

Inhalt

1. Einführung

1.1 Die Aufgaben und Ziele der Physik	1
1.2 Die Arbeitsweise der Physik	2
1.3 Die physikalischen Größen und ihre Messung	4
1.4 Die Basisgrößen und Basiseinheiten	8
1.5 Die Dimensionen	11

2. Mechanik

2.1 Der Raum und die Zeit	13
2.1.1 Die Länge und ihre Messung	13
2.1.2 Die Fläche und ihre Messung	16
2.1.3 Das Volumen und seine Messung	17
2.1.4 Der Winkel und seine Messung	19
2.1.5 Die Zeit und ihre Messung	20
2.1.6 Die Bedeutung und die Grenzen der Präzisionsmessungen	25
2.2 Die Kinematik der Massenpunkte	27
2.2.1 Die Bezugssysteme	27
2.2.2 Das Modell des Massenpunktes	29
2.2.3 Die Vektoren und die Skalare	30
2.2.4 Der Umgang mit Vektoren	32
2.2.5 Der Begriff der Geschwindigkeit	36
2.2.6 Der Begriff der Beschleunigung	42
2.2.7 Die verschiedenen Bewegungsarten der Massenpunkte	48
2.2.8 Die Fallbewegungen	49
2.2.9 Der vertikale Wurf	53
2.2.10 Die gleichmäßige Kreisbewegung	54
2.2.11 Der horizontale und der schiefe Wurf	58
2.2.12 Die Bewegungen und das Bezugssystem	63
2.3 Die Masse und die Kraft	65
2.3.1 Die Masse und ihre Messung	65
2.3.2 Die spezifische Masse oder die Dichte	68
2.3.3 Die Kraft und ihre Wirkungen	69
2.3.4 Die Newton-Axiome der Mechanik	73
2.3.5 Die Messung von Kräften	80
2.3.6 Die Gewichtskraft und das Gewicht	81
2.3.7 Die Kräfte bei der gleichmäßigen Kreisbewegung	84
2.3.8 Die Trägheitskräfte	86

2.4 Die Arbeit, die Energie, die Leistung und die Wirkung	98
2.4.1 Die Arbeit und ihre Messung	98
2.4.2 Die verschiedenen Formen der mechanischen Arbeit	103
2.4.3 Die Energie	108
2.4.4 Der Energieerhaltungssatz der Mechanik	110
2.4.5 Die Leistung und ihre Messung	112
2.4.6 Die Wirkung und ihre Messung	113
2.5 Der Impulserhaltungssatz und der Schwerpunktsatz	115
2.5.1 Der Impuls	115
2.5.2 Der Kraftstoß	116
2.5.3 Der Impulserhaltungssatz	117
2.5.4 Der Schwerpunktsatz	118
2.5.5 Der Stoß	121
2.5.6 Beispiele für den Impulserhaltungssatz und den Schwerpunktsatz	125
2.6 Die Drehbewegungen	127
2.6.1 Das Drehmoment	127
2.6.2 Das Kräftepaar	129
2.6.3 Das Kräftegleichgewicht an einem starren Körper	130
2.6.4 Das Trägheitsmoment	131
2.6.5 Der Drehimpuls	136
2.6.6 Der Kreisel	139
2.6.7 Die Analogien zwischen der Translations- und der Rotationsbewegung	145
2.7 Die Gravitation	146
2.7.1 Die allgemeinen Eigenschaften der Kraftfelder	146
2.7.2 Die Gravitationskräfte	148
2.7.3 Das Gravitationsfeld	150
2.7.4 Die Planetenbewegung	154
2.7.5 Das Newton-Gravitationsgesetz	159
2.7.6 Die Himmelsmechanik	161
2.7.7 Anwendungen des Newton-Gravitationsgesetzes	163
2.7.8 Das Gravitationspotential	165
2.7.9 Die träge und die schwere Masse	172
2.8 Die Raumfahrt	174
2.8.1 Die verschiedenen Arten der Raumfahrt	174
2.8.2 Der Raketenantrieb	176
2.8.3 Die Ziolkowski-Raketenformel	178
2.8.4 Das Stufenprinzip bei Raketen	183
2.8.5 Die kosmischen oder astronautischen Geschwindigkeiten	184
2.8.6 Die Satellitenbahnen	188
2.8.7 Die Schwerelosigkeit	192
2.9 Die mechanischen Schwingungen und Wellen	194
2.9.1 Die Entstehung mechanischer Schwingungen	194
2.9.2 Die harmonischen Schwingungen	196
2.9.3 Die gedämpften harmonischen Schwingungen	202
2.9.4 Die Überlagerung harmonischer Schwingungen	203
2.9.5 Die freien und die erzwungenen Schwingungen	211
2.9.6 Die Entstehung von Wellen	213
2.9.7 Die Transversalwellen und die Longitudinalwellen	217
2.9.8 Die mathematische Behandlung der Wellenbewegung	220
2.9.9 Die Ausbreitungsgeschwindigkeit mechanischer Wellen in elastischen Medien	221

