

## INDICE

<b>Aplicaciones químicas y ensayos</b>	XXI
<b>Prefacio</b>	XXIII
<b>Guía del estudiante</b>	XXIX
<b>Acerca de los autores</b>	XXXIII
<b>1. Introducción: Algunos Conceptos Fundamentales</b>	1
<b>1.1. El estudio de la química</b>	1
La perspectiva molecular de la química	1
¿Por qué estudiar química?	2
<b>1.2. Clasificación de la materia</b>	5
Estados de la materia	5
Sustancias puras y mezclas	6
Separación de mezclas	8
Elementos	9
Compuestos	10
<b>1.3. Propiedades de la materia</b>	11
Cambios físicos y químicos	11
<b>1.4. Unidades de medición</b>	14
Unidades Si	14
Longitud y masa	15
Temperatura	15
Unidades SI derivadas	17
Volumen	17
Densidad	17
<b>1.5. Incertidumbre al medir</b>	21
Precisión y exactitud	22
Cifras significativas	22
Cifras significativas en cálculos	23
<b>1.6. Análisis dimensional</b>	25
Resumen del análisis dimensional	27
Resumen y términos clave	30
Ejercicios	31
<b>2. Átomos, Moléculas, e Iones</b>	37
<b>2.1. La teoría atómica de la materia</b>	37
<b>2.2. El descubrimiento de la estructura atómica</b>	38
Rayos catódicos y electrones 39, Reactividad 41, El átomo nuclear 41	
<b>2.3. La visión Moderna de la Estructura Atómica</b>	43
Isótopos, números atómicos y números de masa	45
<b>2.4. La Tabla Periódica</b>	46
<b>2.5. Moléculas y compuestos moleculares</b>	49
Moléculas y formulas químicas 49, formulas moleculares y empíricas 50, Representación de moléculas 51	51
<b>2.6. Iones Compuestos Iónicos</b>	52
Predicción de las cargas iónicas, 53 compuestos iónicos 54	54
<b>2.7. Nombre de los compuestos inorgánicos</b>	57
Nombres y formulas de compuestos iónicos	58
Nombres y formulas de ácidos	62
Nombres y formulas de compuestos moleculares binarios	63

Resumen y términos clave	64
Ejercicios	65
<b>3. Estequiometría: Cálculos con Fórmulas y Ecuaciones Químicas</b>	71
<b>3.1. Ecuaciones Químicas</b>	71
<b>3.2. Patrones de la Reactividad Química</b>	74
Empleo de la tabla periódica 74, combustión en aire 75	75
Reacciones de combinación y descomposición	76
<b>3.3. Pesos Atómicos y Moleculares</b>	78
La escala de la masa atómica 78, Masas atómica promedio 78	78
Peso formularios y moleculares	79
Composición porcentual de fórmulas	80
<b>3.4. El mol</b>	81
Masa molar	82
Interconversión de masas, moles y número de partículas	84
<b>3.5. Fórmulas Empíricas a Partir de análisis</b>	86
Formula molecular a partir de la formula empírica	88
Análisis por combustión	89
<b>3.6. Información Cuantitativa a partir de Ecuaciones Balanceadas</b>	90
<b>3.7. Reactivos limitantes</b>	93
Rendimiento teórico	97
Resumen y términos clave	98
Ejercicios	99
<b>4. Reacciones Acuosa y Estequiometría de las Soluciones</b>	107
<b>4.1. Composición de Soluciones</b>	107
Molaridad 107, Dilución 110	110
<b>4.2. Propiedades de soluciones en solución acuosa</b>	112
Compuestos iónicos en agua 113, compuestos moleculares en agua	114
Electrolitos fuertes y débil	115
<b>4.3. Ácidos, Bases y Sales</b>	115
Ácidos 116, bases 116, ácidos y bases fuertes y débiles	117
Reacciones de neutralización y sales	118
<b>4.4. Ecuaciones Iónicas</b>	119
<b>4.5. Reacciones de Metátesis</b>	121
Reacciones de precipitación 122, pautas de solubilidad para compuestos iónicos 122, Reacciones en las que se forma un gas	126
<b>4.6. Introducción a las reacciones de oxidación-reducción</b>	128
Oxidación y reducción 129, oxidación de metales con ácidos y sales 129, la serie de actividad 130	130
<b>4.7. Estequiometría de las Soluciones y análisis químico</b>	133
Titulaciones	136
Resumen y términos clave	138
Ejercicios	139
<b>5. Termoquímica</b>	145
<b>5.1. La naturaleza de la energía</b>	145
Energía cinética y potencial 11, Unidades de energía 146, Sistemas y entornos	147
<b>5.2. Primera Ley de la Termodinámica</b>	147
Energía interna 148, relación entre AE, calor y trabajo	148
Procesos endotérmicos y exotérmicos 149, funciones de estado	150

