

ÍNDICE RESUMIDO

FUNDAMENTOS

Introducción y orientación, Materia y energía, Elementos y átomos, Compuestos, Nomenclatura de los compuestos, Moles y masas molares, Determinación de las fórmulas químicas, Mezclas y soluciones, Ecuaciones químicas, Soluciones acuosas y precipitación, Ácidos y bases, Reacciones de oxidorreducción, Estequiometría, Reactantes limitantes

1	LOS ÁTOMOS: EL MUNDO CUÁNTICO	1
2	ENLACES QUÍMICOS	55
	TÉCNICA 1: ESPECTROSCOPIA INFRARROJA	90
3	FORMA Y ESTRUCTURA MOLECULARES	93
	TÉCNICA 2: ESPECTROSCOPIA VISIBLE Y ULTRAVIOLETA	130
4	PROPIEDADES DE LOS GASES	133
5	LÍQUIDOS Y SÓLIDOS	171
	TÉCNICA 3: DIFRACCIÓN DE RAYOS X	203
6	MATERIALES INORGÁNICOS	205
7	TERMODINÁMICA: PRIMERA LEY	235
8	TERMODINÁMICA: LEYES SEGUNDA Y TERCERA	287
9	EQUILIBRIOS FÍSICOS	333
	TÉCNICA 4: CROMATOGRAFÍA	381
10	EQUILIBRIOS QUÍMICOS	383
11	ÁCIDOS Y BASES	423
12	EQUILIBRIOS ACUOSOS	475
13	ELECTROQUÍMICA	515
14	CINÉTICA QUÍMICA	561
	TÉCNICA 5: COMPUTACIÓN	610
15	LOS ELEMENTOS: LOS PRINCIPALES GRUPOS	611
16	LOS ELEMENTOS: EL BLOQUE D	667
17	QUÍMICA NUCLEAR	705
18	QUÍMICA ORGÁNICA I: LOS HIDROCARBUROS	735
	TÉCNICA 6: ESPECTROMETRÍA DE MASAS	758
19	QUÍMICA ORGÁNICA II: POLÍMEROS Y COMPUESTOS BIOLÓGICOS	761
	TÉCNICA 7: RESONANCIA MAGNÉTICA	791

ÍNDICE

Prefacio	xv	F DETERMINACIÓN DE LAS FÓRMULAS QUÍMICAS	F45
FUNDAMENTOS	F1	F.1 Composición porcentual de la masa	F46
INTRODUCCIÓN Y ORIENTACIÓN	F1	F.2 Determinación de las fórmulas empíricas	F47
La química y la sociedad	F1	F.3 Determinación de las fórmulas moleculares	F49
La química: una ciencia en tres niveles	F2	Ejercicios	F50
Cómo se hace la ciencia	F2	G MEZCLAS Y SOLUCIONES	F51
Las ramas de la química	F4	G.1 Clasificación de las mezclas	F51
Dominando a la química	F4	G.2 Técnicas de separación	F53
A MATERIA Y ENERGÍA	F5	G.3 Concentración	F54
A.1 Propiedades físicas	F5	G.4 Dilución	F57
A.2 Fuerza	F9	HERRAMIENTA G.1 CÓMO CALCULAR EL VOLUMEN DE LA SOLUCIÓN MADRE REQUERIDA PARA UNA DILUCIÓN DETERMINADA	F57
A.3 Energía	F10	Ejercicios	F58
Ejercicios	F13	H ECUACIONES QUÍMICAS	F60
B ELEMENTOS Y ÁTOMOS	F15	H.1 Simbología de las reacciones químicas	F60
B.1 Átomos	F15	H.2 Equilibrio de las ecuaciones químicas	F62
B.2 El modelo nuclear	F16	Ejercicios	F64
B.3 Isótopos	F17	I SOLUCIONES ACUOSAS Y PRECIPITACIÓN	F65
B.4 Organización de los elementos	F18	I.1 Electrólitos	F65
Ejercicios	F21	I.2 Reacciones de precipitación	F66
C COMPUESTOS	F22	I.3 Ecuaciones iónicas e iónicas netas	F67
C.1 ¿Qué son los compuestos?	F22	I.4 Aplicaciones de la precipitación	F69
C.2 Moléculas y compuestos moleculares	F23	Ejercicios	F70
C.3 Iones y compuestos iónicos	F24	J ÁCIDOS Y BASES	F72
Ejercicios	F28	J.1 Ácidos y bases en solución acuosa	F72
D NOMENCLATURA DE LOS COMPUESTOS	F29	J.2 Ácidos y bases fuertes y débiles	F74
D.1 Nombres de cationes	F29	J.3 Neutralización	F75
D.2 Nombres de aniones	F29	Ejercicios	F76
D.3 Nombres de compuestos iónicos	F31	K REACCIONES DE OXIDORREDUCCIÓN	F77
HERRAMIENTA D.1 CÓMO NOMBRAR LOS COMPUESTOS IÓNICOS	F31	K.1 Oxidación y reducción	F77
D.4 Nombres de compuestos moleculares inorgánicos	F32	K.2 Números de oxidación: ruta de los electrones	F79
HERRAMIENTA D.2 CÓMO NOMBRAR LOS COMPUESTOS MOLECULARES INORGÁNICOS SIMPLES	F33	HERRAMIENTA K.1 CÓMO ASIGNAR NÚMEROS DE OXIDACIÓN	F79
D.5 Nombres de algunos compuestos orgánicos comunes	F35	K.3 Agentes oxidantes y reductores	F81
Ejercicios	F36	K.4 Equilibrio de ecuaciones de oxidorreducción simples	F83
E MOLES Y MASAS MOLARES	F37	Ejercicios	F84
E.1 El mol	F37		
E.2 Masa molar	F39		
Ejercicios	F44		