2.9.10 Die Interferenz der Wellen	224
2.9.11 Die stehenden Wellen	227
2.9.12 Die Polarisation der Transversalwellen	230
2.9.13 Das Huygens-Prinzip	232
2.9.14 Die räumliche Ausbreitung der Wellen	234
2.9.15 Die Reflexion und die Brechung der Wellen	236
2.9.16 Das Doppler-Prinzip	240
2.10 Die Schallwellen	243
2.10.1 Die Einteilung und die Erzeugung von Schallwellen	243
2.10.2 Die Ausbreitung der Schallwellen	246
2.10.3 Die Interferenz der Schallwellen	248
2.10.4 Die stehenden Schallwellen	251
2.10.5 Die Reflexion, Brechung und Totalreflexion der Schallwellen	253
2.10.6 Die Beugung der Schallwellen	255
2.10.7 Das Doppler-Prinzip bei Schallwellen	256
2.10.8 Die Schallabsorption	257
2.10.9 Das Schallfeld und seire Bestimmungsstücke	257
2.10.10 Die Lautstärke und der Lärm	260
2.11 Die mechanischen Eigenschaften der Festkörper	263
2.11.1 Die Struktur der Festkörper	263
2.11.2 Die kristallinen Festkörper	263
2.11.3 Die amorphen Körper	267
2.11.4 Die elastischen Eigenschaften der Festkörper	267
2.12 Die mechanischen Eigenschaften der Flüssigkeiten	275
2.12.1 Die allgemeinen Eigenschaften der Flüssigkeiten	275
2.12.2 Der Druck in ruhenden Flüssigkeiten	276
2.12.3 Der Schweredruck bei ruhenden Flüssigkeiten	278
2.12.4 Der Auftrieb und das Schwimmen	280
2.12.5 Die Oberflächenspannung bei Flüssigkeiten	282
2.12.6 Die Grenzflächenspannungen	287
2.12.7 Die Grenzflächenspannung zwischen Festkörpern und Flüssigkeiten	288
2.12.8 Die Bewegung idealer Flüssigkeiten	292
2.12.9 Die Viskosität der Flüssigkeiten	295
2.13 Die mechanischen Eigenschaften der Gase	299
2.13.1 Die allgemeinen Eigenschaften der Gase	299
2.13.2 Der Gasdruck und das Boyle-Mariotte-Gesetz	301
2.13.3 Einige Anwendungen des Boyle-Mariotte-Gesetzes	306
2.13.4 Die Diffusion	308
2.13.5 Die Gase im Schwerefeld der Erde	311
3. Thermodynamik	319
3.1 Die thermischen Eigenschaften der Stoffe	319
3.1.1 Die Temperatur und ihre Messung	319
3.1.2 Die relativen Atom-, Molekül- und Ionenmassen	325
3.1.3 Die Stoffmenge und ihre Messung	327
3.1.4 Die Avogadro-Konstante	329

3.1.5	Die allgemeine Gasgleichung	332
3.1.6	Die absolute Temperatur und die Molekùlbewegung	336
3.1.7	Die Wàrmemenge und die Wàrmekapazitàt	339
3.1.8	Die Aggregatzustànde und ihre Änderungen	347
3.1.9	Die gesättigten und die ungesättigten Dämpfe	350
3.1.10	Die Verflüssigung der Gase	354
3.1.11	Die Phasendiagramme	357
3.2	Die Hauptsätze der Wàrmelehre oder der Thermodynamik	360
3.2.1	Der erste Hauptsatz der Wàrmelehre oder der Thermodynamik	360
3.2.2	Einige Anwendungen des ersten Hauptsatzes der Thermodynamik	362
3.2.3	Die reversiblen und die irreversiblen Prozesse	367
3.2.4	Der zweite Hauptsatz der Wàrmelehre oder der Thermodynamik	369
3.2.5	Der Carnot-Kreisprozeß	372
3.2.6	Die Kältemaschinen und die Wàrmepumpen	381

