

INDICE

Prefacio	XXII
Guía del estudiante para usar este libro	XXXII
Acerca de los autores	XXXVII
1. Introducción: materia y medición	1
1.1. El estudio de la química	
Las perspectiva molecular de la química	2
¿Por qué estudiar química?	3
La química en acción. La química y la industria química	4
1.2. Clasificaciones de la materia	
Estados de la materia	5
Sustancias puras	
Elementos	6
Compuestos	7
Mezclas	8
1.3. Propiedades de la materia	9
Cambios físicos y químicos	10
Separación de mezclas	11
1.3. Unidades de medición	
Una perspectiva más detallada. El método científico	13
Unidades SI	
Longitud y masa	14
Temperaturas	15
Unidades derivadas del SI	
Volumen	16
Densidad	17
La química en acción. La química en las noticias	18
1.5. Incertidumbre en las mediciones	20
Precisión y exactitud	
Cifras significativas	21
Cifras significativas en cálculos	22
1.6. Análisis dimensional	24
Estrategias en química. Como estimar las respuestas	25
Uso de dos o mas factores de conversión	
Conversiones en que intervienen volúmenes	26
Resumen y términos clave	
Estrategias en química. La importancia de la práctica	28
Ejercicios	29
Ejercicios con el CD-ROM	33
2. Átomos, Moléculas, e Iones	34
2.1. La teoría atómica de la materia	36
2.2. El descubrimiento de la estructura atómica	37
Rayos catódicos y electrones 37, Reactividad 38, El átomo nuclear 39	
2.3. La visión Moderna de la Estructura Atómica	41
Una perspectiva más detallada. Fuerzas básicas	42
Isótopos, números atómicos y números de masa	43
2.4. Pesos atómicos	
La escala de masa atómica	44

Masa atómica promedio	
Una perspectiva más detallada. El espectrómetro de masas	45
2.5. La Tabla Periódica	46
2.6. Moléculas y compuestos moleculares	
Moléculas y formulas químicas	
Una perspectiva más detallada. Glenn Seaborg y la historia del seaborgio	49
Formulas moleculares y empíricas	50
Representación de moléculas	51
2.7. Iones y compuestos iónicos	52
Predicción de las cargas iónicas	53
Compuestos iónicos	54
Química y vida. Reconocimiento de patrones	
2.8. Nombrando a los Compuestos Inorgánicos	56
Estrategias en química. Reconocimiento de patrones	
Nombres y formulas de compuestos iónicos	57
Nombres y formulas de ácidos	61
Nombres y formulas de compuestos moleculares binarios	
2.9. Algunos compuestos orgánicos simples	62
Alcanos	
Algunos derivados de los alcanos	63
Resumen y términos clave	65
Ejercicios	66
Ejercicios con el CD-ROM	73
3. Estequiometría: Cálculos con Fórmulas y Ecuaciones Químicas	74
3.1. Ecuaciones Químicas	76
3.2. Algunos Patrones sencillos de reactividad química	
Reacciones de combinación y descomposición	80
Combustión en aire	82
3.3. Pesos formularios	83
Pesos formularios y moleculares	
Composición porcentual a partir de formulas	84
Estrategia en química. Resolución de problemas	85
3.4. El mol	86
Masa molar	87
Interconversión de masas, moles y número de partículas	89
3.5. Fórmulas Empíricas a Partir de análisis	91
Formula molecular a partir de la formula empírica	93
Análisis por combustión	94
3.6. Información Cuantitativa a partir de Ecuaciones Balanceadas	95
La química en acción. El CO ₂ y el efecto invernadero	98
3.7. Reactivo limitantes	99
Rendimiento teórico	102
Resumen y términos clave	103
Ejercicios	104
Ejercicios con el CD-ROM	111
4. Reacciones Acuáticas y Estequiometría de las disoluciones	112
4.1. Propiedades generales de las disoluciones acuáticas	114

