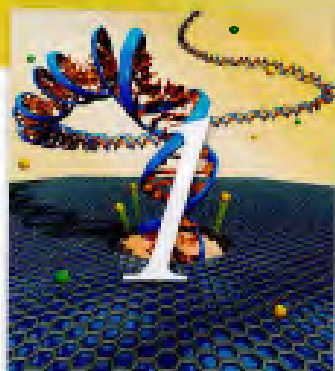


## Contenido breve

1. Química: El estudio del cambio 1
  2. Átomos, moléculas y iones 38
  3. Relaciones de masa en las reacciones químicas 75
  4. Reacciones en disolución acuosa 118
  5. Gases 172
  6. Termoquímica 230
  7. Teoría cuántica y la estructura electrónica de los átomos 276
  8. Relaciones periódicas entre los elementos 328
  9. Enlace químico I: Conceptos básicos 370
  10. Enlace químico II: Geometría molecular e hibridación de orbitales atómicos 414
  11. Fuerzas intermoleculares y líquidos y sólidos 467
  12. Propiedades físicas de las disoluciones 520
  13. Cinética química 564
  14. Equilibrio químico 623
  15. Ácidos y bases 668
  16. Equilibrios ácido-base y equilibrios de solubilidad 722
  17. Entropía, energía libre y equilibrio 778
  18. Electroquímica 814
  19. Química nuclear 864
  20. Química en la atmósfera 902
  21. Metalurgia y la química de los metales 932
  22. Elementos no metálicos y sus compuestos 958
  23. Química de los metales de transición y compuestos de coordinación 996
  24. Química orgánica 1027
  25. Polímeros orgánicos sintéticos y naturales 1060
- Apéndice 1** Derivación de los nombres de los elementos 1086
- Apéndice 2** Unidades para la constante de los gases 1092
- Apéndice 3** Datos termodinámicos a 1 atm y 25°C 1093
- Apéndice 4** Operaciones matemáticas 1098

4

*Lista de aplicaciones* xxi  
*Lista de animaciones* xxii  
*Prefacio* xxiii  
*Relevancia de la vida real* xxvii  
*Nota para el estudiante* xxx



## Química: El estudio del cambio 1

1.1 Química: una ciencia para el siglo XXI 2  
 1.2 Estudio de la química 2  
 1.3 El método científico 4

QUÍMICA *en acción*  
 El helio primigenio y la teoría del Big Bang 6

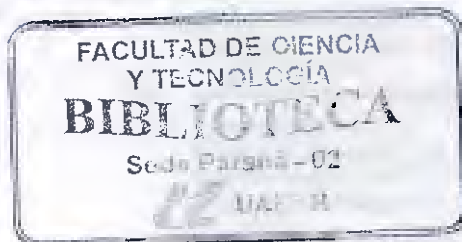
1.4 Clasificación de la materia 6  
 1.5 Los tres estados de la materia 9  
 1.6 Propiedades físicas y químicas de la materia 10  
 1.7 Mediciones 12

QUÍMICA *en acción*  
 La importancia de las unidades 17

1.8 Manejo de los números 18  
 1.9 Análisis dimensional en la resolución de problemas 23  
 1.10 Resolución de problemas del mundo real: información, suposiciones y simplificaciones 27

*Ecuaciones clave* 28  
*Resumen de conceptos* 29  
*Términos básicos* 29  
*Preguntas y problemas* 29

MISTERIO de la química  
 La desaparición de los dinosaurios 36





## Átomos, moléculas y iones 38

- 2.1** Teoría atómica 39
- 2.2** Estructura del átomo 40
- 2.3** Número atómico, número de masa e isótopos 46
- 2.4** La tabla periódica 48

### QUÍMICA en acción

Distribución de los elementos en la Tierra y en los sistemas vivos 49

- 2.5** Moléculas y iones 50
- 2.6** Fórmulas químicas 52
- 2.7** Nomenclatura de los compuestos 56
- 2.8** Introducción a los compuestos orgánicos 65

*Ecuación clave* 67

*Resumen de conceptos* 67

*Términos básicos* 67

*Preguntas y problemas* 68



## Relaciones de masa en las reacciones químicas 75

- 3.1** Masa atómica 76
- 3.2** Número de Avogadro y masa molar de un elemento 77
- 3.3** Masa molecular 81
- 3.4** Espectrómetro de masas 84
- 3.5** Composición porcentual de los compuestos 85
- 3.6** Determinación experimental de fórmulas empíricas 88
- 3.7** Reacciones químicas y ecuaciones químicas 90
- 3.8** Cantidades de reactivos y productos 95
- 3.9** Reactivos limitantes 99
- 3.10** Rendimiento de reacción 103

