

Inhaltsverzeichnis

A. Mechanik

I.	Einführung, Längen- und Zeitmessung	1
§ 1	Einführung	1
§ 2	Messung von Längen. Echte Längenmessung	2
§ 3	Die Längeneinheit Meter	3
§ 4	Unechte Längenmessung bei sehr großen Längen	4
§ 5	Winkelmessung	5
§ 6	Zeitmessung. Echte Zeitmessung	6
§ 7	Uhren, graphische Aufzeichnung	6
§ 8	Messung periodischer Folgen gleicher Zeiten und Längen	8
§ 9	Unechte Zeitmessung	9
II.	Darstellung von Bewegungen, Kinematik	11
§ 10	Definition von Bewegung. Bezugssystem	11
§ 11	Definition der Geschwindigkeit. Beispiel einer Geschwindigkeitsmessung	11
§ 12	Definition der Beschleunigung. Die beiden Grenzfälle	13
§ 13	Bahnbeschleunigung, gerade Bahn	15
§ 14	Konstante Radialbeschleunigung, Kreisbahn	17
§ 15	Die Unterscheidung physikalischer Größen und ihrer Zahlenwerte	19
§ 16	Grundgrößen und abgeleitete Größen	19
III.	Grundlagen der Dynamik	21
§ 17	Kraft und Masse	21
§ 18	Messverfahren für Kraft und Masse. Die Grundgleichung der Mechanik	23
§ 19	Einheiten von Kraft und Masse. Größengleichungen	26
§ 20	Dichte und spezifisches Volumen	26
IV.	Anwendungen der Grundgleichung	27
§ 21	Anwendung der Grundgleichung auf konstante Beschleunigungen in gerader Bahn	27
§ 22	Anwendung der Grundgleichung auf die Kreisbahn. Radialkraft	29
§ 23	Sinusförmige Schwingungen. Schwerependel als Sonderfall	33
§ 24	Zentralbewegungen	37
§ 25	Ellipsenbahnen, elliptisch polarisierte Schwingungen	38
§ 26	LISSAJOUS-Bahnen	39
§ 27	Die KEPLER-Ellipse und das Gravitationsgesetz	40
§ 28	Die Konstante des Gravitationsgesetzes	41
§ 29	Gravitationsgesetz und Himmelsmechanik	43

V.	Drei nützliche Begriffe: Arbeit, Energie, Impuls	46
	§ 30 Vorbemerkung	46
	§ 31 Arbeit und Leistung	46
	§ 32 Energie und Energiesatz	49
	§ 33 Erste Anwendungen des mechanischen Energiesatzes	50
	§ 34 Kraftstoß und Impuls	51
	§ 35 Der Impulssatz	52
	§ 36 Erste Anwendungen des Impulssatzes	53
	§ 37 Impuls- und Energiesatz beim elastischen Zusammenstoß von Körpern	54
	§ 38 Der Impulssatz beim unelastischen Zusammenstoß zweier Körper und das Stoßpendel	55
	§ 39 Nichtzentraler Stoß	57
	§ 40 Bewegungen gegen energieverzehrende Widerstände	57
	§ 41 Erzeugung von Kräften ohne und mit Leistungsaufwand	60
	§ 42 Schlussbemerkung	61
VI.	Drehbewegungen fester Körper	62
	§ 43 Vorbemerkung	62
	§ 44 Definition des Drehmomentes	62
	§ 45 Herstellung bekannter Drehmomente. Die Winkelrichtgröße D^* . Die Winkelgeschwindigkeit ω als Vektor	64
	§ 46 Trägheitsmoment, Grundgleichung für Drehbewegungen, Drehschwingungen	66
	§ 47 Das physikalische Pendel und die Balkenwaage	70
	§ 48 Der Drehimpuls	71
	§ 49 Freie Achsen	74
	§ 50 Freie Achsen bei Mensch und Tier	76
	§ 51 Definition des Kreisels und seiner drei Achsen	77
	§ 52 Die Nutation des kräftefreien Kreisels und sein raumfester Drehimpuls	79
	§ 53 Kreisel unter Einwirkung von Drehmomenten; die Präzession der Drehimpulsachse	80
	§ 54 Präzessionskegel mit Nutationen	84
	§ 55 Kreisel mit nur zwei Freiheitsgraden.	85
VII.	Beschleunigte Bezugssysteme	88
	§ 56 Vorbemerkung. Trägheitskräfte	88
	§ 57 Bezugssystem mit reiner Bahnbeschleunigung	89
	§ 58 Bezugssystem mit reiner Radialbeschleunigung. Zentrifugal- und Corioliskraft	91
	§ 59 Fahrzeuge als beschleunigte Bezugssysteme	97
	§ 60 Das Schwerependel als Lot in beschleunigten Fahrzeugen	99
	§ 61 Die Erde als beschleunigtes Bezugssystem: Zentrifugalbeschleunigung ruhender Körper	100
	§ 62 Die Erde als beschleunigtes Bezugssystem: Coriolisbeschleunigung bewegter Körper	101

