

Inhaltsverzeichnis

I Stoffe und ihre Bausteine

1	Stoffe und Stoffumwandlungen	19
1.1	Stoffe im Alltag	20
1.2	Chemische Reaktionen auf Stoffebene	23
1.3	Kraft und Energie, zwei Schlüsselbegriffe in der Chemie	31
1.4	Stoffeigenschaften lassen sich mit dem allgemeinen Teilchenmodell erklären – Energie und Aggregatzustände.....	39
1.5	Wahrscheinliche Zustände	47
1.6	Die Teilchenzahl bestimmt das Volumen eines Gases	49
1.7	Exkurs: Absoluter Nullpunkt und seine mathematische Begründung	51
	Zentrale Begriffe zum Kapitel 1	51
	Aufgaben zum Kapitel 1.....	52
2	Vom Gemisch zum Element – Trennmethoden – Periodensystem	55
2.1	Gemische sind aus mindestens zwei Reinstoffen aufgebaut	56
2.2	Gemische lassen sich in ihre Reinstoffe zerlegen – Trennmethoden.....	59
2.3	Reinstoffe sind entweder Verbindungen oder Elemente	65
2.4	Elemente werden im Periodensystem dargestellt.....	68
2.5	Möglichkeiten und Grenzen des allgemeinen Teilchenmodells	71
	Zentrale Begriffe zum Kapitel 2	73
	Aufgaben zum Kapitel 2	74
3	Die chemischen Elemente und ihre Atome	75
3.1	Das Universum besteht aus Protonen, Elektronen und Neutronen, den Bausteinen der Atome.....	76
3.2	Die Atome der Elemente sind durch ihre Protonenzahl charakterisiert – das Periodensystem II	78

3.3	Atome desselben Elements unterscheiden sich – Isotope.....	79
3.4	Wie schwer sind eigentlich Atome? Atommasse und Stoffmenge – molare Masse	81
3.5	Elektrisch geladene Teilchen üben aufeinander Kräfte aus – das Coulomb-Gesetz.....	86
3.6	Exkurs: Vergleich von Gravitations- und Coulomb-Kraft	87 
3.7	Exkurs: Die Entdeckung der Atombausteine und der Isotope – Massenbestimmung	88 
3.8	Exkurs: Eine kurze Geschichte der Materie	89 
	Zentrale Begriffe zum Kapitel 3	89
	Aufgaben zum Kapitel 3	90

4 Modellvorstellungen über die Struktur von Atomen 93

4.1	Atome sind fast leer – das Kern-Hülle-Modell.....	94
4.2	Kräfte und Energien in einem Atom	96
4.3	Das Schalenmodell der Elektronenhülle	99
4.4	Wie werden die Schalen der Atome mit Elektronen besetzt? Die Elektronenkonfiguration	104
4.5	Modellhafte Darstellung der Valenzelektronen – Lewis-Schreibweise ..	106
4.6	Metall- bzw. Nichtmetallatome binden ihre Valenzelektronen unterschiedlich stark.....	110
4.7	Exkurs: Kraft und Energie bei der Bildung eines Wasserstoff-Atoms.....	111 
4.8	Exkurs: Elektronenschalen enthalten Unterschalen auf verschiedenen Energiestufen.....	112 
4.9	Exkurs: Atomkerne können sich spontan verändern – die Radioaktivität.....	113 
	Zentrale Begriffe zum Kapitel 4	112
	Aufgaben zum Kapitel 4.....	113

5 Atome verbinden sich – ein Überblick 115

5.1	Elemente – ihre kleinsten Teilchen und deren Beschreibung mit Symbolen und Formeln	116
5.2	Nichtmetallatome bilden Moleküle – Molekülverbindungen – Reaktionsgleichungen II.....	119
5.3	Bei der Reaktion von Metall- mit Nichtmetallatomen entstehen Ionengitter – Ionenverbindungen (Salze).....	123
5.4	Metallatome bilden ebenfalls Gitter – die Bindung zwischen Metallatomen.....	126
5.5	Benennung und Schreibweise binärer Verbindungen.....	127

