

Inhalt

Vorwort	V
1 Einstieg	1
1.1 Motivation	1
1.2 Physikalische Größen	2
1.3 Maßsystem und Standards	2
1.4 Größenordnungen	7
1.5 Messgenauigkeit	10
1.6 Vektoren und Koordinaten	13
Zusammenfassung: Einstieg	16
Testfragen zu Kapitel 1	17
Übungsaufgaben zu Kapitel 1	18
2 Mechanik	21
2.1 Kinematik	21
2.1.1 Eindimensionale Bewegungen	21
2.1.1.1 Geschwindigkeit	22
2.1.1.2 Beschleunigung	24
2.1.1.3 Bewegungsgleichung	25
2.1.1.4 Der freie Fall	27
2.1.2 Bewegungen in zwei und drei Dimensionen	29
2.1.2.1 Überlagerung eindimensionaler Bewegungen	29
2.1.2.2 Bezugssysteme und Transformationen	31
Zusammenfassung: Kinematik	33

2.2	Dynamik	33
2.2.1	NEWTONSche Axiome	34
2.2.1.1	Trägheitsgesetz	34
2.2.1.2	Aktionsgesetz	35
2.2.1.3	Reaktionsgesetz	36
2.2.2	Folgerungen aus den NEWTONschen Axiomen	36
2.2.2.1	Kraft und Impuls	36
2.2.2.2	Abgeschlossenes System und Impulserhaltungssatz ...	37
2.2.3	Mechanische Kräfte	40
2.2.3.1	Trägheitskraft	40
2.2.3.2	Gewichtskraft	40
2.2.3.3	Federkraft und HOOKESches Gesetz	42
2.2.3.4	Reibungskraft	43
	Zusammenfassung: Dynamik	45
2.3	Arbeit, Energie und Leistung	45
2.3.1	Mechanische Arbeit	45
2.3.2	Potenzielle Energie	46
2.3.3	Kinetische Energie	48
2.3.4	Energieerhaltungssatz der Mechanik	48
2.3.5	Stoßgesetze	50
2.3.6	Leistung und Wirkungsgrad	51
	Zusammenfassung: Arbeit, Energie und Leistung	53
2.4	Kinematik und Dynamik der Kreisbewegung	54
2.4.1	Grundbegriffe der Kreisbewegung	54
2.4.2	Radialbeschleunigung	56
2.4.3	Radialkräfte	59
2.4.4	CORIOLIS-Beschleunigung und -Kraft	60
	Zusammenfassung: Kreisbewegung	63
2.5	Rotation starrer Körper	64
2.5.1	Drehmoment	64
2.5.2	Schwerpunkt, Gleichgewicht und Statik	66
2.5.3	Trägheitsmoment	68
2.5.4	Rotationsenergie und Drehimpuls	71
	Zusammenfassung: Rotation starrer Körper	73

2.6	Schwingungen und Wellen	74
2.6.1	Freie ungedämpfte Schwingungen	74
2.6.2	Freie gedämpfte Schwingungen	79
2.6.3	Erzwungene Schwingungen	80
2.6.4	Überlagerung von Schwingungen	83
2.6.4.1	Räumliche Überlagerung	83
2.6.4.2	Zeitliche Überlagerung	85
2.6.4.3	Gekoppelte Schwingungen	86
2.6.5	Harmonische Wellen	87
	Zusammenfassung: Schwingungen und Wellen	91
2.7	Gravitation und Himmelsmechanik	92
2.7.1	KEPLERSche Gesetze	92
2.7.2	NEWTONSches Gravitationsgesetz	94
2.7.3	Gravitationsfeld	98
2.7.4	Ergebnisse der EINSTEINSchen Relativitätstheorien	99
2.7.4.1	Spezielle Relativitätstheorie	99
2.7.4.2	Allgemeine Relativitätstheorie	104
	Zusammenfassung: Gravitation und Himmelsmechanik	105
2.8	Flüssigkeiten und Gase	106
2.8.1	Druck	106
2.8.1.1	Kolbendruck	106
2.8.1.2	Schweredruck	107
2.8.1.3	Luftdruck	108
2.8.1.4	Auftrieb	110
2.8.2	Oberflächenspannung	112
2.8.3	Strömungen	112
2.8.3.1	Reibungsfreie Strömungen	112
2.8.3.2	Viskose Strömungen	114
	Zusammenfassung: Flüssigkeiten und Gase	118
	Testfragen zu Kapitel 2	118
	Übungsaufgaben zu Kapitel 2	120

