

Inhalt

Vorwort *XIII*

Danksagung *XVII*

1 Die Physik im 20. Jahrhundert 1

Röntgenstrahlung und Radioaktivität 3

Die Entdeckung der Röntgenstrahlen 3

Die Natur der Röntgenstrahlen 6

Röntgenstrahlen heute 8

Wilhelm Conrad Röntgen (1845–1923) 9

Der Nobelpreis 12

Die Entdeckung der Radioaktivität 12

Radium und Polonium 14

Die verschiedenen Arten radioaktiver Strahlen 15

Marie Curie (1867–1934) 19

Literaturhinweise 22

Quanten im Mikrokosmos 23

Schwarze Strahler 23

Lichtquanten 25

Max Planck (1858–1947) 28

Das Atom als kleines Planetensystem 32

Das Bohrsche Atommodell 34



Der Spin und das Pauli-Prinzip	37
Niels Henrik David Bohr (1885–1962)	38
Materiewellen	40
Die Schrödinger-Gleichung	42
Wellenfunktionen	43
Messungen im Mikrokosmos und die Heisenbergsche Unschärferelation	44
Erwin Schrödinger (1887–1961)	47
Verschränkung oder spukhafte Fernwirkung	49
Literaturhinweise	51
Weiterführende Bücher	51
Albert Einstein und die Relativität	53
Was ist Zeit?	53
Die Synchronisation von Uhren	54
Die besondere Rolle des Lichts	56
Die Relativität der Zeit	57
Das Zwillingsparadoxon	59
Masse wird Energie	61
Albert Einstein (1879–1955)	63
Materie krümmt Raum und Zeit	68
Masse krümmt Lichtbahnen	71
Gravitationslinsen	72
Gravitationswellen	73
Literaturhinweise	74
Weiterführende Literatur	74
Atomkerne und Atombomben	75
Atomkerne als Stecknadelköpfe	75
Tröpfchen oder Zwiebeln?	78
Ernest Rutherford (1871–1937)	80
Kernspaltung	82

Darmstadtium	84
Otto Hahn (1879–1968) und Lise Meitner (1878–1968)	87
Wie es zur Atombombe kam	92
Das Manhattan Projekt der USA	93
Literaturhinweise	95
Weiterführende Bücher	95
Elementare Bausteine und fundamentale Kräfte	97
Das Elektron	98
Das Positron	100
Antimaterie	101
Die »Verwandten« des Elektrons	102
Winziger Effekt mit großer Wirkung	103
Kräfte und Austauschteilchen	104
Richard Feynman (1918–1988)	106
Ist das Proton elementar?	109
Die »unfreien« Quarks	112
Der lange Weg zum Nachweis der Neutrinos	114
Austauschteilchen der schwachen Wechselwirkung	116
Enrico Fermi (1901–1954)	117
Das Standardmodell	122
Das Geheimnis der Teilchenmassen	123
Die Weltmaschine	124
Literaturhinweise	126
Weiterführende Bücher	126
Sonnen und schwarze Löcher	127
Der »Ofen« unseres Planetensystems	127
Neutrinos von der Sonne	130
Der Lebenszyklus der Sonne	131
Hans Albrecht Bethe (1906–2005)	133
Schwarze Löcher	136

»Schwarze Löcher haben keine Haare«	138
Stephen Hawking (*1942)	140
Literaturhinweise	142
Weiterführende Literatur	142
Der Urknall und das Universum	143
Die Vermessung des Universums	144
Die »große Debatte«	146
Die Expansion des Universums	147
Edwin Hubble (1889–1953)	149
Der Urknall wurde am Schreibtisch entdeckt	151
George Lemaître (1894–1966)	154
Am Anfang war es heiß	156
Ein »Foto« des frühen Universums	158
Dunkle Materie und Dunkle Energie	160
Vom Urknall bis heute	162
Die Zukunft unseres Universums	166
Weiterführende Bücher	167
2 Die Physik im 16. und 17. Jahrhundert	169
Planetensysteme	171
Die Vorstellungen in der Antike	172
Nikolaus Kopernikus (1473–1543)	175
Das heliozentrische System des Kopernikus	178
Das Observatorium des Tycho Brahe	181
Johannes Kepler (1571–1630)	184
Ellipsen als Planetenbahnen	186
Planeten um andere Sonnen	188
Die Entstehung von Planetensystemen	189
Literaturhinweise	191
Weiterführende Literatur	191