<b>5.3. Entalpía</b>	151
<b>5.4. Entalpías de reacción</b>	154
<b>5.5. Calorimetría</b>	156
Capacidad calorífica y calor específico 157, calorimetría a presión constante 159, bomba calorimetría (calorimetría a volumen constante)	160
Uso de los calores de formación para calcular los calores de reacción	
<b>5.6. Ley de Hess</b>	162
<b>5.7. Entalpías de formación</b>	164
Empleo de entalpías de formación para calcular entalpías de reacción	165
<b>5.8. Alimentos y combustibles</b>	170
Alimentos 170, combustibles 172, otras fuentes de energía	174
Resumen y términos clave	174
Ejercicios	175
<b>6. Estructura electrónica de los átomos</b>	183
<b>6.1. La naturaleza de la luz</b>	183
<b>6.2. Energía cuantizada y fotones</b>	185
El efecto fotoeléctrico	187
<b>6.3. Modelos de BOHR del Hidrogeno</b>	189
Espectros lineales 189. Modelo de BOHR	190
<b>6.4. El comportamiento ondulatorio de la materia</b>	194
El principio de incertidumbre	195
<b>6.5. Mecánica Cuántica y orbitales atómicos</b>	195
Orbitales y números cuánticos	197
<b>6.6. Representación de orbitales</b>	199
Los Orbitales 200, Orbitales p 201, Orbitales d y f	201
<b>6.7. Orbitales en Átomos con muchos electrones</b>	202
Carga nuclear efectiva 203, Energías de los orbitales 203	203
<b>6.8. El spin de los Electrones y el Principio de Exclusión de Pauli</b>	204
<b>6.9. Configuraciones Electrónicas</b>	206
Periodos 1,2 y 3 206, periodo 4 y mas allá	210
Configuraciones electrónicas y la tabla periódica	211
Resumen y términos clave	215
Ejercicios	217
<b>7. Propiedades Periódicas de los Elementos</b>	223
<b>7.1. Desarrollo de la tabla periódica</b>	223
<b>7.2. Capas Electrones y tamaño de los Átomos</b>	225
Capas de electrones en los átomos 225, tamaños atómicos	226
<b>7.3. Energías de ionización</b>	229
Tendencias periódicas en las energías de ionización	230
<b>7.4. Afinidades electrónicas</b>	232
<b>7.5. Metales, no metales y metaloides</b>	234
Metales 235, No metales 237. Metaloides	238
<b>7.6. Tendencias de grupo de metales activos</b>	239
Grupo 1A: metales alcalinos 239, Grupo 2A: metales alcalinotérreos	241
<b>7.7. Tendencias de grupos de metales activos</b>	243
Hidrogeno 243. Grupo 6A: el grupo del oxígeno	244
Grupo 7A: halógenos 245, Grupo 8ª: gases nobles	246
Resumen y términos clave	248

