

INDICE

Prefacio	XIX
Recorrido guiado	XXIII
Un paquete completo de suplementos para el instructor y el estudiante	XXX
Sobre le autor y los consultores	XXXII
Agradecimientos	XXXIV
1 Conceptos clave par el estudio de la química	1
1.1. Algunas definiciones fundamentales	
Las propiedades de la materia	3
Los tres estados de la materia	4
La importancia de la energía en el estudio	6
1.2. Artes químicas y los orígenes de la química moderan Tradicionales prequímica	8
El fiasco del flogisto y le impacto de Lavoisier	10
1.3. El enfoque científico: desarrollo de un modelo	11
1.3. Solución de problemas de química	
Unidades y factores de conversión en cálculos	13
Un criterio sistemático para resolver problemas de química	15
1.4. Mediciones en el estudio científico	
Características generales de las unidades SI	17
Algunas unidades SI importantes en la química	18
1.6. Incertidumbre en las mediciones: cifras significativas	26
Determinación de cuales dígitos son significativos	27
Como trabajar con cifras significativas en cálculos	28
Precisión, exactitud y calibración instrumental	30
Conexiones químicas	
Solución de un problema químico en el mundo real	32
Perspectiva del capitulo y objetivos de aprendizaje	33
Para revisión y referencia	34
Problemas	35
2 Los componentes de la materia	41
2.1. Elementos, compuestos y mezclas: un enfoque atómico	42
2.2. Observaciones que llevaron a un enfoque atómico de la materia	44
Conservación de la masa	
Composición definida	45
Proporciones múltiples	47
2.3. Teoría atómica de Dalton	
Postulados de la teoría atómica	48
Como explica la teoría las leyes de la masa	
Primer cuestionamiento de la teoría: masas relativas de los átomos	49
2.4. Observaciones que llevaron al modelo atómico nuclear	
Descubrimiento del electrón y sus propiedades	50
Descubrimiento del núcleo atómico	52
2.5. Teoría atómica actual	
Estructura del átomo	54
Numero atómico, numero de masa y símbolos atómicos	
Isótopos y masas atómicas de los elementos	55

Herramientas de laboratorio químico	
Espectrometría de masas	57
Una revelación moderna de la teoría atómica	
2.6. Elementos: una primera mirada a la tabla periódica	59
2.7. Compuestos: introducción a los enlaces	62
Formación de compuestos iónicos	63
Formación de compuestos covalentes	65
Iones poliatómicos: enlaces covalentes entre iones	
2.8. Compuestos: formulas, nombres y masas	66
Algunas recomendaciones sobre el aprendizaje de nombres y formulas	67
Nombres formulas de compuestos iónicos	68
Nombres formulas de compuestos covalentes binarios	73
Masas moleculares a partir de formulas químicas	74
2.9. Mezclas: clasificación y separación	76
Galerías: representación de moléculas	77
Herramientas de laboratorio químico	
Técnicas de separación básicas	78
Perspectivas del capítulo y objetivos de aprendizaje	80
Para revisión y referencia	81
Problemas	82
3 Estequiometría de relaciones moles-masa-numero en sistemas químicos	89
3.1. El mol	
Definición del mol	90
Masa molar	92
Conversión de moles, masa y números de especies químicas	93
Masa porcentual de una formula química	96
3.2. Determinación de la formula de un compuesto desconocido	
Formulas empíricas	98
Formulas moleculares	99
Análisis de combustión	101
Las formulas químicas y las estructuras de las moléculas	103
3.3. Escritura y balanceo de reacciones químicas	104
3.4. Calculo de las cantidades de reactivos y productos	108
Proporciones molares estequiométricamente equivalentes a partir de la ecuación balanceada	109
Reacciones químicas secuenciales	111
Reacciones químicas que implican un reactivo limitante	113
Reacciones químicas en la práctica: rendimientos teórico, real y porcentual	115
3.5. Fundamentos de Estequiometría de soluciones	
Expresión de la concentración en términos de molaridad	117
Conversiones de numero de partículas-moles-masa en soluciones	118
Preparación de soluciones molares en laboratorio	119
Estequiometría de Reacciones químicas en solución	121
Perspectiva del capítulo y objetivos de aprendizaje	123
Para revisión y referencia	124
Problemas	126
4 Clases principales de reacciones químicas	135

