

Auf einen Blick

Einführung	25
Teil I: Grundlagen der Chemie	31
Kapitel 1: Wieso brauchen Sie Chemie?	33
Kapitel 2: Die Welt der Teilchen	41
Kapitel 3: Der Grundbaustein – Das Atom	63
Kapitel 4: Periodensystem der Elemente (PSE)	71
Kapitel 5: Chemische Reaktionen	85
Teil II: Drei Arten, alle zu binden, und die Wechselwirkungen	103
Kapitel 6: Die Ionenbindung der Salze	105
Kapitel 7: Die Metallbindung – Ritterrüstungen und ihre Chemie	125
Kapitel 8: Die Atombindung	133
Kapitel 9: Die Wechselwirkungen	163
Teil III: Die großen Drei der allgemeinen Chemie	179
Kapitel 10: Quantitative Chemie	181
Kapitel 11: Säure-Base-Reaktionen	199
Kapitel 12: Redoxreaktionen	227
Teil IV: Die Welt der Kohlenstoffchemie	259
Kapitel 13: Die einfache organische Chemie	261
Kapitel 14: Die funktionellen Gruppen der organischen Chemie	281
Kapitel 15: Die wichtigsten Vertreter der organischen Chemie	293
Teil V: Der Top-Ten-Teil	319
Kapitel 16: Zehn Reaktionen, die Sie kennen sollten	321
Kapitel 17: Zehn wissenschaftliche »Fun Facts«	325
Kapitel 18: Zehn nützliche Websites mit Chemieinhalten	331
Lösungen zu den Übungsaufgaben	335
Abbildungsverzeichnis	351
Stichwortverzeichnis	355

Inhaltsverzeichnis

Einführung	25
Über dieses Buch	25
Wie man dieses Buch benutzt	26
Voraussetzungen	26
Wie ist dieses Buch aufgebaut?	27
Teil I: Grundlagen der Chemie	27
Teil II: Drei Arten, alle zu binden, und die Wechselwirkungen	27
Teil III: Die großen Drei der allgemeinen Chemie	28
Teil IV: Die Welt der Kohlenstoffchemie	28
Teil V: Der Top-Ten-Teil	28
Icons, die in diesem Buch verwendet werden	29
Wie geht es von hier aus weiter?	30
 TEIL I	
GRUNDLAGEN DER CHEMIE	31
 Kapitel 1	
Wieso brauchen Sie Chemie?	33
Was ist Chemie?	35
Grenzen zu anderen Naturwissenschaften	35
Abgrenzung zur Physik	35
Abgrenzung zur Biologie	36
Klare Grenzen?	36
Die vielen Gesichter der Chemie	36
Organische Chemie (Organik)	37
Anorganische Chemie (Anorganik)	37
Physikalische Chemie (PC)	37
Technische Chemie (TC)	37
Biochemie (BC)	38
Analytische Chemie (Analytik)	38
Chemieinformatik	38
Arbeiten mit Chemie	38
Der Tagesablauf eines Chemikers	39
Die Arbeit eines Chemielehrers	39
 Kapitel 2	
Die Welt der Teilchen	41
Klein, kleiner, am kleinsten – Zeig mir deine Teilchen!	42
Drei Aggregatzustände, um die Chemie zu verstehen	43
Die vermeintliche Starrheit des festen Aggregatzustands	43
Die Flexibilität des flüssigen Aggregatzustands	44
Die Freiheit der Gase	44
Aggregatzustände kurz und bündig	45

16 Inhaltsverzeichnis

Aggregatzustandsänderung.....	46
Ein Licht leuchte mir – Die Kerze und die Rolle ihrer Aggregatzustände.....	46
Sublimation und Resublimation – Die Zungenbrecher der Anfangschemie	48
Kein Stoff gleicht dem anderen – Reinstoffe	48
Die Attribute der Reinstoffe	50
Löslichkeit.....	51
Schmelz- und Siedetemperatur	53
Dichte.....	54
Es mische sich, was sich mischen lässt – unterschiedliche Stoffgemische im Teilchenmodell.....	57
Alles eins? Homogene Stoffgemische.....	57
Heterogene Stoffgemische.....	58
Wo ist eigentlich die Chemie? – Physikalischer oder chemischer Vorgang	59
Sie atmen Chemie! – Bestandteile der Luft.....	61
Übungen.....	62

Kapitel 3

Der Grundbaustein – Das Atom..... 63

Aufbau eines Atoms	63
Die Elementarteilchen.....	64
Rutherfords Streuversuch – »Eine dunkle Kammer und viele Doktoranden- Stunden später«.....	65
Radioteleskope und Stecknadelköpfe.....	66
Protonen sollten sich doch eigentlich abstoßen?	67
Die Symbolschreibweise.....	67
Besondere Atomarten	68
Gleiche Protonenzahl, aber unterschiedliche Neutronenzahl: Isotope	69
Protonzahl $\neq$ Elektronenzahl: Ionen	69
Übungen.....	70