L ESTEQUIOMETRÍA	F85
L.1 Predicciones mol a mol	F86
L.2 Predicciones masa a masa	F86
HERRAMIENTA L.1 CÓMO LLEVAR A CABO CÁLCULOS MASA A MASA	F87
L.3 Análisis volumétrico	F89
HERRAMIENTA L.2 CÓMO INTERPRETAR UNA TITULACIÓN	F90
Ejercicios	F93
M REACTANTES LIMITANTES	F95
M.1 Rendimiento de la reacción	F95
M.2 Límites de la reacción	F96
HERRAMIENTA M.1 CÓMO IDENTIFICAR EL REACTANTE LIMITANTE	F97
M.3 Análisis de combustión	F.100
Ejercicios	F103

Capítulo 1

LOS ÁTOMOS: EL MUNDO CUÁNTICO

INVESTIGACIÓN DE LOS ÁTOMOS	1
1.1 Modelo nuclear del átomo	2
1.2 Características de la radiación electromagnética	3
1.3 Espectros atómicos	6
TEORÍA CUÁNTICA	8
1.4 Radiación, cuantos y fotones	8
1.5 La dualidad onda-partícula de la materia	13
1.6 El principio de incertidumbre	15
1.7 Funciones de onda y niveles de energía	17
ÁTOMO DE HIDRÓGENO	22
1.8 El número cuántico principal	22
1.9 Orbitales atómicos	23
1.10 Espín de los electrones	30
1.11 Estructura electrónica del hidrógeno	30
<i>Recuadro 1.1 ¿cómo saber... que un electrón tiene espín?</i>	31
ÁTOMOS MULTIELECTRÓNICOS	32
1.12 Energías de los orbitales	32
1.13 El principio de construcción	33
HERRAMIENTA 1.1 CÓMO PREDECIR LA CONFIGURACIÓN ELECTRÓNICA DEL ESTADO FUNDAMENTAL DE UN ÁTOMO	36
1.14 La estructura electrónica y la tabla periódica	37
<i>Recuadro 1.2 El desarrollo de la tabla periódica</i>	38

PERIODICIDAD DE LAS PROPIEDADES ATÓMICAS	39
1.15 Radio atómico	39
1.16 Radio iónico	40
1.17 Energía de ionización	42
1.18 Afinidad electrónica	44
1.19 Efecto de par inerte	46
1.20 Relaciones diagonales	46
1.21 Propiedades generales de los elementos	46
Ejercicios	48

