2.21

Geben Sie die empirischen Formeln an, die den folgenden Molekülformeln entsprechen:

- (a) Al_2Br_6 , (b) C_8H_{10} , (c) $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$, (d) P_4O_{10} ,
(e) $\text{C}_6\text{H}_4\text{Cl}_2$, (f) $\text{B}_3\text{N}_3\text{H}_6$.

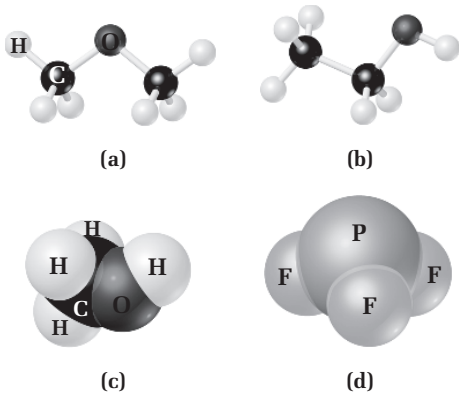
2.22

Wie viele Wasserstoffatome haben die folgenden Verbindungen:

- (a) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, (b) $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$, (c) $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$?

2.23

Geben Sie die Molekül- und Strukturformeln der Verbindungen an, die von den folgenden Molekülmodellen dargestellt werden:

**2.24**

Ergänzen Sie die Lücken der folgenden Tabelle:

Symbol	$^{59}\text{Co}^{3+}$			
Protonen		34	76	80
Neutronen		46	116	120
Elektronen		36		78
Nettoladung			2+	

2.25

Jedes der folgenden Elemente kann in chemischen Reaktionen Ionen bilden. Sagen Sie anhand der Lage

im Periodensystem die Ladung des jeweils stabilsten Ions voraus: (a) Mg, (b) Al, (c) K, (d) S, (e) F.

2.26

Sagen Sie mit Hilfe des Periodensystems die chemischen Formeln und Namen der aus den folgenden Elementen gebildeten Verbindungen voraus: (a) Ga und F, (b) Li und H, (c) Al und I, (d) K und S.

2.27

Sagen Sie die chemischen Formeln der ionischen Verbindungen voraus, die aus (a) Ca^{2+} und Br^- , (b) K^+ und CO_3^{2-} , (c) Al^{3+} und $\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2^-$, (d) NH_4^+ und SO_4^{2-} , (e) Mg^{2+} und PO_4^{3-} gebildet werden.

2.28

Werden die folgenden Verbindungen molekular oder ionisch aufgebaut sein: (a) B_2H_6 , (b) CH_3OH , (c) LiNO_3 , (d) Sc_2O_3 , (e) CsBr , (f) NOCl , (g) NF_3 , (h) Ag_2SO_4 .

Benennung anorganischer Verbindungen; Organische Moleküle

2.29

Geben Sie die chemischen Formeln für die Ionen (a) Chlorit, (b) Chlorid, (c) Chlorat, (d) Perchlorat und (e) Hypochlorit an.

2.30

Selen, ein Element, das in Spuren in der Nahrung benötigt wird, geht Verbindungen ein, die denen von Schwefel analog sind. Bestimmen Sie die Namen der folgenden Ionen: (a) SeO_4^{2-} , (b) Se^{2-} , (c) HSe^- , (d) HSeO_3^- .

2.31

Bestimmen Sie die Namen der folgenden ionischen Verbindungen:

- (a) MgO , (b) AlCl_3 , (c) Li_3PO_4 , (d) $\text{Ba}(\text{ClO}_4)_2$,
(e) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, (f) $\text{Fe}(\text{OH})_2$, (g) $\text{Ca}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$,
(h) $\text{Cr}_2(\text{CO}_3)_3$, (i) K_2CrO_4 , (j) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

2.32

Bestimmen Sie die chemischen Formeln der folgenden Verbindungen: (a) Aluminiumhydroxid, (b) Kaliumsulfat, (c) Kupfer(I)oxid, (d) Zinknitrat, (e) Quecksilber(II)bromid, (f) Eisen(III)carbonat, (g) Natrium-hypobromit.

2.33

Geben Sie die chemischen Symbole der folgenden ionischen Verbindungen an: **(a)** Natriumphosphat, **(b)** Kobalt(II)nitrat, **(c)** Bariumbromat, **(d)** Kupfer(II)perchlorat, **(e)** Magnesiumhydrogencarbonat, **(f)** Chrom(III)acetat, **(g)** Kaliumdichromat.