Kapitel 4

Periodensystem der Elemente (PSE)..... 71

Das gekürzte Periodensystem oder die acht Hauptgruppen.....	72
Metalle, Halbmetalle, Nichtmetalle	73
Die Nebengruppen-Elemente.....	74
Lanthanoide und Actinoide.....	75
Die Ionisierungsenergie (E_i).....	75
Das Energiestufenmodell.....	77
Aufstellen eines Energiestufenmodells.....	77
Die Elektronenkonfiguration	78
Tendenzen im PSE	79
Die Ionisierungsenergie.....	80
Die Edelgaskonfiguration.....	81
Atomradius	81
Ionenradius.....	82
Elektronenaffinität	82

Übersicht wichtiger Tendenzen im PSE.....	82
Übungen.....	83

Kapitel 5

Chemische Reaktionen	85
Sie sind kein Zauberer – Massenerhaltung.....	85
Das Kochrezept der Chemiker – Die chemische Reaktion.....	86
Schon wieder Aggregatzustände	87
Verschwunden – in wässriger Lösung	87
»Was bist du denn?« – Abgrenzung unterschiedlicher Stoffklassen	88
Abkürzungen machen das Leben einfacher – Die Formelschreibweise in der Reaktionsgleichung	89
Die Formelschreibweise bei Verbindungen aus unterschiedlichen Elementen – Die Summenformel	90
»Bauklotzchemie« – Reaktionsgleichungen aufstellen	91
»Die Meisterleistungen der Bauklotzchemie« – Komplexere Reaktionsgleichungen.....	93
»Ich habe einen Namen!« – Einfache binäre Verbindungen und deren Benennung.....	94
Unlimited Power – Das Konzept der Energie.....	96
Achtung heiß – Exotherme Reaktionen.....	98
Achtung kalt – Die endothermen Reaktionen	99
»Manchmal braucht es eine Starthilfe« – Die Katalyse	100
Übungen.....	102

TEIL II

DREI ARTEN, ALLE ZU BINDEN, UND DIE WECHSELWIRKUNGEN	103
---	------------

Kapitel 6

Die Ionenbindung der Salze	105
Damit kochen wir also! – Die Ionenbindung.....	106
Salzbildung.....	106
Die Bildung von Kochsalz.....	107
Kombination der Ionen	109
Die Bildung von Kalk	109
Chemiker-Vokabeln: Wichtige Molekül-Ionen und Fallen	110
Salzbildung bei unterschiedlichen Ladungen	111
Calciumnitrid aus den Elementen bilden.....	112
Die Namen der Salze	112
Die Wertigkeit bestimmen.....	112
Rezept zur Benennung von Na_2O	114
Rezept zur Benennung von Fe_2S_3	115
Die Wertigkeit der Nebengruppen-Elemente.....	115
Die Energie der Salzbildung.....	116
Endotherme Energien – Born-Haber-Kreisprozess.....	116
Exotherme Energien – Born-Haber-Kreisprozess	118

18 Inhaltsverzeichnis

Der Kreisprozess schließt sich	118
Gitterenergien bei verschiedenen Salzen	119
Die Eigenschaften der Salze	120
Sprödigkeit	120
Löslichkeit	121
Hohe Schmelz- und Siedetemperatur	121
Elektrische Leitfähigkeit	121
Übungen	122

Kapitel 7

Die Metallbindung – Rittersrüstungen und ihre Chemie 125

Wie sich Metalle binden	125
Eigenschaften der Metalle	126
Festigkeit	126
Die Verformbarkeit der Metalle	126
Gute elektrische Leitfähigkeit	127
Hohe Dichte	128
Ausgezeichnete Wärmeleitfähigkeit	128
Hohe Schmelz- und Siedetemperaturen	129
Metallischer Glanz	130
Wichtige Legierungen	130
Bronze	130
Messing	131
Übungen	131

