

# CONTENIDO

## CAPÍTULO 1

### MEDICIÓN 1

- 1-1 Magnitudes físicas, patrones y unidades 1
- 1-2 El sistema internacional de unidades\* 2
- 1-3 Patrón del tiempo 3
- 1-4 El patrón de longitud\*\* 4
- 1-5 El patrón de masa 5
- 1-6 Precisión y cifras significativas 7
- 1-7 Análisis de las dimensiones 7
  - Preguntas y problemas 9

## CAPÍTULO 2

### MOVIMIENTO EN UNA DIMENSIÓN 13

- 2-1 Cinemática con vectores 13
- 2-2 Propiedades de los vectores 14
- 2-3 Vectores de posición, velocidad y aceleración 17
- 2-4 Cinemática unidimensional 20
- 2-5 Movimiento con aceleración constante 26
- 2-6 Cuerpos en caída libre 28
  - Preguntas y problemas 31

## CAPÍTULO 3

### FUERZA Y LAS LEYES DE NEWTON 41

- 3-1 Mecánica clásica 41
- 3-2 Primera ley de Newton 42
- 3-3 Fuerza 44
- 3-4 Masa 46
- 3-5 Segunda ley de Newton 47
- 3-6 Tercera ley de Newton 50
- 3-7 Peso y masa 52
- 3-8 Aplicaciones de las leyes de Newton en una dimensión 54
  - Preguntas y problemas 57

## CAPÍTULO 4

### MOVIMIENTO EN DOS Y TRES DIMENSIONES 65

- 4-1 Movimiento en tres dimensiones con aceleración constante 65

- 4-2 Leyes de Newton en la forma vectorial tridimensional 66
- 4-3 Movimiento de proyectiles 68
- 4-4 Fuerzas de resistencia al avance y el movimiento de proyectiles (opcional) 71
- 4-5 Movimiento circular uniforme 73
- 4-6 Movimiento relativo 76
  - Preguntas y problemas 78

## CAPÍTULO 5

### APLICACIONES DE LAS LEYES DE NEWTON 89

- 5-1 Leyes de la fuerza 89
- 5-2 Tensión y fuerzas normales\* 90
- 5-3 Fuerzas de fricción\* 95
- 5-4 La dinámica del movimiento circular uniforme 100
- 5-5 Fuerzas dependientes del tiempo (opcional)\* 102
- 5-6 Marcos no inerciales y seudofuerzas (opcional) 103
- 5-7 Limitaciones de las leyes de Newton (opcional) 105
  - Preguntas y problemas 107

## CAPÍTULO 6

### MOMENTO\* 119

- 6-1 Colisiones 119
- 6-2 Momento lineal 121
- 6-3 Impulso y momento 121
- 6-4 Conservación del momento 124
- 6-5 Colisiones entre dos cuerpos 126
  - Preguntas y problemas 130

## CAPÍTULO 7

### SISTEMAS DE PARTÍCULAS 139

- 7-1 Movimiento de un objeto complejo 139
- 7-2 Sistemas de dos partículas 140
- 7-3 Sistemas de muchas partículas 142
- 7-4 Centro de masa de los objetos sólidos 145
- 7-5 Conservación del momento en un sistema de partículas 147
- 7-6 Sistemas de masa variable\* (opcional) 149
  - Preguntas y problemas 152

**CAPÍTULO 8**

- CINEMÁTICA ROTACIONAL 159**
- 8-1 Movimiento rotacional 159
  - 8-2 Las variables rotacionales 160
  - 8-3 Las magnitudes rotacionales como vectores 162
  - 8-4 Rotación con aceleración angular constante 164
  - 8-5 Relaciones entre las variables lineales y angulares 165
  - 8-6 Relaciones vectoriales entre variables lineales y angulares (opcional) 167
  - Preguntas y problemas 169

**CAPÍTULO 9**

- DINÁMICA ROTACIONAL 175**
- 9-1 La torca 175
  - 9-2 Inercia rotacional y la segunda ley de Newton 178
  - 9-3 Inercia rotacional de los cuerpos sólidos 183
  - 9-4 La torca debida a la gravedad 185
  - 9-5 Aplicaciones de las leyes del equilibrio de Newton para la rotación 187
  - 9-6 Aplicaciones de las leyes de no equilibrio de Newton para la rotación 191
  - 9-7 Combinación del movimiento rotacional y traslacional 193
  - Preguntas y problemas 197