4 Das Weltbild der klassischen Physik 385

4.1	Die physikalische Weltbetrachtung	385
4.2	Die klassische Physik	386
4.3	Die Grundvoraussetzungen der klassischen Physik	388
4.4	Das induktive Verfahren	391
4.5	Das deduktive Verfahren	395
4.6	Die Modellvorstellungen in der Physik	396
4.7	Die Grenzen der physikalischen Erkenntnis	399

5 Elektrizität und Magnetismus 401

5.1	Elektrische Felder	401
5.1.1	Grundtatsachen der Elektrizitätslehre	401
5.1.2	Die Messung kleiner Ladungen	407
5.1.3	Das Coulomb-Gesetz	411
5.1.4	Ladungstrennung und Bandgenerator	414
5.1.5	Die elektrische Feldstärke	416
5.1.6	Das radiale elektrische Feld	419
5.1.7	Das homogene elektrische Feld	425
5.1.8	Der elektrische Dipol	432
5.1.9	Das elektrische Potential und die elektrische Spannung	437
5.1.10	Die Kapazität und die Kondensatorschaltungen	443
5.1.11	Der Energieinhalt des elektrischen Feldes	448
5.1.12	Materie im elektrischen Feld	451
5.2	Statische Magnetfelder	455
5.2.1	Die Struktur des Magnetfeldes von Permanentmagnet und stromdurchflossenen Leiter	455
5.2.2	Die Kraft auf einen stromdurchflossenen Leiter im Magnetfeld	459
5.2.3	Die magnetische Flussdichte	464
5.2.4	Die Kraft auf einen bewegten geladenen Körper im Magnetfeld	466
5.2.5	Die Bewegung geladener Teilchen im Magnetfeld	470

5.2.6	Die Lorentz-Kraft und das Bezugssystem	472
5.2.7	Der Hall-Effekt und die Hall-Sonde	474
5.2.8	Die Bewegung eines Leiters im Magnetfeld	477
5.2.9	Das Meßverfahren für die Stromstärke	484
5.2.10	Das Durchflutungsgesetz	489
5.2.11	Der magnetische Fluß und der Satz vom magnetischen Fluß	493
5.2.12	Die magnetische Flußdichte im homogenen Magnetfeld	499
5.2.13	Die Gesetze von Biot, Savart und Laplace	500
5.2.14	Der magnetische Dipol im Magnetfeld	506
5.3	Zeitlich veränderliche Felder	509
5.3.1	Der Übergang von zeitlich unveränderlichen Feldern zu zeitlich veränderlichen Feldern	509
5.3.2	Die Faraday-Induktionsversuche	512
5.3.3	Der Spannungsstoß und seine Messung	513
5.3.4	Der Spannungsstoß als Folge der Flußänderung	515
5.3.5	Das Induktionsgesetz	525
5.3.6	Das elektrische Wirbelfeld	529
5.3.7	Die Selbstinduktion	531
5.3.8	Der Energieinhalt des Magnetfeldes	537
5.3.9	Der Maxwell-Verschiebungstrom	541
5.3.10	Die Maxwell-Gleichungen	544
5.4	Materie im Magnetfeld	545
5.4.1	Die magnetische Flußdichte und die magnetische Feldstärke im materieerfüllten Raum	546
5.4.2	Die Magnetisierung von Materie	555
5.5	Eigenschaften des Wechselstroms	560
5.5.1	Die effektive Spannung und Stromstärke des Wechselstroms	560
5.5.2	Der Wechselstromkreis	562
5.5.3	Die Leistung des Wechselstroms	572
5.5.4	Der Transformator	574
5.6	Elektrizitätsleitung in Elektrolyten	577
5.6.1	Grundtatsachen	577
5.6.2	Die Faraday-Gesetze der Elektrolyse	577
5.6.3	Die atomistische Deutung der Faraday-Gesetze	580
5.7	Bewegte Ladungsträger im Hochvakuum	582
5.7.1	Das Elektron	582
5.7.2	Die Triode	584
5.7.3	Die Fotozelle	586
5.7.4	Das Elektronenmikroskop	588
5.7.5	Das Ikonoskop	591
5.7.6	Das Ion	594
5.7.7	Der Massenspektrograph	595
5.7.8	Die Teilchenbeschleuniger	596
5.8	Halbleiterelektronik	601
5.8.1	Die Elektronen- und Löcherleitung	601
5.8.2	Die Grenzschicht	605
5.8.3	Die Halbleiterdiode	606
5.8.4	Der Transistor	608
5.8.5	Halbleiterschaltkreise	612