3	Thermodynamik	127
3.1	Temperatur	127
3.1.1	Skalen und Fixpunkte	128
3.1.2	Thermische Ausdehnung	130
3.1.3	Temperaturmessung	133
	Zusammenfassung: Temperatur	134
3.2	Wärme	135
3.2.1	Wärmekapazität	135
3.2.2	Aggregatzustände	137
3.2.3	Wärmetransport	142
3.2.3.1	Konvektion	142
3.2.3.2	Wärmeleitung	143
3.2.3.3	Wärmestrahlung	146
	Zusammenfassung: Wärme	151
3.3	Ideale Gase	151
3.3.1	Molare Größen	152
3.3.2	Zustandsgleichung	153
3.3.3	Kinetische Gastheorie	155
3.3.3.1	Druck	156
3.3.3.2	Temperatur und Energie	158
3.3.3.3	MAXWELLSche Geschwindigkeitsverteilung und BOLTZMANN-Faktor	158
	Zusammenfassung: Ideale Gase	160
3.4	Zustandsänderungen und erster Hauptsatz	160
3.4.1	Volumenänderungsarbeit	160
3.4.2	Erster Hauptsatz	162
3.4.3	Zustandsänderungen	163
3.4.3.1	Isotherme Zustandsänderung	163
3.4.3.2	Isochore Zustandsänderung	165
3.4.3.3	Isobare Zustandsänderung	166
3.4.3.4	Adiabatische Zustandsänderung	167
	Zusammenfassung: Zustandsänderungen und erster Hauptsatz	169
3.5	Kreisprozesse und zweiter Hauptsatz	169
3.5.1	Kreisprozess von CARNOT	170

3.5.2	Reversibilität und Wirkungsgrad	173
3.5.3	Kreisprozesse bei Motoren	175
3.5.4	Zweiter Hauptsatz	176
3.5.5	Entropie	178
	Zusammenfassung: Kreisprozesse und zweiter Hauptsatz	182
	Testfragen zu Kapitel 3	183
	Übungsaufgaben zu Kapitel 3	184
4	Elektrizität und Magnetismus	189
4.1	Elektrostatik	189
4.1.1	Elektrische Ladungen und die COULOMB-Kraft	189
4.1.2	Elektrisches Feld	192
4.1.3	Potenzial und Spannung	196
4.1.4	Kondensator und Kapazität	199
4.1.4.1	Plattenkondensator	199
4.1.4.2	Dielektrikum im Kondensator	201
4.1.4.3	Kondensator als Energiespeicher	203
	Zusammenfassung: Elektrostatik	205
4.2	Strom und Widerstand	205
4.2.1	Stromstärke und Stromdichte	206
4.2.2	Widerstand	207
4.2.3	Stromkreise und Stromverzweigungen	213
	Zusammenfassung: Strom und Widerstand	219
4.3	Magnetfeld	219
4.3.1	Magnetische Phänomene	219
4.3.2	Strom und Magnetfeld	221
4.3.3	Materie im Magnetfeld	224
4.3.4	Strom und magnetische Kraft	227
4.3.5	LORENTZ-Kraft	230
	Zusammenfassung: Magnetfeld	233
4.4	Elektromagnetische Induktion	234
4.4.1	Induktion durch Bewegung	234
4.4.2	Induktionsgesetz	236
4.4.3	LENZsche Regel	237

4.4.4	Selbstinduktion	239
4.4.5	Energie des Magnetfeldes	241
	Zusammenfassung: Elektromagnetische Induktion	242
4.5	Wechselstrom	242
4.5.1	Generator und Transformator	243
4.5.2	Wechselstromwiderstand	245
4.5.3	Phasenbeziehungen im Wechselstromkreis	248
	Zusammenfassung: Wechselstrom	251
4.6	Elektromagnetische Schwingungen und Wellen	252
4.6.1	Schwingkreis	252
4.6.2	MAXWELLSche Gleichungen	255
4.6.3	Elektromagnetische Wellen	257
4.6.3.1	Abstrahlung	257
4.6.3.2	Ausbreitung	258
4.6.3.3	Eigenschaften	260
	Zusammenfassung: Elektromagnetische Schwingungen und Wellen ..	263
4.7	Grundlagen der Elektronik	264
4.7.1	Elektronen im Vakuum	264
4.7.1.1	Glühelektrischer Effekt	264
4.7.1.2	Beschleunigung im elektrischen Feld	266
4.7.1.3	Ablenkung im magnetischen Feld	268
4.7.2	Elektronen in Gasen	269
4.7.3	Ladungen in Flüssigkeiten	271
4.7.4	Elektronen in Metallen	273
4.7.5	Ladungsträger in Halbleitern	275
4.7.5.1	Eigenleitung	275
4.7.5.2	Störstellenleitung	276
4.7.5.3	pn-Übergang	277
4.7.5.4	Halbleiterdioden	278
4.7.5.5	Transistoren	279
	Zusammenfassung: Grundlagen der Elektronik	281
	Testfragen zu Kapitel 4	282
	Übungsaufgaben zu Kapitel 4	284

