

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	IX		
1.1 Das Wesen der Wissenschaft	2	4.1 Kraft	50
1.2 Modelle, Theorien und Gesetze	3	4.2 Das erste Newton'sche Axiom	51
1.3 Messungen und Messfehler; signifikante Stellen	4	4.3 Masse	52
1.4 Einheiten, Standards und das Internationale Einheitensystem	7	4.4 Das zweite Newton'sche Axiom	53
1.5 Größenordnung: Schnelle Abschätzung	9	4.5 Das dritte Newton'sche Axiom	56
1.6 Einheiten und Einheitentest	11	4.6 Gewicht – Die Gravitationskraft	58
Zusammenfassung	12	4.7 Das Lösen von Aufgaben mit den Newton'schen Axiomen: Kräfteparallelogramme	60
Verständnisfragen	12	4.8 Problemlösung – Allgemeine Herangehensweise	60
		4.9 Anwendungen der Newton'schen Axiome – Reibung	62
2.1 Bezugssystem und Weg	14	4.10 Dynamik der gleichförmigen Kreisbewegung	67
2.2 Mittlere oder Durchschnittsgeschwindigkeit	16	4.11 Erhöhte und nicht erhöhte Straßenkurven Zusammenfassung	71
2.3 Momentangeschwindigkeit	17	Verständnisfragen	74
2.4 Beschleunigung	19		
2.5 Bewegung bei konstanter Beschleunigung	22	5.1 Das Newton'sche Gravitationsgesetz	80
2.6 Problemlösungen	24	5.2 Gravitation in der Nähe der Erdoberfläche – Geophysikalische Anwendungen	83
2.7 Der freie Fall	25	5.3 Satelliten und „Schwerelosigkeit“	84
Zusammenfassung	29	5.4 Die Kepler'schen Gesetze und das Newton'sche Gravitationsgesetz	87
Verständnisfragen	30	5.5 Fundamentale Wechselwirkungen	91
		5.6 Schwere Masse – Träge Masse – Äquivalenzprinzip	92
3.1 Vektoren und Skalare	34	Zusammenfassung	93
3.2 Vektoraddition – Grafische Methoden	34	Verständnisfragen	94
3.3 Wurfbewegung	37		
3.4 Lösung von Aufgaben mit Wurfbewegungen	39	6.1 Durch eine konstante Kraft verrichtete Arbeit	96
3.5 Gleichförmige Kreisbewegung	43		
3.6 Relativgeschwindigkeit	46		
Zusammenfassung	47		
Verständnisfragen	48		

6.2	Arbeit und kinetische Energie	101		Zusammenfassung	184
6.3	Potentielle Energie	106		Verständnisfragen	185
6.4	Mechanische Energie und ihre Erhaltung	109			
6.5	Anwendungen des Energieerhaltungssatzes der Mechanik	111			
6.6	Der Energieerhaltungssatz	115	10.1	Eigenschaften von Wellen	189
6.7	Leistung	117	10.2	Wellenarten	191
	Zusammenfassung	120	10.3	Energietransport in Wellen	192
	Verständnisfragen	121	10.4	Mathematische Beschreibung der Wellenausbreitung	194
			10.5	Das Superpositionsprinzip	196
			10.6	Reflexion und Transmission	197
7.1	Impuls und seine Beziehung zur Kraft . .	124	10.7	Interferenz	199
7.2	Impulserhaltung	125	10.8	Stehende Wellen; Resonanz	204
7.3	Stöße und Kraftstoß	128	10.9	Klangqualität und Geräusche	212
7.4	Energie- und Impulserhaltung bei Stößen	131	10.10	Brechung	213
7.5	Elastische Stöße in einer Raumrichtung .	132	10.11	Beugung	214
7.6	Inelastische Stöße	136	10.12	Doppler-Effekt	215
7.7	Massenmittelpunkt	138	10.13	Anwendungen: Sonar, Ultraschall und Ultraschall-Abbildung	219
	Zusammenfassung	140		Zusammenfassung	221
	Verständnisfragen	140		Verständnisfragen	222
8.1	Winkelgrößen	144	11.1	Die Atomtheorie der Materie	226
8.2	Bewegungsgleichungen für gleichförmig beschleunigte Drehbewegungen	148	11.2	Thermisches Gleichgewicht und der nullte Hauptsatz der Wärmelehre	228
8.3	Rollbewegung (ohne Gleiten)	149	11.3	Die Gasgesetze und die absolute Temperatur	229