Capítulo 2 ENLACES QUÍMICOS

ENLACES IÓNICOS	55
2.1 Iones que forman elementos	56
2.2 Símbolos de Lewis	58
2.3 Energética de la formación de enlaces iónicos	58
2.4 Interacciones entre iones	59
ENLACES COVALENTES	63
2.5 Estructura de Lewis	63
2.6 Estructura de Lewis para especies poliatómicas	64
HERRAMIENTA 2.1 CÓMO ESCRIBIR LA ESTRUCTURA DE LEWIS DE UNA ESPECIE POLIATÓMICA	65
2.7 Resonancia	67
2.8 Carga formal	69
HERRAMIENTA 2.2 CÓMO USAR LA CARGA FORMAL PARA DETERMINAR LA ESTRUCTURA DE LEWIS MÁS PROBABLE	70
EXCEPCIONES A LA REGLA DEL OCTETO	71
2.9 Radicales y birradicales	72
2.10 Capas de valencia expandidas	72
<i>Recuadro 2.1 ¿Qué tiene que ver esto con ...mantenerse vivo?</i>	73
2.11 Estructuras inusuales de algunos compuestos del Grupo 13/III	75
ENLACES IÓNICOS VERSUS ENLACES COVALENTES	76
2.12 Correcciones al modelo covalente: la electronegatividad	76
2.13 Correcciones al modelo iónico: la polarizabilidad	78
FUERZAS Y LONGITUDES DE LOS ENLACES COVALENTES	79
2.14 Fuerza de los enlaces	79
2.15 Variación en la fuerza de los enlaces	80

2.16 Longitud de los enlaces	81
<i>Recuadro 2.2 ¿Cómo conocer ...la longitud de un enlace químico?</i>	83
Ejercicios	84

TÉCNICA 1 ESPECTROSCOPIA INFRARROJA 90

Capítulo 3 FORMA Y ESTRUCTURA MOLECULARES

EL MODELO VSEPR 93

<i>Recuadro 3.1 Fronteras de la química: fármacos por diseño y descubrimiento</i>	94
3.1 El modelo VSEPR básico	94
3.2 Moléculas con pares solitarios sobre el átomo central	98

HERRAMIENTA 3.1 CÓMO UTILIZAR EL MODELO VSEPR 100

3.3 Moléculas polares	101
-----------------------	-----

TEORÍA DEL ENLACE DE VALENCIA 104

3.4 Enlaces sigma y pi	105
3.5 Promoción de electrones e hibridación de orbitales	107
3.6 Otros tipos comunes de hibridación	108
3.7 Características de los enlaces múltiples	111

TEORÍA DE LOS ORBITALES MOLECULARES 113

3.8 Limitaciones de la teoría de Lewis	113
--	-----

<i>Recuadro 3.2 ¿Cómo sabemos ...que los electrones no están apareados?</i>	114
3.9 Orbitales moleculares	115

3.10 Configuración electrónica de moléculas diatómicas	116
--	-----

<i>Recuadro 3.3 ¿Cómo conocer ... las energías de los orbitales moleculares?</i>	117
--	-----

HERRAMIENTA 3.2 CÓMO DETERMINAR LA CONFIGURACIÓN ELECTRÓNICA Y EL ORDEN DE ENLACE DE UNA ESPECIE DIATÓMICA HOMONUCLEAR 118

3.11 Enlaces en moléculas diatómicas heteronucleares	120
3.12 Orbitales en moléculas poliatómicas	121
Ejercicios	124

TÉCNICA 2 ESPECTROSCOPIA VISIBLE Y ULTRAVIOLETA 130

Capítulo 4 PROPIEDADES DE LOS GASES

NATURALEZA DE LOS GASES 134

4.1 Observaciones sobre los gases	134
4.2 Presión	134
4.3 Unidades de presión alternativas	136

LEYES DE LOS GASES 138

4.4 Observaciones experimentales	138
4.5 Aplicaciones de la ley de los gases ideales	141

HERRAMIENTA 4.1 CÓMO UTILIZAR LA LEY DE LOS GASES IDEALES 142

4.6 Densidad de los gases	145
4.7 Estequiometría de los gases en las reacciones químicas	147
4.8 Mezclas de gases	148

MOVIMIENTO MOLECULAR 152

4.9 Difusión y efusión	152
4.10 Modelo cinético de los gases	153
4.11 Distribución de velocidades de Maxwell	157

<i>Recuadro 4.1 ¿Cómo conocer ...la distribución de las velocidades moleculares?</i>	158
--	-----

GASES REALES 159

4.12 Desviaciones de la idealidad	159
4.13 Licuefacción de los gases	160
4.14 Ecuaciones de estado de los gases reales	161
Ejercicios	163

