

Inhaltsübersicht

Einleitung und Vorbereitendes

1. Die Aufgabe der Mechanik	3
2. Bemerkungen über Raum und Zeit	4
3. Modelle der Mechanik	7
4. Einteilung der Mechanik	9
5. Formeln und Sätze aus der Vektorrechnung:	
a) Allgemeine Begriffe	10
b) Formeln aus der Vektoralgebra	14
c) Formeln aus der Vektoranalysis	18
d) Integralsätze	26
6. Einiges über Tensoren	29
7. Einiges aus der Variationsrechnung	44

Mechanik eines Massenpunktes

I. Kinematik

8. Bezugssysteme	63
9. Bahn, Geschwindigkeit und Beschleunigung	65
10. Bestimmung der Bahn eines Massenpunktes aus seiner Geschwindigkeit und Beschleunigung	71
11. Zwei einfache Beispiele:	
a) Die Wurfbewegung im Schwerfeld der Erde	73
b) Die Planetenbewegung	77

II. Dynamik

12. Der Begriff der Trägheit	79
13. Kraft und Masse	82
14. Die NEWTONschen Axiome	84
15. Arbeit, Energie, Impuls, Drehmoment und Drehimpuls	87
16. Klassifizierung der eingepprägten Kräfte	92
17. Die konservative Kraft, das Potential und der Energiesatz der Mechanik	96
18. Die Zentralkraft und der Flächensatz	99
19. Gleichgewicht eines freien Massenpunktes	103
20. Gebundene Massenpunkte und das Prinzip der virtuellen Verschiebung	105
1. Neue Begriffe	105
2. Klassifizierung der Nebenbedingungen	106
3. Das Prinzip der virtuellen Verschiebung	107
21. Das Prinzip von D'ALEMBERT und die LAGRANGESchen Gleichungen 1. Art	109
22. Das GAUSSsche Prinzip des kleinsten Zwanges	111
23. Relativbewegung	114
1. Die GALILEI-Transformation	114
2. Die Winkelgeschwindigkeit	117
3. Die Zeitableitung in einem beliebig bewegten Bezugssystem	118
4. Die Differentialgleichung für die Relativbewegung	118
5. Bemerkung zur LORENTZ-Transformation	123

III. Anwendungen und Beispiele

24. Ein bewegter Massenpunkt unter Einfluß einer Reibungskraft	124
25. Der vertikale Wurf und Fall im Erdfeld mit Berücksichtigung des Luftwiderstandes	127
26. Freier Fall aus sehr großer Höhe	129
27. Der harmonische Oszillator	131
28. Gedämpfte Schwingungen eines Oszillators	139
29. Erzwungene Schwingungen eines Oszillators	145
30. Der nichtharmonische Oszillator	162
31. Das KEPLER-Problem	167
32. Beispiele für Gleichgewichtsbestimmungen	176
33. Das mathematische Pendel	181
34. Das Pendel mit bewegtem Aufhängepunkt	193
35. Horizontalbewegung auf der rotierenden Erde	201
36. Das FOUCAULTsche Pendel	202

Mechanik der Punktsysteme**I. Dynamik**

37. Das Punktsystem und sein Massenmittelpunkt (Schwerpunkt)	209
38. Die Bewegungsgleichungen eines Punktsystems und das NEWTONsche Reaktionsprinzip	211
39. Der Schwerpunktsatz	213
40. Der Impulssatz	214
41. Der Drehimpulssatz	215
42. Der Energiesatz	217
43. Zusammenstellung der Erhaltungssätze und ihr Zusammenhang mit Invarianzeigenschaften	221

II. Prinzipie der Mechanik

44. Allgemeines über die Prinzipie der Mechanik	222
45. Das Prinzip der virtuellen Verschiebung	223
46. Das D'ALEMBERTsche Prinzip und die LAGRANGESchen Gleichungen 1. Art	227
47. Das GAUSSsche Prinzip des kleinsten Zwanges	230
48. Der Energiesatz für skleronome und rheonome Systeme	234
49. Generalisierte holonome und nichtholonome Koordinaten	237
50. Die LAGRANGESchen Gleichungen 2. Art	242
51. Die explizite Form der LAGRANGESchen Gleichungen 2. Art	246
52. Das HAMILTONsche Prinzip	248
53. Die erweiterten LAGRANGESchen Gleichungen 2. Art für nichtholonome Geschwindigkeitskoordinaten	252
54. Bemerkungen über andere Prinzipie der Mechanik	254