VIII. Einige Eigenschaften fester Körper	105
§ 63 Vorbemerkung	105
§ 64 Elastische Verformung, Fließen und Verfestigung	105
§ 65 HOOKE'sches Gesetz und POISSON'sche Beziehung	106
§ 66 Scherung	107
§ 67 Normal-, Schub- und Hauptspannung	108
§ 68 Biegung und Verdrehung (Torsion)	110
§ 69 Zeitabhängigkeit der Verformung. Elastische Nachwirkung und Hysterese	114
§ 70 Zerreißfestigkeit und spezifische Oberflächenarbeit fester Körper	116
§ 71 Haft- und Gleitreibung	118
§ 72 Rollreibung	120
IX. Ruhende Flüssigkeiten und Gase	121
§ 73 Die freie Verschiebbarkeit der Flüssigkeitsmoleküle	121
§ 74 Druck in Flüssigkeiten, Manometer	123
§ 75 Allseitigkeit des Druckes und Anwendungen	124
§ 76 Druckverteilung im Schwerfeld und Auftrieb	127
§ 77 Der Zusammenhalt der Flüssigkeiten, ihre Zerreißfestigkeit, spezifische Oberflächenarbeit und Oberflächenspannung	129
§ 78 Gase als Flüssigkeiten geringer Dichte ohne Oberfläche. BOYLE-MARIOTTE'sches Gesetz	135
§ 79 Modell eines Gases. Der Gasdruck als Folge der ungeordneten Bewegung („Wärmebewegung“)	137
§ 80 Grundgleichung der kinetischen Gastheorie. Geschwindigkeit der Gasmoleküle	138
§ 81 Die Lufthülle der Erde. Der Luftdruck in Schauversuchen	139
§ 82 Druckverteilung der Gase im Schwerfeld. Barometrische Höhenformel	142
§ 83 Der statische Auftrieb in Gasen	144
§ 84 Gase und Flüssigkeiten in beschleunigten Bezugssystemen	146
X. Bewegungen in Flüssigkeiten und Gasen	148
§ 85 Drei Vorbemerkungen	148
§ 86 Innere Reibung und Grenzschicht	148
§ 87 Laminare, unter entscheidender Mitwirkung der Reibung entstehende Flüssigkeitsbewegung	150
§ 88 Die REYNOLDS'sche Zahl	153
§ 89 Reibungsfreie Flüssigkeitsbewegung, BERNOULLI'sche Gleichung	154
§ 90 Ausweichstrmung. Quellen und Senken, drehungsfreie oder Potentialströmung	159
§ 91 Drehungen von Flüssigkeiten und ihre Messung. Das drehungsfreie Wirbelfeld	161
§ 92 Wirbel und Trennungsflächen in praktisch reibungsfreien Flüssigkeiten	164
§ 93 Widerstand und Stromlinienprofil	166
§ 94 Die dynamische Querkraft	167
§ 95 Anwendungen der Querkraft	171