### QUÍMICA en acción

Fertilizantes químicos 105

*Ecuaciones clave* 106

*Resumen de conceptos* 106

*Términos básicos* 107

*Preguntas y problemas* 107



## Reacciones en disolución acuosa 118

- 4.1 Propiedades generales de las disoluciones acuosas 119
- 4.2 Reacciones de precipitación 121

### QUÍMICA en acción

Una reacción de precipitación indeseable 126

- 4.3 Reacciones ácido-base 126
- 4.4 Reacciones de oxidación-reducción 132

### QUÍMICA en acción

Alcoholímetro 144

- 4.5 Concentración de las disoluciones 145
- 4.6 Análisis gravimétrico 149
- 4.7 Valoraciones ácido-base 151
- 4.8 Valoraciones redox 155

### QUÍMICA en acción

Metal proveniente del mar 156

*Ecuación clave* 157

*Resumen de conceptos* 157

*Términos básicos* 158

*Preguntas y problemas* 158

### MISTERIO de la química

¿Quién asesinó a Napoleón? 170



## Gases 172

- 5.1 Sustancias que existen como gases 173
- 5.2 Presión de un gas 174
- 5.3 Leyes de los gases 178
- 5.4 Ecuación del gas ideal 184
- 5.5 Estequiometría de los gases 193
- 5.6 Ley de Dalton de las presiones parciales 195

### QUÍMICA en acción

El buceo y las leyes de los gases 200

- 5.7 Teoría cinética molecular de los gases 202

### QUÍMICA en acción

Átomos superenfriados 208

- 5.8 Desviación del comportamiento ideal 210

*Ecuaciones clave* 213

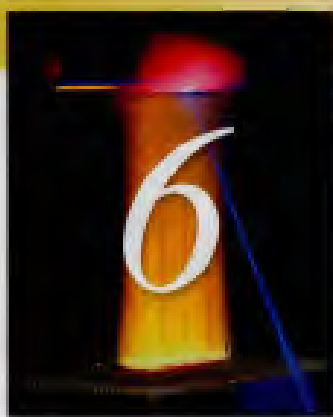
*Resumen de conceptos* 214

*Términos básicos* 214

*Preguntas y problemas* 215

### MISTERIO de la química

Sin oxígeno 228



## Termoquímica 230

- 6.1** Naturaleza y tipos de energía 231
- 6.2** Cambios de energía en las reacciones químicas 232
- 6.3** Introducción a la termodinámica 234

### QUÍMICA en acción

Fabricar nieve e inflar un neumático de bicicleta 240

- 6.4** Entalpía de las reacciones químicas 240
- 6.5** Calorimetría 246

### QUÍMICA en acción

Células grasas blancas, células grasas marrón y una cura potencial para la obesidad 250

- 6.6** Entalpía estándar de formación y de reacción 254

### QUÍMICA en acción

Cómo se defiende el escarabajo bombardero 257

- 6.7** Calor de disolución y de dilución 260

*Ecuaciones clave* 263

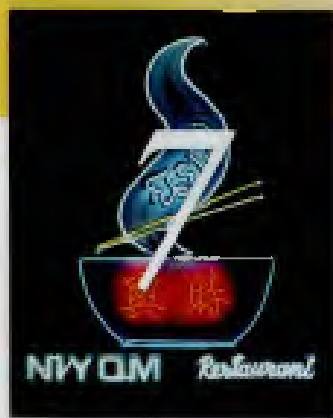
*Resumen de conceptos* 263

*Términos básicos* 263

*Preguntas y problemas* 264

### MISTERIO de la química

El neumático explosivo 274



## Teoría cuántica y la estructura electrónica de los átomos 276

- 7.1** De la física clásica a la teoría cuántica 277
- 7.2** El efecto fotoeléctrico 281
- 7.3** Teoría de Bohr del átomo de hidrógeno 284
- 7.4** La naturaleza dual del electrón 289

### QUÍMICA en acción

Láser: la luz esplendorosa 290

- 7.5** Mecánica cuántica 293

### QUÍMICA en acción

Microscopía electrónica 294

- 7.6** Números cuánticos 297
- 7.7** Orbitales atómicos 299
- 7.8** Configuración electrónica 303



