

MECÁNICA 1

Capítulo 1 Introducción 2

- 1.1 Patrones de longitud, masa y tiempo 3
- 1.2 Componentes básicos de la materia 5
- 1.3 Análisis dimensional 6
- 1.4 Cifras significativas 8
- 1.5 Conversión de unidades 9
- 1.6 Cálculos de órdenes de magnitud 10
- 1.7 Notación matemática 12
- 1.8 Sistemas de coordenadas y marcos de referencia 13
- 1.9 Trigonometría 13
- 1.10 Estrategia de resolución de problemas 16
- Resumen 17



Capítulo 2 Movimiento en una dimensión 23

- 2.1 Desplazamiento 24
- 2.2 Velocidad media 26
- 2.3 Velocidad instantánea 28
- 2.4 Aceleración 31

- 2.5 Diagramas de movimiento 34
- 2.6 Movimiento unidimensional con aceleración constante 35
- 2.7 Objetos en caída libre 39
- La física en acción: objetos en caída libre 41
- Resumen 43

Capítulo 3 Vectores y movimiento en dos dimensiones 51

- 3.1 Repaso de vectores y escalares 52
- 3.2 Algunas propiedades de los vectores 53
- 3.3 Componentes de un vector 55
- 3.4 Velocidad y aceleración en dos dimensiones 59
- 3.5 Movimiento de proyectil 60
- 3.6 Velocidad relativa 66
- La física en acción: trayectorias parabólicas 67
- Resumen 69

Capítulo 4 Las leyes del movimiento 79

- 4.1 El concepto de fuerza 80
- 4.2 Primera ley de Newton 81
- 4.3 Segunda ley de Newton 84
- 4.4 Tercera ley de Newton 86
- La física en acción: fuerzas y movimiento 88
- 4.5 Algunas aplicaciones de las leyes de Newton 89
- 4.6 Fuerza de fricción 96
- Resumen 102

Capítulo 5 Trabajo y energía 114

- 5.1 Trabajo 115
- 5.2 Energía cinética y teorema del trabajo y la energía cinética 118
- 5.3 Energía potencial 121
- 5.4 Fuerzas conservativas y no conservativas 124
- La física en acción: trabajo y energía en los deportes y en la Naturaleza 125

- 5.5 Conservación de la energía mecánica 126
- 5.6 Fuerzas no conservativas y teorema del trabajo y la energía cinética 132
- 5.7 Conservación de la energía en general 135
- 5.8 Potencia 136
- Resumen 138

Capítulo 6 Cantidad de movimiento y choques 149

- 6.1 Cantidad de movimiento e impulso 150
- 6.2 Conservación de la cantidad de movimiento 154
- 6.3 Choques 157
- 6.4 Choques oblicuos 165
- La física en acción: un choque oblicuo y la vida en Marte 167
- Resumen 168



Stephen Krasemann/Tony Stone Images

Capítulo 7 Movimiento circular y ley de gravedad 176

- 7.1 Velocidad angular y aceleración angular 177
- 7.2 Movimiento de rotación con aceleración angular constante 180
- 7.3 Relaciones entre cantidades angulares y cantidades lineales 181
- 7.4 Aceleración centrípeta 185
- 7.5 Fuerzas causantes de aceleración centrípeta 188
- 7.6 Descripción del movimiento de un sistema rotatorio 191
- 7.7 Ley de la gravitación universal de Newton 193
- 7.8 Repaso de la energía potencial gravitatoria (opcional) 198
- 7.9 Leyes de Kepler 201

- La física en acción: vistas de los planetas 203
- 7.10 Naturaleza vectorial de las cantidades angulares (opcional) 207
- Resumen 208

Capítulo 8 Equilibrio rotatorio y dinámica de rotación 216

- 8.1 Momento de torsión 217
- 8.2 Momento de torsión y segunda condición de equilibrio 219
- 8.3 Centro de gravedad 221
- 8.4 Ejemplos de objetos en equilibrio 223
- 8.5 Relación entre momento de torsión y aceleración angular 227
- 8.6 Energía cinética de rotación 235
- 8.7 Momento angular 236
- Resumen 242

Capítulo 9 Sólidos y fluidos 256

- 9.1 Estados de la materia 257
- 9.2 Deformación de los sólidos 258
- 9.3 Densidad y presión 261
- 9.4 Variación de la presión con la profundidad 264
- 9.5 Mediciones de presión 266
- 9.6 Fuerzas de flotación y el principio de Arquímedes 269
- 9.7 Fluidos en movimiento 273
- 9.8 Otras aplicaciones de la ecuación de Bernoulli 277
- 9.9 Tensión superficial, capilaridad y viscosidad (opcional) 280
- 9.10 Fenómenos de transporte (opcional) 288
- Resumen 295
- PERSPECTIVA BIOLÓGICA: la física del sistema circulatorio humano, por William G. Buckman 306

