

## 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

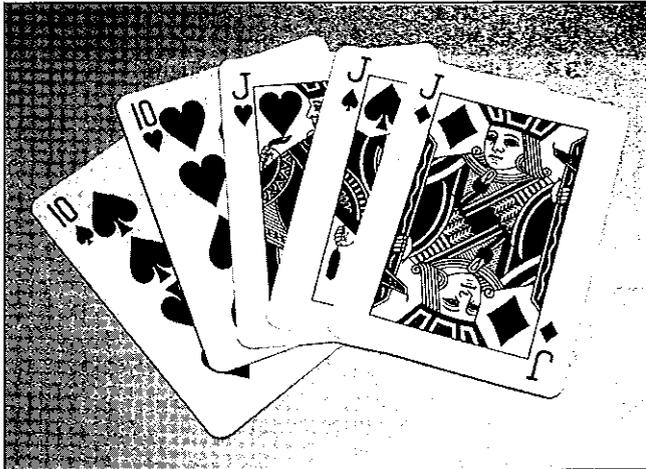
- 10.1 Temperatura y ley cero de la termodinámica 313
- 10.2 Termómetros y escalas de temperatura 314
- 10.3 Expansión térmica de sólidos y líquidos 318
- 10.4 Descripción macroscópica de un gas ideal 324
- 10.5 Número de Avogadro y ley del gas ideal 327
- 10.6 Teoría cinética de los gases 328
- Resumen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

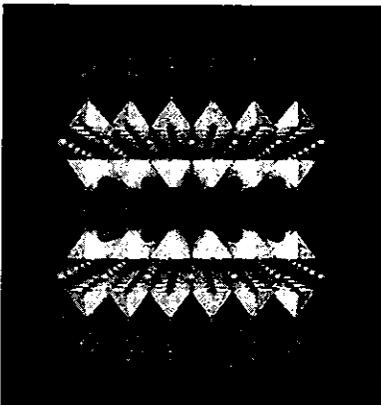
- 15.7 El experimento de la gota de aceite de Millikan (opcional) 503
- 15.8 El generador Van de Graaff (opcional) 505
- 15.9 El osciloscopio (opcional) 506
- 15.10 Flujo eléctrico y ley de Gauss (opcional) 507
- Resumen 512

## 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 1.1