**7.9** El principio de construcción 310**QUÍMICA en acción**

Puntos cuánticos 314

*Ecuaciones básicas* 315*Resumen de conceptos* 316*Términos básicos* 317*Preguntas y problemas* 317**MISTERIO de la química**

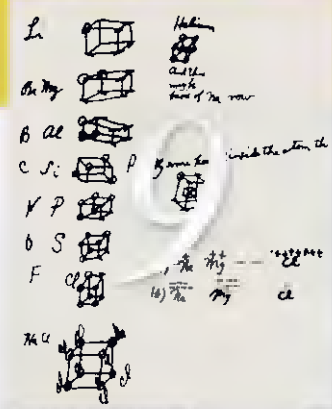
Descubrimiento del helio y el surgimiento y la caída del coronio 326

**Relaciones periódicas entre los elementos 328****8.1** Desarrollo de la tabla periódica 329**8.2** Clasificación periódica de los elementos 331**8.3** Variaciones periódicas de las propiedades físicas 335**8.4** Energía de ionización 342**QUÍMICA en acción**

¿El tercer elemento líquido? 343

**8.5** Afinidad electrónica 347**8.6** Variación de las propiedades químicas de los elementos representativos 349**QUÍMICA en acción**

El descubrimiento de los gases nobles 360

*Ecuación básica* 361*Resumen de conceptos* 361*Términos básicos* 362*Preguntas y problemas* 362**Enlace químico I: Conceptos básicos 370****9.1** Símbolos de puntos de Lewis 371**9.2** Enlace iónico 372**9.3** Energía reticular de los compuestos iónicos 374**QUÍMICA en acción**

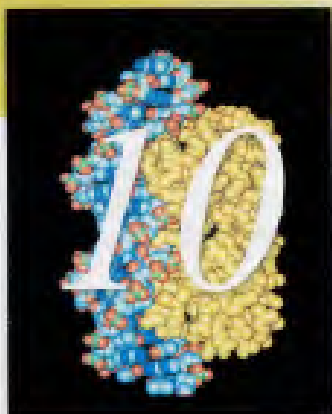
Cloruro de sodio: un compuesto iónico común e importante 378

**9.4** Enlace covalente 379**9.5** Electronegatividad 382**9.6** Escritura de las estructuras de Lewis 386**9.7** Carga formal y estructura de Lewis 389

- 9.8** El concepto de resonancia 392  
**9.9** Excepciones a la regla del octeto 394

*QUÍMICA en acción*  
 Sólo diga NO 399

- 9.10** Entalpía de enlace 400  
*Ecuación básica* 405  
*Resumen de conceptos* 405  
*Términos básicos* 405  
*Preguntas y problemas* 405



## Enlace químico II: Geometría molecular e hibridación de orbitales atómicos 414

- 10.1** Geometría molecular 415  
**10.2** Momento dipolar 425  
*QUÍMICA en acción*  
 Los hornos de microondas: el momento dipolar en acción 428

- 10.3** Teoría de enlace-valencia 431  
**10.4** Hibridación de orbitales atómicos 433  
**10.5** Hibridación en moléculas que contienen enlaces dobles y triples 442  
**10.6** Teoría de orbitales moleculares 445  
**10.7** Configuraciones de orbitales moleculares 448  
**10.8** Orbitales moleculares deslocalizados 454

*QUÍMICA en acción*  
 El buckybalón, ¿un balón cualquiera? 456

*Ecuaciones básicas* 458  
*Resumen de conceptos* 458  
*Términos básicos* 458  
*Preguntas y problemas* 459



## Fuerzas intermoleculares y líquidos y sólidos 467

- 11.1** Teoría cinética molecular de líquidos y sólidos 468  
**11.2** Fuerzas intermoleculares 469  
**11.3** Propiedades de los líquidos 475  
**11.4** Estructura cristalina 478

*QUÍMICA en acción*  
 ¿Por qué los lagos se congelan desde la superficie hacia el fondo? 479

- 11.5** Difracción de rayos X de estructuras cristalinas 486  
**11.6** Tipos de cristales 488

**QUÍMICA en acción**

Superconductores a altas temperaturas 490

**QUÍMICA en acción**

Y todo por un botón 494

**11.7** Sólidos amorfos 494

**11.8** Cambios de fase 495

**11.9** Diagramas de fases 505

**QUÍMICA en acción**

Hervir un huevo en la cima de una montaña, las ollas de presión y el patinaje sobre hielo 507

