

Inhaltsverzeichnis

1

Messung und Maßeinheiten

1-1	Dinge messen	2
1-2	Das internationale Einheitensystem SI ...	2
1-3	Einheiten umwandeln	3
1-4	Länge	5
1-5	Zeit	6
1-6	Masse	9
	Zusammenfassung	9
	Aufgaben	10

2

Geradlinige Bewegung

2-1	Bewegung	14
2-2	Ort und Verschiebung	14
2-3	Durchschnittsgeschwindigkeit	15
2-4	Momentangeschwindigkeit	18
2-5	Beschleunigung	21
2-6	Gleichmäßig beschleunigte Bewegung: Ein Sonderfall	24
2-7	Ein weiterer Zugang zur gleichmäßig beschleunigten Bewegung	27
2-8	Der freie Fall	27
	Zusammenfassung	31
	Fragen	32
	Aufgaben	33

3

Vektoren

3-1	Vektoren und Skalare	40
3-2	Geometrische Addition von Vektoren	40
3-3	Komponenten von Vektoren	42
3-4	Einheitsvektoren	47
3-5	Vektoren komponentenweise addieren ...	48
3-6	Vektoren und physikalische Gesetze	50

3-7	Multiplikation von Vektoren	51
	Zusammenfassung	55
	Fragen	56
	Aufgaben	57

4

Bewegung in zwei und drei Dimensionen

4-1	Bewegung in zwei oder drei Dimensionen	62
4-2	Ort und Verschiebung	62
4-3	Durchschnittsgeschwindigkeit und Momentangeschwindigkeit	64
4-4	Durchschnittsbeschleunigung und Momentanbeschleunigung	66
4-5	Wurfbewegungen	69
4-6	Analyse der Wurfbewegung	70
4-7	Die gleichförmige Kreisbewegung	77
4-8	Relativbewegung in einer Dimension	79
4-9	Relativbewegung in zwei Dimensionen ...	81
	Zusammenfassung	83
	Fragen	84
	Aufgaben	85

5

Kraft und Bewegung – I

5-1	Wodurch wird Beschleunigung verursacht?	94
5-2	Das erste newtonsche Gesetz	94
5-3	Kraft	95
5-4	Masse	96
5-5	Das zweite newtonsche Gesetz	97
5-6	Einige besondere Kräfte	103
5-7	Das dritte newtonsche Gesetz	108
5-8	Anwendung der newtonschen Gesetze ...	109
	Zusammenfassung	118
	Fragen	119
	Aufgaben	121

6

Kraft und Bewegung – II

6-1	Reibung	128
6-2	Eigenschaften der Reibung	129
6-3	Strömungswiderstand und Endgeschwindigkeit	134
6-4	Gleichförmige Kreisbewegung	137
	Zusammenfassung	143
	Fragen	144
	Aufgaben	145

7

Kinetische Energie und Arbeit

7-1	Energie	152
7-2	Arbeit	153
7-3	Arbeit und kinetische Energie	154
7-4	Von der Gravitationskraft verrichtete Arbeit	158
7-5	Von einer Federkraft verrichtete Arbeit ..	164
7-6	Von einer allgemeinen veränderlichen Kraft verrichtete Arbeit	167
7-7	Leistung	170
	Zusammenfassung	173
	Fragen	174
	Aufgaben	176

8

Potenzielle Energie und Energieerhaltung

8-1	Potenzielle Energie	182
8-2	Wegunabhängigkeit von konservativen Kräften	183
8-3	Berechnung der potenziellen Energie	185
8-4	Der Energieerhaltungssatz der Mechanik	189
8-5	Grafische Darstellung der potenziellen Energie	193
8-6	Von einer äußeren Kraft an einem System verrichtete Arbeit	196
8-7	Energieerhaltung	200
	Zusammenfassung	204
	Fragen	205
	Aufgaben	207

9

Systeme von Teilchen

9-1	Ein besonderer Punkt	218
9-2	Der Schwerpunkt	218

9-3	Das zweite newtonsche Axiom für ein Teilchensystem	223
9-4	Der Impuls eines Teilchens	227
9-5	Der Impuls eines Teilchensystems	227
9-6	Die Impulserhaltung	229
9-7	Systeme mit veränderlicher Masse: Eine Rakete	233
9-8	Äußere Kräfte und Änderungen der inneren Energie	236
	Zusammenfassung	239
	Fragen	240
	Aufgaben	241