Fallende Körper, Jupitermonde und ein Prozess 193

- Fallende Körper 194
- Experimente an der schießen Ebene 196
- Galileo Galilei (1564–1642) 198
- Der Blick durch das Fernrohr 201
- Die Mondoberfläche 202
- Die Jupitermonde 202
- Das fliegende Fernrohr 205
- Der Prozess vor dem Inquisitionsgericht 209
- Literaturhinweise 212
- Weiterführende Literatur 212

Licht und Zeit 213

- Spiegelung und Brechung 213
- Die Entdeckung des Brechungsgesetzes 215
- René Descartes (1596–1650) 216
- Die Farben des Sonnenlichts 218
- Farben in der Natur 220
- Lichtgeschwindigkeit 221
- Die Pendeluhr 224
- Die Atomuhr 226
- Christiaan Huygens (1629–1695) 227
- Licht – Welle oder Teilchen? 229
- Literaturhinweise 232

Isaac Newton und die Gesetze der Bewegung 233

- Eine Einheit für die Kraft 233
- Die universelle Schwerkraft 234
- Newton (1643–1727) 239
- Kindheit und Jugend 239
- Studium und wissenschaftliche Arbeit 240
- Öffentliches Wirken 243

Das allgemeine Gesetz der Bewegung	244
Determinismus und Chaos	247
Ein Schlusswort von Einstein	249
Literaturhinweise	250
Weiterführende Literatur:	250

3 Die klassische Physik des 18. und 19. Jahrhunderts 251

Wärme, Energie und die industrielle Revolution	253
James Watt und die Dampfmaschine	253
Die verschiedenen Aspekte der Wärme	256
Temperatur und ihre Messung	257
Wärme: Substanz oder Bewegungsenergie?	259
Graf Rumford alias Benjamin Thompson (1753–1814)	260
Wärme und Arbeit	263
Der Weg zum Erhaltungssatz der Energie	264
Hermann von Helmholtz (1821–1894)	267
Umwandlung von Wärme in Arbeit	270
Die »Dampfmaschine des Lebens«	273
Literaturhinweise	274

Materie besteht aus Atomen	275
Der Ursprung des Atombegriffs	275
Das Atom der Chemiker	276
Größe und Zahl der Atome	278
Joseph Loschmidt (1821–1895)	281
Moleküle machen Druck	282
Statistische Methoden	284
Geordnete und ungeordnete mikroskopische Verteilungen	286
Der zweite Hauptsatz der Wärmelehre	287
Ludwig Boltzmann (1844–1906)	289

Kristalle	291
Literaturhinweise	294
Elektrizität, Magnetismus und Licht	295
Elektrizität durch Reibung	295
Die Kraft zwischen elektrische Ladungen	297
Die Erfindung der Batterie	298
Elektrische Ströme und ihre magnetischen Wirkungen	299
Michael Faraday (1791–1867)	302
Magnetismus in Elektrizität umwandeln	304
Feldlinien erklären Fernkräfte	305
Die wunderbare Theorie des Elektromagnetismus	307
James Clerk Maxwell (1831–1879)	309
Elektromagnetische Wellen und die Natur des Lichts	311
Heinrich Hertz (1857–1894)	315
Die Physik wächst zusammen	317
Literaturhinweise	317
4 Die Zukunft der Physik	319
Auf dem Weg zu einer einheitlichen Beschreibung der Natur	321
Literaturhinweise	324
Literatur	325
Kurzbiographien ausgewählter Wissenschaftler	327
Glossar wichtiger physikalischer Begriffe	333
Register	337