Capítulo 5 LÍQUIDOS Y SÓLIDOS

FUERZAS INTERMOLECULARES 171

5.1 Origen de las fuerzas intermoleculares	172
5.2 Fuerzas ión-dipolo	172
5.3 Fuerzas dipolo-dipolo	174
5.4 Fuerzas de London	175
5.5 Puentes de hidrógeno	178
5.6 Repulsiones	179

ESTRUCTURA LÍQUIDA 179

5.7 Orden en los líquidos	180
5.8 Viscosidad y tensión superficial	180

ESTRUCTURAS SÓLIDAS 182

5.9 Clasificación de los sólidos	182
----------------------------------	-----

<i>Recuadro 5.1 ¿Cómo saber ... cómo es una superficie?</i>	183
5.10 Sólidos moleculares	184
5.11 Sólidos en red	185
5.12 Sólidos metálicos	186
5.13 Celdas unitarias	188
5.14 Estructuras iónicas	191
IMPACTO SOBRE LOS MATERIALES	194
5.15 Cristales líquidos	194
5.16 Líquidos iónicos	195
Ejercicios	196
TÉCNICA 3 DIFRACCIÓN DE RAYOS X	203

Capítulo 6 MATERIALES INORGÁNICOS

MATERIALES METÁLICOS	205
6.1 Propiedades de los metales	206
6.2 Aleaciones	207
6.3 Acero	208
6.4 Aleaciones no ferrosas	209
MATERIALES DUROS	210
6.5 Diamante y grafito	211
6.6 Carbonato de calcio	212
6.7 Silicatos	212
6.8 Cemento y concreto	214
6.9 Boruros, carburos y nitruros	215
6.10 Vidrios	216
6.11 Cerámicas	217
MATERIALES PARA NUEVAS TECNOLOGÍAS	218
6.12 Formación de enlaces en estado sólido	218
6.13 Semiconductores	220
6.14 Superconductores	221
6.15 Materiales luminiscentes	223
6.16 Materiales magnéticos	224
6.17 Materiales compuestos	225
NANOMATERIALES	226
6.18 Naturaleza y usos de los nanomateriales	226
6.19 Nanotubos	227
6.20 Preparación de nanomateriales	228
Ejercicios	231

Capítulo 7 TERMODINÁMICA: PRIMERA LEY

SISTEMAS, ESTADOS Y ENERGÍA	235
7.1 Sistemas	236
7.2 Trabajo y energía	236

7.3 Trabajo de expansión	237
7.4 Calor	243
7.5 Medición del calor	243
7.6 Primera ley	247
7.7 Interludio molecular: origen de la energía interna	251

ENTALPÍA	252
7.8 El calor se transfiere a presión constante	252
7.9 Capacidades caloríficas a volumen y presión constantes	254
7.10 Interludio molecular: origen de las capacidades caloríficas de los gases	255
7.11 Entalpía del cambio físico	257
7.12 Curvas de calentamiento	259

<i>Recuadro 7.1 ¿Cómo conocer ... la forma de una curva de calentamiento?</i>	260
---	-----

ENTALPÍA DEL CAMBIO QUÍMICO	261
7.13 Entalpías de reacción	261
7.14 Relación entre ΔH y ΔU	263
7.15 Entalpías estándares de reacción	264
7.16 Combinación de entalpías de reacción: ley de Hess	265

HERRAMIENTA 7.1 CÓMO USAR LA LEY DE HESS	266
7.17 Rendimiento de calor de las reacciones	267

<i>Recuadro 7.2 ¿Qué relación hay con... el medioambiente?</i>	268
7.18 Entalpías estándares de formación	271
7.19 Ciclo de Born-Haber	274
7.20 Entalpías de enlace	276
7.21 Variación de la entalpía de reacción con la temperatura	278

Ejercicios	280
------------	-----

Capítulo 8 TERMODINÁMICA: LEYES SEGUNDA Y TERCERA

ENTROPÍA	287
8.1 Cambio espontáneo	287
8.2 Entropía y desorden	288
8.3 Cambios en la entropía	290
8.4 Cambios en la entropía que acompañan los cambios en el estado físico	295
8.5 Una interpretación molecular de la entropía	298