**CAPÍTULO 10**

- MOMENTO ANGULAR 207**
- 10-1 Momento angular de una partícula 207
  - 10-2 Sistemas de partículas 209
  - 10-3 Momento y velocidad angulares 211
  - 10-4 Conservación del momento angular 215
  - 10-5 El trompo que gira\* 219
  - 10-6 Repaso de la dinámica rotacional 220
  - Preguntas y problemas 221

**CAPÍTULO 11**

- ENERGÍA 1: TRABAJO Y ENERGÍA CINÉTICA 229**
- 11-1 Trabajo y energía 229
  - 11-2 Trabajo realizado por una fuerza constante 230
  - 11-3 Potencia 234
  - 11-4 Trabajo realizado por una fuerza variable 235
  - 11-5 Trabajo realizado por una fuerza variable: el caso bidimensional (opcional) 238
  - 11-6 Energía cinética y teorema de trabajo-energía 239
  - 11-7 Trabajo y energía cinética en el movimiento rotacional 243
  - 11-8 Energía cinética en colisiones 244
  - Preguntas y problemas 247

**CAPÍTULO 12**

- ENERGÍA 2: ENERGÍA POTENCIAL 257**
- 12-1 Fuerzas conservativas 257
  - 12-2 Energía potencial 259
  - 12-3 Conservación de la energía mecánica 261
  - 12-4 Conservación de la energía en el movimiento rotacional 264
  - 12-5 Sistemas conservativos unidimensionales: la solución completa 266
  - 12-6 Sistemas tridimensionales conservativos (opcional) 268
  - Preguntas y problemas 270

**CAPÍTULO 13**

- ENERGÍA 3: CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA 279**
- 13-1 Trabajo realizado sobre un sistema por fuerzas externas 279
  - 13-2 Energía interna en un sistema de partículas 281
  - 13-3 Trabajo de fricción 282
  - 13-4 Conservación de la energía en un sistema de partículas 284
  - 13-5 Energía del centro de masa 285
  - 13-6 Reacciones y desintegraciones 288
  - 13-7 Transferencia de energía por calor 290
  - Preguntas y problemas 292

**CAPÍTULO 14**

- GRAVITACIÓN 299**
- 14-1 Origen de la ley de gravitación 299
  - 14-2 Ley de la gravitación universal de Newton 300
  - 14-3 La constante gravitacional  $g$  302
  - 14-4 Gravitación cerca de la superficie terrestre 304
  - 14-5 Los dos teoremas de cascarones 305
  - 14-6 Energía potencial gravitacional 307
  - 14-7 Los movimientos de los planetas y de los satélites 311
  - 14-8 El campo gravitacional (opcional) 315
  - 14-9 Avances modernos en la gravitación (opcional) 316
  - Preguntas y problemas 319

**CAPÍTULO 15**

- ESTÁTICA DE FLUIDOS 331**
- 15-1 Fluidos y sólidos 331
  - 15-2 Presión y densidad 332
  - 15-3 Variación de la presión en un fluido en reposo 333
  - 15-4 Principios de Pascal y de Arquímedes 336
  - 15-5 Medición de la presión 340
  - 15-6 Tensión superficial (opcional) 341
  - Preguntas y problemas 343

**CAPÍTULO 16****DINÁMICA DE FLUIDOS 351**

- 16-1 Conceptos generales del flujo de fluidos 351
- 16-2 Líneas de corriente y la ecuación de continuidad 352
- 16-3 La ecuación de Bernoulli 354
- 16-4 Aplicaciones de la ecuación de Bernoulli y la ecuación de continuidad 356
- 16-5 Campos de flujo (opcional) 359
- 16-6 Viscosidad, turbulencia y flujo caótico (opcional) 360
- Preguntas y problemas 364

**CAPÍTULO 17****OSCILACIONES 373**

- 17-1 Sistemas oscilatorios 373
- 17-2 El oscilador armónico simple 375
- 17-3 Movimiento armónico simple 376
- 17-4 Energía en el movimiento armónico simple 378
- 17-5 Aplicaciones del movimiento armónico simple 380
- 17-6 Movimiento armónico simple y movimiento circular uniforme 384
- 17-7 Movimiento armónico amortiguado 385
- 17-8 Oscilaciones forzadas y resonancia 387
- 17-9 Oscilador de dos cuerpos (opcional) 389
- Preguntas y problemas 390