4.1. La función del agua como disolvente La solubilidad de los compuestos iónicos	136
La naturaleza polar del agua	138
4.2. Reacciones de precipitación y reacciones ácido-base La fuerza de conducción para varias reacciones iónicas acuosas Escrituras de ecuaciones para reacciones iónicas acuosas	141
Reacciones de precipitación	143
Reacciones ácido-base	144
4.3. Reacciones de oxidación-reducción (redox) Procesos redox en la formación de compuestos iónicos y covalentes	150
Alguna terminología redox esencial Uso de los números de oxidación para monitorear el movimiento de la carga electrónica	151
Balanceo de ecuaciones redox	154
Titulaciones redox	156
4.4. Conteo de reactivos y productos en procesos de precipitación, ácido-base y redox Reacciones de combinación	158
Reacciones de descomposición	161
Reacciones de desplazamiento	162
4.5. Reacciones reversibles: una combinación al equilibrio químico	166
Perspectiva del capítulo y objetivos de aprendizaje	168
Para revisión y referencia	169
Problemas	170
5 Los gases y la teoría cinético-molecular	179
5.1. Una perspectiva de los estados físicos de la materia	180
5.2. La presión de los gases y como se mide Aparatos de laboratorio que miden la presión de un gas	182
Unidades de presión	184
5.3. Las leyes de los gases y su fundamento experimental	185
La ley de Boyle: la relación entre volumen y presión	186
La ley de Charles: la relación entre volumen y la temperatura	187
La ley de Avogadro: la relación entre volumen y cantidad El comportamiento de los gases en condiciones estándar	189
La ley del gas ideal	190
Solución de problemas de las leyes de los gases	191
5.4. Otras aplicaciones de la ley del gas ideal La densidad de un gas	194
La masa molar de un gas	196
La presión parcial de un gas en una mezcla de gases	197
5.5. La ley del gas ideal y estequiometría de reacción	200
5.6. La teoría cinético-molecular explica las leyes de los gases Efusión y difusión	207
El mundo caótico de los gases: ruta media libre y frecuencia de colisión	208
5.7. Gases reales: desviaciones del comportamiento de colisión	209
Conexiones químicas Química en la ciencia planetaria. La estructura y composición de la atmósfera terrestre	210
Efectos de las condiciones extremas en el comportamiento de los gases	213

Replanteamiento de la ley del gas ideal: la ecuación de van deer Waals	215
Perspectiva del capítulo y objetivos de aprendizaje Para revisión y referencia	216
Problemas	218
6 Termoquímica. Flujo de energía y cambio químico	227
6.1. Formas de energía y su interconversión El sistema y sus alrededores	228
Flujo de energía hacia y de un sistema Calor y trabajo: dos formas de transferencia de energía	229
Ley de la conservación de la energía Unidades de energía	232
Funciones de estado y la independencia de la ruta en el cambio de energía	233
6.2. Entalpía: calores de reacción y cambios químicos El significado de entalpía	234
Comparación de ΔE y ΔH	235
Procesos endotérmicos y exotérmicos	236
Algunos tipos importantes de cambio de entalpía Cambios en la fuerza de enlace, o ¿de dónde proviene el calor de la reacción?	237
6.3. Calorimetría: medición de calores de reacción en el laboratorio Capacidad calorífica específica	240
Práctica de la calorimetría	241
6.4. Estequiometría de las ecuaciones termoquímicas	244
6.5. Ley de Hess de suma de calor	245
6.6. Calores estándar de reacción	247
Ecuaciones de formación y sus cambios de entalpía estándares Determinación del $\Delta H^\circ_{\text{reac}}$ a partir de los valores de ΔH°_f de reactivos y productos	248
Conexiones químicas Química en la ciencia ambiental: el futuro de la energía	251
Perspectiva del capítulo y objetivos de aprendizaje Para revisión y referencia	253
Problemas	254
7 Teoría cuántica y estructura atómica	255
7.1. La naturaleza de la luz	263
La naturaleza ondulatoria de la luz	264
La naturaleza corpuscular de la luz	265
7.2. Espectros atómicos	268
El modelo de Bohr para el átomo de hidrógeno	271
Limitaciones del modelo de Bohr	272
Los estados de energía de átomo de hidrógeno	273
7.3. la dualidad onda-partícula de la materia y la energía	274
Herramientas de laboratorio químico Espectrofotometría en análisis químico	275
La naturaleza ondulatoria de los electrones y la naturaleza corpuscular de los fotones	276
El principio de incertidumbre de Heisenberg	278
	280