Kapitel 8

Die Atombindung 133

Das Orbitalmodell	133
Bildung eines Molekülorbitals bei H_2	134
Regeln bei der Ausbildung von Molekülorbitalen	135
Wellen – Teilchen – Dualismus bei der Molekülbildung	136
Das Molekülorbital-Schema des Wasserstoff-Moleküls	137
Die Valenzstrichformeln der Moleküle meistern	139
Am Anfang steht die Elektronenformel	139
Die Elektronenformel aufstellen	139
Von der Elektronenformel zur Valenzstrichformel	140
Tipps zum Aufstellen von Valenzstrichformeln	142
Die goldene Oktettregel	142
Formalladungen	143
Zentralatom bestimmen	145
Randständigkeit	145
Cyclische Valenzstrichformeln – Kreise oder keine Kreise?	145
Ausgewählte Valenzstrichformeln aufstellen	146
Die Valenzstrichformel für Wasser, H_2O	146
Die Valenzstrichformel für Ozon, O_3	147
Räumliche Anordnung der Moleküle: Das EPA-Modell	148

Die drei wichtigen Geometrien	149
Die lineare Geometrie	150
Trigonal-planar	151
Tetraedrisch	152
Die Keilstrichformel	156
Die Mesomerie – exakter als Valenzstrichformeln	157
Regeln zum Aufstellen von mesomeren Grenzstrukturformeln	159
Eigenschaften von Molekülen	161
Übungen	161

Kapitel 9

Die Wechselwirkungen 163

Polarität der Bindungen	163
Die Elektronegativität	165
Die Elektronegativitätsdifferenz	166
Was ist ein Dipol?	167
Polare Bindungen, aber kein Dipol	167
Unterschiedliche Bindungspartner zur Dipol-Ausbildung	168
Dipole selbst erleben	169
Dipol bestimmen – Allgemeines Vorgehen	170
Die Wechselwirkungen	170
Dipol-Dipol-Wechselwirkungen	171
Wasserstoff-Brücken	171
London-Dispersions-Wechselwirkungen	173
Vergleich der Wechselwirkungen untereinander	175
Ion-Dipol-Wechselwirkungen	176
Übungen	177

TEIL III

DIE GROßEN DREI DER ALLGEMEINEN CHEMIE 179

Kapitel 10

Quantitative Chemie 181

Die atomare Masseneinheit m_a im PSE	181
Atommassen	182
Molekül- und Formelmassen	183
Die Avogadro-Konstante und die Stoffmenge	183
Die molare Masse	185
Das molare Volumen	186
Der Zusammenhang der stöchiometrischen Formeln	189
Rechenbeispiel Kohlenstoffdioxid-Ausstoße	189
Lösungsweg Variante A – Umformen bis zum Ergebnis	190
Variante B – Schrittweise Berechnung der Variablen	191
Vergleich von Variante A und B	191
Die Macht des Stoffmengenverhältnisses	192
Rechenbeispiel für die Verbrennung von Oktan	193
Rechenaufgabe: Berechnung der Wasser-Teilchen	194

Allgemeines Vorgehen bei Rechnungen	195
Beispielaufgabe Raketenstart.....	195
Die Übersicht der Rechengrößen	197
Übungen.....	198

Kapitel 11

Säure-Base-Reaktionen..... 199

Was sind Säuren?	200
Achtung sauer – Die sauren Lösungen.....	201
Eigenschaften der sauren Lösungen	202
Wichtige Vertreter der Säuren und sauren Lösungen.....	204
Kennen Sie Basen?	205
Vorsicht Lauge – Die basischen Lösungen.....	206
Eigenschaften der basischen Lösungen.....	207
Wichtige Vertreter der Basen und basischen Lösungen.....	207
Wichtige Konzepte aus der Säure-Base-Chemie.....	208
Indikatoren	208
Der pH-Wert.....	209
Der pOH-Wert.....	212
Zusammenhang zwischen pH- und pOH-Wert.....	213
Verdünnte und konzentrierte Lösungen.....	213
Korrespondierende Säure-Base-Paare.....	214
Säure- und Basenstärke.....	215
Acidität und Basizität von Teilchen.....	216
Ampholyte – gleichzeitig Säure und Base.....	218
Gleichgewicht und Reversibilität bei Protonenübergängen.....	219
Die Verdünnungsreihe	220
Neutralisationsreaktion.....	221
Titration	223
Übungen.....	225

Kapitel 12

Redoxreaktionen..... 227

Salzbildung als einfachste Form der Redoxreaktion.....	228
Weitere Redoxreaktionen in Form von Salzbildungen.....	229
Und welche Oxidationszahl hast du?	230
Herangehensweise über die Summenformel.....	231
Herangehensweise über die Valenzstrichformel.....	233
Redoxreaktionen überall.....	236
Reduktion und Oxidation	237
Sicheres Aufstellen von Redoxreaktionen – die glorreichen Sieben	237
Übungen zu den Redoxreaktionen	241
Praktische Redoxreaktion?.....	244
Die etwas anderen Redoxreaktionen: Komproportionierung und	
Disproportionierung	246
Auch Metalle können edel sein: Die Oxidationsreihe der Metalle.....	247

