

Tabla de contenido

parte 1 Mecánica 1

1 Física y medición 2

- 1.1 Patrones de longitud, masa y tiempo 3
- 1.2 Los bloques constitutivos de la materia 8
- 1.3 Densidad 9
- 1.4 Análisis dimensional 10
- 1.5 Conversión de unidades 12
- 1.6 Estimaciones y cálculos del orden de magnitud 13
- 1.7 Cifras significativas 15

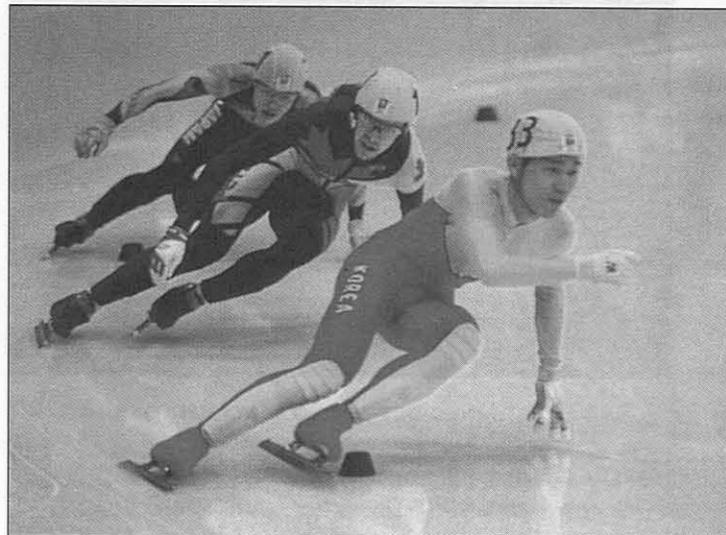
2 Movimiento en una dimensión 23

- 2.1 Desplazamiento, velocidad y rapidez 24
- 2.2 Velocidad y rapidez instantáneas 27
- 2.3 Aceleración 30
- 2.4 Diagramas de movimiento 34
- 2.5 Movimiento unidimensional con aceleración constante 35
- 2.6 Objetos que caen libremente 39
- 2.7 (Opcional) Ecuaciones cinemáticas derivadas del cálculo 43

Etapas ROAA para resolver problemas 47

3 Vectores 58

- 3.1 Sistemas de coordenadas 59
- 3.2 Cantidades vectoriales y escalares 60
- 3.3 Algunas propiedades de los vectores 61
- 3.4 Componentes de un vector y vectores unitarios 64



4 Movimiento en dos dimensiones 76

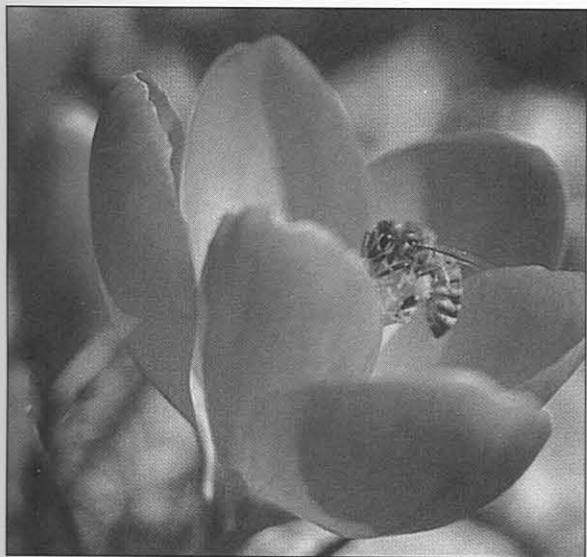
- 4.1 Los vectores desplazamiento, velocidad y aceleración 77
- 4.2 Movimiento bidimensional con aceleración constante 79
- 4.3 Movimiento de proyectiles 82
- 4.4 Movimiento circular uniforme 91
- 4.5 Aceleraciones tangencial y radial 92
- 4.6 Velocidad y aceleración relativas 95

