

Carta para el estudiante 1

1 La química está en todas partes 7

- 1.1 *La química en nuestro mundo* 8
 LA QUÍMICA EN ACCIÓN **La química y la industria automotriz** 10
- 1.2 *Un enfoque científico a la resolución de problemas* 11
- 1.3 *De la hipótesis a la teoría: el método científico* 12
- 1.4 *En busca de respuestas: investigación básica y aplicada* 13
 LA QUÍMICA EN NUESTRO MUNDO **La química y el buceo en aguas profundas** 14
- 1.5 **Química: una ciencia fundamental en tu educación** 15
 Resumen del capítulo 16 *Evalúa tu comprensión* 16
 Términos clave 16 *Problemas* 17

2 Materia y energía 19

- 2.1 *La materia* 19
- 2.2 *La materia tiene estados* 21
- 2.3 *Elementos y compuestos* 25
- 2.4 *Sustancias puras y mezclas* 26
- 2.5 *Propiedades características de las sustancias* 28
 UNA MIRADA DE CERCA **Propiedades del azufre** 29
- 2.6 *La ley de la conservación de la masa* 31
 LOS QUE HICIERON HISTORIA **La química se convierte en ciencia cuantitativa** 32
 LA QUÍMICA EN NUESTRO MUNDO **Cómo librarse de los desechos sólidos** 33
- 2.7 *Energía y cambio químico* 34
 LA QUÍMICA EN NUESTRO MUNDO **Fotosíntesis y metabolismo** 35
- 2.8 *La ley de la conservación de la energía* 36
- 2.9 **La conversión de materia en energía** 37
 Resumen del capítulo 37 *Evalúa tu comprensión* 38
 Términos clave 38 *Problemas* 39 *Problemas adicionales* 41

3 Mediciones fundamentales

43

- 3.1 *Unidades métricas y SI* 44
- 3.2 *Medición métrica de la longitud y aproximaciones* 47
- 3.3 *Factores de conversión y análisis dimensional* 49
- 3.4 *Medición métrica del volumen y conversiones* 52
- 3.5 *Medición métrica de la masa y conversiones* 55
- 3.6 *Conversión entre unidades métricas e inglesas* 57
- 3.7 *La incertidumbre en las mediciones* 58
- 3.8 *Cifras significativas* 59
- 3.9 *Cálculos con cifras significativas* 62
- 3.10 *Notación científica* 63
 UNA MIRADA DE CERCA **¿De qué tamaño son mil millones?** 64
 UNA MIRADA DE CERCA **¿Cuánto es una parte por mil millones?** 67
- 3.11 *Densidad y densidad relativa* 67
- 3.12 *Medición de la temperatura* 70
- 3.13 *Temperatura y energía calorífica* 73
 Resumen del capítulo 76 *Evalúa tu comprensión* 77
 Términos clave 77 *Problemas* 77 *Problemas adicionales* 81

4 Elementos y átomos

83

- 4.1 *Elementos: teoría antigua y moderna* 84
 UNA MIRADA DE CERCA **En busca de los elementos** 84
- 4.2 *Nombres y símbolos* 85
- 4.3 *Elementos abundantes y elementos raros* 88
- 4.4 *La tabla periódica de los elementos* 89
- 4.5 *Propiedades físicas de los elementos* 93
- 4.6 *Los átomos: de Demócrito a Dalton* 95
 UNA MIRADA DE CERCA **Verificación experimental** 97
- 4.7 *La teoría atómica de Dalton* 98
 UNA MIRADA DE CERCA **El desarrollo de una teoría** 99
- 4.8 *Átomos y partículas subatómicas* 102
- 4.9 *Isótopos* 106
- 4.10 *Masas atómicas de los elementos* 107
- 4.11 *Cómo contar con moles* 110
 Resumen del capítulo 114 *Evalúa tu comprensión* 115
 Términos clave 115 *Problemas* 116 *Problemas adicionales* 118

5 Distribución de los electrones en los átomos

121

- 5.1 *Exploración del átomo con nuevas herramientas* 122
 LOS QUE HICIERON HISTORIA **Los Curie** 127
- 5.2 *El espectro electromagnético* 129
 LA QUÍMICA EN NUESTRO MUNDO **El agotamiento de la capa de ozono** 131
 LA QUÍMICA EN ACCIÓN **Espectrofotómetros de infrarrojo (IR)** 132
- 5.3 *Electrones excitados y espectros* 132
 LA QUÍMICA EN NUESTRO MUNDO **Fuegos artificiales y colores de las flamas** 134