Propiedades electrolíticas	
Compuestos iónicos en agua	
Compuestos moleculares en agua	115
Electrolitos fuertes y débiles	116
Molaridad 114, Dilución 116	
4.2. Reacciones de precipitación	117
Reglas de solubilidad para compuestos iónicos	118
Reacciones de intercambio (metátesis)	119
Ecuaciones iónicas	120
4.3. Reacciones ácido-base	
Ácidos	121
Bases	
Ácidos y bases fuertes y débiles	122
Como identificar electrolitos fuertes y débiles	123
Reacciones de neutralización y sales	124
Reacciones ácido-base con formación de gases	126
La química en acción. antiácidos	127
4.4. Introducción a las reacciones de oxidación-reducción	
Oxidación-reducción	128
Números de Oxidación	
Oxidación de metales con ácidos y sales	130
La serie de actividad	131
Una perspectiva más detallada. El aura del oro	133
4.5. Concentraciones de disoluciones	
Molaridad	134
Estrategias en química. Análisis de reacciones químicas	
Como expresar la concentración de un electrolito	135
Interconversión de molaridad, moles y volumen	136
Dilución	137
4.7. Estequiometría de soluciones y análisis químico	139
Titulaciones	140
Resumen y términos clave	144
Ejercicios	145
Ejercicios con el CD-ROM	151
5. Termoquímica	152
5.1. Naturaleza de la energía	
Energía cinética y potencial	154
Unidades de energía	
Sistemas y entornos	155
Transferencia de energía: trabajo y calor	156
5.2. Primera Ley de la termodinámica	
Energía interna	158
Cambios de la energía interna	
Relación de AE con el calor y el trabajo	159
Procesos endotérmicos y exotérmicos	160
Funciones de estado	161
5.3. Entalpía	163
Una perspectiva más detallada. Energía, entalpía y trabajo P-V	164
5.4. Entalpías de reacción	166

Estrategias en química. Empleo de la entalpía como guía	168
5.5. Calorimetría	169
Capacidad calorífica y calor específico	
Calorimetría a presión constante	170
Bomba calorimétrica (calorimetría a volumen constante)	171
Química y vida. Regulación de la temperatura del cuerpo humano	173
5.6. Ley de Hess	174
5.7. Entalpías de formación	176
Empleo de entalpías de formación para calcular entalpías de reacción	178
5.8. Alimentos y Combustibles	180
Alimentos	181
Combustible	183
Otras fuentes de energía	184
La química en acción. El automóvil híbrido	185
Resumen y términos clave	187
Ejercicios	188
Ejercicios con el CD-ROM	196
6. Estructura electrónica de los átomos	198
6.1. La naturaleza ondulatoria de la luz	200
6.2. Energía cuantizada y fotones	
Objetos calientes y cuantización de la energía	202
El efecto fotoeléctrico y los fotones	203
6.3. Espectros de líneas y modelo de Bohr	205
Espectros de líneas	206
Modelo de Bohr	207
Los estados de energía el átomo de hidrógeno	208
Limitaciones del modelo de Bohr	209
6.4. El comportamiento ondulatorio de la materia	210
El principio de incertidumbre	211
6.5. Mecánica cuántica y orbitales atómicos	
Una perspectiva más detallada. Medición y el principio de incertidumbre	212
Orbitales y números cuánticos	213
6.6. Representación de orbitales	
Las orbitales	215
Los orbitales p	216
Los orbitales d y f	217
6.7. Átomos con muchos electrones	
Orbitales y sus energías	218
Spín del Electrón y el Principio de Exclusión de Pauli	
Una perspectiva más detallada. Pruebas experimentales del espín de los electrones	219
6.8. Configuraciones Electrónicas	
Química y vida. Espín nuclear e imágenes por resonancia magnética	220
Regla de Hund	221
Configuraciones electrónicas abreviadas	
Metales de transición	223
Los lantánidos	224
6.9. Configuraciones electrónicas y la tabla periódica	225

