



Inhaltsverzeichnis

Johannes Rybach

Physik für Bachelors

ISBN (Buch): 978-3-446-43529-2

ISBN (E-Book): 978-3-446-43600-8

Weitere Informationen oder Bestellungen unter

<http://www.hanser-fachbuch.de/978-3-446-43529-2>

sowie im Buchhandel.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>EINSTIEG</b>	
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
<b>2</b>	<b>MECHANIK</b>	
<b>2.1</b>	<b>Kinematik</b>	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
<b>2.2</b>	<b>Dynamik</b>	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	Abgeschlossenes System 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
<b>2.3</b>	<b>Arbeit, Energie und Leistung</b>	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
<b>2.4</b>	<b>Kinematik und Dynamik der Kreisbewegung</b>	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
<b>2.5</b>	<b>Rotation starrer Körper</b>	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
<b>2.6</b>	<b>Schwingungen und Wellen</b>	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
<b>2.7</b>	<b>Gravitation und Himmelsmechanik</b>	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		
2.7.4.2	Allgemeine Relativitätstheorie . . . . .	70		
	<b>Zusammenfassung: Gravitation und Himmelsmechanik</b> . . . . .	71		
<b>2.8</b>	<b>Flüssigkeiten und Gase</b> . . . . .	72		
2.8.1	Druck . . . . .	72		
2.8.1.1	Kolbendruck . . . . .	72		
2.8.1.2	Schweredruck . . . . .	72		
2.8.1.3	Luftdruck . . . . .	73		
2.8.1.4	Auftrieb . . . . .	74		
2.8.2	Oberflächenspannung . . . . .	75		
2.8.3	Strömungen . . . . .	76		
2.8.3.1	Reibungsfreie Strömungen . . . . .	76		
2.8.3.2	Viskose Strömungen . . . . .	77		
	<b>Zusammenfassung: Flüssigkeiten und Gase</b> . . . . .	79		
	<b>Testfragen und Übungsaufgaben zur Mechanik</b> . . . . .	80		
<b>3</b>	<b>THERMODYNAMIK</b>			
<b>3.1</b>	<b>Temperatur</b> . . . . .	84		
3.1.1	Skalen und Fixpunkte . . . . .	84		
3.1.2	Thermische Ausdehnung . . . . .	85		
3.1.3	Temperaturmessung . . . . .	87		
	<b>Zusammenfassung: Temperatur</b> . . . . .	88		
<b>3.2</b>	<b>Wärme</b> . . . . .	89		
3.2.1	Wärmekapazität . . . . .	89		
3.2.2	Aggregatzustände . . . . .	90		
3.2.3	Wärmetransport . . . . .	93		
3.2.3.1	Konvektion . . . . .	94		
3.2.3.2	Wärmeleitung . . . . .	94		
3.2.3.3	Wärmestrahlung . . . . .	96		
	<b>Zusammenfassung: Wärme</b> . . . . .	99		
<b>3.3</b>	<b>Ideale Gase</b> . . . . .	99		
3.3.1	Molare Größen . . . . .	99		
3.3.2	Zustandsgleichung . . . . .	100		
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 Geschwindigkeitsverteilung und BOLTZMANN-Faktor . . . . .	104		
	<b>Zusammenfassung: Ideale Gase</b> . . . . .	105		
<b>3.4</b>	<b>Zustandsänderungen und erster Hauptsatz</b> . . . . .	105		
3.4.1	Volumenänderungsarbeit . . . . .	105		
3.4.2	Erster Hauptsatz . . . . .	106		
3.4.3	Zustandsänderungen . . . . .	107		
3.4.3.1	Isotherme Zustandsänderung . . . . .	107		
3.4.3.2	Isochore Zustandsänderung . . . . .	108		
3.4.3.3	Isobare Zustandsänderung . . . . .	108		
3.4.3.4	Adiabatische Zustandsänderung . . . . .	109		
	<b>Zusammenfassung: Zustandsänderungen und erster Hauptsatz</b> . . . . .	111		
<b>3.5</b>	<b>Kreisprozesse und zweiter Hauptsatz</b> . . . . .	111		
3.5.1	Kreisprozess von CARNOT . . . . .	111		
3.5.2	Reversibilität und Wirkungsgrad . . . . .	113		
3.5.3	Kreisprozesse bei Motoren . . . . .	115		
3.5.4	Zweiter Hauptsatz . . . . .	115		
3.5.5	Entropie . . . . .	117		
	<b>Zusammenfassung: Kreisprozesse und zweiter Hauptsatz</b> . . . . .	120		
	<b>Testfragen und Übungsaufgaben zur Thermodynamik</b> . . . . .	120		
<b>4</b>	<b>ELEKTRIZITÄT UND MAGNETISMUS</b>			
<b>4.1</b>	<b>Elektrostatik</b> . . . . .	123		
4.1.1	Elektrische Ladungen und die COULOMB-Kraft . . . . .	123		
4.1.2	Elektrisches Feld . . . . .	125		
4.1.3	Potenzial und Spannung . . . . .	127		
4.1.4	Kondensator und Kapazität . . . . .	129		
4.1.4.1	Plattenkondensator . . . . .	129		
4.1.4.2	Dielektrikum im Kondensator . . . . .	130		
4.1.4.3	Kondensator als Energiespeicher . . . . .	132		
	<b>Zusammenfassung: Elektrostatik</b> . . . . .	133		
<b>4.2</b>	<b>Strom und Widerstand</b> . . . . .	133		
4.2.1	Stromstärke und Stromdichte . . . . .	134		
4.2.2	Widerstand . . . . .	135		
4.2.3	Stromkreise und Stromverzweigungen . . . . .	138		
	<b>Zusammenfassung: Strom und Widerstand</b> . . . . .	141		

