

Vorwort zur dritten Auflage	XXI
Vorwort zur vierten Auflage	XXII
Kapitel 1 Einführung, Messungen, Abschätzungen	1
Kapitel 2 Beschreibung von Bewegungen – Kinematik in einer Raumrichtung	23
Kapitel 3 Kinematik in zwei Raumrichtungen; Vektoren	61
Kapitel 4 Dynamik: Die Newton'schen Axiome	103
Kapitel 5 Weitere Anwendungen der Newton'schen Axiome	141
Kapitel 6 Gravitation und das Newton'sche Gravitationsgesetz	175
Kapitel 7 Arbeit und Energie	205
Kapitel 8 Energieerhaltung	233
Kapitel 9 Impuls und Stöße	275
Kapitel 10 Drehbewegung um eine feste Achse	319
Kapitel 11 Allgemeine Drehbewegung	373
Kapitel 12 Statisches Gleichgewicht; Elastizität und Bruch	403
Kapitel 13 Fluide: Gase und Flüssigkeiten	445
Kapitel 14 Schwingungen	485
Kapitel 15 Wellen und Wellenausbreitung	519
Kapitel 16 Schall	555
Kapitel 17 Temperatur, Wärmeausdehnung und ideales Gasgesetz	591
Kapitel 18 Kinetische Gastheorie	619
Kapitel 19 Wärme und der erste Hauptsatz der Thermodynamik	645
Kapitel 20 Der zweite Hauptsatz der Thermodynamik	687
Kapitel 21 Elektrische Ladung und elektrisches Feld	723
Kapitel 22 Das Gauss'sche Gesetz	759
Kapitel 23 Das elektrische Potential	781
Kapitel 24 Kapazität, Dielektrika und elektrische Energiespeicher	811
Kapitel 25 Elektrische Ströme und der elektrische Widerstand	839

Kapitel 26	Gleichstromkreise	871
Kapitel 27	Magnetismus	909
Kapitel 28	Erzeugung von Magnetfeldern	941
Kapitel 29	Elektromagnetische Induktion und das Faraday'sche Gesetz	973
Kapitel 30	Induktivität und elektromagnetische Schwingungen	1003
Kapitel 31	Wechselstromkreise	1025
Kapitel 32	Die Maxwell'schen Gleichungen und elektromagnetische Wellen	1047
Kapitel 33	Reflexion und Brechung	1077
Kapitel 34	Linsen und optische Instrumente	1111
Kapitel 35	Die Wellennatur des Lichts; Interferenz	1151
Kapitel 36	Beugung und Polarisierung	1177
Kapitel 37	Spezielle Relativitätstheorie	1213
Kapitel 38	Frühe Quantentheorie und Atommodelle	1255
Kapitel 39	Quantenmechanik	1293
Kapitel 40	Quantenmechanik von Atomen	1325
Kapitel 41	Moleküle und Festkörper	1359
Kapitel 42	Kernphysik und Radioaktivität	1399
Kapitel 43	Kernenergie; Auswirkungen und Anwendungsmöglichkeiten der Strahlung	1429
Kapitel 44	Elementarteilchen	1467
Anhang		1501

Vorwort zur dritten Auflage	XXI
------------------------------------	------------

Vorwort zur vierten Auflage	XXII
------------------------------------	-------------

Kapitel 1	Einführung, Messungen, Abschätzungen	1
1.1	Das Wesen der Wissenschaft	4
1.2	Modelle, Theorien und Gesetze	4
1.3	Messungen und Messfehler; signifikante Stellen	5
1.4	Einheiten, Standards und das SI-System	8
1.5	Umrechnungseinheiten	11
1.6	Größenordnung: Schnelle Abschätzung	12
1.7	Einheiten und Einheitenüberprüfung	16
	Zusammenfassung	17
	Verständnisfragen	17
	Aufgaben	18
Kapitel 2	Beschreibung von Bewegungen – Kinematik in einer Raumrichtung	23
2.1	Bezugssystem und Weg	25
2.2	Durchschnittsgeschwindigkeit	27
2.3	Momentangeschwindigkeit	28
2.4	Beschleunigung	31
2.5	Bewegung bei konstanter Beschleunigung	35
2.6	Problemlösungen	37
2.7	Der freie Fall	42
2.8	Einsatz der Integralrechnung; Ungleichförmige Beschleunigung	49
	Zusammenfassung	50
	Verständnisfragen	51
	Aufgaben	52
Kapitel 3	Kinematik in zwei Raumrichtungen; Vektoren	61
3.1	Vektoren und Skalare	63
3.2	Vektoraddition – Grafische Methoden	63
3.3	Subtraktion von Vektoren und Multiplikation eines Vektors mit einem Skalar	65
3.4	Vektoraddition in Komponentenschreibweise	66
3.5	Einheitsvektoren	71
3.6	Bewegung in zwei und drei Raumrichtungen	72
3.7	Wurfbewegung	74
3.8	Lösung von Aufgaben mit Wurfbewegungen	77
3.9	Gleichförmige Kreisbewegung	84
3.10	Relativgeschwindigkeit	87
	Zusammenfassung	90
	Verständnisfragen	91
	Aufgaben	92

