

Contenido

Acerca de los autores xvii

Al profesor xix

Al estudiante xxxi

1 Fundamentos de la química 1

- 1.1 Materia y energía 4
- 1.2 Química: una visión molecular de la materia 5
- 1.3 Estados de la materia 9
- 1.4 Propiedades químicas y físicas 11
- 1.5 Cambios químicos y físicos 12
- 1.6 Mezclas, sustancias, compuestos y elementos 13
 - QUÍMICA APLICADA | Recursos del océano 14
- 1.7 Mediciones en química 19
- 1.8 Unidades de medida 20
- 1.9 Uso de los números 22
- 1.10 Método del factor unitario (análisis dimensional) 27
- 1.11 Porcentaje 31
- 1.12 Densidad absoluta y densidad relativa (gravedad específica) 31
- 1.13 Calor y temperatura 34
- 1.14 Transferencia de calor y medición de calor 36
 - Términos clave 40
 - Ejercicios 40

2 Fórmulas químicas y estequiometría de composición 47

- 2.1 Fórmulas químicas 48
- 2.2 Iones y compuestos iónicos 52

- 2.3 Nombre y fórmula de algunos compuestos iónicos 53
- 2.4 Masas atómicas 55
- 2.5 La mol 55

QUÍMICA APLICADA | Número de Avogadro 59

- 2.6 Masas formularias, masas moleculares y moles 60
- 2.7 Composición porcentual y fórmula de compuestos 63
 - QUÍMICA APLICADA | Nombre de los elementos 64
- 2.8 Determinación de fórmulas a partir de la composición porcentual 66
- 2.9 Determinación de fórmulas moleculares 70
- 2.10 Algunas otras interpretaciones de las fórmulas químicas 72
- 2.11 Pureza de muestras 76
 - Términos clave 77
 - Ejercicios 78

3 Ecuaciones químicas y estequiometría de reacción 84

- 3.1 Ecuaciones químicas 85
- 3.2 Cálculos basados en ecuaciones químicas 90
- 3.3 Concepto de reactivo limitante 94
- 3.4 Rendimiento porcentual de las reacciones químicas 97
- 3.5 Reacciones secuenciales 98
- 3.6 Concentración de disoluciones 99
- 3.7 Dilución de disoluciones 104
- 3.8 Uso de disoluciones en reacciones químicas 105
 - Términos clave 108
 - Ejercicios 108

4 Algunos tipos de reacciones químicas 116

- 4.1 Tabla periódica: metales, no metales y metaloides 117
- QUÍMICA APLICADA** | Descubrimiento del fósforo 122
- 4.2 Disoluciones acuosas: una introducción 123
- 4.3 Reacciones en disolución acuosa 129
- 4.4 Números de oxidación 131

NOMENCLATURA DE COMPUESTOS INORGÁNICOS 134

- 4.5 Nomenclatura de compuestos binarios 134
- 4.6 Nomenclatura de ácidos ternarios y sus sales 137

CLASIFICACIÓN DE LAS REACCIONES QUÍMICAS 139

- 4.7 Reacciones de oxidación-reducción: introducción 139
- 4.8 Reacciones de síntesis 142
- 4.9 Reacciones de descomposición 144
- 4.10 Reacciones de desplazamiento 145
- QUÍMICA APLICADA** | Reacciones de desplazamiento problemáticas 147
- 4.11 Reacciones de metátesis 150
- 4.12 Reacciones con formación de gases 155
- 4.13 Resumen de los tipos de reacciones 156
- Términos clave** 158
- Ejercicios** 159

5 Estructura de los átomos 166

PARTÍCULAS SUBATÓMICAS 167

- 5.1 Partículas fundamentales 167
- 5.2 Descubrimiento de los electrones 168
- 5.3 Rayos canales y protones 170
- 5.4 Rutherford y el átomo nuclear 170
- 5.5 Número atómico 172
- 5.6 Neutrones 173
- 5.7 Número de masa e isótopos 173
- 5.8 Espectrometría de masas y abundancia isotópica 175

