

Inhalt

Vorwort	XI
1 Einführung	1
1.1 Physikalische Größen und Gleichungen	1
1.2 Internationales Einheitensystem	3
1.2.1 Basisgrößen und Basiseinheiten des SI	3
1.2.2 Arbeiten mit Einheiten	7
1.3 Messgrößen und Messfehler	9
1.3.1 Messunsicherheiten	9
1.3.2 Messreihen	10
1.3.3 Fehlerfortpflanzung	13
1.3.4 Regression	14
2 Mechanik	18
2.1 Kinematik des Massepunktes	19
2.1.1 Bezugssysteme	19
2.1.2 Kinematische Größen	22
2.1.3 Freier Fall	30
2.1.4 Senkrechter Wurf	32
2.1.5 Waagerechter und schräger Wurf	32
2.1.6 Kreisbewegung	35
2.2 Dynamik des Massepunktes	39
2.2.1 Newton'sche Gesetze	40
2.2.2 Drehimpuls und Drehmoment	43
2.2.3 Gravitation und Planetenbewegung	46
2.2.4 Trägheitskräfte	58
2.2.5 Arbeit, Leistung und Energie	63
2.2.6 Erhaltungssätze der Mechanik	73
2.3 Stoßprozesse	78
2.3.1 Zentrale Stöße	81
2.3.2 Schiefe Stöße	86
2.4 Dynamik des starren Körpers	87
2.4.1 Translation und Rotation	92

2.4.2	Trägheitsmoment und Trägheitstensor	95
2.4.3	Kreiselbewegung	106
2.4.4	Gleichgewichtsbedingungen	113
2.4.5	Reibung	120
2.5	Grundlagen der Festigkeitslehre	125
2.5.1	Elastische Grundgrößen	126
2.5.2	Hooke'sches Gesetz	132
2.5.3	Biegung	138
2.5.4	Scherung	141
2.5.5	Torsion	142
3	Strömungsmechanik	144
3.1	Hydrostatik	145
3.1.1	Hydrostatischer Druck	145
3.1.2	Oberflächenspannung	151
3.1.3	Hydrostatischer Auftrieb	157
3.2	Hydrodynamik	160
3.2.1	Bernoulli-Gleichung	163
3.2.2	Strömungen mit innerer Reibung	175
3.2.3	Turbulente Strömungen	185
4	Schwingungen und Wellen	192
4.1	Kinematik schwingender Körper	193
4.1.1	Die harmonische Schwingung	194
4.1.2	Superposition von zwei Schwingungen	196
4.1.3	Allgemeine periodische Schwingungen	198
4.1.4	Drehschwingung	205
4.2	Dynamik schwingender Körper	206
4.2.1	Der ungedämpfte harmonische Oszillator	206
4.2.2	Linear gedämpfte Schwingungen	220
4.2.3	Erzwungene Schwingungen	224
4.2.4	Schwingungen gekoppelter Oszillatoren	231
4.2.5	Schwingungen ausgedehnter Körper	241
4.3	Wellen	247
4.3.1	Grundlagen der Wellenausbreitung	247
4.3.2	Harmonische Wellen	252
4.3.3	Überlagerung von Wellen	255
4.3.4	Reflexion, Brechung und Beugung von Wellen	264
4.4	Grundlagen der physikalischen Akustik	272
4.4.1	Schallausbreitung	273
4.4.2	Ultraschall	288
4.4.3	Akustischer Doppler-Effekt	291