5.4	Los electrones en los átomos	135
	LOS QUE HICIERON HISTORIA Niels Bohr	135
	LA QUÍMICA EN NUESTRO MUNDO Electrones excitados y espectros	138
5.5	El modelo mecánico cuántico del átomo	140
	UNA MIRADA DE CERCA El principio de incertidumbre	141
5.6	Niveles energéticos de los electrones	143
5.7	Electrones de valencia y símbolos de Lewis	143
	LOS QUE HICIERON HISTORIA Gilbert N. Lewis	146
5.8	Subniveles de energía y orbitales	146
5.9	Subniveles de energía y la tabla periódica	149
5.10	Configuraciones electrónicas y diagramas de orbitales	152
	Resumen del capítulo	156
	Evalúa tu comprensión	157
	Términos clave	157
	Problemas	158
	Problemas adicionales	159

6 Propiedades periódicas de los elementos

161

6.1	Cómo surge el orden a partir del caos: descubrimientos de periodicidad	162
6.2	La tabla periódica en nuestros días	163
6.3	Tamaño atómico y tamaño iónico	167
6.4	Energía de ionización	169
6.5	Tendencias de los puntos de fusión y de los puntos de ebullición	171
6.6	Tendencias de la densidad y la conductividad	173
6.7	Examen de los elementos por grupos	174
	LA QUÍMICA EN NUESTRO MUNDO "Buckybolas"	179
6.8	Metales de transición	183
6.9	Metales de transición internos	185
	Resumen del capítulo	186
	Evalúa tu comprensión	187
	Términos clave	187
	Problemas	187
	Problemas adicionales	189

7 Enlaces químicos

191

7.1	Enlaces iónicos	192
	UNA MIRADA DE CERCA Modelos cristalinos	194
7.2	Enlaces covalentes	196
7.3	Electronegatividad	198
7.4	Enlaces covalentes polares	200
7.5	Enlaces metálicos	202
7.6	Conductividad, solubilidad y otros indicios de los enlaces químicos	202
7.7	Cómo escribir formulas de electrón-punto de Lewis	205
7.8	La forma de las moléculas: modelos de globos y repulsión de pares de electrones	209
7.9	El agua: una molécula no lineal	210
7.10	El amoníaco: una molécula piramidal	212
7.11	Iones amonio y enlaces covalentes coordinados	212
7.12	El metano: una molécula tetraédrica	214
7.13	Estructuras moleculares y la tabla periódica	215
7.14	Puentes de hidrógeno	218
	Resumen del capítulo	219
	Evalúa tu comprensión	220
	Términos clave	220
	Problemas	221
	Problemas adicionales	223

8 Nombres, fórmulas y usos de los compuestos inorgánicos 225

- 8.1 Iones monoatómicos 226
- 8.2 Iones poliatómicos 229
- 8.3 Nombres y fórmulas de los compuestos iónicos 230
- 8.4 El uso de paréntesis en la escritura de fórmulas químicas 233
- 8.5 Cómo establecer el nombre de un compuesto iónico a partir de su fórmula 234
- 8.6 Nombres y fórmulas de los compuestos binarios de no metales 235
- 8.7 Números de oxidación de los átomos en compuestos poliatómicos 236
- 8.8 Nomenclatura de los ácidos y sus sales 239
- LA QUÍMICA EN NUESTRO MUNDO **Nombres que se recuerdan y nombres que se olvidan** 242
- 8.9 Hidratos 244
- 8.10 Algunas sustancias químicas y sus usos 246
- LA QUÍMICA EN NUESTRO MUNDO **Carbonato de sodio, una sustancia química indispensable** 247
- Resumen del capítulo 249 Evalúa tu comprensión 250
- Términos clave 250 Problemas 250 Problemas adicionales 252