8.6 Equivalencia de las entropías estadística y termodinámica	301
8.7 Entropías molares estándares	303
<i>Recuadro 8.1 Fronteras de la química: la búsqueda del cero absoluto</i>	304
8.8 Entropías estándares de reacción	307
CAMBIOS GLOBALES EN LA ENTROPÍA	308
8.9 Entorno	308
8.10 Cambio global en la entropía	310
8.11 Equilibrio	314
ENERGÍA LIBRE DE GIBBS	315
8.12 Enfoque en el sistema	315
8.13 Energía libre de Gibbs de la reacción	318
8.14 Energía libre de Gibbs y trabajo de no expansión	321
8.15 Efecto de la temperatura	323
8.16 Impacto en la biología: cambios de la energía libre de Gibbs en los sistemas biológicos	325
Ejercicios	326

9.16 Elevación del punto de ebullición y descenso del punto de congelación	358
9.17 Ósmosis	360
HERRAMIENTA 9.2 CÓMO UTILIZAR LAS PROPIEDADES COLIGATIVAS PARA DETERMINAR LA MASA MOLAR	362
MEZCLAS LÍQUIDAS BINARIAS	365
9.18 Presión de vapor de una mezcla líquida binaria	365
9.19 Destilación	367
9.20 Azeótropos	368
IMPACTO EN LA BIOLOGÍA Y LOS MATERIALES	369
9.21 Coloides	370
9.22 Bioproductos y materiales biomiméticos	371
<i>Recuadro 9.1 Fronteras de la química: provisión de fármacos</i>	372
Ejercicios	374
TÉCNICA 4 CROMATOGRAFÍA	381

Capítulo 9 EQUILIBRIOS FÍSICOS

FASES Y TRANSICIONES DE FASES	333
9.1 Presión de vapor	334
9.2 Volatilidad y fuerzas intermoleculares	335
9.3 Variación de la presión de vapor con la temperatura	335
9.4 Ebullición	338
9.5 Congelación y fusión	339
9.6 Diagramas de fase	340
9.7 Propiedades críticas	342
SOLUBILIDAD	344
9.8 Límites de la solubilidad	344
9.9 La regla de lo similar disuelve lo similar	345
9.10 Presión y solubilidad de los gases: la ley de Henry	346
9.11 Temperatura y solubilidad	348
9.12 Entalpía de solución	348
9.13 Energía libre de Gibbs de la solución	351
PROPIEDADES COLIGATIVAS	352
9.14 Molalidad	352
HERRAMIENTA 9.1 CÓMO UTILIZAR LA MOLALIDAD	353
9.15 Disminución de la presión de vapor	356

Capítulo 10 EQUILIBRIOS QUÍMICOS

REACCIONES EN EQUILIBRIO	384
10.1 Reversibilidad de las reacciones	384
10.2 Equilibrio y ley de acción de masas	385
10.3 Origen termodinámico de las constantes de equilibrio	390
10.4 Extensión de la reacción	395
10.5 Dirección de la reacción	396
CÁLCULOS DE EQUILIBRIO	397
10.6 Constante de equilibrio en términos de concentraciones molares de gases	398
10.7 Formas alternativas de la constante de equilibrio	400
10.8 Utilización de la constante de equilibrio	401
HERRAMIENTA 10.1 CÓMO CONSTRUIR Y UTILIZAR UN CUADRO DE EQUILIBRIO	401
RESPUESTA DE LOS EQUILIBRIOS A LOS CAMBIOS EN LAS CONDICIONES	405
10.9 Agregado y eliminación de reactivos	405
10.10 Compresión de una mezcla de reacción	408
10.11 Temperatura y equilibrio	410

