Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung 19

1.1 Historische Entwicklung der Chemie 20
1.2 Elemente, Verbindungen, Gemische 23
1.3 Stofftrennung 25
1.4 Maßeinheiten 28
1.5 Genauigkeit und signifikante Stellen 29
1.6 Mittelwert und Standardabweichung 30
Übungsaufgaben 31

2 Einführung in die Atomtheorie . . . 32

2.1 Die Dalton-Atomtheorie 32
2.2 Das Elektron 33
2.3 Das Proton 34
2.4 Das Neutron 35
2.5 Aufbau der Atome 35
2.6 Atomsymbole 37
2.7 Isotope 37
2.8 Atommassen 38
2.9 Elementgenese 40
Übungsaufgaben 40

3 Stöchiometrie Teil I: Chemische Formeln 43

3.1 Moleküle und Ionen 43
3.2 Empirische Formeln 45
3.3 Das Mol 45
3.4 Prozentuale Zusammensetzung von Verbindungen 47
3.5 Ermittlung chemischer Formeln 48
Übungsaufgaben 49

4 Stöchiometrie Teil II: Chemische Reaktionsgleichungen 52

4.1 Chemische Reaktionsgleichungen 52
4.2 Begrenzende Reaktanden 55
4.3 Ausbeute bei chemischen Reaktionen 56
4.4 Konzentration von Lösungen 56
Übungsaufgaben 58

5 Energieumsatz bei chemischen Reaktionen 61

5.1 Energiemaße 62
5.2 Temperatur und Wärme 62
5.3 Kalorimetrie 63
5.4 Reaktionsenergie und Reaktionsenthalpie . . 64
5.5 Der Satz von Hess 66
5.6 Bildungsenthalpien 67
5.7 Bindungsenergien 70
Übungsaufgaben 72

6 Die Elektronenstruktur der Atome 74

6.1 Elektromagnetische Strahlung 75
6.2 Atomspektren 76
6.3 Ordnungszahl und das Periodensystem der Elemente 79
6.4 Wellenmechanik 83
6.5 Quantenzahlen 87
6.6 Orbitalbesetzung und die Hund-Regel 92
6.7 Die Elektronenstruktur der Elemente 94
6.8 Halb- und vollbesetzte Unterschalen 96
6.9 Einteilung der Elemente 99
Übungsaufgaben 100

7 Eigenschaften der Atome und die Ionenbindung 102

7.1 Atomgröße 103
7.2 Ionisierungsenergien 105
7.3 Elektronenaffinitäten 107
7.4 Die Ionenbindung 109
7.5 Gitterenergie 110
7.6 Arten von Ionen 112
7.7 Ionenradien 114
7.8 Nomenklatur von Ionenverbindungen 116
Übungsaufgaben 117

8 Die kovalente Bindung 119

8.1 Konzept der kovalenten Bindung 119
8.2 Übergänge zwischen Ionenbindung und kovalenter Bindung 121
8.3 Elektronegativität 123
8.4 Formalladungen 125
8.5 Mesomerie (Resonanz) 127
8.6 Nomenklatur von binären Molekülverbindungen 129
Übungsaufgaben 129

aus: Mortimer u.a., Chemie (ISBN 9783132458147) © 2026 Georg Thieme Verlag KG Stuttgart • New York

9 Molekülstruktur, Molekülorbitale 131
9.1 Ausnahmen zur Oktettregel 132
9.2 Elektronenpaar-Abstoßung und Molekülstruktur 132
9.3 Hybridorbitale 137
9.4 Molekülorbitale 139
9.5 Molekülorbitale in mehratomigen Molekülen 143
9.6 Delokalisierte Bindungen 145
9.7 Stark polare kovalente Bindungen 149
9.8 Hypervalente Atome 150
9.9 Die Bindung in Metallen 151
9.10 Halbleiter 154
Übungsaufgaben 155

10 Gase 157
10.1 Druck 158
10.2 Das Avogadro-Gesetz 159
10.3 Das ideale Gasgesetz 160
10.4 Stöchiometrie und Gasvolumina 162
10.5 Die kinetische Gastheorie 164
10.6 Das Dalton-Gesetz der Partialdrücke 165
10.7 Molekülgeschwindigkeiten in Gasen 167
10.8 Das Graham-Effusionsgesetz 168
10.9 Reale Gase 169
10.10 Verflüssigung von Gasen 171
Übungsaufgaben 172

11 Flüssigkeiten 175
11.1 Intermolekulare Anziehungskräfte 176
11.2 Wasserstoff-Brücken 178
11.3 Der flüssige Zustand 179
11.4 Verdampfung 180
11.5 Dampfdruck 181
11.6 Siedepunkt 182
11.7 Verdampfungsenthalpie 183
11.8 Gefrierpunkt und Schmelzpunkt 183
11.9 Dampfdruck von Festkörpern 184
11.10 Phasendiagramme 184
Übungsaufgaben 186