2.34

Geben Sie die Namen bzw. die chemischen Formeln der folgenden Säuren an: **(a)** HBrO_3 , **(b)** HBr , **(c)** H_3PO_4 , **(d)** hypochlorige Säure, **(e)** Iodsäure, **(f)** schweflige Säure.

2.35

Geben Sie die Namen bzw. die chemischen Formeln der folgenden Säuren an: **(a)** Bromwasserstoffsäure, **(b)** Hydrogensulfat, **(c)** salpetrige Säure, **(d)** H_2CO_3 , **(e)** HClO_3 , **(f)** H_3CCOOH .

2.36

Geben Sie die Namen bzw. die chemischen Formeln der folgenden binären molekularen Substanzen an: **(a)** SF_6 , **(b)** IF_5 , **(c)** XeO_3 , **(d)** Distickstofftetroxid, **(e)** Wasserstoffcyanid, **(f)** Tetraphosphorhexasulfid.

2.37

Geben Sie die chemischen Formeln der Substanzen an, die in den folgenden Beschreibungen genannt werden (verwenden Sie den vorderen Einband, um die Symbole der Ihnen unbekannten Elemente zu finden). **(a)** Zinkcarbonat zerfällt beim Erhitzen in Zinkoxid und Kohlenstoffdioxid. **(b)** Siliciumdioxid bildet bei Behandlung mit Fluorwasserstoffsäure Siliciumtetrafluorid und Wasser. **(c)** Schwefeldioxid reagiert mit Wasser zu schwefliger Säure. **(d)** Die Substanz Phosphortrihydrid, die häufig Phosphin genannt wird, ist ein giftiges Gas. **(e)** Perchlorsäure reagiert mit Cadmium zu Cadmium(II)perchlorat. **(f)** Vanadium(III)-bromid ist ein farbiger Festkörper.

2.38

(a) Was ist ein Kohlenwasserstoff? **(b)** Butan ist das Alkan mit einer Kette von vier Kohlenstoffatomen. Schreiben Sie die Strukturformel dieser Verbindung auf und bestimmen Sie die Molekülformel und die empirische Formel.

2.39

(a) Was ist eine funktionelle Gruppe? **(b)** Welche funktionelle Gruppe charakterisiert einen Alkohol? **(c)** Schreiben Sie mit Hilfe der Ergebnisse von Aufgabe 2.69 die Strukturformel von 1-Butanol auf. Dieser Alkohol wird von Butan abgeleitet, indem ein Wasserstoffatom an einem endständigen Kohlenstoffatom ersetzt wird.

Zusatzaufgaben

2.40

Beschreiben Sie je einen Hauptbeitrag folgender Wissenschaftler zur Wissenschaft: **(a)** Dalton, **(b)** Thomson, **(c)** Millikan, **(d)** Rutherford.

2.41

Was ist Radioaktivität? Geben Sie an, ob Sie mit der folgenden Behauptung einverstanden sind, und begründen Sie Ihre Antwort: Henri Becquerels Entdeckung der Radioaktivität zeigt, dass das Atom nicht unteilbar ist, wie lange zuvor geglaubt wurde.

2.42

Die natürliche Häufigkeit von ^3He beträgt 0,000137 %. **(a)** Aus wie vielen Protonen, Neutronen und Elektronen besteht ein Atom ^3He ? **(b)** Welches Atom ist basierend auf der Summe der Massen ihrer subatomaren Teilchen schwerer, ein Atom ^3He oder ein Atom ^3H (das auch Tritium genannt wird)? **(c)** Wie präzise müsste basierend auf Ihrer Antwort zu Teil (b) ein Massenspektrometer sein, um zwischen den beiden Peaks von $^3\text{He}^+$ und $^3\text{H}^+$ unterscheiden zu können?

(2.43)

Ein Goldwürfel mit einer Seitenlänge von 1,00 cm hat eine Masse von 19,3 g. Ein einzelnes Goldatom hat eine Masse von 197,0 u. **(a)** Aus wie vielen Goldatomen besteht der Würfel? **(b)** Schätzen Sie aus den angegebenen Informationen den Durchmesser eines einzelnen Goldatoms in Å ab. **(c)** Welche Annahmen haben Sie bei der Beantwortung von Teil (b) gemacht?