<b>4.3</b>	<b>Magnetfeld</b>	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		<b>Zusammenfassung: Grundlagen der Elektronik</b>	180
4.3.5	LORENTZ-Kraft	148		<b>Testfragen und Übungsaufgaben zu Elektrizität und Magnetismus</b>	181
	<b>Zusammenfassung: Magnetfeld</b>	151			
<b>4.4</b>	<b>Elektromagnetische Induktion</b>	151	<b>5</b>	<b>OPTIK</b>	
4.4.1	Induktion durch Bewegung	151	<b>5.1</b>	<b>Grundlagen der Strahlenoptik</b>	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		<b>Zusammenfassung: Grundlagen der Strahlenoptik</b>	191
	<b>Zusammenfassung: Elektromagnetische Induktion</b>	156	<b>5.2</b>	<b>Strahlenoptische Abbildungen</b>	192
<b>4.5</b>	<b>Wechselstrom</b>	157	5.2.1	Eigenschaften von Linsen	192
4.5.1	Generator und Transformator	157	5.2.2	Abbildungen mit Linsen	193
4.5.2	Wechselstromwiderstand	159	5.2.3	Linsensysteme und Abbildungsfehler	195
4.5.3	Phasenbeziehungen im Wechselstromkreis	160		<b>Zusammenfassung: Strahlenoptische Abbildungen</b>	196
	<b>Zusammenfassung: Wechselstrom</b>	162	<b>5.3</b>	<b>Strahlenoptische Instrumente</b>	196
<b>4.6</b>	<b>Elektromagnetische Schwingungen und Wellen</b>	162	5.3.1	Kamera und Auge	196
4.6.1	Schwingkreis	163	5.3.2	Fernrohre	198
4.6.2	MAXWELLSche Gleichungen	164	5.3.3	Mikroskop	200
4.6.3	Elektromagnetische Wellen	166		<b>Zusammenfassung: Strahlenoptische Instrumente</b>	201
4.6.3.1	Abstrahlung	166	<b>5.4</b>	<b>Grundlagen der Wellenoptik</b>	201
4.6.3.2	Ausbreitung	166	5.4.1	Interferenz und Kohärenz	202
4.6.3.3	Eigenschaften	168	5.4.2	Wellenausbreitung	204
	<b>Zusammenfassung: Elektromagnetische Schwingungen und Wellen</b>	170	5.4.3	Beugung	205
<b>4.7</b>	<b>Grundlagen der Elektronik</b>	170		<b>Zusammenfassung: Grundlagen der Wellenoptik</b>	206
4.7.1	Elektronen im Vakuum	170	<b>5.5</b>	<b>Anwendungen der Wellenoptik</b>	207
4.7.1.1	Glühelctrischer Effekt	170	5.5.1	Beugungsbegrenztes Auflösungsvermögen	207
4.7.1.2	Beschleunigung im elektrischen Feld	171	5.5.2	Beugungsgitter	208
4.7.1.3	Ablenkung im magnetischen Feld	173	5.5.3	Holografie	210
4.7.2	Elektronen in Gasen	173	5.5.4	Interferometrie	211
4.7.3	Ladungen in Flüssigkeiten	174		<b>Zusammenfassung: Anwendungen der Wellenoptik</b>	213
4.7.4	Elektronen in Metallen	176			
4.7.5	Ladungsträger in Halbleitern	177			
4.7.5.1	Eigenleitung	177			

