

1.1 Die Natur der Physik	1
1.2 Maßeinheiten	3
1.3 Dimensionsanalyse	7
1.4 Die Genauigkeit in der Physik	10
1.5 Die Mathematik in der Physik	13
*1.6 Wissenschaft und Gesellschaft	17
Anhang 1-1 Korrekte Lösungen für die häufig auftretenden Fehler	
	18

1 *Einführung* 1

2.1 Geschwindigkeit	22
2.2 Mittlere Geschwindigkeit	24
2.3 Beschleunigung	27
2.4 Gleichförmig beschleunigte Bewegung	29
3.1 Bewegungsgleichung für den freien Fall	38
3.2 Vektoren	39
3.3 Geschoßbahnen	45
3.4 Gleichförmige Kreisbewegung	47
3.5 Erdsatelliten	49
4.1 Einführung	55
4.2 Definitionen	56
4.3 Newtonsche Bewegungsgesetze	57

2 *Eindimensionale Bewegung* 22

3 *Zweidimensionale Bewegung* 38

4 *Dynamik* 55

- Die mit einem Stern gekennzeichneten Abschnitte können übersprungen werden.

4.6	Einheiten von Kraft und Masse	61
4.7	Kräfte an Berührungsflächen	62
4.8	Lösung einiger Probleme	65
4.9	Atwoodsche Fallmaschine	69
4.10	Das konische Pendel	70
4.11	Impulserhaltung	71

5

Gravitation 79

5.1	Das allgemeine Gravitationsgesetz	79
5.2	Das Cavendish-Experiment	82
5.3	Die Keplerschen Gesetze der Planetenbewegung	84
5.4	Gewicht	86
5.5	Äquivalenzprinzip	90
5.6	Das Schwerefeld innerhalb einer Kugel	91

6

Aufbau und Energie 97

6.1	Einführung	97
6.2	Arbeit	98
6.3	Leistung	100
6.4	Das Skalarprodukt oder Punktprodukt	101
6.5	Kinetische Energie	103
6.6	Potentielle Energie	106
6.7	Die potentielle Energie der Gravitation	108
6.8	Die potentielle Energie der Feder	110

7

Energieerhaltung 115

7.1	Erhaltung der mechanischen Energie	115
7.2	Stöße	120
7.3	Erhaltung der Gravitationsenergie	124
7.4	Potentialdiagramme	126
7.5	Erhaltung der Gesamtenergie	128
7.6	Energie und Biologie	132
7.7	Die Energie und das Auto	133
	* Anhang 7-1 Energieerhaltung bei N Teilchen	139

8

Relativistische
Kinetik 144

8.1	Einführung	144
8.2	Konstanz der Lichtgeschwindigkeit	145
8.3	Zeitdilatation	150

*8-4	Die Lorentz-Transformation	153
*8-5	Gleichzeitigkeit	157
*8-6	Doppler-Effekt des Lichts	159
*8-7	Das Zwillingsparadoxon	161

*9-1	Einstinsches Additionstheorem der Geschwindigkeiten	169
*9-2	Definition des relativistischen Impulses	172
*9-3	Erhaltung von Impuls und Energie	173
*9-4	Äquivalenz von Masse und Energie	175
*9-5	Kinetische Energie	178
*9-6	Kraft und Masse	180
*9-7	Allgemeine Relativitätstheorie	181
* Anhang 9-1 Impuls-Energie-Transformation		184



10-1	Kinematik der Drehbewegung	190
10-2	Das Vektorprodukt oder Kreuzprodukt	192
10-3	Drehimpuls	193
*10-4	Dynamik der Drehbewegung	195
*10-5	Massenmittelpunkt	200
*10-6	Starre Körper und Trägheitsmomente	203
*10-7	Statik	206
*10-8	Schwungräder	209



11-1	Harmonische Kräfte	215
11-2	Schwingungsdauer	218
11-3	Das Pendel	220
11-4	Die Energie der harmonischen Bewegung	223
*11-5	Kleine Oszillationen	224
*11-6	Schallintensität	228



12-1	Der hydrostatische Druck	234
12-2	Die Zustandsgleichung des idealen Gases	239
12-3	Temperatur	241
12-4	Die Gleichverteilung der Energie	244
12-5	Die kinetische Theorie der Wärme	246



