

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	13
1.1 Entwicklung des physikalischen Weltbildes	13
1.2 Bedeutung der Physik in verschiedenen Wissensgebieten und Anwendungen	16
1.3 System und Modell	17
1.4 Der Messvorgang	18
1.5 Physikalische Größen und Einheiten	19
1.6 Messgenauigkeit	23
 2 Mechanik	 31
2.1 Mechanik von Massenpunkten	31
2.1.1 Kinematik von Massenpunkten	31
2.1.2 Dynamik von Massenpunkten, Erhaltungssätze	39
2.1.3 Wechselwirkungskräfte	57
2.1.3.1 Gravitationswechselwirkung, Newton'sches Gravitationsgesetz ...	58
2.1.3.2 Molekulare Wechselwirkung und harmonischer Oszillator	69
2.2 Bewegte Bezugssysteme, Trägheitskräfte	72
2.2.1 Translation von Bezugssystemen	72
2.2.2 Rotation von Bezugssystemen	76
2.3 Streuvorgänge	81
2.4 Mechanik starrer Körper	92
2.4.1 Statik starrer Körper	93
2.4.2 Dynamik der Rotation starrer Körper	98
2.4.3 Rotation starrer Körper um feste Achsen	103
2.4.4 Rotation starrer Körper um freie Achsen, Kreiselbewegung	111
2.5 Mechanik fester Körper, Elastizitätslehre	117
2.5.1 Deformationen (Verzerrungen) fester Körper	117
2.5.2 Spannungen in festen Körpern	119
2.5.3 Elastische Eigenschaften isotroper und anisotroper Festkörper	121
2.5.4 Spezielle elastische Verformungen isotroper Festkörper	124
2.5.5 Oberflächeneigenschaften fester Körper	127
2.5.5.1 Härte von Festkörpern	127
2.5.5.2 Reibung von Festkörpern	128
2.6 Mechanik von Flüssigkeiten und Gasen	131
2.6.1 Mechanik ruhender Flüssigkeiten und Gase (Hydrostatik)	131
2.6.2 Oberflächeneigenschaften ruhender Flüssigkeiten	136

2.6.3 Mechanik strömender Flüssigkeiten und Gase (Hydrodynamik)	139
2.6.3.1 Grundbegriffe	139
2.6.3.2 Erhaltung der Masse, Kontinuitätsgleichung	140
2.6.3.3 Strömung reibungsfreier Fluide	143
2.6.3.4 Strömung zäher Fluide	148
3 Schwingungen und Wellen	153
3.1 Grundbegriffe	153
3.2 Schwingungen	154
3.2.1 Ungedämpfte Schwingungen	154
3.2.2 Überlagerung ungedämpfter Schwingungen	156
3.2.3 Gedämpfte Schwingungen	159
3.2.4 Erzwungene Schwingungen	162
3.2.5 Gekoppelte Schwingungen	165
3.3 Wellen	166
3.3.1 Grundbegriffe	166
3.3.2 Ausbreitungsgeschwindigkeit von Wellen	169
3.3.3 Wellengleichung	172
3.3.4 Ausbreitung und Überlagerung von Wellen	173
3.3.5 Dopplereffekt	174
3.3.6 Mechanische Wellen in elastisch deformierbaren Medien	177
4 Thermodynamik	181
4.1 Grundlagen	181
4.2 Temperatur und Temperaturskalen	182
4.2.1 Temperaturmessung, Celsius-Skala	183
4.2.2 Zustandsgleichung idealer Gase, Kelvin-Skala	183
4.3 Wärmemenge und mechanische Energie	185
4.4 Kinetik idealer Gase	187
4.4.1 Kinetische Berechnung des Gasdruckes	187
4.4.2 Kinetische Definition der Temperatur	190
4.4.3 Brown'sche Bewegung	191
4.4.4 Maxwell-Boltzmann'sche Geschwindigkeitsverteilung	193
4.4.5 Mittlere freie Weglänge	197
4.5 Wärmekapazität	198
4.5.1 Wärmekapazität von idealen Gasen	199
4.5.2 Wärmekapazität fester Körper	202
4.6 Transportvorgänge	204
4.6.1 Impulstransport	204
4.6.2 Massetransport	205
4.6.3 Wärmetransport	208

