

Introducción 11

PARTE PRIMERA

ESTATICA DEL CUERPO SOLIDO

Capítulo I. Nociones fundamentales y axiomas de la estática 15

§ 1. Objeto de la estática 15

§ 2. Fuerza 16

§ 3. Axiomas de la estática 18

§ 4. Ligaduras y sus reacciones 22

§ 5. Axioma de las ligaduras 25

Capítulo II. Composición de fuerzas. Sistema de fuerzas concurrentes 26

§ 6. Método geométrico de composición de fuerzas. Resultante de fuerzas concurrentes 26

§ 7. Descomposición de fuerzas 28

§ 8. Proyección de una fuerza sobre un eje y sobre un plano 31

§ 9. Método analítico de definición de fuerzas 33

§ 10. Método analítico de composición de fuerzas 34

§ 11. Equilibrio de un sistema de fuerzas concurrentes 36

§ 12. Sistemas estáticamente determinados e indeterminados 38

§ 13. Solución de problemas de la estática 39

§ 14. Momento de una fuerza respecto del centro 47

§ 15. Teorema de Varignon del momento de una fuerza resultante 49

§ 16. Ecuación de momentos para las fuerzas concurrentes 50

Capítulo III. Sistema de fuerzas paralelas y de pares coplanares 52

§ 17. Composición y descomposición de fuerzas paralelas 52

§ 18. Par de fuerzas. Momento de un par 54

§ 19. Equivalencia de pares 56

§ 20. Composición de pares coplanares. Condiciones de equilibrio de pares 58

Capítulo IV. Sistema de fuerzas dispuestas arbitrariamente en un plano 61

§ 21. Teorema sobre el traslado paralelo de una fuerza 61

§ 22. Reducción de un sistema plano de fuerzas a un centro dado 62

§ 23. Casos de reducción de un sistema plano de fuerzas a la forma más simple 64

§ 24. Condiciones de equilibrio de cualquier sistema plano de fuerzas. Caso de fuerzas paralelas 66

§ 25. Solución de problemas 69

§ 26. Equilibrio de sistemas de cuerpos 76

§ 27. Determinación de los esfuerzos interiores 80

§ 28. Fuerzas distribuidas 81

<i>Capítulo V. Elementos de grafoestática</i>	85
§ 29. Polígonos de fuerzas y funiculares	85
§ 30. Determinación gráfica de la resultante	88
§ 31. Determinación gráfica de un par resultante	88
§ 32. Condiciones gráficas de equilibrio de un sistema de fuerzas copla- res	89
§ 33. Determinación de las reacciones de los apoyos	89
<i>Capítulo VI. Cálculo de armaduras</i>	91
§ 34. Definición de armadura. Cálculo analítico de armaduras planas	91
§ 35. Cálculo gráfico de las armaduras planas	95
§ 36. Diagrama de Maxwell-Cremona	97
<i>Capítulo VII. Rozamiento</i>	99
§ 37. Leyes del rozamiento de deslizamiento	99
§ 38. Reacciones de ligaduras rugosas. Angulo de rozamiento	101
§ 39. Equilibrio en presencia de rozamiento	102
§ 40. Rozamiento de un hilo sobre una superficie cilíndrica	105
§ 41. Rozamiento de rodadura y rozamiento de pivoteo	107
<i>Capítulo VIII. Sistema de pares y de fuerzas dispuestos arbitrariamente en el espacio</i>	109
§ 42. Momento de una fuerza respecto de un centro como vector	109
§ 43. Momento de una fuerza respecto de un eje	111
§ 44. Relación entre los momentos de una fuerza respecto de un centro y de un eje	114
§ 45. Representación vectorial del momento de un par de fuerzas	115
§ 46. Composición de pares en el espacio	116
§ 47. Reducción de un sistema de fuerzas tridimensional a un centro dado	119
§ 48. Casos de reducción de un sistema de fuerzas tridimensional a la ex- presión más simple	120
§ 49. Condiciones de equilibrio de un sistema arbitrario de fuerzas tridi- dimensional	123
§ 50. Teorema de Varignon sobre el momento de la resultante respecto de un eje	124
§ 51. Problemas sobre el equilibrio de un cuerpo sometido a la acción de un sistema de fuerzas tridimensional	125
§ 52. Condiciones de equilibrio de un cuerpo sólido no libre. Noción sobre la estabilidad del equilibrio	133
<i>Capítulo IX. Centro de gravedad</i>	136
§ 53. Centro de fuerzas paralelas	136
§ 54. Centro de gravedad de un cuerpo sólido	138
§ 55. Coordenadas del centro de gravedad de los cuerpos homogéneos	139
§ 56. Métodos para determinar las coordenadas de los centros de gravedad de los cuerpos	140
§ 57. Centros de gravedad de algunos cuerpos homogéneos	143

