

INDICE

LIBRO PRIMERO

CALCULO VECTORIAL

CAPITULO 1

ELEMENTOS DE ALGEBRA VECTORIAL

§ 1 - SUMAS VECTORIALES

	PÁG.
1. Definiciones	1
2. Suma de vectores	3
3. Monomio geométrico	4
4. Polinomio geométrico	4

§ 2 - DETERMINACIÓN ANALÍTICA DE PUNTOS Y VECTORES

5. Proyección geométrica de un vector	5
6. Proyección algebraica de un vector	6
7. Ternas fundamentales	6
8. Vector situación	7
9. Determinación analítica de un vector	7
10. Teorema	8
11. Ejercicio. Determinar la ecuación del plano que pasa por los puntos A, B, C	8

§ 3. - PRODUCTOS DE VECTORES

12. Angulo de dos vectores	9
13 - 14. Producto escalar	10
15 - 16. Producto vectorial	11
17 - 18. Producto mixto	14
19 - 20. Doble producto vectorial	17
21 - 22. Producto de cuatro vectores	18
23. Ejercicios:	
a) Dada la ecuación cartesiana $ax + by + cz + d = 0$, de un plano referido al sistema de ejes i, j, k , encontrar el significado geométrico de los coeficientes a, b y c	19
b) Hallar la distancia mínima de dos rectas dadas por sus ecuaciones	20
c) Deducción de fórmulas de trigonometría esférica	21

CAPÍTULO II
VECTORES DESLIZABLES

§ 1. — DEFINICIONES

	PÁG.
24. Generalidades	22
25. Momentos:	
a) Respecto a un punto	22
b) Respecto a un eje	23
26. Vectores deslizables equivalentes	23
27. Par de vectores	23
28. Postulados fundamentales	24
29. Traslación de un vector deslizable	24

§ 2. — SISTEMAS DE VECTORES

30. Momento de un sistema de vectores:	
a) Respecto a un punto	24
b) Respecto a un eje	25
31. Relaciones entre los momentos de un mismo sistema de vectores	26
32. Consecuencias	26
33. Teorema. Cuando de un sistema de vectores se conocen los momentos con respecto a tres puntos propios no colineados, queda determinado el resultante	27
34. Composición de pares	28
35. Invariantes	29
36. Eje central	30

§ 3. — TRANSFORMACIÓN DE SISTEMAS

37. Equivalencia	31
38. Teorema. Dos sistemas de vectores que tengan igual resultante e igual momento con respecto a un punto, son equivalentes	31
39. Teorema. Un sistema de vectores puede transformarse en otro equivalente constituido por tres vectores, tales que pasen por tres puntos no alineados arbitrariamente elegidos	32
40. Teorema. Un sistema de vectores puede transformarse en otro equivalente formado por un vector deslizable concurrente a un punto arbitrariamente elegido y a un par	33
41. Teorema. Un sistema de vectores puede transformarse en otro equivalente constituido por dos vectores, tales que de uno de ellos puede elegirse su recta sostén	33
42. Análisis de los distintos casos de reducción de sistemas de vectores:	34
43. Ejercicios	35

§ 4. — MOMENTOS RELATIVOS

44. Momento relativo de dos vectores deslizables	40
45. Teorema. El momento relativo de dos vectores deslizables es igual a la suma de los dos productos escalares que se obtienen multiplicando uno de los vectores por el momento del otro respecto a un punto arbitrario	40

	PÁG.
46. Consecuencias	41
47. Momento relativo de dos sistemas de vectores	41
48. Consecuencias	42
49. Sistema de vectores dado por los momentos relativos.	42

§ 5. — COMPLEJO DE ACCIÓN

50. Definiciones	42
51. Rectas conjugadas	44
52. Coordenadas de un vector deslizable	45
53. Coordenadas vectoriales del complejo.	45
64 - 55. Reducción de un sistema de vectores	46
56. Teorema. Los vectores componentes de dos vectores conjugados sobre un plano normal a la dirección principal, son opuestos	47
57. Teorema. Los componentes en el plano π de los momentos con res-pecto a un punto 0 del eje central, de los vectores conjugados u_1 y u_1^* , son opuestos	47