10

Stoßprozesse

10-1	Was ist ein Stoß?	248
10-2	Kraftstoß und Impuls	249
10-3	Impuls und kinetische Energie bei Stoßprozessen	252
10-4	Inelastische, eindimensionale Stöße	253
10-5	Elastische, eindimensionale Stöße	257
10-6	Zweidimensionale Stöße	261
	Zusammenfassung	263
	Fragen	264
	Aufgaben	266

11

Die Rotation

11-1	Translation und Rotation	274
11-2	Rotationsvariable	274
11-3	Sind Winkelgrößen Vektoren?	278
11-4	Rotation mit konstanter Winkel- beschleunigung	279
11-5	Beziehungen zwischen den Variablen für lineare Bewegung und Rotation	281
11-6	Die kinetische Energie der Rotation	284
11-7	Berechnung des Trägheitsmoments	285
11-8	Das Drehmoment	289
11-9	Das zweite newtonsche Axiom für die Rotation	290
11-10	Arbeit und kinetische Energie der Rotation	293
	Zusammenfassung	298
	Fragen	299
	Aufgaben	301

12

Rollen, Drehmoment und Drehimpuls

12-1	Rollen	310
12-2	Die kinetische Energie der Rollbewegung	312

12-3	Kräfte bei der Rollbewegung	313	15-3	Dichte und Druck	402
12-4	Ein Jo-Jo	315	15-4	Ruhende Fluide	405
12-5	Eine erweiterte Definition des Drehmoments	316	15-5	Druckmessung	408
12-6	Der Drehimpuls	318	15-6	Das pascalsche Prinzip	409
12-7	Das zweite newtonsche Axiom in Winkelschreibweise	320	15-7	Das archimedische Prinzip	410
12-8	Der Drehimpuls eines Teilchensystems	322	15-8	Ideale Fluide in Bewegung	414
12-9	Der Drehimpuls eines rotierenden starren Körpers	323	15-9	Die Kontinuitätsgleichung	415
12-10	Die Erhaltung des Drehimpulses	326	15-10	Die Bernoulli-Gleichung	418
	Zusammenfassung	333		Zusammenfassung	422
	Fragen	334		Fragen	423
	Aufgaben	335		Aufgaben	424

13

Gleichgewicht und Elastizität

13-1	Gleichgewicht	344
13-2	Bedingungen für das Gleichgewicht	345
13-3	Das Gravitationszentrum	346
13-4	Beispiele für statische Gleichgewichte	348
13-5	Unterbestimmte Strukturen	355
13-6	Elastizität	357
	Zusammenfassung	361
	Fragen	362
	Aufgaben	363

14

Gravitation

14-1	Die Gravitationskraft in unserem Kosmos	370
14-2	Das newtonsche Gravitationsgesetz	370
14-3	Gravitation und das Superpositionsprinzip	372
14-4	Die Gravitation in der Nähe der Erdoberfläche	375
14-5	Die Gravitation innerhalb der Erde	378
14-6	Die potenzielle Energie der Gravitation	379
14-7	Planeten und Satelliten: Die keplerschen Gesetze	384
14-8	Satelliten: Umlaufbahnen und Energie	388
14-9	Einstein und die Gravitation	390
	Zusammenfassung	392
	Fragen	394
	Aufgaben	395

15

Fluide

15-1	Fluide in unserer Umgebung	402
15-2	Was ist ein Fluid?	402

16

Schwingungen

16-1	Schwingungen	432
16-2	Harmonische Schwingungen	432
16-3	Das Kraftgesetz der harmonischen Schwingung	435
16-4	Die Energie der harmonischen Schwingung	439
16-5	Das Torsionspendel	441
16-6	Pendel	442
16-7	Harmonische Schwingungen und die gleichförmige Kreisbewegung	447
16-8	Gedämpfte harmonische Schwingungen	448
16-9	Erzwungene Schwingungen und Resonanz	451
	Zusammenfassung	454
	Fragen	455
	Aufgaben	457