10.12 Catalizadores y logros de Haber	413
10.13 Impacto en la biología: homeostasis	413
Ejercicios	415

Capítulo 11 ÁCIDOS Y BASES

NATURALEZA DE LOS ÁCIDOS Y LAS BASES	423
11.1 Ácidos y bases de Brønsted–Lowry	423
11.2 Ácidos y bases de Lewis	426
11.3 Óxidos ácidos, básicos y anfóteros	428
11.4 Intercambio de protones entre moléculas de agua	429
11.5 Escala de pH	431
11.6 El pOH de las soluciones	434
ÁCIDOS Y BASES DÉBILES	435
11.7 Constantes de acidez y basicidad	435
11.8 Pares conjugados	438
11.9 Estructura molecular y fuerza de los ácidos	440
11.10 Fuerza de los oxácidos y de los ácidos carboxílicos	442
EL pH DE LAS SOLUCIONES DE ÁCIDOS Y BASES DÉBILES	445
11.11 Soluciones de ácidos débiles	445
HERRAMIENTA 11.1 CÓMO CALCULAR EL PH DE UNA SOLUCIÓN DE UN ÁCIDO DÉBIL	445
11.12 Soluciones de bases débiles	448
HERRAMIENTA 11.2 CÓMO CALCULAR EL pH DE UNA SOLUCIÓN DE UNA BASE DÉBIL	448
11.13 El pH de las soluciones salinas	450
ÁCIDOS Y BASES POLIPRÓTICOS	454
11.14 El pH de la solución de un ácido poliprótico	455
11.15 Soluciones de las sales de los ácidos polipróticos	456
11.16 Concentraciones de las especies del soluto	457
HERRAMIENTA 11.3 CÓMO CALCULAR LAS CONCENTRACIONES DE TODAS LAS ESPECIES EN UNA SOLUCIÓN DE UN ÁCIDO POLIPRÓTICO	458
11.17 Composición y pH	461
<i>Recuadro 11.1 ¿Qué relación hay con... el medioambiente?</i>	462
AUTOPROTÓLISIS Y pH	464

11.18 Soluciones muy diluidas de ácidos y bases fuertes	464
11.19 Soluciones muy diluidas de ácidos débiles	466
Ejercicios	468

Capítulo 12 EQUILIBRIOS ACUOSOS

SOLUCIONES MIXTAS Y SOLUCIONES AMORTIGUADORAS	475
12.1 Acción de una solución amortiguadora	476
12.2 Diseño de una solución amortiguadora	477
12.3 Capacidad amortiguadora	482
TITULACIONES	483
12.4 Titulaciones de ácido fuerte con base fuerte	483
<i>Recuadro 12.1 ¿Qué tiene que ver esto con... mantenerse vivo?</i>	484
HERRAMIENTA 12.1 CÓMO CALCULAR EL pH DURANTE UNA TITULACIÓN DE ÁCIDO FUERTE CON BASE FUERTE	485
12.5 Titulaciones de ácido fuerte con base débil y de ácido débil con base fuerte	486
HERRAMIENTA 12.2 CÓMO CALCULAR EL pH DURANTE UNA TITULACIÓN DE UN ÁCIDO DÉBIL O UNA BASE DÉBIL	490
12.6 Indicadores ácido-base	492
12.7 Estequiometría de titulaciones de ácidos polipróticos	494
EQUILIBRIOS DE SOLUBILIDAD	496
12.8 Producto de solubilidad	497
12.9 Efecto del ión común	499
12.10 Predicción de precipitación	501
12.11 Precipitación selectiva	502
12.12 Disolución de precipitados	504
12.13 Formación de iones complejos	505
12.14 Análisis cualitativo	507
Ejercicios	509

Capítulo 13 ELECTROQUÍMICA

REPRESENTACIÓN DE LAS REACCIONES RÉDOX	515
13.1 Hemirreacciones	516
13.2 Igualación de las ecuaciones rédox	516

HERRAMIENTA 13.1 CÓMO IGUALAR REACCIONES RÉDOX COMPLICADAS	517
PILAS GALVÁNICAS	522
13.3 Estructura de las pilas galvánicas	522
13.4 Potencial de pila y energía libre de reacción	524
13.5 Notación de las pilas	526
HERRAMIENTA 13.2 CÓMO ESCRIBIR LA REACCIÓN DE PILA CORRESPONDIENTE A UN DIAGRAMA DE PILA	528
13.6 Potenciales estándares	529
13.7 La serie electroquímica	534
13.8 Potenciales estándares y constantes de equilibrio	536
HERRAMIENTA 13.3 CÓMO CALCULAR LAS CONSTANTES DE EQUILIBRIO A PARTIR DE INFORMACIÓN ELECTROQUÍMICA	537
13.9 La ecuación de Nernst	538
13.10 Electrodo selectivos para iones	541
CELDA ELECTROLÍTICAS	542
13.11 Electrólisis	542
13.12 Productos de la electrólisis	544
HERRAMIENTA 13.4 CÓMO PREDECIR EL RESULTADO DE LA ELECTRÓLISIS	545
IMPACTO EN LOS MATERIALES	547
13.13 Aplicaciones de la electrólisis	547
13.14 Corrosión	548
13.15 Pilas en la práctica	550
<i>Recuadro 13.1 Fronteras de la química: pilas de combustible</i>	552
Ejercicios	554