CAPITULO III

NOCIONES SOBRE OPERADORES

58. Generalidades	49
59. Operador i	50
60. Operador $e^{i\theta}$	51
61. El número complejo como operador vectorial	52

CAPITULO IV

CALCULO DIFERENCIAL

§ 1. — FUNCIONES DE NÚMERO

62. Vector y punto funciones de números	54
63. Ecuaciones de líneas y superficies	55
64. Ejemplos	56
65. Límites	58
66. Vectores infinitamente pequeños	59
67 - 68. Derivadas y diferenciales	59
69-70-71. Teoremas relativos a las derivadas	61
72 - 73. Fórmulas de Taylor y de Mac Laurin	64

§ 2. — FUNCIONES DE PUNTO

74. Generalidades	65
75. Derivada según una dirección	65

8 3. - GRADIENTE

	PÁG.
76-77. Definiciones	67
78. Consecuencias	68
79. Operador nabla	69
80. Ejercicio	70
81. Significado geométrico del gradiente	70
82. Significado físico del gradiente	71
83. Teorema relativo al trabajo del gradiente	71
84. Función potencial	72
85. Superficies equipotenciales	73
86. Líneas de gradiente	73
87. Ejercicio	73

§ 4.- ROTOR

88. Definiciones	75
89. Operador nabla aplicado vectorialmente a un vector	76
90. Consecuencias	77
91. Líneas de rotor o de torbellino	78
92. Ejercicio	79

§ 5. — DIVERGENCIA

93 - 94. Definiciones	80
95. Consecuencias	81
96. Ejercicio	83
97. Significado físico de la divergencia*	84

§ 6. — REPETICIÓN DEL OPERADOR NABLA

98. Operador nabla aplicado al gradiente	85
99. Operador nabla aplicado al rotor	86
100 - 101. Operador nabla aplicado a la divergencia	87

CAPITULO V

LÍNEAS Y SUPERFICIES

§ 1. — ESTUDIO DE LAS LÍNEAS

102. Arco	88
103. Tangente y plano normal	89
104. Normal principal y plano rectificante	91
105. Binormal y plano osculador	93
106. Flexión	95
107. Alabeo	95
108. Curvatura compuesta	98
109. Fórmulas de Frenet	99
110. Ejercicio	99

§2. — ESTUDIO DE LAS SUPERFICIES

	PÁG.
111. Arco elemental	100
112. Normal y plano tangente	101
113. Malla elemental	102
114. Segunda invariante principal	103
115. Teorema de Meusnier	104
116. Indicatriz	105
117. Teorema de Euler. Curvaturas de la superficie	107
118. Clasificación de los puntos de una superficie	108
119. Clasificación de las líneas de una superficie	108

CAPITULO VI
CALCULO INTEGRAL

§ 1. — INTEGRALES VECTORIALES FUNCIONES DE UNA VARIABLE ESCALAR

120. Integrales vectoriales	110
121. Reglas de integración	111
122. Expresión de la circulación	112
123. Expresión del flujo	113
124-125. Teorema de Gauss	113

§ 2. — TEOREMAS DE INTEGRACIÓN RELATIVOS A CAMPOS ESCALARES Y VECTORIALES

126. Definiciones	115
127 - 128. Lemas de Green para un campo escalar	115
129. Lemas de Green para un campo vectorial	117
130. Teorema del gradiente	118
131. Teorema de la divergencia o del flujo	119
132. Teorema del rotor	119
133. Teorema de Stokes	120
134. Consecuencias del teorema de Stokes	121
135. Potenciales polidrómicos	122
136. Potenciales vectoriales	124
137. Ejemplo de potencial escalar polidrómico	125

LIBRO SEGUNDO
MECANICA RACIONAL

INTRODUCCIÓN	129
---------------------------	-----

PRIMERA PARTE
MECANICA DEL PUNTO

CAPITULO 1
CINEMATICA

§ 1. — GENERALIDADES

138 Clasificación	135
139 Referencias	135

	PÁG.
140. Tiempo	135
141. Trayectoria..	136
142. Ecuación horaria	136
143. Gráfica de los espacios	136
144. Ley del movimiento	137
145. Movimiento proyectado	137

