

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Ein erster Überblick</b> .....	1
<b>2</b>	<b>Kinematik</b> .....	13
2.1	Eindimensionale Bewegungsprobleme .....	14
2.1.1	Drei Bewegungsbeispiele .....	14
2.1.2	Geschwindigkeit .....	19
2.1.3	Beschleunigung .....	22
2.1.4	Erste Bemerkungen zur Berechnung von Bewegungs- abläufen .....	25
2.2	Allgemeine Bewegungsprobleme .....	28
2.2.1	Zweidimensionale Bewegungsformen .....	29
2.2.2	Dreidimensionale Bewegungsformen .....	36
2.2.3	Ein Beispiel zur Lösung von zweidimensionalen Bewe- gungsproblemen .....	39
2.3	Vektorielle Beschreibung von Bewegungen .....	41
2.3.1	Grundbegriffe .....	42
2.3.2	Vektorielle Fassung von Bewegungen .....	44
2.3.3	Der Flächensatz .....	48
2.4	Krummlinige Koordinaten .....	54
2.4.1	Koordinaten in der Ebene .....	54
2.4.2	Räumliche Koordinaten .....	61
<b>3</b>	<b>Dynamik I: Axiome und Erhaltungssätze</b> .....	67
3.1	Die Axiome der Mechanik .....	67
3.1.1	Der Kraftbegriff .....	67
3.1.2	Träge und schwere Massen .....	69
3.1.3	Die Axiome .....	72
3.1.4	Zum ersten Axiom, Inertialsysteme .....	72
3.1.5	Zum zweiten Axiom, Impuls .....	76
3.1.6	Zum dritten Axiom, Wechselwirkungen .....	77
3.2	Die Erhaltungssätze der Mechanik .....	84
3.2.1	Der Impulssatz und der Impulserhaltungssatz .....	84
3.2.2	Der Drehimpulssatz und der Drehimpulserhaltungssatz .....	91
3.2.3	Die Energie und der Energieerhaltungssatz für einen Massenpunkt .....	103

3.2.4	Der Energieerhaltungssatz für Systeme von Massenpunkten . . . . .	123
3.2.5	Anwendung: Stoßprobleme . . . . .	132
<b>4</b>	<b>Dynamik II: Bewegungsprobleme . . . . .</b>	<b>139</b>
4.1	Das Keplerproblem . . . . .	139
4.1.1	Vorbemerkungen . . . . .	140
4.1.2	Planetenbewegung . . . . .	141
4.1.3	Kometen und Meteoriten . . . . .	155
4.2	Oszillatorprobleme . . . . .	160
4.2.1	Das mathematische Pendel . . . . .	162
4.2.2	Der gedämpfte harmonische Oszillator . . . . .	169
4.2.3	Erzwungene Schwingungen: Harmonische Kraft . . . . .	173
4.2.4	Erzwungene Schwingungen: Allgemeine Anregungen . . . . .	180
<b>5</b>	<b>Allgemeine Formulierungen der Punktmechanik . . . . .</b>	<b>185</b>
5.1	Die Lagrangegleichungen erster Art (Lagrange I) . . . . .	186
5.1.1	Beispiele für Bewegungen unter Zwangsbedingungen . . . . .	186
5.1.2	Lagrange I für einen Massenpunkt . . . . .	192
5.2	D'Alemberts Prinzip . . . . .	205
5.2.1	Formulierung für einen Massenpunkt . . . . .	205
5.2.2	Formulierung und Anwendung für Systeme von Massenpunkten . . . . .	210
5.3	Die Lagrangegleichungen zweiter Art (Lagrange II) . . . . .	215
5.3.1	Lagrange II für einen Massenpunkt . . . . .	215
5.3.2	Lagrange II und Erhaltungssätze für einen Massenpunkt . . . . .	232
5.3.3	Lagrange II für ein System von Massenpunkten . . . . .	242
5.4	Die Hamiltonsche Formulierung der Mechanik . . . . .	246
5.4.1	Hamiltons Prinzip . . . . .	247
5.4.2	Hamiltons Bewegungsgleichungen . . . . .	255
5.4.3	Ein Blick in den Phasenraum . . . . .	263
<b>6</b>	<b>Praktische Anwendungen der Lagrangegleichungen . . . . .</b>	<b>271</b>
6.1	Gekoppelte harmonische Oszillatoren . . . . .	271
6.1.1	Das einfachste gekoppelte Schwingungssystem . . . . .	272
6.1.2	Schwebungen . . . . .	276
6.1.3	Die lineare Oszillatorkette . . . . .	278
6.1.4	Die Differentialgleichung einer schwingenden Saite . . . . .	290
6.2	Rotierende Koordinatensysteme . . . . .	294
6.2.1	Einfache Betrachtung von Scheinkräften . . . . .	295
6.2.2	Allgemeine Diskussion von Scheinkräften . . . . .	297
6.2.3	Scheinkräfte auf der rotierenden Erde . . . . .	305
6.3	Die Bewegung starrer Körper . . . . .	314
6.3.1	Vorbereitung . . . . .	315
6.3.2	Die kinetische Energie eines starren Körpers . . . . .	317

6.3.3	Die Struktur der Trägheitsmatrix . . . . .	322
6.3.4	Der Drehimpuls des starren Körpers . . . . .	332
6.3.5	Die Eulerwinkel . . . . .	334
6.3.6	Die Bewegungsgleichungen für die Rotation . . . . .	338
6.3.7	Drehbewegung starrer Körper . . . . .	341
<b>Literaturverzeichnis . . . . .</b>		<b>353</b>
<b>Lebensdaten . . . . .</b>		<b>359</b>
<b>Das griechische Alphabet . . . . .</b>		<b>364</b>
<b>Nomenklatur . . . . .</b>		<b>365</b>
<b>Physikalische Größen . . . . .</b>		<b>366</b>
<b>Einige Konstante und astronomische Daten . . . . .</b>		<b>370</b>
<b>Formelsammlung . . . . .</b>		<b>373</b>
F.1	Ebene Polarkoordinaten . . . . .	373
F.2	Zylinderkoordinaten . . . . .	374
F.3	Kugelkoordinaten . . . . .	374
F.4	Additionstheoreme / Moivreformel . . . . .	375
F.5	Hyperbelfunktionen . . . . .	376
F.6	Reihenentwicklungen . . . . .	376
F.7	Näherungsformeln ( $\delta$ klein) . . . . .	376
<b>Index . . . . .</b>		<b>377</b>