QUÍMICA APLICADA | Análisis de la proporción de isótopos estables 177

- 5.9 Escala de masa atómica y masas atómicas 178

ESTRUCTURA ELECTRÓNICA DE LOS ÁTOMOS 180

- 5.10 Radiación electromagnética 180
- 5.11 Efecto fotoeléctrico 184
- 5.12 Espectros atómicos y átomo de Bohr 185
- Algo más* | Teoría de Bohr y la ecuación de Balmer-Rydberg 188
- 5.13 Naturaleza ondulatoria del electrón 191
- 5.14 Visión de la mecánica cuántica del átomo 192
- Algo más* | Ecuación de Schrödinger 193
- 5.15 Números cuánticos 194
- 5.16 Orbitales atómicos 195
- 5.17 Configuración electrónica 199
- 5.18 Paramagnetismo y diamagnetismo 205
- 5.19 Tabla periódica y configuración electrónica 206
- Términos clave** 209
- Ejercicios** 210

6 Periodicidad química 218

- 6.1 Más sobre la tabla periódica 219
- QUÍMICA APLICADA** | Tabla periódica 220
- QUÍMICA APLICADA** | Glenn Seaborg: el rostro humano de la tabla periódica moderna 221

PROPIEDADES PERIÓDICAS DE LOS ELEMENTOS 222

- 6.2 Radio atómico 222
- 6.3 Energía de ionización 225
- 6.4 Afinidad electrónica 227
- 6.5 Radio iónico 229
- 6.6 Electronegatividad 231

REACCIONES QUÍMICAS Y PERIODICIDAD 233

- 6.7 Hidrógeno e hidruros 233
- 6.8 Oxígeno y óxidos 236
- Términos clave** 244
- Ejercicios** 245

7 Enlace químico 250

- 7.1 Fórmulas de puntos de Lewis de átomos 251

ENLACE IÓNICO 252

- 7.2 Formación de compuestos iónicos 252

Algo más | Introducción a las relaciones energéticas del enlace iónico 257

ENLACE COVALENTE 259

- 7.3 Formación de enlaces covalentes 259
- 7.4 Longitud de enlace y energía de enlace 260
- 7.5 Fórmulas de Lewis de moléculas y iones poliatómicos 261
- 7.6 Escritura de fórmulas de Lewis: regla del octeto 262
- 7.7 Carga formal 268
- 7.8 Escritura de fórmulas de Lewis: limitaciones de la regla del octeto 270
- 7.9 Resonancia 274
- 7.10 Enlaces covalentes polares y no polares 276
- 7.11 Momentos dipolares 277
- 7.12 Intervalo continuo de tipos de enlace 278
 - Términos clave 279
 - Ejercicios 280

8 Estructura molecular y teorías del enlace covalente 286

- 8.1 Presentación preliminar del capítulo 287
- 8.2 Teoría de la repulsión de los pares electrónicos de la capa de valencia 289
- 8.3 Moléculas polares: influencia de la geometría molecular 291
- 8.4 Teoría del enlace de valencia 293

FORMA MOLECULAR Y ENLACE 293

- 8.5 Geometría electrónica lineal: especies AB_2 (sin pares de electrones no compartidos en A) 294
- 8.6 Geometría electrónica plana trigonal: especies AB_3 (sin pares de electrones no compartidos en A) 296
- 8.7 Geometría electrónica tetraédrica: especies AB_4 (sin pares de electrones no compartidos en A) 298
- 8.8 Geometría electrónica tetraédrica: especies AB_3U (un par de electrones no compartidos en A) 303
- 8.9 Geometría electrónica tetraédrica: especies AB_2U_2 (dos pares de electrones no compartidos en A) 307
- 8.10 Geometría electrónica tetraédrica: especies ABU_3 (tres pares de electrones no compartidos en A) 309
- 8.11 Geometría electrónica bipiramidal trigonal: AB_5 , AB_4U , AB_3U_2 y AB_2U_3 309
- 8.12 Geometría electrónica octaédrica: AB_6 , AB_5U y AB_4U_2 313
- 8.13 Compuestos que tienen enlaces dobles 317

- 8.14 Compuestos que tienen enlaces triples 318
- 8.15 Resumen de las geometrías electrónica y molecular 321
 - Términos clave 321
 - Ejercicios 322

9 Orbitales moleculares en el enlace químico 328

- 9.1 Orbitales moleculares 329
- 9.2 Diagramas de niveles energéticos de orbitales moleculares 332
- 9.3 Orden de enlace y estabilidad de enlace 333
- 9.4 Moléculas diatómicas homonucleares 334
- 9.5 Moléculas diatómicas heteronucleares 337
- 9.6 Deslocalización y forma de los orbitales moleculares 340
 - Términos clave 342
 - Ejercicios 342

