

---

Joachim Heintze  
Peter Bock (Hrsg.)

Lehrbuch zur  
Experimentalphysik  
Band 1: Mechanik

 Springer Spektrum

# Inhaltsverzeichnis

## Teil I Mechanik

<b>1</b>	<b>Längen- und Zeitmessung</b> .....	<b>3</b>
	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
<b>2</b>	<b>Kinematik</b>	
	<b>des Massenpunkts</b> .....	<b>17</b>
	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
<b>3</b>	<b>Newtonsche Dynamik</b> .....	<b>29</b>
	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
<b>4</b>	<b>Impuls</b> .....	<b>47</b>
	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
<b>5</b>	<b>Energie</b> .....	<b>61</b>
	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

<b>6</b>	<b>Kräfte</b> .....	77
	6.1 Überblick über Kräfte und Wechselwirkungen .....	78
	6.2 Reibung .....	83
	6.3 Allgemeine Bemerkungen über Kräfte .....	85
	Übungsaufgaben .....	87
<b>7</b>	<b>Beschleunigte Bezugssysteme</b> .....	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
<b>8</b>	<b>Kinematik und Statik des starren Körpers</b> .....	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
<b>9</b>	<b>Rotation um eine feste Achse</b> .....	107
	9.1 Das Trägheitsmoment .....	108
	9.2 Rotation um eine feste Achse und geradlinige Bewegung .....	110
	9.3 Die Rollbewegung .....	111
	Übungsaufgaben .....	112
<b>10</b>	<b>Drehimpuls</b> .....	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
<b>11</b>	<b>Rotation im Raum</b> .....	123
	11.1 Die Kreiselpräzession .....	124
	11.2 Die Nutationsbewegung des Kreisels .....	125
	11.3 Anwendungen .....	127
	Übungsaufgaben .....	129
<b>12</b>	<b>Schwingungen</b> .....	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**

<b>13</b>	<b>Das Relativitätsprinzip</b> . . . . .	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
<b>14</b>	<b>Relativistische Kinematik</b> . . . . .	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
<b>15</b>	<b>Relativistische Dynamik</b> . . . . .	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 Grenzgeschwindigkeit . . . . .	183
	15.8 Mechanik von Teilchen mit der Ruhemasse Null . . . . .	183
	Übungsaufgaben . . . . .	187
<b>16</b>	<b>Der Atomkern</b> . . . . .	189
	16.1 Atome und Atomkerne . . . . .	190
	16.2 Isotope . . . . .	191
	16.3 Bindungsenergie, Kernradius, Tröpfchenmodell des Atomkerns . . . . .	192
	Übungsaufgaben . . . . .	195
<b>17</b>	<b>Radioaktivität</b> . . . . .	197
	17.1 Radioaktive Strahlung . . . . .	198
	17.2 Ionisation und Reichweite geladener Teilchen . . . . .	199
	17.3 Absorption von $\gamma$ -Quanten . . . . .	201
	17.4 Der radioaktive Zerfall von Atomkernen . . . . .	203
	Übungsaufgaben . . . . .	209
<b>18</b>	<b>Wahrscheinlichkeitsrechnung in der Physik</b> . . . . .	211
	18.1 Mathematische Wahrscheinlichkeit . . . . .	212
	18.2 Wahrscheinlichkeitsverteilungen . . . . .	214
	18.3 Die statistische Intervallverteilung . . . . .	218
	18.4 Ein Anwendungsbeispiel: Die Rutherford'sche Streuformel . . . . .	219
	Übungsaufgaben . . . . .	221
<b>19</b>	<b>Kernreaktionen und Neutronen</b> . . . . .	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

<b>20</b>	<b>Strahlendosis und Strahlenschutz</b> . . . . .	231
	20.1 Einheiten . . . . .	232
	20.2 Natürliche und zivilisationsbedingte Strahlenbelastung . . . . .	233
	20.3 Strahlenwirkung und Strahlenschutz . . . . .	233
	Übungsaufgaben . . . . .	235
<b>Teil III Anhang und Lösungen</b>		
<b>21</b>	<b>Mathematischer Anhang</b> . . . . .	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
<b>22</b>	<b>Lösungen der Übungsaufgaben</b> . . . . .	275
	<b>Abbildungsnachweise</b> . . . . .	299
	<b>Sachverzeichnis</b> . . . . .	301