5.9 Elektromagnetische Schwingungen und Wellen	619
5.9.1 Der elektrische Schwingkreis	619
5.9.2 Die Erzeugung ungedämpfter elektrischer Schwingungen	621
5.9.3 Die erzwungenen elektrischen Schwingungen	622
5.9.4 Die elektromagnetischen Wellen eines strahlenden Dipols	624
5.9.5 Die drahtlose Nachrichtenübermittlung durch elektromagnetische Wellen	631
 6. Optik	635
6.1 Modellvorstellungen über die Ausbreitung des Lichtes	635
6.1.1 Grundsätzliche Betrachtungen	635
6.1.2 Lichtstrahlen und Strahlenoptik	637
6.1.3 Abweichendes Verhalten von der Strahlenoptik	638
6.1.4 Reflexion und Brechung aus der Sicht der Korpuskel- und Wellentheorie	639
6.1.5 Die Lichtgeschwindigkeit	641
6.2 Die Wellennatur des Lichtes	644
6.2.1 Grundsätzliche Betrachtungen zur Interferenz	644
6.2.2 Die Experimente von Young und Fresnel	646
6.2.3 Die stehenden Lichtwellen	648
6.2.4 Die Wellenlängen des sichtbaren Lichtes	649
6.2.5 Die Interferenzen an dünnen Schichten	650
6.2.6 Die Newton-Ringe	652
6.2.7 Die Beugung am Spalt	654
6.2.8 Das optische Strichgitter	656
6.2.9 Das Auflösungsvermögen der optischen Instrumente	659
6.2.10 Die Polarisation	665
6.2.11 Die elektromagnetische Modellvorstellung des Lichtes	669
6.3 Das elektromagnetische Spektrum	671
6.3.1 Überblick über das elektromagnetische Spektrum	671
6.3.2 Das sichtbare Spektrum	672
6.3.3 Die Gesetzmäßigkeiten bei den Linienspektren	675
6.3.4 Die ultraviolette Strahlung	677
6.3.5 Die Röntgen-Strahlung	677
6.3.6 Die infrarote Strahlung	679
6.3.7 Die Temperaturstrahlung	681
 7. Die spezielle Relativitätstheorie	685
7.1 Problemstellung und Experimente	685
7.1.1 Das Ätherproblem	685
7.1.2 Der Michelson-Versuch	686
7.1.3 Der Bradley-Versuch	691
7.1.4 Der Fizeau-Versuch	692
7.1.5 Die Einstein-Postulate und die Lorentz-Transformationen	693
7.2 Folgerungen aus den Lorentz-Transformationen	696
7.2.1 Die Relativierung der Gleichzeitigkeit	696
7.2.2 Die Zeitdilatation	698
7.2.3 Die Längenkontraktion	699

7.2.4	Die Myonen der kosmischen Strahlung	701
7.2.5	Das Zwillingsparadoxon	702
7.2.6	Die Addition der Geschwindigkeiten	703
7.2.7	Die Versuche von Bradley und Fizeau in relativistischer Darstellung	705
7.2.8	Die Relativität der Masse	708
7.2.9	Die Äquivalenz von Masse und Energie	711
7.2.10	Die Lorentz-Kraft	712
7.2.11	Abschließende Bemerkungen	716

