

Inhaltsverzeichnis

A Geometrische Optik	1
1 Die Ausbreitung des Lichts	2
1.1 Was ist Licht?	2
1.2 Optik	3
1.3 Strahlenoptik oder geometrische Optik	3
1.4 Lichtgeschwindigkeit	4
1.5 Schatten und Finsternis	5
1.6 Auge und Sehvorgang	6
2 Spiegel und Reflexionen	7
2.1 Reflexion und Reflexionsgesetz	7
2.2 Reflektoren	9
2.3 Drehspiegelverfahren zur Messung der Lichtgeschwindigkeit	10
3 Lichtbrechung und Totalreflexion	11
3.1 Lichtbrechung im Alltag	11
3.2 Brechungsgesetz von Snellius	11
3.3 Brechungsgesetz und Lichtgeschwindigkeit	13
3.4 Totalreflexion, Grenzwinkel	15
3.5 Optische Prismen	16
3.6 Umkehrung des Lichtwegs, Brechung im inhomogenen Medium	17
4 Optische Abbildungen	18
4.1 Abbildung an einer Lochblende: reelles Bild	18
4.2 Abbildung an einem ebenen Spiegel: virtuelles Bild	19
4.3 Linsen und Linsenabbildungen	20
5 Optische Instrumente und das Auge	24
5.1 Fotoapparate	24
5.2 Menschliches Auge und Brillen	28
5.3 Lupe	29
5.4 Fernrohre (Teleskope)	30
6 Zusammenfassung	32
Forschungsporträt	34

B Mechanik, Bewegung und Kraft	37
1 Raum, Zeit und Bewegung.....	38
1.1 Was ist Physik?	38
1.2 Was ist Bewegung?.....	39
1.3 Was sind Raum und Zeit?	39
1.4 Zusammenfassung	41
2 Gera&dligring gleichf&ormige Bewegungen.....	42
2.1 Wie kann Bewegung geometrisch dargestellt werden?	42
2.2 Gera&dligring gleichf&ormige Bewegung.....	42
2.3 Geschwindigkeit	43
2.4 Physikalische Gr&os;sen und physikalische Einheiten.....	43
2.5 Bewegungsdiagramme.....	44
2.6 Zusammenfassung	46
3 Beschleunigte Bewegungen.....	47
3.1 Beschleunigung	47
3.2 Gera&dligring gleichm&asig beschleunigte Bewegungen.....	48
3.3 Beschleunigte Bewegungen ohne Anfangsgeschwindigkeit	48
3.4 Beschleunigte Bewegungen mit Anfangsgeschwindigkeit.....	50
3.5 Zusammenfassung	53
4 Bewegungs- und Fallexperimente	54
4.1 Warum experimentieren wir in der Physik?.....	54
4.2 Gera&dligring gleichm&asig beschleunigte Bewegung auf einer schiefen Ebene.....	55
4.3 Auswertung von Messresultaten	56
4.4 Freier Fall und der vertikale Wurf	57
4.5 Luftwiderstand, Fallr&ohrre	60
4.6 Zusammenfassung	62
5 Bewegungen in zwei Dimensionen	63
5.1 Vektoren in der Physik	63
5.2 Unabh&angigkeitsprinzip der Bewegung	65
5.3 Horizontaler Wurf	67
5.4 Gleichf&ormige Kreisbewegung	72
5.5 Zusammenfassung	76

6 Die Newton'schen Gesetze der Mechanik	77
6.1 Einleitung	77
6.2 Physikalische Kraft	77
6.3 Kraftmessung: Federgesetz	80
6.4 Kräfteaddition am Massepunkt, am Festkörper und am starren Körper	82
6.5 Masse eines Körpers	82
6.6 Gewicht eines Körpers	84
6.7 Gesetze des Gleichgewichts	85
6.8 Anwendung von Trägheits- und Reaktionsgesetz	91
6.9 Das Bewegungsgesetz der klassischen Mechanik	101
6.10 Zusammenfassung	110
7 Die Erhaltungsgesetze der Physik	112
7.1 Was ist eine Erhaltungsgröße?	112
7.2 Arbeit und Energie	114
7.3 Grundformen von Arbeit und Energie	116
7.4 Arbeitsdiagramm: allgemeiner Fall	118
7.5 Der Energieerhaltungssatz (Energiesatz)	119
7.6 Leistung P und Wirkungsgrad	125
7.7 Zusammenfassung	127
8 Das Newton'sche Gravitationsgesetz	128
8.1 Antike Theorien des Sternenhimmels	128
8.2 Die kopernikanische Wende	132
8.3 Gravitationsgesetz von Isaac Newton	136
8.4 Gravitationsarbeit	141
8.5 Newton und Kepler	145
8.6 Erfolg, Auswirkungen und Grenzen der Gravitationstheorie	148
8.7 Gravitation und neue Astrophysik	150
8.8 Zusammenfassung	152
Forschungsporträt	154
C Wärme	157
1 Wärmeausdehnung von Festkörpern und Flüssigkeiten	158
1.1 Temperatur und Wärme	158
1.2 Temperaturmessung und Temperaturskalen	158
1.3 Wärmeausdehnung von Festkörpern und Flüssigkeiten	161