8.4	Vektorielle Beschaffenheit von Winkelgrößen	151	11.4	Das ideale Gasgesetz	231
8.5	Drehmoment	152	11.5	Problemlösung mit dem idealen Gasgesetz	233
8.6	Drehdynamik; Drehmoment und Trägheitsmoment	154	11.6	Ideales Gasgesetz und Avogadro-Konstante	234
8.7	Drehimpuls und Drehimpulserhaltung . .	156		Zusammenfassung	235
8.8	Kinetische Energie der Drehbewegung . .	158		Verständnisfragen	235
8.9	Rotierende Bezugssysteme; Trägheitskräfte	160			
8.10	Die Coriolis-Kraft	161	12.1	Das ideale Gasgesetz und die molekulare Interpretation der Temperatur	238
	Zusammenfassung	163	12.2	Molekulare Geschwindigkeitsverteilung .	242
	Verständnisfragen	163	12.3	Mittlere freie Weglänge	243
			12.4	Wärme und innere Energie	246
9.1	Schwingungen einer Feder	166	12.5	Der erste Hauptsatz der Thermodynamik	249
9.2	Harmonische Schwingung	168	12.6	Anwendungen des ersten Hauptsatzes; Arbeitsberechnung	250
9.3	Energie in einem harmonischen Oszillator	173	12.7	Wärmekapazität für Gase und die Gleichverteilung der Energie . . .	255
9.4	Zusammenhang zwischen harmonischer Schwingung und gleichförmiger Kreisbewegung	176	12.8	Adiabatische Expansion eines Gases	258
9.5	Das Fadenpendel	177		Zusammenfassung	260
9.6	Gedämpfte harmonische Schwingung . .	178		Verständnisfragen	261
9.7	Erzwungene Schwingungen und Resonanz	182			

13.1	Der zweite Hauptsatz der Thermodynamik – Einführung	264	15.1	Kondensatoren	330
13.2	Wärmekraftmaschinen	265	15.2	Bestimmung der Kapazität	331
13.3	Reversible und irreversible Prozesse; der Carnot-Prozess	267	15.3	Kondensatoren in Reihen- und Parallelschaltungen	333
13.4	Kältemaschinen, Klimaanlage und Wärmepumpen	273	15.4	Speicherung elektrischer Energie	336
13.5	Entropie	275	15.5	Dielektrika	337
13.6	Entropie und der zweite Hauptsatz der Thermodynamik	276	15.6	Molekulare Beschreibung von Dielektrika	340
13.7	Aus Ordnung wird Unordnung	280	15.7	Schaltkreise mit Widerstand und Kondensator (RC-Schaltkreise)	344
13.8	Energieverfügbarkeit; Wärmetod	281		Zusammenfassung	349
13.9	Statistische Interpretation der Entropie und des zweiten Hauptsatzes	282		Verständnisfragen	350
13.10	Thermodynamische Temperaturskala; absoluter Nullpunkt und der dritte Hauptsatz der Thermodynamik	284	16.1	Magnete und Magnetfelder	354
	Zusammenfassung	286	16.2	Elektrische Ströme erzeugen Magnetfelder	357
	Verständnisfragen	287	16.3	Die Kraft auf einen elektrischen Strom im Magnetfeld; Definition von B	358
14.1	Statische Elektrizität; elektrische Ladung und ihre Erhaltung	290	16.4	Die Kraft auf eine bewegte elektrische Ladung in einem Magnetfeld: die Lorentz-Kraft	360
14.2	Elektrische Ladung im Atom	291	16.5	Das auf eine Leiterschleife wirkende Drehmoment	364
14.3	Isolatoren und metallische Leiter	292	16.6	Anwendungen: Elektromotoren und Lautsprecher	366
14.4	Influenz; das Elektrometer	293	16.7	Das Elektron: Entdeckung und Eigenschaften	367
14.5	Das Coulomb'sche Gesetz	294	16.8	Der Hall-Effekt	370
14.6	Das elektrische Feld	298	16.9	Massenspektrometer	371
14.7	Feldlinien	300		Zusammenfassung	372
14.8	Elektrische Felder und metallische Leiter .	302		Verständnisfragen	372
14.9	Bewegung einer Punktladung in einem elektrischen Feld	303	17.1	Das Magnetfeld eines geraden Leiters . .	376
14.10	Das Gauß'sche Gesetz	305	17.2	Die Kraft zwischen zwei parallelen Drähten	377
