

Inhalt.

Einleitung.

1. Aufgabe der Mechanik; ihre Stellung im System der theoretischen Physik	1
2. Grundbegriffe: Raum und Zeit in der Mechanik	2
3. Substantielle Punkte; starre Körper; deformierbare Körper	10
4. Einteilung der Mechanik	11

Erstes Buch.

Mechanik materieller Punkte.

Erstes Kapitel.

Kinematik eines materiellen Punktes.

5. Lage eines materiellen Punktes; Koordinatensysteme; Bezugssysteme	13
6. Bewegung eines substantiellen Punktes; Eigenschaften der in der Mechanik vorkommenden Funktionen	15
7. Der Begriff der Geschwindigkeit	16
8. Komponentendarstellung der Geschwindigkeit	19
9. Vektoren und Skalare; Vektoraddition	21
10. Zusammensetzung und Zerlegung von Geschwindigkeiten	26
11. Verhalten der Geschwindigkeit bei Änderung des Koordinatensystems	28
12. Darstellung der Geschwindigkeit in Polarkoordinaten	32
13. Der Begriff der Beschleunigung	35
14. Verhalten der Beschleunigung bei Änderung des Koordinatensystems	41
15. Ebene Beschleunigung in Polarkoordinaten	42
16. Bestimmung der Bewegung aus der Geschwindigkeit oder der Beschleunigung	44
17. Beispiele: Freier Fall; Wurfbewegung	48
18. Beispiele: Planetenbewegung	53
19. Periodische und harmonische Bewegung	57
20. Relativbewegung	63
21. Dimensionen	73

Zweites Kapitel.

Allgemeine Dynamik eines materiellen Punktes.

22. Der Begriff der Trägheit	74
23. Der Begriff der Kraft und der Masse; schwere und träge Masse	77
24. Das erste und zweite Bewegungsgesetz von Newton	81
25. Das Koordinatensystem der Dynamik; Galileisches Relativitätsprinzip	84
26. Transformation der Bewegungsgleichungen auf relativ zum Fundamental-system beschleunigte Systeme	88
27. Kinetische Energie; Arbeit	95
28. Potentielle Energie; Energieprinzip	98
29. Statik; Prinzip der virtuellen Verückungen	101

	Seite
30. Beschränkte Bewegungsfreiheit	104
31. Das d'Alembertsche Prinzip	112
32. Stoßkräfte; Bewegungsgröße; Impuls	114

Drittes Kapitel.**Spezielle Bewegungen eines materiellen Punktes.**

	Seite
33. Geradlinige kleine Schwingungen eines Massenpunktes	117
34. Kleine Schwingungsbewegung im Raum	124
35. Gedämpfte Schwingungen	127
36. Aperiodische Bewegungen	132
37. Erzwungene Schwingungen ohne Berücksichtigung der Dämpfung; Methode der Variation der Konstanten	135
38. Erzwungene Schwingungen mit Berücksichtigung der Dämpfung	147
39. Lineare freie Schwingungen von endlicher Amplitude	153
40. Erzwungene Schwingungen mit endlicher Amplitude; Helmholtzsche Theorie der Kombinationstöne	156
41. Bewegung eines substantiellen Punktes auf einem vertikalen Kreise; ebenes mathematisches Pendel	159
42. Bewegung eines substantiellen Punktes auf einer Kugelfläche; räumliches Pendel	169
43. Der Foucaultsche Pendelversuch	177
44. Einfluß der Erdrotation auf die Schwerebeschleunigung	185

Viertes Kapitel.**Allgemeine Dynamik eines Systems materieller Punkte.**

	Seite
45. Das Newtonsche Reaktionsprinzip	188
46. Massenmittelpunkt oder Schwerpunkt	192
47. Bewegung des Schwerpunktes eines beliebigen Systems; Erhaltung der Bewegung des Schwerpunktes für ein freies System	195
48. Das Vektorprodukt	199
49. Die Rotationsmomente	203
50. Erhaltung der Rotationsmomente der Geschwindigkeiten; Flächensatz . .	210
51. Das d'Alembertsche Prinzip	215
52. Das Energieprinzip	219
53. Gleichgewicht eines Systems; Stabilität des Gleichgewichts	222
54. Das Hamiltonsche Prinzip der stationären Wirkung	227
55. Zweite Form der Bewegungsgleichungen nach Lagrange	233
56. Nichtholome Koordinaten; erweiterte Lagrangesche Gleichungen II. Art .	241
57. Die kanonischen Gleichungen der Dynamik von Hamilton	247
58. Allgemeinere Variationen; Variation der Zeit	249
59. Das Prinzip der variierenden Wirkung von Hamilton	252
60. Das Theorem von Jacobi; Integration der Hamilton-Jacobischen Differentialgleichung	258