Configuraciones electrónicas anómalas	228
Resumen y términos clave	229
Ejercicios	230
Ejercicios con el CD-ROM	235
7. Propiedades periódicas de los elementos	236
7.1. Desarrollo de la tabla periódica	238
7.2. Carga nuclear efectiva	239
7.3. Tamaño de los átomos y de los iones	241
Tendencias periódicas de los radios atómicos	
Tendencias periódicas de las energías de iones	243
Química y vida. El tamaño de los iones es importante	245
7.4. Energías de ionización	
Variaciones en las energías sucesivas de ionización	246
Tendencias en las energías de ionización	247
Configuraciones electrónicas de iones	249
7.5. Afinidades electrónicas	250
7.6. Metales, no metales y metaloides	252
Metales	253
No metales	255
Metaloides	
7.7. Tendencias de Grupo de los metales activos	256
Grupo: 1A: los metales alcalinos	
Química y vida. El inusitado desarrollo de los fármacos de litio	259
Grupo 2A: los metales alcalino-terrenos	260
7.8. Tendencias de Grupo de no metales selectos	
Hidrógeno	261
Grupo 6A: el grupo del oxígeno	
Grupo 7A: los halógenos	262
Grupo 8A: los gases nobles	263
Resumen y términos clave	265
Ejercicios	266
Ejercicios con el CD-ROM	272
8. Conceptos Fundamentales de los Enlaces Químicos	274
8.1. Enlaces químicos, Símbolos de Lewis y Regla del Octeto	
Símbolos de Lewis	276
La regla del Octeto	
8.2. Enlaces iónicos	277
Aspectos energéticos de la formación de enlaces iónicos	278
Una perspectiva más detallada. Cálculo de energías de red: el ciclo Born-Haber	280
Configuración de transición	281
Iones poliatómicos	
8.3. Enlaces covalentes	282
Estructura de Lewis	283
Enlaces múltiples	284
8.4. Polaridad de los Enlaces y Electronegatividad	
Electronegatividad	285
Electronegatividad y Polaridad de los Enlaces	286
Momentos dipolares	287

Tipos de enlace y nomenclatura	
8.5. Como dibujar estructuras de Lewis	290
Carga formal	292
Una perspectiva más detallada. Números de oxidación, cargas formales y cargas parciales reales	294
Estructuras de resonancia	295
Resonancia en el benceno	297
8.7. Excepciones a la regla del octeto	
Número impar de electrones	298
Menos de un octeto	
8.8. Fuerza de los enlaces covalentes	300
Entalpías de enlace y entalpías de reacción	302
Fuerzas de los enlaces y longitud de los enlaces	305
Resumen y términos clave	306
Ejercicios	307
Ejercicios con el CD-ROM	313
9. Geometría Molecular y Teorías de Enlace	314
9.2. El momento RPECV	318
Efecto de los electrones no enlazantes y de los enlaces múltiples sobre los ángulos de enlace	323
Moléculas con capas de valencia expandidas	
Formas Moleculares mas grandes	326
9.3. Forma y polaridad de las moléculas	328
9.3. Enlaces Covalentes y Traslape de Orbitales	330
9.4. Orbitales Híbridos	331
Orbitales Híbridos sp	332
Orbitales Híbridos sp ² y sp ³	333
Hidratación de orbitales d	334
Resumen	336
Enlaces n descubiertos	340
Química y vida. La química de la visión	342
Conclusiones generales	
9.7. Orbitales Moleculares	343
La moléculas de hidrógeno	
Orden de enlace	345
Orbitales moleculares para Li ₂ y Be ₂	346
Orbitales moleculares de orbitales atómicos 2p	347
Configuraciones electrónicas para B ₂ hasta Ne ₂	348
Configuraciones electrónicas y propiedades moleculares	350
Moléculas diatómicas heteronucleares	352
La química en acción. Colorantes orgánicos	353
Resumen y términos clave	355
Ejercicios	356
Ejercicios con el CD-ROM	363
10. Gases	364
10.1. Características de los gases	366
10.2. Presión	
Presión atmosférica y el barómetro	367
10.3. Leyes de los Gases	370