Kapitel 4	Dynamik: Die Newton'schen Axiome	103
4.1	Kraft	105
4.2	Das erste Newton'sche Axiom	106
4.3	Masse	107
4.4	Das zweite Newton'sche Axiom	108
4.5	Das dritte Newton'sche Axiom	111
4.6	Gewicht – Die Gravitationskraft	115
4.7	Das Lösen von Aufgaben mit den Newton'schen Axiomen: Kräfteparallelogramme	118
4.8	Problemlösung – Allgemeine Herangehensweise	127
	Zusammenfassung	128
	Verständnisfragen	129
	Aufgaben	131
Kapitel 5	Weitere Anwendungen der Newton'schen Axiome	141
5.1	Anwendungen der Newton'schen Axiome – Reibung	143
5.2	Dynamik der gleichförmigen Kreisbewegung	152
5.3	Erhöhte und nicht erhöhte Straßenkurven	157
5.4	Ungleichförmige Kreisbewegung	160
5.5	Geschwindigkeitsabhängige Kräfte; Endgeschwindigkeit	161
	Zusammenfassung	164
	Verständnisfragen	164
	Aufgaben	165
Kapitel 6	Gravitation und das Newton'sche Gravitationsgesetz	175
6.1	Das Newton'sche Gravitationsgesetz	177
6.2	Vektorielle Form des Newton'schen Gravitationsgesetzes	180
6.3	Gravitation in der Nähe der Erdoberfläche – Geophysikalische Anwendungen	181
6.4	Satelliten und „Schwerelosigkeit“	184
6.5	Kepler'sche Gesetze und Newton'sches Gravitationsgesetz	188
6.6	Gravitationsfeld	193
6.7	Fundamentale Wechselwirkungen	194
6.8	Schwere Masse – Träge Masse – Äquivalenzprinzip	194
6.9	Gravitation als Raumkrümmung – Schwarze Löcher	195
	Zusammenfassung	196
	Verständnisfragen	197
	Aufgaben	198
Kapitel 7	Arbeit und Energie	205
7.1	Durch eine konstante Kraft verrichtete Arbeit	207
7.2	Skalarprodukt zweier Vektoren	212
7.3	Durch eine veränderliche Kraft verrichtete Arbeit	213
7.4	Arbeit und Kinetische Energie	216
7.5	Kinetische Energie bei sehr hohen Geschwindigkeiten	222
	Zusammenfassung	223
	Verständnisfragen	223
	Aufgaben	224
Kapitel 8	Energieerhaltung	233
8.1	Konservative und nichtkonservative Kräfte	235
8.2	Potentielle Energie	237
8.3	Mechanische Energie und ihre Erhaltung	242