13

Thermodynamik 253

- 13.1 Der erste Hauptsatz der Thermodynamik 253
- 13.2 Avogadro-Konstante 254
- 13.3 Spezifische Wärmekapazität 255
- 13.4 Isotherme Expansion 260
- 13.5 Adiabatische Expansion 260
- 13.6 Der Otto-Motor 264

14

Der zweite Hauptsatz der Thermodynamik 270

- 14.1 Der Carnotsche Kreisprozeß 270
- 14.2 Thermische Umweltbelastung 273
- 14.3 Kältemaschinen und Wärmepumpen 273
- 14.4 Der zweite Hauptsatz der Thermodynamik 276
- *14.5 Entropie 279
- *14.6 Zeitumkehr 284

15

Die elektrostatische Kraft 290

- 15.1 Elektrische Ladung 290
- 15.2 Coulomb-Gesetz 292
- 15.3 Das elektrische Feld 295
- 15.4 Elektrische Feldlinien 297
- 15.5 Der Gaußsche Satz 300

16

Elektrostatik 308

- 16.1 Sphärische Ladungsverteilungen 308
- 16.2 Lineare Ladungsverteilungen 312
- 16.3 Ebene Ladungsverteilungen 313
- 16.4 Das elektrische Potential 317
- 16.5 Kapazität 323
- *16.6 Dielektrikum 327

17

Elektrischen Strom und magnetische Kraft 335

- 17.1 Der elektrische Strom 335
- 17.2 Das Ohmsche Gesetz 337
- *17.3 Gleichstromkreise 341
- 17.4 Die magnetische Kraft (experimentell) 346
- 17.5 Herleitung der magnetischen Kraft 348
- 17.6 Das magnetische Feld 349

17.7 Einheiten der magnetischen Feldstärke	353
17.8 Relativistische Transformation von \mathfrak{B} und E	355
* Anhang 17-1 Transformation von Strom und Ladung	359

18

Das magnetische

Feld

365

18.1 Das Amperesche Gesetz	365
18.2 Stromverteilungen	368
18.3 Das Biot-Savartsche Gesetz	372
*18.4 Magnetismus	376
18.5 Die Maxwell-Gleichungen für stationäre Ströme	379

19

Die elektromagnetische

Induktion

384

19.1 Motoren und Generatoren	384
19.2 Das Faradaysche Induktionsgesetz	388
19.3 Lenzsche Regel	390
19.4 Induktion	391
19.5 Energie des magnetischen Feldes	394
*19.6 Wechselstromkreise	398
*19.7 RC- und RL-Glieder	405
* Anhang 19-1 Leiterschleife beliebiger Form	411

20

Elektromagnetische

Strahlung

417

20.1 Verschiebungsstrom	417
20.2 Die Maxwell-Gleichungen in allgemeiner Form	420
20.3 Elektromagnetische Strahlung	422
20.4 Strahlung eines sinusförmigen ebenen Flächenstroms	423
*20.5 Nichtsinusförmige Stromquellen, Fourieranalyse	427
20.6 Laufende Wellen	431
20.7 Energieübertragung durch Wellen	435
* Anhang 20-1 Herleitung der Wellengleichung	438

21

Wechselwirkung von

Strahlung mit Materie

442

21.1 Die Energie der Strahlung	442
21.2 Der Impuls des Strahlungsfeldes	446
21.3 Reflexion an einem guten Leiter	448
*21.4 Wechselwirkung von Strahlung mit einem Nichtleiter	449
*21.5 Brechzahl	450

22

Interferenz von
Wellen 473

- 21-6 Elektromagnetische Strahlung im ionisierten Medium 455
- 21-7 Strahlung von Punktladungen 457
- Anhang 21-1 Zeigerdiagramme 463
- Anhang 21-2 Wellenpakete und Gruppengeschwindigkeit 464

23

Optik 496

- 22-1 Stehende Wellen 473
- 22-2 Interferenz bei zwei punktförmigen Quellen 476
- 22-3 Interferenz bei vielen Quellen 479
- 22-4 Das Beugungsgitter 481
- 22-5 Das Huygenssche Prinzip 484
- 22-6 Beugung am Spalt 486
- 22-7 Kohärenz und Inkohärenz 488

