

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung und Überblick	1
1.1	Zur Zielsetzung und Vorgehensweise der Physik	1
1.2	Ein Statusbericht	3
1.3	Die Beziehung der Physik zu den Ingenieur- und Biowissenschaften	6
1.4	Physikalische Größen und ihre Einheiten	7
2	Mathematische Grundlagen	13
2.1	Der 1-, 2- und 3-dimensionale Punktraum	14
2.1.1	Die Gerade und die Menge der reellen Zahlen	14
2.1.2	Die euklidische Ebene und der $\mathcal{R}^2$	14
2.1.3	Der euklidische Raum und der $\mathcal{R}^3$	18
2.2	Skalare und vektorielle Größen	19
2.3	Zum Rechnen mit Vektoren	23
2.3.1	Skalarmultiplikation	23
2.3.2	Addition und Subtraktion von Vektoren	25
2.3.3	Das Skalarprodukt	31
2.3.4	Das Vektorprodukt	36
2.4	Differentiation von Vektoren	38
2.4.1	Abbildungen	38
2.4.2	Vektorfunktionen und Kurven im $\mathcal{R}^3$	39
2.4.3	Differentiation von Vektorfunktionen	41
3	Mechanik eines Massenpunktes	43
3.1	Kinematik	44
3.1.1	Grundlegende Begriffe	45
3.1.2	Ortsvektor und Bahnkurve	46
3.1.3	Geschwindigkeit	51
3.1.4	Beschleunigung	53
3.2	Die Newton'schen Gesetze	57
3.3	Beispiele für Kräfte	60

3.3.1	Die Schwerkraft	60
3.3.2	Die Federkraft	63
3.3.3	Reibungskräfte	64
3.3.4	Die Zentripetalkraft	68
3.3.5	Die Gravitationskraft	68
3.3.6	Explizit zeitabhängige Kräfte.	71
3.4	Einfache Bewegungen	73
3.4.1	Die gleichmäßig beschleunigte Bewegung	73
3.4.2	Die ungedämpfte harmonische Schwingung eines elastischen Federpendels	81
3.4.3	Der freie Fall unter Reibungseinfluss.	88
3.5	Arbeit, Energie und Leistung	92
3.5.1	Arbeit	92
3.5.2	Potentielle Energie	96
3.5.3	Kinetische Energie	100
3.5.4	Arbeit gegen Reibungskräfte und thermische Energie.	101
3.5.5	Energieerhaltung	103
3.5.6	Leistung	105
3.6	Impuls und Impulserhaltung	106
3.7	Drehbewegungen	108
3.7.1	Die Kinematik der Drehbewegung.	109
3.7.2	Die Dynamik der Drehbewegung.	112
3.7.3	Drehimpuls und Drehimpulserhaltung.	115
3.7.4	Die Rotationsenergie	117
3.8	Bezugssysteme und Scheinkräfte.	119
3.8.1	Inertialsysteme	119
3.8.2	Die Trägheitskraft	121
3.8.3	Die Zentrifugalkraft	123
3.8.4	Die Coriolis-Kraft	125
3.8.5	Auswirkungen von Scheinkräften	128
4	Mechanik eines Systems von Massenpunkten	131
4.1	Systeme von Massenpunkten.	132
4.1.1	Translations- und Schwerpunktsbewegung	133
4.1.2	Die Drehbewegung.	139
4.2	Stoßvorgänge	142
4.2.1	Der elastische Stoß.	142
4.2.2	Der unelastische Stoß.	146
4.3	Der starre Körper	147
4.3.1	Die Drehung um eine vorgegebene Achse	147
4.3.2	Die Bewegungsgleichung der Drehbewegung	151

4.3.3	Die Drehimpulserhaltung	159
4.3.4	Die Präzession	166
5	Zustandsformen der Materie	169
5.1	Aggregatzustände	170
5.2	Mechanische Eigenschaften von Festkörpern	172
5.2.1	Dehnung, Stauchung und Querkontraktion	173
5.2.2	Biegung	174
5.2.3	Scherung	175
5.2.4	Torsion	176
5.2.5	Kompression	177
5.3	Mechanische Eigenschaften von Flüssigkeiten	178
5.3.1	Hydrostatik	179
5.3.2	Hydrodynamik	188
5.4	Gase	196
5.4.1	Stoffmenge und atomare Masseneinheit	197
5.4.2	Thermische Energie und thermodynamische Temperatur	199
5.4.3	Die Zustandsgleichung idealer Gase	204
5.4.4	Zustandsänderungen idealer Gase	209
5.4.5	Reale Gase	211
5.5	Phasenübergänge und Phasengleichgewichte	213
5.5.1	Phasendiagramme	213
5.5.2	Verdampfung und Kondensation	215
6	Thermodynamik	219
6.1	Thermische Eigenschaften deformierbarer Medien	220
6.1.1	Zur Längenänderung von Festkörpern	221
6.1.2	Zur Volumenänderung von Festkörpern und Flüssigkeiten	221
6.1.3	Zum thermischen Verhalten von Gasen	222
6.2	Wärmeenergie und Wärmekapazität	223
6.2.1	Energieerhaltung und thermische Energie	223
6.2.2	Die Wärmekapazität	225
6.2.3	Umwandlungswärmen	228
6.3	Der 1. Hauptsatz der Thermodynamik	231
6.4	Zustandsänderungen thermodynamischer Systeme	235
6.4.1	Zustandsänderungen und thermodynamisches Gleichgewicht	236
6.4.2	Zustandsgrößen	238
6.5	Der 2. Hauptsatz der Thermodynamik	240
6.6	Wärmekraftmaschinen	244