Química y vida. Presión arterial	
La relación entre presión y volumen: Ley de Boyle	371
La relación entre temperatura y volumen: Ley de Charles	372
La relación entre cantidad y volumen: Ley de Avogadro	373
10.4. Ecuaciones de los Gases Ideal	375
Relación entre la ecuación de los gases ideales y las leyes de los gases Estrategias en química. Cálculos en los que intervienen muchas variables	377
10.5. Otras aplicaciones de la ecuación del gas ideal Densidades de los gases y masa molar	379
Volúmenes de gases en la reacciones químicas	381
La química en acción. Tuberías de gas	382
10.6. Mezcla de gases y presiones parciales	383
Presiones parciales y fracciones molares	384
Obtención de gases sobre agua	385
10.7. Teoría cinética-molecular	386
Aplicación a las leyes de los gases	388
10.9. Efusión y difusión moleculares Una perspectiva más detallada. La ecuación del gas ideal	389
Ley de la refusión de Graham	390
Difusión y trayectoria libre media La química en acción. Separación de gases	392
10.10. Gases reales: desviaciones respecto al comportamiento ideal	393
Ecuación de van der Waals	394
Resumen y términos clave	397
Ejercicios	398
Ejercicios con el CD-ROM	405
11. Fuerzas Intermoleculares, Líquidos y sólidos	406
11.1. Comparación molecular de Líquidos y Sólidos	408
11.2. Fuerzas Intermoleculares	409
Fuerzas ion Fuerzas dipolo – dipolo	410
Fuerza de dispersión de London	411
Puente de hidrógeno	413
Comparación de fuerzas de intermoleculares Una perspectiva más detallada. Tendencias en los puentes de hidrógenos	416
11.3. Algunas propiedades de los Líquidos Viscosidad Tensión superficial	418
Viscosidad 419, Tensión superficial 420	
11.4. Cambios de Fase	419
Cambios de energía que acompañan los cambios de estado	420
Curvas de calentamiento	421
Temperatura y presión críticas	423
La química en acción. Extracción con fluidos supercríticos	424
11.5. Presión de Vapor Explicación de la presión de vapor en el nivel molecular	425

Volatilidad, presión de vapor y temperatura	
Presión de vapor y punto de ebullición	426
11.6. Diagramas de Fase	
Una perspectiva más detallada. La ecuación de Clausius-Clapeyron	427
Los diagramas de la fase para el H ₂ O y el CO ₂	429
11.7. Estructura de los Sólidos	
Celdas unitarias	430
La estructura cristalina del cloruro de sodio	432
Empaquetamiento compacto de esferas	434
11.8. Enlaces en los Sólidos	435
Una perspectiva más detallada. Difracción de rayos X por cristales	436
Sólidos moleculares	
Sólidos por red covalente	437
Sólidos iónicos	438
Una perspectiva más detallada. Buckybola	439
Sólidos metálicos	440
Resumen y términos clave	441
Ejercicios	442
Ejercicios con el CD-ROM	449
12. Materiales Modernos	450
12.1. Cristales Líquidos	
Tipos de fases líquido – Cristales	452
La química en acción. Pantallas de cristal líquido	455
12.2. Polímeros	
Polimerización por adición	456
Polimerización por condensación	457
Tipos de polímeros	
La química en acción. Reciclaje de plástico	458
Estructuras y propiedades físicas de los polímeros	459
Enlaces cruzados en los polímeros	460
La química en acción. Hacia el automóvil de plástico	462
12.3. Biomateriales	463
Características de los Biomateriales	
Biomateriales poliméricos	464
Ejemplos de aplicaciones de Biomateriales	465
12.4. Materiales Cerámicos	467
Procesamiento de materiales cerámicos	468
Materiales cerámicos compuestos	469
Aplicaciones de los materiales cerámicos	
12.5. Superconductividad	470
Óxidos cerámicos superconductores	471
Nuevos superconductores	472
12.6. Películas Delgadas	
La química en acción. Alcance las torres para telefonía celular	473
Usos de las películas delgadas	
Formación de películas delgadas	474
Resumen y términos clave	
La química en acción. Recubrimientos de diamante	476
Ejercicios	477

Ejercicios con el CD-ROM	483
13. Propiedades de las Disoluciones	484
13.1. El Proceso de Disolución	486
Cambios de energía y formación de la solución	487
Formación de soluciones, espontaneidad y desorden	489
Formación de la solución y reacciones químicas Una perspectiva más detallada. Hidratos	490
13.2. Disoluciones saturadas y solubilidad	491
13.3. Factores que afectan la solubilidad	
Interacciones soluto – disolvente	492
Química y vida. Vitaminas solubles en grasa y en agua	494
Efectos de presión	495
Química y vida. Gases de la sangre y buceo profundo	496
Efectos de la temperatura	497
Procedente en masa, ppm y ppb	498
Fracción molar, molaridad y molalidad	499
Conversión de unidades de concentración	500
13.5. Propiedades Coligativas	
Abatimiento de la presión de vapor	502
Una perspectiva más detallada. Soluciones ideales con dos o mas componentes volátiles	503
Elevación del punto de ebullición	504
Abatimiento de punto de congelación	506
Osmosis	507
Determinación de la masa molar	509
13.6. Coloides	
Una perspectiva más detallada. Propiedades coligativas de las disoluciones de electrolitos	511
Coloides hidrofílicos e hidrofóbicos	513
Eliminación de partículas coloidales	514
Química y vida. Anemia deperatocínica	515
Resumen y términos clave	517
Ejercicios	518
Ejercicios con el CD-ROM	523
14. Cinética Química	524
14.1. Factores que influyen en las Velocidades de Reacción	526
14.2. Velocidades de Reacción	527
Cambio de la velocidad con el tiempo	528
Velocidades de Reacción y geometría	530
14.3. Concentración y velocidad	
Una perspectiva más detallada. Uso de métodos espectroscópicos para medir velocidades de reacción	532
Exponentes de la ecuación de velocidad	533
Unidades de las constantes de velocidad	
Uso de las velocidades iniciales para determinar el orden de reacción en la ecuaciones de velocidad	535
14.4. Cambio de la concentración con el tiempo	
Reacciones de primer orden	537
Reacciones de segundo orden	539

