

# Inhalt

Einleitung . . . . .	1
<b>Teil I: Anstöße zur Entwicklung der Quantenmechanik</b>	
1     Dunkle Wolken – erste Lichtblicke . . . . .	5
1.1     Körnigkeit und Zufall . . . . .	5
1.2     Elementarereignisse . . . . .	13
1.3     Teilchenwellen . . . . .	18
1.4     Atomkerne . . . . .	23
1.5     Gleichartige Teilchen . . . . .	28
Aufgaben . . . . .	31
2     Quantisierung . . . . .	33
2.1     Atomspektren . . . . .	33
2.2     Bohr'sches Atommodell . . . . .	41
2.3     Schrödinger'sche Eigenschwingungen . . . . .	45
2.4     Mehrelektronenatome . . . . .	49
2.5     Von der klassischen Mechanik zur Quantenmechanik . . . . .	55
2.6     Strahlungsübergänge . . . . .	60
Aufgaben . . . . .	65
<b>Teil II: Freie Atome und Moleküle</b>	
3     Experimentelle Grundlagen der Atomphysik . . . . .	69
3.1     Atom- und Molekularstrahlen . . . . .	70
3.2     Elektronen- und Ionenstrahlen . . . . .	77
3.3     Elektronen- und Ionenfallen . . . . .	83
3.4     Laserkühlung und Atomfallen . . . . .	85
3.5     Spektroskopie ohne Doppler-Verbreiterung . . . . .	88
Aufgaben . . . . .	92
4     Termstruktur freier Atome und Ionen . . . . .	93
4.1     Grobstruktur . . . . .	93
4.2     Feinstruktur . . . . .	99
4.3     Hyperfeinstruktur und Isotopieverschiebung . . . . .	104
4.4     Wasserstoffatom und wasserstoffartige Ionen . . . . .	107
4.5     Zeeman- und Stark-Aufspaltung . . . . .	112
Aufgaben . . . . .	119

5	Hochauflösende Atomspektroskopie . . . . .	121
5.1	Atomstrahlresonanztechnik . . . . .	121
5.2	Optisches Pumpen, Besetzungsumkehr, Maser und Laser . . . . .	129
5.3	Hochfrequenz- und Level-crossing-Spektroskopie angeregter Atome . . . . .	133
5.4	Quantenschwebungen und Atomstrahlinterferometrie . . . . .	138
5.5	Präzisionsmessungen an Teilchen in Fallen . . . . .	144
	Aufgaben . . . . .	150
6	Atomare Stoßprozesse . . . . .	151
6.1	Stoßphysikalische Grundbegriffe . . . . .	151
6.2	Elektronenstreuung und -stoßanregung . . . . .	157
6.3	Ion-Atom-Stöße . . . . .	160
6.4	Thermische Atom-Atom-Stöße . . . . .	166
	Aufgaben . . . . .	170
7	Freie Moleküle . . . . .	173
7.1	Chemische Bindung freier Moleküle . . . . .	174
7.2	Termstruktur freier Moleküle im elektronischen Grundzustand . . . . .	178
7.3	Spektroskopie der Moleküle im elektronischen Grundzustand . . . . .	182
7.4	Elektronisch angeregte Moleküle . . . . .	194
7.5	Räumliche Struktur homöopolar gebundener Moleküle . . . . .	200
	Aufgaben . . . . .	207
8	Chemische Reaktionen . . . . .	209
8.1	Quantenstatistik . . . . .	209
8.2	Chemisches Gleichgewicht . . . . .	215
8.3	Reaktionsdynamik . . . . .	218
8.4	Kohlenstoffverbindungen . . . . .	223
	Aufgaben . . . . .	229
<b>Teil III: Kern- und Teilchenphysik</b>		
9	Modellbilder und Termstruktur der Atomkerne . . . . .	233
9.1	Nukleonen und Kernkräfte . . . . .	234
9.2	Spektren radioaktiver Kerne . . . . .	244
9.3	Tröpfchenmodell und Kernspaltung . . . . .	248
9.4	Schalenmodell . . . . .	254
9.5	Kollektivbewegungen . . . . .	258
	Aufgaben . . . . .	262
10	Kernreaktionen und nukleare Strahlungsübergänge . . . . .	263
10.1	Kernreaktionen . . . . .	263
10.2	Kernspektroskopie . . . . .	270
10.3	Elektromagnetische Zerfälle . . . . .	276
10.4	$\beta$ -Zerfall . . . . .	280

10.5	Paritätsverletzung . . . . .	285
Aufgaben	. . . . .	290
11	Subnukleare Teilchen . . . . .	291
11.1	Experimentelle Grundlagen der Hochenergiephysik . . . . .	292
11.2	Hadronen . . . . .	298
11.3	Quark-Modell . . . . .	304
11.4	Leptonen und schwache Zerfälle von Hadronen . . . . .	314
11.5	Vektorbosonen der schwachen Wechselwirkung . . . . .	321
Aufgaben	. . . . .	324
12	Eichsymmetrien und Eichbosonen . . . . .	327
12.1	Elektromagnetische Wechselwirkung . . . . .	328
12.2	Quantenoptik . . . . .	334
12.3	Gedankenexperimente und ihre Realisierung im Labor . . . . .	341
12.4	Schwache Wechselwirkung . . . . .	347
12.5	Hadronische Wechselwirkung . . . . .	351
Aufgaben	. . . . .	355

## Teil IV: Festkörperphysik

13	Grundlagen der Festkörperphysik . . . . .	359
13.1	Atomare Struktur der Festkörper . . . . .	360
13.2	Phononen . . . . .	363
13.3	Bändermodell . . . . .	374
13.4	Halbleiter . . . . .	382
13.5	Festkörper mit gestörter Translationssymmetrie . . . . .	408
Aufgaben	. . . . .	414
14	Kristallstrukturen . . . . .	415
14.1	Kristallgitter und Symmetrien . . . . .	416
14.2	Fehlordnung in Kristallen . . . . .	425
14.3	Festkörperoberflächen . . . . .	429
14.4	Keimung und Wachstum . . . . .	436
Aufgaben	. . . . .	444
15	Magnetismus . . . . .	445
15.1	Dia- und Paramagnetismus . . . . .	445
15.2	Gekoppelte magnetische Momente . . . . .	447
15.3	Spindynamik . . . . .	453
15.4	Magnetische Strukturen bei Anisotropie und Störung der Kristallsymmetrie . . . . .	456
15.5	Spinabhängiger Transport . . . . .	460
Aufgaben	. . . . .	463
16	Elektrische Leitfähigkeit und Supraleitung . . . . .	465
16.1	Elektrische Leitfähigkeit normalleitender Festkörper . . . . .	466

16.2	Phänomenologie der Supraleitung . . . . .	469
16.3	Grundzüge der BCS-Theorie . . . . .	481
16.4	Der Josephson-Effekt . . . . .	485
Aufgaben . . . . .		490
17	Physikalische Aspekte der Halbleiter- und Optoelektronik . . . . .	491
17.1	Halbleiter-Kontakte . . . . .	491
17.2	Diskrete Halbleiter-Bauelemente . . . . .	498
17.3	Integrierte Schaltkreise . . . . .	514
17.4	Optoelektronische Bauelemente . . . . .	516
Aufgaben . . . . .		529
Lösungen der Aufgaben . . . . .		531
Register . . . . .		543
Wichtige Konstanten und physikalische Größen . . . . .		559
Periodensystem der Elemente . . . . .		560