8.4	Anwendungen des Energieerhaltungssatzes der Mechanik.....	243
8.5	Der Energieerhaltungssatz.....	251
8.6	Energieerhaltung mit dissipativen Kräften – Problemlösungen.....	253
8.7	Potentielle Energie und Fluchtgeschwindigkeit.....	255
8.8	Leistung.....	258
8.9	Potentielle Energie – Stabiles und labiles Gleichgewicht.....	261
	Zusammenfassung.....	263
	Verständnisfragen.....	263
	Aufgaben.....	265
Kapitel 9 Impuls und Stöße		275
9.1	Impuls und seine Beziehung zur Kraft.....	277
9.2	Impulserhaltung.....	279
9.3	Stöße und Kraftstoß.....	283
9.4	Energie- und Impulserhaltung bei Stößen.....	286
9.5	Elastische Stöße in einer Raumrichtung.....	286
9.6	Inelastische Stöße.....	290
9.7	Stöße in zwei oder drei Raumrichtungen.....	292
9.8	Massenmittelpunkt.....	294
9.9	Massenmittelpunkt und Translationsbewegung.....	300
9.10	Systeme mit veränderlicher Masse; Raketenantrieb.....	303
	Zusammenfassung.....	306
	Verständnisfragen.....	306
	Aufgaben.....	308
Kapitel 10 Drehbewegung um eine feste Achse		319
10.1	Winkelgrößen.....	321
10.2	Bewegungsgleichungen für gleichförmig beschleunigte Drehbewegungen.....	325
10.3	Rollbewegung (ohne Gleiten).....	326
10.4	Vektorielle Beschaffenheit von Winkelgrößen.....	329
10.5	Drehmoment.....	329
10.6	Drehdynamik; Drehmoment und Trägheitsmoment.....	332
10.7	Problemlösungen für drehdynamische Aufgabenstellungen.....	334
10.8	Bestimmung von Trägheitsmomenten.....	339
10.9	Drehimpuls und Drehimpulserhaltung.....	341
10.10	Kinetische Energie der Drehbewegung.....	346
10.11	Drehbewegung plus Translationsbewegung – Rollbewegung.....	348
10.12	Warum wird eine rollende Kugel langsamer?.....	357
	Zusammenfassung.....	358
	Verständnisfragen.....	359
	Aufgaben.....	360
Kapitel 11 Allgemeine Drehbewegung		373
11.1	Vektorprodukt (Kreuzprodukt).....	375
11.2	Der Drehmomentvektor.....	376
11.3	Drehimpuls eines Massenpunktes.....	378
11.4	Drehimpuls und Drehmoment eines Systems; Allgemeine Bewegung.....	379
11.5	Drehimpuls und Drehmoment eines starren Körpers.....	381
11.6	Dynamisches Ungleichgewicht.....	384
11.7	Drehimpulserhaltung.....	385
11.8	Der Kreisel.....	388

11.9	Rotierende Bezugssysteme; Trägheitskräfte.....	389
11.10	Die Corioliskraft.....	390
	Zusammenfassung.....	393
	Verständnisfragen.....	394
	Aufgaben.....	395
Kapitel 12	Statisches Gleichgewicht; Elastizität und Bruch	403
12.1	Statik – Untersuchung von Kräften im Gleichgewicht.....	405
12.2	Gleichgewichtsbedingungen.....	405
12.3	Aufgabenstellungen in der Statik – Lösungen.....	408
12.4	Stabilität und Gleichgewichtslage.....	415
12.5	Elastizität und Elastizitätsmoduln – Spannung und Dehnung.....	416
12.6	Bruch.....	420
12.7	Fachwerke und Brücken.....	424
12.8	Bögen und Kuppeln.....	428
	Zusammenfassung.....	431
	Verständnisfragen.....	431
	Aufgaben.....	432
Kapitel 13	Fluide: Gase und Flüssigkeiten	445
13.1	Dichte und relative Dichte.....	447
13.2	Druck in Fluiden.....	448
13.3	Atmosphärendruck und Manometerdruck.....	452
13.4	Pascal'sches Prinzip.....	453
13.5	Messgeräte für die Druckmessung.....	454
13.6	Auftrieb und Archimedisches Prinzip.....	456
13.7	Fluide in Bewegung – Massenstrom und Kontinuitätsgleichung.....	460
13.8	Bernoulli'sche Gleichung.....	463
13.9	Anwendungen des Bernoulli'schen Gesetzes – von Torricelli zu Segelbooten, Tragflächen und dem Blutkreislauf.....	465
13.10	Viskosität.....	468
13.11	Strömung in Rohren – Poiseuille'sche Gleichung.....	469
13.12	Oberflächenspannung und Kapillarität.....	470
13.13	Pumpen und das Herz.....	472
	Zusammenfassung.....	473
	Verständnisfragen.....	474
	Aufgaben.....	476
Kapitel 14	Schwingungen	485
14.1	Schwingungen einer Feder.....	487
14.2	Harmonische Schwingung.....	489
14.3	Energie in einem harmonischen Oszillator.....	495
14.4	Zusammenhang zwischen harmonischer Schwingung und gleichförmiger Kreisbewegung.....	497
14.5	Das Fadenpendel.....	498
14.6	Das physikalische Pendel und das Torsionspendel.....	500
14.7	Gedämpfte harmonische Schwingung.....	501
14.8	Erzwungene Schwingungen und Resonanz.....	505
	Zusammenfassung.....	508
	Verständnisfragen.....	508
	Aufgaben.....	509