14.11	Das elektrische Potential	310	17.3	Das Ampère'sche Gesetz	379
14.12	Beziehung zwischen elektrischem Potential und elektrischem Feld	315	17.4	Das Magnetfeld einer Spule und eines Toroids	381
14.13	Das elektrische Potential einer Punktladung	317	17.5	Magnetische Materialien – Ferromagnetismus	383
14.14	Äquipotentialflächen	318	17.6	Elektromagnete und Spulen	385
14.15	Die elektrostatische potentielle Energie und das Elektronenvolt	320	17.7	Magnetfelder in magnetischen Materialien; Hysterese	386
14.16	Die Kathodenstrahlröhre: Fernseher, Computerbildschirm und Oszilloskop	321	17.8	Paramagnetismus und Diamagnetismus .	388
14.17	Elektrische Dipole	324		Zusammenfassung	390
	Zusammenfassung	325		Verständnisfragen	390
	Verständnisfragen	326			

18.1	Die Induktionsspannung	392	21.2	Das Gauß'sche Gesetz für den Magnetismus	450
18.2	Das Faraday'sche Induktionsgesetz und die Lenz'sche Regel	393	21.3	Die Maxwell'schen Gleichungen	451
18.3	Induktion einer Spannung in einem bewegten Leiter	398	21.4	Erzeugung elektromagnetischer Wellen .	452
18.4	Elektrische Generatoren	400	21.5	Licht als elektromagnetische Welle und das elektromagnetische Spektrum . .	455
18.5	Gegenspannung und Gegendrehmoment; Wirbelströme	402	21.6	Radio und Fernsehen	457
18.6	Transformatoren und Stromübertragung	405		Zusammenfassung	460
18.7	Ein sich ändernder magnetischer Fluss erzeugt ein elektrisches Feld	409		Verständnisfragen	460
18.8	Anwendungen des Induktionsgesetzes: Tonsysteme, Datenspeicher und Seismografen	411	22.1	Lichtgeschwindigkeit und Brechungsindex	464
	Zusammenfassung	413	22.2	Huygens-Prinzip und Beugung	466
	Verständnisfragen	413	22.3	Sichtbares Spektrum und Dispersion . . .	467
19.1	Gegeninduktivität	416	22.4	Huygens-Prinzip und Brechungsgesetz . .	468
19.2	Selbstinduktivität	418	22.5	Interferenz – Das Young'sche Doppelspaltexperiment	470
19.3	Energiespeicherung im Magnetfeld	420	22.6	Kohärenz	474
19.4	Ein- und Ausschaltvorgang einer Spule . .	421	22.7	Die Intensität im Interferenzmuster des Doppelspalts	475
19.5	Elektrischer Schwingkreis	423	22.8	Interferenz in dünnen Schichten	479
19.6	Gedämpfter elektrischer Schwingkreis . .	426	22.9	Das Michelson-Interferometer	483
19.7	Ungedämpfte Schwingung, Rückkopplung Zusammenfassung	427		Zusammenfassung	484
	Verständnisfragen	429		Verständnisfragen	485
20.1	Einleitung: Wechselstromkreise	432	23.1	Beugung am Einfachspalt	489
20.2	Widerstand im Wechselstromkreis	432	23.2	Intensität im Beugungsmuster des Einfachspalts	491
20.3	Induktionsspule im Wechselstromkreis . .	433	23.3	Beugung am Doppelspalt	494
20.4	Kondensator im Wechselstromkreis	435	23.4	Beschränkung der Auflösung; kreisförmige Öffnungen	496
20.5	LRC-Wechselstromkreise in Reihenschaltung	438	23.5	Auflösung von Teleskopen und Mikroskopen	498
20.6	Resonanz im Wechselstromkreis	441	23.6	Auflösungsvermögen des menschlichen Auges und sinnvolle Vergrößerung	500
20.7	Drehstrom	442	23.7	Beugungsgitter	501
	Zusammenfassung	444	23.8	Spektrometer und Spektroskopie	503
	Verständnisfragen	445	23.9	Linienbreite und Auflösungsvermögen eines Beugungsgitters	504
21.1	Ein sich änderndes elektrisches Feld erzeugt ein Magnetfeld – eine allgemeine Form für das Ampère'sche Gesetz	448	23.10	Röntgenstrahlen und Röntgenbeugung .	507
