

Inhaltsverzeichnis

1	EINSTIEG	
1.1	Motivation	11
1.2	Physikalische Größen	11
1.3	Maßsystem und Standards	12
1.4	Größenordnungen	15
1.5	Messgenauigkeit	16
1.6	Vektoren und Koordinaten	18
<i>Zusammenfassung: Einstieg</i>		20
<i>Testfragen und Übungsaufgaben</i>		20
2	MECHANIK	
2.1	Kinematik	22
2.1.1	Eindimensionale Bewegungen	22
2.1.1.1	Geschwindigkeit	22
2.1.1.2	Beschleunigung	24
2.1.1.3	Bewegungsgleichung	24
2.1.1.4	Der freie Fall	25
2.1.2	Bewegungen in zwei und drei Dimensionen	27
2.1.2.1	Überlagerung eindimensionaler Bewegungen	27
2.1.2.2	Bezugssysteme und Transformationen	28
<i>Zusammenfassung: Kinematik</i>		29
2.2	Dynamik	30
2.2.1	NEWTONsche Axiome	30
2.2.1.1	Trägheitsgesetz	30
2.2.1.2	Aktionsgesetz	31
2.2.1.3	Reaktionsgesetz	31
2.2.2	Folgerungen aus den NEWTONschen Axiomen	31
2.2.2.1	Kraft und Impuls	31
2.2.2.2	Abgeschlossene Systeme und Impulserhaltungssatz	32
2.2.3	Mechanische Kräfte	33
2.2.3.1	Trägheitskraft	33
2.2.3.2	Gewichtskraft	33
2.2.3.3	Federkraft und HOOKESches Gesetz	35
2.2.3.4	Reibungskraft	35
<i>Zusammenfassung: Dynamik</i>		36
2.3	Arbeit, Energie und Leistung	36
2.3.1	Mechanische Arbeit	37
2.3.2	Potenzielle Energie	37
2.3.3	Kinetische Energie	38
2.3.4	Energieerhaltungssatz der Mechanik	38
2.3.5	Stoßgesetze	39
2.3.6	Leistung und Wirkungsgrad	40
<i>Zusammenfassung: Arbeit, Energie und Leistung</i>		42
2.4	Kinematik und Dynamik der Kreisbewegung	42
2.4.1	Grundbegriffe der Kreisbewegung	42
2.4.2	Radialbeschleunigung	43
2.4.3	Radialkräfte	45
2.4.4	CORIOLIS-Beschleunigung und -Kraft	45
<i>Zusammenfassung: Kreisbewegung</i>		47
2.5	Rotation starrer Körper	48
2.5.1	Drehmoment	48
2.5.2	Schwerpunkt, Gleichgewicht und Statik	49
2.5.3	Trägheitsmoment	50
2.5.4	Rotationsenergie und Drehimpuls	52
<i>Zusammenfassung: Rotation starrer Körper</i>		53
2.6	Schwingungen und Wellen	54
2.6.1	Freie ungedämpfte Schwingungen	54
2.6.2	Freie gedämpfte Schwingungen	57
2.6.3	Erzwungene Schwingungen	57
2.6.4	Überlagerung von Schwingungen	59
2.6.4.1	Räumliche Überlagerung	59
2.6.4.2	Zeitliche Überlagerung	60
2.6.4.3	Gekoppelte Schwingungen	60
2.6.5	Harmonische Wellen	61
<i>Zusammenfassung: Schwingungen und Wellen</i>		63
2.7	Gravitation und Himmelsmechanik	63
2.7.1	KEPLERSche Gesetze	63
2.7.2	NEWTONsches Gravitationsgesetz	64
2.7.3	Gravitationsfeld	66
2.7.4	Ergebnisse der EINSTEINSchen Relativitätstheorien	67