7.4. El modelo mecánico-cuántico del átomo	
El orbital atómico y la probable localización del electrón	282
Números cuánticos de un orbital atómico	283
Las formas de los orbitales atómicos	286
Niveles de energía del átomo de hidrogeno	289
Perspectiva del capítulo y objetivos de aprendizaje	
Para revisión y referencia	290
Problemas	291
8 Combinación electrónica y periodicidad química	297
8.1. Desarrollo de la tabla periódica	298
8.2. Características de átomos con muchos electrones	
El número cuántico de espín del electrón	299
El principio de exclusión	300
Efectos electrostáticos y la división de los niveles de energía	301
8.3. El modelo mecánico-cuántico y la tabla periódica	
Construyendo los periodos 1 y 2	304
Construyendo el periodo 3	307
Configuraciones electrónicas dentro de grupos	
El primer orbital d en las series de transición; construyendo del periodo 4	308
Principios generales de las configuraciones electrónicas	310
Patrones complejos: los elementos de transición y transición interna	312
8.4. Tendencias en algunas propiedades periódicas atómicas clave	
Tendencias en el tamaño	314
Tendencias en la energía de ionización	317
Tendencias en la afinidad electrónica	320
8.5. La conexión entre la estructura atómica y la reactividad química	
Tendencias en el comportamiento metálico	322
Propiedades de los iones monoatómicos	324
Perspectiva del capítulo y objetivos de aprendizaje	330
Para revisión y referencia	331
Problemas	332
9 Modelos del enlace químico	337
9.1. Propiedades atómicas y enlaces químicos	
Tipos de enlace químico	338
Símbolos de Lewis electrón-punto: representación de los átomos en el enlace químico	340
9.2. El modelo enlace iónico	341
Consideraciones energéticas en el enlace iónico: la importancia de la energía de cristalización	342
Tendencias periódicas de la energía de cristalización	344
Como el modelo explica las propiedades de los compuestos iónicos	246
9.3. El modelo de enlace covalente	
La formación de un enlace covalente	347
Las propiedades de un enlace covalente: la energía de enlace y la longitud de enlace	349
Como el modelo explica las propiedades de los compuestos covalentes	351
9.4. Entre los extremos: la electronegatividad y la polaridad de enlace	353

Electronegatividad	
Herramientas de laboratorio Químico: Espectroscopia de infrarrojo	354
Enlace covalentes polares y polaridad de enlace	356
El carácter iónico parcial de los enlaces covalentes polares	357
La continuidad del enlace a los largo de un periodo	358
9.5. una introducción al enlace metálico	
El modelo del mar de electrones	360
Como el modelos explica las propiedades de los metales	
Perspectiva del capitulo y objetivos de aprendizaje	362
Para revisión y referencia	
Problemas	363
10 Las formas de las moléculas	367
10.1. Representación de moléculas e iones con estructuras de Lewis	
Uso de la regla del octeto para escribir las estructuras de Lewis	368
Resonancia: deslocalización del par de electrones de enlace	372
Carga formal: selección de la mejor estructura resonante	374
Estructuras de Lewis para excepciones de la regla del octeto	375
10.2. Uso de las estructuras de Lewis para excepciones ya las energía de enlace para calcular los calores de reacción	378
10.3. Teoría de repulsión del par electrónico de la capa de valencia (RPECV) y al forma molecular	381
Ordenamientos de grupos de electrones y formas moleculares	
La forma molecular con dos grupos de electrones (arreglo lineal)	382
Formas moleculares con tres grupos de electrones (arreglo trigonal planar)	383
Formas moleculares con cuatro grupos de electrones (arreglo tetraédrico)	384
Formas moleculares con cinco grupos de electrones (arreglo bipiramidal trigonal)	385
Formas moleculares con seis grupos de electrones (arreglo octaédrico)	386
Uso de la teoría RPECV para determinar la forma molecular	387
Las formas moleculares con mas de un átomo central	389
Galería: belleza molecular: formas raras con funciones útiles	390
10.4. Forma molecular y plagiad molecular	
Polaridad de enlace, ángulo de enlace y momento bipolar	391
El efecto de la polaridad molecular en el comportamiento	393
Conexiones químicas	
La química en la fisiológica: forma molecular, receptores biológicos y el sentido del olfato	394
Perspectiva del capitulo y objetivos de aprendizaje	395
Para revisión y referencia	396
Problemas	398
11 Teorías del enlace covalente	403
11.1. Teoría de enlace valencia (EV) y la hidratación de los orbitales	
Los temas centrales de la teoría EV	404
Tipos de orbitales híbridos	405
11.2. La manera en que se traslapan los orbitales y los tipos de enlace covalente	412
El tratamiento de la EV para loe enlaces sencillos y múltiples	