Vida media	541
La química en acción. Bromuro de metilo en la atmósfera	542
14.5. Temperatura y velocidad Modelo de colisiones	543
Factor de orientación Energía de activación	544
Ecuación de Arrhenius	546
Como determinar la energía de activación	547
14.6. Mecanismos de reacción Pasos elementales Mecanismos de pasos múltiples	549
Ecuaciones de velocidad para pasos elementales	551
Ecuaciones de velocidad de mecanismos de pasos o etapas elementales	552
Mecanismo con un paso inicial	553
14.7. Catálisis	555
Catálisis homogénea	556
Catálisis heterogénea	557
Enzimas La química en acción. Convertidores catalíticos	559
Química y vida. Fijación de nitrógeno y nitrogena	561
Resumen y términos clave	563
Ejercicios	564
Ejercicios con el CD-ROM	573
15. Equilibrio Químico	574
15.1. Concepto de equilibrio	577
15.2. Constante de equilibrio	578
La química en acción. El proceso Haber	579
Magnitud de las constantes de equilibrio	582
Sentido de la ecuación química y K_{eq}	583
Otras formas de manipular ecuaciones químicas y valores de K_{eq}	584
Unidades de las constantes de equilibrio	
15.3. Equilibrios Heterogéneos	586
15.4. Cálculo de constante de equilibrio	588
15.5. Aplicación de las constantes de equilibrio	590
Predicción de la dirección de una reacción	591
Cálculo de concentraciones en equilibrio	592
15.6. Principio de la Chatelier Cambio de concentración de reactivos o de productos	594
Efecto de los cambios de volumen y presión	596
Efecto de los cambios de temperatura	598
Efecto de los catalizadores	601
La química en acción. Control de las emisiones de óxido nítrico	603
Resumen y términos clave	
Ejercicios	604
Ejercicios con el CD-ROM	611
16. Equilibrio Ácido – Base	612
16.1. Ácidos y bases : un breve repaso	
16.2. Ácidos y bases : Bronsted-Lowry	614

El ion H ⁺ en agua	
Reacciones de transferencia de protones	615
Pares conjugados ácidos – base	616
Fuerza relativa de ácidos – bases	618
16.3. Autodisociación el agua	
Producto iónico del agua	620
16.4. La escala pH	621
Otras escalas “p”	
Medición del pH	624
16.5. Ácido y bases fuertes	
Ácidos fuertes	625
Bases fuertes	626
16.6. Ácidos débiles	627
Cálculo de K _a a partir del pH	629
Cálculo del pH con base en K _a	630
Ácidos polipróticos 637	634
16.7. Bases débiles	636
Tipos de bases débiles	637
16.8. Relación entre K _a y K _b	639
La química en acción. Aminas y clorhidratos de amina	640
16.8. Propiedades ácido – base de soluciones salinas	
Capacidad de una unión para reaccionar con agua	641
Capacidad de una catión para reaccionar con agua	
Efecto combinado del catión y el anión en disolución	642
16.10. Comportamiento acido-base y estructura química	
Factores que influyen en la fuerza de los ácidos	644
Ácidos binarios	
Oxiácidos	645
Ácidos carboxílicos	647
16.11. Ácidos y Bases de Lewis	648
Química y vida. Comportamiento anfótero de los aminoácidos	649
Iones metálicos	650
Resumen y términos clave	652
Ejercicios	653
Ejercicios con el CD-ROM	659
17. Aspectos adicionales de los equilibrios acuosos	660
17.1. Efecto del ION común	662
17.2. Disoluciones amortiguadoras	
Acción y composición de las disoluciones amortiguadores	664
Capacidad amortiguadora y pH	666
Adición de ácidos o bases fuertes a disoluciones amortiguadores	668
Química y vida. La sangre como disolución amortiguadora	669
17.3. Titulaciones acido-base	
Titulaciones acido-base fuerte con base fuerte	671
Titulaciones acido débil con base fuerte	673
Titulaciones de ácidos politrópicos	677
17.4. Equilibrios de solubilidad	
Constante del producto de solubilidad K _{ps}	678
Solubilidad K _{ps}	679