Ejercicios	249
<b>8. Conceptos básicos de los enlaces químicos</b>	255
<b>8.1. Símbolos de Lewis y Regla del Octeto</b>	255
<b>8.2. Enlace iónico</b>	256
Cambios energéticos durante la formación de enlaces iónicos	258
Configuración electrónica de iones de los elementos representativos	259
Iones de metales de transición 262, iones poliatómicos	259
<b>8.3. Tamaño de los iones</b>	263
<b>8.4. Enlaces covalentes</b>	264
Enlaces múltiples	266
<b>8.5. Polaridad de los enlaces y electronegatividad</b>	266
Electronegatividad 267, electronegatividad y polaridad de los enlaces	268
<b>8.6. Como dibujar estructuras de Lewis</b>	269
Carga formal	271
<b>8.7. Estructuras de resonancia</b>	273
Resonancia en el benceno	275
<b>8.8. Excepciones a la regla del octeto</b>	276
Número impar de electrones 276, Menos de un octeto 276, mas de un octeto	277
<b>8.9. Fuerzas de los enlaces covalentes</b>	279
Entalpía de enlace y de reacción	280
Fuerza y longitud de enlace	282
<b>8.10. Números de oxidación</b>	284
Números de oxidación y nomenclatura	287
Resumen y términos clave	287
Ejercicios	289
<b>9. Geometría Molecular y Teorías de Enlace</b>	295
<b>9.1. Formas moleculares</b>	295
<b>9.2. El modelo RPENV</b>	296
Predicción de geometría moleculares	297
Efecto de los electrones no enlazantes y de los enlaces múltiples sobre los ángulos de enlace 300, moléculas con capas de valencia expandidas 303, moléculas con mas de un átomo central	304
<b>9.3. Polaridad de las moléculas</b>	305
Momentos dipolares de moléculas poliatómicas	307
<b>9.4. Enlaces Covalentes y Traslape de Orbitales</b>	309
<b>9.5. Orbitales Híbridos</b>	311
Orbitales Híbridos sp, 311 Orbitales Híbridos sp <sup>2</sup> y sp <sup>3</sup>	313
Hibridación con participación de orbitales d 314, Resumen	315
<b>9.6. Enlaces múltiples</b>	317
Enlaces m deslocalizados 320, conclusiones generales	323
<b>9.7. Orbitales moleculares</b>	324
La molécula de hidrogeno 324, orden de los enlaces	326
9.8. Moléculas diatómicas del segundo periodo	327
Orbitales Moleculares para Li <sub>2</sub> y Be <sub>2</sub>	327
Orbitales Moleculares de orbitales atómicos 2p	329
Configuraciones electrónicas para B <sub>2</sub> hasta Ne <sub>2</sub>	330
Configuraciones electrónicas y propiedades moleculares	332
Resumen y términos clave	335

Ejercicios	336
<b>10. Gases</b>	343
<b>10.1. Características de los gases</b>	343
<b>10.2. Presión</b>	344
Presión atmosférica y el barómetro	344
Presión de gases en un recipiente cerrados y manómetros	346
<b>10.3. Leyes de los Gases</b>	349
La relación presión - volumen: Ley de Boyle	349
La relación temperatura -volumen: Ley de Charles	350
La relación cantidad - volumen: Ley de Avogadro	351
<b>10.4. La Ecuación de los Gas Ideal</b>	352
Relación entre la ecuación de los gases ideal y las leyes de los gases	354
<b>10.5. Otras aplicaciones de la ecuación del gas ideal</b>	357
Densidades de los gases y masa molar	357
Volúmenes de gases en reacciones químicas	359
<b>10.6. Mezclas de gases y presiones parciales</b>	360
Presiones parciales y fracciones molares 361, Obtención de gases sobre agua	362
<b>10.7. Teoría cinética-molecular</b>	364
Aplicación a las leyes de los gases	366
<b>10.8. Efusión y difusión moleculares</b>	367
Ley de la refusión de Graham 368, Difusión y trayectoria libre media	370
<b>10.9. Gases reales: desviaciones respecto al comportamiento ideal</b>	370
La ecuación de van der Waals	372
Resumen y términos clave	374
Ejercicios	375
<b>11. Fuerzas Intermoleculares, Líquidos y sólidos</b>	383
<b>11.1. Comparación Molecular de Líquidos y Sólidos</b>	383
<b>11.2. Fuerzas Intermoleculares</b>	385
Fuerzas ion - dipolo 385, Fuerzas dipolo – dipolo 386	386
Fuerza de dispersión de London 386, Puente de hidrógeno	389
Comparación de fuerzas intermoleculares	392
<b>11.3. Algunas Propiedades de los Líquido</b>	393
Viscosidad 394, Tensión superficial 394	394
<b>11.4. Cambios de fase</b>	395
Cambios de energía que acompañan los cambios de fase	395
Curvas de calentamiento 396, Temperatura y presión críticas	398
<b>11.5. Presión de Vapor</b>	399
Explicación de la presión de vapor y en el nivel molecular	399
Volatilidad, presión de vapor y punto de ebullición	400
Presión de vapor y punto de ebullición	401
<b>11.6. Diagramas de Fase</b>	402
Los diagramas de la fase para el H <sub>2</sub> O y el CO <sub>2</sub>	403
<b>11.7. Estructura de los Sólidos</b>	404
Celdas unitarias 405, Estructura cristalina del cloruro de sodio	406
Empaquetamiento compacto de esferas	408
<b>11.8. Enlaces en los Sólidos</b>	411
Sólidos moleculares 411, Sólidos por red covalente 412, Sólidos	414