7	Schwingungen	249
7.1	Grundlegende Begriffe	250
7.2	Die ungedämpfte harmonische Schwingung	254
7.3	Die gedämpfte harmonische Schwingung	257
7.4	Erzwungene Schwingungen	262
7.5	Zur Überlagerung von harmonischen Schwingungen	267
7.5.1	Die Überlagerung zweier harmonischer Schwingungen	267
7.5.2	Die Überlagerung beliebig vieler harmonischer Schwingungen	273
7.6	Gekoppelte Schwingungen	276
8	Wellen	281
8.1	Grundlegende Begriffe	282
8.2	Interferenz von Wellen	293
8.2.1	Zur Interferenz zweier harmonischer Wellen	294
8.2.2	Wellengruppen	296
8.2.3	Stehende Wellen	298
8.2.4	Kohärenz von Wellen und stationäre Interferenzmuster	302
8.3	Das Huygens-Fresnel'sche Prinzip und die Ausbreitung von Wellen	304
8.3.1	Zur Beschreibung der Wellenausbreitung durch Elementarwellen	304
8.3.2	Reflexion und Brechung	307
8.3.3	Beugung	310
8.3.4	Absorption und Streuung von Licht durch Materie	318
8.3.5	Der Doppler-Effekt	320
9	Optik	323
9.1	Grundlegende Begriffe	323
9.2	Die Gesetze der geometrischen Optik	328
9.3	Optische Abbildungen	331
9.3.1	Abbildung durch ebene Spiegel	332
9.3.2	Abbildung durch Linsen	333
9.4	Das menschliche Auge	339
10	Klassische Elektrodynamik	341
10.1	Elektrische Ladung und elektrische Ströme	342
10.2	Elektrostatik	346
10.2.1	Das Coulomb'sche Gesetz	346
10.2.2	Das elektrische Feld	348
10.2.3	Potentielle Energie, elektrisches Potential und Spannung	357
10.2.4	Spannung und Kapazität eines Kondensators	362
10.2.5	Materie im elektrischen Feld	365
10.2.6	Die Energie des elektrischen Feldes	368

10.3	Gleichströme	369
10.3.1	Grundlegende Begriffe	370
10.3.2	Einfache elektrische Schaltungen	374
10.4	Bewegte Ladungen und magnetische Felder	378
10.4.1	Das Ampere'sche Gesetz	379
10.4.2	Das magnetische Feld	380
10.4.3	Kräfte im magnetischen Feld	384
10.4.4	Materie im magnetischen Feld	388
10.5	Elektromagnetische Induktion	391
10.5.1	Die Induktionsspannung	391
10.5.2	Der magnetische Fluss	392
10.5.3	Das Faraday'sche Induktionsgesetz	393
10.5.4	Selbstinduktion	393
10.5.5	Die Energie des magnetischen Feldes	394
10.6	Zeitabhängige Ströme	395
10.6.1	Ein- und Ausschaltvorgänge	396
10.6.2	Wechselstromschaltungen	399
10.6.3	Der elektrische Schwingkreis	403
11	Atom- und Quantenphysik	407
11.1	Zur Struktur von Materie und Strahlung	408
11.1.1	Die Teilchenstruktur der Materie	408
11.1.2	Die Wellennatur der Materie	413
11.1.3	Die Wellennatur der Strahlung	415
11.1.4	Die Teilchenstruktur der Strahlung	416
11.2	Materie und Strahlung als Energieformen	417
11.2.1	Photoeffekt und Bremsstrahlung	418
11.2.2	Der Compton-Effekt	419
11.2.3	Paarerzeugung und Paarvernichtung	420
11.3	Das Standardmodell der Elementarteilchenphysik	421
11.3.1	Die fundamentalen Elementarteilchen und ihre Eigenschaften	421
11.3.2	Zur Wechselwirkung von Elementarteilchen	424
11.3.3	Radioaktivität	424
11.4	Gesetzmäßigkeiten der Quantenphysik	427
11.4.1	Wahrscheinlichkeitsaussagen	427
11.4.2	Unschärferelationen	428
11.5	Atombau und das Periodensystem der Elemente	429
11.5.1	Atomspektren und die Quantisierung der Energie	430
11.5.2	Feinstruktur von Spektrallinien und die Quantisierung des Bahndrehimpulses	432
11.5.3	Das Wasserstoffatom und die Alkaliatome	436

11.5.4	Mehrelektronenatome	441
11.5.5	Das Periodensystem der Elemente	450
11.5.6	Hyperfeinstruktur und der Kernspin	455
Anhang A	Das Periodensystem	459
Anhang B	Naturkonstanten	461
Literatur.		463
Stichwortverzeichnis.		465