Kapitel 15	Wellen und Wellenausbreitung	519
15.1	Eigenschaften von Wellen	522
15.2	Wellenarten	523
15.3	Energietransport in Wellen	528
15.4	Mathematische Beschreibung der Wellenausbreitung	530
15.5	Die Wellengleichung	533
15.6	Das Superpositionsprinzip	535
15.7	Reflexion und Transmission	537
15.8	Interferenz	538
15.9	Stehende Wellen; Resonanz	540
15.10	Brechung	544
15.11	Beugung	545
	Zusammenfassung	546
	Verständnisfragen	547
	Aufgaben	548
Kapitel 16	Schall	555
16.1	Schalleigenschaften	557
16.2	Mathematische Darstellung longitudinaler Wellen	559
16.3	Intensität von Schall; Dezibel	560
16.4	Schallquellen: Schwingende Saiten und Luftsäulen	564
16.5	Klangqualität und Geräusche	571
16.6	Interferenz von Schallwellen; Schwebungen	571
16.7	Doppler-Effekt	574
16.8	Mach-Wellen und Überschallknall	578
16.9	Anwendungen: Sonar, Ultraschall und Ultraschall-Abbildung	580
	Zusammenfassung	581
	Verständnisfragen	582
	Aufgaben	583
Kapitel 17	Temperatur, Wärmeausdehnung und ideales Gasgesetz	591
17.1	Die Atomtheorie der Materie	593
17.2	Temperatur und Thermometer	595
17.3	Thermisches Gleichgewicht und der nullte Hauptsatz der Wärmelehre	597
17.4	Wärmeausdehnung	598
17.5	Mechanische Spannungen aufgrund der Wärmeausdehnung	603
17.6	Die Gasgesetze und die absolute Temperatur	603
17.7	Das ideale Gasgesetz	605
17.8	Problemlösung mit dem idealen Gasgesetz	606
17.9	Ideales Gasgesetz und Avogadro-Konstante	608
17.10	Temperaturskala des idealen Gases – Ein Standard	609
	Zusammenfassung	611
	Verständnisfragen	611
	Aufgaben	612
Kapitel 18	Kinetische Gastheorie	619
18.1	Das ideale Gasgesetz und die molekulare Interpretation der Temperatur	621
18.2	Molekulare Geschwindigkeitsverteilung	625
18.3	Reale Gase und Phasenänderungen	628
18.4	Dampfdruck und Luftfeuchte	630
18.5	Van der Waals'sche Zustandsgleichung	633

18.6	Mittlere freie Weglänge	634
18.7	Diffusion	636
	Zusammenfassung	638
	Verständnisfragen	638
	Aufgaben	639
Kapitel 19	Wärme und der erste Hauptsatz der Thermodynamik	645
19.1	Was genau ist Wärme?	647
19.2	Innere Energie	649
19.3	Spezifische Wärmekapazität	650
19.4	Wärmemessung – Problemlösungen	651
19.5	Latente Wärme	653
19.6	Der erste Hauptsatz der Thermodynamik	657
19.7	Anwendungen des ersten Hauptsatzes; Arbeitsberechnung	659
19.8	Wärmekapazität für Gase und die Gleichverteilung der Energie	663
19.9	Adiabatische Expansion eines Gases	667
19.10	Wärmetransport: Wärmeleitung, Konvektion, Wärmestrahlung	669
	Zusammenfassung	675
	Verständnisfragen	675
	Aufgaben	677
Kapitel 20	Der zweite Hauptsatz der Thermodynamik	687
20.1	Der zweite Hauptsatz der Thermodynamik – Einführung	689
20.2	Wärmekraftmaschinen	690
20.3	Reversible und irreversible Prozesse; der Carnot-Prozess	693
20.4	Kältemaschinen, Klimaanlage und Wärmepumpen	699
20.5	Entropie	701
20.6	Entropie und der zweite Hauptsatz der Thermodynamik	703
20.7	Aus Ordnung wird Unordnung	708
20.8	Energieverfügbarkeit; Wärmetod	709
20.9	Statistische Interpretation der Entropie und des zweiten Hauptsatzes	710
20.10	Thermodynamische Temperaturskala; absoluter Nullpunkt und der dritte Hauptsatz der Thermodynamik	712
	Zusammenfassung	714
	Verständnisfragen	714
	Aufgaben	715
Kapitel 21	Elektrische Ladung und elektrisches Feld	723
21.1	Statische Elektrizität; elektrische Ladung und ihre Erhaltung	725
21.2	Elektrische Ladung im Atom	726
21.3	Isolatoren und metallische Leiter	727
21.4	Influenz; das Elektrometer	727
21.5	Das Coulomb'sche Gesetz	728
21.6	Das elektrische Feld	734
21.7	Berechnungen des elektrischen Feldes kontinuierlicher Ladungsverteilungen	738
21.8	Feldlinien	742
21.9	Elektrische Felder und metallische Leiter	744
21.10	Bewegung einer Punktladung in einem elektrischen Feld	745
21.11	Elektrische Dipole	747
	Zusammenfassung	749
	Verständnisfragen	750
	Aufgaben	751