2.44

Das Element Sauerstoff hat drei natürlich vorkommende Isotope, in deren Kernen sich jeweils 8, 9 und 10 Neutronen befinden. **(a)** Geben Sie die vollständigen chemischen Symbole dieser drei Isotope an. **(b)** Beschreiben Sie die Ähnlichkeiten und Unterschiede dieser drei Atomarten des Sauerstoffs.

(2.45)

Es gibt zwei verschiedene Isotope von Brom. Elementares Brom liegt unter Standardbedingungen als Br_2 -Molekül vor. Die Masse des Br_2 -Moleküls ist gleich der Summe der Massen der beiden Atome im Molekül. Das Massenspektrum von Br_2 besteht aus drei Peaks:

Masse (u)	Relative Intensität
157,836	0,2569
159,834	0,4999
161,832	0,2431

(a) Welchen Ursprung haben die einzelnen Peaks (aus welchen Isotopen bestehen die Peaks jeweils)? **(b)** Welche Masse haben die einzelnen Isotope? **(c)** Bestimmen Sie die durchschnittliche Molekülmasse eines Br_2 -Moleküls. **(c)** Bestimmen Sie die durchschnittliche Atommasse eines Br-Atoms. **(e)** Berechnen Sie die Häufigkeiten der beiden Isotope.

2.46

Wählen Sie aus der folgenden Liste der Elemente – Ar, H, Ga, Al, Ca, Br, Ge, K, O – dasjenige aus, auf das die jeweilige Beschreibung am besten passt. Geben Sie jedes Element nur ein Mal an: **(a)** ein Alkalimetall **(b)** ein Erdalkalimetall **(c)** ein Edelgas **(d)** ein Halogen **(e)** ein Metalloid **(f)** ein Nichtmetall aus Gruppe 1A **(g)** ein Metall, das ein $3+$ -Ion bildet **(h)** ein Nichtmetall, das ein $2-$ -Ion bildet **(i)** ein Element, das Aluminium ähnelt.

2.47

Geben Sie die Namen der folgenden Oxide an: Welche Ladung haben die Metallelemente, wenn Sie annehmen, dass die Verbindungen ionisch aufgebaut sind: **(a)** NiO , **(b)** MnO_2 , **(c)** Cr_2O_3 , **(d)** MoO_3 ?

2.48

Geben Sie die chemischen Namen der folgenden allgemein bekannten Verbindungen an: **(a)** NaCl (Kochsalz), **(b)** NaHCO_3 (Backpulver), **(c)** NaOCl (Bestandteil vieler Bleichmittel), **(d)** NaOH (Ätznatron), **(e)** $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ (Riechsalze), **(f)** CaSO_4 (Gips).

2.49

Viele Ionen und Verbindungen haben sehr ähnliche Namen und können deshalb sehr leicht verwechselt werden. Schreiben Sie die korrekten chemischen Formeln auf, um zwischen **(a)** Calciumsulfid und Calciumhydrogensulfid, **(b)** Bromwasserstoffsäure und Bromsäure, **(c)** Aluminiumnitrid und Aluminiumnitrit, **(d)** Eisen(II)oxid und Eisen(III)oxid, **(e)** Ammoniak und dem Ammoniumion, **(f)** Kaliumsulfid und Kaliumhydrogensulfid, **(g)** Quecksilber(II)-chlorid und Quecksilber(I)chlorid, **(h)** Chlorsäure und Perchlorsäure zu unterscheiden.

This page intentionally left blank

Kapitel 3

Stöchiometrie: Das Rechnen mit chemischen Formeln und Gleichungen

Ausgleichen chemischer Gleichungen

3.1

(a) Welches wissenschaftliche Prinzip oder Gesetz wird beim Ausgleichen chemischer Gleichungen angewendet? (b) Warum dürfen beim Ausgleichen von Gleichungen die Indizes der chemischen Formeln nicht verändert werden? (c) Wie lauten die Symbole, mit denen Gase, Flüssigkeiten, Festkörper und wässrige Lösungen in chemischen Gleichungen repräsentiert werden?