iónicos 413, Sólidos metálicos 414	
Resumen y términos clave	415
Ejercicios	416
<b>12. Materiales Modernos</b>	423
<b>12.1. Cristales Líquidos</b>	423
Tipos de fases líquido – Cristalinas	424
<b>12.2. Polímeros</b>	428
Tipos de polímeros 432, Estructuras y propiedades físicas de los polímeros 432, Enlaces cruzados en los polímeros	435
<b>12.3. Materiales Cerámicos</b>	437
Procesamiento de materiales cerámicos 438, Materiales cerámicos compuestos 439, Aplicaciones de los materiales cerámicos 440, materiales cerámicos superconductores	440
<b>12.4. Películas Finas</b>	442
Aplicaciones de las películas finas 443, Formación de películas finas	444
Resumen y términos clave	447
Ejercicios	447
<b>13. Propiedades de las Soluciones</b>	453
<b>13.1. El proceso de disolución</b>	453
Cambios de energía y formación de la solución	454
Formación de soluciones, espontaneidad y desorden	456
Formación de la solución y reacciones químicas	457
<b>13.2. Formas de expresar la concentración</b>	458
Fracción molar, molaridad y molalidad	459
<b>13.3. Soluciones saturadas y solubilidad</b>	462
<b>13.4. Factores que afectan la solubilidad</b>	463
Interacciones soluto – disolvente 463, Efectos de la presión	465
Efectos de la temperatura	467
<b>13.5. Propiedades Coligativas</b>	469
Abatimiento de la presión de vapor 469, Ley de Raoult 470, elevación del punto de ebullición 472, Depresión de punto de congelación 473, Osmosis 475, determinación de la masa molar 476	476
<b>13.6. Coloides</b>	479
Coloides hidrofílicos e hidrofóbicos	480
Eliminación de partículas coloidales	481
Resumen y términos clave	483
Ejercicios	484
<b>14. Cinética Química</b>	491
<b>14.1. Velocidad de Reacción</b>	492
Velocidad en términos de concentración	494
Velocidad de reacción y estequiometría	496
<b>14.2. Dependencia de la velocidad con la concentración</b>	497
Orden de reacción 499, unidades de las constantes de velocidad	500
<b>14.3. El cambio de la concentración con el tiempo</b>	501
Reacciones de primer orden 502, Vida media	504
Reacciones de segundo orden	505
<b>14.4. Temperatura y velocidad</b>	507
El modelo de colisiones 507, energía de activación	508
La ecuación de Arrhenius	511

<b>14.5. Mecanismos de reacción</b>	513
Pasos elementales 515, ecuaciones de velocidad de pasos elementales 516, ecuaciones de velocidad de mecanismos de pasos múltiples 518, mecanismos con un paso inicial rápido	519
<b>14.4. Catálisis</b>	521
Catálisis homogénea 521, Catálisis heterogénea 522, enzimas	524
Resumen y términos clave	529
Ejercicios	530
<b>15. Equilibrio Químico</b>	539
<b>15.1. El concepto de equilibrio</b>	540
<b>15.2. La constante de equilibrio</b>	543
Expresión de la constante de equilibrio en términos de presión $K_p$	546
Magnitud de las constantes de equilibrio	546
El sentido de la ecuación química y $K$	547
<b>15.3. Equilibrio heterogéneos</b>	548
<b>15.4. Calculo de constantes de equilibrio</b>	550
Como relacionar $K_c$ y $K_p$	552
<b>15.5. Aplicación de las constantes de equilibrio</b>	553
Predicción de la dirección de una reacción	553
Cálculo de las concentraciones en equilibrio	554
<b>15.6. El principio de Le Chatelier</b>	557
Cambio en las concentraciones de reactivos o productos	557
Efecto del cambio del volumen y presión	558
Efecto de los cambios de la presión y del volumen	560
Efecto de los catalizadores	563
Resumen y términos clave	565
Ejercicios	566
<b>16. Equilibrio Ácido – Base</b>	573
<b>16.1. Ácidos y bases: un breve repaso</b>	573
<b>16.2. La disociación del agua</b>	574
El protón del agua	575
<b>16.3. La escala de pH</b>	576
Otras escalas “p” 579, Medición del pH	579
<b>16.4. Ácidos y bases de Bronsted-Lowry</b>	580
Reacciones de transferencia de protones	580
Pares conjugados ácidos – bases	581
Fuerza relativa de ácidos y bases	583
<b>16.5. Ácidos y bases fuertes</b>	585
Ácidos fuertes 585, bases fuertes	586
<b>16.6. Ácidos débiles</b>	587
Cálculo del pH en soluciones de ácidos débiles	590
Ácidos polipróticos	594
<b>16.7. Bases débiles</b>	596
Tipos de bases débiles	598
<b>16.8. Relación entre <math>K_a</math> y <math>K_b</math></b>	600
<b>16.9. Propiedades ácido – base de las soluciones salinas</b>	603
<b>16.10. comportamiento acido-base y estructura química</b>	605
Factores que afectan la fuerza de un acido	605
Hidruros binarios	606

