

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
1.1	Physikalischer Erkenntnisprozess	1
1.2	Bereiche der physikalischen Erkenntnis	3
1.3	Physikalische Größen	6
1.3.1	Definition und Maßeinheit	6
1.3.2	Messgenauigkeit	7
1.3.3	Fehlerfortpflanzung	13
1.3.4	Kurvenanpassung	14
1.3.5	Ausgleichsgeradenkonstruktion	16
1.3.6	Korrelationsanalyse	17
1.3.7	Zur Übung	18
2	Mechanik	21
2.1	Einführung	21
2.2	Kinematik des Punktes	21
2.2.1	Eindimensionale Kinematik	22
2.2.2	Dreidimensionale Kinematik	28
2.2.3	Kreisbewegungen	30
2.2.4	Zur Übung	33
2.3	Grundgesetze der klassischen Mechanik	34
2.3.1	Konzept der klassischen Dynamik	34
2.3.2	Newton'sche Axiome	35
2.3.3	Masse	36
2.3.4	Kraft	36
2.3.5	Zur Übung	39
2.4	Dynamik in bewegten Bezugssystemen	40
2.4.1	Relativ zueinander geradlinig bewegte Bezugssysteme	40
2.4.2	Gleichförmig rotierende Bezugssysteme	42
2.4.3	Zur Übung	45
2.5	Impuls	46
2.5.1	Impuls eines materiellen Punktes	46
2.5.2	Impuls eines Systems materieller Punkte	47
2.5.3	Raketengleichung	49
2.5.4	Zur Übung	51

2.6	Arbeit und Energie	51
2.6.1	Arbeit	51
2.6.2	Leistung, Wirkungsgrad	53
2.6.3	Energie	55
2.6.4	Energieerhaltungssatz	56
2.6.5	Zur Übung	57
2.7	Stoßprozesse	57
2.7.1	Übersicht und Grundbegriffe	57
2.7.2	Gerader, zentraler, elastischer Stoß	57
2.7.3	Gerader, zentraler, unelastischer Stoß	60
2.7.4	Schiefe, zentrale Stöße	61
2.7.5	Zur Übung	62
2.8	Drehbewegungen	63
2.8.1	Drehmoment	63
2.8.2	Newton'sches Aktionsgesetz der Drehbewegung	63
2.8.3	Arbeit, Leistung und Energie bei der Drehbewegung	65
2.8.4	Drehbewegungen von Systemen materieller Punkte	66
2.8.5	Analogie Translation und Rotation	67
2.8.6	Zur Übung	67
2.9	Mechanik starrer Körper	69
2.9.1	Freiheitsgrade und Kinematik	69
2.9.2	Kräfte am starren Körper	70
2.9.3	Schwerpunkt und potenzielle Energie eines starren Körpers	72
2.9.4	Kinetische Energie eines starren Körpers	73
2.9.5	Massenträgheitsmomente starrer Körper	76
2.9.6	Kreisel	82
2.9.7	Zur Übung	86
2.10	Gravitation	87
2.10.1	Beobachtungen	87
2.10.2	Newton'sches Gravitationsgesetz	88
2.10.3	Hubarbeit und potenzielle Energie	91
2.10.4	Satellitenbahnen	92
2.10.5	Zur Übung	93
2.11	Mechanik deformierbarer fester Körper – Elastomechanik	94
2.11.1	Elastische Verformung	94
2.11.2	Plastische Verformung	102
2.11.3	Härte fester Körper	103
2.11.4	Zur Übung	106
2.12	Mechanik der Flüssigkeiten und Gase-, Hydro- und Aeromechanik	106
2.12.1	Ruhende Flüssigkeiten (Hydrostatik) und ruhende Gase (Aerostatik)	106
2.12.2	Fluide – strömende Flüssigkeiten (Hydrodynamik) und Gase (Aerodynamik)	118