10 Reacciones en disolución acuosa I: ácidos, bases y sales 346

- 10.1 Propiedades de las disoluciones acuosas de ácidos y bases 348
- 10.2 Teoría de Arrhenius 348
- 10.3 Ion hidronio (ion hidrógeno hidratado) 349
- 10.4 Teoría de Brønsted-Lowry 349
- 10.5 Autoionización del agua 352
- 10.6 Anfoterismo 353
- 10.7 Fuerza de los ácidos 354
- 10.8 Reacciones ácido-base en disolución acuosa 357
 - QUÍMICA APLICADA | Sales de ácidos ternarios todos los días 359
- 10.9 Sales ácidas y sales básicas 360
- 10.10 Teoría de Lewis 362
- 10.11 Preparación de ácidos 364
 - Términos clave 366
 - Ejercicios 367

11 Reacciones en disolución acuosa II: cálculos 373

REACCIONES ÁCIDO-BASE EN MEDIO ACUOSO 374

- 11.1 Cálculos donde interviene la molaridad 374
- 11.2 Titulaciones 378
- 11.3 Cálculos en titulaciones ácido-base 380

REACCIONES DE OXIDACIÓN-REDUCCIÓN 384

- 11.4 Balanceo de ecuaciones redox 385
- 11.5 Adición de H^+ , OH^- o H_2O para balancear oxígeno e hidrógeno 386
- 11.6 Cálculos en titulaciones redox 389
- Términos clave 391
- Ejercicios 392

12 Gases y teoría cinético-molecular

398

- 12.1 Comparación de sólidos, líquidos y gases 399
- 12.2 Composición de la atmósfera y algunas propiedades comunes de los gases 400
- 12.3 Presión 401
- QUÍMICA APLICADA** | Efecto invernadero 402
- 12.4 Ley de Boyle: relación volumen-presión 404
- 12.5 Ley de Charles: relación volumen-temperatura; escala de temperatura absoluta 407
- 12.6 Temperatura y presión normales 409
- 12.7 Ecuación combinada de la ley de los gases 409
- 12.8 Ley de Avogadro y volumen molar normal 411
- 12.9 Resumen de las leyes de los gases: ecuación de los gases ideales 412
- 12.10 Determinación de la masa molecular y fórmulas moleculares de sustancias gaseosas 416
- 12.11 Ley de Dalton de las presiones parciales 418
- 12.12 Relaciones masa-volumen en reacciones en que intervienen gases 424
- 12.13 Teoría cinético-molecular 426
- Algo más* | Teoría cinético-molecular, ecuación de los gases ideales y velocidad molecular 429
- 12.14 Difusión y efusión de gases 431
- 12.15 Desviaciones del comportamiento ideal de los gases 433
- Términos clave 436
- Ejercicios 437

13 Líquidos y sólidos

446

- 13.1 Descripción cinético-molecular de líquidos y sólidos 447

- 13.2 Atracción intermolecular y cambios de fase 448

ESTADO LÍQUIDO 455

- 13.3 Viscosidad 455
- 13.4 Tensión superficial 456
- 13.5 Capilaridad 457
- 13.6 Evaporación 458
- 13.7 Presión de vapor 459
- 13.8 Puntos de ebullición y destilación 461
- 13.9 Transferencia de calor en líquidos 461
- Algo más* | Ecuación de Clausius-Clapeyron 464

ESTADO SÓLIDO 465

- 13.10 Punto de fusión 465
- 13.11 Transferencia de calor en sólidos 466
- 13.12 Sublimación y presión de vapor de sólidos 468
- 13.13 Diagramas de fases (P en función de T) 468
- 13.14 Sólidos amorfos y sólidos cristalinos 471
- Algo más* | Difracción de rayos X 472
- 13.15 Estructura de los cristales 474
- 13.16 Enlace en sólidos 477
- 13.17 Teoría de las bandas en metales 485
- QUÍMICA APLICADA** | Semiconductores 488
- Términos clave 490
- Ejercicios 492