Capítulo 14 CINÉTICA QUÍMICA

MECANISMOS DE REACCIÓN	580
14.7 Reacciones elementales	580
14.8 Leyes de velocidad de las reacciones elementales	581
14.9 Reacciones en cadena	585
14.10 Velocidades y equilibrio	586
MODELOS DE REACCIONES	587
14.11 Efecto de la temperatura	587
14.12 Teoría de colisiones	591
<i>Recuadro 14.2 ¿Cómo saber... qué sucede durante una colisión molecular?</i>	593
14.13 Teoría del estado de transición	594
REACCIONES DE ACELERACIÓN	595
14.14 Catálisis	595
14.15 Catalizadores industriales	597
<i>Recuadro 14.3 ¿Qué tiene que ver esto con... el medioambiente?</i>	598
14.16 Catalizadores en seres vivos: enzimas	600
Ejercicios	602
TÉCNICA 5 COMPUTACIÓN	610

Capítulo 15 LOS ELEMENTOS: LOS PRINCIPALES GRUPOS

TENDENCIAS PERIÓDICAS	611
15.1 Propiedades atómicas	611
15.2 Tendencias de enlace	613
HIDRÓGENO	615
15.3 El elemento	615
<i>Recuadro 15.1 ¿Qué relación hay con... el medioambiente?</i>	616
15.4 Compuestos de hidrógeno	618
GRUPO I: METALES ALCALINOS	619
15.5 Los elementos del Grupo 1	619
15.6 Compuestos de litio, sodio y potasio	622
GRUPO 2: METALES ALCALINOTÉRREOS	623
15.7 Los elementos del Grupo 2	624
15.8 Compuestos de berilio, magnesio y calcio	625
GRUPO 13/III: LA FAMILIA DEL BORO	628
15.9 Los elementos del Grupo 13/III	628
15.10 Óxidos y haluros del Grupo 13/III	630
15.11 Boranos y borohidruros	632
GRUPO 14/IV: LA FAMILIA DEL CARBONO	633
15.12 Los elementos del Grupo 14/IV	633

<i>Recuadro 15.2 Las fronteras de la química: materiales de autoensamblado</i>	636
15.13 Óxidos de carbono y silicio	637
15.14 Otros compuestos importantes del Grupo 14/IV	639
GRUPO 15/V: LA FAMILIA DEL NITRÓGENO	640
15.15 Los elementos del Grupo 15/V	641
15.16 Compuestos con hidrógeno y los halógenos	642
15.17 Óxidos y oxácidos del nitrógeno	644
15.18 Óxidos y oxácidos del fósforo	646
GRUPO 16/VI: LA FAMILIA DEL OXÍGENO	648
15.19 Los elementos del Grupo 16/VI	648
15.20 Compuestos con hidrógeno	650
15.21 Óxidos y oxácidos del azufre	652
GRUPO 17/VII: LOS HALÓGENOS	654
15.22 Los elementos del Grupo 17/VII	654
15.23 Compuestos de los halógenos	656
GRUPO 18/VIII: LOS GASES NOBLES	659
15.24 Los elementos del Grupo 18/VIII	659
15.25 Compuestos de los gases nobles	660
Ejercicios	661

Capítulo 16 LOS ELEMENTOS: EL BLOQUE d

ELEMENTOS DEL BLOQUE d Y SUS COMPUESTOS	667
16.1 Tendencias en las propiedades físicas	668
16.2 Tendencias en las propiedades químicas	669
ELEMENTOS SELECCIONADOS: UNA EXPLORACIÓN	671
16.3 Del escandio al níquel	671
16.4 Grupos 11 y 12	676
COMPUESTOS DE COORDINACIÓN	680
16.5 Complejos de coordinación	680
<i>Recuadro 16.1 ¿Qué relación hay con...mantenerse vivo?</i>	681
HERRAMIENTA 16.1 CÓMO NOMBRAR LOS COMPLEJOS Y LOS COMPUESTOS DE COORDINACIÓN DE LOS METALES d	683
16.6 Estructuras de los complejos	685
16.7 Isómeros	686
<i>Recuadro 16.2 ¿Cómo conocer... que un complejo es ópticamente activo?</i>	689

ESTRUCTURA ELECTRÓNICA DE LOS COMPLEJOS	691
16.8 Teoría del campo cristalino	691
16.9 Serie espectroquímica	693
16.10 Colores de los complejos	696
16.11 Propiedades magnéticas de los complejos	697
16.12 Teoría del campo ligando	698
Ejercicios	700