9 Cantidades químicas 255

- 9.1 Pesos fórmula y pesos moleculares 256
- 9.2 Moles y masas molares 256
- UNA MIRADA DE CERCA **¿Qué tan grande es el número de Avogadro?** 259
- 9.3 Cálculos de composición 260
- 9.4 Conversiones entre masa y moles 263
- 9.5 Cálculos con el número de Avogadro 265
- 9.6 Molaridad 268
- 9.7 Fórmulas empíricas y fórmulas moleculares 272
- 9.8 Cómo determinar fórmulas empíricas 273
- 9.9 Cómo determinar fórmulas moleculares 275
- Resumen del capítulo 277 Evalúa tu comprensión 277
- Términos clave 278 Problemas 278 Problemas adicionales 280

10 Reacciones químicas 283

- 10.1 Reacciones químicas y ecuaciones químicas 284
- 10.2 Lo que nos dicen las ecuaciones químicas balanceadas 285
- 10.3 Cómo escribir y balancear ecuaciones químicas 287
- 10.4 Clasificación de las reacciones 292
- 10.5 Combustión 294
- LA QUÍMICA EN NUESTRO MUNDO **La contaminación del aire y el efecto de invernadero** 294
- 10.6 Reacciones de síntesis (combinación) 295
- LA QUÍMICA EN ACCIÓN **El hidrógeno como combustible** 296
- 10.7 Reacciones de descomposición 297
- 10.8 Reacciones de los metales 299
- 10.9 Reacciones de los no metales 303
- 10.10 Reacciones de doble sustitución 305

10.11	<i>Ecuaciones iónicas y ecuaciones iónicas netas</i>	307
10.12	<i>Neutralización: una reacción de doble sustitución</i>	308
10.13	<i>Reacciones diversas: compuestos de calcio</i>	309
	LA QUÍMICA EN NUESTRO MUNDO Reacciones químicas en las grutas de piedra caliza	309
	<i>Resumen del capítulo</i>	310 <i>Evalúa tu comprensión</i> 311
	<i>Términos clave</i>	311 <i>Problemas</i> 311 <i>Problemas adicionales</i> 314

11 Estequiometría: cálculos con base en ecuaciones químicas 317

11.1	<i>Relaciones molares a partir de ecuaciones químicas</i>	318
11.2	<i>Cálculos de mol a mol</i>	319
11.3	<i>Cálculos estequiométricos con moles y masas</i>	321
11.4	<i>Cálculos estequiométricos con soluciones molares</i>	324
11.5	<i>Estequiometría de gases</i>	326
11.6	<i>Cálculos con reactivo limitante</i>	329
11.7	<i>Rendimiento porcentual</i>	330
11.8	<i>Cambios de energía en las reacciones químicas</i>	332
	<i>Resumen del capítulo</i>	334 <i>Evalúa tu comprensión</i> 336
	<i>Términos clave</i>	336 <i>Problemas</i> 336 <i>Problemas adicionales</i> 339

12 Gases 343

12.1	<i>La atmósfera</i>	344
12.2	<i>La teoría cinética molecular</i>	344
12.3	<i>Presión atmosférica</i>	347
	UNA MIRADA DE CERCA Unidades de presión de gases	349
12.4	<i>Ley de Boyle: la relación presión-volumen</i>	349
12.5	<i>Ley de Charles: la relación volumen-temperatura</i>	353
12.6	<i>Ley de Gay-Lussac: la relación presión-temperatura</i>	357
12.7	<i>Temperatura y presión normales</i>	360
12.8	<i>La ley combinada de los gases</i>	361
12.9	<i>Volumen molar y densidad de gases a condiciones normales</i>	363
12.10	<i>La ley del gas ideal</i>	364
12.11	<i>Ley de Dalton de las presiones parciales</i>	367
12.12	<i>Estequiometría de gases: una visión integral</i>	369
	<i>Resumen del capítulo</i>	371 <i>Evalúa tu comprensión</i> 372
	<i>Términos clave</i>	373 <i>Problemas</i> 373 <i>Problemas adicionales</i> 377

13 Líquidos y sólidos 379

13.1	<i>Gases, líquidos y sólidos: algunas generalizaciones</i>	380
13.2	<i>Fuerzas interiónicas e intermoleculares</i>	382
13.3	<i>El estado líquido</i>	386
13.4	<i>Vaporización y condensación</i>	388
13.5	<i>El estado sólido</i>	393
13.6	<i>Fusión y congelación</i>	397