**QUÍMICA en acción**

Cristales líquidos 508

*Ecuaciones básicas 510*

*Resumen de conceptos 510*

*Términos básicos 511*

*Preguntas y problemas 511*



**Propiedades físicas de las disoluciones 520**

**12.1** Tipos de disoluciones 521

**12.2** Enfoque molecular del proceso de disolución 522

**12.3** Unidades de concentración 524

**12.4** Efecto de la temperatura en la solubilidad 529

**12.5** Efecto de la presión en la solubilidad de los gases 531

**QUÍMICA en acción**

El lago asesino 533

**12.6** Propiedades coligativas de las disoluciones de no electrolitos 534

**12.7** Propiedades coligativas de las disoluciones de electrolitos 546

**QUÍMICA en acción**

Diálisis 548

**12.8** Coloides 548

*Ecuaciones básica 551*

*Resumen de conceptos 551*

*Términos básicos 552*

*Preguntas y problemas 552*

**MISTERIO de la química**

El cuchillo equivocado 562



**QUÍMICA en acción**

Superconductores a altas temperaturas 490

**QUÍMICA en acción**

Y todo por un botón 494

**11.7** Sólidos amorfos 494

**11.8** Cambios de fase 495

**11.9** Diagramas de fases 505

**QUÍMICA en acción**

Hervir un huevo en la cima de una montaña, las ollas de presión y el patinaje sobre hielo 507

**QUÍMICA en acción**

Cristales líquidos 508

*Ecuaciones básicas 510*

*Resumen de conceptos 510*

*Términos básicos 511*

*Preguntas y problemas 511*



**Propiedades físicas de las disoluciones 520**

**12.1** Tipos de disoluciones 521

**12.2** Enfoque molecular del proceso de disolución 522

**12.3** Unidades de concentración 524

**12.4** Efecto de la temperatura en la solubilidad 529

**12.5** Efecto de la presión en la solubilidad de los gases 531

**QUÍMICA en acción**

El lago asesino 533

**12.6** Propiedades coligativas de las disoluciones de no electrolitos 534

**12.7** Propiedades coligativas de las disoluciones de electrolitos 546

**QUÍMICA en acción**

Diálisis 548

**12.8** Coloides 548

*Ecuaciones básicas 551*

*Resumen de conceptos 551*

*Términos básicos 552*

*Preguntas y problemas 552*

**MISTERIO de la química**

El cuchillo equivocado 562



## Cinética química 564

- 13.1** La rapidez de una reacción 565
- 13.2** La ley de rapidez 573
- 13.3** Relación entre la concentración de reactivos y el tiempo 577

### QUÍMICA en acción

Datación con radiocarbono 588

- 13.4** Constantes de rapidez y su dependencia de la energía de activación y de la temperatura 590
- 13.5** Mecanismos de reacción 596
- 13.6** Catálisis 601

### QUÍMICA en acción

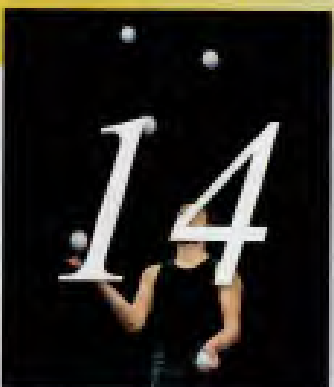
Farmacocinética 608

*Ecuaciones básicas* 610

*Resumen de conceptos* 610

*Términos básicos* 611

*Preguntas y problemas* 611



## Equilibrio químico 623

- 14.1** El concepto de equilibrio y la constante de equilibrio 624
- 14.2** Escritura de las expresiones de las constantes de equilibrio 627
- 14.3** Relación entre cinética química y equilibrio químico 639
- 14.4** ¿Qué información proporciona la constante de equilibrio? 640
- 14.5** Factores que afectan el equilibrio químico 646

### QUÍMICA en acción

La vida a grandes alturas y la producción de hemoglobina 653

### QUÍMICA en acción

El proceso Haber 654

*Ecuaciones básicas* 656

*Resumen de conceptos* 656

*Términos básicos* 657

*Preguntas y problemas* 657



## Ácidos y bases 668

- 15.1** Ácidos y bases de Brønsted 669
- 15.2** Propiedades ácido-base del agua 670
- 15.3** El pH: una medida de la acidez 672
- 15.4** Fuerza de los ácidos y las bases 675
- 15.5** Ácidos débiles y la constante de ionización de un ácido 679
- 15.6** Bases débiles y la constante de ionización de una base 687
- 15.7** Relación entre las constantes de ionización de los ácidos y sus bases conjugadas 689