14 Disoluciones

500

PROCESO DE DISOLUCIÓN 501

- 14.1 Espontaneidad del proceso de disolución 501
- 14.2 Disolución de sólidos en líquidos 503
- 14.3 Disolución de líquidos en líquidos (miscibilidad) 506
- 14.4 Disolución de gases en líquidos 507
- 14.5 Rapidez de disolución y saturación 508
- 14.6 Efecto de la temperatura en la solubilidad 510
- 14.7 Efecto de la presión en la solubilidad 512
- 14.8 Molalidad y fracción molar 512

PROPIEDADES COLIGATIVAS DE LAS DISOLUCIONES 514

- 14.9 Abatimiento de la presión de vapor y ley de Raoult 514

- 14.10 Destilación fraccionada 518
- 14.11 Elevación del punto de ebullición 520
- 14.12 Depresión del punto de congelación 521
- 14.13 Determinación de la masa molecular por depresión del punto de congelación o elevación del punto de ebullición 523
- 14.14 Propiedades coligativas y disociación de electrolitos 524
- 14.15 Presión osmótica 527

COLOIDES 531

QUÍMICA APLICADA | Purificación del agua y hemodiálisis 532

- 14.16 Efecto de Tyndall 533
- 14.17 Fenómeno de adsorción 534
- 14.18 Coloides hidrófilos e hidrófobos 535

QUÍMICA APLICADA | ¿Por qué el vino tinto va bien con las carnes rojas? 538

Términos clave 538
Ejercicios 540

15 Termodinámica química 546

CAMBIOS DE CALOR Y TERMOQUÍMICA 548

- 15.1 Primera ley de la termodinámica 548
- 15.2 Algunos términos de la termodinámica 550
- 15.3 Cambios de entalpía 551
- 15.4 Calorimetría 551
- 15.5 Ecuaciones termoquímicas 553
- 15.6 Estado normal y cambio de entalpía normal 556
- 15.7 Entalpía molar normal de formación, ΔH_f^0 557
- 15.8 Ley de Hess 559
- 15.9 Energía de enlace 563
- 15.10 Cambios de energía interna, ΔE 566
- 15.11 Relación entre ΔH y ΔE 572

ESPONTANEIDAD DE LOS CAMBIOS FÍSICOS Y QUÍMICOS 573

- 15.12 Los dos aspectos de la espontaneidad 573
- 15.13 Dispersión de la energía y de la materia 574
- 15.14 Entropía, S , y cambio de entropía, ΔS 578
- 15.15 Segunda ley de la termodinámica 584
- 15.16 Cambio de energía libre, ΔG , y espontaneidad 586

- 15.17 Dependencia de la espontaneidad de la temperatura 589
- Términos clave 593
- Ejercicios 594

16 Cinética química 604

- 16.1 Velocidad de reacción 606

FACTORES QUE AFECTAN LA VELOCIDAD DE REACCIÓN 611

- 16.2 Naturaleza de los reactivos 612
- 16.3 Concentración de los reactivos: expresión de la ley de velocidad 612
- 16.4 Concentración en función del tiempo: ecuación de velocidad integrada 619
Algo más | Deducción por cálculo de las ecuaciones de velocidad integradas 626
Algo más | Uso de las ecuaciones de velocidad integrada para determinar el orden de reacción 627
- 16.5 Teoría de las colisiones de la velocidad de reacción 630
- 16.6 Teoría del estado de transición 631
- 16.7 Mecanismos de reacción y expresión de ley de velocidad 634
- 16.8 Temperatura: ecuación de Arrhenius 637
- 16.9 Catalizadores 641

QUÍMICA APLICADA | Ozono 646

Términos clave 650
Ejercicios 651

17 Equilibrio químico 659

- 17.1 Conceptos básicos 660
- 17.2 Constante de equilibrio 662
- 17.3 Variación de K_c con la forma de la ecuación balanceada 666
- 17.4 Cociente de reacción 667
- 17.5 Usos de la constante de equilibrio, K_c 668
- 17.6 Alteración de un sistema en equilibrio: predicciones 671
- 17.7 Proceso Haber: una aplicación industrial del equilibrio 678
- 17.8 Alteración de un sistema en equilibrio: cálculos 680

- 17.9 Presiones parciales y constante de equilibrio 684
- 17.10 Relación entre K_p y K_c 684
- 17.11 Equilibrios heterogéneos 687
- 17.12 Relación entre ΔG_{rxn}^0 y la constante de equilibrio 688
- 17.13 Evaluación de las constantes de equilibrio a temperaturas diferentes 691
- Términos clave 693
- Ejercicios 693