12 Feststoffe 187
12.1 Arten von kristallinen Feststoffen 188
12.2 Kristallstruktur und Symmetrie 191
12.3 Kristallstrukturen von Metallen 193
12.4 Ionenkristalle 195
12.5 Defektstrukturen 198
12.6 Flüssigkristalle 199
12.7 Nanostrukturen 200
Übungsaufgaben 202

13 Strukturaufklärung 205
13.1 Röntgenbeugung 205
13.2 Kernmagnetische Resonanz-Spektroskopie . 210
Übungsaufgaben 213

14 Lösungen 215
14.1 Allgemeine Betrachtungen 216
14.2 Der Auflösungsprozess 217
14.3 Hydratisierte Ionen 218
14.4 Lösungsenthalpie 219
14.5 Abhängigkeit der Löslichkeit von Druck und Temperatur 220
14.6 Konzentration von Lösungen 221
14.7 Dampfdruck von Lösungen 224
14.8 Gefrierpunkt und Siedepunkt von Lösungen 225
14.9 Osmose 227
14.10 Destillation 230
14.11 Elektrolyt-Lösungen 231
14.12 Interionische Wechselwirkungen in Lösungen 232
14.13 Kolloide Lösungen und Gele 233
14.14 Tenside und Mizellen 233
14.15 Ionische Flüssigkeiten 235
Übungsaufgaben 235

15 Reaktionen in wässriger Lösung . . 238
15.1 Metathese-Reaktionen 238
15.2 Oxidationszahlen 241
15.3 Reduktions-Oxidations-Reaktionen 243
15.4 Arrhenius-Säuren und -Basen 248
15.5 Saure und basische Oxide 251
15.6 Nomenklatur von Säuren, Hydroxiden und Salzen 251
15.7 Volumetrische Analyse 253
15.8 Äquivalentmasse und Äquivalentkonzentration 255
Übungsaufgaben 257

aus: Mortimer u.a., Chemie (ISBN 9783132458147) © 2026 Georg Thieme Verlag KG Stuttgart • New York

16 Reaktionskinetik 259
16.1 Reaktionsgeschwindigkeit 260
16.2 Konzentrationsabhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit 261
16.3 Zeitabhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit 262
16.4 Einstufige Reaktionen 266
16.5 Geschwindigkeitsgesetze für einstufige Reaktionen 269
16.6 Reaktionsmechanismen 270
16.7 Temperaturabhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit 272
16.8 Katalyse 273
Übungsaufgaben 276

17 Das chemische Gleichgewicht 279
17.1 Reversible Reaktionen und chemisches Gleichgewicht 280
17.2 Die Gleichgewichtskonstante K_c 281
17.3 Die Gleichgewichtskonstante K_p 285
17.4 Das Prinzip des kleinsten Zwanges 286
Übungsaufgaben 288

18 Säuren und Basen 290
18.1 Das Arrhenius-Konzept 291
18.2 Das Brønsted-Lowry-Konzept 291
18.3 Die Stärke von Brønsted-Säuren und -Basen 292
18.4 Säurestärke und Molekülstruktur 293
18.5 Das Lewis-Konzept 296
18.6 Lösungsmittelbezogene Säuren und Basen . 298
Übungsaufgaben 299

19 Säure-Base-Gleichgewichte 301
19.1 Das Ionenprodukt des Wassers. *p*H-Wert 302
19.2 Schwache Elektrolyte 303
19.3 Indikatoren 308
19.4 Pufferlösungen 309
19.5 Mehrprotonige Säuren 312
19.6 Salze schwacher Säuren und Basen 315
19.7 Säure-Base-Titrationen 317
19.8 Erweiterung des Säure-Base-Konzepts auf Festkörper 320
Übungsaufgaben 321

20 Löslichkeitsprodukt und Komplex-Gleichgewichte 323
20.1 Das Löslichkeitsprodukt 323
20.2 Fällungsreaktionen 325
20.3 Fällung von Sulfiden 328
20.4 Komplex-Gleichgewichte 329
Übungsaufgaben 332

21 Grundlagen der chemischen Thermodynamik 334
21.1 Der erste Hauptsatz der Thermodynamik . . 335
21.2 Enthalpie 336
21.3 Der zweite Hauptsatz der Thermodynamik . 337
21.4 Die freie Enthalpie 339
21.5 Freie Standard-Enthalpien 341
21.6 Absolute Entropien 341
21.7 Gleichgewicht und freie Reaktionsenthalpie 343
21.8 Temperaturabhängigkeit von Gleichgewichtskonstanten 345
Übungsaufgaben 346