8. Quanten und Atome

721

8.1	Die Grundlagen der Quantenphysik	721
8.1.1	Allgemeine Vorbetrachtungen	721
8.1.2	Der lichtelektrische Effekt	721
8.1.3	Das Planck-Wirkungsquantum	723
8.1.4	Die quantentheoretische Deutung des lichtelektrischen Effektes	725
8.1.5	Der Compton-Effekt	725
8.1.6	Der Dualismus von Welle und Korpuskel	729
8.1.7	Die klassische Physik und die Quantenphysik	731
8.2	Die Grundlagen der Atomistik	733
8.2.1	Die Anfänge der Atomistik	733
8.2.2	Der chemische Atomismus	738
8.2.3	Der Sinn und die Aufgabe der Atommodelle	741
8.2.4	Die einfachsten Atommodelle	743
8.2.5	Das Rutherford-Atommodell	744
8.3	Die Physik der Atomhüllen	748
8.3.1	Das Bohr-Atommodell	748
8.3.2	Das Wasserstoffatom	753
8.3.3	Die wasserstoffähnlichen Spektren	764
8.3.4	Das Bohr-Sommerfeld-Atommodell	766
8.3.5	Das Periodensystem der Elemente	774
8.3.6	Die Aufbauprinzipien der Atomhüllen	781
8.3.7	Der Grundzustand und der angeregte Zustand	791
8.3.8	Die Röntgenspektren	794
8.3.9	Die Franck-Hertz-Elektronenstoßversuche	797
8.3.10	Die chemischen Bindungen	800
8.3.11	Der Laser und seine Anwendungen	807
8.3.12	Die Grenzen des Bohr-Sommerfeld-Atommodells	819
8.3.13	Die Welleneigenschaften der Materie	820
8.3.14	Das Wellenbild des Elektrons	823
8.3.15	Die Elektronenwellen in den Atomen	826
8.3.16	Die wellenmechanischen Elektronenmodelle	829
8.3.17	Die wellenmechanischen Atommodelle	837
8.3.18	Die Quantenmechanik der Atomhüllen	839
8.3.19	Die Heisenberg-Unschärferelation	840
8.4	Die Physik der Atomkerne	847
8.4.1	Die wichtigsten Eigenschaften der Atomkerne	847
8.4.2	Die Grunderscheinungen der natürlichen Radioaktivität	849
8.4.3	Die Nachweis- und Meßverfahren für ionisierende Strahlen	851
8.4.4	Die Gesetze des radioaktiven Zerfalles	860

8.4.5	Die radioaktiven Zerfallsreihen	868
8.4.6	Die Beschießungsversuche und die Entdeckung des Neutrons	873
8.4.7	Der Aufbau der Atomkerne und die Isotope	875
8.4.8	Die Kernreaktionen und der Wirkungsquerschnitt	882
8.4.9	Die künstliche Radioaktivität	887
8.4.10	Die radioaktive Strahlung und die Materie	890
8.4.11	Die Strahlendosimetrie	903
8.4.12	Die Anwendungen der Radionuklide	905
8.4.13	Die Kernkräfte	910
8.4.14	Die Kernspaltungen	914
8.4.15	Die Kettenreaktionen	918
8.4.16	Die Kernreaktoren	920
8.4.17	Die Kernfusionen	934
8.4.18	Die Kernwaffen	943
8.4.19	Die Kernmodelle	946
8.4.20	Der Tunnel-Effekt	958
8.4.21	Die Transurane	962
8.4.22	Die Radionuklidbatterien	969
8.4.23	Die atomphysikalischen Definitionen der Längen- und der Zeiteinheit	973
8.5	Die Physik der Elementarteilchen	981
8.5.1	Der Begriff des Elementarteilchens	981
8.5.2	Das Elektron, das Proton und das Neutron	983
8.5.3	Die Teilchen und die Antiteilchen	990
8.5.4	Die Neutrinos und die Antineutrinos	996
8.5.5	Die Wechselwirkungen zwischen den Elementarteilchen	999
8.5.6	Die kosmische Strahlung	1002
8.5.7	Die Systematik der Elementarteilchen	1005
8.6	Naturphilosophische Aspekte der modernen Physik	1014
8.6.1	Grundsätzliche Betrachtungen	1014
8.6.2	Die Makrophysik und die Mikrophysik	1016
8.6.3	Das Kausalgesetz	1021
Anhang		1025
	Physikalische Größen, ihre Dimensionen und ihre Einheiten	1025
	Die wichtigsten Naturkonstanten	1031
	Elektrische Schaltzeichen	1032
	Karte: Kernkraftwerke in der Bundesrepublik Deutschland	1034
	Namen- und Sachverzeichnis	1037