17

Wellen – I

17-1	Wellen und Teilchen	464
17-2	Wellenarten	464
17-3	Transversale und longitudinale Wellen	465
17-4	Wellenlänge und Frequenz	466
17-5	Die Geschwindigkeit einer fortlaufenden Welle	468
17-6	Die Wellengeschwindigkeit für ein gespanntes Seil	472
17-7	Energie und Leistung einer fortlaufenden Seilwelle	474
17-8	Das Superpositionsprinzip für Wellen	477
17-9	Die Interferenz von Wellen	477
17-10	Darstellung einer Welle durch einen Vektor	481
17-11	Stehende Wellen	482
17-12	Stehende Wellen und Resonanz	485
	Zusammenfassung	487
	Fragen	488
	Aufgaben	490

18

Wellen – II

18-1	Schallwellen	496
18-2	Die Schallgeschwindigkeit	496
18-3	Ausbreitung von Schallwellen	499
18-4	Interferenz	502
18-5	Schallintensität und Schallpegel	504
18-6	Musikalische Töne	508
18-7	Schwebungen	511
18-8	Der Doppler-Effekt	512
18-9	Überschallgeschwindigkeiten und Schockwellen	517
	Zusammenfassung	518
	Fragen	519
	Aufgaben	521

19

Temperatur, Wärme und der erste Hauptsatz der Thermodynamik

19-1	Thermodynamik	528
19-2	Der nullte Hauptsatz der Thermodynamik	528
19-3	Temperaturmessung	529
19-4	Die Celsius- und die Fahrenheit-Skalen ...	531
19-5	Wärmeausdehnung	533
19-6	Temperatur und Wärme	536
19-7	Die Wärmeaufnahme bei Festkörpern und Flüssigkeiten	537
19-8	Wärme und Arbeit: Eine ausführlichere Betrachtung	542
19-9	Der erste Hauptsatz der Thermodynamik	544
19-10	Einige Beispiele für den ersten Hauptsatz der Thermodynamik	545
19-11	Möglichkeiten der Wärmeübertragung ...	547
	Zusammenfassung	552
	Fragen	554
	Aufgaben	555

20

Die kinetische Gastheorie

20-1	Gase unter einem neuen Blickwinkel	564
20-2	Die Avogadro-Zahl	564
20-3	Ideale Gase	565
20-4	Druck, Temperatur und mittlere Geschwindigkeit	568
20-5	Die kinetische Translationsenergie	571
20-6	Die mittlere freie Weglänge	572

20-7	Die Verteilungsfunktion der Molekülgeschwindigkeiten	574
20-8	Die molaren spezifischen Wärmen idealer Gase	578
20-9	Thermodynamische Freiheitsgrade und molare spezifische Wärmen	582
20-10	Die Quantenmechanik macht sich bemerkbar	584
20-11	Adiabatische Ausdehnung eines idealen Gases	585
	Zusammenfassung	589
	Fragen	590
	Aufgaben	592

21

Entropie und der zweite Hauptsatz der Thermodynamik

21-1	Gerichtete Prozesse	598
21-2	Entropieänderungen	599
21-3	Der zweite Hauptsatz der Thermodynamik	603
21-4	Die Entropie in Aktion: Maschinen	604
21-5	Die Entropie in Aktion: Kältemaschinen ..	610
21-6	Die Wirkungsgrade realer Maschinen	611
21-7	Eine statistische Interpretation der Entropie	612
	Zusammenfassung	616
	Fragen	618
	Aufgaben	619

22

Elektrische Ladung

22-1	Elektromagnetismus	624
22-2	Elektrische Ladung	624
22-3	Leiter und Isolatoren	626
22-4	Das coulombsche Gesetz	627
22-5	Die elektrische Ladung ist quantisiert	635
22-6	Die elektrische Ladung ist eine Erhaltungsgröße	637
	Zusammenfassung	638
	Fragen	638
	Aufgaben	640

23

Elektrische Felder

23-1	Ladungen und Kräfte – genauer betrachtet	644
23-2	Das elektrische Feld	644
23-3	Elektrische Feldlinien	645