Fünftes Kapitel.**Spezielle Dynamik eines Systems materieller Punkte.**

	Seite
61. Die Atwoodsche Fallmaschine; experimenteller Nachweis der Trägheitskräfte	267
62. Freie kleine Schwingungen eines Systems von Massenpunkten	274
63. Sätze über Transformation von quadratischen Formen	282
64. Erzwungene Schwingungen eines Systems von Massenpunkten	293
65. Theorie des Doppelpendels	294
66. Die allgemeine Gravitationskraft	302
67. Das Zweikörperproblem	305
68. Das Fundamentalsystem der Mechanik	319
69. Das Potential eines Systems gravitierender Massenpunkte	320

Zweites Buch.
Mechanik starrer Körper.
Sechstes Kapitel.
Kinematik starrer Körper.

	Seite
70. Verschiebung eines starren Körpers; Translation und Rotation; Freiheitsgrade des starren Körpers	328
71. Allgemeinste ebene Bewegung eines starren Körpers	331
72. Allgemeine Bewegung eines starren Körpers um einen festen Punkt (sphärische Bewegung); das Theorem von Euler	339
73. Zusammensetzung von zwei aufeinanderfolgenden Rotationen um zwei Achsen	341
74. Allgemeinste Verschiebung eines starren Körpers; Theorem von Chasles	347
75. Analytische Darstellung der ebenen Bewegung eines starren Körpers	351
76. Analytische Darstellung der allgemeinsten Bewegung eines starren Körpers	358
77. Die Eulerschen Winkel	369

Siebentes Kapitel.
Allgemeine Dynamik starrer Körper.

78. Die Bewegungsgleichungen des starren Körpers	375
79. Theorie der Trägheitsmomente und Deviationsmomente	379
80. Tensoren; die lineare Vektorfunktion	390
81. Die Eulerschen Gleichungen für einen in einem Punkte festgehaltenen Körper	394
82. Reduktion der allgemeinsten Bewegung des starren Körpers auf zwei einfache Bewegungen	403
83. Die kinetische Energie eines starren Körpers	406
84. Das Kräftesystem des starren Körpers; Statik	409

Achtes Kapitel.

Spezielle Dynamik starrer Körper.

85. Das physische Pendel; experimentelle Bestimmung von Trägheitsmomenten	421
86. Rollen eines Zylinders oder einer Kugel auf der schiefen Ebene; Bestimmung von Trägheitsmomenten mit der Wage	426
87. Mechanische Bedeutung der Deviationsmomente; ihr Nachweis mit der Wage	431
88. Kräftefreie Bewegung eines starren Körpers um einen festen Punkt	434
89. Kräftefreie Bewegung des symmetrischen Kreisels	447
90. Summarische Betrachtung der Bewegungen eines symmetrischen Kreisels unter dem Einfluß von Kräften	456
91. Das Potential kontinuierlich verbreiteter Massen, speziell einer homogenen Kugelschale; der Begriff des Gradienten	459
92. Potential von Oberflächenbelegungen und Doppelschichten	463
93. Die Poissonsche Differentialgleichung	467

Drittes Buch.
Mechanik deformierbarer Körper (Elastizitätstheorie und Hydrodynamik).

Einleitung.

94. Allgemeines	470
95. Molekulartheorie und Kontinuumshypothese (Natur der elastischen Medien)	471
96. Ungeordnete und geordnete Bewegungen	474