- 13.7 *Curvas de calentamiento y enfriamiento* 399
 13.8 *Agua: un líquido fuera de lo común* 401
 LA QUÍMICA EN NUESTRO MUNDO **Congelación instantánea** 401
 Resumen del capítulo 404 *Evalúa tu comprensión* 405
 Términos clave 406 *Problemas* 406 *Problemas adicionales* 409

14 Soluciones

411

- 14.1 *¿Qué es una solución?* 412
 14.2 *Terminología de las soluciones* 414
 14.3 *La solubilidad de los compuestos iónicos* 415
 14.4 *La solubilidad de los compuestos covalentes* 417
 14.5 *Equilibrios de solubilidad* 418
 14.6 *Efectos de la temperatura y la presión sobre la solubilidad* 419
 14.7 *Expresiones de la concentración de las soluciones* 422
 LA QUÍMICA EN NUESTRO MUNDO **Plomo: ¿qué tanto es demasiado?** 427
 14.8 *Propiedades coligativas de las soluciones* 428
 14.9 *Coloides* 429
 14.10 *Ósmosis y diálisis (opcional)* 432
 Resumen del capítulo 433 *Evalúa tu comprensión* 434
 Términos clave 435 *Problemas* 435 *Problemas adicionales* 438

15 Velocidades de reacción y equilibrio químico

441

- 15.1 *Velocidades de reacción: teoría de colisiones* 442
 15.2 *Factores que regulan las velocidades de reacción* 446
 LA QUÍMICA EN NUESTRO MUNDO **Temperatura corporal: fiebre e hipotermia** 447
 UNA MIRADA DE CERCA **Mecanismos de reacción: las piezas pequeñas de grandes rompecabezas** 449
 LA QUÍMICA EN ACCIÓN **Convertidores catalíticos para automóviles** 452
 15.3 *Reacciones reversibles y equilibrio* 453
 15.4 *El principio de Le Châtelier* 457
 LA QUÍMICA EN ACCIÓN **Síntesis del amoníaco: el proceso Haber** 459
 15.5 *Efecto de un catalizador sobre un sistema* 461
 15.6 *Expresión de la constante de equilibrio* 462
 Resumen del capítulo 464 *Evalúa tu comprensión* 465
 Términos clave 465 *Problemas* 466 *Problemas adicionales* 468

16 Ácidos y bases

471

- 16.1 *Ácidos y bases: la teoría de Arrhenius* 472
 16.2 *Ácidos fuertes y débiles* 475
 LA QUÍMICA EN ACCIÓN **Ácido sulfúrico: el número uno** 477
 16.3 *Bases fuertes y débiles* 478
 16.4 *Reacciones de los ácidos* 479
 LA QUÍMICA EN NUESTRO MUNDO **Lluvia ácida** 481
 LA QUÍMICA EN NUESTRO MUNDO **¿Hay ácido en tus pastelillos?** 482

16.5	Reacciones de las bases	483	
	LA QUÍMICA EN NUESTRO MUNDO Química de los antiácidos	484	
16.6	Definiciones de ácidos y bases de Brønsted-Lowry	485	
16.7	Definiciones de ácidos y bases de Lewis	488	
16.8	La autoionización del agua	489	
16.9	Escala de pH	491	
16.10	Hidrólisis: sales en el agua	498	
16.11	Amortiguadores: control del pH	500	
	LA QUÍMICA EN NUESTRO MUNDO Amortiguadores en la sangre	501	
16.12	Titulaciones ácido-base	502	
	Resumen del capítulo	503	Evalúa tu comprensión 504
	Términos clave	504	Problemas 505 Problemas adicionales 508

