

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort zur Originalausgabe</b>	<b>15</b>
<b>Vorwort zur deutschen Ausgabe</b>	<b>19</b>
<b>Teil I Grundlagen</b>	<b>23</b>
<b>Kapitel 1 Die Newton'schen Bewegungsgesetze</b>	<b>25</b>
1.1 Klassische Mechanik .....	26
1.2 Raum und Zeit .....	27
1.3 Masse und Kraft .....	32
1.4 Das erste und das zweite Newton'sche Gesetz; Inertialsysteme .....	36
1.5 Das dritte Newton'sche Gesetz und die Impulserhaltung .....	41
1.6 Das zweite Newton'sche Gesetz in kartesischen Koordinaten .....	47
1.7 Zweidimensionale Polarkoordinaten .....	50
<b>Kapitel 2 Geschosse und geladene Teilchen</b>	<b>69</b>
2.1 Der Luftwiderstand .....	70
2.2 Linearer Luftwiderstand .....	73
2.3 Trajektorie und Reichweite in einem linearen Medium .....	80
2.4 Quadratischer Luftwiderstand .....	83
2.5 Bewegung einer Ladung im gleichförmigen Magnetfeld .....	92
2.6 Komplexe Exponentialfunktionen .....	94
2.7 Lösung für das geladene Teilchen in einem B-Feld .....	96
<b>Kapitel 3 Impuls und Drehimpuls</b>	<b>115</b>
3.1 Die Impulserhaltung .....	116
3.2 Raketen .....	118
3.3 Der Schwerpunkt .....	120
3.4 Drehimpuls eines einzelnen Teilchens .....	123
3.5 Drehimpuls für mehrere Teilchen .....	127
<b>Kapitel 4 Energie</b>	<b>141</b>
4.1 Kinetische Energie und Arbeit .....	142
4.2 Potenzielle Energie und konservative Kräfte .....	146
4.3 Die Kraft als Gradient der potenziellen Energie .....	153
4.4 Die zweite Bedingung für konservative Kräfte .....	156
4.5 Zeitabhängige potenzielle Energie .....	159
4.6 Energie linearer eindimensionaler Systeme .....	161
4.7 Eindimensionale Systeme in krummlinigen Koordinaten .....	167

4.8	Zentralkräfte .....	172
4.9	Wechselwirkungsenergie von zwei Teilchen .....	176
4.10	Energie eines Mehrteilchensystems .....	182
<b>Kapitel 5 Schwingungen</b>		<b>205</b>
5.1	Das Hooke'sche Gesetz .....	206
5.2	Die harmonische Schwingung .....	208
5.3	Zweidimensionale Oszillatoren .....	214
5.4	Die gedämpfte Schwingung .....	217
5.5	Die erzwungene gedämpfte Schwingung .....	224
5.6	Resonanz.....	232
5.7	Fourier-Reihen* .....	238
5.8	Lösung des getriebenen Oszillators mit Fourier-Reihen* .....	243
5.9	Die mittlere quadratische Auslenkung; Parseval'scher Satz* .....	248
<b>Kapitel 6 Variationsrechnung</b>		<b>265</b>
6.1	Zwei Beispiele .....	266
6.2	Die Euler-Lagrange-Gleichung.....	269
6.3	Anwendungen der Euler-Lagrange-Gleichung.....	272
6.4	Mehr als zwei Variable .....	277
<b>Kapitel 7 Die Lagrange-Gleichungen</b>		<b>289</b>
7.1	Die Lagrange-Gleichungen für Bewegungen ohne Zwangsbedingungen ..	291
7.2	Systeme mit Zwangsbedingungen: ein Beispiel .....	298
7.3	Systeme mit Zwangsbedingungen: allgemein .....	300
7.4	Beweis der Lagrange-Gleichungen mit Zwangsbedingungen .....	304
7.5	Beispiele für Lagrange-Gleichungen.....	308
7.6	Verallgemeinerte Impulse und zyklische Koordinaten .....	319
7.7	Fazit .....	320
7.8	Mehr über die Erhaltungssätze* .....	321
7.9	Lagrange-Gleichungen für magnetische Kräfte* .....	326
7.10	Lagrange-Multiplikatoren und Zwangskräfte*.....	329
<b>Kapitel 8 Das Zweikörperproblem mit einer Zentralkraft</b>		<b>353</b>
8.1	Das Problem .....	354
8.2	Schwerpunkt und Relativkoordinaten; die reduzierte Masse .....	355
8.3	Die Bewegungsgleichungen .....	357
8.4	Das äquivalente eindimensionale Problem .....	360
8.5	Die Bahngleichung .....	366
8.6	Kepler'sche Bahnen .....	368
8.7	Die ungebundenen Kepler'schen Bahnen .....	373
8.8	Bahnänderungen .....	375