5	Thermodynamik	296
5.1	Thermodynamische Grundlagen	297
5.1.1	Temperatur und Temperaturmessung	297
5.1.2	Thermodynamische Zustandsgrößen	300
5.1.3	Thermische Ausdehnung von Festkörpern	309
5.2	Kinetische Gastheorie	314
5.2.1	Maxwell-Boltzmann-Verteilung	314
5.2.2	Verhalten des idealen Gases bei Volumen-, Druck- und Temperatur- änderung	319
5.2.3	Zustandsgleichung des idealen Gases	322
5.3	Hauptsätze der Thermodynamik	324
5.3.1	Wärme und Wärmekapazität	324
5.3.2	Erster Hauptsatz der Thermodynamik	332
5.3.3	Reversible und irreversible Zustandsänderungen	334
5.3.4	Zweiter Hauptsatz der Thermodynamik	336
5.3.5	Dritter Hauptsatz der Thermodynamik	340
5.4	Zustandsänderungen des idealen Gases	341
5.4.1	Isochore Zustandsänderung	342
5.4.2	Isobare Zustandsänderung	343
5.4.3	Isotherme Zustandsänderung	344
5.4.4	Adiabatische Zustandsänderung	346
5.4.5	Polytrope Zustandsänderung	349
5.5	Kreisprozesse	350
5.5.1	Wirkungsweise einer Wärmekraftmaschine	351
5.5.2	Kältemaschine und Wärmepumpe	353
5.5.3	Carnot-Kreisprozess	355
5.5.4	Otto-Kreisprozess	358
5.5.5	Diesel-Kreisprozess	361
5.5.6	Seiliger-Kreisprozess	364
5.5.7	Stirling-Kreisprozess	366
5.6	Reale Gase und Phasenübergänge	369
5.6.1	Die Van-der-Waals-Zustandsgleichung	371
5.6.2	Verflüssigung von realen Gasen	377
5.6.3	Phasenübergänge reiner Stoffe	379
5.7	Wärmetransportvorgänge	394
5.7.1	Wärmeströmung	394
5.7.2	Wärmeleitung	395
5.7.3	Wärmestrahlung	399

6	Elektrodynamik	411
6.1	Grundbausteine	411
6.2	Das statische elektrische Feld	412
6.2.1	Grunderscheinungen der Elektrostatik	412
6.2.2	Elektrische Feldgrößen	415
6.2.3	Kraftwirkungen im elektrostatischen Feld	419
6.2.4	Materie im elektrischen Feld	432
6.3	Das statische magnetische Feld	441
6.3.1	Grunderscheinungen der Magnetostatik	441
6.3.2	Magnetische Feldgrößen	444
6.3.3	Durchflutungsgesetz	447
6.3.4	Biot-Savart'sches Gesetz	449
6.3.5	Kraftwirkungen im statischen Magnetfeld	451
6.3.6	Materie im magnetostatischen Feld	455
6.4	Elektromagnetismus	463
6.4.1	Faraday'sches Induktionsgesetz	463
6.4.2	Induktionsvorgänge in bewegten Leitern	467
6.4.3	Selbstinduktion	469
6.4.4	Energie und Energiedichte des magnetischen Feldes	471
6.4.5	Maxwell'sche Gleichungen	473
6.5	Der Gleichstromkreis	475
6.5.1	Elektrische Spannung	475
6.5.2	Elektrischer Widerstand und Ohm'sches Gesetz	477
6.5.3	Elektrische Leistung und Energie	480
6.5.4	Kirchhoff'sche Gesetze	481
6.5.5	Schaltvorgänge im Gleichstromkreis	482
6.6	Der Wechselstromkreis	485
6.6.1	Grundlagen des Wechselstroms	486
6.6.2	Widerstände im Wechselstromkreis	489
6.6.3	Berechnungen von Wechselstromkreisen mit komplexen Zahlen	492
6.6.4	Leistung im Wechselstromkreis	495
6.6.5	Transformator	498
6.7	Elektromagnetische Schwingungen und Wellen	499
6.7.1	Elektromagnetischer Schwingkreis	499
6.7.2	Freie elektromagnetische Wellen	503
6.7.3	Geführte elektromagnetische Wellen	512
6.8	Elektrische Leitung	514
6.8.1	Elektrische Leitung im Vakuum	514
6.8.2	Driftgeschwindigkeit und Beweglichkeit von Ladungsträgern	519
6.8.3	Elektrische Leitung in Gasen	520
6.8.4	Elektrische Leitung in Elektrolyten	523