18 Equilibrios iónicos I: ácidos y bases 702

- 18.1 Repaso de electrolitos fuertes 703
- 18.2 Autoionización del agua 704
- 18.3 Escalas de pH y pOH 706
- 18.4 Constante de ionización de ácidos y bases monopróticos débiles 709
- 18.5 Ácidos polipróticos 722
- 18.6 Solvólisis 725
- 18.7 Sales de bases fuertes y ácidos fuertes 726
- 18.8 Sales de bases fuertes y ácidos débiles 726
- 18.9 Sales de bases débiles y ácidos fuertes 729
- 18.10 Sales de bases débiles y ácidos débiles 730
- QUÍMICA APLICADA | Para neutralizar los ácidos con sales inofensivas 731
- 18.11 Sales que contienen cationes pequeños con carga grande 733
- Términos clave 735
- Ejercicios 736

19 Equilibrios iónicos II: amortiguadores y curvas de titulación 741

- 19.1 Efecto del ion común y soluciones amortiguadoras 742
- 19.2 Acción amortiguadora 748
- 19.3 Preparación de soluciones amortiguadoras 751
- QUÍMICA APLICADA | La versatilidad de los carbonatos 754
- 19.4 Indicadores ácido-base 755

CURVAS DE TITULACIÓN 757

- 19.5 Curvas de titulación ácido fuerte/base fuerte 757
- 19.6 Curvas de titulación ácido débil/base fuerte 760

- 19.7 Curvas de titulación ácido débil/base débil 762
- 19.8 Resumen de cálculos ácido-base 763
- Términos clave 764
- Ejercicios 764

20 Equilibrios iónicos III: principio del producto de solubilidad 768

- 20.1 Constante del producto de solubilidad 769
- 20.2 Determinación de la constante del producto de solubilidad 771
- 20.3 Usos de la constante del producto de solubilidad 773
- 20.4 Precipitación fraccionada 779
- 20.5 Equilibrios simultáneos donde intervienen compuestos poco solubles 781
- 20.6 Disolución de precipitados 784
- Términos clave 786
- Ejercicios 787

21 Electroquímica 791

- 21.1 Conducción eléctrica 793
- 21.2 Electroodos 793

CELDA ELECTROLÍTICAS 793

- 21.3 Electrólisis de cloruro de sodio fundido (celda de Downs) 793
- 21.4 Electrólisis de cloruro de sodio acuoso 795
- 21.5 Electrólisis de sulfato de sodio acuoso 796
- 21.6 Conteo de electrones: coulometría y ley de Faraday de la electrólisis 797
- 21.7 Aplicaciones comerciales de las celdas electrolíticas 799

CELDA VOLTAICAS O GALVÁNICAS 800

- 21.8 Construcción de celdas voltaicas sencillas 800
- 21.9 Celda zinc-cobre 801

QUÍMICA APLICADA | Vista espectacular de una mol de electrones 802

- 21.10 Celda cobre-plata 803

POTENCIALES NORMALES DE ELECTRODO 805

- 21.11 Electrodo normal de hidrógeno 805
- 21.12 Celda zinc-ENH 806

- 21.13 Celda cobre-ENH 807
- 21.14 Potenciales normales de electrodo 808
- 21.15 Usos de los potenciales normales de electrodo 809
- 21.16 Potenciales normales de electrodo de otras semirreacciones 811
- 21.17 Corrosión 814
- 21.18 Protección contra la corrosión 815
- EFFECTO DE LA CONCENTRACIÓN (O PRESIÓN PARCIAL) SOBRE LOS POTENCIALES DE ELECTRODO 816**
- 21.19 Ecuación de Nernst 816
- 21.20 Uso de celdas electroquímicas para determinar concentraciones 820
- Algo más* | Celdas de concentración 823
- 21.21 Relación de E_{celda}^0 con ΔG^0 y K 824
- CELDAS VOLTAICAS PRIMARIAS 826**
- 21.22 Celdas (pilas) secas 826
- CELDAS VOLTAICAS SECUNDARIAS 828**
- 21.23 Acumulador de plomo 828
- 21.24 Celda (pila) níquel-cadmio (nicad) 829
- 21.25 Celda de combustible hidrógeno-oxígeno 830
- Términos clave 831
- Ejercicios 832