§ 2. — VELOCIDAD

146. Expresión escalar de la velocidad	138
147. Expresión vectorial de la velocidad	139
148. Gráfica de las velocidades	140
149. Velocidad angular	141
150. Velocidad areolar	141
151. Velocidades radial y transversal	143
152. Determinación del movimiento por la velocidad lineal	144

§ 3. — ACELERACIÓN

153. Expresión escalar de la aceleración	145
154- 155 y 156. Expresión vectorial de la aceleración	146
157. Gráfica de las aceleraciones	148
158. Diagrama espacio-velocidad	149
159. Gráfica espacio-velocidad para movimientos no rectilíneos	150
160. Odógrafo	151
161. Aceleración angular	152
162. Aceleración areolar	153
163. Aceleraciones radial y transversal	153
164. Determinación del movimiento por la aceleración.	154
165. Movimiento del punto pesado en el vacío	156
166. Sobre la continuidad de las funciones η y α	158

§ 4. — ESTUDIO CINEMÁTICO DE ALGUNOS MOVIMIENTOS

167. Movimientos periódicos	159
168. Movimientos circulares	160
169. Movimiento oscilatorio armónico	161
170. Relación entre un movimiento circular uniforme y dos oscilatorios armónicos	163
171. Movimientos del punto en una espiral logarítmica	164
172. Movimiento oscilatorio amortiguado	165
173. Ecuación diferencial del movimiento oscilatorio amortiguado.	167
174- 175. Movimientos centrales.	168
176. Fórmula de Binet	169
177. Movimiento kepleriano	170
178. Movimiento helicoidal uniforme	171
179. Composición de dos movimientos oscilatorios armónicos de igual di- rección	173
180- 181. Composición de movimientos oscilatorios armónicos de direcciones distintas	176

CAPITULO II

FUNDAMENTOS DE LA MECANICA

§ 1. — POSTULADOS

	PÁG.
182. Generalidades	180
183. Principio de causalidad	180
184. Primer principio de la dinámica	182
185 - 186. Medida de la masa	182
187. Principio de superposición de los efectos.	183
188. Ecuación fundamental de la dinámica	183
189. Ley de la igualdad de la acción y la reacción	184
190. Ley del paralelogramo de las fuerzas	184
191. Ley de la inercia	185
192. Sistemas galileanos	185

§ 2. — EXPRESIÓN DE LAS FUERZAS NATURALES

193. Caso general	187
194. Fuerzas dependientes de la posición	187
195. Líneas de fuerza o de campo	188
196. Fuerzas conservativas	189
197. Ejercicio	189
198. Fuerzas dependientes de la velocidad	192

§ 3. — CONCEPTOS MECÁNICOS DERIVADOS

199. Trabajo de las fuerzas constantes	193
200. Trabajo de las fuerzas variables	194
201. Trabajo de las fuerzas posicionales	195
202. Trabajo de las fuerzas conservativas	196
203. Potencia	196
204. Trabajo y energía cinética	196
205. Percusiones	198
206. Impulsión	199
207. Cantidad de movimiento	199

§ 4. — ANÁLISIS DIMENSIONAL

208. Preliminares	200
209. Postulados	200
210. Unidades independientes y dependientes. Sistemas de unidades	201
211. Teorema de Bridgman	205
212. Fórmulas dimensionales	207
213 - 217. Transformación de sistemas de unidades	208
218. Transformación de magnitudes dimensionadas en adimensionadas	217
219. Aplicaciones del teorema anterior	219
220. Teorema de Buckingham	222
221. Aplicaciones del teorema de Buckingham	224

CAPITULO III

ESTATICA

	PÁG.
222. Definición	228
223. Punto material vinculado	228
224. Principio de las reacciones vinculares.	229
225. Equilibrio del punto material	230
226. Equilibrio de un punto sobre una superficie lisa	230
227. Equilibrio de un punto sobre una línea lisa	231
228 - 229. Leyes del frotamiento de primera especie	232
230 - 231. Equilibrio de un punto sobre una superficie rugosa	233
232. Equilibrio de un punto sobre una línea rugosa	235
233. Medida de la estabilidad del equilibrio	236