22 Elektrochemie 348
22.1 Elektrischer Strom 349
22.2 Elektrolytische Leitung 350
22.3 Elektrolyse 351
22.4 Stöchiometrische Gesetze bei der Elektrolyse 352
22.5 Galvanische Zellen 354
22.6 Die elektromotorische Kraft 355
22.7 Elektrodenpotenziale 356
22.8 Freie Reaktionsenthalpie und elektromotorische Kraft 360
22.9 Konzentrationsabhängigkeit des Potenzials . 362
22.10 Potenziometrische Titration 366
22.11 Elektrodenpotenziale und Elektrolyse 366
22.12 Korrosion und Korrosionsschutz 367
22.13 Elektrochemische Herstellung von nanostrukturierten Materialien 369
22.14 Galvanische Zellen für den praktischen Gebrauch 370
22.15 Natrium-Schwefel-Batterie 372
22.16 Brennstoffzellen 373
Übungsaufgaben 374

aus: Mortimer u.a., Chemie (ISBN 9783132458147) © 2026 Georg Thieme Verlag KG Stuttgart • New York

23 Wasserstoff ... 377

23.1 Vorkommen und physikalische Eigenschaften ... 377
23.2 Herstellung von Wasserstoff ... 378
23.3 Chemische Eigenschaften des Wasserstoffs 381
23.4 Technische Verwendung von Wasserstoff .. 382
Übungsaufgaben ... 383

24 Halogene ... 384

24.1 Eigenschaften der Halogene ... 384
24.2 Vorkommen und Herstellung der Halogene 386
24.3 Interhalogen-Verbindungen ... 388
24.4 Halogenwasserstoffe ... 390
24.5 Halogenide ... 391
24.6 Oxosäuren der Halogene ... 392
24.7 Verwendung der Halogene ... 396
Übungsaufgaben ... 397

25 Die Edelgase ... 399

25.1 Vorkommen und Gewinnung der Edelgase . 399
25.2 Eigenschaften der Edelgase ... 400
25.3 Verwendung der Edelgase ... 401

26 Die Elemente der 6. Hauptgruppe (Gruppe 16) ... 402

26.1 Allgemeine Eigenschaften der Chalkogene . 403
26.2 Vorkommen und Gewinnung von Sauerstoff 404
26.3 Reaktionen des Sauerstoffs ... 404
26.4 Verwendung von Sauerstoff ... 407
26.5 Ozon ... 407
26.6 Schwefel, Selen und Tellur ... 408
26.7 Vorkommen und Gewinnung von Schwefel, Selen und Tellur ... 409
26.8 Wasserstoff-Verbindungen von Schwefel, Selen und Tellur ... 410
26.9 Schwefel-, Selen- und Tellur-Verbindungen in der Oxidationsstufe +IV ... 411
26.10 Schwefel-, Selen- und Tellur-Verbindungen in der Oxidationsstufe +VI ... 413
26.11 Verwendung von Schwefel, Selen und Tellur 416
Übungsaufgaben ... 416

27 Die Elemente der 5. Hauptgruppe (Gruppe 15) ... 418

27.1 Allgemeine Eigenschaften ... 419
27.2 Die Elementstrukturen von Phosphor, Arsen, Antimon und Bismut ... 420
27.3 Der Stickstoffzyklus ... 421
27.4 Vorkommen und Herstellung der Elemente der 5. Hauptgruppe ... 422
27.5 Nitride und Phosphide ... 423
27.6 Wasserstoff-Verbindungen ... 424
27.7 Halogen-Verbindungen ... 426
27.8 Oxide und Oxosäuren des Stickstoffs ... 427
27.9 Luftverschmutzung ... 430
27.10 Oxide und Oxosäuren des Phosphors ... 435
27.11 Oxide und Oxosäuren von Arsen, Antimon und Bismut ... 438
27.12 Verwendung der Elemente der 5. Hauptgruppe ... 438
Übungsaufgaben ... 439

28 Kohlenstoff, Silicium und Bor ... 441

28.1 Allgemeine Eigenschaften der Elemente der 4. Hauptgruppe ... 442
28.2 Die Strukturen der Elemente der 4. Hauptgruppe ... 444
28.3 Vorkommen, Gewinnung und Verwendung von Kohlenstoff und Silicium ... 446
28.4 Carbide, Silicide und Silane ... 448
28.5 Oxide und Oxosäuren des Kohlenstoffs 450
28.6 Siliciumdioxid und Silicate ... 451
28.7 Schwefel- und Stickstoff-Verbindungen des Kohlenstoffs ... 454
28.8 Allgemeine Eigenschaften der Elemente der 3. Hauptgruppe (Gruppe 13) ... 454
28.9 Elementares Bor ... 455
28.10 Bor-Verbindungen ... 456
28.11 Borane (Borhydride) ... 457
Übungsaufgaben ... 458