2 Termodinámica 311

Capítulo 10 Física térmica 312

- 10.1 Temperatura y ley cero de la termodinámica 313
- 10.2 Termómetros y escalas de temperatura 314
- 10.3 Expansión térmica de sólidos y líquidos 318
- 10.4 Descripción macroscópica de un gas ideal 324
- 10.5 Número de Avogadro y ley del gas ideal 327
- 10.6 Teoría cinética de los gases 328
- Resumen 333

Capítulo 11 Calor 340

- 11.1 Equivalente mecánico del calor 341
- 11.2 Calor específico 342
- 11.3 Conservación de la energía: calorimetría 344
- 11.4 Calor latente y cambios de fase 345
- 11.5 Transferencia de calor por conducción 350
- 11.6 Convección 353
- 11.7 Radiación 355
- 11.8 Obstáculos a la transferencia de calor 358
- 11.9 Metabolismo y pérdida de peso 358
- 11.10 Aplicación: calentamiento global y gases de invernadero 359

Resumen 361

- **PERSPECTIVA BIOLÓGICA:** administración de la energía en el cuerpo humano, por David Griffing 368

**Capítulo 12 Las leyes de la termodinámica 372**

- 12.1 Calor y energía interna 373
 - 12.2 Trabajo y calor 374
 - 12.3 Primera ley de la termodinámica 378
 - 12.4 Máquinas térmicas y la segunda ley de la termodinámica 381
 - 12.5 Procesos reversibles e irreversibles 383
 - 12.6 La máquina de Carnot 384
- La física en acción: Dispositivos que transforman energía térmica en otras formas de energía 387
- 12.7 Entropía 388
 - 12.8 Entropía y desorden 390

Resumen 393

3 Vibraciones y movimiento ondulatorio 403**Capítulo 13 Vibraciones y ondas 404**

- 13.1 Ley de Hooke 405
- 13.2 Energía potencial elástica 408
- 13.3 Velocidad en función de la posición 412
- 13.4 Comparación del movimiento armónico simple con el movimiento circular uniforme 413
- 13.5 Posición, velocidad y aceleración en función del tiempo 417
- 13.6 Movimiento de un péndulo 419
- 13.7 Oscilaciones amortiguadas 422
- 13.8 Movimiento ondulatorio 423
- 13.9 Tipos de ondas 424
- 13.10 Frecuencia, amplitud y longitud de onda 426
- 13.11 Rapidez de las ondas en cuerdas 428
- 13.12 Superposición e interferencia de ondas 429
- 13.13 Reflexión de ondas 431

Resumen 432

Capítulo 14 Sonido 442

- 14.1 Producción de ondas sonoras 443
- 14.2 Características de las ondas sonoras 444
- 14.3 Rapidez del sonido 446
- 14.4 Energía e intensidad de las ondas sonoras 448
- 14.5 Ondas esféricas y planas 450
- 14.6 El efecto Doppler 452
- 14.7 Interferencia de ondas sonoras 457
- 14.8 Ondas estacionarias 459
- 14.9 Vibraciones forzadas y resonancia 462
- 14.10 Ondas estacionarias en columnas de aire 464
- 14.11 Pulsaciones 467
- 14.12 Calidad del sonido (opcional) 468
- 14.13 El oído 470

Resumen 473

4 Electricidad y magnetismo 483**Capítulo 15 Fuerzas eléctricas y campos eléctricos 484**

- 15.1 Propiedades de las cargas eléctricas 485
- 15.2 Aisladores y conductores 487
- 15.3 Ley de Coulomb 490
- 15.4 El campo eléctrico 494
- 15.5 Líneas de campo eléctrico 497
- 15.6 Conductores en equilibrio electrostático 500

- 15.7 El experimento de la gota de aceite de Millikan (opcional) 503
- 15.8 El generador Van de Graaff (opcional) 505
- 15.9 El osciloscopio (opcional) 506
- 15.10 Flujo eléctrico y ley de Gauss (opcional) 507
- Resumen 512

Capítulo 16 Energía eléctrica y capacitancia 520

- 16.1 Diferencia de potencial y potencial eléctrico 521
- 16.2 Potencial eléctrico y energía potencial debidos a cargas puntuales 525
- 16.3 Potenciales y conductores cargados 527
- 16.4 Superficies equipotenciales 529
- 16.5 Aplicaciones 530
- 16.6 Definición de capacitancia 532
- 16.7 El capacitor de placas paralelas 533
- 16.8 Combinaciones de capacitores 534
- 16.9 Energía almacenada en un capacitor cargado 539
- 16.10 Capacitores con dieléctricos (opcional) 541
- 16.11 Aplicación: ADN y ciencia forense (opcional) 546
- Resumen 548

Capítulo 17 Corriente y resistencia 556

- 17.1 Corriente eléctrica 557
- 17.2 Corriente y rapidez de deriva 558
- 17.3 Resistencia y ley de Ohm 560
- 17.4 Resistividad 562
- 17.5 Variación de la resistencia con la temperatura 564
- 17.6 Superconductores (opcional) 566
- 17.7 Energía eléctrica y potencia 567
- 17.8 Mediciones de voltaje en medicina (opcional) 570
- Resumen 573