5.6	Exkurs: Wasserstoff und Sauerstoff existieren als zweiatomige Moleküle – der experimentelle Nachweis.....	129	↓
	Zentrale Begriffe zum Kapitel 5	129	
	Aufgaben zum Kapitel 5	130	
6	Stoffmenge und Stoffmasse können berechnet werden	131	
6.1	Die Masse von Atomen, Molekülen und Formeleinheiten – molares Volumen	132	
6.2	Reaktionsgleichungen erlauben Aussagen über Massen-, Volumen- und Teilchenverhältnisse	133	
6.3	Stoffmengen und Massen charakterisieren Lösungen.....	135	
	Zentrale Begriffe zum Kapitel 6	137	
	Aufgaben zum Kapitel 6	138	
7	Kräfte innerhalb von Molekülen – Bindungsenthalpie, Bildungsenthalpie und Molekülgestalt	139	
7.1	Kraft und Energie bei der Bildung einer Elektronenpaarbindung – die Bindungsenthalpie	140	
7.2	Unsymmetrische (polare) Elektronenpaarbindungen erhöhen die Bindungsenthalpie – die Elektronegativität	143	
7.3	Die Abhängigkeit der Bindungsenthalpie – eine Zusammenfassung...	147	
7.4	Bildungsenthalpien als Energiebilanz für Reaktionen zwischen Elementen.....	149	
7.5	Aus Reaktionen zwischen Molekülen lässt sich Energie gewinnen – die Berechnung der Reaktionsenthalpie	152	
7.6	Abstossende Kräfte zwischen Elektronen sind für die räumliche Gestalt von Molekülen verantwortlich.....	154	
7.7	Lewis-Formeln komplexer Moleküle.....	160	
7.8	Exkurs: Auch Edelgase bilden Verbindungen.....	162	↓
	Zentrale Begriffe zum Kapitel 7	162	
	Aufgaben zum Kapitel 7	163	
8	Kräfte zwischen Molekülen – Aggregatzustand und Mischbarkeit	165	
8.1	Einführung.....	166	
8.2	Kräfte zwischen kurzzeitigen Dipolen – Van-der-Waals-Kräfte	166	
8.3	Kräfte zwischen permanenten Dipolen – Dipol–Dipol-Kräfte	169	
8.4	Besonders starke Kräfte zwischen Molekülen – Wasserstoffbrücken	174	

8.5	Die Energiebilanz der zwischenmolekularen Kräfte bestimmt die Mischbarkeit molekularer Stoffe	177
8.6	Kohlenstoff, ein besonderes Element	180
8.7	Exkurs: Wasser, Alkohole, Nukleinsäuren und Proteine – vier Beispiele zur Bedeutung der Wasserstoffbrücken	181

Zentrale Begriffe zum Kapitel 8	186
Aufgaben zum Kapitel 8	187

9 Salze sind Ionenverbindungen 189

9.1	Der Energieumsatz bei der Bildung von Ionenverbindungen	190
9.2	Welche Struktur haben Ionenverbindungen?.....	197
9.3	Ionenverbindungen sind fest und spröde	200
9.4	Salzlösungen und Hydrationsenthalpie.....	201
9.5	Elektrischer Strom zersetzt Salzschmelzen und Salzlösungen	206
9.6	Exkurs: Salze mit Komplexionen	207

Zentrale Begriffe zum Kapitel 9	207
Aufgaben zum Kapitel 9	208

10 Metalle, ihr Aufbau und ihre Eigenschaften 209

10.1	Metalle bilden einfache Strukturen	210
10.2	Eigenschaften von Metallen – Schmelz- und Siedetemperaturen, Verformbarkeit, Härte, elektrische Leitfähigkeit	214
10.3	Metalle lassen sich mischen – Legierungen.....	218
10.4	Exkurs: Halbleiter als Voraussetzung für die moderne Elektronik.....	219
10.5	Exkurs: Metalle der Seltenen Erden – das Öl der Zukunft	220