PARTE SEGUNDA

CINEMATICA DEL PUNTO Y DEL CUERPO SOLIDO

<i>Capítulo X. Cinemática del punto</i>	146
§ 58. Introducción a la cinemática	146
§ 59. Métodos para definir el movimiento de un punto. Trayectoria	148

§ 60. Paso del método de coordenadas de definición del movimiento, al natural	151
§ 61. Vector velocidad del punto	152
§ 62. Vector aceleración del punto	154
§ 63. Teorema sobre la proyección de la derivada de un vector	156
§ 64. Determinación de la velocidad y de la aceleración del punto cuando el movimiento está definido por el método de coordenadas	157
§ 65. Solución de problemas de la cinemática del punto	158
§ 66. Determinación de la velocidad del punto cuando el movimiento se define mediante el método natural	162
§ 67. Aceleración tangencial y normal del punto	163
§ 68. Algunos casos particulares del movimiento del punto	166
§ 69. Gráficas de desplazamientos, de velocidades y de aceleraciones del punto	169
§ 70. Resolución de problemas	170
§ 71. Velocidad en coordenadas polares	174
§ 72. Análisis gráfico del movimiento del punto	175
<i>Capítulo XI. Movimientos de traslación y giratorio del cuerpo sólido</i>	<i>179</i>
§ 73. Movimiento de traslación	179
§ 74. Movimiento de rotación del cuerpo sólido	181
§ 75. Rotación uniforme y uniformemente alternada	183
§ 76. Velocidad y aceleración de los puntos de un cuerpo en rotación	184
<i>Capítulo XII. Movimiento planoparalelo del cuerpo sólido</i>	<i>189</i>
§ 77. Ecuaciones del movimiento planoparalelo	189
§ 78. Determinación de las trayectorias de los puntos del cuerpo	191
§ 79. Determinación de las velocidades de los puntos del cuerpo	192
§ 80. Teorema sobre las proyecciones de las velocidades de dos puntos del cuerpo	195
§ 81. Determinación de las velocidades de los puntos del cuerpo por medio del centro instantáneo de velocidades	196
§ 82. Resolución de problemas	200
§ 83. Diagrama de velocidades	204
§ 84. Determinación de las aceleraciones de los puntos del cuerpo	206
§ 85. Resolución de problemas	208
§ 86. Centro instantáneo de aceleraciones	213
<i>Capítulo XIII. Movimiento del cuerpo sólido alrededor de un punto inmóvil y movimiento del cuerpo sólido libre</i>	<i>217</i>
§ 87. Movimiento del cuerpo sólido que tiene un punto inmóvil	217
§ 88. Velocidades y aceleraciones de los puntos del cuerpo	220
§ 89. Caso general del movimiento de un cuerpo sólido libre	223
<i>Capítulo XIV. Movimiento compuesto del punto</i>	<i>226</i>
§ 90. Movimiento relativo, de arrastre y absoluto	226
§ 91. Composición de velocidades	227
§ 92. Composición de aceleraciones	231
§ 93. Resolución de problemas	237
<i>Capítulo XV. Movimiento compuesto del cuerpo sólido</i>	<i>243</i>
§ 94. Composición de movimientos de arrastre	243
§ 95. Composición de rotaciones alrededor de dos ejes paralelos	243
§ 96. Transmisiones por engranajes cilíndricos	246
§ 97. Composición de rotaciones alrededor de ejes concurrentes	250
§ 98. Composición de movimientos de traslación y de rotación	252