23-4	Das elektrische Feld einer Punktladung ..	647	25-10	Elektrische potenzielle Energie eines Systems von Punktladungen.....	712
23-5	Das Feld eines elektrischen Dipols.....	649	25-11	Potenzial eines geladenen, isolierten leitenden Körpers	713
23-6	Das elektrische Feld einer linearen Ladungsverteilung	650		Zusammenfassung	715
23-7	Das elektrische Feld einer geladenen Scheibe.....	656		Fragen	716
23-8	Verhalten einer Punktladung in einem elektrischen Feld	657		Aufgaben	717
23-9	Verhalten eines Dipols in einem elektrischen Feld	659			
	Zusammenfassung	662			
	Fragen	663			
	Aufgaben	664			

24

Der gaußsche Satz

24-1	Das coulombsche Gesetz in neuem Licht	670	26-1	Kondensatoren und ihre Anwendungen ..	724
24-2	Fluss	670	26-2	Kapazität	724
24-3	Fluss eines elektrischen Felds	671	26-3	Berechnung der Kapazität	726
24-4	Der gaußsche Satz	675	26-4	Parallelschaltungen und Reihenschaltungen von Kondensatoren	730
24-5	Gaußscher Satz und coulombsches Gesetz	677	26-5	In einem elektrischen Feld gespeicherte Energie.....	735
24-6	Eigenschaften eines geladenen, isolierten Leiters	678	26-6	Kondensator mit Dielektrikum	738
24-7	Anwendung des gaußschen Satzes: Zylindersymmetrie.....	681	26-7	Dielektrika – auf atomarem Niveau betrachtet	740
24-8	Anwendung des gaußschen Satzes: Ebene Symmetrie	683	26-8	Dielektrika und gaußscher Satz	741
24-9	Anwendung des gaußschen Satzes: Kugelsymmetrie	686		Zusammenfassung	745
	Zusammenfassung	688		Fragen	746
	Fragen	688		Aufgaben	747
	Aufgaben	689			

25

Elektrisches Potenzial

25-1	Elektrische potenzielle Energie	696	27-1	Ladung in Bewegung: Elektrische Ströme	752
25-2	Elektrisches Potenzial.....	697	27-2	Elektrischer Strom	752
25-3	Äquipotenzialflächen.....	700	27-3	Stromdichte	755
25-4	Berechnung des Potenzials aus dem Feld	701	27-4	Widerstand und spezifischer Widerstand	759
25-5	Potenzial einer Punktladung.....	703	27-5	Ohmsches Gesetz	763
25-6	Potenzial einer Gruppe von Punktladungen	704	27-6	Das ohmsche Gesetz – mikroskopisch betrachtet	764
25-7	Potenzial eines elektrischen Dipols	706	27-7	Elektrische Leistung in Stromkreisen	766
25-8	Potenzial einer kontinuierlichen Ladungsverteilung	708	27-8	Halbleiter	768
25-9	Berechnung des elektrischen Felds aus dem elektrischen Potenzial	710	27-9	Supraleiter	769
				Zusammenfassung	770
				Fragen	771
				Aufgaben	772

26

Kapazität

26-1	Kondensatoren und ihre Anwendungen ..	724
26-2	Kapazität	724
26-3	Berechnung der Kapazität	726
26-4	Parallelschaltungen und Reihenschaltungen von Kondensatoren	730
26-5	In einem elektrischen Feld gespeicherte Energie.....	735
26-6	Kondensator mit Dielektrikum	738
26-7	Dielektrika – auf atomarem Niveau betrachtet	740
26-8	Dielektrika und gaußscher Satz	741
	Zusammenfassung	745
	Fragen	746
	Aufgaben	747

27

Elektrischer Strom und Widerstand

27-1	Ladung in Bewegung: Elektrische Ströme	752
27-2	Elektrischer Strom	752
27-3	Stromdichte	755
27-4	Widerstand und spezifischer Widerstand	759
27-5	Ohmsches Gesetz	763
27-6	Das ohmsche Gesetz – mikroskopisch betrachtet	764
27-7	Elektrische Leistung in Stromkreisen	766
27-8	Halbleiter	768
27-9	Supraleiter	769
	Zusammenfassung	770
	Fragen	771
	Aufgaben	772