Oxiácidos 606, Ácidos carboxílicos	609
<b>16.10. Ácidos y Bases de Lewis</b>	611
Hidrólisis de iones metálicos	612
Aminas 643, Aniones de ácidos débiles	
<b>16.7. Relación entre <math>K_a</math> y <math>K_b</math></b>	
Resumen y términos clave	613
Ejercicios	614
<b>17. Aspectos Adicionales del los Equilibrios</b>	621
<b>17.1. Efecto del ION común</b>	621
<b>17.2. Soluciones amortiguadoras</b>	624
Composición y acción de soluciones amortiguadoras	624
Capacidad amortiguadora y pH	626
Adición de ácidos fuertes o bases a las soluciones amortiguadoras	628
<b>17.3. Titulaciones de ácidos-base</b>	632
Titulaciones de ácidos fuertes con base fuerte	632
La adición de una base fuerte con base débil	634
Curvas de titulación para ácidos débiles o bases débiles	637
Titulaciones de ácidos polipróticos	640
<b>17.4. Equilibrios de solubilidad</b>	641
La constante del producto de solubilidad $K_{ps}$ 641, solubilidad y $K_{ps}$	642
Efectos del Ion común 644, solubilidad y pH	646
Formación de iones complejos 647, Anfoterismo	650
<b>17.6. Precipitación y separación de iones</b>	651
Precipitación selectiva de iones	653
<b>17.6. Análisis cualitativo de los elementos metálicos</b>	654
Resumen y términos clave	656
Ejercicios	657
<b>18. Química Ambiental</b>	663
<b>18.1. La atmosfera de la tierra</b>	663
Composición de la atmósfera	664
<b>18.2. Las Regiones Exteriores de la atmosfera</b>	666
Fotodisociación 666, Fotoionización	667
<b>18.3. El Ozono en la atmosfera superior</b>	668
Agotamiento de la capa de ozono	670
<b>18.4. La química de la troposfera</b>	672
Compuestos de azufre y lluvia ácida 673, Monóxido de carbono 674, Óxidos de nitrógeno y "smog" fotoquímico 676, Vapor de agua, dióxido de carbono y el clima	677
<b>18.5. El Océano Terrestre</b>	679
Agua de mar 679, Desalinización	680
<b>18.6. Agua Dulce</b>	681
Oxígeno disuelto y calidad del agua	682
Tratamiento de los suministros municipales de agua	684
Resumen y términos clave	685
Ejercicios	686
<b>19. Termodinámica Química</b>	691
<b>19.1. Procesos espontáneos</b>	691
<b>19.2. Espontaneidad, entalpía y entropía</b>	694
Entropía 694, Segunda ley de la termodinámica	698