PARTE TERCERA
DINAMICA DEL PUNTO

<i>Capítulo XVI. Introducción a la Dinámica. Leyes de la Dinámica</i>	256
§ 99. Nociones y definiciones principales	256
§ 100. Leyes de la Dinámica	257
§ 101. Sistemas de unidades	259
§ 102. Problemas de la Dinámica para el punto material libre y no libre	260
§ 103. Resolución del primer problema de la Dinámica (determinación de las fuerzas según el movimiento dado)	260
<i>Capítulo XVII. Ecuaciones diferenciales del movimiento del punto y su integración</i>	263
§ 104. Movimiento rectilíneo del punto	263
§ 105. Resolución de problemas	266
§ 106. Caída de un cuerpo en un ambiente que ofrece resistencia (en el aire)	271
§ 107. Movimiento curvilíneo del punto	274
§ 108. Movimiento del punto lanzado bajo un ángulo con el horizonte en un campo de gravedad homogéneo	275
<i>Capítulo XVIII. Teoremas generales de la Dinámica del punto</i>	279
§ 109. Cantidad de movimiento y energía cinética del punto	279
§ 110. Impulso de fuerza	280
§ 111. Teorema de la variación de la cantidad de movimiento del punto	281
§ 112. Trabajo de una fuerza. Potencia	282
§ 113. Ejemplos de cálculo del trabajo	286
§ 114. Teorema de la variación de la energía cinética del punto	289
§ 115. Resolución de problemas	291
§ 116. Teorema de la variación del momento de la cantidad de movimiento del punto (teorema de los momentos)	297
§ 117. Movimiento bajo la acción de una fuerza central. Ley de las áreas	299
<i>Capítulo XIX. Movimiento no libre del punto</i>	302
§ 118. Ecuaciones del movimiento del punto por una curva determinada inmóvil	302
§ 119. Determinación de las reacciones de las ligaduras	304
<i>Capítulo XX. Movimiento relativo del punto</i>	308
§ 120. Ecuaciones del movimiento relativo y del reposo del punto	308
§ 121. Influencia de la rotación de la Tierra en el equilibrio y en el movimiento de los cuerpos	311
§ 122. Desviación de la vertical de un punto en caída bajo la acción de la rotación de la Tierra	314
<i>Capítulo XXI. Oscilaciones rectilíneas del punto</i>	318
§ 123. Oscilaciones libres sin tener en cuenta las fuerzas de resistencia	318
§ 124. Oscilaciones libres en presencia de una resistencia proporcional a la velocidad (oscilaciones amortiguadas)	323
§ 125. Oscilaciones forzadas. Resonancia	326
<i>Capítulo XXII. Movimiento del cuerpo en el campo de gravitación terrestre</i>	336
§ 126. Movimiento del punto material lanzado bajo un ángulo al horizonte en el campo de gravitación de la Tierra	336
§ 127. Satélites artificiales de la Tierra. Trayectorias elípticas	340
§ 128. Imponderabilidad. Sistemas de referencia locales	344