29 Metalle ... 460

29.1 Physikalische Eigenschaften von Metallen .. 461
29.2 Vorkommen von Metallen ... 463
29.3 Metallurgie: Aufbereitung von Erzen ... 464
29.4 Metallurgie: Reduktion ... 466
29.5 Metallurgie: Raffination ... 471
29.6 Metallurgie: Wiederaufbereitung ... 472

aus: Mortimer u.a., Chemie (ISBN 9783132458147) © 2026 Georg Thieme Verlag KG Stuttgart • New York

29.7 Die Alkalimetalle 473
29.8 Die Erdalkalimetalle 476
29.9 Die Metalle der 3. Hauptgruppe 480
29.10 Die Metalle der 4. Hauptgruppe 482
29.11 Die Übergangsmetalle 484
29.12 Die Lanthanoide 490
Übungsaufgaben 493

30 Komplex-Verbindungen 495
30.1 Struktur von Komplex-Verbindungen 496
30.2 Stabilität von Komplexen 500
30.3 Nomenklatur von Komplexen 501
30.4 Isomerie 502
30.5 Die Bindungsverhältnisse in Komplexen . . . 504
Übungsaufgaben 511

31 Organische Chemie Teil I: Kohlenwasserstoffe 513
31.1 Alkane 514
31.2 Alkene 520
31.3 Alkine 521
31.4 Arene 522
31.5 Reaktionen der Kohlenwasserstoffe. Radikalische Substitution. Addition 523
31.6 Cycloaddition und die Bedeutung der Orbitalsymmetrie für chemische Reaktionen 526
31.7 Reaktionen von Arenen. Elektrophile Substitution 526
Übungsaufgaben 530

32 Organische Chemie Teil II: Funktionelle Gruppen 531
32.1 Halogenalkane. Nucleophile Substitution. Eliminierungsreaktionen 532
32.2 Metallorganische Verbindungen 535
32.3 Alkohole, Phenole und Thiole 536
32.4 Ether 539
32.5 Carbonyl-Verbindungen 540
32.6 Carbonsäuren und ihre Derivate 545
32.7 Amine und Carbonsäureamide 552
32.8 Aminosäuren und Peptide 555
32.9 Azo- und Diazo-Verbindungen 556
32.10 Heterocyclische Verbindungen 557
Übungsaufgaben 558

33 Stereochemie, Polymerchemie und supramolekulare Chemie 560
33.1 Stereochemie organischer Verbindungen . . 560
33.2 Racemat-Trennung und Synthese chiraler Moleküle 564
33.3 Polymerchemie 565
33.4 Supramolekulare Chemie 572
Übungsaufgaben 574

34 Naturstoffe und Biochemie 576
34.1 Terpene 578
34.2 Kohlenhydrate 579
34.3 Fette, Öle und Wachse 583
34.4 Botenstoffe, Hormone und Vitamine 585
34.5 Natürliche Farbstoffe 588
34.6 Proteine 591
34.7 Nucleinsäuren 595
34.8 Proteinsynthese 597
34.9 Gentechnik 600
34.10 Enzyme und Coenzyme 604
34.11 Schlussbemerkung: Biochemie und Chemie 608
Übungsaufgaben 609

35 Kernchemie 611
35.1 Der Atomkern 613
35.2 Kernreaktionen 614
35.3 Radioaktivität 615
35.4 Messung der Radioaktivität 618
35.5 Die radioaktive Zerfallsgeschwindigkeit . . . 619
35.6 Biologische Effekte der Radioaktivität 622
35.7 Radioaktive Zerfallsreihen 624
35.8 Künstliche Kernumwandlungen 626
35.9 Kernspaltung – Fission 630
35.10 Kernfusion 635
35.11 Verwendung von radioaktiven Nucliden . . . 636
Übungsaufgaben 639

36 Umgang mit Gefahrstoffen 641
36.1 Einteilung und Kennzeichnung der Gefahrstoffe 642
36.2 Europäisches Gefahrstoffrecht 647
36.3 Giftstoffe, Toxikologie 653
Übungsaufgaben 657

aus: Mortimer u.a., Chemie (ISBN 9783132458147) © 2026 Georg Thieme Verlag KG Stuttgart • New York

Anhang 659

A Normalpotenziale bei 25 °C 660
B Gleichgewichtskonstanten bei 25 °C 661
C Thermodynamische Daten bei 25 °C 663
D Mittlere Bindungsenergien 664
E Lösungen zu den Übungsaufgaben 665

Glossar 692

Sachverzeichnis 716

aus: Mortimer u.a., Chemie (ISBN 9783132458147) © 2026 Georg Thieme Verlag KG Stuttgart • New York