1.4	Dichte	164
1.5	Anomalie des Wassers	166
1.6	Zusammenfassung	169
2	Ideale Gase	170
2.1	Druck	170
2.2	Ideale und reale Gase	171
2.3	Ein Einführungsbeispiel	172
2.4	Gasdruck und Gasvolumen	172
2.5	Gasdruck und Temperatur	173
2.6	Zusammenhang zwischen Gasvolumen, Druck und Temperatur	175
2.7	Gasdruck und Gasmasse	177
2.8	Gasmasse und Gassorte	178
2.9	Zustandsgleichung idealer Gase	179
2.10	Zusammenfassung	182
3	Der erste Hauptsatz der Wärmelehre	183
3.1	Energie und Wärme	183
3.2	Phasenübergänge	187
3.3	Erster Hauptsatz der Wärmelehre	190
3.4	Zusammenfassung	193
4	Wärmetransport	194
4.1	Dewar'sches Gefäß (Thermosflasche)	194
4.2	Wärmeströmung oder Konvektion	195
4.3	Wärmeleitung	196
4.4	Wärmetransport durch eine Hauswand	197
4.5	Wärmestrahlung: Gesetz von Stefan-Boltzmann	200
4.6	Kirchhoff'sches Strahlungsgesetz	202
4.7	Wien'sches Verschiebungsgesetz	205
4.8	Der Treibhauseffekt und die globale Erwärmung	207
4.9	Zusammenfassung	209
	Forschungsporträt	211
D	Elektromagnetismus	213
1	Elektrische Ladung und elektrische Kraft	214
1.1	Einleitung: der Bernstein und das Elektron	214
1.2	Harzelektrizität und Glaselektrizität	214

1.3	Ein Messgerät für die elektrische Ladung: das Elektroskop	216
1.4	Faraday'scher Becher und Van-de-Graaff-Generator.....	217
1.5	Elektrizität in der Natur.....	219
1.6	Elektrische Kraft und Coulomb'sches Gesetz	220
1.7	Zusammenfassung	222
2	Elektrische Stromkreise.....	223
2.1	Elektrische Stromstärke I	223
2.2	Elektrische Spannung U	226
2.3	Elektrische Leistung P	228
2.4	Stromkreis und Wasserkreislauf.....	229
2.5	Ohm'sches Gesetz.....	231
2.6	Einfache und verzweigte Stromkreise.....	232
2.7	Widerstand eines elektrischen Leiters	236
2.8	Zusammenfassung	240
3	Elektrisches Feld, Spannung und Potenzial	242
3.1	Faradays Konzept des elektrischen Feldes	242
3.2	Gravitationsfeld und elektrisches Feld	244
3.3	Elektrisches Feld einer Punktladung und einer geladenen Hohlkugel.....	245
3.4	Feldstärke mehrerer Ladungen: das Überlagerungsprinzip	247
3.5	Elektrisches Feld einer geladenen Platte und eines Kondensators.....	248
3.6	Arbeit und Spannung im elektrischen Feld eines Kondensators	250
3.7	Spannung und Potenzial im elektrischen Feld.....	252
3.8	Energie im geladenen Kondensator.....	255
3.9	Isolatoren im elektrischen Feld.....	258
3.10	Elementarladung des Elektrons: das Experiment von Millikan	259
3.11	Zusammenfassung	261
4	Magnetismus und elektrischer Strom	262
4.1	Magnetfelder	262
4.2	Gesetze des Magnetfelds.....	267
4.3	Zusammenfassung	273
5	Elektromagnetische Kräfte	274
5.1	Kraft auf einen Leiter im Magnetfeld	274
5.2	Leiterschleife im B -Feld: der Elektromotor	278
5.3	Geladene Teilchen im elektromagnetischen Feld	279
5.4	Zusammenfassung	283