CUARTA PARTE

DINAMICA DEL SISTEMA Y DEL CUERPO SOLIDO

<i>Capítulo XXIII. Introducción a la Dinámica del sistema. Momentos de inercia de un cuerpo sólido</i>	352
§ 129. Sistema mecánico. Fuerzas externas e internas	352
§ 130. Masa de un sistema. Centro de masas	353
§ 131. Momento de inercia de un cuerpo respecto de un eje. Radio de inercia	354
§ 132. Momentos de inercia de un cuerpo respecto de ejes paralelos. Teorema de Huygens	358
§ 133. Momentos de inercia centrífugos. Ejes principales de inercia de un cuerpo	360
<i>Capítulo XXIV. Teorema del movimiento del centro de masas de un sistema</i>	363
§ 134. Ecuaciones diferenciales del movimiento de un sistema	363
§ 135. Teorema del movimiento del centro de masas	364
§ 136. Ley de conservación del movimiento del centro de masas	365
§ 137. Resolución de problemas	367
<i>Capítulo XXV. Teorema de la variación de la cantidad de movimiento de un sistema</i>	371
§ 138. Cantidad de movimiento de un sistema	371
§ 139. Teorema de la variación de la cantidad de movimiento	372
§ 140. Ley de la conservación de la cantidad de movimiento	373
§ 141. Resolución de problemas	375
§ 142. Cuerpo de masa variable. Movimiento de un cohete	377
<i>Capítulo XXVI. Teorema de la variación del momento de la cantidad de movimiento de un sistema</i>	382
§ 143. Momento principal de la cantidad de movimiento de un sistema	382
§ 144. Teorema de la variación del momento principal de la cantidad de movimiento de un sistema (teorema de los momentos)	383
§ 145. Ley de la conservación del momento principal de la cantidad de movimiento	386
§ 146. Solución de problemas	389
<i>Capítulo XXVII. Teorema de la variación de la energía cinética de un sistema</i>	392
§ 147. Energía cinética de un sistema	392
§ 148. Casos del cálculo del trabajo	396
§ 149. Teorema de la variación de la energía cinética de un sistema	398
§ 150. Resolución de problemas	401
§ 151. Campo de fuerzas potenciales y función de la fuerza	406
§ 152. Energía potencial	411
§ 153. Ley de conservación de la energía mecánica	411
<i>Capítulo XXVIII. Aplicación de los teoremas generales a la Dinámica de un cuerpo rígido</i>	414
§ 154. Movimiento de rotación de un cuerpo rígido	414
§ 155. Péndulo físico (compuesto)	417
§ 156. Movimiento planoparalelo de un cuerpo sólido	420
§ 157. Resolución de problemas	421
§ 158. Teoría aproximada de los efectos giroscópicos	428
<i>Capítulo XXIX. Aplicación de los teoremas generales a la teoría del choque</i>	434
§ 159. Ecuación fundamental de la teoría del choque	434
§ 160. Teoremas generales de la teoría del choque	435

§ 161. Coeficiente de restitución durante el choque	437
§ 162. Choque de un cuerpo contra un obstáculo inmóvil	438
§ 163. Choque directo y central de dos cuerpos (choque de bolas)	440
§ 164. Pérdida de la energía cinética durante el choque inelástico de dos cuerpos. Teorema de Carnot	442
§ 165. Choque con un cuerpo en rotación	444
<i>Capítulo XXX. Principio de D'Alembert. Presión sobre el eje de un cuerpo en rotación</i>	448
§ 166. Principio de D'Alembert	448
§ 167. Vector principal y momento principal de las fuerzas de inercia	451
§ 168. Resolución de problemas	452
§ 169. Reacciones mecánicas que actúan sobre el eje de un cuerpo en rotación	458
<i>Capítulo XXXI. Principios de los desplazamientos virtuales y ecuación general de la Dinámica</i>	464
§ 170. Desplazamientos virtuales del sistema. Número de grados de libertad	464
§ 171. Principio de los desplazamientos virtuales	465
§ 172. Solución de problemas	467
§ 173. Ecuación general de la Dinámica	472
<i>Capítulo XXXII. Condiciones de equilibrio y ecuaciones del movimiento del sis- tema en coordenadas generalizadas</i>	477
§ 174. Coordenadas generalizadas y velocidades generalizadas	477
§ 175. Fuerzas generalizadas	479
§ 176. Condiciones de equilibrio de un sistema en las coordenadas genera- lizadas	483
§ 177. Ecuaciones de Lagrange	484
§ 178. Solución de problemas	488
Anexo I. Vectores	495
Anexo II. Momentos de inercia	505