			23.11	Polarisation	509
			23.12	Die Streuung des Lichts an der Atmosphäre Zusammenfassung	514
				Verständnisfragen	515
			24.1	Galilei-Newton'sches Relativitätsprinzip .	518
			24.2	Das Michelson-Morley-Experiment	522

24.3	Die Postulate der speziellen Relativitätstheorie	525	26.8	Endlicher Potentialtopf	602
24.4	Gleichzeitigkeit	526	26.9	Tunneln durch eine Potentialbarriere . . .	604
24.5	Zeitdilatation und das Zwillingsparadoxon	529		Zusammenfassung	608
24.6	Längenkontraktion	533		Verständnisfragen	609
24.7	Die vierdimensionale Raumzeit	536			
24.8	Relativistischer Impuls und relativistische Masse	537	27.1	Quantenmechanische Sicht auf Atome . .	612
24.9	Grenzgeschwindigkeit	540	27.2	Das Wasserstoffatom: Schrödinger-Gleichung und Quantenzahlen	613
24.10	Energie und Masse; $E = mc^2$	540	27.3	Die Wellenfunktionen des Wasserstoffatoms	617
24.11	Doppler-Verschiebung des Lichts	545	27.4	Komplexe Atome, das Pauli-Prinzip	620
24.12	Die Auswirkungen der speziellen Relativitätstheorie	546	27.5	Das Periodensystem der Elemente	622
	Zusammenfassung	547	27.6	Röntgenspektren und Ordnungszahl . . .	624
	Verständnisfragen	548	27.7	Fluoreszenz und Phosphoreszenz	626
			27.8	Laser	627
25.1	Die Planck'sche Quantenhypothese	552		Zusammenfassung	630
25.2	Photonentheorie des Lichts und der fotoelektrische Effekt	554		Verständnisfragen	631
25.3	Photonen und der Compton-Effekt	559			
25.4	Photonenwechselwirkungen; Paarerzeugung	562	28.1	Struktur und Eigenschaften des Atomkerns	634
25.5	Welle-Teilchen-Dualismus; das Komplementaritätsprinzip	563	28.2	Bindungsenergie und Kernkräfte	637
25.6	Die Wellennatur der Materie	564	28.3	Radioaktivität	639
25.7	Elektronenmikroskope	566	28.4	Alphaerfall	640
25.8	Frühe Atommodelle	567	28.5	Betazerfall	642
25.9	Atomspektren: Schlüssel zur Struktur des Atoms	568	28.6	Gammazerfall	644
25.10	Das Bohr'sche Atommodell	570	28.7	Erhaltung der Nukleonenzahl und weitere Erhaltungssätze	645
25.11	Die Anwendung der De-Broglie'schen Hypothese auf Atome	577	28.8	Halbwertszeit und Zerfallsrate	645
	Zusammenfassung	579	28.9	Zerfallsreihen	648
	Verständnisfragen	580	28.10	Die Radiokarbonmethode	650
			28.11	Strahlungsmessung	651
				Zusammenfassung	652
				Verständnisfragen	653
26.1	Die Quantenmechanik: Eine neue Theorie	584			
26.2	Die Wellenfunktion und ihre Interpretation; das Doppelspalt-experiment	585	29.1	Kernreaktionen und Transmutation von Elementen	656
26.3	Die Heisenberg'sche Unschärferelation . .	588	29.2	Kernspaltung; Kernreaktoren	657
26.4	Philosophische Konsequenzen; Wahrscheinlichkeit und Determinismus .	592	29.3	Fusion	663
26.5	Die Schrödinger-Gleichung in einer Dimension	594	29.4	Durchgang der Strahlung durch Materie; Strahlungsschäden	667
26.6	Freie Teilchen; Ebene Wellen und Wellenpakete	596	29.5	Strahlungsmessung – Dosimetrie	669
26.7	Teilchen in einem unendlich tiefen Potentialtopf	598	29.6	Strahlentherapie	672
			29.7	Indikatoren	672

29.8	Bildgebung durch Tomografie	673
	Zusammenfassung	676
	Verständnisfragen	677
A	Mathematische Formeln	680
B	Ableitungen und Integrale	680
C	Ausgewählte Isotope	681
D	Physikalische Größen:	
	Verwendete Symbole und ihre Einheiten	684
E	Index	689