Traslape de orbitales y rotación molecular	414
11.3. Teoría de orbitales moleculares (OM) y deslocalización de electrones	415
Los temas centrales de la teoría OM	
Moléculas diatómicas homonucleares de los elementos del periodo 2	418
Descripción de OM de algunas moléculas diatómicas heteronucleares	422
Las descripciones de OM para el ozono y el benceno	423
Perspectiva del capítulo y objetivos de aprendizaje	424
Para revisión y referencia	425
Problemas	426
12 Fuerzas intermoleculares. Líquidos, sólidos y cambios de fase	429
12.1. Una visión general de los estados físicos y cambios de fase	430
12.2. Aspectos cuantitativos de los cambios de fase	
Calor involucrado en los cambios de fase: una aproximación a la cinética molecular	433
El equilibrio natural de los cambios de fase	435
Diagramas de fase: el efectos de la presión y la temperatura sobre el estado físico	440
12.3. Tipos de fuerzas intermoleculares	
Fuerzas ion-dipolo	442
Fuerzas dipolo-dipolo	
Enlace por puente de hidrogeno	444
Polarizabilidad y fuerzas carga-dipolo inducido	
Fuerzas de dispersión (London)	446
12.4. Propiedades del estado líquido	448
Tensión superficial	
Capilaridad	449
Viscosidad	450
Galería: propiedades de los líquidos	451
12.5. La singularidad del agua	
Propiedades de disolvente del agua	452
Propiedades térmicas del agua	
Propiedades de superficie del agua	
Densidad del agua sólida y líquida	453
12.6. El estado sólido: estructura, propiedades y enlaces	
Características estructurales de los sólidos	455
Herramientas del laboratorio Químico: análisis de la difracción de rayos X y microscópica del túnel explorador	461
Tipos y propiedades de los sólidos cristalinos	462
Sólidos amorfos	
Enlace en los sólidos: teoría de bandas de los orbitales moleculares	466
12.7. Materiales de vanguardia	
Materiales electrónicos	469
Cristales líquidos	472
Materiales cerámicos	474
Nanotecnología: manufactura de maquinas lo mas pequeñas posible	477
Perspectiva del capítulo y objetivos de aprendizaje	479
Para revisión y referencia	480
Problemas	481

13 Las propiedades de las mezclas: Soluciones y coloides	489
13.1. Tipos de soluciones: fuerzas intermoleculares y la predicción de la solubilidad	490
Fuerzas intermoleculares en solución	491
Las soluciones líquidas y el papel de la polaridad molecular	492
Conexiones químicas	
La química en la farmacología: cómo trabajan los antibióticos	496
Soluciones gaseosas y soluciones sólidas	497
13.2. Cambios de energía en el proceso de disolución	
Calores de solución y ciclos de solución	498
Calores de hidratación: sólidos iónicos en agua	499
El proceso de disolución y la tendencia hacia el desorden	501
13.3. La solubilidad como un proceso de equilibrio	502
Efecto de la temperatura sobre la solubilidad	503
Efecto de la presión sobre la solubilidad	505
13.4. Maneras cuantitativas de expresar la concentración	506
Molaridad y molalidad	507
Partes de soluto por partes de solución	508
Conversión de unidades de concentración	510
13.5 Propiedades coligativas de las soluciones	511
Propiedades coligativas de las soluciones de no electrolitos no volátiles	512
Uso de las propiedades coligativas para encontrar la masa molar del soluto	517
Galería: propiedades coligativas en la industria	518
Propiedades coligativas en soluciones de no electrolitos volátiles	520
Propiedades coligativas en soluciones de electrolitos	521
13.6. La estructura y las propiedades de los coloides	522
Conexiones químicas	
La química en ingeniería sanitarias: soluciones y coloides en la purificación de agua	525
Perspectiva del capítulo y objetivos de aprendizaje	527
Para revisión y referencia	528
Problemas	530
Inter-capítulo Una perspectiva de las propiedades de los elementos	539
Tema 1 Las propiedades atómicas clave	540
Tema 2 Características de los enlaces químicos	542
Tema 3 Comportamiento metálico	544
Tema 4 Comportamiento ácido-base de los óxidos de los elementos	545
Tema 5 Comportamiento redox de los elementos	546
Tema 6 Estados físicos y cambios de estado	548
14 Patrones periódicos en los grupos principales de elementos: enlace, estructura y reactividad	551
14.1. Hidrógeno, El átomo más sencillo	
¿Dónde está ubicado el hidrógeno en la tabla periódica?	552
Aspectos sobresalientes de la química del hidrógeno	553
14.2. Tendencias a través de la tabla periódica: los elementos del período 2	554

