

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Was ist Physik?	1
1.2	Wie arbeitet die Physik?	2
1.3	Über Messen, Maßeinheiten und Meßfehler	2
1.4	Physikalische Modelle	4
2	Mechanik	5
2.1	Mechanik der Massenpunkte	5
2.1.1	Womit befaßt sich die Mechanik?	5
2.1.2	Kinematik	5
2.1.3	Grundlagen der Dynamik, die Newtonschen Axiome	9
2.1.4	Einige Anwendungen des Grundgesetzes der Mechanik	11
2.1.4.1	Massenpunkt unter dem Einfluß der Schwerkraft	11
2.1.4.2	Der harmonische Oszillator	13
2.1.5	Erhaltungsgrößen	14
2.1.5.1	Was sind und was sollen Erhaltungsgrößen?	14
2.1.5.2	Der Impulserhaltungssatz	14
2.1.5.3	Der Energieerhaltungssatz	16
2.1.5.4	Der Drehimpulserhaltungssatz	20
2.1.6	Einiges über Reibungskräfte	21
2.1.7	Elastische und unelastische Stoßprozesse	22
2.1.8	Gravitation	25
2.1.9	Dynamik in bewegten Bezugssystemen	27
2.1.9.1	Die Galilei-Transformation	27
2.1.9.2	Geradlinig gleichförmig beschleunigte Bezugssysteme	28
2.1.9.3	Rotierende Bezugssysteme	29
2.2	Mechanik des starren Körpers	33
2.2.1	Der starre Körper und seine Freiheitsgrade	33
2.2.2	Gleichgewicht am starren Körper	33
2.2.2.1	Über Kräfte und Drehmomente	33
2.2.2.2	Gleichgewichtsbedingungen und der Schwerpunkt	35
2.2.2.3	Arten des Gleichgewichts und potentielle Energie	37
2.2.3	Dynamik starrer Körper	38
2.2.3.1	Die Bewegungsgleichung für die Rotation	38
2.2.3.2	Massenträgheitsmomente und der Steinersche Satz	40
2.2.3.3	Die kinetische Energie der Translation und Rotation	41
2.2.3.4	Einige Beispiele für die Behandlung von Drehbewegungen	42
2.2.4	Der Kreisel	45
2.2.4.1	Freie Achsen und das Trägheitsellipsoid	45
2.2.4.2	Der kräftefreie symmetrische Kreisel	46
2.2.4.3	Präzession	47

2.3	Mechanik der Flüssigkeiten und Gase	49
2.3.1	Allgemeine Charakterisierung des flüssigen und gasförmigen Aggregatzustandes	49
2.3.2	Druckverteilung in Flüssigkeiten und Gasen	50
2.3.2.1	Kompressibilität	50
2.3.2.2	Der hydrostatische Druck	50
2.3.2.3	Der Schweredruck in Flüssigkeiten	51
2.3.2.4	Archimedisches Prinzip und Stabilität schwimmender Körper	53
2.3.2.5	Der Luftdruck und seine Messung	54
2.3.3	Molekulare Kräfte in Flüssigkeiten und Gasen	56
2.3.3.1	Oberflächenspannung und Kapillarität	56
2.3.3.2	Kinetische Gastheorie	60
2.3.4	Strömende Flüssigkeiten und Gase	61
2.3.4.1	Stromlinien und das Geschwindigkeitsfeld	61
2.3.4.2	Die Bernoulli-Gleichung	62
2.3.4.3	Laminare und turbulente Strömungen	65
2.3.4.4	Strömungswiderstand und Widerstandsbeiwert	68
3	Thermodynamik	73
3.1	Grundlagen der Thermodynamik	73
3.1.1	Einführung	73
3.1.2	Temperaturmessung	74
3.1.3	Wärmeausdehnung von Stoffen	75
3.1.4	Die allgemeine Zustandsgleichung eines idealen Gases	76
3.1.5	Mikroskopische Deutung der Temperatur	77
3.2	Der erste Hauptsatz der Thermodynamik	80
3.2.1	Innere Energie, Wärme und Arbeit	80
3.2.2	Formulierungen des ersten Hauptsatzes	82
3.2.3	Über das Verhalten der Wärmekapazität	84
3.2.4	Zustandsänderungen idealer Gase	86
3.3	Der zweite Hauptsatz der Thermodynamik	88
3.3.1	Reversible und irreversible Prozesse	88
3.3.2	Der Carnotsche Kreisprozeß	89
3.3.3	Beispiele für technische Kreisprozesse	93
3.3.4	Die Entropie und ihre mikroskopische Deutung	97
3.4	Phasen und Phasenübergänge	103
3.4.1	Schmelzwärme und Verdampfungswärme	103
3.4.2	Die van der Waals'sche Zustandsgleichung	106
3.4.3	Der Joule-Thomson-Effekt, Gasverflüssigung	108
3.4.4	Phasendiagramme und Tripelpunkt	110
3.5	Wärmetransport und Diffusion	111
3.5.1	Mechanismen des Wärmetransports	111
3.5.2	Wärmeübergang und Wärmedurchgang	113
3.5.3	Diffusion	114
4	Elektrizität und Magnetismus	116
4.1	Elektrostatik	116
4.1.1	Elektrische Ladungen und das Coulombsche Gesetz	116
4.1.2	Elektrisches Feld und elektrostatisches Potential	118