CAPITULO IV

DINAMICA

§ 1. — ECUACIONES DEL MOVIMIENTO

234. Ecuación fundamental	237
235. Integración de las ecuaciones del movimiento	238
236. Ecuaciones intrínsecas	239
237. Equilibrio dinámico	240

§ 2. — MOVIMIENTO RECTILÍNEO DEL PUNTO LIBRE

238. Generalidades	241
239. Movimiento vertical de un punto pesado con una resistencia del medio proporcional a la velocidad	244
240. Movimiento vertical de un punto pesado con una resistencia del medio proporcional al cuadrado de la velocidad	246
241 - 242. Movimiento de un punto atraído o repelido desde un centro fijo por una fuerza proporcional a la distancia	248
243. Movimiento de un punto sujeto a la acción de su peso y una resistencia elástica	251
244. Movimiento oscilatorio amortiguado	252
245. Oscilaciones entretenidas	253

§ 3. — MOVIMIENTO PLANO DEL PUNTO LIBRE

246. Movimiento del punto pesado	255
247 - 248. Movimiento de un punto por la acción de una fuerza central	258

§ 4. — MOVIMIENTO DEL PUNTO SOBRE UNA LÍNEA

249 - 250. Ecuaciones del movimiento	261
251 - 252 - 253. Péndulo simple	263
254. Péndulo cicloidal	267
255. Movimiento de un punto haciendo intervenir el frotamiento	268

§ 5. — MOVIMIENTO DEL PUNTO SOBRE UNA SUPERFICIE

256. Ecuaciones del movimiento	269*
257-258. Péndulo esférico	270

CAPITULO V

FUNCIONES POTENCIALES NEWTONIANAS

	PÁG]
259. Función potencial newtoniana general	274
260. Propiedades de la función potencial en el espacio externo a la masa atrayente	275
261. Propiedades de la función potencial en el interior de la masa atrayente	278
262. Ecuación de Poisson	279
263. Aplicación de la ecuación de Poisson	280
264. Potencial de una superficie esférica homogénea	282
265. Potencial de una esfera homogénea	284
266 - 267 - 268. Potencial de un estrato simple	285
269. Potencial de un estrato doble	288
270. Potencial de un estrato doble homogéneo	289

CAPITULO VI

LEYES DE LA SEMEJANZA MECANICA

271. Generalidades	291
272. Semejanza geométrica	292
273. Semejanza cinemática	293
274. Semejanza dinámica	295
275. Aplicación de la ley general de semejanza de Newton	297
276. Ley de los modelos de Froude	299
277. Ley de los modelos de Reynolds	301
278. Ley de los modelos de Cauchy	303
279. La teoría de los modelos y el teorema de Buckingham	306
289. Aplicaciones del teorema de Buckingham	308

SEGUNDA PARTE

MECANICA DEL SOLIDO Y DE LOS SISTEMAS MATERIALES

CAPITULO 1

CINEMATICA GENERAL DEL SOLIDO

§ 1. - GENERALIDADES

281. Definiciones	313
282. Coordenadas del sólido	314
283. Angulos eulerianos	315

§ 2. - MOVIMIENTOS SIMPLES

284. Desplazamientos	316
285. Condición de rigidez correspondiente a las velocidades	317
286. Movimiento de traslación	317

	PÁG.
287. Movimiento de rotación	319
288. Vector rotación	321
289. Aceleraciones en la rotación	322

§ 3. — ESTADO DE VELOCIDAD DE LOS MOVIMIENTOS COMPUESTOS

290. Teorema fundamental	323
291. Composición y descomposición de traslaciones	324
292. Composición y descomposición de movimientos rotatorios de ejes concurrentes. Movimiento polar	324
293. Par de rotaciones	325
294. Composición de un movimiento rotatorio con otro de traslación perpendicular al eje del primero	326
295. Composición de un movimiento rotatorio con otro de traslación paralelo al eje del primero. Movimiento helicoidal	327
296. Composición de un movimiento rotatorio con otro de traslación de direcciones cualesquiera. Movimiento rototraslatorio	323
297. Movimiento helicoidal instantáneo	329
298. En los sistemas constituidos por rotaciones y traslaciones simultáneas , es aplicable la teoría de los vectores deslizables	329