Kapitel 22	Das Gauss'sche Gesetz	759
22.1	Der elektrische Fluss	761
22.2	Das Gauß'sche Gesetz	764
22.3	Anwendungen des Gauß'schen Gesetzes	767
22.4	Experimentelle Grundlagen des Gauß'schen und des Coulomb'schen Gesetzes	772
	Zusammenfassung	773
	Verständnisfragen	774
	Aufgaben	775
Kapitel 23	Das elektrische Potential	781
23.1	Elektrisches Potential und Potentialdifferenz	783
23.2	Beziehung zwischen elektrischem Potential und elektrischem Feld	787
23.3	Das elektrische Potential einer Punktladung	789
23.4	Das Potential beliebiger Ladungsverteilungen	792
23.5	Äquipotentialflächen	793
23.6	Elektrische Dipole	794
23.7	Bestimmung von E aus ϕ	796
23.8	Die elektrostatische potentielle Energie und das Elektronenvolt	797
23.9	Die Kathodenstrahlröhre: Fernseher, Computerbildschirm und Oszilloskop	799
	Zusammenfassung	801
	Verständnisfragen	802
	Aufgaben	803
Kapitel 24	Kapazität, Dielektrika und elektrische Energiespeicher	811
24.1	Kondensatoren	813
24.2	Bestimmung der Kapazität	814
24.3	Kondensatoren in Reihen- und Parallelschaltungen	817
24.4	Speicherung elektrischer Energie	821
24.5	Dielektrika	822
24.6	Molekulare Beschreibung von Dielektrika	825
	Zusammenfassung	828
	Verständnisfragen	829
	Aufgaben	830
Kapitel 25	Elektrische Ströme und der elektrische Widerstand	839
25.1	Die elektrische Batterie	841
25.2	Der elektrische Strom	843
25.3	Widerstände und das Ohm'sche Gesetz	844
25.4	Der spezifische elektrische Widerstand	847
25.5	Die elektrische Leistung	850
25.6	Die elektrische Leistung in Haushaltsstromkreisen	852
25.7	Wechselstrom	854
25.8	Mikroskopische Beschreibung des elektrischen Stroms: Stromdichte und Driftgeschwindigkeit	856
25.9	Supraleitung	859
25.10	Gefährdungen durch Elektrizität; Kriechströme	860
	Zusammenfassung	863
	Verständnisfragen	864
	Aufgaben	865

Kapitel 26	Gleichstromkreise	871
26.1	Quellenspannung und Klemmenspannung.....	873
26.2	Widerstände in Reihen- und Parallelschaltung.....	875
26.3	Die Kirchhoff'schen Regeln	881
26.4	Schaltkreise mit Widerstand und Kondensator (RC-Schaltkreise)	887
26.5	Gleichstrom-Amperemeter und Voltmeter.....	892
26.6	Wandler und Thermoelemente	895
	Zusammenfassung	897
	Verständnisfragen	897
	Aufgaben	899
Kapitel 27	Magnetismus	909
27.1	Magnete und Magnetfelder	911
27.2	Elektrische Ströme erzeugen Magnetfelder	913
27.3	Die Kraft auf einen elektrischen Strom im Magnetfeld; Definition von B	914
27.4	Die Kraft auf eine bewegte elektrische Ladung in einem Magnetfeld: Lorentz-Kraft.....	917
27.5	Das auf eine Leiterschleife wirkende Drehmoment und das magnetische Dipolmoment	921
27.6	Anwendungen: Galvanometer, Motoren und Lautsprecher.....	923
27.7	Das Elektron: Entdeckung und Eigenschaften	925
27.8	Der Hall-Effekt	927
27.9	Massenspektrometer	929
	Zusammenfassung	930
	Verständnisfragen	930
	Aufgaben	932
Kapitel 28	Erzeugung von Magnetfeldern	941
28.1	Das Magnetfeld eines geraden Leiters	943
28.2	Die Kraft zwischen zwei parallelen Drähten	944
28.3	Messvorschriften für das Ampere und das Coulomb	946
28.4	Das Ampère'sche Gesetz.....	946
28.5	Das Magnetfeld einer Spule und eines Toroids.....	951
28.6	Das Biot-Savart-Gesetz	954
28.7	Magnetische Materialien – Ferromagnetismus	958
28.8	Elektromagneten und Spulen	959
28.9	Magnetfelder in magnetischen Materialien; Hysterese	960
28.10	Paramagnetismus und Diamagnetismus	962
	Zusammenfassung	963
	Verständnisfragen	964
	Aufgaben	965
Kapitel 29	Elektromagnetische Induktion und das Faraday'sche Gesetz	973
29.1	Die Induktionsspannung	975
29.2	Das Faraday'sche Induktionsgesetz und die Lenz'sche Regel	976
29.3	Induktion einer Spannung in einem bewegten Leiter	980
29.4	Elektrische Generatoren	982
29.5	Gegenspannung und Gegendrehmoment; Wirbelströme.....	984
29.6	Transformatoren und Stromübertragung	987
29.7	Ein sich ändernder magnetischer Fluss erzeugt ein Magnetfeld	990
29.8	Anwendungen des Induktionsgesetzes: Tonsysteme, Datenspeicher und Seismografen	992
	Zusammenfassung	994