3	Thermodynamik	153
3.1	Grundlagen	153
3.1.1	Einführung	153
3.1.2	Thermodynamische Grundbegriffe	155
3.1.3	Temperatur	156
3.1.4	Thermische Ausdehnung	160
3.1.5	Allgemeine Zustandsgleichung idealer Gase	162
3.1.6	Zur Übung	164
3.2	Kinetische Gastheorie	164
3.2.1	Gasdruck	164
3.2.2	Thermische Energie und Temperatur	166
3.2.3	Geschwindigkeitsverteilung der Gasmoleküle	167
3.2.4	Zur Übung	170
3.3	Hauptsätze der Thermodynamik	170
3.3.1	Wärme	170
3.3.2	Zur Übung	172
3.3.3	Erster Hauptsatz der Thermodynamik	173
3.3.4	Berechnung der Wärmekapazitäten	176
3.3.5	Spezielle Zustandsänderungen idealer Gase	179
3.3.6	Kreisprozesse	186
3.3.7	Zweiter Hauptsatz der Thermodynamik	195
3.3.8	Thermodynamische Potenziale	202
3.3.9	Dritter Hauptsatz der Thermodynamik	203
3.4	Zustandsänderungen realer Gase	204
3.4.1	Van-der-Waals'sche Zustandsgleichung	204
3.4.2	Gasverflüssigung (Joule-Thomson-Effekt)	207
3.4.3	Phasenumwandlungen	208
3.4.4	Dämpfe und Luftfeuchtigkeit	215
3.5	Wärmeübertragung	218
3.5.1	Wärmeleitung	218
3.5.2	Konvektion	224
3.5.3	Wärmestrahlung	229
3.5.4	Wärmedurchgang	233
3.5.5	Zur Übung	234
4	Elektrizität und Magnetismus	237
4.1	Physikalische Gesetze und Definitionen	238
4.1.1	Ladung	238
4.1.2	Stromstärke	240
4.1.3	Spannung	241
4.1.4	Widerstand und Leitwert	242
4.1.5	Ohm'sches Gesetz	245
4.1.6	Kirchhoff'sche Regeln im verzweigten Stromkreis	246
4.1.7	Schaltung von Widerständen	248
4.1.8	Messbereichserweiterung	250
4.1.9	Ausgewählte Messanordnungen	252
4.1.10	Klemmenspannung und innerer Widerstand	254

4.1.11	Schaltung von Spannungsquellen	255
4.1.12	Elektrische Leistung und elektrische Arbeit . . .	256
4.1.13	Zur Übung	258
4.2	Ladungstransport in Flüssigkeiten und Gasen	259
4.2.1	Ladungstransport in Flüssigkeiten	259
4.2.2	Ladungstransport im Vakuum und in Gasen . . .	272
4.2.3	Plasmaströme	280
4.2.4	Zur Übung	281
4.3	Elektrisches Feld	281
4.3.1	Allgemeiner Feldbegriff	281
4.3.2	Beschreibung des elektrischen Feldes	281
4.3.3	Elektrische Feldstärke und Kraft	282
4.3.4	Elektrische Feldstärke und elektrostatisches Potenzial	285
4.3.5	Bewegung geladener Teilchen im elektrischen Feld	289
4.3.6	Leiter im elektrischen Feld	294
4.3.7	Nichtleiter im elektrischen Feld, elektrische Polarisation und Permittivitätszahl	301
4.3.8	Energieinhalt des elektrischen Feldes	310
4.3.9	Zur Übung	311
4.4	Magnetisches Feld	312
4.4.1	Beschreibung des magnetischen Feldes	312
4.4.2	Magnetische Feldstärke und Durchflutungsgesetz	313
4.4.3	Magnetische Flussdichte und Kraftwirkungen im Magnetfeld	318
4.4.4	Materie im Magnetfeld	328
4.4.5	Zur Übung	341
4.5	Instationäre Felder	341
4.5.1	Elektromagnetische Induktion	341
4.5.2	Periodische Felder (Wechselstromkreis)	347
4.5.3	Ein- und Ausschaltvorgänge in Stromkreisen . .	360
4.5.4	Messgeräte	363
4.5.5	Zusammenhang elektrischer und magnetischer Größen – Maxwell'sche Gleichungen	367
4.5.6	Zur Übung	370
5	Schwingungen und Wellen	373
5.1	Schwingungen	373
5.1.1	Physikalische Grundlagen schwingungsfähiger Systeme	373
5.1.2	Freie Schwingung	377
5.1.3	Erzwungene Schwingung	395
5.1.4	Überlagerung von Schwingungen	401
5.1.5	Schwingungen mit mehreren Freiheitsgraden (gekoppeltes Schwingungssystem)	409
5.1.6	Nichtlineare Schwinger	412
5.1.7	Parametrisch erregte Schwingungen	412
5.1.8	Zur Übung	413

