

# Inhalt

Einleitung . . . . .	1
----------------------	---

Teil I: Mechanik punktförmiger und starrer Körper

1	Messen und Maßeinheiten . . . . .	7
1.1	Beobachtung und Messung . . . . .	7
1.2	Messgenauigkeit . . . . .	13
1.3	Längenmessung . . . . .	16
1.4	Schwere und träge Masse, Stoffmenge . . . . .	25
1.5	Zeitmessung . . . . .	28
	Aufgaben . . . . .	31
2	Kinematik punktförmiger Körper . . . . .	33
2.1	Ruhe und Bewegung . . . . .	33
2.2	Geschwindigkeit . . . . .	40
2.3	Transformationen . . . . .	43
2.4	Beschleunigung und Kreisbewegung . . . . .	45
2.5	Freier Fall und Wurfbewegung . . . . .	50
	Aufgaben . . . . .	56
3	Dynamik von Massenpunkten . . . . .	59
3.1	Trägheitsgesetz . . . . .	59
3.2	Grundgesetz der Mechanik . . . . .	62
3.3	Kraft und Gegenkraft . . . . .	64
3.4	Zusammensetzung und Zerlegung von Kräften . . . . .	68
3.5	Trägheitskräfte . . . . .	71
3.6	Gravitation und Planetenbewegung . . . . .	78
3.7	Die Erde als rotierender Bezugskörper . . . . .	85
	Aufgaben . . . . .	91
4	Konstanten der Bewegung: Energie, Impuls, Drehimpuls . . . . .	93
4.1	Energie von Massenpunkten . . . . .	93
4.2	Arbeit und Energie . . . . .	100
4.3	Kraftfeld und Potential . . . . .	110
4.4	Impulserhaltung . . . . .	115
4.5	Elastischer und unelastischer Stoß . . . . .	117
4.6	Zentralbewegung und Bahndrehimpuls . . . . .	125

4.7	Satelliten und Raumfahrt . . . . .	126
	Aufgaben . . . . .	130
5	Schwingungen . . . . .	133
5.1	Mathematisches und physikalisches Pendel . . . . .	133
5.2	Harmonische Schwingungen . . . . .	141
5.3	Gedämpfte und erzwungene Schwingungen . . . . .	145
5.4	Superposition und Kopplung von Schwingungen . . . . .	154
5.5	Anharmonische und chaotische Pendelbewegungen . . . . .	162
	Aufgaben . . . . .	165
6	Starre Körper . . . . .	167
6.1	Bewegung starrer Körper . . . . .	167
6.2	Drehmoment . . . . .	170
6.3	Massenmittelpunkt und Schwerpunkt . . . . .	174
6.4	Hauptsatz der Statik starrer Körper . . . . .	178
6.5	Mechanisches Gleichgewicht . . . . .	181
	Aufgaben . . . . .	189
7	Dynamik starrer Körper, Drehbewegungen . . . . .	191
7.1	Drehimpuls . . . . .	191
7.2	Trägheitsmoment starrer Körper . . . . .	200
7.3	Bewegungen um freie Achsen . . . . .	207
7.4	Rollende Bewegung . . . . .	210
7.5	Kreiselbewegung . . . . .	214
	Aufgaben . . . . .	223
 Teil II: Mechanik ausgedehnter Körper		
8	Reibung und Elastizität fester Stoffe . . . . .	227
8.1	Der feste Aggregatzustand . . . . .	227
8.2	Reibung fester Körper . . . . .	231
8.3	Elastische Spannungen . . . . .	242
8.4	Volumen- und Gestaltselastizität . . . . .	244
8.5	Dehnung und Biegung . . . . .	249
8.6	Elastizitätsgrenzen . . . . .	258
	Aufgaben . . . . .	260
9	Statik von Flüssigkeiten und Gasen . . . . .	261
9.1	Druck und Druckmessung . . . . .	261
9.2	Niedrige Drücke und mittlere freie Weglänge . . . . .	266
9.3	Kompressibilität . . . . .	269
9.4	Schweredruck in Flüssigkeiten und Gasen . . . . .	272
9.5	Auftrieb und Schwimmen . . . . .	277
	Aufgaben . . . . .	284