§ 4. — MOVIMIENTO RIGIDO GENERAL

299. Fórmulas de Poisson	330
300. Expresión de la velocidad en el movimiento rígido general	331
301. Estado de velocidad	332
302. Los estados de velocidad compatibles con una misma situación, del sólido	333
303. Velocidades de puntos alineados	334
304. Expresión de la aceleración en el movimiento rígido general	335
305. Condición de rigidez en el estado de aceleración	336
306. Aceleraciones de puntos alineados	337
307. Conocidos los vectores aceleración de tres puntos no alineados de un sólido, queda determinado su estado de aceleración	337
308. Relaciones que vinculan las derivadas con respecto al tiempo de los vectores característicos del movimiento helicoidal tangente	338
309. Los estados de aceleración compatibles con un mismo estado de velocidad en el sólido con vínculos completos	339
310. Expresión de los vectores $\frac{dw}{dt}$ y $\frac{dt}{dt}$ compatibles con un mismo estado de velocidad en el sólido	341

§ 5. — MOVIMIENTOS RELATIVOS

311. Generalidades	342
312. Velocidades	343
313. Aceleraciones	344
314. Movimientos relativos conjuntos	345
315. Ejemplos	346

§ 6. — DESCRIPCION DEL MOVIMIENTO RIGIDO

316. Generalidades. Punto central	349
317. Velocidades alternadas	350
318. Aceleración de los puntos del eje del movimiento helicoidal instantáneo	351
319. Polo de las aceleraciones	352

CAPITULO II

CINEMATICA DE LOS MOVIMIENTOS RIGIDOS PLANO Y POLAR

§ 1. — ESTADO DE VELOCIDAD EN EL MOVIMIENTO PLANO

	PÁG.
320. Generalidades	355
321. Centro instantáneo de rotación	355
322. Trayectorias polares	357
323. Inversión del movimiento	358
324. Determinación analítica de las coordenadas del polo y de las ecuaciones de las trayectorias polares	358
325. Ejercicio	360
326. Relación entre las velocidades de alternación del polo y la de un punto cualquiera solidario con la figura móvil	362
327. Determinación de la velocidad de alternación del polo	364
328. Fórmula de Savary	364
329. Relación geométrica deducida de la fórmula de Savary	366
330. Determinación geométrica de las velocidades	367
331. La velocidad de un punto cualquiera que es participe de un movimiento coplanar, queda determinada cuando se conocen el vector velocidad de un punto de la figura móvil y la dirección de la velocidad de otro punto ..	368
332. Movimiento coplanar relativo de dos planos	369

§ 2. — ESTADO DE ACBLERACION EN EL MOVIMIENTO PLANO

333. Expresión de la aceleración de un punto cualquiera	370
334. Circunferencia de variación	371
335. Circunferencia y polo de inflexión	372
336 - 337. El estado de velocidad y la circunferencia de inflexión.	373
338. Aplicaciones	378
339. Polo de las aceleraciones	379
340. Coordenadas del polo de las aceleraciones.	380
341. Determinación de las aceleraciones de los puntos de una figura móvil	381

§ 3. — CINEMATICA DEL MOVIMIENTO POLAR

342. Generalidades	383
343 - 344. Trayectorias	384
345. Movimiento polar relativo de dos sólidos	385
346. Movimiento de precesión regular	385
347. Elipsoide con su centro inmóvil que rueda sobre un plano fijo	387
348. Expresión de las componentes del vector rotación en función de los ángulos eulerianos	390
349. Estudio cinemático de la junta de Cardan	391
350. Consideraciones diversas	396