4.6.3.1 Wärmeleitung	208
4.6.3.2 Wärmetransport durch Konvektion	210
4.6.3.3 Wärmestrahlung	211
4.7 Energieaustausch thermodynamischer Systeme, Hauptsätze der Thermo- dynamik	215
4.7.1 Grundbegriffe	215
4.7.2 Erster Hauptsatz der Thermodynamik	216
4.7.3 Spezielle Zustandsänderungen idealer Gase	217
4.7.3.1 Isochore Zustandsänderungen	217
4.7.3.2 Isobare Zustandsänderungen	217
4.7.3.3 Isotherme Zustandsänderungen	218
4.7.3.4 Adiabatische Zustandsänderungen	219
4.7.4 Zweiter Hauptsatz der Thermodynamik	221
4.7.5 Kreisprozesse in idealen Gasen	222
4.7.6 Entropie und dritter Hauptsatz der Thermodynamik	225
4.7.7 Statistische Interpretation der Entropie	229
4.7.8 Thermodynamische Potenziale, Gleichgewichtsbedingungen	233
4.8 Reale Gase	234
4.8.1 Van der Waals'sche Zustandsgleichung	235
4.8.2 Phasenübergänge	236

5 Elektrodynamik 241

5.1 Grundbegriffe	241
5.2 Elektrostatik	242
5.2.1 Grundlagen, Coulomb'sches Kraftgesetz, Gauß'sches Gesetz	242
5.2.2 Elektrische Felder statischer Ladungsverteilungen, Influenz	249
5.2.3 Kondensatoren	255
5.2.4 Energiedichte des elektrischen Feldes	264
5.2.5 Elektrische Dipole	266
5.2.6 Isolierende Stoffe (Dielektrika) im elektrischen Feld	269
5.2.7 Freie Ladungen und dielektrische Verschiebung	274
5.3 Elektrische Ströme	283
5.3.1 Grundbegriffe	283
5.3.2 Erhaltung der Ladung, Kontinuitätsgleichung	285
5.3.3 Leitfähigkeit elektrischer Leiter, Ohm'sches Gesetz	286
5.3.4 Gleichstromnetzwerke	288
5.3.5 Stromleistung	292
5.3.6 Schaltvorgänge bei Kondensatoren	294
5.3.7 Stromleitung in materiellen Medien	297
5.3.7.1 Stromleitung in Festkörpern, elektrische Kontaktspannungsreihe .	297
5.3.7.2 Stromleitung in Flüssigkeiten, elektrochemische Spannungsreihe	303