5 Las leyes del movimiento 110

- 5.1 El concepto de fuerza 111
- 5.2 Primera ley de Newton y marcos inerciales 114
- 5.3 Masa 116
- 5.4 Segunda ley de Newton 116
- 5.5 La fuerza de gravedad y el peso 119
- 5.6 Tercera ley de Newton 120
- 5.7 Algunas aplicaciones de las leyes de Newton 123
- 5.8 Fuerzas de fricción 131

6 Movimiento circular y otras aplicaciones de las leyes de Newton 151

- 6.1 Segunda ley de Newton aplicada al movimiento circular uniforme 152
- 6.2 Movimiento circular no uniforme 158
- 6.3 (Opcional) Movimiento en marcos de referencia acelerados 160
- 6.4 (Opcional) Movimiento en presencia de fuerzas resistivas 163
- 6.5 (Opcional) Modelado numérico en dinámicas de partículas 169





7 Trabajo y energía cinética 182

- 7.1 Trabajo realizado por una fuerza constante 183
- 7.2 El producto escalar de dos vectores 186
- 7.3 Trabajo realizado por una fuerza variable 188
- 7.4 Energía cinética y el teorema del trabajo y la energía cinética 194
- 7.5 Potencia 199
- 7.6 (Opcional) La energía y el automóvil 201
- 7.7 (Opcional) Energía cinética con alta rapidez 204

8 Energía potencial y conservación de la energía 214

- 8.1 Energía potencial 215
- 8.2 Fuerzas conservativas y no conservativas 218
- 8.3 Fuerzas conservativas y energía potencial 219
- 8.4 Conservación de la energía mecánica 220
- 8.5 Trabajo realizado por fuerzas no conservativas 224
- 8.6 Relación entre fuerzas conservativas y energía potencial 231
- 8.7 (Opcional) Diagramas de energía y el equilibrio de un sistema 232
- 8.8 Conservación de la energía en general 235
- 8.9 (Opcional) Equivalencia masa-energía 236
- 8.10 (Opcional) Cuantización de energía 237

9 Momento lineal y choques 251

- 9.1 Momentum lineal y su conservación 252
- 9.2 Impulso y momentum 255
- 9.3 Colisiones 259
- 9.4 Colisiones elásticas e inelásticas en una dimensión 260
- 9.5 Colisiones bidimensionales 266
- 9.6 El centro de masa 269
- 9.7 Movimiento de un sistema de partículas 273
- 9.8 (Opcional) Propulsión de cohetes 277

10 Rotación de un objeto rígido alrededor de un eje fijo 292

- 10.1 Desplazamiento, velocidad y aceleración angulares 293
- 10.2 Cinemática rotacional: movimiento rotacional con aceleración angular constante 296
- 10.3 Cantidades angulares y lineales 297
- 10.4 Energía rotacional 299
- 10.5 Cálculo de momentos de inercia 301
- 10.6 Momento de torsión 306
- 10.7 Relación entre momento de torsión y aceleración angular 307
- 10.8 Trabajo, potencia y energía en el movimiento rotacional 312

11 Movimiento de rodamiento y momentum angular 327

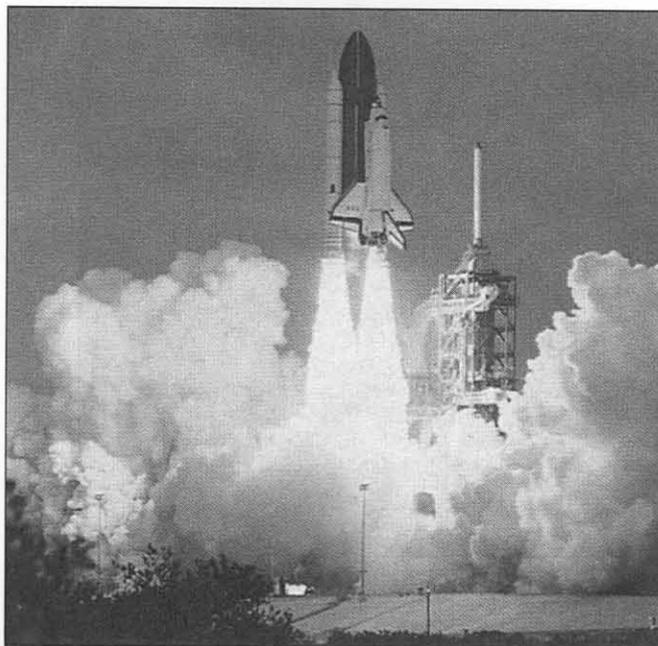
- 11.1 Movimiento de rodamiento de un cuerpo rígido 328
- 11.2 Producto vectorial y momento de torsión 332
- 11.3 Momentum angular de una partícula 334
- 11.4 Momentum angular de un objeto rígido en rotación 337
- 11.5 Conservación del momentum angular 340
- 11.6 (Opcional) Movimiento de giroscopios y trompos 345
- 11.7 (Opcional) Momentum angular como una cantidad fundamental 347