3.2

Gleichen Sie die folgenden Gleichungen aus:

- (a) $\text{CO(g)} + \text{O}_2\text{(g)} \longrightarrow \text{CO}_2\text{(g)}$
 (b) $\text{N}_2\text{O}_5\text{(g)} + \text{H}_2\text{O(l)} \longrightarrow \text{HNO}_3\text{(aq)}$
 (c) $\text{CH}_4\text{(g)} + \text{Cl}_2\text{(g)} \longrightarrow \text{CCl}_4\text{(l)} + \text{HCl(g)}$
 (d) $\text{Al}_4\text{C}_3\text{(s)} + \text{H}_2\text{O(l)} \longrightarrow \text{Al(OH)}_3\text{(s)} + \text{CH}_4\text{(g)}$
 (e) $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2\text{(l)} + \text{O}_2\text{(g)} \longrightarrow \text{CO}_2\text{(g)} + \text{H}_2\text{O(g)}$
 (f) $\text{Fe(OH)}_3\text{(s)} + \text{H}_2\text{SO}_4\text{(aq)} \longrightarrow$
 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3\text{(aq)} + \text{H}_2\text{O(l)}$
 (g) $\text{Mg}_3\text{N}_2\text{(s)} + \text{H}_2\text{SO}_4\text{(aq)} \longrightarrow$
 $\text{MgSO}_4\text{(aq)} + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4\text{(aq)}$

3.3

Gleichen Sie die folgenden Gleichungen aus:

- (a) $\text{Li(s)} + \text{N}_2\text{(g)} \longrightarrow \text{Li}_3\text{N(s)}$
 (b) $\text{La}_2\text{O}_3\text{(s)} + \text{H}_2\text{O(l)} \longrightarrow \text{La(OH)}_3\text{(aq)}$
 (c) $\text{NH}_4\text{NO}_3\text{(s)} \longrightarrow \text{N}_2\text{(g)} + \text{O}_2\text{(g)} + \text{H}_2\text{O(g)}$
 (d) $\text{Ca}_3\text{P}_2\text{(s)} + \text{H}_2\text{O(l)} \longrightarrow \text{Ca(OH)}_2\text{(aq)} + \text{PH}_3\text{(g)}$
 (e) $\text{Ca(OH)}_2\text{(aq)} + \text{H}_3\text{PO}_4\text{(aq)} \longrightarrow$
 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2\text{(s)} + \text{H}_2\text{O(l)}$
 (f) $\text{AgNO}_3\text{(aq)} + \text{Na}_2\text{SO}_4\text{(aq)} \longrightarrow$
 $\text{Ag}_2\text{SO}_4\text{(s)} + \text{NaNO}_3\text{(aq)}$
 (g) $\text{CH}_3\text{NH}_2\text{(g)} + \text{O}_2\text{(g)} \longrightarrow$
 $\text{CO}_2\text{(g)} + \text{H}_2\text{O(g)} + \text{N}_2\text{(g)}$

3.4

Geben Sie für jede der folgenden Beschreibungen eine ausgeglichene chemische Gleichung an: (a) Festes Calciumcarbid CaC_2 reagiert mit Wasser zu einer wässrigen Lösung von Calciumhydroxid und gasförmigem Acetylen C_2H_2 . (b) Festes Kaliumchlorat zerfällt beim Erhitzen zu festem Kaliumchlorid und gasförmigem Sauerstoff. (c) Festes Zink reagiert mit Schwefelsäure zu gasförmigem Wasserstoff und einer wässrigen Lösung von Zinksulfat. (d) Wenn flüssiges Phosphortrichlorid in Wasser gegeben wird, reagiert es zu einer wässrigen Lösung von Phosphonsäure, $\text{H}_3\text{PO}_3\text{(aq)}$, und Salzsäure (Chlorwasserstoffsäure). (e) Wenn gasförmiges Wasserstoffsulfid (Schwefelwasserstoff) über erhitztes festes Eisen(III)hydroxid geleitet wird, entstehen festes Eisen(III)sulfid und gasförmiges Wasser.

Muster chemischer Reaktivität

3.5

(a) Wie können Sie die chemische Formel des Produkts der Reaktion von metallischem Natrium mit nichtmetallischem Brom, $\text{Br}_2\text{(l)}$, ableiten? Woher wissen Sie, ob das Produkt bei Zimmertemperatur ein Festkörper, eine Flüssigkeit oder ein Gas ist? Geben Sie die ausgeglichene chemische Gleichung der Reaktion an. (b) Welcher Reaktant ist bei der Verbrennung eines Kohlenwasserstoffs an Luft abgesehen vom Kohlenwasserstoff selbst noch an der Reaktion beteiligt? Welche Produkte entstehen? Geben Sie die ausgeglichene chemische Reaktionsgleichung für die Verbrennung von Benzol, $\text{C}_6\text{H}_6\text{(l)}$, an Luft an.