Verständnisfragen	994
Aufgaben	996
Kapitel 30 Induktivität und elektromagnetische Schwingungen	1003
30.1 Gegeninduktivität	1005
30.2 Selbstinduktivität	1007
30.3 Energiespeicherung im Magnetfeld.....	1010
30.4 LR-Stromkreise.....	1011
30.5 LC-Stromkreise und elektromagnetische Oszillationen	1014
30.6 LC-Stromkreis mit Widerstand (LRC-Stromkreis)	1016
Zusammenfassung.....	1018
Verständnisfragen	1018
Aufgaben	1019
Kapitel 31 Wechselstromkreise	1025
31.1 Einleitung: Wechselstromkreise.....	1027
31.2 Widerstand im Wechselstromkreis	1027
31.3 Induktionsspule im Wechselstromkreis	1028
31.4 Kondensator im Wechselstromkreis.....	1030
31.5 LRC-Wechselstromkreise in Reihenschaltung.....	1032
31.6 Resonanz im Wechselstromkreis	1036
31.7 Impedanzanpassung.....	1037
31.8 Drehstrom.....	1038
Zusammenfassung.....	1040
Verständnisfragen	1041
Aufgaben	1041
Kapitel 32 Die Maxwell'schen Gleichungen und elektromagnetische Wellen	1047
32.1 Ein sich änderndes elektrisches Feld erzeugt ein Magnetfeld. Das Ampère'sche Gesetz und der Verschiebungsstrom	1049
32.2 Das Gauß'sche Gesetz für den Magnetismus	1053
32.3 Die Maxwell'schen Gleichungen	1054
32.4 Erzeugung elektromagnetischer Wellen	1054
32.5 Elektromagnetische Wellen, Ableitung ihrer Ausbreitungsgeschwindigkeit aus den Maxwell'schen Gleichungen.....	1057
32.6 Licht als elektromagnetische Welle und das elektromagnetische Spektrum	1060
32.7 Die Energie in elektromagnetischen Wellen und der Poynting-Vektor.....	1063
32.8 Strahlungsdruck.....	1065
32.9 Radio und Fernsehen.....	1067
Zusammenfassung.....	1070
Verständnisfragen	1071
Aufgaben	1072
Kapitel 33 Reflexion und Brechung	1077
33.1 Strahlenoptik.....	1079
33.2 Lichtgeschwindigkeit und Brechungsindex	1080
33.3 Reflexion; Abbildung am ebenen Spiegel	1081
33.4 Abbildung an sphärischen Spiegeln.....	1085
33.5 Brechung; Das Snellius'sche Gesetz	1093
33.6 Sichtbares Spektrum und Dispersion.....	1095
33.7 Totalreflexion und Faseroptik	1096