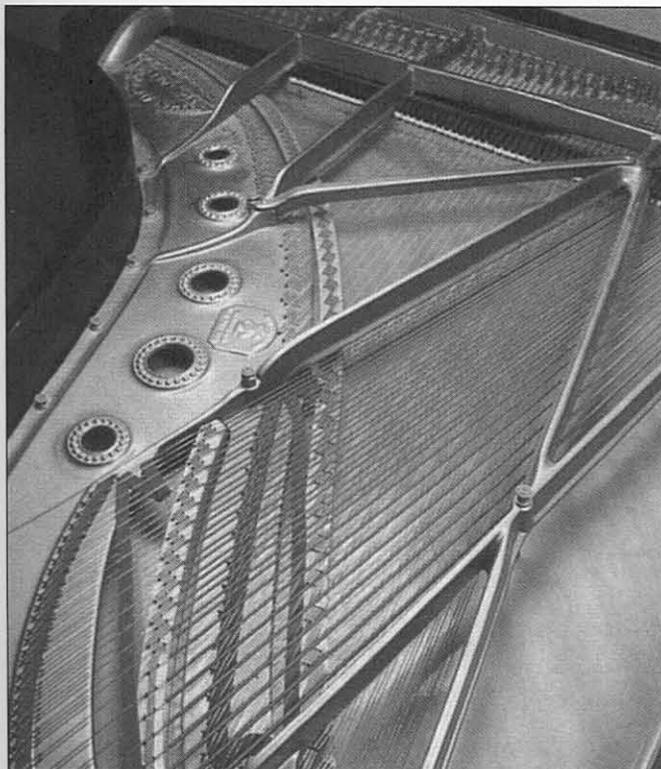
12 Equilibrio estático y elasticidad 361

- 12.1 Condiciones para el equilibrio 362
- 12.2 Más acerca del centro de gravedad 364
- 12.3 Ejemplos de objetos rígidos en equilibrio estático 365
- 12.4 Propiedades elásticas de los sólidos 372

13 Movimiento oscilatorio 389

- 13.1 Movimiento armónico simple 390
- 13.2 Nueva visita al sistema bloque-resorte 395
- 13.3 Energía del oscilador armónico simple 398





- 13.4 El péndulo 402
- 13.5 Comparación del movimiento armónico simple con el movimiento circular uniforme 406
- 13.6 (Opcional) Oscilaciones amortiguadas 408
- 13.7 (Opcional) Oscilaciones forzadas 410
- 14 Ley de la gravedad 423**
- 14.1 Ley de gravitación universal de Newton 424
- 14.2 Medida de la constante gravitacional 426
- 14.3 Aceleración en caída libre y fuerza gravitacional 427
- 14.4 Leyes de Kepler 429
- 14.5 La ley de gravedad y el movimiento de los planetas 430
- 14.6 El campo gravitacional 435
- 14.7 Energía potencial gravitacional 436
- 14.8 Consideraciones de energía en el movimiento planetario y de satélites 439
- 14.9 (Opcional) La fuerza gravitacional entre un objeto extendido y una partícula 443
- 14.10 (Opcional) La fuerza gravitacional entre una partícula y una masa esférica 444