III. Die Hamiltonsche Mechanik

55. Die HAMILTONschen Gleichungen	260
56. Zyklische Variable	263
57. Die Kanonische Transformation	265
58. Die HAMILTON-JACOBISCHE Differentialgleichung	268
59. Das Theorem von JACOBI	272
60. Die POISSON-Klammer	274
61. Invarianzeigenschaften und Erhaltungssätze	277
62. Die ROUTHschen Gleichungen	279
63. Die Gleichungen von GIBBS-APPELL	282

IV. Anwendungen und Beispiele

64. Die ATWOODsche Fallmaschine	283
65. Das ebene Doppelpendel	287
66. Bemerkungen über gekoppelte Schwingungen	293

67. Kleine freie Schwingungen eines Punktsystems	294
68. Das Gravitationsgesetz	296
69. Das Zweikörperproblem	298
70. Stoßvorgänge	300
71. Beispiele für die Behandlung von Bewegungsaufgaben nach der HAMILTONSchen Mechanik	306
72. Beispiele für Kanonische Transformationen	308
73. Beispiele für das Rechnen mit POISSON-Klammern	312

Mechanik Starrer Körper

I. Kinematik des Starren Körpers

74. Der Starre Körper	317
1. Definition	317
2. Translation und Rotation	317
3. Verschärfung des Begriffes Winkelgeschwindigkeit	318
4. Anzahl der Freiheitsgrade eines Starren Körpers	322
75. Einige Sätze über die Bewegung Starrer Körper	322
76. Das Theorem von CHASLES	325
77. Analytische Darstellung der Bewegung eines Starren Körpers	325
78. Die EULERSchen Winkel	329

II. Dynamik des Starren Körpers

79. Schwerpunkt, Impuls, Drehimpuls und kinetische Energie eines Starren Körpers	330
80. Das Trägheitsmoment und das POINCARÉsche Trägheitsellipsoid	338
81. Der Satz von STEINER	343
82. Bewegung und Gleichgewicht des Starren Körpers	344
1. Die Bewegungsgleichungen des Starren Körpers	344
2. Die Gleichgewichtsbedingungen für einen Starren Körper	344
83. Die EULERSchen Kreiselgleichungen	346
84. Das Äquivalente Kräftesystem	349
85. Der Satz vom kleinsten Drehmoment	351

III. Anwendungen und Beispiele

86. Rollen eines axialsymmetrischen Körpers auf einer Schiefen Ebene	353
87. Das Physikalische Pendel	356
88. Einiges aus der Kreiseltheorie	359
1. Definition des Kreisels	359
2. Einteilung der Kreisel	359
3. Kräftefreie Bewegung eines Kreisels	360
4. Kräftefreie Bewegung eines symmetrischen Kreisels	361
5. Freie Achsen	362
6. Summarische Betrachtung der Bewegung eines schweren Kreisels	364
89. Das Potential einer kontinuierlich verteilten Masse	365

Mechanik Deformierbarer Körper

(Elastomechanik, Hydromechanik)

I. Einleitung

90. Vorbemerkung	371
91. Einteilung der Mechanik Deformierbarer Körper	371
92. Molekular- und Kontinuumstheorie	373
93. Bemerkung über Rheologie	374

II. Der Deformationszustand

94. Allgemeine Darstellung einer Verschiebung	375
95. Einige Eigenschaften Linearer Deformationen	376
96. Zusammensetzung zweier Linearer Deformationen und der Begriff der Infinitesimal kleinen Deformation	378
97. Analyse der Infinitesimal kleinen Deformation	380
98. Der Deformationstensor	382
99. Die Kompatibilitätsbedingungen	386

III. Der Spannungszustand

100. Massen-, Volumen- und Flächenkräfte	387
101. Der Spannungstensor	390
102. Das Spannungsellipsoid	393

IV. Bewegung Deformierbarer Körper

103. Die LAGRANGESchen und die EULERSchen Variablen sowie der Begriff der substantiellen Ableitung	394
104. Die Kontinuitätsgleichung	398
105. Die Bewegungsgleichung	400

A. Elastomechanik

106. Das Modell des Elastischen Körpers	404
---	-----

V. Elastostatik

107. Die Gleichgewichtsbedingungen für einen Elastischen Körper	404
---	-----

VI. Elastodynamik

108. Das HOOKESche und das NAVIERSche Gesetz	406
109. Die Spannungs-Dehnungs-Beziehungen für einen isotropen Festen Körper	408
110. Der ebene Spannungszustand und die ARRYsche Spannungsfunktion	411
111. Die Elastische Grundgleichung für einen isotropen Festen Körper	414
112. Das Randwertproblem der Elastomechanik	415
113. Das Elastische Potential für einen isotropen Festen Körper	416
114. Bemerkungen zur Elastomechanik anisotroper Körper (Kristallelastizität)	420