2.7.4.1	Spezielle Relativitätstheorie	67	3.4	Zustandsänderungen und erster Hauptsatz	105
2.7.4.2	Allgemeine Relativitätstheorie	70	3.4.1	Volumenänderungsarbeit	105
Zusammenfassung: Gravitation und Himmels- mechanik		71	3.4.2	Erster Hauptsatz	106
2.8	Flüssigkeiten und Gase	72	3.4.3	Zustandsänderungen	107
2.8.1	Druck	72	3.4.3.1	Isotherme Zustandsänderung	107
2.8.1.1	Kolbendruck	72	3.4.3.2	Isochore Zustandsänderung	108
2.8.1.2	Schweredruck	72	3.4.3.3	Isobare Zustandsänderung	108
2.8.1.3	Luftdruck	73	3.4.3.4	Adiabatische Zustandsänderung	109
2.8.1.4	Auftrieb	74	Zusammenfassung: Zustandsänderungen und erster Hauptsatz		111
2.8.2	Oberflächenspannung	75	3.5	Kreisprozesse und zweiter Hauptsatz	111
2.8.3	Strömungen	76	3.5.1	Kreisprozess von CARNOT	111
2.8.3.1	Reibungsfreie Strömungen	76	3.5.2	Reversibilität und Wirkungsgrad	113
2.8.3.2	Viskose Strömungen	77	3.5.3	Kreisprozesse bei Motoren	115
Zusammenfassung: Flüssigkeiten und Gase		79	3.5.4	Zweiter Hauptsatz	115
Testfragen und Übungsaufgaben zur Mechanik		80	3.5.5	Entropie	117
3	THERMODYNAMIK		Zusammenfassung: Kreisprozesse und zweiter Hauptsatz		120
3.1	Temperatur	84	Testfragen und Übungsaufgaben zur Thermo- dynamik		120
3.1.1	Skalen und Fixpunkte	84	4	ELEKTRIZITÄT UND MAGNETISMUS	
3.1.2	Thermische Ausdehnung	85	4.1	Elektrostatik	123
3.1.3	Temperaturmessung	87	4.1.1	Elektrische Ladungen und die COULOMB-Kraft	123
Zusammenfassung: Temperatur		88	4.1.2	Elektrisches Feld	125
3.2	Wärme	89	4.1.3	Potenzial und Spannung	127
3.2.1	Wärmekapazität	89	4.1.4	Kondensator und Kapazität	129
3.2.2	Aggregatzustände	90	4.1.4.1	Plattenkondensator	129
3.2.3	Wärmetransport	93	4.1.4.2	Dielektrikum im Kondensator	130
3.2.3.1	Konvektion	94	4.1.4.3	Kondensator als Energiespeicher	132
3.2.3.2	Wärmeleitung	94	Zusammenfassung: Elektrostatik		133
3.2.3.3	Wärmestrahlung	96	4.2	Strom und Widerstand	133
Zusammenfassung: Wärme		99	4.2.1	Stromstärke und Stromdichte	134
3.3	Ideale Gase	99	4.2.2	Widerstand	135
3.3.1	Molare Größen	99	4.2.3	Stromkreise und Stromverzwe- gungen	138
3.3.2	Zustandsgleichung	100	Zusammenfassung: Strom und Widerstand		141
3.3.3	Kinetische Gastheorie	102			
3.3.3.1	Druck	102			
3.3.3.2	Temperatur und Energie	103			
3.3.3.3	MAXWELLSche Geschwindigkeits- verteilung und BOLTZMANN-Faktor	104			
Zusammenfassung: Ideale Gase		105			

4.3 Magnetfeld	142	4.7.5.2 Störstellenleitung	177
4.3.1 Magnetische Phänomene	142	4.7.5.3 pn-Übergang	178
4.3.2 Strom und Magnetfeld	143	4.7.5.4 Halbleiterdioden	178
4.3.3 Materie im Magnetfeld	145	4.7.5.5 Transistoren	179
4.3.4 Strom und magnetische Kraft	147	Zusammenfassung: Grundlagen der Elektronik	180
4.3.5 LORENTZ-Kraft	148	Testfragen und Übungsaufgaben zu Elektrizität und Magnetismus	181
Zusammenfassung: Magnetfeld	151		
4.4 Elektromagnetische Induktion	151	5 OPTIK	
4.4.1 Induktion durch Bewegung	151	5.1 Grundlagen der Strahlenoptik	185
4.4.2 Induktionsgesetz	152	5.1.1 Lichtausbreitung	185
4.4.3 LENZSche Regel	153	5.1.2 Reflexion	187
4.4.4 Selbstinduktion	154	5.1.3 Brechung und Totalreflexion	188
4.4.5 Energie des Magnetfeldes	156	Zusammenfassung: Grundlagen der Strahlenoptik	191
Zusammenfassung: Elektromagnetische Induktion	156		
4.5 Wechselstrom	157	5.2 Strahlenoptische Abbildungen	192
4.5.1 Generator und Transformator	157	5.2.1 Eigenschaften von Linsen	192
4.5.2 Wechselstromwiderstand	159	5.2.2 Abbildungen mit Linsen	193
4.5.3 Phasenbeziehungen im Wechselstromkreis	160	5.2.3 Linsensysteme und Abbildungsfehler	195
Zusammenfassung: Wechselstrom	162	Zusammenfassung: Strahlenoptische Abbildungen	196
4.6 Elektromagnetische Schwingungen und Wellen	162	5.3 Strahlenoptische Instrumente	196
4.6.1 Schwingkreis	163	5.3.1 Kamera und Auge	196
4.6.2 MAXWELLSche Gleichungen	164	5.3.2 Fernrohre	198
4.6.3 Elektromagnetische Wellen	166	5.3.3 Mikroskop	200
4.6.3.1 Abstrahlung	166	Zusammenfassung: Strahlenoptische Instrumente	201
4.6.3.2 Ausbreitung	166	5.4 Grundlagen der Wellenoptik	201
4.6.3.3 Eigenschaften	168	5.4.1 Interferenz und Kohärenz	202
Zusammenfassung: Elektromagnetische Schwingungen und Wellen	170	5.4.2 Wellenausbreitung	204
4.7 Grundlagen der Elektronik	170	5.4.3 Beugung	205
4.7.1 Elektronen im Vakuum	170	Zusammenfassung: Grundlagen der Wellenoptik	206
4.7.1.1 Glühelektrischer Effekt	170		
4.7.1.2 Beschleunigung im elektrischen Feld .	171	5.5 Anwendungen der Wellenoptik	207
4.7.1.3 Ablenkung im magnetischen Feld .	173	5.5.1 Beugungsbegrenztes Auflösungsvermögen	207
4.7.2 Elektronen in Gasen	173	5.5.2 Beugungsgitter	208
4.7.3 Ladungen in Flüssigkeiten	174	5.5.3 Holografie	210
4.7.4 Elektronen in Metallen	176	5.5.4 Interferometrie	211
4.7.5 Ladungen in Halbleitern	177	Zusammenfassung: Anwendungen der Wellenoptik	213
4.7.5.1 Eigenleitung	177		