5	Optik	289
5.1	Grundlagen der Strahlenoptik	289
5.1.1	Lichtausbreitung	290
5.1.2	Reflexion	292
5.1.3	Brechung und Totalreflexion	295
	Zusammenfassung: Grundlagen der Strahlenoptik	299
5.2	Strahlenoptische Abbildungen	300
5.2.1	Eigenschaften von Linsen	300
5.2.2	Abbildungen mit Linsen	302
5.2.3	Linsensysteme und Abbildungsfehler	305
	Zusammenfassung: Strahlenoptische Abbildungen	307
5.3	Strahlenoptische Instrumente	307
5.3.1	Kamera und Auge	307
5.3.2	Fernrohre	310
5.3.3	Mikroskop	312
	Zusammenfassung: Strahlenoptische Instrumente	314
5.4	Grundlagen der Wellenoptik	315
5.4.1	Interferenz und Kohärenz	315
5.4.2	Wellenausbreitung	319
5.4.3	Beugung	320
	Zusammenfassung: Grundlagen der Wellenoptik	322
5.5	Anwendungen der Wellenoptik	323
5.5.1	Beugungsbegrenztes Auflösungsvermögen	323
5.5.2	Beugungsgitter	326
5.5.3	Holografie	328
5.5.4	Interferometrie	332
	Zusammenfassung: Anwendungen der Wellenoptik	333
5.6	Polarisationsoptik	334
5.6.1	Grundbegriffe	334
5.6.2	Erzeugung polarisierten Lichtes	335
5.6.3	Anwendungen polarisierten Lichtes	338
	Zusammenfassung: Polarisationsoptik	339
	Testfragen zu Kapitel 5	339
	Übungsaufgaben zu Kapitel 5	341

6	Quanten und Atome	345
6.1	Welle-Teilchen-Dualismus	345
6.1.1	Quantenoptik	346
6.1.1.1	Fotoeffekt	346
6.1.1.2	Eigenschaften von Photonen	350
6.1.1.3	COMPTON-Effekt	350
6.1.2	Materiewellen	351
6.1.3	HEISENBERGSche Unschärferelation	353
	Zusammenfassung: Welle-Teilchen-Dualismus	356
6.2	Atomhülle	357
6.2.1	RUTHERFORDSches Planetenmodell	357
6.2.2	BOHRsches Atommodell	358
6.2.3	Quantenzahlen und das PAULI-Prinzip	361
6.2.4	Wellenmodell und Quantenmechanik	365
	Zusammenfassung: Atomhülle	371
6.3	Quanten-Emission und -Absorption	371
6.3.1	Atomspektren	372
6.3.2	Laser	374
6.3.2.1	Stimulierte Emission	375
6.3.2.2	Besetzungsumkehr	376
6.3.2.3	Resonator	377
6.3.2.4	Rubin- und Helium-Neon-Laser	377
6.3.2.5	Eigenschaften und Anwendungen	379
6.3.3	Röntgenstrahlung	381
6.3.3.1	Bremsspektrum	381
6.3.3.2	Charakteristisches Röntgenspektrum	382
6.3.3.3	Anwendungen	383
	Zusammenfassung: Quanten-Emission und -Absorption	384
6.4	Festkörper	385
6.4.1	Bindung und Struktur	385
6.4.2	Bändermodell	387
6.4.3	FERMI-Energie	389
6.4.4	Elektronen- und Löcherleitung	390

6.4.5 Halbleiter-Bauelemente	393
Zusammenfassung: Festkörper	395
6.5 Atomkern	395
6.5.1 Nukleonen	396
6.5.2 Masse und Massendefekt	398
6.5.3 Radioaktivität	400
6.5.3.1 Strahlungen	401
6.5.3.2 Kernumwandlungen	403
6.5.3.3 Aktivität und Dosis	406
6.5.3.4 Strahlungsnachweis	408
6.5.4 Kernenergie	410
6.5.4.1 Kernspaltung	410
6.5.4.2 Kernfusion	412
Zusammenfassung: Atomkern	415
Testfragen zu Kapitel 6	416
Übungsaufgaben zu Kapitel 6	417
Anhang	421
Nützliche mathematische Beziehungen	421
Quellen- und Literaturverzeichnis	425
Verzeichnis der Bildquellen und Bildautoren	427
Index	429