17 Oxidación y reducción 511

17.1	Números de oxidación: repaso	513	
17.2	Propiedades químicas del oxígeno: oxidación	514	
	LA QUÍMICA EN NUESTRO MUNDO El oxígeno: un elemento indispensable	515	
17.3	Propiedades químicas del hidrógeno: reducción	518	
	UNA MIRADA DE CERCA Hidrógeno: abundancia, preparación y propiedades	519	
17.4	Algunos agentes oxidantes importantes	521	
	LA QUÍMICA EN ACCIÓN El peróxido de hidrógeno: un agente oxidante en el hogar y la industria	523	
	LA QUÍMICA EN NUESTRO MUNDO Antisépticos y desinfectantes: los agentes oxidantes y la salud	525	
	LA QUÍMICA EN NUESTRO MUNDO Blanqueo y eliminación de manchas: la oxidación se pone a trabajar	526	
17.5	Algunos agentes reductores importantes	526	
	LA QUÍMICA EN ACCIÓN Fotografía: la reducción de la plata	527	
17.6	Semirreacciones de oxidación y reducción	528	
17.7	Celdas electrolíticas	531	
17.8	Celdas voltaicas	533	
	UNA MIRADA DE CERCA Corrosión	536	
	Resumen del capítulo	538	Evalúa tu comprensión 538
	Términos clave	539	Problemas 539 Problemas adicionales 542

18 Fundamentos de la química nuclear 545

18.1	Radiactividad natural	546	
18.2	Vida media	550	
18.3	Cómo medir la radiación: unidades	552	
18.4	Detectores de radiación	553	
	LA QUÍMICA EN NUESTRO MUNDO El radón 222 en nuestras vidas	555	
18.5	Radiación de fondo	556	
18.6	Transmutación artificial	558	
18.7	Radiactividad inducida	559	
	LA QUÍMICA EN ACCIÓN Exámenes por tomografía de emisión de positrones	561	
18.8	Usos prácticos de algunos radioisótopos	562	
	LA QUÍMICA EN ACCIÓN Fechado del manto de Turín	567	

- 18.9 *Fisión nuclear: dividiendo átomos* 568
 18.10 *Plantas de energía nuclear* 573
 UNA MIRADA DE CERCA **Energía nuclear: no hay respuestas fáciles** 574
 18.11 *Fusión nuclear* 576
 UNA MIRADA DE CERCA **La era nuclear: desafíos y opciones** 578
Resumen del capítulo 580 *Evalúa tu comprensión* 581
Términos clave 582 *Problemas* 582 *Problemas adicionales* 584

19 Química orgánica 587

- 19.1 *Propiedades generales de los compuestos orgánicos e inorgánicos* 588
 19.2 *Alcanos: los hidrocarburos saturados* 589
 19.3 *Cómo dibujar fórmulas estructurales* 594
 19.4 *El idioma universal: nomenclatura de la IUPAC* 596
 19.5 *Alquenos y alquinos: hidrocarburos no saturados* 601
 LA QUÍMICA EN NUESTRO MUNDO **Dos polietilenos** 608
 19.6 *Hidrocarburos aromáticos* 608
 19.7 *Alcoholes* 611
 LA QUÍMICA EN NUESTRO MUNDO **Alcohol etílico: la bebida** 614
 19.8 *Fenoles* 617
 19.9 *Éteres* 617
 19.10 *Aldehídos y cetonas* 618
 19.11 *Ácidos carboxílicos y ésteres* 621
 19.12 *Aminas y amidas* 624
Resumen del capítulo 626 *Evalúa tu comprensión* 627
Términos clave 627 *Problemas* 628 *Problemas adicionales* 631

20 Bioquímica 633

- 20.1 *Carbohidratos* 634
 20.2 *Lípidos* 640
 LA QUÍMICA EN NUESTRO MUNDO **Grasas saturadas e insaturadas en nuestra dieta** 642
 20.3 *Aminoácidos y proteínas* 643
 20.4 *Ácidos nucleicos* 648
 LA QUÍMICA EN NUESTRO MUNDO **La ingeniería genética y el DNA recombinante** 653
 20.5 *Algunas vitaminas y hormonas* 654
Resumen del capítulo 661 *Evalúa tu comprensión* 662
Términos clave 662 *Problemas* 662 *Problemas adicionales* 664

Apéndice A Conversiones entre los sistemas métrico e inglés y algunas constantes físicas A.1

Apéndice B Notación exponencial A.3

<i>Apéndice C</i>	Uso de factores de conversión para resolver problemas	A.7
<i>Apéndice D</i>	Glosario	A.14
<i>Apéndice E</i>	Soluciones de los ejercicios y respuestas a los problemas impares	A.30
	Créditos de las fotografías	A.56
	Índice	I.1