

Inhaltsverzeichnis

1	Mathematische Vorbereitungen	1
1.1	Elemente der Differentialrechnung	4
1.1.1	Zahlenmengen	4
1.1.2	Zahlenfolgen und Grenzwerte	6
1.1.3	Reihen und Grenzwerte	8
1.1.4	Funktionen und Grenzwerte	10
1.1.5	Stetigkeit	11
1.1.6	Trigonometrische Funktionen	13
1.1.7	Exponentialfunktion, Logarithmus	17
1.1.8	Differentialquotient	20
1.1.9	Differentiationsregeln	25
1.1.10	Taylor-Entwicklung	29
1.1.11	Grenzwerte unbestimmter Ausdrücke	31
1.1.12	Extremwerte	32
1.1.13	Aufgaben	36
1.2	Elemente der Integralrechnung	41
1.2.1	Begriffe	41
1.2.2	Erste Integrationsregeln	43
1.2.3	Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung	45
1.2.4	Technik des Integrierens	49
1.2.5	Mehrfachintegrale	54

1.2.6	Aufgaben	58
1.3	Vektoren	59
1.3.1	Elementare Rechenregeln	61
1.3.2	Skalarprodukt	66
1.3.3	Vektorprodukt	69
1.3.4	„Höhere“ Vektorprodukte	74
1.3.5	Basisvektoren	76
1.3.6	Komponentendarstellungen	80
1.3.7	Aufgaben	83
1.4	Vektorwertige Funktionen	88
1.4.1	Parametrisierung von Raumkurven	89
1.4.2	Differentiation vektorwertiger Funktionen	91
1.4.3	Bogenlänge	93
1.4.4	Begleitendes Dreibein	96
1.4.5	Aufgaben	102
1.5	Felder	106
1.5.1	Klassifikation der Felder	106
1.5.2	Partielle Ableitungen	110
1.5.3	Gradient	113
1.5.4	Divergenz und Rotation	116
1.5.5	Aufgaben	120
1.6	Matrizen und Determinanten	123
1.6.1	Matrizen	123
1.6.2	Rechenregeln für Matrizen	125
1.6.3	Koordinatentransformationen (Drehungen)	128
1.6.4	Determinanten	133
1.6.5	Rechenregeln für Determinanten	136
1.6.6	Spezielle Anwendungen	139
1.6.7	Aufgaben	146

1.7	Koordinatensysteme	149
1.7.1	Wechsel der Variablen, Funktionaldeterminante	149
1.7.2	Krummlinige Koordinaten	156
1.7.3	Zylinderkoordinaten	161
1.7.4	Kugelkoordinaten	163
1.7.5	Aufgaben	166
	Kontrollfragen	169
2	Mechanik des freien Massenpunktes	173
2.1	Kinematik	175
2.1.1	Geschwindigkeit und Beschleunigung	175
2.1.2	Einfache Beispiele	181
2.1.3	Aufgaben	184
2.2	Grundgesetze der Dynamik	186
2.2.1	Newton'sche Axiome	187
2.2.2	Kräfte	192
2.2.3	Inertialsysteme, Galilei-Transformation	195
2.2.4	Rotierende Bezugssysteme, Scheinkräfte	198
2.2.5	Beliebig beschleunigte Bezugssysteme	199
2.2.6	Aufgaben	202
2.3	Einfache Probleme der Dynamik	204
2.3.1	Bewegung im homogenen Schwerfeld	205
2.3.2	Lineare Differentialgleichungen	207
2.3.3	Bewegung im homogenen Schwerfeld mit Reibung	210
2.3.4	Fadenpendel	215
2.3.5	Komplexe Zahlen	218
2.3.6	Linearer harmonischer Oszillator	223
2.3.7	Freier gedämpfter linearer Oszillator	227
2.3.8	Gedämpfter linearer Oszillator unter dem Einfluss einer äußeren Kraft	232

2.3.9	Beliebige eindimensionale, ortsabhängige Kraft	236
2.3.10	Aufgaben	241
2.4	Fundamentale Begriffe und Sätze	250
2.4.1	Arbeit, Leistung, Energie	250
2.4.2	Potential	255
2.4.3	Drehimpuls, Drehmoment	258
2.4.4	Zentralkräfte	259
2.4.5	Integration der Bewegungsgleichungen	262
2.4.6	Aufgaben	265
2.5	Planetenbewegung	273
2.5.1	a) Ellipse	275
2.5.2	b) Hyperbel	277
2.5.3	c) Kurvendiskussion	278
2.5.4	d) Kepler'sche Gesetze	280
2.5.5	Aufgaben	280
	Kontrollfragen	283
3	Mechanik der Mehrteilchensysteme	287
3.1	Erhaltungssätze	289
3.1.1	Impulssatz (Schwerpunktsatz)	289
3.1.2	Drehimpulssatz	290
3.1.3	Energiesatz	292
3.1.4	Virialsatz	294
3.2	Zwei-Teilchen-Systeme	296
3.2.1	Relativbewegung	296
3.2.2	Zweikörperstoß	298
3.2.3	Elastischer Stoß	301
3.2.4	Inelastischer Stoß	305
3.2.5	Planetenbewegung als Zweikörperproblem	306
3.2.6	Gekoppelte Schwingungen	308
3.3	Aufgaben	311
	Kontrollfragen	315

4	Der starre Körper	317
4.1	Modell des starren Körpers	318
4.2	Rotation um eine Achse	321
4.2.1	Energiesatz	321
4.2.2	Drehimpulsatz	325
4.2.3	Physikalisches Pendel	326
4.2.4	Steiner'scher Satz	327
4.2.5	Rollbewegung	329
4.2.6	Analogie zwischen Translations- und Rotationsbewegung	331
4.3	Trägheitstensor	332
4.3.1	Kinematik des starren Körpers	332
4.3.2	Kinetische Energie des starren Körpers	334
4.3.3	Eigenschaften des Trägheitstensors	336
4.3.4	Drehimpuls des starren Körpers	341
4.4	Kreiselttheorie	344
4.4.1	Euler'sche Gleichungen	344
4.4.2	Euler'sche Winkel	345
4.4.3	Rotationen um freie Achsen	347
4.4.4	Kräftefreier symmetrischer Kreisel	349
4.5	Aufgaben	354
	Kontrollfragen	357
	Lösungen der Übungsaufgaben	359
	Sachverzeichnis	535