Eine Reihe voller Redoxpaare.....	249
Jetzt baut sich Spannung auf! Die elektrochemische Zelle.....	251
Elektrolyse.....	252
Der Blei-Akkumulator – Starthilfe zum Thema Energiespeicher.....	254
Brennstoffzelle.....	255
Schwere Kost: Der Li-Ionen-Akkumulator.....	256
Übungen.....	258

TEIL IV

DIE WELT DER KOHLENSTOFFCHEMIE 259

Kapitel 13

Die einfache organische Chemie..... 261

Das Grundgerüst – Die Alkane.....	262
Die homologe Reihe der Alkane.....	262
Die Halbstrukturformel.....	264
Die Skelettformel.....	265
Cycloalkane.....	266
Benennung der verzweigten Alkane.....	267
Rezept zur Benennung verzweigter Alkane.....	267
Die Halogenkohlenstoffwasserstoffe wollen auch benannt werden.....	270
Die Alkene und Alkine.....	272
Vorgehen zur Benennung der Alkene und Alkine.....	272
Cyclische Alkene und Alkine.....	274
E/Z-Isomerie.....	274
Übungen.....	278

Kapitel 14

Die funktionellen Gruppen der organischen Chemie..... 281

Stoff- und funktionelle Gruppen.....	281
Alkohole.....	283
Benennungsregeln der Alkohole.....	284
Einteilung der Alkohole.....	285
Wichtige Eigenschaften der Alkohole.....	286
Aldehyde, Ketone und Carbonsäuren.....	286
Berühmte Beispiele für Carbonyl-Verbindungen.....	286
Benennung von Aldehyden, Ketonen und Carbonsäuren.....	287
Mehrere funktionelle Gruppen im Molekül.....	288
Übungen.....	291

Kapitel 15

Die wichtigsten Vertreter der organischen Chemie..... 293

Zucker.....	294
Einfach-Zucker – Monosaccharide.....	294
Chiralität von Molekülen.....	295
Fischer-Projektion.....	296
Die cyclische Glucose-Form: Glucopyranose.....	298

Die Haworth-Projektion	299
Zweifach-Zucker – Disaccharide	301
Mehrfachzucker – Polysaccharide	303
Fette	304
Aufbau	304
Benennung der Ester	305
Eigenschaften der Fette	308
Verseifung	308
Proteine	309
Amine bei der Benennung	309
Aufbau von Aminosäuren	310
Die Peptidbindung	310
Wohin man sieht: Plastik	311
Funktionsweise der Polymerisation	311
Polymerisation mit anderen Monomeren	314
Umweltproblematik	315
Übungen	316

TEIL V

DER TOP-TEN-TEIL

319

Kapitel 16

Zehn Reaktionen, die Sie kennen sollten 321

Die Zellatmung	321
Die Photosynthese	321
Das Haber-Bosch-Verfahren	322
Die Verbrennung an sich	322
Die Reaktion für die Zukunft?	322
In der Küche: Der aufgehende Teig	323
Die Milchsäuregärung	323
Die Knallgas-Probe	323
Ozonbildung	324
Synthetische Acetylsalicylsäure (Aspirin)	324

Kapitel 17

Zehn wissenschaftliche »Fun Facts« 325

Sternenstaub und Gold	325
Anomalie des Wassers	325
Kältemischung	326
Warum ist der Himmel blau?	326
Power to Gas	327
Kernfusion	327
Supraleiter und die Suche nach der Raumtemperatur	328
Der Lotus-Effekt	328
Die Orgel und die Zinnpest	329
Helium und die »Mäusestimme«	329

Kapitel 18

Zehn nützliche Websites mit Chemieinhalten..... 331

Chemistryathome	331
Der Online-Klassiker	332
Spektrum der Wissenschaft.....	332
Reaktionsgleichungen ausgleichen.....	332
Stoffdatenbank mit Gefährdungseinstufung	332
Allgemeine Datenbank.....	333
Die Gesellschaft deutscher Chemiker	333
Wer ist dieser IUPAC?.....	333
Künstliche Intelligenz als Hilfe.....	333
Auf der Suche nach wissenschaftlichen Papern?.....	334

Lösungen zu den Übungsaufgaben 335

Kapitel 2.....	335
Kapitel 3.....	335
Kapitel 4.....	336
Kapitel 5.....	336
Kapitel 6.....	337
Kapitel 7.....	338
Kapitel 8.....	338
Kapitel 9.....	341
Kapitel 10.....	341
Kapitel 11.....	343
Kapitel 12.....	345
Kapitel 13.....	348
Kapitel 14.....	349
Kapitel 15.....	350

Abbildungsverzeichnis 351

Stichwortverzeichnis 355