- 15.8** Ácidos dipróticos y polipróticos 690
- 15.9** Estructura molecular y fuerza de los ácidos 694
- 15.10** Propiedades ácido-base de las sales 698
- 15.11** Propiedades ácido-base de los óxidos y los hidróxidos 704
- 15.12** Ácidos y bases de Lewis 706
- QUÍMICA en acción**  
Antiácidos y el balance del pH en el estómago 708
- Ecuaciones básicas* 710  
*Resumen de conceptos* 711  
*Términos básicos* 711  
*Preguntas y problemas* 711
- MISTERIO de la química**  
La descomposición de los papeles 720



## Equilibrios ácido-base y equilibrios de solubilidad 722

- 16.1** Comparación entre los equilibrios homogéneo y heterogéneo en disolución 723
- 16.2** Efecto del ion común 723
- 16.3** Disoluciones amortiguadoras 726
- 16.4** Valoraciones ácido-base 732
- QUÍMICA en acción**  
Mantenimiento del pH de la sangre 734
- 16.5** Indicadores ácido-base 741
- 16.6** Equilibrios de solubilidad 744
- 16.7** Separación de iones por precipitación fraccionada 751
- 16.8** El efecto del ion común y la solubilidad 753
- 16.9** El pH y la solubilidad 755
- 16.10** Los equilibrios de iones complejos y la solubilidad 758
- QUÍMICA en acción**  
¿Cómo se forma un cascarón de huevo? 762
- 16.11** Aplicación del principio del producto de solubilidad al análisis cualitativo 763
- Ecuaciones básicas* 765  
*Resumen de conceptos* 766  
*Términos básicos* 766  
*Preguntas y problemas* 766
- MISTERIO de la química**  
Un duro bocadillo 776



## Entropía, energía libre y equilibrio 778

- 17.1** Las tres leyes de la termodinámica 779
- 17.2** Procesos espontáneos 779
- 17.3** Entropía 780
- 17.4** Segunda ley de la termodinámica 785
- 17.5** Energía libre de Gibbs 791

### QUÍMICA en acción

La eficiencia de las máquinas térmicas 792

- 17.6** Energía libre y equilibrio químico 798
- 17.7** Termodinámica en los sistemas vivos 802

### QUÍMICA en acción

La termodinámica de una liga 803

*Ecuaciones básicas* 805

*Resumen de conceptos* 805

*Términos básicos* 805

*Preguntas y problemas* 806



## Electroquímica 814

- 18.1** Reacciones redox 815
- 18.2** Celdas galvánicas 818
- 18.3** Potenciales estándar de reducción 820
- 18.4** Termodinámica de las reacciones redox 826
- 18.5** Efecto de la concentración sobre la fem de la celda 829
- 18.6** Baterías 834

### QUÍMICA en acción

Energía bacteriana 839

- 18.7** Corrosión 840

- 18.8** Electrólisis 843

### QUÍMICA en acción

Molestia producida por las amalgamas dentales 848

*Ecuaciones básicas* 850

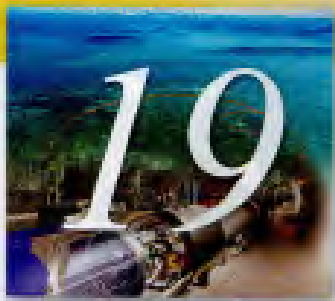
*Resumen de conceptos* 850

*Términos básicos* 851

*Preguntas y problemas* 851

### MISTERIO de la química

Agua sucia 862



## Química nuclear 864

- 19.1** Naturaleza de las reacciones nucleares 865
- 19.2** Estabilidad nuclear 867
- 19.3** Radiactividad natural 872
- 19.4** Transmutación nuclear 876
- 19.5** Fisión nuclear 879

### QUÍMICA *en acción*

El reactor de fisión nuclear de la naturaleza 884

- 19.6** Fusión nuclear 885
- 19.7** Aplicaciones de los isótopos 888
- 19.8** Efectos biológicos de la radiación 890