CAPITULO III

ESTATICA DE LOS SISTEMAS MATERIALES

§ 1. — ECUACIONES CARDINALES DE LA ESTATICA

351. Sistemas de fuerzas.	397
352. Clasificación de las fuerzas	397
353. Clasificación de los vínculos	398

	PÁG.
354. Clasificación de los sistemas materiales	401
355. Clasificación de los desplazamientos	404
356. Expresión analítica de un desplazamiento virtual	405
357. Teorema de las fuerzas interiores	407
358. Ecuaciones cardinales de la estática	408
359. Ejercicio	409

§ 2. — ESTATICA DEL SOLIDO

360. Característica estática de los sólidos	411
361. Equivalencia de los sistemas de fuerzas aplicados al sólido	411
362. Equilibrio del solido libre	412
363. Equilibrio del solido vinculado	412
364. Equilibrio del sólido apoyado	414
365. Intervención del frotamiento de primera especie en el equilibrio del sólido	415
366. Frotamiento de segunda especie	416
367. Frotamiento de tercera especie	417
368. Coeficiente de adherencia	418

§ 3. — ESTATICA DE LOS SISTEMAS ARTICULADOS Y DE LOS HILOS

369. Generalidades sobre los sistemas articulados	419
370. Sistemas articulados simplemente conexos	420
371. Características de los hilos flexibles e inextensibles	422
372. Hilo sometido a la acción de fuerzas en un numero discreto de puntos ..	422
373. Hilo sometido a la acción de fuerzas distribuidas en forma continua. .	423
374. Diversas formas de la ecuación indefinida	424
375. Conocida la configuración del hilo en equilibrio, determinar el sistema de fuerzas que lo solicita	426
376. Equilibrio de un hilo tendido sobre una superficie lisa ..	423
377. Equilibrio de un hilo tendido sobre una superficie rugosa ...	428
378. Conocido el sistema de fuerzas actuantes en forma continua sobre un hilo, determinar la configuración de equilibrio	431
379. Equilibrio de un hilo homogéneo fi jado en sus extremos y bajo la acción de su peso	432

§ 4. — ESTATICA GENERAL

380. Principios de los trabajos virtuales	437
381. Teorema fundamental de los trabajos virtuales	438
382. Equilibrio en los casos en que las fuerzas derivan de un potencial ..	441
383 - 364. Condiciones de equilibrio en coordenadas generalizadas	441
385. Condiciones de equilibrio en coordenadas generalizadas, cuando el numero de éstas excede al de grados de libertad del sistema	443
336. Cálculo de las reacciones vinculares	445
387. Ejercicio	446

CAPITULO IV

ELEMENTOS DE LA TEORIA DE LAS MASAS

388. Definiciones	449
389 - 390. Centros de masa	450
391. Ejes baricéntricos	452
392. Momentos de inercia	453

	PÁG.
393. Fórmula de Steiner	454
394. Elipsoide de inercia	455
395 - 396. Teorema	458
397. Elipsoide de Binet	460
398. Elipsoide de giro	460
399 - 403. Ejercicios	463

CAPITULO V

DINAMICA DE LOS SISTEMAS MATERIALES

§ 1. — CARACTERISTICAS MECANICAS DE LOS SISTEMAS

401. Expresión general del trabajo elemental	466
402. Trabajo elemental de las fuerzas aplicadas a un sólido	466
403. Expresión del trabajo elemental en coordenadas generalizadas	467
404. Expresión general de la energía cinética	468
405. Teorema de König	469
406. Energía cinética de un sólido	470
497. Energía cinética de un sistema holónimo	472
408. Expresión general de la cantidad de movimiento	473
409. Cantidad de movimiento de un sólido	474
410. Expresión general del momento de la cantidad de movimiento	474
411. Momento con respecto al baricentro de las cantidades de movimiento relativas	475
412. Momento de la cantidad de movimiento de un sólido	475
413. Expresión de la energía cinética de un sólido en función de la cantidad de movimiento y del momento de esta última	477
414. Correspondencia geométrica entre los vectores w y K	478
415. Derivada del momento de la cantidad de movimiento	479
416. Sistema director del movimiento, referido a ternas inerciales	480
417. Sistema director del movimiento, referido a ternas no inerciales	480