6 Elektromagnetische Induktion	284
6.1 Elektromagnetische Induktion im Alltag	284
6.2 Zwei einfache Induktionsexperimente	287
6.3 Induktionsgesetz	288
6.4 Leiterschleife im homogenen Magnetfeld. Lenz'sche Regel	289
6.5 Rotierende Leiterschleife im homogenen Magnetfeld	292
6.6 Elektrische Generatoren	293
6.7 Selbstinduktion	295
6.8 Energie im <i>B</i> - und im <i>E</i> -Feld	296
6.9 Der Transformator	298
6.10 Zusammenfassung	300
7 Elektronik	301
7.1 Halbleiter	301
7.2 Halbleiterdiode und Solarzelle	303
7.3 Feldeffekt-Transistoren (FET und MOSFET)	305
7.4 Ein Wechselspannungsverstärker mit einem MOSFET	308
7.5 Integrierte Schaltungen (ICs)	311
Forschungsporträt	314
E Schwingungen und Wellen	317
1 Schwingungen, Wellen und Resonanzen im täglichen Leben	318
2 Schwingungen	319
2.1 Einleitung	319
2.2 Das Federpendel, ein harmonischer Oszillator	319
2.3 Fadenpendel	325
2.4 Gedämpfte Schwingungen	327
2.5 Erzwungene Schwingungen und Resonanz	327
2.6 Überlagerung von Schwingungen: konstruktive/destruktive Interferenz	330
2.7 Schwebungen	331
2.8 Töne, Klänge und Spektren: Fourier-Synthese und -Analyse	333
3 Wellen	335
3.1 Wellenarten in der Natur	335
3.2 Harmonische Wellen auf einer Wellenmaschine	336
3.3 Eindimensionale harmonische Wellen: die Wellenfunktion	340

3.4	Eine Anwendung: stehende Seilwellen	342
3.5	Dopplereffekt	345
4	Prinzip von Huygens und Fresnel	347
4.1	Konzept der Elementarwellen	347
4.2	Brechung und Reflexion von Wellen	349
4.3	Interferenz und Beugung von Wellen	350
4.4	Schallwellen, Lautsprecher	352
4.4	Interferenz von Schallwellen	353
5	Wellenoptik: Licht als Wellenphänomene	355
5.1	Strahlenoptik und Wellenoptik	355
5.2	Das Doppelspalteperiment von Thomas Young	356
5.3	Beugung von Licht am optischen Gitter	358
5.4	Zerlegung von weissem Licht am Strichgitter: Spektrum	360
5.5	Die Wellenfunktion von Licht und elektromagnetischen Wellen	362
5.6	Lichtstreuung und Polarisation	363
5.8	Zusammenfassung	366
F	Atomphysik: Atome und Moleküle	369
1	Der Aufbau der Materie	370
1.1	Bedeutung der Atomhypothese	370
1.2	Atomhypothese	370
1.3	Streit um das Atommodell	371
1.4	Spektroskopie und Atomphysik: die Rydberg-Formel	373
1.5	Bohr'sches Atommodell	374
1.6	Photoeffekt und Einstein'sche Lichtquantenhypothese	377
1.7	Quantenmechanische Atomerkärung	379
1.8	Atommodell der Materie	381
1.9	Der LASER, eine ideale quantenmechanische Lichtquelle	382
2	Atomphysikalische Grundgrößen	384
2.1	Atomphysikalische Masseneinheit	384
2.2	Relative Atom-, Ionen- und Molekülmasse	385
2.3	Stoffmenge n und Avogadro'sche Zahl N_A	386
2.4	Molare Masse M	386

3 Stabile und instabile Materie: Radioaktivität	388
3.1 Radioaktivität und ionisierende Strahlung	388
3.2 Alpha-Zerfall	389
3.3 Beta-Zerfall	389
3.4 Gamma-Zerfall	390
3.5 Die drei natürlichen radioaktiven Zerfallsreihen	391
3.6 Röntgenstrahlung	391
3.7 Radioaktiver Zerfall	392
3.8 Messung der ionisierenden Strahlung	397
3.9 Masseinheiten und biologische Wirkung der ionisierenden Strahlung	399
4 Kernreaktionen: Spaltung und Verschmelzung	401
4.1 Kernspaltung (Fission)	401
4.2 Kernbindungsenergien	403
4.3 Kernverschmelzung (Fusion)	404
5 Elementarteilchenphysik	406
5.1 Wechselwirkungen der Materie: Die vier Grundkräfte	407
5.2 Das Standardmodell	409
5.3 Higgs-Teilchen	410
6 Zusammenfassung	411
Forschungsporträt	413

1 Einleitung	418
2 Zwei Postulate	418
3 Die Relativität der Gleichzeitigkeit	421
4 Zeitdilatation und Längenkontraktion	423
5 Myonenzerfall	425
6 Galilei- und Lorentz-Transformation	427
7 Minkowski-Diagramme	429
8 Gleichzeitigkeit im Minkowski-Diagramm	431
9 Addition von Geschwindigkeiten	432
10 Der relativistische Dopplereffekt für Licht	434

11 Energie und Impuls	435
11.1 Die Äquivalenz von Masse und Energie	435
11.3 Ruheenergie und Bindungsenergie	437
11.4 Klassischer und relativistischer Impuls	438
11.5 Der relativistische Energiesatz	439
11.6 Der relativistische Impuls des Photons	440
11.7 Anwendungen: Annihilation und Paarerzeugung	440
12 Ein Blick auf Einsteins Allgemeine Relativitätstheorie: das Äquivalenzprinzip	441
13 Zusammenfassung	443
Forschungsporträt	444
Register	447
Bildnachweis	455