- 23-1 Holographie 496
- 23-2 Polarisation des Lichts 500
- 23-3 Beugung an einer kreisförmigen Öffnung 506
- 23-4 Optische Instrumente und ihr Auflösungsvermögen 508
- 23-5 Diffraktionsstreuung 513
- 23-6 Geometrische Optik 515
- * Anhang 23-1 Das Brewstersche Gesetz 521

24

Die Wellennatur
der Materie 525

- 24-1 Klassische und moderne Physik 525
- 24-2 Der Photoelektrische Effekt 526
- 24-3 Der Compton-Effekt 529
- 24-4 Welle-Teilchen-Dualismus 530
- 24-5 Das große Paradoxon 531
- 24-6 Elektronenbeugung 535

25

Quantenmechanik 541

- 25-1 Wellenpakete 541
- 25-2 Die Unschärferelation 543
- 25-3 Ein Teilchen im Kastenpotential 549
- 25-4 Die Schrödinger-Gleichung 552
- 25-5 Potentialtöpfe endlicher Tiefe 554
- 25-6 Der harmonische Oszillator 557

26.1	Näherungslösung für das Wasserstoffatom	564
26.2	Die dreidimensionale Schrödinger-Gleichung	566
26.3	Exakte Lösungen für das Wasserstoffatom	568
26.4	Bahndrehimpuls	571
26.5	Emission von Photonen	577
26.6	Stimulierte Emission	580
26.7	Das Bohrsche Atommodell	582

26
Atom 564

Das Wasserstoff-

27.1	Das Pauli-Prinzip	590
27.2	Atome mit mehreren Elektronen	592
27.3	Das Periodensystem der Elemente	596
27.4	Röntgenstrahlen	601
27.5	Chemische Bindung	602
27.6	Hybridisierung	604

27
Atomphysik 590

28.1	Bindungstypen	609
28.2	Die Theorie der freien Elektronen in Metallen	612
28.3	Elektrische Leitfähigkeit	616
28.4	Das Bändermodell	619
28.5	Halbleiterphysik	625
28.6	Supraflüssigkeit	632
28.7	Der Tunneleffekt	632

28
Kondensierte
Materie 608

* Anhang 28-1 Technische Anwendungen des p-n-Übergangs
(Rundfunk und Fernsehen) 636

29.1	Die Größe der Atomkerne	643
29.2	Die Kraft zwischen den Nukleonen	648
29.3	Die Struktur schwerer Kerne	654
29.4	Alphazerfall	660
29.5	Gamma- und Betazerfall	664
29.6	Kernspaltung	667
29.7	Kernfusion	670

29
Kernphysik 642

30.1	Die Energiequelle der Sterne	678
30.2	Der Tod der Sterne	680
30.3	Schwarze Löcher	681

30
Astrophysik 677

31

Elementarteilchen
Physik 698

30.4	Der Entartungsdruck	683
30.5	Weisse Zwerge	684
30.6	Neutronensterne	688
30.7	Kritische Masse bei Schwarzen Löchern	693
30.8	Zusammenstellung von Beobachtungsdaten	693

31.1	Die schwache Wechselwirkung	699
31.2	Hochenergiebeschleuniger	702
31.3	Antimaterie	706
31.4	Erhaltung der Leptonenzahl	709
31.5	Hadronen	710
31.6	Quarks	716
31.7	Paritätsverletzung	719
31.8	Zusammenstellung der Erhaltungssätze	722
31.9	Probleme der Zukunft	724

Aufhang A 729

Physikalische Konstanten	729
Astronomische Konstanten	730

Aufhang B 731

Umrechnungstabelle für einige Einheiten	731
Elektrische Einheiten	731

Aufhang C

Mathematische Beziehungen	733
Geometrie	733
Trigonometrie	733
Binomialentwicklung	734
Quadratische Gleichungen	734
Ableitung einiger Funktionen	734
Einige unbestimmte Integrale	734
Produkte von Vektoren	734
Das griechische Alphabet	735

Lösungen der angekündigten Aufgaben 737

Sachverzeichnis 745