

Inhaltsverzeichnis

Teil I Mechanik

1	Längen- und Zeitmessung	3
1.1	Längenmessung	4
1.2	Zeitmessung	7
1.3	Zeit- und Längenstandards und das Internationale Einheitensystem	10
1.4	Messung der Lichtgeschwindigkeit	11
	Übungsaufgaben	14
2	Kinematik	
	des Massenpunkts	17
2.1	Geradlinige Bewegung	18
2.2	Maßeinheiten und Dimensionen von physikalischen Größen	19
2.3	Bewegung im Raum	19
2.4	Die Kreisbewegung	22
2.5	Wechsel des Koordinatensystems	24
2.6	Skalare und Vektoren	26
	Übungsaufgaben	28
3	Newtonsche Dynamik	29
3.1	Die Newtonschen Gesetze	30
3.2	Harmonische Schwingungen	34
3.3	Gravitation und Planetenbewegung	37
3.4	Quantitatives zur Masse	40
3.5	Grenzen der Newtonschen Mechanik	43
	Übungsaufgaben	46
4	Impuls	47
4.1	Impuls und Kraftstoß	48
4.2	Systeme von Massenpunkten, der Schwerpunkt	49
4.3	Raketenantrieb, Bewegung von Körpern mit veränderlicher Masse	52
4.4	Stoßprozesse: Der kollineare Stoß	54
4.5	Der schiefe Stoß	57
	Übungsaufgaben	59
5	Energie	61
5.1	Energie, Arbeit, Leistung bei geradliniger Bewegung eines Massenpunkts	62
5.2	Maßeinheiten für Energie, Arbeit und Leistung	67
5.3	Energie und Arbeit bei der Bewegung im Raum	68
5.4	Energie und Arbeit bei einem System von Massenpunkten	71
5.5	Energiediagramme, Gleichgewicht	72
5.6	Energie und Quantenphysik	74
	Übungsaufgaben	76

6	Kräfte	77
6.1	Überblick über Kräfte und Wechselwirkungen	78
6.2	Reibung	83
6.3	Allgemeine Bemerkungen über Kräfte	85
	Übungsaufgaben	87
7	Beschleunigte Bezugssysteme	89
7.1	Geradlinige Beschleunigung des Bezugssystems	90
7.2	Rotierende Bezugssysteme	90
7.3	Die Erde als rotierendes Bezugssystem	93
7.4	Nochmals: Was ist ein Inertialsystem?	95
	Übungsaufgaben	96
8	Kinematik und Statik des starren Körpers	97
8.1	Translation und Rotation	98
8.2	Drehmoment und Kräftepaar	99
8.3	Polare und axiale Vektoren	100
8.4	Die Gleichgewichtsbedingungen	101
8.5	Gleichgewicht im Schwerfeld, der Schwerpunkt	102
8.6	Beispiele zur Statik	103
	Übungsaufgaben	105
9	Rotation um eine feste Achse	107
9.1	Das Trägheitsmoment	108
9.2	Rotation um eine feste Achse und geradlinige Bewegung	110
9.3	Die Rollbewegung	111
	Übungsaufgaben	112
10	Drehimpuls	113
10.1	Drehimpuls eines Massenpunkts	114
10.2	Systeme von Massenpunkten	115
10.3	Die Bewegungsgleichung des starren Körpers	116
10.4	Erhaltung des Drehimpulses	117
10.5	Drehimpulserhaltung, Rotationsenergie und Zentrifugalkraft	118
10.6	Drehimpuls, Winkelgeschwindigkeit und Trägheitsmoment	119
10.7	Drehimpuls und Quantenmechanik	120
	Übungsaufgaben	122
11	Rotation im Raum	123
11.1	Die Kreiselpräzession	124
11.2	Die Nutationsbewegung des Kreisels	125
11.3	Anwendungen	127
	Übungsaufgaben	129
12	Schwingungen	131
12.1	Die ungedämpfte harmonische Schwingung	132
12.2	Gedämpfte Schwingungen	133
12.3	Erzwungene Schwingungen	135
12.4	Gekoppelte Schwingungen	139
12.5	Lösung der Schwingungsgleichung mit komplexen Zahlen	141
12.6	Anharmonische Schwingungen	143
12.7	Chaotische Schwingungen	146
	Übungsaufgaben	150

Teil II Relativistische Mechanik und Atomkerne

13	Das Relativitätsprinzip	155
13.1	Relativitätsprinzip und Lichtgeschwindigkeit	156
13.2	Das Michelson-Morley-Experiment	157
13.3	Die Lorentz-Transformation	158
13.4	Einsteins Spezielle Relativitätstheorie	158
	Übungsaufgaben	160
14	Relativistische Kinematik	161
14.1	Zeit- und Längenmessung, Gleichzeitigkeit	162
14.2	Ableitung der Lorentz-Transformation	164
14.3	Addition von Geschwindigkeiten	165
14.4	Doppler-Effekt	166
14.5	Experimentelle Nachprüfung	169
	Übungsaufgaben	171
15	Relativistische Dynamik	173
15.1	Newtonsche Dynamik und Lorentz-Transformation	174
15.2	Minkowski-Welt, Vierervektoren	174
15.3	Der relativistische Viererimpuls	177
15.4	Äquivalenz von Masse und Energie	179
15.5	Stoßprozesse	180
15.6	Die Bewegungsgleichung	182
15.7	Die Lichtgeschwindigkeit als Grenzggeschwindigkeit	183
15.8	Mechanik von Teilchen mit der Ruhemasse Null	183
	Übungsaufgaben	187
16	Der Atomkern	189
16.1	Atome und Atomkerne	190
16.2	Isotope	191
16.3	Bindungsenergie, Kernradius, Tröpfchenmodell des Atomkerns	192
	Übungsaufgaben	195
17	Radioaktivität	197
17.1	Radioaktive Strahlung	198
17.2	Ionisation und Reichweite geladener Teilchen	199
17.3	Absorption von γ -Quanten	201
17.4	Der radioaktive Zerfall von Atomkernen	203
	Übungsaufgaben	209
18	Wahrscheinlichkeitsrechnung in der Physik	211
18.1	Mathematische Wahrscheinlichkeit	212
18.2	Wahrscheinlichkeitsverteilungen	214
18.3	Die statistische Intervallverteilung	218
18.4	Ein Anwendungsbeispiel: Die Rutherfordsche Streuformel	219
	Übungsaufgaben	221
19	Kernreaktionen und Neutronen	223
19.1	Beispiele für Kernreaktionen	224
19.2	Erzeugung und Nachweis von Neutronen	225
19.3	Thermische Neutronen	225
19.4	Kernspaltung und Kernreaktoren	226
19.5	Kernreaktionen bei hohen Energien	228
	Übungsaufgaben	230

20 Strahlendosis und Strahlenschutz 231

20.1 Einheiten 232

20.2 Natürliche und zivilisationsbedingte Strahlenbelastung 233

20.3 Strahlenwirkung und Strahlenschutz 233

Übungsaufgaben 235

Teil III Anhang und Lösungen

21 Mathematischer Anhang 239

21.1 Geometrie und Algebra 241

21.2 Funktionen 247

21.3 Differentialrechnung 252

21.4 Integralrechnung 255

21.5 Differential- und Integralrechnung bei mehreren Variablen 257

21.6 Vektorrechnung 261

21.7 Vektoranalysis 266

21.8 Komplexe Zahlen 271

22 Lösungen der Übungsaufgaben 275

Abbildungsnachweise 299

Sachverzeichnis 301