§ 2. TEOREMAS GENERALES DE LA DINAMICA DE LOS SISTEMAS

418. Generalidades	482
419. Teorema de la derivada de las cantidades de movimiento	483
420. Teorema del movimiento del centro de gravedad	484
421 - 422. Teorema de la derivada del momento de la cantidad de movimiento	435
423. Ejercicio	488
424. Teorema de las áreas	490
425. Teorema de las fuerzas vivas	492
426. Casos particulares del teorema de las fuerzas vivas	493
427. Energía mecánica total	493
428. Ecuaciones universales de la dinámica	494
429. Principio de D'Alembert	494
430. Relación y ecuación simbólicas de la dinámica	496
431 - 432. Ecuaciones de Lagrange para los sistemas holónomos	496
433. Ejercicio	499
434. Ecuaciones de Lagrange para los sistemas anholónomos	504
435. Transformaciones de Poisson-Hamilton	505
436. Ecuación de Jacobi	508

§ 3. — DINAMICA DEL MOVIMIENTO RELATIVO

437 - 438 - 439. Movimiento relativo al centro de gravedad	509
440. Movimiento relativo general	512
441. Estudio del movimiento de caída de un cuerpo, teniendo en cuenta el movimiento de rotación de la Tierra	513

CAPITULO VI

DINAMICA DEL SOLIDO

	PÁG.
§ 1. — ECUACIONES DEL MOVIMIENTO DE LOS SOLIDOS	
442. Ecuaciones del movimiento de los sólidos con referencia a ternas galileanas	517
443. Ecuaciones del movimiento del sólido referidas a ejes no galileanos. Ecuaciones de Euler	518
444. Sistema director del movimiento de un sólido con un grado de libertad en el caso general	520
445. Expresión del sistema director del movimiento de una barra con un grado de libertad	523
§ 2. — MOVIMIENTO DEL SOLIDO CON UN EJE FIJO	
446. Determinación del sistema director del movimiento	525
447. Cálculo de las reacciones de vínculo	527
448 - 449. Ejes permanentes y naturales de rotación	528
450. Forma de independizar la intensidad de las reacciones vinculares del movimiento	529
451. Péndulo completo	530
§ 3. — OTROS CASOS DE MOVIMIENTO DEL SOLIDO CON UN GRADO DE LIBERTAD	
452. Determinación del sistema director del movimiento de un sólido con un grado de libertad	532
453. Determinación de las reacciones de vínculo en el caso del número anterior	534
454. Determinación del sistema director del movimiento de una barra con un grado de libertad	535
455. Determinación de las reacciones de vínculo de una barra en movimiento con un grado de libertad	537
456. Ejercicio	537
457. Movimiento del sólido teniendo en cuenta las resistencias de frotamiento	540
§ 4. — DINAMICA DEL MOVIMIENTO POLAR	
458. Generalidades	544
459 - 460 - 461. Movimiento por inercia	545
462. Descripción de Poinso del movimiento por inercia	548
463. Rotaciones permanentes en el movimiento por inercia	550
464. Giróscopo pesado	551
465. Condiciones para que el giróscopo pesado cumpla una precesión regular.	555
466. Indicatriz de los movimientos de precesión regular en el giróscopo pesado	557
467. Pares de acción y reacción giroscópica	560
468. Aplicaciones	561

CAPITULO VII

TEORIA DE LAS PERCUSIONES

§ 1. — TEOREMAS GENERALES DEL MOVIMIENTO IMPULSIVO

459. Generalidades	562
470. Ecuaciones universales del movimiento impulsivo	562

	PÁG.
471. Relación y ecuación simbólica del movimiento impulsivo	564
472. Teorema de Carnot	566
473. Ecuaciones de Lagrange para 'el' movimiento impulsivo	568

§ 2. — ACCION DE LAS PERCUSIONES EN EL SOLIDO

474. Generalidades	569
475. Caso en que el sólido tiene un punto fijo	571
476 - 477. Acción de las percusiones en un sólido con un eje fijo	573
478. Anulación de las percusiones reactivas en el sólido con un eje fijo	575
479. Aplicaciones	576