Capítulo 17 QUÍMICA NUCLEAR

DESINTEGRACIÓN NUCLEAR	705
17.1 Evidencia de la desintegración nuclear espontánea	706
17.2 Reacciones nucleares	707
17.3 Patrón de estabilidad nuclear	710
17.4 Predicción del tipo de desintegración nuclear	712
17.5 Nucleosíntesis	712
<i>Recuadro 17.1 ¿Qué relación hay con... mantenerse vivo?</i>	714
RADIACIÓN NUCLEAR	715
17.6 Efectos biológicos de la radiación	715
<i>Recuadro 17.2 Cómo conocer... ¿cuán radiactivo es un material?</i>	717
17.7 Medición de la velocidad de desintegración nuclear	717
17.8 Usos de los radioisótopos	721
ENERGÍA NUCLEAR	722
17.9 Conversión masa-energía	722
17.10 Fisión nuclear	724
17.11 Fusión nuclear	726
17.12 Química de la energía nuclear	728
Ejercicios	730

Capítulo 18 QUÍMICA ORGÁNICA I: LOS HIDROCARBUROS

HIDROCARBUROS ALIFÁTICOS	735
18.1 Tipos de hidrocarburos alifáticos	736
HERRAMIENTA 18.1 CÓMO NOMBRAR HIDROCARBUROS ALIFÁTICOS	738
18.2 Isómeros	740
18.3 Propiedades de los alcanos	743
18.4 Reacciones de sustitución de alcanos	744

18.5 Propiedades de los alquenos	745
18.6 Adición electrofílica	746
COMPUESTOS AROMÁTICOS	748
18.7 Nomenclatura de los arenos	748
18.8 Sustitución electrofílica	749
IMPACTO EN LA TECNOLOGÍA:	
COMBUSTIBLES	751
18.9 Gasolina	751
18.10 Carbón	752
Ejercicios	753
TÉCNICA 5 ESPECTROMETRÍA DE MASA	758

19.14 Hidratos de carbono	781
19.15 Ácidos nucleicos	782
Ejercicios	785
TÉCNICA 7 RESONANCIA MAGNÉTICA	791

APÉNDICE 1 Símbolos, unidades y técnicas

matemáticas A1

1A Símbolos	A1
1B Unidades y conversiones de unidades	A3
1C Notación científica	A5
1D Exponentes y logaritmos	A6
1E Ecuaciones y gráficos	A7
1F Cálculo infinitesimal	A8

APÉNDICE 2 Datos experimentales A11

2A Datos de termodinámica a 25°C	A11
2B Potenciales estándares a 25°C	A18
2C Configuraciones electrónicas de átomos en estado basal	A20
2D Elementos	A22
2E Las primeras 23 sustancias químicas de la producción industrial en los Estados Unidos en el año 2008	A34

APÉNDICE 3 Nomenclatura A35

3A Nomenclatura de iones poliatómicos	A35
3B Nombres comunes de las sustancias químicas	A36
3C Nombres de algunos cationes comunes con números de carga variables	A36

Glosario B1

Respuestas C1

Autoevaluación B	C1
Ejercicio de número impar	C10

Créditos de las ilustraciones D1

Índice analítico E1

Capítulo 19 QUÍMICA ORGÁNICA II: POLÍMEROS Y COMPUESTOS BIOLÓGICOS

GRUPOS FUNCIONALES COMUNES	761
19.1 Haloalcanos	762
19.2 Alcoholes	762
19.3 Éteres	763
19.4 Fenoles	764
19.5 Aldehídos y cetonas	764
19.6 Ácidos carboxílicos	765
19.7 Ésteres	766
19.8 Aminas, aminoácidos y amidas	767
HERRAMIENTA 19.1 CÓMO NOMBRAR COMPUESTOS SENCILLOS CON GRUPOS FUNCIONALES	769
IMPACTO EN LA TECNOLOGÍA	770
19.9 Polimerización por adición	770
19.10 Polimerización por condensación	772
19.11 Copolímeros	775
19.12 Propiedades físicas de los polímeros	775
IMPORTANCIA EN BIOLOGÍA	777
19.13 Proteínas	777
Recuadro 19.1 Fronteras de la química: polímeros conductores	778