7	Optik	530
7.1	Ausbreitung, Erzeugung und Nachweis von Licht	530
7.2	Strahlenoptik	534
7.2.1	Reflexion und Brechung an Grenzflächen	534
7.2.2	Spiegel	542
7.2.3	Prisma	549
7.2.4	Linsen und Linsensysteme	550
7.2.5	Optische Instrumente	565
7.3	Wellenoptik	574
7.3.1	Intensität bei Reflexion und Transmission	575
7.3.2	Polarisation des Lichtes	577
7.3.3	Interferenz des Lichtes	583
7.3.4	Beugung	595
7.4	Strahlungsphysikalische und lichttechnische Größen	606
7.4.1	Radiometrische (strahlungsphysikalische) Größen	606
7.4.2	Photometrische (lichttechnische) Größen	610
8	Quantenphysik	615
8.1	Grundlagen der Quantenphysik	615
8.1.1	Hohlraumstrahlung und Planck'sches Strahlungsgesetz	615
8.1.2	Quanteneigenschaften der elektromagnetischen Strahlung	617
8.1.3	Welleneigenschaften der Materie: Materiewellen	622
8.1.4	Schrödinger-Gleichung und Wellenfunktion	626
8.1.5	Heisenberg'sche Unschärferelation	628
8.1.6	Quantenphysikalische Phänomene	630
8.2	Atomphysik	639
8.2.1	Bestandteile der Atome	640
8.2.2	Quantenphysik des Atoms	642
8.2.3	Das Wasserstoffatom und das Bohr'sche Atommodell	650
8.2.4	Aufbau der Atomhüllen der Elemente	656
8.2.5	Strahlungs- und Absorptionsprozesse	661
8.2.6	Moderne Anwendungen und Experimente der Atomphysik	668
8.3	Kernphysik	676
8.3.1	Der Atomkern	677
8.3.2	Kernmodelle	685
8.3.3	Radioaktivität	689
8.3.4	Zerfallsarten und Zerfallsreihen	696
8.3.5	Kernreaktionen	709
8.3.6	Wechselwirkung radioaktiver Strahlung mit Materie	719
8.3.7	Strahlungsmessung und Dosimetrie	731
8.3.8	Energiegewinnung	742
8.4	Elementarteilchenphysik	748
8.4.1	Das Standardmodell der Elementarteilchenphysik	749
8.4.2	Teilchenbeschleuniger	755

9	Festkörperphysik	760
9.1	Aufbau von Festkörpern	760
9.1.1	Bindungen im Festkörper	760
9.1.2	Kristallgitter und Symmetrien	765
9.1.3	Fehlordnung in Kristallen	772
9.1.4	Festkörperoberflächen	775
9.1.5	Kristallwachstum	778
9.2	Thermische und elektronische Eigenschaften	780
9.2.1	Gitterschwingungen und Phononen	780
9.2.2	Bandstruktur der Elektronenenergie	786
9.2.3	Elektronen in Metallen	791
9.2.4	Elektronen in Halbleitern	795
9.2.5	Thermoelektrische Erscheinungen	803
9.2.6	Supraleitung	806
9.3	Physikalische Grundlagen der Halbleiterelektronik	811
9.3.1	Halbleiter-Kontakte und -Schalter	811
9.3.2	Optoelektronische Bauelemente	824
9.3.3	Integrierte Schaltungen	833
9.4	Magnetismus in Festkörpern	838
9.4.1	Dia- und Paramagnetismus	839
9.4.2	Gekoppelte magnetische Momente	841
9.4.3	Spin und elektrische Leitung	845
10	Relativitätstheorie	850
10.1	Grundlagen der speziellen Relativitätstheorie	851
10.1.1	Galilei-Transformation	852
10.1.2	Michelson-Morley-Experiment	854
10.1.3	Spezielles Relativitätsprinzip und Lorentz-Transformation	857
10.1.4	Relativistische Effekte	867
10.2	Grundlagen der allgemeinen Relativitätstheorie	880
10.2.1	Einstein'sche Feldgleichungen	881
10.2.2	Experimentelle Tests	884
	Fundamentale Konstanten	888
	Einheiten	891
	Basisgrößen und -einheiten des SI	891
	Abgeleitete Einheiten	892
	Größen und ihre Einheiten	894
	Stichwortverzeichnis	902