

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.....	283
Kapitel 15: Die wichtigsten Vertreter der organischen Chemie.....	295
Teil V: Der Top-Ten-Teil	321
Kapitel 16: Zehn Reaktionen, die Sie kennen sollten.....	323
Kapitel 17: Zehn wissenschaftliche »Funfacts«.....	327
Kapitel 18: Zehn nützliche Websites mit Chemieinhalten.....	333
Lösungen zu den Übungsaufgaben	337
Abbildungsverzeichnis	353
Stichwortverzeichnis	359

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.....	50
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
Protonenzahl $\neq$ 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
Eigenschaften der Salze	120
Sprödigkeit.....	120
Löslichkeit.....	121
Hohe Schmelz- und Siedetemperatur.....	121
Elektrische Leitfähigkeit.....	121
Übungen.....	122

Kapitel 7

Die Metallbindung – Ritterrüstungen und ihre Chemie..... 125

Wie sich Metalle verbinden.....	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
Welle-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 räumlichen Anordnungen.....	149
Der lineare Bau	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.....	174
Vergleich der Wechselwirkungen untereinander.....	176
Ion-Dipol-Wechselwirkungen.....	177
Übungen.....	178

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 Octan.....	193
Rechenaufgabe: Berechnung der Wasser-Teilchen.....	194

20 Inhaltsverzeichnis

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
Konjugierte Säure-Base-Paare	214
Säure- und Basenstärke.....	215
Acidität und Basizität von Teilchen.....	216
Ampholyte – Gleichzeitig Säure und Base	219
Gleichgewicht und Reversibilität bei Protonenübergängen.....	219
Die Verdünnungsreihe	220
Neutralisationsreaktion.....	222
Titration	223
Übungen	226

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.....	267
Benennung der verzweigten Alkane	267
Rezept zur Benennung verzweigter Alkane.....	268
Die Halogenkohlenwasserstoffe wollen auch benannt werden	271
Die Alkene und Alkine	272
Vorgehen zur Benennung der Alkene und Alkine.....	273
Cyclische Alkene und Alkine	275
E/Z-Isomerie.....	275
Übungen.....	279

Kapitel 14

Die funktionellen Gruppen der organischen Chemie..... 283

Stoffgruppen und funktionelle Gruppen	283
Alkohole.....	285
Benennungsregeln der Alkohole.....	286
Einteilung der Alkohole.....	287
Wichtige Eigenschaften der Alkohole	288
Aldehyde, Ketone und Carbonsäuren	288
Bekannte Beispiele für Carbonyl-Verbindungen.....	288
Benennung von Aldehyden, Ketonen und Carbonsäuren	289
Mehrere funktionelle Gruppen im Molekül.....	290
Übungen.....	293

Kapitel 15

Die wichtigsten Vertreter der organischen Chemie..... 295

Zucker.....	296
Einfachzucker – Monosaccharide.....	296
Chiralität von Molekülen.....	297
Fischer-Projektion	298
Die cyclische Glucose-Form: Glucopyranose	300

22 Inhaltsverzeichnis

Die Haworth-Projektion.....	301
Zweifachzucker – Disaccharide.....	303
Mehrfachzucker – Polysaccharide.....	305
Fette.....	306
Aufbau.....	306
Benennung der Ester.....	307
Eigenschaften der Fette.....	310
Verseifung.....	310
Proteine.....	311
Amine bei der Benennung.....	311
Aufbau von Aminosäuren.....	312
Die Peptidbindung.....	312
Wohin man sieht: Plastik.....	313
Funktionsweise der Polymerisation.....	314
Polymerisation mit anderen Monomeren.....	316
Umweltproblematik.....	317
Übungen.....	318

TEIL V

DER TOP-TEN-TEIL

321

Kapitel 16

Zehn Reaktionen, die Sie kennen sollten..... 323

Die Zellatmung.....	323
Die Photosynthese.....	323
Das Haber-Bosch-Verfahren.....	324
Die Verbrennung an sich.....	324
Die Reaktion für die Zukunft?.....	324
In der Küche: Der aufgehende Teig.....	325
Die Milchsäuregärung.....	325
Die Knallgasprobe.....	325
Ozonbildung.....	326
Synthetische Acetylsalicylsäure (Aspirin).....	326

Kapitel 17

Zehn wissenschaftliche »Funfacts«..... 327

Sternenstaub und Gold.....	327
Anomalie des Wassers.....	327
Kältemischung.....	328
Warum ist der Himmel blau?.....	328
Power to Gas.....	329
Kernfusion.....	329
Supraleiter und die Suche nach der Raumtemperatur.....	330
Der Lotus-Effekt.....	330
Die Orgel und die Zinnpest.....	331
Helium und die »Mäusestimme«.....	331

Kapitel 18

Zehn nützliche Websites mit Chemieinhalten..... 333

Chemistryathome	333
Der Online-Klassiker	334
Spektrum der Wissenschaft.....	334
Reaktionsgleichungen ausgleichen.....	334
Stoffdatenbank mit Gefährdungseinstufung	334
Allgemeine Datenbank.....	335
Die Gesellschaft deutscher Chemiker	335
Wer ist dieser IUPAC?	335
Künstliche Intelligenz als Hilfe.....	335
Auf der Suche nach wissenschaftlichen Papern?	336

Lösungen zu den Übungsaufgaben..... 337

Kapitel 2.....	337
Kapitel 3.....	337
Kapitel 4.....	338
Kapitel 5.....	338
Kapitel 6.....	339
Kapitel 7.....	340
Kapitel 8.....	340
Kapitel 9.....	343
Kapitel 10.....	343
Kapitel 11	345
Kapitel 12.....	347
Kapitel 13.....	350
Kapitel 14.....	351
Kapitel 15.....	352

Abbildungsverzeichnis..... 353

Stichwortverzeichnis..... 359