10	Einfluss der atomaren Struktur auf das makroskopische Verhalten materieller Körper . . . . .	285
10.1	Atomare Struktur materieller Körper . . . . .	285
10.2	Oberflächenenergie und Oberflächenspannung . . . . .	287
10.3	Kapillarität . . . . .	297
10.4	Brown'sche Molekularbewegung und Zufallshypothese . . . . .	304
10.5	Diffusion, ein Ausgleichsprozess . . . . .	308
	Aufgaben . . . . .	314
11	Dynamik von Flüssigkeiten und Gasen . . . . .	317
11.1	Strömungsfelder . . . . .	317
11.2	Bewegungsgleichungen von Strömungen . . . . .	320
11.3	Stationäre Strömungen ohne Reibung . . . . .	322
11.4	Umströmung fester Körper, Magnus-Effekt . . . . .	328
11.5	Strömungen viskoser Flüssigkeiten und Gase . . . . .	334
11.6	Turbulenz und Wirbelbewegung . . . . .	341
	Aufgaben . . . . .	347
12	Wellen . . . . .	349
12.1	Eindimensionale Wellenausbreitung . . . . .	349
12.2	Räumliche Wellenausbreitung . . . . .	358
12.3	Eigenschwingungen von Resonatoren . . . . .	368
12.4	Erzeugung und Empfang von Schallwellen . . . . .	379
12.5	Wasserwellen . . . . .	385
12.6	Schallwellen im menschlichen Leben . . . . .	390
	Aufgaben . . . . .	398
Teil III: Wärme		
13	Temperatur und Wärme . . . . .	403
13.1	Temperatur und Temperaturmessung . . . . .	403
13.2	Thermische Ausdehnung . . . . .	408
13.3	Zustandsgleichungen idealer und realer Gase . . . . .	415
13.4	Wärme und spezifische Wärmekapazität . . . . .	419
13.5	Molare Wärmekapazität . . . . .	424
	Aufgaben . . . . .	428
14	Erster Hauptsatz der Wärmelehre . . . . .	429
14.1	Thermodynamische Systeme und Prozesse . . . . .	429
14.2	Energieerhaltung bei thermodynamischen Prozessen . . . . .	432
14.3	Kinetische Gastheorie . . . . .	437
14.4	Zustandsänderungen von Gasen . . . . .	450
	Aufgaben . . . . .	459
15	Wärmetransport . . . . .	461
15.1	Konvektion . . . . .	461

15.2	Wärmeleitung . . . . .	464
15.3	Wärmestrahlung, Planck'sche Strahlungsformel . . . . .	473
	Aufgaben . . . . .	478
16	Zweiter Hauptsatz der Wärmelehre . . . . .	479
16.1	Reversible und irreversible Prozesse, Carnot'scher Kreisprozess . . . . .	479
16.2	Die Zustandsgröße Entropie . . . . .	488
16.3	Entropie und Wahrscheinlichkeit . . . . .	495
16.4	Thermodynamisches Gleichgewicht . . . . .	497
16.5	Wärmekraftmaschinen . . . . .	502
	Aufgaben . . . . .	506
17	Phasenübergänge . . . . .	507
17.1	Umwandlungswärmen und Phasendiagramme . . . . .	507
17.2	Verdampfung und Verflüssigung . . . . .	513
17.3	Schmelzen und Sublimieren . . . . .	526
	Aufgaben . . . . .	529
18	Tiefe Temperaturen . . . . .	531
18.1	Erzeugung tiefer Temperaturen . . . . .	531
18.2	Temperaturabhängigkeit der molaren Wärmekapazität . . . . .	544
18.3	Dritter Hauptsatz der Wärmelehre . . . . .	546
18.4	Superfluides Helium . . . . .	550
	Aufgaben . . . . .	557
	Lösungen der Aufgaben . . . . .	559
	Register . . . . .	571
	Wichtige physikalische Größen zur Mechanik und Wärme . . . . .	585