17.5. Factores que afectan a la solubilidad	
Efecto del ion común	681
Una perspectiva más detallada. Limitaciones de los productos de solubilidad	682
Solubilidad y pH	683
Química y vida. Hundimiento	684
Formación de iones complejos	686
Química y vida. Caries dental y fluoruración	688
Anfoterismo	689
Capacidad amortiguadores	
17.6. Precipitación separación de iones	690
Precipitación selectiva de iones	691
17.6. Análisis cualitativo de los elementos metálicos	692
Resumen y términos clave	696
Ejercicios	697
Ejercicios con el CD-ROM	701
18. Química del Ambiente	702
18.1. La atmosfera de la tierra	704
Composición de la atmósfera	705
18.2. Las Regiones Exteriores de la atmosfera	
Fotodisociación	706
Fotoionización	707
18.3. El ozono en la atmosfera superior	708
Reducción de la capa de ozono	710
18.4. Química de la troposfera	711
Compuestos de azufre y lluvia ácida	712
Monóxido de carbono	713
Óxidos de nitrógeno y smog fotoquímico	715
Vapor de agua, dióxido de carbono y clima	716
Una perspectiva más detallada. El metano como gas de invernadero	717
18.5. El Océano Terrestre	
Agua de mar	718
Desalinización	719
18.6. Agua Dulce	720
Oxígeno disuelto y calidad del agua	721
Tratamiento de abastos municipales de agua	722
18.7. Química verde	
Una perspectiva más detallada. Ablandamiento de agua	723
Disolventes reactivos	724
Otros procesos	725
Purificación del agua	726
Resumen y términos clave	728
Ejercicios	729
Ejercicios con el CD-ROM	733
19. Termodinámica Química	734
19.1. Procesos espontáneos	736
Procesos reversibles e irreversibles	737
Una perspectiva más detallada. Reversibilidad y trabajo	738
19.2. Entropía y segunda ley de la termodinámica	

Expansión espontánea de un gas	740
Entropía	742
Relación de la entropía con la transferencia de calor y la temperatura	744
Segunda ley de la termodinámica	
Una perspectiva más detallada. Cambio de entropía de la expansión	745
Química y vida. Entropía y vida	747
19.3. Interpretación molecular de la entropía	748
Una perspectiva más detallada. Entropía, desorden y Ludwig Boltzman	750
19.4. Cambios de entropía en las reacciones químicas	753
Cambios de entropía del entorno	754
19.5. Energía libre de GIBBS	755
Cambios en la energía libre estándar	756
Una perspectiva más detallada. ¿Qué tiene de “libre” la energía libre?	757
19.6. Energía libre y temperatura	759
19.7. Energía libre y constante de equilibrio	761
Química y vida. Como impulsar las reacciones no espontáneas	765
Resumen y términos clave	767
Ejercicios	768
Ejercicios con el CD-ROM	775
20. Electroquímica	776
20.1. Reacciones de oxidación – reducción	778
20.2. Balanceo de ecuaciones de oxidación – reducción	779
Medias reacciones	
balanceo de ecuaciones por el método de medias reacciones	780
Balanceo de ecuaciones de reacciones que se llevan a cabo reacciones	783
20.3. Celdas voltaicas	784
Punto de vista molecular de los procesos de electrodo	787
20.4. Fem de celda	788
Potencias estándar de reducción (de media celda)	789
Agentes antioxidantes y reductores	794
20.5. Espontaneidad de las reacciones redox	796
Fem y cambio de energía libre	797
20.6. Efecto de la concentración en la Fem de celda	798
Ecuación de Nerst	799
Celdas concentración	801
Fem de celda y equilibrio químico	803
Química y vida. Latidos cardiacos y electrocardiografía	804
20.7. Baterías	805
Batería del plomo y ácido	806
Batería alcalina	
Batería de níquel y cadmio, níquel e hidruro metálico y ion litio	807
Celdas de combustible	808
20.8. Corrosión	
Corrosión del hierro	809
Como prevenir la corrosión del hierro	810
20.9. Electrólisis	812
Electrólisis de soluciones acuosas	813