5.2	Wellen	413
5.2.1	Physikalische Grundlagen der Wellenausbreitung	413
5.2.2	Harmonische Wellen	417
5.2.3	Zur Übung	421
5.2.4	Doppler-Effekt	422
5.2.5	Zur Übung	424
5.2.6	Interferenz	425
5.2.7	Zur Übung	434
6	Optik	435
6.1	Einführung	435
6.2	Geometrische Optik	436
6.2.1	Lichtstrahlen	436
6.2.2	Reflexion des Lichtes	437
6.2.3	Brechung des Lichtes	443
6.2.4	Abbildung durch Linsen	453
6.2.5	Blenden im Strahlengang	464
6.2.6	Zur Übung	465
6.2.7	Abbildungsfehler	465
6.2.8	Optische Instrumente	465
6.3	Radio- und Fotometrie	475
6.3.1	Einführung	475
6.3.2	Strahlungsphysikalische Größen	475
6.3.3	Zur Übung	482
6.3.4	Lichttechnische Größen	482
6.3.5	Zur Übung	484
6.3.6	Farbmetrik	485
6.3.7	Zur Übung	488
6.4	Wellenoptik	488
6.4.1	Interferenz und Beugung	488
6.4.2	Polarisation des Lichtes	515
6.5	Quantenoptik	524
6.5.1	Lichtquanten	524
6.5.2	Dualismus Teilchen–Welle	528
6.5.3	Wärmestrahlung	529
6.5.4	Laser	530
6.5.5	Materiewellen	534
6.6	Abbildung mikroskopischer Objekte	537
6.6.1	Beugungsbegrenzte Abbildung	537
6.6.2	Überwindung der Beugungsbegrenzung	539
7	Akustik	545
7.1	Einführung	545
7.2	Schallwellen	546
7.2.1	Schallausbreitung	546
7.2.2	Schallwandler	550
7.2.3	Schallwellen an Grenzflächen	553
7.2.4	Zur Übung	559

7.3	Schallempfindung	560
7.3.1	Physiologische Akustik	560
7.3.2	Musikalische Akustik	563
7.3.3	Zur Übung	567
7.4	Technische Akustik	567
7.4.1	Raumakustik	567
7.4.2	Luftschalldämmung	569
7.4.3	Körperschalldämmung	570
7.4.4	Strömungsgeräusche	574
7.4.5	Ultraschall	575
7.4.6	Schalleinsatz	576
7.4.7	Zur Übung	577
8	Atom- und Kernphysik	579
8.1	Bohr'sches Atommodell	580
8.1.1	Optisches Spektrum des Wasserstoffatoms	580
8.1.2	Bohr'sche Postulate	582
8.1.3	Quantenbedingungen nach Bohr/Sommerfeld	583
8.2	Quantentheorie	585
8.2.1	Hamilton-Operator	587
8.2.2	Schrödinger-Gleichung	589
8.2.3	Unschärferelation	594
8.2.4	Quantenmechanik des Wasserstoffatoms	595
8.2.5	Quanten-Hall-Effekt	599
8.2.6	Tunneleffekt	604
8.3	Bahn- und Spinmagnetismus	606
8.3.1	Zeeman- und Stark-Effekt	609
8.3.2	Elektronen- und Kernspinresonanz	609
8.4	Systematik des Atombaus	611
8.4.1	Periodensystem der Elemente	611
8.4.2	Aufbau der Elektronenhülle	611
8.5	Röntgenstrahlung	612
8.5.1	Bremsstrahlung und charakteristische Strahlung	612
8.5.2	Absorption von Röntgenstrahlung, Computertomografie	613
8.6	Molekülspektren	616
8.6.1	Potenzialkurve	616
8.6.2	Rotations-Schwingungs-Spektrum	618
8.6.3	Raman-Effekt	620
8.7	Aufbau der Atomkerne	621
8.7.1	Größe und Ladungsverteilung	621
8.7.2	Kernmodelle	624
8.8	Kernumwandlung	631
8.8.1	Radioaktiver Zerfall	631
8.8.2	Kernreaktionen	644
8.8.3	Kernspaltung und Kernreaktoren	647
8.8.4	Kernfusion	652