B. Akustik

XI. Schwingungslehre	174
§ 96 Vorbemerkung	174
§ 97 Erzeugung ungedämpfter Schwingungen	174
§ 98 Darstellung nichtsinusförmiger periodischer Vorgänge und Strukturen mithilfe von Sinuskurven	177
§ 99 Spektraldarstellung komplizierter Schwingungsvorgänge	181
§ 100 Elastische Transversalschwingungen gespannter linearer fester Körper ..	182
§ 101 Elastische Longitudinal- und Torsionsschwingungen gespannter linearer fester Körper	186
§ 102 Elastische Schwingungen in Säulen von Flüssigkeiten und Gasen	188
§ 103 Eigenschwingungen starrer linearer Körper	191
§ 104 Eigenschwingungen flächenhaft und räumlich ausgedehnter Gebilde. Wärmeschwingungen	192
§ 105 Erzwungene Schwingungen	194
§ 106 Durch Resonanz stimulierte Energieabgabe	198
§ 107 Die Resonanz in ihrer Bedeutung für den Nachweis einzelner Sinusschwingungen. Spektralapparate	198
§ 108 Die Bedeutung erzwungener Schwingungen für die verzerrungsfreie Aufzeichnung nichtsinusförmiger Schwingungen	200
§ 109 Verstärkung von Schwingungen	201
§ 110 Zwei gekoppelte Pendel und ihre erzwungenen Schwingungen	201
§ 111 Gedämpfte und ungedämpfte Wackelschwingungen	204
§ 112 Relaxations- oder Kippschwingungen	205
XII. Fortschreitende Wellen und Strahlung	207
§ 113 Fortschreitende Wellen	207
§ 114 Dopplereffekt	209
§ 115 Interferenz	210
§ 116 Interferenz bei zwei etwas verschiedenen Senderfrequenzen	210
§ 117 Stehende Wellen	211
§ 118 Ausbreitung fortschreitender Wellen	212
§ 119 Reflexion und Brechung	214
§ 120 Abbildung	215
§ 121 Totalreflexion	216
§ 122 Keilwellen beim Überschreiten der Wellengeschwindigkeit	218
§ 123 Das HUYGHENS'sche Prinzip	219
§ 124 Modellversuche zur Wellenausbreitung	220
§ 125 Quantitatives zur Beugung an einem Spalt	222
§ 126 FRESNEL'sche Zonenkonstruktion	224
§ 127 Verschärfung der Interferenzstreifen durch gitterförmige Anordnung der Wellenzentren	226
§ 128 Interferenz von Wellenzügen begrenzter Länge	228
§ 129 Entstehung von Longitudinalwellen. Ihre Geschwindigkeit	228
§ 130 Hochfrequente Longitudinalwellen in Luft. Schallabdruckverfahren ..	230
§ 131 Strahlungsdruck des Schalles. Schallradiometer	233

§ 132	Reflexion, Brechung, Beugung und Interferenz von räumlichen Wellen	234
§ 133	Die Entstehung von Wellen auf der Oberfläche von Flüssigkeiten	240
§ 134	Dispersion und Gruppengeschwindigkeit	244
§ 135	Die Umwandlung unperiodischer Vorgänge in Wellen	247
§ 136	Energie des Schallfeldes. Schallwellenwiderstand	249
§ 137	Schallsender	252
§ 138	Unperiodische Schallsender und Überschallgeschwindigkeit	254
§ 139	Schallempfänger	255
§ 140	Vom Hören	256
§ 141	Phonometrie	259
§ 142	Das Ohr	260