28

Stromkreise

28-1	„Pumpen“ von Ladung	778
28-2	Arbeit, Energie und Spannung	778

28-3	Berechnung des Stroms in einem unverzweigten Stromkreis	780	31-6	Induzierte elektrische Felder	876
28-4	Weitere unverzweigte Stromkreise	782	31-7	Induktivität	880
28-5	Potenzialdifferenzen	784	31-8	Selbstinduktion	881
28-6	Verzweigte Stromkreise	787	31-9	RL -Glieder	882
28-7	Amperemeter und Voltmeter	795	31-10	Energiespeicherung im Magnetfeld	886
28-8	RC -Kreise	795	31-11	Die Energiedichte eines Magnetfelds	888
	Zusammenfassung	799	31-12	Gegeninduktion	890
	Fragen	800		Zusammenfassung	893
	Aufgaben	801		Fragen	894
				Aufgaben	896

29

Magnetfelder

29-1	Das Magnetfeld	808
29-2	Definition von \vec{B}	808
29-3	Gekreuzte Felder: Die Entdeckung des Elektrons.....	813
29-4	Gekreuzte Felder: Der Hall-Effekt.....	814
29-5	Geladene Teilchen auf einer Kreisbahn...	817
29-6	Zyklotron und Synchrotron	822
29-7	Magnetische Kraft auf einen stromdurchflossenen Draht.....	824
29-8	Drehmoment auf eine stromdurchflossene Drahtschleife.....	826
29-9	Magnetisches Dipolmoment	829
	Zusammenfassung	831
	Fragen.....	832
	Aufgaben	833

30

Magnetfelder aufgrund von Strömen

30-1	Das Magnetfeld eines Stroms	840
30-2	Die Kraft zwischen parallelen Strömen...	846
30-3	Das amperesche Gesetz	848
30-4	Zylinder- und Ringspulen.....	851
30-5	Eine stromführende Spule als magnetischer Dipol	854
	Zusammenfassung	856
	Fragen	857
	Aufgaben	858

31

Induktion und Induktivität

31-1	Zwei symmetrische Situationen	866
31-2	Zwei Experimente	866
31-3	Das faradaysche Induktionsgesetz	867
31-4	Die lenzsche Regel	870
31-5	Induktion und Energietransfer	873

32

Magnetismus und Materie: Die maxwellschen Gleichungen

32-1	Magnete	904
32-2	Der gaußsche Satz für Magnetfelder	904
32-3	Der Erdmagnetismus	905
32-4	Der Magnetismus von Elektronen	906
32-5	Magnetische Materialien	910
32-6	Diamagnetismus	911
32-7	Paramagnetismus	912
32-8	Ferromagnetismus	914
32-9	Induzierte magnetische Felder	917
32-10	Der Verschiebungsstrom	920
32-11	Die maxwellschen Gleichungen	922
	Zusammenfassung	923
	Fragen	924
	Aufgaben	925

33

Elektromagnetische Schwingkreise und Wechselstrom

33-1	Neue Physik – alte Mathematik	930
33-2	LC -Schwingungen: Eine qualitative Diskussion	930
33-3	Die Analogie: Elektrischer und mechanischer Schwingkreis	933
33-4	LC -Schwingungen: Eine quantitative Diskussion	934
33-5	Gedämpfte Schwingungen in einem RLC -Kreis	938
33-6	Wechselstrom	939
33-7	Erzwungene Schwingungen	940
33-8	Drei einfache Stromkreise	941
33-9	Der in Reihe geschaltete RLC -Kreis	947
33-10	Die Leistung in Wechselstromkreisen	952
33-11	Transformatoren	955
	Zusammenfassung	959
	Fragen	960
	Aufgaben	961