22 Metales I: metalurgia 840

METALES 841

- 22.1 Estado natural de los metales 841

METALURGIA 841

- 22.2 Pretratamiento de minerales 842
- 22.3 Reducción a metales libres 844
- 22.4 Refinación de metales 845

METALURGIA DE METALES ESPECÍFICOS 847

- 22.5 Magnesio 847
- 22.6 Aluminio 848
- 22.7 Hierro 850
- 22.8 Cobre 852
- 22.9 Oro 854
- Términos clave 854
- Ejercicios 855

23 Metales II: propiedades y reacciones 858

METALES ALCALINOS (GRUPO 1A) 859

- 23.1 Metales del grupo 1A: propiedades y estado en la naturaleza 859
- 23.2 Reacciones de los metales del grupo 1A 860
- QUÍMICA APLICADA* | Elementos en trazas y vida 862
- 23.3 Usos de los metales del grupo 1A y de sus compuestos 864

METALES ALCALINOTÉRREOS (GRUPO 2A) 865

- 23.4 Metales del grupo 2A: propiedades y estado en la naturaleza 865
- 23.5 Reacciones de los metales del grupo 2A 865
- 23.6 Usos de los metales del grupo 2A y de sus compuestos 866

METALES POSTRANSICIONALES 868

- 23.7 Grupo 3A: tendencias periódicas 868
- QUÍMICA APLICADA* | El metal más valioso del mundo 870

METALES DE TRANSICIÓN *d* 871

- 23.8 Propiedades generales 871
- 23.9 Estados de oxidación 872
- 23.10 Óxidos, oxianiones e hidróxidos del cromo 873
- Términos clave 875
- Ejercicios 875

24 Algunos no metales y metaloides 878

GASES NOBLES (GRUPO 8A) 879

- 24.1 Estado en la naturaleza, usos y propiedades 879
- 24.2 Compuestos del xenón 880

HALÓGENOS (GRUPO 7A) 881

- 24.3 Propiedades 881
- 24.4 Estado en la naturaleza, obtención y usos 882
- 24.5 Reacciones de los halógenos libres 883
- 24.6 Haluros de hidrógeno y ácidos halohídricos 884
- 24.7 Oxoácidos (ácidos ternarios) de los halógenos 886

AZUFRE, SELENIO Y TELURIO 887

- 24.8 Estado en la naturaleza, propiedades y usos 887
- 24.9 Reacciones de los elementos del grupo 6A 889
- 24.10 Hidruros de los elementos del grupo 6A 889
- 24.11 Óxidos del grupo 6A 889
- 24.12 Oxoácidos del azufre 891

NITRÓGENO Y FÓSFORO 892

- 24.13 Estado del nitrógeno en la naturaleza 893
- 24.14 Compuestos hidrogenados del nitrógeno 894
- 24.15 Óxidos de nitrógeno 895
 - QUÍMICA APLICADA | Óxidos de nitrógeno y esmog fotoquímico 897
- 24.16 Algunos oxoácidos de nitrógeno y sus sales 897
- 24.17 Fósforo 899

SILICIO 900

- 24.18 Silicio y silicatos 900
 - Términos clave 901
 - Ejercicios 902

25 Compuestos de coordinación 906

- 25.1 Compuestos de coordinación 907
- 25.2 Complejos aminados 910
- 25.3 Términos importantes 911
- 25.4 Nomenclatura 913
- 25.5 Estructura 913

ISOMERÍA EN COMPUESTOS DE COORDINACIÓN 915

- 25.6 Isómeros estructurales (de constitución) 915
- 25.7 Estereoisómeros 918

ENLACE EN COMPUESTOS DE COORDINACIÓN 923

- 25.8 Teoría del campo cristalino 923
- 25.9 Color y serie espectroquímica 925
 - Términos clave 928
 - Ejercicios 929

26 Química nuclear 933

- 26.1 El núcleo 935
- 26.2 Relación neutrones/protones y estabilidad nuclear 935