II Chemische Reaktionen

11 Chemische Reaktionen haben eine Geschwindigkeit 223

11.1	Worin unterscheiden sich schnelle und langsame Reaktionen?	224
11.2	Die Reaktionsgeschwindigkeit wird von äusseren Faktoren beeinflusst..	230
11.3	Exkurs: Der Abgaskatalysator	231

Zentrale Begriffe zum Kapitel 11	237
Aufgaben zum Kapitel 11	238

12 Chemische Reaktionen laufen freiwillig oder unfreiwillig ab – Enthalpie und Entropie 239

12.1	Welche chemischen Reaktionen laufen freiwillig ab?.....	240
12.2	Wahrscheinlichkeitsmaximum und Energieminimum ergänzen sich ...	244
12.3	Die Entropie, ein Mass für die Wahrscheinlichkeit eines Stoffsystems ...	246
12.4	Die Freiwilligkeit einer Reaktion lässt sich quantitativ erfassen – die Gibbs-Helmholtz-Gleichung.....	250
12.5	Exkurs: Die Berechnung der freien Enthalpie.....	
12.6	Exkurs: Die Enthalpie kann auch als Entropie interpretiert werden – der zweite Hauptsatz der Thermodynamik	
12.7	Exkurs: Die Natur macht es uns vor – wie Zellen unfreiwillige Reaktionen zum Laufen bringen.....	
	Zentrale Begriffe zum Kapitel 12	255
	Aufgaben zum Kapitel 12	256

13 Chemische Reaktionen laufen oft unvollständig ab – das chemische Gleichgewicht 257

13.1	Chemische Reaktionen kommen nicht zum Stillstand – das dynamische Gleichgewicht	258
13.2	Das Massenwirkungsgesetz beschreibt chemische Gleichgewichte quantitativ.....	263
13.3	Chemische Gleichgewichte lassen sich beeinflussen	265
13.4	Exkurs: Berechnungen zum chemischen Gleichgewicht	
13.5	Exkurs: Chemische Gleichgewichte in der Technik – die Ammoniak- und Salpetersäure-Synthese.....	
	Zentrale Begriffe zum Kapitel 13	268
	Aufgaben zum Kapitel 13	269

14 Bei Säure-Base-Reaktionen werden Protonen verschoben 271

14.1	Saure und basische Lösungen, Säuren und Basen – ein Gegensatz.....	272
14.2	Säure-Base-Reaktionen sind umkehrbar	279
14.3	Säure-Base-Reaktionen: Salzgewinnung – Enthalpie und Entropie	282
14.4	Der pH-Wert charakterisiert wässrige Lösungen	284
14.5	Die Stärke von Säuren und Basen – die Säure-Base-Reihe	289
14.6	Die Wirkungsweise von Indikatoren und Pufferlösungen.....	295
14.7	Die Reaktion zwischen sauren und basischen Lösungen – Neutralisation und Titration	298

14.8	Exkurs: Säuren und Basen im Alltag	303
14.9	Exkurs: Säure- sowie Basenstärke und ihre Abhängigkeit	303
14.10	Exkurs: Indikatoren, Titration und Pufferlösungen – eine quantitative Betrachtung	303
Zentrale Begriffe zum Kapitel 14	304	
Aufgaben zum Kapitel 14	305	

15 Auch Elektronen lassen sich verschieben 307

15.1	Die Bildung von Elektronenpaar- und Ionenbindung weist Gemeinsamkeiten auf	308
15.2	Oxidationszahlen als Erkennungsmerkmal von Redoxreaktionen	313
15.3	Oxidatoren und Reduktoren unterscheiden sich in ihrer Stärke – die Redoxreihe	317
15.4	Die Stärke der Reduktoren und Oxidatoren lässt sich quantitativ bestimmen – Redoxreihe und Standard-Redoxpotenziale	323
15.5	Elektrischer Strom kann Redoxreaktionen erzwingen – die Elektrolyse	330
15.6	Exkurs: Die Vielfalt der Redoxreaktionen	331
15.7	Exkurs: Elektrolysen in der Technik	331
15.8	Exkurs: Die Gewinnung von Eisen, Stahl und Silicium	332
15.9	Exkurs: Die Natur macht es uns vor – Redoxreaktionen beim Stoffwechsel im menschlichen Organismus	332
Zentrale Begriffe zum Kapitel 15	331	
Aufgaben zum Kapitel 15	332	