**CAPÍTULO 18****MOVIMIENTO ONDULATORIO 401**

- 18-1 Ondas mecánicas 401
- 18-2 Tipos de ondas 402
- 18-3 Ondas viajeras 403
- 18-4 Rapidez de onda en una cuerda estirada 406
- 18-5 La ecuación de onda (opcional) 408
- 18-6 Energía en el movimiento ondulatorio 409
- 18-7 El principio de superposición 411
- 18-8 Interferencia de ondas 412
- 18-9 Ondas estacionarias 414
- 18-10 Ondas estacionarias y la resonancia 416
- Preguntas y problemas 419

**CAPÍTULO 19****ONDAS SONORAS 427**

- 19-1 Propiedades de las ondas sonoras 427
- 19-2 Ondas sonoras viajeras 428
- 19-3 La rapidez del sonido 430
- 19-4 Potencia e intensidad de las ondas sonoras 432
- 19-5 Interferencia de las ondas sonoras 433
- 19-6 Ondas estacionarias longitudinales 434
- 19-7 Sistemas vibratorios y fuentes de sonido\* 436
- 19-8 Pulsos 439

- 19-9 El efecto Doppler 440
- Preguntas y problemas 443

**CAPÍTULO 20****TEORÍA ESPECIAL DE LA RELATIVIDAD\* 451**

- 20-1 Problemas de la física clásica 451
- 20-2 Los postulados de la relatividad especial 453
- 20-3 Consecuencias de los postulados de Einstein 454
- 20-4 La transformación de Lorentz 457
- 20-5 Medición de las coordenadas espacio-tiempo de un evento 459
- 20-6 La transformación de velocidades 460
- 20-7 Consecuencias de la transformación de Lorentz 461
- 20-8 Momento relativista 465
- 20-9 Energía relativista 467
- 20-10 El sentido común y la relatividad especial 471
- Preguntas y problemas 471

**CAPÍTULO 21****TEMPERATURA 479**

- 21-1 Temperatura y equilibrio térmico 479
- 21-2 Escalas de temperatura 480
- 21-3 Medición de las temperaturas 482
- 21-4 Expansión térmica 484
- 21-5 El gas ideal 487
- Preguntas y problemas 489

**CAPÍTULO 22****PROPIEDADES MOLECULARES DE LOS GASES 497**

- 22-1 Naturaleza atómica de la materia 497
- 22-2 Perspectiva molecular de la presión 499
- 22-3 La trayectoria libre media 501
- 22-4 La distribución de las velocidades moleculares 503
- 22-5 Distribución de las energías moleculares 506
- 22-6 Ecuaciones de estado de los gases reales 507
- 22-7 Fuerzas intermoleculares (opcional) 509
- Preguntas y problemas 510

**CAPÍTULO 23****LA PRIMERA LEY DE LA TERMODINÁMICA 517**

- 23-1 El calor: energía en tránsito 517
- 23-2 La transferencia de calor 518
- 23-3 La primera ley de la termodinámica 521
- 23-4 Capacidad calorífica y calor específico 523
- 23-5 Trabajo realizado en o por un gas ideal 526
- 23-6 Energía interna de un gas ideal 529
- 23-7 Capacidades caloríficas de un gas ideal 531

- 23-8 Aplicaciones de la primera ley de la termodinámica 533  
Preguntas y problemas 536

## CAPÍTULO 24

### ENTROPÍA Y LA SEGUNDA LEY DE LA TERMODINÁMICA 545

- 24-1 Procesos en una dirección 545  
24-2 Definición del cambio de entropía 546  
24-3 Cambio de entropía en los procesos irreversibles 547  
24-4 Segunda ley de la termodinámica 551  
24-5 Entropía y el desempeño de las máquinas 551  
24-6 Entropía y el desempeño de los refrigeradores 555  
24-7 Eficiencia de las máquinas reales 556  
24-8 La segunda ley revisada 557  
24-9 Una perspectiva estadística de la entropía 558  
Preguntas y problemas 536

### APÉNDICES

- A. El sistema internacional de unidades (SI)\* A-1  
B. Constantes físicas fundamentales\* A-3  
C. Datos astronómicos A-4  
D. Propiedades de los elementos A-6  
E. Tabla periódica de los elementos A-9  
F. Partículas elementales A-10  
G. Factores de conversión A-12  
H. Vectores A-17  
I. Fórmulas matemáticas A-20  
J. Premios Nobel de Física\* A-22

### RESPUESTAS A LOS EJERCICIOS Y PROBLEMAS IMPARES A-26

### CRÉDITOS DE LAS FOTOGRAFÍAS P-1

### ÍNDICE I-1