33.8 Brechung an einer sphärischen Oberfläche	1099
Zusammenfassung	1102
Verständnisfragen	1102
Aufgaben	1104
Kapitel 34 Linsen und optische Instrumente	1111
34.1 Dünne Linsen, Aufbau des Strahlenganges	1113
34.2 Die Linsengleichung	1117
34.3 Linsensysteme	1121
34.4 Linsenmachergleichung	1123
34.5 Kameras	1126
34.6 Das menschliche Auge; Korrekturlinsen	1130
34.7 Vergrößerungsgläser	1133
34.8 Fernrohre	1135
34.9 Das Mikroskop	1138
34.10 Abbildungsfehler von Linsen und Spiegeln	1140
Zusammenfassung	1142
Verständnisfragen	1143
Aufgaben	1144
Kapitel 35 Die Wellennatur des Lichts; Interferenz	1151
35.1 Huygens-Prinzip und Beugung	1153
35.2 Huygens-Prinzip und Brechungsgesetz	1154
35.3 Interferenz – Das Young'sche Doppelspaltexperiment	1156
35.4 Kohärenz	1160
35.5 Die Intensität im Interferenzmuster des Doppelspalts	1161
35.6 Interferenz in dünnen Schichten	1165
35.7 Das Michelson-Interferometer	1169
35.8 Die Lichtstärke	1170
Zusammenfassung	1171
Verständnisfragen	1172
Aufgaben	1172
Kapitel 36 Beugung und Polarisation	1177
36.1 Beugung am Einfachspalt	1180
36.2 Intensität im Beugungsmuster des Einfachspalts	1182
36.3 Beugung am Doppelspalt	1185
36.4 Beschränkung der Auflösung; kreisförmige Öffnungen	1187
36.5 Auflösung von Teleskopen und Mikroskopen; der λ -Grenzfall	1189
36.6 Auflösungsvermögen des menschlichen Auges und sinnvolle Vergrößerung	1191
36.7 Beugungsgitter	1191
36.8 Spektrometer und Spektroskopie	1193
36.9 Linienbreite und Auflösungsvermögen eines Beugungsgitters	1195
36.10 Röntgenstrahlen und Röntgenbeugung	1197
36.11 Polarisation	1199
36.12 Die Streuung des Lichts an der Atmosphäre	1205
Zusammenfassung	1206
Verständnisfragen	1207
Aufgaben	1208

Kapitel 37	Spezielle Relativitätstheorie	1213
37.1	Galilei-Newton'sches Relativitätsprinzip	1215
37.2	Das Michelson-Morley-Experiment	1218
37.3	Die Postulate der speziellen Relativitätstheorie	1221
37.4	Gleichzeitigkeit	1223
37.5	Zeitdilatation und das Zwillingsparadoxon	1225
37.6	Längenkontraktion	1229
37.7	Die vierdimensionale Raumzeit	1232
37.8	Galilei- und Lorentz-Transformationen	1232
37.9	Relativistischer Impuls und relativistische Masse	1237
37.10	Grenzgeschwindigkeit	1239
37.11	Energie und Masse; $E = mc^2$	1240
37.12	Doppler-Verschiebung des Lichts	1244
37.13	Die Auswirkungen der speziellen Relativitätstheorie	1245
	Zusammenfassung	1246
	Verständnisfragen	1247
	Aufgaben	1248
Kapitel 38	Frühe Quantentheorie und Atommodelle	1255
38.1	Die Planck'sche Quantenhypothese	1257
38.2	Photonentheorie des Lichts und der photoelektrische Effekt	1260
38.3	Photonen und der Compton-Effekt	1264
38.4	Photonenwechselwirkungen; Paarerzeugung	1266
38.5	Welle-Teilchen-Dualismus; das Komplementaritätsprinzip	1268
38.6	Die Wellennatur der Materie	1268
38.7	Elektronenmikroskope	1271
38.8	Frühe Atommodelle	1272
38.9	Atomspektren: Schlüssel zur Struktur des Atoms	1274
38.10	Das Bohr'sche Atommodell	1276
38.11	Die Anwendung der de Broglie'schen Hypothese auf Atome	1283
	Zusammenfassung	1285
	Verständnisfragen	1285
	Aufgaben	1287
Kapitel 39	Quantenmechanik	1293
39.1	Die Quantenmechanik: Eine neue Theorie	1296
39.2	Die Wellenfunktion und ihre Interpretation; das Doppelspaltexperiment	1296
39.3	Die Heisenberg'sche Unschärferelation	1298
39.4	Philosophische Konsequenzen; Wahrscheinlichkeit vs. Determinismus	1302
39.5	Die Schrödingergleichung in einer Dimension – zeitunabhängige Form	1304
39.6	Die zeitabhängige Schrödingergleichung	1306
39.7	Freie Teilchen; Ebene Wellen und Wellenpakete	1308
39.8	Teilchen in einem unendlich tiefen Potentialtopf (einem festen Kasten)	1309
39.9	Endlicher Potentialtopf	1313
39.10	Tunneln durch eine Potentialbarriere	1315
	Zusammenfassung	1319
	Verständnisfragen	1319
	Aufgaben	1320