4.1.3	Elektrische Ladungen auf Leitern	124
4.1.4	Elektrostatik im Dielektrikum	126
4.2	Grundgesetze des Gleichstroms	131
4.2.1	Stromstärke und Widerstand – Das Ohmsche Gesetz	131
4.2.2	Die Kirchhoffschen Gesetze des verzweigten Stromkreises	133
4.2.3	Über die Messung von Stromstärke und Spannung	137
4.2.4	Innenwiderstände von Spannungsquellen	139
4.2.5	Kontaktpotentialdifferenz	139
4.3	Ladungstransport in Flüssigkeiten und Gasen	141
4.3.1	Ladungstransport in Flüssigkeiten	141
4.3.2	Galvanische Elemente und Akkumulatoren	143
4.3.3	Erzeugung freier Ladungsträger im Vakuum und in Gasen	145
4.3.4	Gasentladungen	146
4.4	Elektromagnetische Erscheinungen	148
4.4.1	Magnetfelder in der Umgebung eines Leiters	148
4.4.2	Die Lorentz-Kraft und der Hall-Effekt	151
4.4.3	Geladene Teilchen in elektrischen und magnetischen Feldern	154
4.4.4	Elektromagnetische Induktion	156
4.4.5	Selbstinduktion und Gegeninduktion	158
4.4.6	Magnetische Erscheinungen in Materie	159
4.4.7	Wechselstrom	164
4.4.8	Einige weitere Anwendungen des Elektromagnetismus	172
4.4.9	Verschiebungsstrom und Maxwellsche Gleichungen	174
5	Schwingungen und Wellen	177
5.1	Schwingungen	177
5.1.1	Allgemeines über (harmonische) Schwingungen	177
5.1.2	Gedämpfte und erzwungene Schwingungen	178
5.1.3	Überlagerung von Schwingungen	183
5.1.4	Nichtharmonische Schwingungen – Fourier-Analyse	186
5.1.5	Gekoppelte Schwingungen	190
5.2	Wellen	192
5.2.1	Allgemeine Grundlagen der Wellenausbreitung	192
5.2.2	Mathematische Beschreibung einer Welle	193
5.2.3	Interferenz, Beugung und Polarisierung von Wellen	195
5.2.4	Das Huygens-Fresnelsche Prinzip	201
5.2.5	Der Doppler-Effekt	203
5.2.6	Schallwellen	205
5.2.7	Musikalische Akustik	209
5.2.8	Elektromagnetische Wellen	211
6	Optik	218
6.1	Einführung	218
6.2	Strahlenoptik	219
6.2.1	Allgemeine Grundlagen	219
6.2.2	Reflexion des Lichtes und Bildentstehung an Spiegeln	220
6.2.3	Brechung des Lichtes	224
6.2.4	Abbildung durch (dünne) Linsen	226