14.3. Grupo 1 A(1): los metales alcalinos ¿Por qué los metales alcalinos son blandos, de bajos puntos de fusión y ligeros? ¿Por qué los metales alcalinos son tan reactivos?	555
El comportamiento anómalo de litio	560
14.4. Grupo 2 A(2): los metales alcalinotérreos ¿Cómo se comparan las propiedades físicas de los metales alcalinos y alcalinotérreos?	561
El comportamiento anómalo del berilio Relaciones diagonales: litio y magnesio mirando hacia atrás y hacia delante Grupos 1 A(1), 2 A(2) y 3 A(13)	564
14.5. Grupo 3 A (13): la familia del boro ¿Cómo los elementos de transición influyen las propiedades del grupo 3A (13)? ¿Qué nuevas características aparecen en las propiedades químicas del grupo 3 ^a (13)?	565
Aspectos sobresaliente de la química del boro	569
Relaciones diagonales: berilio y aluminio	
14.6. Grupo 4A(14) la familia del carbono ¿Cómo afecta el enlace en un elemento las propiedades físicas?	571
¿Cómo cambia el tipo de enlace en los compuestos del grupo 4A (14)? Aspectos sobresalientes de la química del carbono	575
Aspectos sobresalientes de la química del silicio	577
Galería: minerales de silicatos y polímeros de silicona	578
Relaciones diagonales: boro y silicio Mirando hacia atrás y hacia delante: grupos 3A (13), 4A (14) y 5A (15)	581
14.7. Grupo 5A (15): la familia del nitrógeno ¿Qué explica el amplio intervalo de comportamiento físico en el grupo 5A (15)? ¿Qué patrones aparecen en el comportamiento físico en el grupo 5A (15)?	582
Aspectos sobresalientes de la química del nitrógeno	586
Aspectos sobresalientes de la química del fósforo: óxidos y oxiácidos	589
14.8. Grupo 6A (16): la familia del oxígeno ¿Cómo se compara físicamente las familias del oxígeno y del nitrógeno? ¿Cómo se compara químicamente las familias del oxígeno y del nitrógeno?	590
Aspectos sobresalientes de la química del oxígeno: intervalo de propiedades de los óxidos Aspectos sobresalientes de la química de la química del azufre: óxidos, oxiácidos y sulfuros	595
Mirando hacia atrás y hacia adelante: Grupo 5A(15), 6A(16) 7A(17)	
14.9. Grupo 7A(17): los halógenos ¿Qué explica el cambio regular en las propiedades físicas de los halógenos? ¿Por qué los halógenos son tan reactivos?	597
Aspectos sobresalientes de la química de los halógenos	601

14.10. Grupo 8A (18): Los gases nobles ¿Cómo pueden formar compuestos los gases nobles? Mirando hacia atrás y adelante: Grupos 7A(17), 8A(18) y 1A(1)	604
Perspectiva del capítulo y objetivos de aprendizaje Para revisión y referencia	606
Problemas	607
15 Los compuestos orgánicos y las propiedades atómicas del carbono	65
15.1. La naturaleza especial del carbono y las características de las moléculas orgánicas	616
La complejidad estructural de las moléculas orgánicas	617
La diversidad química de las moléculas orgánicas	618
15.2. las estructuras y clases de hidrocarburos Esqueletos de carbono y enlaces de hidrógeno	619
Alcanos: hidrocarburos con enlaces sencillos únicamente	622
Isomerismo constitucional y las propiedades físicas de los alcanos	625
Moléculas quirales e Isomerismo óptico	626
Alquenos: hidrocarburos con dobles enlaces	627
Conexiones químicas Química en la fisiología sensorial: isómeros geométricos y la química de la visión	629
Alquinos: hidrocarburos con triples enlaces	630
Hidrocarburos aromáticos: moléculas cíclicas con electrones deslocalizados	631
Variaciones sobre un tema: hidruros inorgánicos catenados	632
15.3. algunas clases de reacciones orgánicas importantes Tipos de reacciones orgánicas	633
Herramientas de laboratorio químico: espectroscopia de resonancia magnética nuclear (RMN)	634
El proceso redox en las reacciones orgánicas	637
15.4. Propiedades y relatividad de grupos funcionales comunes Grupos funcionales con enlaces sencillos	638
Grupos funcionales con dobles enlaces	643
Grupos funcionales con ambos tipos de enlaces sencillos y enlaces dobles	646
Grupos funcionales con enlace triple	651
15.5. Tema I. Monómero-polímero: macromoléculas sintéticas Polímeros de adición Polímeros de condensación	653
15.6. Tema II. Monómero-polímero: macromoléculas biológicas	655
Azúcares y polisacáridos	656
Los aminoácidos y las proteínas	657
Nucleótidos y ácidos nucleicos	662
Perspectiva del capítulo y objetivos de aprendizaje Para revisión y referencia	666
Problemas	667
16 Cinética: velocidad y mecanismos de las reacciones químicas	677
16.1. factores que afectan la velocidad de reacción	679
16.2. Expresión de la velocidad de reacción	681