3.6

Geben Sie die ausgeglichene chemische Reaktionsgleichung für (a) die Reaktion von Mg(s) mit $\text{Cl}_2\text{(g)}$,

(b) die unter Wärmeeinfluss ablaufende Zerfallsreaktion von Bariumcarbonat zu Bariumoxid und gasförmigem Kohlendioxid, (c) die Verbrennung des Kohlenwasserstoffs Styrol, $C_8H_8(l)$, an Luft und (d) die Verbrennung von Dimethylether, $CH_3OCH_3(g)$, an Luft an.

3.7

Gleichen Sie die folgenden Gleichungen aus und geben Sie an, ob es sich um Bildungs-, Zerfalls- oder Verbrennungsreaktionen handelt:

- (a) $Al(s) + Cl_2(g) \longrightarrow AlCl_3(s)$
 (b) $C_2H_4(g) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + H_2O(g)$
 (c) $Li(s) + N_2(g) \longrightarrow Li_3N(s)$
 (d) $PbCO_3(s) \longrightarrow PbO(s) + CO_2(g)$
 (e) $C_7H_8O_2(l) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + H_2O(g)$

3.8

Gleichen Sie die folgenden Gleichungen aus und geben Sie an, ob es sich um Bildungs-, Zerfalls- oder Verbrennungsreaktionen handelt:

- (a) $C_3H_6(g) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + H_2O(g)$
 (b) $NH_4NO_3(s) \longrightarrow N_2O(g) + H_2O(g)$
 (c) $C_5H_6O(l) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + H_2O(g)$
 (d) $N_2(g) + H_2(g) \longrightarrow NH_3(g)$
 (e) $K_2O(s) + H_2O(l) \longrightarrow KOH(aq)$

Formelmass

3.9

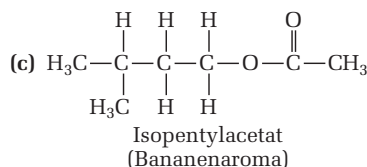
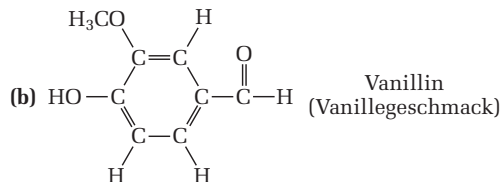
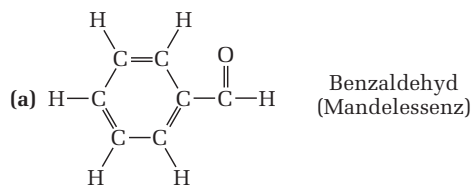
Bestimmen Sie die Formelmass der folgenden Verbindungen: (a) N_2O_5 , (b) $CuSO_4$, (c) $(NH_4)_3PO_4$, (d) $Ca(HCO_3)_2$, (e) Aluminiumsulfid, (f) Eisen(III)-sulfat, (g) Disiliciumhexabromid.

3.10

Berechnen Sie die prozentualen Massenanteile von Sauerstoff in den folgenden Verbindungen: (a) SO_3 , (b) CH_3COOCH_3 , (c) $Cr(NO_3)_3$, (d) Natriumsulfat, (e) Ammoniumnitrat.

3.11

Berechnen Sie auf Grundlage der angegebenen Strukturformeln den prozentualen Massenanteil von Kohlenstoff in den folgenden Verbindungen:



Die Avogadrokonstante und das Mol

3.12

(a) Was ist die Avogadrokonstante und in welchem Verhältnis steht sie zu der Einheit Mol? (b) Welche Beziehung gilt zwischen der Formelmass einer Substanz und ihrer molaren Masse?

3.13

(a) Welche Masse hat ein Mol ^{12}C in Gramm? (b) Wie viele Kohlenstoffatome befinden sich in einem Mol ^{12}C ?

3.14

Ordnen Sie ohne ausführliche Berechnungen (jedoch mit Hilfe eines Periodensystems, um die Atommassen zu ermitteln) die folgenden Proben nach der Anzahl der in ihnen enthaltenen Atome: 0,50 mol H_2O ; 23 g Na; $6,0 \times 10^{23}$ N_2 -Moleküle.

3.15

Welche Masse in Kilogramm hätte eine der Avogadrokonstante entsprechende Menge olympischer Kugelstoßkugeln, die jeweils eine Masse von 16 lb haben? Wie groß ist diese Masse im Vergleich zur Masse der Erde, $5,98 \times 10^{24}$ kg?