VII. Anwendungen und Beispiele**Spezielle Fälle des Elastischen Gleichgewichts**

115. Eindeutigkeit der Lösung der Gleichung für das Elastische Gleichgewicht	426
116. Gleichgewicht eines einem allseitigen gleichen Druck ausgesetzten Elastischen Körpers	430
117. Gleichgewicht eines einem einseitigen Druck ausgesetzten Zylinders	431
118. Torsion eines Zylinders	434
119. Biegung eines Stabes	438

Bewegungen in einem unendlich ausgedehnten Kontinuum

120. Die Bewegungsgleichungen für die Volumendilatation und die Drehung	441
121. Die Wellengleichung	443
122. Vektorwellen	450
123. Die elastischen Wellen	451
124. Die Gruppengeschwindigkeit	452

Schwingungen von Saiten und Membranen

125. Definitionen	456
126. Die lineare Punktkette	457
127. Der Übergang von der Punktkette zur Saite	459
128. Eine andere Herleitung der Bewegungsgleichung der Saite	461
129. Freie Schwingungen einer Saite	463
a) Anpassung der D'ALEMBERTSchen Lösung an Anfangs- und Randbedingungen	463
b) Die BERNOULLISCHE Lösung der Wellengleichung	465
130. Der Begriff der Eigenfunktion, des Eigenwertes und des Eigenwertproblems	467
131. Entwicklung einer vorgegebenen Funktion nach Eigenfunktionen	468
132. Mögliche Schwingungsformen der Saite	471
133. Die GREENSCHE Funktion der schwingenden Saite	472
134. Übergang zu einer Integralgleichung	478
135. Transversalschwingungen einer Rechteckmembran	479
136. Transversalschwingungen einer Kreismembran	484

Schwingungen von Stäben und Platten

137. Longitudinale Stabschwingungen	487
138. Torsionsschwingungen eines Stabes	489
139. Biegeschwingungen eines Stabes	491
140. Die Differentialgleichung für die Transversalschwingungen einer Platte	495

B. Hydromechanik

141. Das Modell der Idealen Flüssigkeit	499
---	-----

VIII. Hydrostatik

142. Die Gleichgewichtsbedingung	500
--	-----

IX. Hydrodynamik der Idealen Flüssigkeit

143. Problemstellung	502
144. Bahnlinien, Stromlinien, Stromröhre und Stromfaden	503
145. Die EULERSCHE Gleichung der Hydrodynamik	505
146. Randbedingungen	506
147. Energetische Betrachtungen	507
148. Einteilung der Flüssigkeitsbewegungen	509
149. Die BERNOULLISCHE Gleichung	511
150. Das Geschwindigkeitspotential	514
151. Die Zirkulation	517
152. Einiges über wirbelbehaftete Flüssigkeitsbewegungen	519
153. Vergleich von Strömungen inkompressibler und kompressibler Flüssigkeiten	520

X. Anwendungen und Beispiele

Zur Hydrostatik

154. Die inkompressible Flüssigkeit im Erdfeld	525
155. Das ARCHIMEDISCHE Prinzip	527
156. Gleichgewicht einer rotierenden Flüssigkeit im Erdfeld	528
157. Die polytrope Atmosphäre (Aerostatik)	531

Zur Hydrodynamik

158. Einige Anwendungen der BERNOULLISCHEN Gleichung	534
159. Bemerkungen zur Stromfadentheorie	538
160. Schwingungen einer schweren Flüssigkeit in einem U-Rohr	539
161. Oberflächenwellen	541
162. Die Differentialgleichungen des Schallfeldes	545
163. Der DOPPLER-Effekt	548
164. Ebene Potentialströmungen	550
165. Die Auftriebsformeln von KUTTA-JOUKOWSKI	562

XI. Hydrodynamik der Zähnen Flüssigkeit

166. Der Begriff der Zähnen Flüssigkeit	568
167. Die NAVIER-STOKESSche Gleichung	568
168. Die Energiedissipation bei Zähnen Flüssigkeiten	572
169. Eine Extremalaussage über die Energiedissipation	575
170. Bemerkungen über Turbulenz	578
171. Bemerkungen zur Ähnlichkeitsmechanik	580

XII. Anwendungen und Beispiele

172. Das HAGEN-POISEULLESche Gesetz	583
173. Andere strenge Lösungen der NAVIER-STOKESSchen Gleichung	588
174. Kleine Transversalschwingungen einer Zähnen Flüssigkeit	590
175. Die STOKESSche Widerstandsformel	592
176. Bemerkungen zur PRANDTLschen Grenzschichttheorie	599
177. Hinweis auf die Gasdynamik	600
Schrifttum	601
Namen- und Sachverzeichnis	604