16 Elektrischer Strom bewegt und verbindet die Welt 335

16.1	Ortsunabhängige Stromquellen – Grundlagen	336
16.2	Zum einmaligen Gebrauch – Batterien (Primärelemente)	338
16.3	Wieder aufladbar – Akkumulatoren (Sekundärelemente)	342
16.4	Brennstoffzellen – der Antrieb der Zukunft?	349
16.5	Korrosion vernichtet Werte	352
Zentrale Begriffe zum Kapitel 16	357	
Aufgaben zum Kapitel 16	358	

III Kohlenstoff und seine Verbindungen

17 Zwei Elemente und Einfachbindungen – Alkane	361
17.1 Alkane – Grundgerüst aller Kohlenstoffverbindungen	362
17.2 Die homologe Reihe der Alkane	363
17.3 Wie benennt man die Alkane?.....	367
17.4 Alkane existieren bei Raumtemperatur in allen drei Aggregatzuständen und zeigen unterschiedliches Mischungsverhalten.....	369
17.5 Alkane reagieren mit Sauerstoff und Halogenen und lassen sich zerbrechen	372
Zentrale Begriffe zum Kapitel 17	377
Aufgaben zum Kapitel 17	378
18 Kohlenstoff, Wasserstoff und Mehrfachbindungen – Alkene und Alkine	379
18.1 Die C=C-Doppel- und die C≡C-Dreifachbindung	380
18.2 Die homologe Reihe der Alkene und Alkine	381
18.3 Doppelbindungen und Stereoisomerie.....	383
18.4 Mehrfachbindungen begünstigen Additionsreaktionen	385
18.5 Aus Alkenen werden Kunststoffe	388
18.6 Exkurs: Elektronenwolken dehnen sich aus – aromatische Kohlenwasserstoffe	389
↓	
Zentrale Begriffe zum Kapitel 18	392
Aufgaben zum Kapitel 18	393
19 Sauerstoff-Atome erhöhen die Reaktionsfähigkeit – Alkohole und ihre Oxidationsprodukte	395
19.1 Die Hydroxygruppe als Kennzeichen der Alkohole.....	396
19.2 Einige Alkohole und ihre Bedeutung	399
19.3 Alkohole sind reaktionsfreudig	403
19.4 Alkohole lassen sich zu Aldehyden und Ketonen oxidieren	404
19.5 Exkurs: Die Natur macht es uns vor – bei der Zellatmung werden auch tertiäre Alkohole oxidiert	405
↓	
Zentrale Begriffe zum Kapitel 19	408
Aufgaben zum Kapitel 19	409

20 Zwei funktionelle Gruppen in einem Molekül – Carbonsäuren

411

20.1	Die Carboxygruppe als Kennzeichen der Carbonsäuren.....	412
20.2	Die homologe Reihe der Carbonsäuren	414
20.3	Carbonsäuren und Alkohole bilden Ester und Polyester.....	420
20.4	Exkurs: Aus Carbonsäuren und Aminen entstehen ebenfalls Kunststoffe – Polyamide.....	422
20.5	Exkurs: Acetylsalicylsäure – ein Ester mit bemerkenswerten Eigenschaften.....	423
	Zentrale Begriffe zum Kapitel 20	423
	Aufgaben zum Kapitel 20	424