Kapitel 40	Quantenmechanik von Atomen	1325
40.1	Quantenmechanische Sicht auf Atome	1327
40.2	Das Wasserstoffatom: Schrödingergleichung und Quantenzahlen	1328
40.3	Die Wellenfunktionen des Wasserstoffatoms	1332
40.4	Komplexe Atome; das Pauli-Prinzip	1335
40.5	Das Periodensystem der Elemente	1336
40.6	Röntgenspektren und Ordnungszahl	1339
40.7	Magnetische Dipolmomente; Gesamtdrehimpuls	1341
40.8	Fluoreszenz und Phosphoreszenz	1345
40.9	Laser	1346
40.10	Holographie	1349
	Zusammenfassung	1352
	Verständnisfragen	1353
	Aufgaben	1354
Kapitel 41	Moleküle und Festkörper	1359
41.1	Molekülbindungen	1361
41.2	Potentielle Energie von Molekülen	1364
41.3	Schwache (Van-der-Waals-)Bindungen	1367
41.4	Molekülspektren	1369
41.5	Bindungen in Festkörpern	1377
41.6	Elektronentheorie der Metalle	1378
41.7	Das Energiebändermodell für Kristalle	1382
41.8	Halbleiter und Dotierung	1386
41.9	Halbleiterdioden	1387
41.10	Transistoren und integrierte Schaltkreise	1389
	Zusammenfassung	1391
	Verständnisfragen	1392
	Aufgaben	1393
Kapitel 42	Kernphysik und Radioaktivität	1399
42.1	Struktur und Eigenschaften des Atomkerns	1401
42.2	Bindungsenergie und Kernkräfte	1404
42.3	Radioaktivität	1407
42.4	Alphazerfall	1408
42.5	Betazerfall	1411
42.6	Gammazerfall	1414
42.7	Erhaltung der Nukleonenzahl und weitere Erhaltungssätze	1414
42.8	Halbwertszeit und Zerfallsrate	1415
42.9	Zerfallsreihen	1418
42.10	Die Radiokarbonmethode	1420
42.11	Strahlungsmessung	1422
	Zusammenfassung	1423
	Verständnisfragen	1424
	Aufgaben	1424
Kapitel 43	Kernenergie; Auswirkungen und Anwendungsmöglichkeiten der Strahlung	1429
43.1	Kernreaktionen und Transmutation von Elementen	1431
43.2	Der Wirkungsquerschnitt	1434
43.3	Kernspaltung; Kernreaktoren	1436
43.4	Fusion	1442

43.5	Durchgang der Strahlung durch Materie; Strahlungsschäden	1448
43.6	Strahlungsmessung – Dosimetrie.....	1449
43.7	Strahlentherapie	1452
43.8	Indikatoren	1453
43.9	Bildgebung durch Tomographie.....	1454
43.10	Kernspinresonanz (NMR) und bildgebende Kernspintomographie (MRI)	1456
	Zusammenfassung.....	1459
	Verständnisfragen	1460
	Aufgaben	1461
Kapitel 44	Elementarteilchen	1467
44.1	Hochenergetische Teilchen.....	1469
44.2	Teilchenbeschleuniger und Detektoren.....	1470
44.3	Anfänge der Elementarteilchenphysik – Teilchenaustausch	1476
44.4	Teilchen und Antiteilchen	1479
44.5	Wechselwirkungen von Teilchen und Erhaltungssätze	1480
44.6	Teilchenklassifikation	1482
44.7	Stabilität von Teilchen und Resonanzen	1483
44.8	Seltene Teilchen.....	1485
44.9	Quarks	1487
44.10	Das „Standardmodell“: Quantenchromodynamik (QCD) und die elektroschwache Theorie	1490
44.11	Die große vereinheitlichte Theorie	1492
	Zusammenfassung.....	1495
	Verständnisfragen	1496
	Aufgaben	1496
Anhang		1501
A	Mathematische Formeln.....	1502
B	Ableitungen und Integrale	1504
C	Gravitationskraft und sphärische Masseverteilung.....	1506
D	Ausgewählte Isotope	1509
E	Lösungen zu den Aufgaben mit ungerader Nummerierung.....	1513
F	Physikalische Größen: Verwendete Symbole und ihre Einheiten.....	1537
G	Index	1542