Neuntes Kapitel.**Kinematik eines Kontinuums.**

	Seite
97. Analytische Darstellung von Deformationen; lineare Deformationen	476
98. Allgemeine Eigenschaften linearer Deformationen	479
99. Einführung eines mitbewegten Koordinatensystems	481
100. Zusammensetzung zweier linearer Deformationen	482
101. Lineare infinitesimale Deformationen; Zusammensetzung derselben	484
102. Untersuchung der infinitesimalen Drehung	485
103. Synthese einer reinen Dehnung nach drei zueinander senkrechten Achsen	489
104. Analyse der reinen Dehnung nach drei zueinander senkrechten Achsen	493
105. Geometrische Darstellung	496
106. Synthese der allgemeinen linearen infinitesimalen Deformation aus Drehung und Dehnung; Divergenz und Rotation (Curl)	498
107. Definitive Bezeichnungen; die drei Hauptdilatationen als Hauptwerte eines Tensors	502
108. Rechenregeln mit den Operationen Divergenz, Rotation, Gradient	503

Zehntes Kapitel.**Allgemeine Dynamik eines Kontinuums: Analyse des Spannungszustandes.**

109. Verschiedene Arten der wirkenden Kräfte; innere Spannungen	506
110. Beziehungen zwischen den Massenkräften und den Spannungen	509
111. Reduktion auf sechs Spannungskomponenten	512
112. Abhängigkeit der Spannung von der Richtung; Oberflächenbedingungen	515
113. Hauptspannungen und Hauptspannungsrichtungen	518
114. Geometrische Darstellung; Spannungsellipsoid	520

Elfes Kapitel.**Allgemeine Dynamik eines Kontinuums: Zusammenhang zwischen Spannung und Deformation.**

115. Das allgemeine Hookesche Gesetz	524
116. Der erste Greensche Satz	526
117. Der Gaußsche Satz; die weiteren Sätze von Green	528
118. Das allgemeine elastische Potential	530
119. Das elastische Potential für einen isotropen Körper	536
120. Das Hookesche Gesetz für einen isotropen Körper	540
121. Die allgemeinen Gleichungen der Elastizität	541

Zwölftes Kapitel.**Spezielle Fälle des elastischen Gleichgewichts.**

122. Eindeutigkeit der Lösungen	543
123. Allseitiger gleichmäßiger Druck	547
124. Einseitiger Druck	550
125. Torsion eines Kreiszylinders	556
126. Biegung eines Stabes	561
127. Theorie der Cornuschen Methode zur Bestimmung von σ	569
128. Deformation eines Stabes durch sein eigenes Gewicht	572
129. Experimentelle Ergebnisse	577

Dreizehntes Kapitel.**Gleichgewicht und Bewegung in einem unendlich ausgedehnten Medium.**

130. Die Gleichgewichtsgleichungen für die kubische Dilatation und die Rotationskomponenten	579
---	-----

	Seite
131. Die Laplacesche Gleichung; partikuläre Integrale derselben	581
132. Allgemeine Integration der Poissonschen Gleichung	583
133. Die Wellengleichung für die kubische Dilatation und die Rotation	586
134. Partikuläre Integrale der Wellengleichung	587
135. Allgemeines Integral der Wellengleichung	594
136. Die Bestimmung der Verrückungskomponenten aus der kubischen Dilatation und den Rotationskomponenten	602
137. Longitudinale und transversale Wellen	604

Vierzehntes Kapitel.

Schwingungen von Saiten und Membranen.

138. Lineares System diskreter Massenpunkte	607
139. Übergang zu einer kontinuierlichen Saite	610
140. Freie Schwingungen der Saite	612
141. Entwicklung willkürlicher Funktionen nach Eigenfunktionen	618
142. Die möglichen Schwingungsformen der Saite	621
143. Die erzwungenen Schwingungen der Saite	624
144. Die Greensche Funktion der schwingenden Saite	631
145. Bildung einer Integralgleichung	639
146. Definitionen und Sätze über Konvergenz von Reihen	645
147. Die Bilinearform für den Kern der Saite	652
148. Die Rayleighsche Methode	655
149. Die inhomogene Integralgleichung für die schwingende Saite	659
150. Gedämpfte Schwingungen der Saite	667
151. Kreisrunde Membran	673
152. Rechteckige Membran	679

Fünfzehntes Kapitel.

Schwingungen von Stäben und Platten.