34

Elektromagnetische Wellen

34-1	Maxwells Regenbogen	968
34-2	Fortpflanzung elektromagnetischer Wellen: Qualitative Betrachtung	969
34-3	Fortpflanzung elektromagnetischer Wellen: Quantitative Betrachtung	972
34-4	Energietransport und Poynting-Vektor ...	975
34-5	Der Strahlungsdruck	977
34-6	Polarisation	980
34-7	Reflexion und Brechung	984
34-8	Innere Totalreflexion	989
34-9	Polarisation durch Reflexion.....	991
	Zusammenfassung	992
	Fragen	993
	Aufgaben	994

35

Abbildungen

35-1	Zwei Arten von Bildern	1002
35-2	Ebene Spiegel.....	1003
35-3	Kugelspiegel	1004
35-4	Abbildungen an Kugelspiegeln	1006
35-5	Sphärische brechende Flächen	1009
35-6	Dünne Linsen	1012
35-7	Optische Instrumente	1018
35-8	Drei Herleitungen	1021
	Zusammenfassung	1023
	Fragen	1024
	Aufgaben	1026

36

Interferenz

36-1	Interferenz	1032
36-2	Licht als Welle	1032
36-3	Beugung	1036
36-4	Der Doppelspaltversuch von Young	1037
36-5	Kohärenz	1041
36-6	Intensitäten bei der Interferenz am Doppelspalt	1041
36-7	Interferenz an dünnen Schichten	1045
36-8	Das Michelson-Interferometer.....	1052
	Zusammenfassung	1053
	Fragen	1054
	Aufgaben	1055

37

Beugung

37-1	Beugung und die Wellentheorie des Lichts	1064
------	---	------

37-2	Beugung am Einzelspalt: Lokalisierung der Minima	1065
37-3	Intensitäten bei der Beugung am Einzelspalt – qualitative Betrachtung	1068
37-4	Intensitäten bei der Beugung am Einzelspalt – quantitative Betrachtung ..	1069
37-5	Beugung an einer kreisrunden Öffnung ..	1072
37-6	Beugung am Doppelspalt.....	1075
37-7	Beugungsgitter	1078
37-8	Beugungsgitter: Dispersion und Auflösungsvermögen	1081
37-9	Röntgenbeugung.....	1084
	Zusammenfassung	1086
	Fragen	1087
	Aufgaben	1088

38

Relativitätstheorie

38-1	Womit beschäftigt sich die Relativitätstheorie?	1096
38-2	Die Postulate	1096
38-3	Messung von Ereignissen.....	1098
38-4	Die Relativität der Gleichzeitigkeit	1099
38-5	Die Relativität der Zeit	1101
38-6	Die Relativität der Länge.....	1106
38-7	Die Lorentz-Transformation.....	1108
38-8	Einige Folgen aus den Lorentz-Gleichungen	1110
38-9	Die Relativität der Geschwindigkeiten	1113
38-10	Der Doppler-Effekt für Lichtwellen	1114
38-11	Der relativistische Impuls	1118
38-12	Die relativistische Energie	1119
	Zusammenfassung	1125
	Fragen	1126
	Aufgaben	1127

39

Photonen und Materiefelder

39-1	Eine neue Welt.....	1134
39-2	Das Photon: Teilchen des Lichts	1134
39-3	Der photoelektrische Effekt.....	1136
39-4	Photonen haben einen Impuls.....	1140
39-5	Licht als Wahrscheinlichkeitswelle	1143
39-6	Elektronen und Materiewellen.....	1145
39-7	Die Schrödinger-Gleichung	1148
39-8	Die heisenbergsche Unschärferelation ..	1151
39-9	Der Tunneleffekt	1152
	Zusammenfassung	1155
	Fragen	1155
	Aufgaben	1157

40

Mehr über Materiewellen

40-1	Der Aufbau der Atome	1164
40-2	Wellen auf einem Seil und Materiewellen	1164
40-3	Die Energie eines Elektrons in einer Elektronenfall e	1165
40-4	Die Wellenfunktionen eines Elektrons in einem Kastenpotenzial	1169
40-5	Ein Elektron in einem endlichen Kastenpotenzial	1174
40-6	Weitere Elektronenfallen	1176
40-7	Zwei- und dreidimensionale Elektronenfallen	1178
40-8	Das Wasserstoffatom	1180
	Zusammenfassung	1189
	Fragen	1190
	Aufgaben	1191