3.16

Berechnen Sie die folgenden Größen:

- (a) Masse in Gramm in 0,773 mol CaH_2 ;
- (b) Stoffmenge von $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ in 5,35 g dieser Substanz;
- (c) Anzahl der Moleküle in 0,0305 mol CH_3OH ;
- (d) Anzahl der C-Atome in 0,585 mol C_4H_{10} .

3.17

Berechnen Sie die folgenden Größen:

- (a) Masse in Gramm in $1,906 \times 10^{-2}$ mol BaI_2 ;
- (b) Stoffmenge von NH_4Cl in Mol in 48,3 g dieser Substanz;
- (c) Anzahl der Moleküle in 0,05752 mol HCOOH ;
- (d) Anzahl der O-Atome in $4,88 \times 10^{-3}$ mol $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$.

3.18

- (a) Welche Masse (in Gramm) hat $2,50 \times 10^{-3}$ mol Ammoniumphosphat?
- (b) Wie viel Mol Chloridionen befinden sich in 0,2550 g Aluminiumchlorid?
- (c) Welche Masse (in Gramm) haben $7,70 \times 10^{20}$ Moleküle Koffein, $\text{C}_8\text{H}_{10}\text{N}_4\text{O}_2$?
- (d) Welche molare Masse hat Cholesterin, wenn 0,00105 mol dieser Substanz 0,406 g wiegen?

3.19

Die Molekülformel von Allicin, einer Verbindung, die für den Geruch von Knoblauch verantwortlich ist, lautet $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{OS}_2$: (a) Welche molare Masse hat Allicin? (b) Wie viel Mol Allicin befinden sich in 5,00 mg der Substanz? (c) Wie viele Moleküle Allicin befinden sich in 5,00 mg der Substanz? (d) Wie viele S-Atome befinden sich in 5,00 mg Allicin?

3.20

Eine Glukoseprobe, $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, enthält $1,250 \times 10^{21}$ Kohlenstoffatome. (a) Wie viele Wasserstoffatome enthält sie? (b) Wie viele Glukosemoleküle enthält sie? (c) Wie viel Mol Glukose enthält sie? (d) Welche Masse (in Gramm) hat die Probe?

3.21

Die erlaubte Konzentration von Vinylchlorid, $\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}$, in der Luft einer Chemiefabrik beträgt $2,0 \times 10^{-6}$ g/L. Wie viel Mol Vinylchlorid pro Liter entspricht das? Und wie vielen Molekülen pro Liter?

Empirische Formeln**3.22**

Geben Sie die empirischen Formeln der folgenden Verbindungen an, wenn eine Probe dieser Verbindungen (a) 0,0130 mol C; 0,0390 mol H und 0,0065 mol O; (b) 11,66 g Eisen und 5,01 g Sauerstoff; (c) 40,0 Massen-% C; 6,7 Massen-% H und 53,3 Massen-% O enthält.

3.23

Bestimmen Sie die empirischen Formeln der Verbindungen mit den folgenden prozentualen Massenanteilen:

- (a) 10,4 % C; 27,8 % S und 61,7 % Cl
- (b) 21,7 % C; 9,6 % O und 68,7 % F
- (c) 32,79 % Na; 13,02 % Al und 54,19 % F

3.24

Welche Molekülformeln haben die folgenden Verbindungen?

- (a) Empirische Formel CH_2 , Molare Masse = 84 g/mol
- (b) Empirische Formel NH_2Cl , Molare Masse = 51,5 g/mol

3.25

Bestimmen Sie die Molekülformeln und die empirischen Formeln der folgenden Substanzen:

- (a) Styrol, eine Verbindung, die zur Herstellung von Styrofoam-Bechern und für Isolierungen verwendet wird und prozentuale Massenanteile von 92,3 % C und 7,7 % H sowie eine molare Masse von 104 g/mol hat.
- (b) Koffein, ein Stimulans im Kaffee, das prozentuale Massenanteile von 49,5 % C; 5,15 % H; 28,9 % N und 16,5 % O sowie eine molare Masse von ungefähr 195 g/mol hat.
- (c) Natrium-Glutamat, ein Geschmacksverstärker, der Massenanteile von 35,51 % C; 4,77 % H; 37,85 % O; 8,29 % N und 13,60 % Na sowie eine molare Masse von 169 g/mol hat.

3.26

(a) Bei der Verbrennungsanalyse von Toluol, einem gebräuchlichen organischen Lösungsmittel, werden 5,86 mg CO_2 und 1,37 mg H_2O erhalten. Welche empirische Formel hat die Verbindung, wenn Sie davon