6.2.5	Optische Instrumente	228
6.2.5.1	Das Auge	228
6.2.5.2	Lupe, Mikroskop und Fernrohr	231
6.2.6	Brechung an Prismen, Dispersion	233
6.2.7	Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit	236
6.3	Wellenoptik	237
6.3.1	Interferenz und Beugung	237
6.3.2	Polarisation und Doppelbrechung	243
6.4	Strahlungsenergie und Photometrie	246
6.4.1	Womit befaßt sich Photometrie?	246
6.4.2	Physikalische Größen des Strahlungsfeldes	247
6.4.3	Lichttechnische Größen	250
6.5	Grundzüge der speziellen Relativitätstheorie	252
6.5.1	Das Relativitätsprinzip in der klassischen Physik	252
6.5.2	Einsteins Postulate und die Lorentz-Transformation	255
6.5.3	Konsequenzen der Lorentz-Transformation	256
6.5.4	Einiges über relativistische Dynamik	259
7	Quanten und Atome	263
7.1	Die Quantentheorie des Lichtes	263
7.1.1	Kirchhoffsches Strahlungsgesetz	263
7.1.2	Wärmestrahlung und das Plancksche Strahlungsgesetz	265
7.1.3	Der Photoeffekt und Einsteins Quantenhypothese	267
7.1.4	Der Compton-Effekt	269
7.1.5	Materiewellen und Elektronenbeugung	270
7.1.6	Die Heisenbergsche Unschärferelation	272
7.2	Atombau und Spektren	273
7.2.1	Zur Entwicklung des Atombegriffs	273
7.2.2	Das Bohrsche Atommodell	275
7.2.3	Grundzüge der Quantenmechanik	279
7.2.4	Ergebnisse einer quantenmechanischen Beschreibung der Atome	287
7.2.4.1	Das Wasserstoffatom	287
7.2.4.2	Wasserstoffähnliche Atome und Alkalimetallatome	289
7.2.4.3	Der Elektronenspin	291
7.2.4.4	Über die Spektren der Mehr-Elektronen-Atome	293
7.2.5	Systematik des Atombaus und das Pauli-Prinzip	295
7.2.6	Lumineszenz, Fluoreszenz und Phosphoreszenz	298
7.2.7	Röntgenstrahlen	299
7.2.8	Der Laser	301
7.3	Atomkerne	305
7.3.1	Über die Struktur der Atomkerne	305
7.3.2	Natürliche Radioaktivität	309
7.3.2.1	Natur und Eigenschaften radioaktiver Strahlung	309
7.3.2.2	Zerfallsgesetz und Zerfallsreihen	311
7.3.2.3	Nachweis und Messung radioaktiver Strahlung	313
7.3.2.4	Biologische Wirkung radioaktiver Strahlung	315
7.3.3	Künstliche Kernumwandlungen	316
7.3.3.1	Allgemeines über Kernreaktionen	316

7.3.3.2	Kernspaltung	319
7.3.3.3	Kernreaktoren	321
7.3.3.4	Kernfusion	322
8	Festkörperphysik	323
8.1	Allgemeines über Festkörper und ihre Herstellung	323
8.2	Atomar-geometrische Struktur von Kristallen	325
8.3	Bindungsarten in Kristallen	328
8.4	Elektronische Struktur von Festkörpern	331
8.4.1	Metalle, Halbleiter, Isolatoren	331
8.4.2	Elektronenstruktur von Halbleitern	335
8.5	Generations-, Rekombinations- und Transportprozesse in Halbleitern	340
8.5.1	Mechanismen der Generation und Rekombination	341
8.5.2	Drift und Diffusion	342
8.6	Elektronische und optoelektronische Bauelemente	344
8.6.1	Der pn-Übergang	344
8.6.2	Der Bipolartransistor	352
8.6.3	Der Feldeffekt-Transistor	354
8.6.4	Der Halbleiterlaser	356
8.7	Supraleitung	357
Anhang		
A	Lösung der Übungsaufgaben	363
B	Mathematischer Anhang	393
B.1	Grundzüge der Vektoranalysis	393
B.2	Über die Lösung von Differentialgleichungen	401
Namen- und Sachwortverzeichnis		404