153. Longitudinalschwingungen von Stäben	686
154. Greensche Funktion im weiteren Sinne; Bildung einer Integralgleichung .	691
155. Mögliche Schwingungsformen des an beiden Enden freien Stabes	702
156. Torsionsschwingungen von Stäben	707
157. Biegungsschwingungen von Stäben rechteckigen Querschnittes	710
158. An einem Ende eingeklemmter, am anderen freier Stab	715
159. Erweiterung der Resultate für beliebige Querschnittsform	719
160. An beiden Enden gehaltener Stab; Einfluß gleichmäßiger Belastung .	721
161. Deformation eines um seine Längsachse rotierenden, gleichmäßig belasteten Stabes	723
162. Fortpflanzung von Biegungswellen in einem unendlich ausgedehnten Stabe: der Begriff der Gruppengeschwindigkeit	725
163. Sätze über Krümmung schwach gekrümmter Flächen	732
164. Die zweidimensionalen Greenschen Sätze	737
165. Potentielle Energie einer schwach gebogenen Platte	739
166. Differentialgleichung der Transversalschwingungen einer Platte . . .	743
167. Kreisscheibe mit freiem Rande bei axialer Symmetrie	749

Sechzehntes Kapitel.

Gleichgewicht und kleine Schwingungen einer idealen Flüssigkeit.

168. Die Gleichungen der kleinen Schwingungen von Flüssigkeiten	756
169. Spezielle Fälle des Flüssigkeitsgleichgewichtes	760
170. Starre Körper in einer ruhenden Flüssigkeit	766
171. Rotation einer Flüssigkeit um eine feste Achse	769
172. Kleine Schwingungen einer Flüssigkeit (Schallbewegung)	779
173. Das Dopplersche Prinzip	783

Siebzehntes Kapitel.

Wirbelfreie (Potential-) Bewegung einer Flüssigkeit.

	Seite
174. Allgemeinste Bewegung eines Flüssigkeitselementes	786
175. Die Eulerschen Gleichungen der Hydrodynamik	789
176. Die Lagrangeschen Gleichungen der Hydrodynamik; die Webersche Transformation	793
177. Energiegleichung und Energieströmung	796
178. Oberflächenbedingungen	800
179. Geschwindigkeitspotential; Erhaltung des Geschwindigkeitspotentials	803
180. Spezielle Fälle stationärer Bewegung	807
181. Der Stokes'sche Satz; Geschwindigkeitspotential in einfach und mehrfach zusammenhängenden Räumen	812
182. Beispiele; Satz von Helmholtz	822
183. Zweidimensionale Probleme	833
184. Strahlbildung; unstetige Flüssigkeitsbewegung	848
185. Bewegung einer ebenen Lamelle in einer Flüssigkeit	858
186. Geschlossene Unstetigkeitsflächen	863
187. Oberflächenwellen	865

Achtzehntes Kapitel.

Wirbelbewegung.

188. Erhaltung der Wirbelbewegungen	871
189. Erhaltung der Wirbellinien	876
190. Zeitliche und räumliche Konstanz der Wirbelintensität	878
191. Bestimmung der Geschwindigkeitskomponenten aus den Wirbelkomponenten	881
192. Analogien zur Elektrodynamik	884
193. Lebendige Kraft von Wirbeln; magnetische Energie von Strömen	887
194. Das logarithmische Potential	889
195. Geradlinige Wirbel	891
196. Rankines kombinierter Wirbel	900
197. Geschlossene Wirbel (Wirbelringe)	904
198. Wirbelflächen als Diskontinuitätsflächen	907
199. Bernoullisches Theorem	910

Neunzehntes Kapitel.

Zähe inkompressible Flüssigkeiten.

200. Die Navier-Stokes'schen Gleichungen	912
201. Oberflächenbedingungen	918
202. Allgemeine Folgerungen	920
203. Parallelströmung durch ein zylindrisches Rohr; Poiseuilles Gesetz	923
204. Stationäre Bewegung einer Kugel in einer reibenden Flüssigkeit	929
205. Kleine Transversalschwingungen	934
206. Vernichtung einer Unstetigkeitsfläche durch Reibung	937
207. Mechanische Ähnlichkeit von Flüssigkeitsbewegungen	943
208. Turbulenz	946
209. Die Prandtlsche Theorie der Grenzschicht	952
210. Stationäre Bewegung an einer ebenen, parallel der Strömung eingetauchten Platte	956
211. Stationäre Strömung um einen Kreiszylinder mit Berücksichtigung der Vorgänge in der Grenzschicht	962
212. Der Flettner-Rotor; die Entstehung der Zirkulation	966
213. Zirkulation und Auftrieb an Tragflächen	970
214. Mechanismus des hydrodynamischen Widerstandes; Kármánsche Wirbel .	972