Cortesía de IBM Research

Capítulo 18 Circuitos de corriente continua 579

- 18.1 Fuentes de fem 580
- 18.2 Resistores en serie 581
- 18.3 Resistores en paralelo 583
- 18.4 Reglas de Kirchhoff y circuitos complejos de CC 588
- 18.5 Circuitos RC (opcional) 592
- 18.6 Circuitos domésticos (opcional) 595
- 18.7 Seguridad eléctrica (opcional) 596
- Resumen 597
- PERSPECTIVA BIOLÓGICA: corriente en el sistema nervioso por Paul Davidovits 608

Capítulo 19 Magnetismo 611

- 19.1 Imanes 612
- 19.2 El campo magnético de la Tierra 614
- 19.3 Campos magnéticos 616
- 19.4 Fuerza magnética en un conductor que transporta corriente 619
- 19.5 Momento de torsión sobre un lazo de corriente 621
- 19.6 El galvanómetro y sus aplicaciones 623
- 19.7 Movimiento de una partícula cargada en un campo magnético 625
- 19.8 Campo magnético de un alambre recto y largo y ley de Ampère 627
- 19.9 Fuerza magnética entre dos conductores paralelos 630
- 19.10 Campo magnético de un lazo de corriente 632
- 19.11 Campo magnético de un solenoide 633
- 19.12 Dominios magnéticos (opcional) 635
- La física en acción: movimiento de partículas cargadas en campos magnéticos 636
- Resumen 638

Capítulo 20 Voltajes inducidos e inductancia 650

- 20.1 Fem inducida y flujo magnético 651
- 20.2 Ley de inducción de Faraday 653
- La física en acción: demostraciones de inducción electromagnética 656
- 20.3 Fem de movimiento 657
- 20.4 De nuevo la ley de Lenz 660
- 20.5 Generadores 663
- 20.6 Corrientes parásitas (opcional) 667
- 20.7 Autoinductancia 669
- 20.8 Circuitos RL (opcional) 672

- 20.9 Energía almacenada en un campo magnético 673
- Resumen 674



Capítulo 21 Circuitos de corriente alterna y ondas electromagnéticas 684

- 21.1 Resistores en un circuito de ca 685
- 21.2 Capacitores en un circuito de ca 687
- 21.3 Inductores en un circuito de ca 689
- 21.4 El circuito en serie RLC 691
- 21.5 Potencia en un circuito de ca 695
- 21.6 Resonancia en un circuito en serie RLC 696
- 21.7 El transformador (opcional) 697
- 21.8 Las predicciones de Maxwell 700
- 21.9 Los descubrimientos de Hertz 701
- 21.10 Producción de ondas electromagnéticas por medio de una antena 704
- 21.11 Propiedades de las ondas electromagnéticas 706
- 21.12 El espectro de las ondas electromagnéticas 709
- 21.13 Efecto Doppler en ondas electromagnéticas 711
- Resumen 712

5 Luz óptica 721

Capítulo 22 Reflexión y refracción de la luz 722

- 22.1 Naturaleza de la luz 723
- 22.2 Mediciones de la rapidez de la luz 724

- 22.3 La aproximación de rayos en óptica geométrica 726
- 22.4 Reflexión y refracción 726
- 22.5 Ley de la refracción 730
- 22.6 Dispersión y prismas 733
- 22.7 El arco iris 736
- 22.8 Principio de Huygens 738
- 22.9 Reflexión interna total 741
- Resumen 744

Capítulo 23 Espejos y lentes 753

- 23.1 Espejos planos 754
- 23.2 Imágenes formadas por espejos esféricos 757
- 23.3 Espejos convexos y convenciones de signos 759
- 23.4 Imágenes formadas por refracción 765
- 23.5 Refracción atmosférica (opcional) 768
- 23.6 Lentes delgadas 770
- 23.7 Aberraciones de lentes 778
- Resumen 780

Capítulo 24 Óptica ondulatoria 788

- 24.1 Condiciones para la interferencia 789
- 24.2 Interferencia de doble rendija de Young 790
- 24.3 Cambio de fase por reflexión 795
- 24.4 Interferencia en películas delgadas 796
- La física en acción: Interferencia 797
- 24.5 Difracción 801
- 24.6 Difracción de una sola rendija 802
- 24.7 Polarización de ondas luminosas 804
- Resumen 812

Capítulo 25 Instrumentos ópticos 820

- 25.1 La cámara fotográfica 821
- 25.2 El ojo 822
- 25.3 La lente de aumento simple 826
- 25.4 El microscopio compuesto 828
- 25.5 El telescopio 830
- 25.6 Resolución de rendijas únicas y aberturas circulares 832
- 25.7 El interferómetro de Michelson 836
- 25.8 La rejilla de difracción 838
- Resumen 84

- Apéndice A Repaso de matemáticas A.1
- Apéndice B Tabla isotópica abreviada A.9
- Apéndice C Algunas tablas útiles A.14
- Apéndice D Unidades del SI A.16
- Respuestas a preguntas y problemas seleccionados A.17
- Índice I.1