41

Atome

41-1	Unser atomares Weltbild	1196
41-2	Einige Eigenschaften von Atomen	1196
41-3	Der Spin des Elektrons	1198
41-4	Drehimpulse und magnetische Dipolmomente	1199
41-5	Das Stern-Gerlach-Experiment	1201
41-6	Kernspinresonanz	1204
41-7	Das Pauli-Prinzip	1206
41-8	Mehrere Elektronen in kastenförmigen Potenzialtöpfen	1206
41-9	Der Aufbau des Periodensystems	1210
41-10	Röntgenstrahlen und die Ordnungszahl der Elemente	1212
41-11	Laser und Laserlicht	1216
41-12	Die Funktionsweise eines Lasers	1217
	Zusammenfassung	1221
	Fragen	1222
	Aufgaben	1223

42

Elektrische Leitfähigkeit von Festkörpern

42-1	Festkörper	1230
42-2	Die elektrischen Eigenschaften von Festkörpern	1230
42-3	Die Energieniveaus in einem kristallinen Festkörper	1231
42-4	Nichtleiter	1232
42-5	Metalle	1233

42-6	Halbleiter	1239
42-7	Dotierte Halbleiter	1241
42-8	Der pn -Übergang	1243
42-9	Der Halbleiter-Gleichrichter	1245
42-10	Die Lumineszenzdiode (LED)	1246
42-11	Der Transistor	1248
	Zusammenfassung	1250
	Fragen	1251
	Aufgaben	1252

43

Kernphysik

43-1	Die Entdeckung des Atomkerns	1258
43-2	Einige Eigenschaften von Atomkernen ...	1259
43-3	Radioaktiver Zerfall	1266
43-4	Der Alpha-Zerfall	1270
43-5	Der Beta-Zerfall	1272
43-6	Radiometrische Zeitmessung	1275
43-7	Maße für Strahlungsdosen	1277
43-8	Kernmodelle	1278
	Zusammenfassung	1281
	Fragen	1282
	Aufgaben	1283

44

Kernenergie

44-1	Das Atom und sein Kern	1292
44-2	Kernspaltung: Der grundlegende Prozess	1292
44-3	Ein Modell der Kernspaltung	1295
44-4	Der Kernreaktor	1297
44-5	Ein natürlicher Kernreaktor	1302
44-6	Thermonukleare Fusion: Der grundlegende Prozess	1304
44-7	Thermonukleare Fusion in der Sonne und anderen Sternen	1306
44-8	Kontrollierte thermonukleare Fusion	1309
	Zusammenfassung	1312
	Fragen	1313
	Aufgaben	1314

45

Quarks, Leptonen und der Urknall

45-1	Die Physik am Rande der Erkenntnisse ...	1320
45-2	Teilchen, Teilchen und nochmals Teilchen	1320
45-3	Ein typischer Teilchenprozess	1323
45-4	Leptonen	1327

45-5	Hadronen	1329
45-6	Noch ein Erhaltungssatz.....	1331
45-7	Der Achtfache Weg	1332
45-8	Das Quark-Modell	1333
45-9	Die fundamentalen Kräfte und die Vermittlerteilchen	1336
45-10	Der Teil und das Ganze.....	1338
45-11	Das Universum dehnt sich aus	1339
45-12	Die kosmische Hintergrundstrahlung	1341
45-13	Dunkle Materie	1341
45-14	Der Urknall	1342
45-15	Ein Rückblick.....	1343
	Zusammenfassung	1343
	Fragen	1344
	Aufgaben	1345

Anhang

A	Das Internationale Einheitensystem (SI)	1352
B	Wichtige physikalische Fundamental- konstanten	1354
C	Astronomische Daten.....	1355
D	Umrechnungsfaktoren	1356
E	Mathematische Formeln.....	1358
F	Eigenschaften der Elemente	1361
G	Periodensystem der Elemente	1364
H	Lösungen zu Kontrollfragen, Fragen und Aufgaben mit ungerader Nummer	1365
I	Index	1375
J	Bildquellenverzeichnis	1386
	Begleitmaterial	1389