5.6	Polarisationsoptik	213	6.3.3.2	Charakteristisches Röntgenspektrum	243
5.6.1	Grundbegriffe	213	6.3.3.3	Anwendungen	244
5.6.2	Erzeugung polarisierten Lichtes	214	Zusammenfassung: Quanten-Emission und -Absorption 245		
5.6.3	Anwendungen polarisierten Lichtes	216			
Zusammenfassung: Polarisationsoptik		217			
Testfragen und Übungsaufgaben zur Optik		217			
6	QUANTEN UND ATOME				
6.1	Welle-Teilchen-Dualismus	220	6.4	Festkörper	245
6.1.1	Quantenoptik	220	6.4.1	Bindung und Struktur	245
6.1.1.1	Fotoeffekt	220	6.4.2	Bändermodell	247
6.1.1.2	Eigenschaften von Photonen	223	6.4.3	FERMI-Energie	247
6.1.1.3	COMPTON-Effekt	223	6.4.4	Elektronen- und Löcherleitung	248
6.1.2	Materiewellen	224	6.4.5	Halbleiter-Bauelemente	250
6.1.3	HEISENBERGSche Unschärferelation	225	Zusammenfassung: Festkörper 251		
Zusammenfassung: Welle-Teilchen-Dualismus		227			
6.2	Atomhülle	228	6.5	Atomkern	251
6.2.1	RUTHERFORDSches Planetenmodell	228	6.5.1	Nukleonen	251
6.2.2	BOHRsches Atommodell	228	6.5.2	Masse und Massendefekt	253
6.2.3	Quantenzahlen und das PAULI-Prinzip	230	6.5.3	Radioaktivität	255
6.2.4	Wellenmodell und Quantenmechanik	232	6.5.3.1	Strahlungen	255
Zusammenfassung: Atomhülle		236	6.5.3.2	Kernumwandlungen	256
6.3	Quanten-Emission und -Absorption	236	6.5.3.3	Aktivität und Dosis	258
6.3.1	Atomspektren	236	6.5.3.4	Strahlungsnachweis	260
6.3.2	Laser	239	6.5.4	Kernenergie	261
6.3.2.1	Stimulierte Emission	239	6.5.4.1	Kernspaltung	261
6.3.2.2	Besetzungsumkehr	239	6.5.4.2	Kernfusion	263
6.3.2.3	Resonator	240	Zusammenfassung: Atomkern 265		
6.3.2.4	Rubin- und Helium-Neon-Laser	240			
6.3.2.5	Eigenschaften und Anwendungen	241	Testfragen und Übungsaufgaben zu Quanten und Atome 266		
6.3.3	Röntgenstrahlung	243			
6.3.3.1	Bremsspektrum	243			

ANHANG

- Antworten zu den Testfragen und Musterlösungen zu den Übungsaufgaben 269
- Nützliche mathematische Beziehungen 309
- Quellen- und Literaturverzeichnis 312
- Verzeichnis der Bildquellen 314
- Sachwortverzeichnis 315