Electrólisis con electrodos activos	815
Aspectos Cuantitativos de la Electrolisis	816
Trabajo eléctrico	817
Resumen y términos clave	820
Ejercicios	821
Ejercicios con el CD-ROM	829
21. Química Nuclear	830
21.1. Reactividad	
Ecuaciones nucleares	832
Tipos de desintegración radiactiva	833
21.2. patrones de estabilidad nuclear	
Relación de neutrones a patrones	835
Series radiactivas	
Observaciones adicionales	837
21.3. Tramitaciones nucleares	838
Uso de partículas nucleares con carga	
Uso de neutrones	839
Elementos transuránicos	
21.4. Velocidades de desintegración radiactiva	840
Fecha	841
Cálculos basados en la vida media	842
21.5. Detección de la radiactividad	844
Radiotrazadores	845
21.6. Cambios de energía en las reacciones nucleares	846
Energías nucleares de enlace	847
Química y vida. Aplicaciones medicas de los radiotrazadores	848
21.7. Fisión nuclear	850
Reactores nucleares	851
Una perspectiva más detallada. La aurora de la era atómica	852
21.8. Fusión nuclear	854
21.9. Efectos biológicos de la radiación	855
Radón	856
Química y vida. Radioterapia	857
Resumen y términos clave	859
Ejercicios	860
Ejercicios con el CD-ROM	865
22. Química de los no Metales	866
22.1. Conceptos generales: tendencias periódicas y reacciones químicas	868
22.2. Hidrogeno	
Isótopos de hidrogeno	871
Propiedades del hidrogeno	
Preparación de hidrogeno	872
Uso del hidrogeno	
Compuesto binario de hidrogeno	873
22.3. Grupo A: los gases nobles	
Compuestos de los gases nobles	875
22.4. Grupo B: los halógenos	876
Propiedades y preparación de los halógenos	877

Usos de los halógenos	878
Halógenos de hidrógeno	879
Interhalógenos	
Oxácidos y oxianiones	880
22.5. Oxígeno	
Propiedades del oxígeno	881
Preparación de oxígeno	
Usos del oxígeno	882
Ozono	
Óxidos	884
Peróxidos y súperperóxidos	885
22.6. Los Elementos del Grupo 6A: S, Se, Te, y Po	
Características generales de los elementos del grupo 6A	886
Presencia en la naturaleza y preparación de S, Se y Te	
Propiedades en la naturaleza y preparación del azufre, selenio y telurio	887
Sulfuros	888
Oxiácidos y oxianiones y oxianiones de azufre	
Propiedades del nitrógeno	889
22.7. Nitrógeno	890
Preparación y usos del nitrógeno	891
Compuestos hidrogenados de nitrógeno	892
Óxidos y Oxiácidos de nitrógeno	893
Química y vida. Nitritos en los alimentos	894
22.8. Los otros elementos del grupo 5A: P, As, Sb y Bi	
Características generales de los elementos del grupo 5A	895
Presencia en la naturaleza, obtención y propiedades del fósforo	
Halogenuros del fósforo	896
Oxicompuestos del fósforo	897
22.9. Carbono	
Formas elementales de carbono	900
Química y vida. Arsénico en el agua potable	
Óxidos de carbono	901
La química en acción. Fibras de carbono y materiales compuestos	902
Ácido carbónico y carbonato	903
Carburos	904
Otros compuestos inorgánicos de carbono	
22.10. Los otros elementos del grupo 4A: Si, Ge, Sn y Pb	905
Características generales de los elementos del grupo 4A	
Presencia en la naturaleza y preparación del silicio	
Silicatos	906
Vidrio	908
Silicones	
22.11. Boro	909
Resumen y términos clave	911
Ejercicios	913
Ejercicios con el CD-ROM	917
23. Metales y Metalurgia	918
23.1. Presencia de los metales y su distribución en la naturaleza	920