<b>Kapitel 9</b>	<b>Mechanik in Nichtinertialsystemen</b>	<b>389</b>
9.1	Beschleunigung ohne Rotation .....	390
9.2	Die Gezeiten .....	393
9.3	Der Vektor der Winkelgeschwindigkeit .....	399
9.4	Zeitableitungen in einem rotierenden Bezugssystem .....	402
9.5	Das zweite Newton'sche Gesetz in einem rotierenden Bezugssystem .....	405
9.6	Die Zentrifugalkraft .....	407
9.7	Die Coriolis-Kraft .....	410
9.8	Freier Fall und die Coriolis-Kraft .....	414
9.9	Das Foucault'sche Pendel .....	417
9.10	Die Coriolis-Kraft und die Coriolis-Beschleunigung .....	421
<b>Kapitel 10</b>	<b>Die Drehbewegung starrer Körper</b>	<b>433</b>
10.1	Eigenschaften des Schwerpunkts .....	434
10.2	Drehung um eine feste Achse .....	439
10.3	Drehungen um eine beliebige Achse; der Trägheitstensor .....	444
10.4	Hauptträgheitsachsen .....	453
10.5	Bestimmung der Hauptachsen; Eigenwertgleichungen .....	455
10.6	Präzession eines Kreisels aufgrund eines kleinen Drehmoments .....	459
10.7	Die Euler-Gleichungen .....	461
10.8	Die Euler-Gleichungen bei Drehmoment null .....	463
10.9	Euler-Winkel* .....	468
10.10	Bewegung eines rotierenden Kreisels* .....	470
<b>Kapitel 11</b>	<b>Gekoppelte Oszillatoren und Normalmoden</b>	<b>489</b>
11.1	Zwei Massen und drei Federn .....	490
11.2	Identische Federn und gleiche Massen .....	494
11.3	Zwei schwach gekoppelte Oszillatoren .....	499
11.4	Der Lagrange-Ansatz: das Doppelpendel .....	503
11.5	Der allgemeine Fall .....	509
11.6	Drei gekoppelte Pendel .....	513
11.7	Normalkoordinaten* .....	517
<b>Teil II</b>	<b>Weiterführende Themen</b>	<b>531</b>
<b>Kapitel 12</b>	<b>Nichtlineare Mechanik und Chaos</b>	<b>533</b>
12.1	Linearität und Nichtlinearität .....	535
12.2	Das getriebene gedämpfte Pendel .....	539
12.3	Einige zu erwartende Merkmale des getriebenen gedämpften Pendels ...	540
12.4	Das getriebene gedämpfte Pendel: Wege ins Chaos .....	544
12.5	Chaos und die Empfindlichkeit gegenüber den Anfangsbedingungen ....	553

12.6	Bifurkationsdiagramme .....	561
12.7	Bahnen im Zustandsraum .....	566
12.8	Poincaré-Schnitte .....	574
12.9	Die logistische Abbildung .....	578
<b>Kapitel 13 Hamilton-Mechanik</b>		<b>605</b>
13.1	Die Basis-Variablen .....	607
13.2	Hamilton-Gleichungen für eindimensionale Systeme .....	608
13.3	Hamilton-Gleichungen in mehreren Dimensionen .....	613
13.4	Zyklische Koordinaten .....	619
13.5	Die Lagrange-Gleichungen und die Hamilton-Gleichungen – ein Vergleich .....	621
13.6	Bahnen im Phasenraum .....	623
13.7	Der Liouville'sche Satz* .....	627
<b>Kapitel 14 Streutheorie</b>		<b>645</b>
14.1	Der Streuwinkel und der Stoßparameter .....	647
14.2	Der Wirkungsquerschnitt .....	650
14.3	Verallgemeinerungen des Wirkungsquerschnitts .....	653
14.4	Der differenzielle Wirkungsquerschnitt .....	658
14.5	Berechnung des differenziellen Wirkungsquerschnitts .....	661
14.6	Die Rutherford-Streuung .....	663
14.7	Wirkungsquerschnitte in verschiedenen Bezugssystemen* .....	668
14.8	Streuwinkel im Schwerpunkt- und im Laborsystem* .....	672
<b>Kapitel 15 Spezielle Relativitätstheorie</b>		<b>687</b>
15.1	Relativität .....	688
15.2	Galilei-Relativität .....	689
15.3	Die Postulate der speziellen Relativitätstheorie .....	694
15.4	Die Relativität der Zeit; Zeitdilatation .....	697
15.5	Längenkontraktion .....	703
15.6	Die Lorentz-Transformation .....	705
15.7	Relativistische Addition von Geschwindigkeiten .....	710
15.8	Die vierdimensionale Raumzeit; Vierervektoren .....	712
15.9	Das invariante Skalarprodukt .....	717
15.10	Der Kausalitätskegel .....	719
15.11	Die Quotientenregel und der Doppler-Effekt .....	725
15.12	Masse, Vierergeschwindigkeit und Viererimpuls .....	728
15.13	Energie, die vierte Komponente des Impulses .....	733
15.14	Stöße .....	739
15.15	Die Kraft in der Relativitätstheorie .....	744
15.16	Masselose Teilchen; das Photon .....	747

15.17	Tensoren*	751
15.18	Elektrodynamik und Relativitätstheorie	754
<b>Kapitel 16 Kontinuumsmechanik</b>		<b>783</b>
16.1	Transversalbewegung einer gespannten Saite	785
16.2	Die Wellengleichung	788
16.3	Randbedingungen; Wellen auf einer endlich langen Saite*	792
16.4	Die dreidimensionale Wellengleichung	797
16.5	Volumen- und Flächenkräfte	800
16.6	Spannung und Dehnung: die elastischen Moduln	804
16.7	Der Spannungstensor	807
16.8	Der Dehnungstensor für einen Festkörper	812
16.9	Der Zusammenhang von Spannung und Dehnung: das Hooke'sche Gesetz	818
16.10	Die Bewegungsgleichung für einen elastischen Körper	821
16.11	Longitudinal- und Transversalwellen in einem Festkörper	824
16.12	Fluide: Beschreibung der Bewegung*	826
16.13	Wellen in einem Fluid*	830
<b>Anhang A Diagonalisierung von reellen symmetrischen Matrizen</b>		<b>845</b>
A.1	Diagonalisierung einer einzelnen Matrix	846
A.2	Simultane Diagonalisierung zweier Matrizen	850
<b>Lösungen für Aufgaben mit ungerader Nummer</b>		<b>853</b>
<b>Register</b>		<b>885</b>
<b>Literatur</b>		<b>896</b>