Velocidades de reacción promedio, instantánea e inicial	682
Expresión de la velocidad en términos de concentraciones de reactivos y productos	684
16.3. La ley de velocidad y sus componentes	
Determinación de la velocidad inicial	686
Terminología de reacción del orden de reacción	687
Herramientas de laboratorio químico: medición de las velocidades de reacción	688
Determinación de los ordenes de reacción	690
Determinación de la constante de velocidad	692
16.4. Leyes de velocidad integrada: cambios de concentración contra tiempo	693
Leyes de velocidad integradas para reacciones de primero y segundo orden	
Determinación del orden de reacción a partir de la ley de velocidad integrada	694
Vida media de una reacción	695
16.5. El efecto de la temperatura sobre la velocidad de reacción	698
16.6. Explicación de los efectos de la concentración temperatura	
Teoría de la colisión: base de la ley de la velocidad	700
Teoría del estado de transición. La naturaleza molecular del estado activado	703
16.7. Mecanismos de reacción: pasos en una reacción completa	706
Reacciones elementales y molecularidad	707
El paso determinante de velocidad de un mecanismo de reacción	708
Correlación del mecanismo de reacción con la ley de velocidad	709
16.8. Catálisis: aceleración de una reacción química	712
Catálisis homogénea	
Catálisis heterogénea	713
Conexiones químicas	
Química en la ciencia atmosférica: disminución de la capa de ozono de la tierra	715
Conexiones químicas	
Química en enzimología: cinética y función de catalizadores biológicos	716
Perspectiva del capítulo y objetivos de aprendizaje	718
Para revisión y referencia	719
Problemas	720
17 Equilibrio: el enlace de las reacciones químicas	729
17.1. La naturaleza dinámica del estado de equilibrio	730
17.2. El cociente de reacción y la constante de equilibrio	732
Escritura del cociente de reacción	733
Variaciones e la forma del Escritura del cociente de reacción	734
17.3. expresión de equilibrios en unidades de presión: la relación entre K_c y K_p	739
17.4. Dirección de la reacción: comparación de Q y K	741
17.5. Como resolver problemas de equilibrio	
Uso de cantidades para determinar la constante de equilibrio	742

Uso de la constante de equilibrio para determinar cantidades	745
17.6. Condiciones de reacción y el estado de equilibrio. El principio de Le Chatelier	751
El efecto el cambio de concentración	752
El efecto de un cambio en presión (volumen)	754
El efecto de un cambio en temperatura	755
La falta de efecto de un catalizador	757
Conexiones químicas La química en la producción industrial: El proceso de hacer de la síntesis de amoníaco	758
Conexiones químicas La química en el metabolismo celular: diseño y control de un ruta metabólica	760
Perspectiva del capítulo y objetivos de aprendizaje	761
Para revisión y referencia	762
Problemas	763
18 Equilibrios acido-base	771
18.1. Los cados y las bases en agua	773
Liberación protón/hidróxido y la definición clásica acido-base Variación en la fuerza acida: la constante de disociación de los ácidos	774
Clasificación de las fuerza relativa de ácidos y bases	777
18.2. Autoionización del agua y la escuela de pH La naturaleza del equilibrio de la Autoionización: la constante del producto iónico del agua, Kw	779
Expresión de a concentración del ion hidronios: la escala de pH	780
18.3. Transferencia de protones y la definición acido-base de Bronsted-Lowry	783
El par conjugado acido-base	784
Fuerza relativa y la dirección neta de la reacción	785
18.4. Resolución de problemas que implican equilibrios acido débil	787
Encontrar la Ka dadas las concentraciones	788
Encontrar dadas las concentraciones la Ka	790
El efecto de la concentración sobre la extensión de la disociación acida El comportamiento de ácidos polipróticos	791
18.5. Bases débiles y su relación con los ácidos débiles Moléculas como bases: amoníaco y las animas	794
Aniones de ácidos débiles como bases	796
La relación entre Ka y Kb de un par juzgado	797
18.6. Propiedades moleculares y fuerza acida Tendencias en la fuerza acida de oxiácidos Acidez de iones metálicos hidratados	800
18.7. Propiedades acido-base de soluciones salinas	801
Sales que producen soluciones neutras Sales que producen soluciones acidas Sales que producen soluciones básicas	802
Sales compuestas de cationes de ácidos débiles y aniones de bases débiles	804
18.8. Generalización del concepto de Bronsted-Lowry: el efecto de nivelación	805