<b>19.3. Una Interpretación molecular de la entropía</b>	699
<b>19.4. Cálculos de los cambios de entropía</b>	705
<b>19.5. Energía libre de GIBBS</b>	706
Cambios en la energía libre estándar	708
<b>19.6. Energía libre y temperatura</b>	710
<b>19.7. Energía libre y la constante de equilibrio</b>	711
Resumen y términos clave	714
Ejercicios	715
<b>20. Electroquímica</b>	723
<b>20.1. Reacciones de oxidación – reducción</b>	723
<b>20.2. Balanceo de reacciones de oxidación – reducción</b>	725
Medias reacciones	725
Balanceo de ecuaciones por el método de medias reacciones	725
Balanceo de ecuaciones para reacciones que se llevan a cabo en solución básica	729
<b>20.3. Celdas voltaicas</b>	730
<b>20.4. FEM de celda</b>	733
Potenciales estándar de reducción 734, Agentes oxidantes y reductores	738
<b>20.5. Espontaneidad de las reacciones redox</b>	740
FEM y cambio de la energía libre	742
<b>20.6. Efectos de la concentración sobre al FEM de celda</b>	743
<b>20.7. Celdas electrolíticas</b>	743
La ecuación de Nernst	743
Constante de equilibrio para ecuaciones redox	745
<b>20.8. Celdas voltaicas comerciales</b>	747
Batería o acumulador de plomo 748, Pila seca	749
Batería de níquel-cadmio 749, celdas de combustible	750
<b>20.9. Electrólisis</b>	750
Electrólisis de soluciones acuosas	751
Electrólisis con electrodos activos	753
<b>20.9. Aspectos cuantitativos de la electrolisis</b>	754
Trabajo eléctrico	755
<b>20.10. Corrosión</b>	758
Corrosión del hierro 758, Prevención de la corrosión	759
Resumen y términos clave	761
Ejercicios	763
<b>21. Química Nuclear</b>	771
<b>21.1. Radiactividad</b>	771
Ecuaciones nucleares 772, Tipos de desintegración radiactiva	773
<b>21.2. Patrones de estabilidad nuclear</b>	774
Proporción de neutrones a potrones 775, series radiactivas	777
Observaciones adicionales	777
<b>21.3. Trasmutaciones nucleares</b>	779
Uso de partículas con carga 779, uso de neutrones	780
Elementos transuránicos	780
<b>21.4. Velocidades de desintegración radiactiva</b>	781
Fechado 783, Cálculos con base en la vida media	784
<b>21.5. Detección de la radiactividad</b>	785

Radiotrazadores	786
<b>21.6. Cambios de energía en las reacciones nucleares</b>	787
Energías nucleares de enlace	789
<b>21.7. Fisión nuclear</b>	791
Reactores nucleares	792
<b>21.8. Fusión nuclear</b>	795
<b>21.9. Efectos biológicos de la radiación</b>	796
Dosis de radiación 798, Radón	799
Resumen y términos clave	801
Ejercicios	802
<b>22. Química de los no metales</b>	807
<b>22.1. Conceptos generales: tendencias periódicas y reacciones químicas</b>	807
Reacciones químicas	809
<b>22.2. Hidrogeno</b>	810
Isótopos de hidrógeno 811, Propiedades de hidrógeno	812
Preparación de hidrógeno 812, Usos del hidrógeno 813, Compuestos binarios del hidrógeno	814
<b>22.3. Grupo 8 A: los gases nobles</b>	815
Compuestos de los gases nobles	815
<b>22.4. Grupo 7 A: los halógenos</b>	817
Propiedades y preparación de los halógenos	818
Uso de los halógenos	820
Los halogenuros del hidrogeno	820
Compuestos interhalogenados	822
Oxiácidos y oxianiones	823
<b>22.5. Oxigeno</b>	825
Propiedades del oxigeno 825, preparación de oxigeno 825, usos del oxigeno 826, ozono 826, óxidos	828
Peróxidos y superóxido	829
<b>22.6. Los otros elementos del grupo 6 A: S, Se, Te y Po</b>	830
Características generales de los elementos del grupo 6 A	830
Presencia de la naturaleza y preparación de azufre, selenio y telurio	831
Óxidos, Oxiácidos y oxianiones de azufre	833
Sulfuros, seleniuros y teleriuros	835
<b>22.7. Nitrógeno</b>	836
Propiedades del nitrógeno 836, preparación y usos del nitrógeno 837, compuestos hidrogenados de nitrógeno	837
Óxidos y Oxiácidos de nitrógeno	839
<b>22.8. Los otros elementos del grupo 5 A: P, As, Sb y Bi</b>	841
Características generales de los elementos del grupo 5 A	841
Presencia de la naturaleza, aislamiento y propiedades del fósforo	843
Halogenuros de fósforo 843, Oxicompuestos de fósforo	844
Arsénico, antimonio y bismuto	847
<b>22.9. Carbono</b>	848
Formas elementales del carbono 848, Óxidos de carbono 850, Ácido carbónico y carbonatos 851, Carburos	852
<b>22.10. Los otros elementos del grupo 4 A: Si, Ge, Sn y Pb</b>	854
Características generales de los elementos del grupo 4 A	854