C. Wärmelehre

XIII.	Grundbegriffe	263
§ 143	Vorbemerkungen. Definition des Begriffs Stoffmenge	263
§ 144	Definition und Messung der Temperatur	264
§ 145	Definition der Begriffe Wärme und Wärmekapazität	266
§ 146	Latente Wärme	268
XIV.	Erster Hauptsatz und Zustandsgleichung idealer Gase	271
§ 147	Ausdehnungsarbeit und technische Arbeit	271
§ 148	Thermische Zustandsgrößen	273
§ 149	Innere Energie U und erster Hauptsatz	273
§ 150	Die Zustandsgröße Enthalpie H	274
§ 151	Die beiden spezifischen Wärmekapazitäten c_p und c_v	276
§ 152	Thermische Zustandsgleichung idealer Gase. Die absolute Temperatur	278
§ 153	Addition der Partialdrücke	280
§ 154	Kalorische Zustandsgleichungen idealer Gase. GAY-LUSSAC'scher Drosselversuch	281
§ 155	Zustandsänderungen idealer Gase	283
§ 156	Anwendungsbeispiele für polytrope und adiabatische Zustandsänderungen. Messungen von $\kappa = c_p/c_v$	288
§ 157	Druckluftmotor und Gaskompressor	290
XV.	Reale Gase	292
§ 158	Zustandsänderungen realer Gase	292
§ 159	Unterscheidung von Gas und Flüssigkeit	294
§ 160	Die VAN DER WAALS'sche Zustandsgleichung realer Gase	296
§ 161	Der JOULE-THOMSON'sche Drosselversuch	297
§ 162	Herstellung tiefer Temperaturen und Gasverflüssigung	299
§ 163	Technische Verflüssigung und Entmischung von Gasen	300
§ 164	Dampfdruck und Siedetemperatur. Tripelpunkt	302
§ 165	Behinderung des Phasenüberganges flüssig \rightarrow fest. Unterkühlte Flüssigkeiten	304
§ 166	Behinderung des Phasenüberganges flüssig \leftrightarrow gasförmig. Zerreißfestigkeit der Flüssigkeiten	304

XVI. Wärme als ungeordnete Bewegung	306
§ 167 Die Temperatur im molekularen Bild	306
§ 168 Rückstoß der Gasmoleküle bei der Reflexion. Radiometerkraft	309
§ 169 Geschwindigkeitsverteilung und mittlere freie Weglänge der Gasmoleküle	310
§ 170 Molare Wärmekapazitäten im molekularen Bild. Das Gleichverteilungsprinzip	312
§ 171 Osmose und osmotischer Druck	314
§ 172 Experimentelle Bestimmung der BOLTZMANN-Konstante k aus der barometrischen Höhenformel	318
§ 173 Statistische Schwankungen und Individuenzahl	320
§ 174 Die BOLTZMANN-Verteilung	321
XVII. Transportvorgänge: Diffusion und Wärmeleitung	324
§ 175 Vorbemerkung	324
§ 176 Diffusion und Durchmischung	324
§ 177 Erstes FICK'sches Gesetz und Diffusionskonstante	324
§ 178 Quasistationäre Diffusion	327
§ 179 Nichtstationäre Diffusion	328
§ 180 Allgemeines über Wärmeleitung und Wärmetransport	329
§ 181 Stationäre Wärmeleitung	331
§ 182 Nichtstationäre Wärmeleitung	331
§ 183 Transportvorgänge in Gasen und ihre Unabhängigkeit vom Druck	332
§ 184 Bestimmung der mittleren freien Weglänge	334
§ 185 Wechselseitige Verknüpfung der Transportvorgänge in Gasen	336
XVIII. Die Zustandsgröße Entropie	339
§ 186 Reversible Vorgänge	339
§ 187 Irreversible Vorgänge	340
§ 188 Messung der Irreversibilität mithilfe der Zustandsgröße Entropie S ...	342
§ 189 Die Entropie im molekularen Bild	344
§ 190 Beispiele für die Berechnung von Entropien	345
§ 191 Anwendung der Entropie auf reversible Zustandsänderungen in abgeschlossenen Systemen	348
§ 192 Das HS - oder MOLLIER-Diagramm mit Anwendungen. Gasströmung mit Überschallgeschwindigkeit	349
XIX. Umwandlung von Wärme in Arbeit, zweiter Hauptsatz	354
§ 193 Wärmekraftmaschinen und zweiter Hauptsatz	354
§ 194 CARNOT'scher Kreisprozess	355
§ 195 Der STIRLING-Motor	356
§ 196 Technische Wärmekraftmaschinen	357
§ 197 Wärmepumpe (Kältemaschine)	358
§ 198 Die thermodynamische Definition der Temperatur	361
§ 199 Druckluftmotor. Freie und gebundene Energie	361

§ 200 Beispiele für die Anwendung der freien Energie	362
§ 201 Der Mensch als isotherme Kraftmaschine	364
Aufgaben	366
Lösungen der Aufgaben	375
Sachverzeichnis	380