18.9. Donación del par electrónico y la definición acido-base de Lewis Moléculas como ácidos de Lewis	806
Cationes metálicos como ácidos de Lewis	808
Una visión general de las definiciones acido-base Perspectiva del capítulo y objetivos de aprendizaje	809
Para revisión y referencia	811
Problemas	812
19 Equilibrios iónicos en sistemas acuosos	821
19.1. Equilibrios de sistemas amortiguadores acido-base	822
Como funciona una solución amortiguadora: el efecto del ion común	823
La ecuación de Henderson-Hasselbalch	827
Capacidad e intervalo del amortiguador	828
Preparación de un amortiguador	829
19.2. Curvas de titulación acido-base Indicadores acido-base y la medición del pH	831
Curvas de titulación acido-base fuerte	832
Curvas de titulación acido débil-base fuerte	835
Curvas de titulación base débil- acido fuerte Curvas de titulación para ácidos polipróticos	838
19.3. Equilibrios de compuestos iónicos ligeramente solubles La expresión de producto iónico (Qps) y la constante de producto de solubilidad (Kps)	840
Cálculos que implican la constante del producto de solubilidad	843
El efecto de un ion común sobre la solubilidad	845
El efecto del pH sobre la solubilidad	846
Conexiones química La química y la geología: creación de una caverna de piedra caliza	848
Pronóstico de la formación de un precipitado: Qps contra Kps	849
Conexiones químicas La química en la ciencia ambiental: el problema de la lluvia ácida	850
19.4. Equilibrios que implican iones complejos Formación de iones complejos	852
Los iones complejos y la solubilidad de los precipitados	854
iones complejos de hidróxidos anfotéricos	855
19.5. Aplicación de equilibrios iónicos al análisis químico Precipitación selectiva	857
Análisis cualitativo: identificación de iones en mezclas selectivas	858
Perspectiva del capítulo y objetivos de aprendizaje	863
Para revisión y referencia	864
Problemas	865
20 Termodinámica: Entropía, energía libre y la dirección de las reacciones químicas	873
20.1. La segunda ley de la termodinámica: predicción del cambio espontáneo	874
Limitaciones de la primera ley de la termodinámica	875
El signo de ΔH no puede predecir el cambio espontáneo	876
La tendencia hacia el desorden	877
Entropía y la segunda ley de la termodinámica Entropías molares estándar y la tercera ley	879

20.2. Calculo del cambio de entropía de una reacción La entropía estándar de reacción, ΔS°_{reacc}	884
Cambios de entropía en los alrededores: la otra parte del total	885
El cambio de entropía y le estado de equilibrio	887
Conexiones química Química en biología: ¿los seres vivos obedecen las leyes de la termodinámica?	888
Reacciones exotérmicas y endotérmicas espontáneas: un resumen	889
20.3. Entropía, energía libre y trabajo Cambio de energía libre y espontaneidad de reacción	890
Calculo de los cambios de energía libre estándar	891
El significado del AG: el trabajo máximo que puede realizar un sistema	893
El efecto de la temperatura sobre la espontaneidad de reacción	895
Reacciones acopladas para activar un cambio no espontáneo	897
Conexiones químicas Química en la energética biológica: la función universal del ATP	898
20.4. Energía libre, equilibrio y dirección de reacción	899
Perspectiva del capítulo y objetivos de aprendizaje	903
Para revisión y referencia	904
Problemas	905
21 Electroquímica: cambio químico y trabajo eléctrico	911
21.1. Semirreacciones y celdas electroquímicas Una revisión rápida de los conceptos de oxidación-reducción	912
Método de la semirreacción para balancear reacciones redox	913
Una visión global de las celdas electroquímicas	917
21.2. Celdas voltaicas. Uso de las reacciones espontáneas para generar energía eléctrica	918
Construcción y operación de una celda voltaica	919
Notación para una celda	921
¿Por qué funciona una celda voltaica	922
21.3. Potencial de celda producción total de energía de una celda voltaica	923
Potencia de celda estándar	924
Potenciales de celda estándar	924
Fuerza relativa de los agentes oxidantes y reductores	926
21.4. Energía libre y trabajo eléctrico Potencial de celda estándar y la constante de equilibrio	932
El efecto de la concentración sobre el potencial de celda	934
El potencial de celda y la relación entre Q y K	936
Celdas de concentración	937
Galerías: bacterias y sus aplicaciones	940
21.5. Procesos electroquímicos en baterías	944
21.6. Corrosión: un caso de electroquímica ambiental La corrosión del hierro	945
Protección contra la corrosión del hierro	946
21.7. Celdas electrolíticas: uso de la energía eléctrica para activar una reacción no espontánea	947
Construcción y operación de una celda electrolítica	948
Predicción de los productos de electrolisis	950