5.3.7.3 Stromleitung in Gasen	306
5.4 Magnetostatik	308
5.4.1 Grundlagen, Ampere'sches Gesetz, Quelfreiheit	308
5.4.2 Magnetfelder elektrischer Ströme, Biot-Savart'sches Gesetz	315
5.4.3 Magnetfelder spezieller stromdurchflossener Leiter, Spulen	318
5.4.4 Kräfte auf Ladungen im Magnetfeld, Lorentz-Kraft	325
5.4.5 Kraftwirkung zwischen stromdurchflossenen Leitern	327
5.5 Zeitabhängige elektromagnetische Felder	328
5.5.1 Zeitabhängige Magnetfelder, Faraday'sches Induktionsgesetz	328
5.5.2 Induktivität von Leiteranordnungen, Spulen	333
5.5.3 Schaltvorgänge bei Spulen	335
5.5.4 Energiedichte des magnetischen Feldes	338
5.5.5 Zeitabhängige elektrische Felder, Maxwell'scher Verschiebungsstrom	340
5.5.6 Magnetische Dipole	344
5.5.7 Materielle Medien (Magnetika) im magnetischen Feld	346
5.5.8 Freie Ströme und magnetische Feldstärke	353
5.5.9 Grundgleichungen der Elektrodynamik	358
5.6 Elektromagnetische Schwingungen	360
5.6.1 Wechselspannung und Wechselstrom	360
5.6.2 Drehstrom	364
5.6.3 Transformator	365
5.6.4 Komplexe Impedanz	368
5.6.5 Impedanzen spezieller Wechselstromwiderstände	370
5.6.6 Spezielle Wechselstromschaltungen, Resonanzerscheinungen	373
5.7 Elektromagnetische Wellen	377
5.7.1 Elektromagnetische Schwingkreise	377
5.7.2 Ausbreitung elektromagnetischer Wellenfelder	380
5.7.2.1 Wellenausbreitung in Abwesenheit freier Ladungen und Ströme	381
5.7.2.2 Wellenausbreitung in Anwesenheit freier Ladungen und Ströme	383
5.7.3 Ebene elektromagnetische Wellen im Vakuum	385
5.7.4 Energietransport in elektromagnetischen Wellen	388
6 Optik	391
6.1 Grundlagen	392
6.2 Strahlungsmessung und Fotometrie	394
6.3 Grundprinzipie der Optik	399
6.4 Strahlenoptik	400
6.4.1 Grundbegriffe	400
6.4.2 Reflexion des Lichtes	402
6.4.3 Abbildung durch Spiegel	402
6.4.4 Brechung des Lichtes	406

6.4.5 Lichtbrechung an einem Prisma	408
6.4.6 Abbildung durch dünne Linsen	410
6.4.7 Abbildungsfehler	417
6.4.8 Optische Instrumente	418
6.4.8.1 Kamera und Projektor	418
6.4.8.2 Lupe und Mikroskop	419
6.4.8.3 Fernrohr und Spiegelteleskop	419
6.5 Wellenoptik	420
6.5.1 Interferenz und Kohärenz	421
6.5.2 Interferometrie	425
6.5.2.1 Zweistrahlinterferenz	425
6.5.2.2 Vielstrahlinterferenz	428
6.5.3 Fraunhofer'sche Beugung	434
6.5.3.1 Fraunhofer'sche Beugung an einem einfachen Spalt	434
6.5.3.2 Fraunhofer'sche Beugung an einer kreisförmigen Öffnung	439
6.5.3.3 Fraunhofer'sche Beugung an einem Doppelspalt	439
6.5.3.4 Fraunhofer'sche Beugung an einem Gitter	442
6.5.4 Fresnel'sche Beugung	444
6.5.5 Auflösungsvermögen optischer Instrumente	446
6.5.5.1 Auflösungsvermögen eines Fernrohrs	447
6.5.5.2 Auflösungsvermögen eines Mikroskops	448
6.5.5.3 Auflösungsvermögen eines Gitterspektrometers	450
6.5.6 Reflexion und Polarisation des Lichtes	450
6.5.7 Optik anisotroper Medien und Doppelbrechung	454
7 Grundzüge der Relativitätsmechanik	461
7.1 Elektromagnetische Felder in verschiedenen Inertialsystemen	461
7.2 Grundprinzipie der speziellen Relativitätsmechanik	464
7.3 Gleichzeitigkeit	465
7.4 Zeitdilatation	467
7.5 Längenkontraktion	471
7.6 Lorentz-Transformation	473
7.7 Minkowski-Diagramme	476
7.8 Geschwindigkeitsaddition	480
7.9 Masse und Energie	481
8 Grundzüge der Quantenmechanik	485
8.1 Teilchennatur elektromagnetischer Wellen	485
8.2 Quantenzustände von Atomen	488
8.3 Wellennatur von Teilchen	491
8.4 Die Schrödinger-Gleichung	493

8.5 Beschreibung quantenmechanischer Zustände und Messgrößen	494
8.6 Die Heisenberg'sche Unschärferelation	496
8.7 Aufbau von Atomen	498
Physikalische Konstanten und Einheiten im Überblick	501
Sachregister	505