§ 3. — CHOQUE DE DOS CUERPOS

480. Análisis del fenómeno del choque	578
481. Clasificación del choque	579
482. Choque central y recto de cuerpos elásticos	580
483. Choque central y recto de cuerpos plásticos	581
484. Choque central y recto de cuerpos naturales	582
485. Determinación del coeficiente de choque	583
486. Cálculos gráficos relativos al choque central y recto de cuerpos naturales	584
487. Choque central y oblicuo	586
488. Choque recto y excéntrico	587
489. Aplicaciones	589

TERCERA PARTE

MECANICA DE LOS CONTINUOS

CAPITULO 1

DEFORMACIONES

490. Definiciones	591
491. Generalidades sobre las deformaciones	592
492. Deformación infinitésima alrededor de un punto	593
493. Coeficiente de dilatación lineal en una dirección cualquiera pasante por un punto	597
494. Casos especiales	598

CAPITULO II

CINEMATICA

496 - 496 - 497. Método de Lagrange	601
498 499 - 500 - 501. Método de Eulero	603
502 - 503. Expresión euleriana de la aceleración	606
504. Derivadas local y molecular	608

CAPITULO III

PRINCIPIO DE LA **CONSTANCIA** DE LA MASA

605 - 506. Ecuaciones de continuidad	611
607. Comparación de las condiciones de continuidad de Lagrange y Eulero	6 14

CAPITULO IV

ESTATICA

§ 1. — ECUACIONES INDEFINIDAS DE LA ESTATICA

	PÁG.
508 - 509. Esfuerzos especificos	616
510. Aplicación de las ecuaciones cardinales de la <i>estática</i> a los <i>continuos</i>	617
511. Teorema de <i>Cauchy</i>	618
512. <i>Consecuencias</i>	619
513. Ecuaciones indefinidas de la <i>estática</i>	620
514. Consecuencia de la segunda ecuación indefinida	621
515. Elipsoide de <i>Lamé</i>	622
516. Elipsoide director	623
517. Equilibrio de los cuerpos <i>naturales</i>	624

§ 2. — ESTATICA DE LOS FLUIDOS PERFECTOS

518. Ecuación fundamental de la <i>estática</i> de los fluidos perfectos	625
519. Estudio del equilibrio de los fluidos en que la presión es función de la densidad	626
520. Diversos casos de equilibrio de fluidos pesados	628

§ 3. — ESTATICA DE LOS CUERPOS ELASTICOS, HOMOGENEOS E ISOTROPOS

521. Definiciones -Ley de Hooke	630
522. Módulos de Young y de Poisson	631
523. Módulos de elasticidad <i>transversal</i>	632
524. Relaciones que vinculan los estados de <i>tensión</i> y de <i>deformación</i> . Ecuaciones de <i>Lamé</i>	633
525. Ecuaciones resolventes del problema del equilibrio de los cuerpos <i>elásticos, homogéneos e isótropos</i>	634

CAPITULO V

DINAMICA

§ 1. — ECUACIONES INDEFINIDAS DE LA DINAMICA

526. Generalidades	636
527. Ecuaciones indefinidas de la <i>dinámica</i>	637

§ 2. — DINAMICA DE LOS FLUIDOS PERFECTOS

528. Ecuación indefinida de <i>Euler</i>	638
529. Movimiento con potencial de velocidad	640
530. Movimientos estacionarios. Ley de Bernouilli'	641
531-532. Nuevo caso en que se cumple la ley de Bernouilli'	643
533. Movimientos <i>rígidos</i> en un fluido perfecto	644
534-535. Corrientes planas	646
536. Relaciones entre las <i>funciones</i> potenciales y las de <i>variable compleja</i>	649
537. Representación conforme	650

§ 3. — DINAMICA DE LOS FLUIDOS VISCOSOS

538. Ecuación de <i>Navier-Stokes</i>	653
539. Movimiento con potencial de velocidad de <i>líquidos viscosos</i>	654
540. Consideraciones finales sobre el movimiento de los líquidos reales	655
<i>Bibliografía</i>	656