Minerales	
Metalurgia	921
23.2. Pirometalurgia	922
Pirometalurgia del hierro	923
Formación del acero	924
23.3. Hidrometalurgia	
Hidrometalurgia del aluminio	925
23.4. Electrometalurgia	
Electrometalurgia del sodio	926
Electrometalurgia del aluminio	927
Electrorrefinación del cobre	
Una perspectiva más detallada. Charles M. Hall	928
23.5. El enlace metálico	
Propiedades físicas de los metales	930
Modelo del mar de electrones para los enlaces metálicos	
Modelos de orbitales moleculares para los metales	931
Una perspectiva más detallada. Aislantes y semiconductores	932
23.6. Aleaciones	933
Compuestos intermetálicos	
Una perspectiva más detallada. Aleaciones con memoria de forma	935
23.7. Metales de Transición	
Propiedades físicas	936
Configuraciones electrónicas y estado de oxidación	937
Magnetismo	939
23.8. Química de algunos metales de transición	
Cromo	940
Hierro	
Cobre	941
Resumen y términos clave	943
Ejercicios	944
Ejercicios con el CD-ROM	947
24. Química de los Compuestos de Coordinación	948
24.1. Complejos metálicos	
El desarrollo de la química de coordinación: teoría de Werner	950
Enlace metaligando	
Cargas, números de coordinación y geometría	952
24.2. Ligandos con mas de un átomo donador	954
Metales y quelatos en los organismos vivos	956
24.3. Nomenclatura de la química de coordinación	960
24.4. Isomería	961
Isomería estructural, Estéreoisomería	962
24.5. Color y magnetismo	
Color	966
Magnetismo	
24.6. Teoría del Campo Cristalino	968
Configuración electrónica en complejos octaédricos	971
Complejos tetraédricos y cuadrados planos	972
Resumen y términos clave	975
Ejercicios	976

Ejercicios con el CD-ROM	981
25. Química de la vida: química Orgánica y biológica	982
25.1. Algunas características generales de las moléculas orgánicas	
Estructuras de las moléculas orgánicas	984
Estabilidad de las sustancia orgánicas	
Estabilidad y propiedades acido-base de las sustancia orgánicas	985
25.2. Introducción a los hidrocarburos	986
25.3. Alcanos	987
Estructuras de los alcanos	
Isómeros estructurales	988
Nomenclatura de los alcanos	989
Cicloalcanos	
La química en acción. Gasolina	992
Reacciones de los alcanos	
25.4. Hidrocarburos insaturados	994
Alquenos	
Alquinos	996
Reacciones de adición de alquenos y alquinos	997
Mecanismo de las reacciones de adición	
La química en acción. Descubrimientos accidental del Teflón Mr	998
Hidrocarburos aromáticos	1000
25.5. Grupos funcionales: alcoholes y éteres	
Una perspectiva más detallada. Estabilización aromática	1001
Alcoholes (R-OH)	1003
Éteres (R-O-R')	
25.6. Compuestos con un grupo carbonio	1004
Aldehídos (R-C-H) y Cetonas (R-C-R')	
Ácidos carboxílicos (R-C-OH)	1005
Éteres (R-C-O-R')	1007
Aminas y amidas	
25.7. Quiralidad en química orgánica	1009
25.8. Introducción a la bioquímica	1001
25.9. Proteínas	
Aminoácidos	1012
Polipéptidos y proteínas	1013
Estructura de las proteínas	1015
Química y vida. Orígenes de la Quiralidad en los sistemas vivos	1016
Carbohidratos	1017
Disacáridos	1018
Polisacáridos	1019
25.11. Ácidos nucleares	1020
Resumen y términos clave	
Estrategias en química. ¿Qué sigue ahora?	1025
Ejercicios	1026
Ejercicios con el CD-ROM	1033
Apéndices	
A. Operaciones matemáticas	1034
B. Propiedades del agua	1040
C. Magnitudes termodinámicas de una selección de sustancias a	1041

298.15K (25° C)	
D. Constantes de equilibrio en disoluciones acuosas	1044
E. Potenciales estándar de reducción a 25° C	1046
Respuestas a los ejercicios seleccionados	A-1
Glosario	G-1
Créditos de fotografías	P-1
Índice	I-1