Presencia de la naturaleza y preparación del silicio	855
Silicatos 856, Vidrio	857
Silicones	859
<b>22.11. Boro</b>	859
Resumen y términos clave	860
Ejercicios	862
<b>23. Metales y Metalurgia</b>	869
<b>23.1. Presencia en la naturaleza y distribución de los metales</b>	869
Minerales 870, Metalurgia	871
<b>23.2. Pirometalurgia</b>	872
Pirometalurgia del hierro	873
Formación del acero	875
<b>23.3. Hidrometalurgia</b>	875
Hidrometalurgia del aluminio	877
<b>23.4. Electrometalurgia</b>	877
Electrometalurgia del sodio	878
Electrometalurgia del aluminio	878
Electrorefinado del cobre	879
<b>23.5. Enlaces Metálicos</b>	881
Propiedades físicas de los metales 881	
Modelo del mar de electrones para los enlaces metálicos	882
Modelos de orbital molecular para los metales	883
<b>23.6. Aleaciones</b>	886
Compuestos intermetálicos	888
<b>23.7. Metales de Transición</b>	888
Propiedades físicas	888
Configuraciones electrónicas y estado de oxidación 890, Magnetismo	891
<b>23.8. Química de metales de transición seleccionados</b>	892
Cromo 892, Hierro 893, Cobre	894
Resumen y términos clave	895
Ejercicios	896
<b>24. Química de los Compuestos de Coordinación</b>	901
<b>24.1. Estructura de los Complejos</b>	901
Cargas, números de coordinación y geometría	902
<b>24.2. Quelatos</b>	904
Metales y quelatos en los organismos vivos	906
<b>24.3. Nomenclatura</b>	908
<b>24.4. Isomería</b>	913
Isomería estructural 913, Estereoisomería	914
<b>24.5. Color y magnetismo</b>	916
<b>24.6. Estructura de isomería: Perspectiva histórica</b>	
Color 1917, Magnetismo	918
<b>24.7. Teoría del Campo Cristalino</b>	919
Configuración electrónica en complejos octaédricos	924
Complejos tetraédricos y cuadrados planos	925
Resumen y términos clave	927
Ejercicios	928
<b>25. Química de la vida: química orgánica y biológica</b>	933

<b>25.1. Introducción a los hidrocarburos</b>	933
<b>25.2. Alcanos</b>	934
Estructuras de los alcanos 935, Isómeros estructurales 936, Nomenclatura de alcanos 936, Cicloalcanos	939
Reacciones de los alcanos	941
<b>25.3. Hidrocarburos no saturados</b>	941
Alquenos 941, Alquinos	943
Reacciones de adición de alquenos y alquinos	944
<b>25.4. Grupos funcionales: alcoholes y éteres</b>	947
Alcoholes (R-OH) 948, Éteres (R-O-R')	950
<b>25.5. Compuestos con grupo carbonilo</b>	951
Aldehídos y cetonas 951, Ácidos carboxílicos 952, Esteres 953, Aminas y amidas	955
<b>25.6. Introducción a la bioquímica</b>	955
<b>25.7. Proteínas</b>	956
Aminoácidos 956, polipéptidos y proteínas	958
Estructuras de las proteínas	960
<b>25.8. Carbohidratos</b>	962
Disacáridos 963, Polisacáridos	964
<b>25.9. Ácidos nucleidos</b>	966
Resumen y términos clave	969
Ejercicios	971
<b>Apéndices</b>	
<b>A. Operaciones matemáticas</b>	976
<b>B. Propiedades del agua</b>	983
<b>C. Magnitudes termodinámicas de sustancias seleccionadas a 298.15 K (25° C)</b>	984
<b>D. Constantes de equilibrio en soluciones acuosas</b>	988
<b>E. Potenciales estándar de reducción a 25° C</b>	990
<b>Respuestas a ejercicios seleccionados A-1</b>	
<b>Glosario G-1</b>	
<b>Créditos fotográficos y artísticos C-1</b>	
<b>Índice I-1</b>	