15 Mecánica de fluidos 458

- 15.1 Presión 459
- 15.2 Variación de la presión con la profundidad 461
- 15.3 Medidas de presión 464
- 15.4 Fuerzas de flotación y el principio de Arquímedes 465
- 15.5 Dinámica de fluidos 469
- 15.6 Líneas de corriente y la ecuación de continuidad 470
- 15.7 Ecuación de Bernoulli 471
- 15.8 (Opcional) Otras aplicaciones de la ecuación de Bernoulli 474

parte 2 Ondas mecánicas 489

16 Movimiento ondulatorio 490

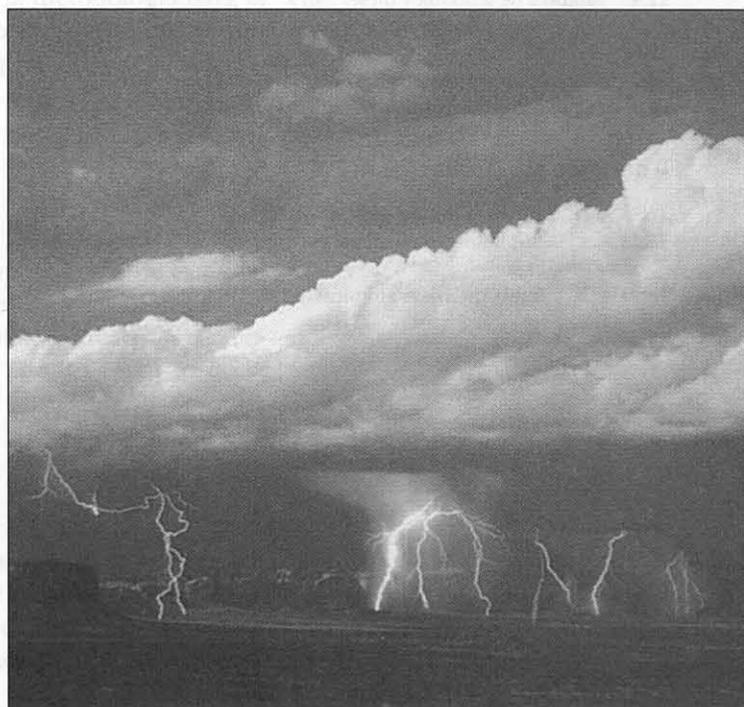
- 16.1 Variables básicas del movimiento ondulatorio 492
- 16.2 Dirección del desplazamiento de las partículas 492
- 16.3 Ondas viajeras unidimensionales 495
- 16.4 Superposición e interferencia 497
- 16.5 La rapidez de ondas en las cuerdas 499
- 16.6 Reflexión y transmisión 502
- 16.7 Ondas senoidales 503
- 16.8 Rapidez de transferencia de energía por ondas senoidales en cuerdas 507
- 16.9 (Opcional) Ecuación lineal de onda 509

17 Ondas sonoras 519

- 17.1 Rapidez de las ondas sonoras 520
- 17.2 Ondas sonoras periódicas 522
- 17.3 Intensidad de las ondas sonoras periódicas 525
- 17.4 Ondas planas y esféricas 528
- 17.5 El efecto Doppler 530

18 Superposición y ondas estacionarias 545

- 18.1 Superposición e interferencia de ondas senoidales 546
- 18.2 Ondas estacionarias 550
- 18.3 Ondas estacionarias en una cuerda fija en ambos extremos 553
- 18.4 Resonancia 557
- 18.5 Ondas estacionarias en columnas de aire 559
- 18.6 (Opcional) Ondas estacionarias en barras y placas 563
- 18.7 Pulsaciones: Interferencia en el tiempo 564
- 18.8 (Opcional) Patrones de onda senoidales 566



parte 3 Termodinámica 579**19 Temperatura 580**

- 19.1 Temperatura y la ley cero de la termodinámica 581
- 19.2 Termómetros y la escala Celsius de temperatura 582
- 19.3 El termómetro de gas a volumen constante y la escala absoluta de temperatura 583
- 19.4 Expansión térmica de sólidos y líquidos 586
- 19.5 Descripción macroscópica de un gas ideal 591