8.9	Elementarteilchen	659
8.9.1	Einteilung	661
8.9.2	Erhaltungssätze	663
8.9.3	Fundamentale Wechselwirkungen	665
8.10	Strahlenschutz	667
8.10.1	Wechselwirkung der Strahlung mit Materie	667
8.10.2	Dosisgrößen	675
8.10.3	Biologische Wirkung der Strahlung	679
8.10.4	Dosismessung	681
8.10.5	Strahlenschutzmaßnahmen	682
8.10.6	Zur Übung	688
9	Festkörperphysik	689
9.1	Struktur fester Körper	689
9.1.1	Kristallbindungsarten	689
9.1.2	Kristalline Strukturen	692
9.1.3	Gitterfehler	695
9.1.4	Amorphe Werkstoffe	697
9.1.5	Makromolekulare Festkörper	699
9.1.6	Ausgewählte Werkstoffe	702
9.1.7	Flüssigkristalle	708
9.2	Elektronen in Festkörpern	710
9.2.1	Energiebänder-Modell	710
9.2.2	Metalle	713
9.2.3	Halbleiter	719
9.2.4	Supraleitung	730
9.2.5	Zur Übung	734
9.3	Thermodynamik fester Körper	735
9.3.1	Gitterschwingungen	735
9.3.2	Effekte im Zusammenhang mit Wärmefluss und elektrischem Strom	742
9.3.3	Piezoelektrizität	745
9.3.4	Zur Übung	746
9.4	Optoelektronische Halbleiter-Bauelemente	747
9.4.1	Strahlungsquellen	747
9.4.2	Empfänger	750
10	Spezielle Relativitätstheorie	759
10.1	Relativität des Bezugssystems	759
10.2	Lorentz-Transformation	761
10.3	Relativistische Effekte	763
10.3.1	Längenkontraktion	763
10.3.2	Zeitdilatation	764
10.3.3	Relativistische Addition der Geschwindigkeiten	765
10.4	Relativistische Dynamik	766
10.5	Spezielle Relativitätstheorie in der Elektrodynamik	770
10.5.1	Elektrodynamische Kraft	770
10.5.2	Doppler-Effekt des Lichtes	770
10.5.3	Zur Übung	771

11	Kosmologie	773
11.1	Eine kurze Geschichte der Kosmologie	773
11.2	Physik des Urknalls	775
11.3	Brücke zwischen dem Allerkleinsten und dem Allergrößten	776
11.4	Die dunkle Seite des Kosmos	777
11.5	Schwarze Löcher	778
12	Anhang	781
12.1	Lösungen der Übungsaufgaben	781
12.1.1	Einführung	781
12.1.2	Mechanik	784
12.1.3	Thermodynamik	805
12.1.4	Elektrizität und Magnetismus	816
12.1.5	Schwingungen und Wellen	823
12.1.6	Optik	832
12.1.7	Akustik	856
12.1.8	Atom- und Kernphysik	861
12.1.9	Festkörperphysik	862
12.1.10	Spezielle Relativitätstheorie	867
12.2	Nobelpreisträger der Physik	870
12.3	Physikalische Konstanten	879
12.4	Umrechnung von Energiemaßen und Energieäquivalenten	879
12.5	Veraltete Maßeinheiten oder solche außerhalb des SI	880
	Stichwortverzeichnis	881