<b>5.6</b>	<b>Polarisationsoptik</b> . . . . .	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	<b>Zusammenfassung: Quanten-Emission und -Absorption</b> . . . . . 245		
5.6.3	Anwendungen polarisierten Lichtes . . . . .	216	<b>6.4</b>	<b>Festkörper</b> . . . . .	245
<b>Zusammenfassung: Polarisationsoptik</b> . . . . .		217	6.4.1	Bindung und Struktur . . . . .	245
<b>Testfragen und Übungsaufgaben zur Optik</b> . . . . .		217	6.4.2	Bändermodell . . . . .	247
<b>6</b>	<b>QUANTEN UND ATOME</b>		6.4.3	FERMI-Energie . . . . .	247
<b>6.1</b>	<b>Welle-Teilchen-Dualismus</b> . . . . .	220	6.4.4	Elektronen- und Löcherleitung . . . . .	248
6.1.1	Quantenoptik . . . . .	220	6.4.5	Halbleiter-Bauelemente . . . . .	250
6.1.1.1	Fotoeffekt . . . . .	220	<b>Zusammenfassung: Festkörper</b> . . . . . 251		
6.1.1.2	Eigenschaften von Photonen . . . . .	223	<b>6.5</b>	<b>Atomkern</b> . . . . .	251
6.1.1.3	COMPTON-Effekt . . . . .	223	6.5.1	Nukleonen . . . . .	251
6.1.2	Materiewellen . . . . .	224	6.5.2	Masse und Massendefekt . . . . .	253
6.1.3	HEISENBERGSche Unschärferelation . . . . .	225	6.5.3	Radioaktivität . . . . .	255
<b>Zusammenfassung: Welle-Teilchen-Dualismus</b> . . . . .		227	6.5.3.1	Strahlungen . . . . .	255
<b>6.2</b>	<b>Atomhülle</b> . . . . .	228	6.5.3.2	Kernumwandlungen . . . . .	256
6.2.1	RUTHERFORDSches Planetenmodell . . . . .	228	6.5.3.3	Aktivität und Dosis . . . . .	258
6.2.2	BOHRsches Atommodell . . . . .	228	6.5.3.4	Strahlungsnachweis . . . . .	260
6.2.3	Quantenzahlen und das PAULI-Prinzip . . . . .	230	6.5.4	Kernenergie . . . . .	261
6.2.4	Wellenmodell und Quantenmechanik . . . . .	232	6.5.4.1	Kernspaltung . . . . .	261
<b>Zusammenfassung: Atomhülle</b> . . . . .		236	6.5.4.2	Kernfusion . . . . .	263
<b>6.3</b>	<b>Quanten-Emission und -Absorption</b> . . . . .	236	<b>Zusammenfassung: Atomkern</b> . . . . . 265		
6.3.1	Atomspektren . . . . .	236	<b>Testfragen und Übungsaufgaben zu Quanten und Atome</b> . . . . . 266		
6.3.2	Laser . . . . .	239	 		
6.3.2.1	Stimulierte Emission . . . . .	239	<b>ANHANG</b>		
6.3.2.2	Besetzungsumkehr . . . . .	239	• Antworten zu den Testfragen und Musterlösungen zu den Übungsaufgaben . . . . . 269		
6.3.2.3	Resonator . . . . .	240	• Nützliche mathematische Beziehungen . . . . . 309		
6.3.2.4	Rubin- und Helium-Neon-Laser . . . . .	240	• Quellen- und Literaturverzeichnis . . . . . 312		
6.3.2.5	Eigenschaften und Anwendungen . . . . .	241	• Verzeichnis der Bildquellen . . . . . 314		
6.3.3	Röntgenstrahlung . . . . .	243	• Sachwortverzeichnis . . . . . 315		
6.3.3.1	Bremsspektrum . . . . .	243			