### QUÍMICA *en acción*

Irradiación de los alimentos 892

*Ecuaciones básicas* 892

### QUÍMICA *en acción*

Terapia por captura neutrónica de boro 893

*Resumen de conceptos* 893

*Resumen de conceptos* 893

*Términos básicos* 894

*Preguntas y problemas* 894

### MISTERIO de la química

El arte de la falsificación en el siglo xx 900



## Química en la atmósfera 902

- 20.1** Atmósfera terrestre 903
- 20.2** Fenómenos en las capas externas de la atmósfera 906
- 20.3** Destrucción del ozono en la estratosfera 908
- 20.4** Volcanes 913
- 20.5** Efecto invernadero 914
- 20.6** Lluvia ácida 918
- 20.7** Esmog fotoquímico 921
- 20.8** Contaminación doméstica 923

*Resumen de conceptos* 926

*Términos básicos* 927

*Preguntas y problemas* 927





## Metalurgia y la química de los metales 932

- 21.1** Presencia de los metales 933
- 21.2** Procesos metalúrgicos 934
- 21.3** Teoría de las bandas de conductividad eléctrica 941
- 21.4** Tendencias periódicas de las propiedades metálicas 943
- 21.5** Metales alcalinos 944
- 21.6** Metales alcalinotérreos 948
- 21.7** Aluminio 950

### QUÍMICA *en acción*

Reciclamiento de aluminio 952

*Resumen de conceptos* 954

*Términos básicos* 954

*Preguntas y problemas* 954



## Elementos no metálicos y sus compuestos 958

- 22.1** Propiedades generales de los no metales 959
- 22.2** Hidrógeno 960

### QUÍMICA *en acción*

Hidrógeno metálico 964

- 22.3** Carbono 965

### QUÍMICA *en acción*

Gas sintético a partir del carbón 968

- 22.4** Nitrógeno y fósforo 969

### QUÍMICA *en acción*

Nitrato de amonio: el fertilizante explosivo 976

- 22.5** Oxígeno y azufre 977

- 22.6** Halógenos 984

*Resumen de conceptos* 991

*Términos básicos* 991

*Preguntas y problemas* 992



## Química de los metales de transición y compuestos de coordinación 996

- 23.1** Propiedades de los metales de transición 997
- 23.2** La química del hierro y el cobre 1000
- 23.3** Compuestos de coordinación 1002
- 23.4** Estructura de los compuestos de coordinación 1007
- 23.5** El enlace en los compuestos de coordinación: teoría de campo cristalino 1011
- 23.6** Reacciones de los compuestos de coordinación 1017
  - QUÍMICA *en acción*
  - Compuestos de coordinación en los sistemas vivos 1018
- 23.7** Aplicaciones de los compuestos de coordinación 1018
  - QUÍMICA *en acción*
  - Cisplatino: el medicamento anticancerígeno 1020
  - Ecuación básica* 1022
  - Resumen de conceptos* 1022
  - Términos básicos* 1022
  - Preguntas y problemas* 1023



## Química orgánica 1027

- 24.1** Clases de compuestos orgánicos 1028
- 24.2** Hidrocarburos alifáticos 1028
  - QUÍMICA *en acción*
  - El hielo que se quema 1040
- 24.3** Hidrocarburos aromáticos 1041
- 24.4** Química de los grupos funcionales 1044
  - QUÍMICA *en acción*
  - La industria del petróleo 1050
  - Resumen de conceptos* 1052
  - Términos básicos* 1053
  - Preguntas y problemas* 1053
  - MISTERIO de la química
  - Desaparición de huellas digitales 1058



## Polímeros orgánicos sintéticos y naturales 1060

- 25.1 Propiedades de los polímeros 1061
- 25.2 Polímeros orgánicos sintéticos 1061
- 25.3 Proteínas 1067

### QUÍMICA en acción

Anemia falciforme: una enfermedad molecular 1074

- 25.4 Acidos nucleicos 1075

### QUÍMICA en acción

Huella digital del ADN 1078

Resumen de conceptos 1079

Términos básicos 1079

Preguntas y problemas 1079

### MISTERIO de la química

Una historia que le erizará los cabellos 1084

- Apéndice 1** Derivación de los nombres de los elementos 1086
- Apéndice 2** Unidades para la constante de los gases 1092
- Apéndice 3** Datos termodinámicos a 1 atm y 25°C 1093
- Apéndice 4** Operaciones matemáticas 1098

Glosario 1100

Respuestas a problemas pares R-1

Créditos C-1

Índice analítico I-1