21 Fette, Kohlenhydrate, Proteine und Nukleinsäuren

425

21.1	Triglyceride als Bausteine der Fette – Phospholipide	426
21.2	Die Fotosynthese als Ursprung der Kohlenhydrate.....	430
21.3	Aus Aminosäuren entstehen Proteine	439
21.4	Exkurs: Aus Fetten und fetten Ölen werden Seifen – Tenside	440
21.5	Exkurs: Die biologischen Funktionen der Nährstoffe	441
21.6	Exkurs: Nukleinsäuren bestimmen die Aminosäuresequenz eines Proteins	442
	Zentrale Begriffe zum Kapitel 21	443
	Aufgaben zum Kapitel 21	444

22 Exkurs: Energie aus dem Abbau von Kohlenhydraten, Fetten und Eiweissen im menschlichen Organismus

426

22.1	Die Zellatmung, eine Übersicht.....	426
22.2	Von der Phosphorsäure zum Guanosintriphosphat: die an der Zellatmung beteiligten Stoffe.....	427
22.3	Freie Enthalpie und biochemische Reaktionen.....	428
22.4	Die Vielfalt biochemischer Reaktionen.....	429
22.5	Aus Glucose wird Pyruvat: die Glykolyse	430
22.6	Der Citratzyklus als zentraler Teil der Zellatmung	431
22.7	Pyruvat und Acetyl-CoA aus dem Fettabbau.....	432
22.8	Proteine, Aminosäuren, Ketocarbonsäuren	433
22.9	Ein Protonengradient macht es möglich: die Atmungskette.....	434
	Zentrale Begriffe zum Kapitel 22	435
	Aufgaben mit Lösungen zum Kapitel 22	436

23 Exkurs: Instrumentelle Analytik



- 23.1** Grundlagen spektroskopischer Methoden.....
- 23.2** Infrarot-(IR)-Spektroskopie ..
- 23.3** Ultraviolett-(UV-)Spektroskopie.....
- 23.4** Kernresonanzspektroskopie (NMR-Spektroskopie) ..
- 23.5** Massenspektroskopie ..
- 23.6** Kommentierte Übungen mit Lösungen ..
- Zentrale Begriffe zum Kapitel 23 ..
- Aufgaben mit Lösungen zum Kapitel 23 ..

24 Exkurs: Stereochemie organischer Moleküle



- 24.1** Rotation um Einfachbindungen; Alkane und Cycloalkane.....
- 24.2** E/Z-Isomerie; Alkene.....
- 24.3** Chiralität.....
- 24.4** Konfiguration und Fischer-Projektionsformeln ..
- 24.5** Racemate und ihre Trennung ..
- 24.6** Chemische Reaktionen chiraler Moleküle.....
- 24.7** Die Sequenzregel ..
- Zentrale Begriffe zum Kapitel 24 ..
- Aufgaben mit Lösungen zum Kapitel 24 ..

25 Exkurs: Organische Reaktionen



- 25.1** Einführung.....
- 25.2** Reaktionsgeschwindigkeit und Reaktionsordnung ..
- 25.3** Substitutionsreaktionen.....
- 25.4** Additionsreaktionen ..
- 25.5** Eliminationsreaktionen.....
- Zentrale Begriffe zum Kapitel 25 ..
- Aufgaben mit Lösungen zum Kapitel 25 ..

26 Exkurs: Atome ohne Grenzen; eine kurze Einführung in die Quantenchemie



- Zentrale Begriffe zum Kapitel 26 ..
- Aufgaben mit Lösungen zum Kapitel 26 ..

27 Exkurs: Farbige Stoffe und Farbstoffe	
27.1 Wie entsteht Licht?.....	
27.2 Warum sind Stoffe farbig?	
27.3 Farbige Stoffe und Farbstoffe; Beispiele.....	
Zentrale Begriffe zum Kapitel 27	
Aufgaben mit Lösungen zum Kapitel 27	

Anhang	445
---------------	------------

Kennzeichnungssystem für Chemikalien – Gefahrenpiktogramme mit Signalwort und Erklärungen	446
Drei Bindungsarten, ihre Stoffe und Eigenschaften; eine Gegenüberstellung .	448
Bildnachweis	451
Sachregister	452