- 26.3 Estabilidad nuclear y energía de enlace 936
- 26.4 Decaimiento radiactivo 939
- 26.5 Ecuaciones de las reacciones nucleares 941
- 26.6 Núcleos con exeso de neutrones (arriba de la banda de estabilidad) 941
- 26.7 Núcleos deficientes de neutrones (debajo de la banda de estabilidad) 941
- 26.8 Núcleos con número atómico mayor que 83 942
- 26.9 Detección de la radiación 943
- 26.10 Velocidad de decaimiento y vida media 945
- 26.11 Series de decaimiento 947
- 26.12 Usos de los radionúclidos 947
- 26.13 Transmutación artificial de elementos 953
- 26.14 Fisión nuclear 955
- 26.15 Reactores de fisión nuclear 957
 - QUÍMICA APLICADA | Manejo de desechos nucleares 960
- 26.16 Fusión nuclear 961
 - Términos clave 963
 - Ejercicios 964

27 Química orgánica I: fórmulas, nomenclatura y propiedades 968**HIDROCARBUROS SATURADOS 971**

- 27.1 Alcanos y cicloalcanos 971
- 27.2 Nomenclatura de hidrocarburos saturados 976

HIDROCARBUROS INSATURADOS 980

- 27.3 Alquenos 980
 - QUÍMICA APLICADA | Petróleo 981
- 27.4 Alquinos 985

HIDROCARBUROS AROMÁTICOS 987

- 27.5 Benceno 987
 - QUÍMICA APLICADA | Nanotecnología 988
- 27.6 Otros hidrocarburos aromáticos 989
- 27.7 Hidrocarburos: resumen 991

GRUPOS FUNCIONALES 991

- 27.8 Haluros orgánicos 992
- 27.9 Alcoholes y fenoles 994
- 27.10 Éteres 997
- 27.11 Aldehídos y cetonas 998
- 27.12 Aminas 1000

27.13 Ácidos carboxílicos 1002
QUÍMICA APLICADA | La química de los pigmentos de los pintores (artistas) 1004

27.14 Algunos derivados de los ácidos carboxílicos 1006

QUÍMICA APLICADA | Mantequilla, margarina y grasas *trans* 1010

27.15 Resumen de grupos funcionales 1011

TIPOS FUNDAMENTALES DE REACCIONES ORGÁNICAS 1012

27.16 Reacciones de sustitución 1012

27.17 Reacciones de adición 1015

27.18 Reacciones de eliminación 1017

27.19 Reacciones de polimerización 1018

Términos clave 1023

Ejercicios 1024

28 Química orgánica II: forma, reacciones selectas y biopolímeros 1033

FORMA DE LAS MOLÉCULAS ORGÁNICAS 1034

28.1 Isómeros de constitución 1034

28.2 Estereoisómeros 1035

QUÍMICA APLICADA | Desarrollo de disolventes que causen menos daños al medio ambiente 1038

28.3 Conformaciones 1039

REACCIONES SELECTAS 1041

28.4 Reacciones de ácidos y bases de Brønsted-Lowry 1041

28.5 Reacciones de oxidación-reducción 1043

QUÍMICA APLICADA | Comunicación química 1044

28.6 Formación de derivados de ácidos carboxílicos 1048

28.7 Hidrólisis de ésteres 1049

BIOPOLÍMEROS 1050

28.8 Carbohidratos 1051

28.9 Polipéptidos y proteínas 1055

QUÍMICA APLICADA | Popotes para beber de las células 1059

28.10 Ácidos nucleicos 1060

Términos clave 1062

Ejercicios 1063

APÉNDICE A Algunas operaciones matemáticas A.1

APÉNDICE B Configuración electrónica de los átomos de los elementos A.5

APÉNDICE C Unidades comunes, equivalencias y factores de conversión A.8

APÉNDICE D Constantes físicas A.11

APÉNDICE E Algunas constantes físicas de unas cuantas sustancias comunes A.12

APÉNDICE F Constantes de ionización de ácidos débiles a 25°C A.14

APÉNDICE G Constantes de ionización de bases débiles a 25°C A.15

APÉNDICE H Constantes del producto de solubilidad de algunos compuestos inorgánicos a 25°C A.16

APÉNDICE I Constantes de disociación de algunos iones complejos A.18

APÉNDICE J Potenciales normales de reducción en solución acuosa a 25°C A.19

APÉNDICE K Valores termodinámicos seleccionados a 298.15 K A.22

APÉNDICE L Respuestas a los ejercicios numéricos pares seleccionados A.24

Índice de ecuaciones E.1

Índice/Glosario I.1