20 Calor y la primera ley de la termodinámica 602

- 20.1 Calor y energía interna 603
- 20.2 Capacidad calorífica y calor específico 606
- 20.3 Calor latente 610
- 20.4 Trabajo y calor en procesos termodinámicos 614
- 20.5 La primera ley de la termodinámica 617
- 20.6 Algunas aplicaciones de la primera ley de la termodinámica 619
- 20.7 Mecanismos de transferencia de energía 623

21 La teoría cinética de los gases 640

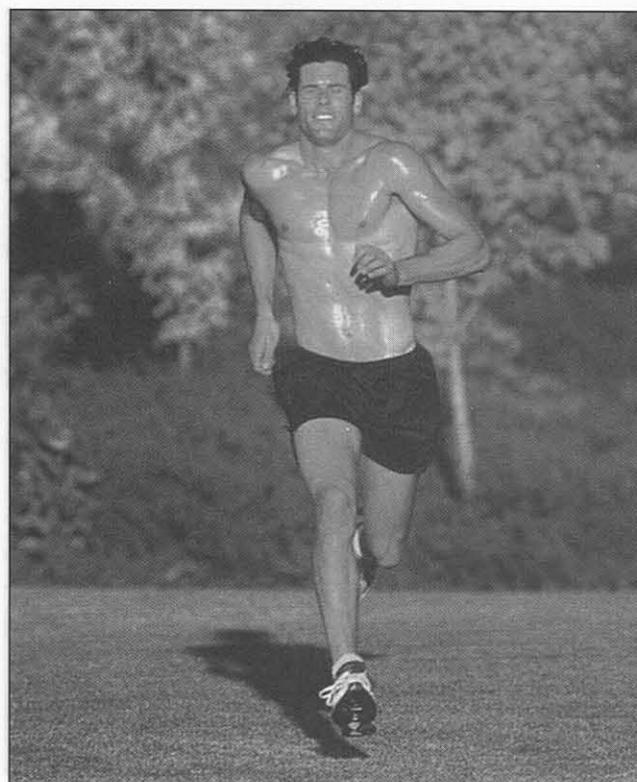
- 21.1 Modelo molecular de un gas ideal 641
- 21.2 Calor específico molar de un gas ideal 645
- 21.3 Procesos adiabáticos para un gas ideal 649
- 21.4 La equipartición de la energía 651
- 21.5 La ley de distribución de Boltzmann 653
- 21.6 Distribución de rapidez molecular 657
- 21.7 (Opcional) Trayectoria libre media 659

22 Máquinas térmicas, entropía y la segunda ley de la termodinámica 669

- 22.1 Máquinas térmicas y la segunda ley de la termodinámica 670
- 22.2 Procesos reversibles e irreversibles 674
- 22.3 La máquina de Carnot 675
- 22.4 Motores de gasolina y diesel 679
- 22.5 Bombas de calor y refrigeradores 684
- 22.6 Entropía 685
- 22.7 Cambios de entropía en procesos irreversibles 689
- 22.8 (Opcional) Entropía a escala microscópica 693

Apéndice A Tablas A.1

- Tabla A.1 Factores de conversión A.1
- Tabla A.2 Símbolos, dimensiones y unidades de cantidades físicas A.4
- Tabla A.3 Tabla de masas atómicas A.4

**Apéndice B Repaso de matemáticas A.15**

- B.1 Notación científica A.15
- B.2 Álgebra A.16
- B.3 Geometría A.21
- B.4 Trigonometría A.23
- B.5 Desarrollos de series A.25
- B.6 Cálculo diferencial A.25
- B.7 Cálculo integral A.27

Apéndice C Tabla periódica de los elementos A.32**Apéndice D Unidades del SI A.34****Apéndice E Premios Nobel A.35****Respuestas a problemas de número impar A.41****Índice I.1**