La estequiometría de las electrolisis: la relación entre cantidades de carga y producto	953
Conexiones químicas	
Química en la energética biológica: electroquímica celular y la producción de ATP	956
Perspectiva del capítulo y objetivos de aprendizaje	958
Para revisión y referencia	959
Problemas	960
22. Los elementos en la naturaleza y la industria	969
22.1. Como se encuentra los elementos en a naturaleza	
La estructura de la tierra y la abundancia de los elementos	970
Fuentes de los elementos	974
22.2. El ciclo de los elementos a través del ambiente	
El ciclo del carbono	975
El ciclo del nitrógeno	977
El ciclo del fósforo	979
22.3. Metalurgia: extracción de un metal a partir de su mena	
Pretratamiento de la mena	982
Conversión de mineral a elemento	983
Refinación y aleación de elementos	986
22.4. Perforación de la corteza. Aislamiento y usos de los elementos	987
Producción de metales alcalinos: sodio y potasio	988
Los tres indispensables: hierro, cobres y aluminio	989
Las varias fuentes y usos del hidrogeno	996
Un grupo en una visión general: fuentes, aislamiento y usos de los elementos	1000
22.5. Manufactura química: dos estudios de caso	
Acido sulfúrico, el producto químico mas importante	1006
El proceso clor-alcali	1009
Perspectiva del capítulo y objetivos de aprendizaje	1010
Para revisión y referencia	1011
Problemas	1012
23. Los elementos de transición y sus compuestos de coordinación	1019
23.1. Una visión general de las propiedades de elementos de transición	
Configuraciones electrónicas de los metales de transición y sus iones	1021
Propiedades atómicas y físicas de los elementos de transición	1023
Propiedades químicas de los elementos de transición	1025
23.2. Los elementos de transición interna	
Los lantánidos	1028
Los actínidos	
Características distintivas de metales de transición selectos	1029
Cromo	
Manganeso	
Plata	1031
Mercurio	1033
23.4. Compuestos de coordinación	
Estructuras de los iones complejos: números de coordinación,	1035

geometrías y ligandos	
Formulas y nombres de compuestos de coordinación	1037
Una perspectiva histórica: Alfred Werner y la teoría de la coordinación	1039
La isometría en los compuestos de coordinación	1040
23.5. Bases teóricas para el enlace y las 'propiedades de los complejos	1043
Aplicación de la teoría de enlace valencia a complejos	
Teoría del campo cristalino	1045
Conexiones químicas	
Química en la bioquímicas de la nutrición: metales de transición como elementos taza dietéticas esenciales	1050
Perspectiva del capitulo y objetivos de aprendizaje	1053
Para revisión y referencia	1054
Problemas	1055
24 Reacciones nucleares y sus aplicaciones	1061
24.1. Decaimiento radiactivo y estabilidad nuclear	
Los componentes del núcleo: términos y notación	1063
El descubrimiento y la radiactividad y los tipos de emisión	
Tipos de decaimiento radiactivo; balanceo de ecuaciones nucleares	1064
Estabilidad nuclear y el tipo de decaimiento	1067
24.2. La cinética del decaimiento reactivo	1070
Herramienta del laboratorio químico	
Contadores para la detención de emisiones radiactivas	1071
La velocidad de decaimiento reactivo	1072
Fecha radioisotópico	1074
24.3. Transmutación nuclear: cambios inducidos en el núcleo	
Primeros experimentos de transmutación; descubrimiento del neutrón	1076
Aceleradores de partículas y elementos transunáricos	1077
24.4. Lo efectos de la radiación nuclear sobre la materia	
Lo efectos de las emisiones radiactivas: excitación e ionizante sobre la materia viva	1079
24.5. Aplicaciones de los radioisótopos	
Indicadores reactivos: aplicaciones de la radiación no ionizante	1083
Aplicaciones de la radiación no ionizante	1086
24.6. La interconversión de masa y energía	
El defecto de masa	1087
Energía nuclear de enlace	1088
24.7. Aplicaciones de la fisión y la fusión	
El proceso de la fisión nuclear	1090
Conexiones químicas	
Química en cosmología: origen de los elementos en las estrellas	1094
La promesa de la fisión nuclear	1096
Perspectiva del capitulo y objetivos de aprendizaje	1098
Para revisión y referencia	1099
Problemas	1100
Apéndice A Operaciones matemáticas comunes en química, A-1	
Manejo de logaritmos, A-1	
Uso de notación exponencial (científica) A-2	
Uso de notación exponencial cuadráticas, A-3	

Grafica de datos para formar una línea recta, A-4	
Apéndice b Valores termodinámicos estándar para sustancias seleccionadas, a 298 K, A-5	
Apéndice C Respuestas a problemas selectos, A-8	
Glosario, G-1	
Créditos de fotografías C-1	
Índice, I-1	