

ÍNDICE

PREFACIO	xv	F.2 Determinación de fórmulas empíricas	F46
FUNDAMENTOS		F.3 Determinación de fórmulas moleculares	F47
INTRODUCCIÓN Y ORIENTACIÓN	F1	Ejercicios	F48
La química y la sociedad	F1	G MEZCLAS Y SOLUCIONES	F49
La química: una ciencia en tres niveles	F2	G.1 Clasificación de las mezclas	F50
Cómo se hace ciencia	F3	G.2 Técnicas de separación	F51
Las ramas de la química	F4	G.3 Molaridad	F52
Dominando a la química	F5	G.4 Dilución	F55
A MATERIA Y ENERGÍA	F5	Herramienta G.1 <i>Cómo calcular el volumen de la solución más concentrada para una dilución determinada</i>	F55
A.1 Propiedades físicas	F6	Ejercicios	F56
A.2 Energía	F10	H ECUACIONES QUÍMICAS	F57
A.3 Fuerza	F10	H.1 Simbología de las reacciones químicas	F57
Ejercicios	F11	H.2 Equilibrio de las ecuaciones químicas	F59
B ELEMENTOS Y ÁTOMOS	F13	Ejercicios	F60
B.1 Átomos	F13	I SOLUCIONES ACUOSAS Y PRECIPITACIÓN	F61
B.2 El modelo nuclear	F14	I.1 Electrolitos	F62
B.3 Neutrones	F17	I.2 Reacciones de precipitación	F63
B.4 Isótopos	F19	I.3 Ecuaciones iónicas e iónicas netas	F63
B.5 La organización de los elementos	F20	I.4 Aplicaciones de la precipitación	F64
Ejercicios	F22	Ejercicios	F66
C COMPUESTOS	F23	J ÁCIDOS Y BASES	F67
C.1 ¿Qué son los compuestos?	F23	J.1 Ácidos y bases en solución acuosa	F67
C.2 Moléculas y compuestos moleculares	F24	J.2 Ácidos y bases fuertes y débiles	F69
C.3 Iones y compuestos iónicos	F26	J.3 Neutralización	F71
Ejercicios	F29	Ejercicios	F72
D NOMENCLATURA DE LOS COMPUESTOS	F30	K REACCIONES REDOX	F73
D.1 Nombres de los cationes	F30	K.1 Oxidación y reducción	F73
D.2 Nombres de los aniones	F30	K.2 Números de oxidación: ruta de los electrones	F74
D.3 Nombres de compuestos iónicos	F32	Herramienta K.1 <i>Cómo asignar números de oxidación</i>	F74
Herramienta D.1 <i>Cómo nombrar los compuestos iónicos</i>	F32	K.3 Agentes oxidantes y reductores	F76
D.4 Nombres de compuestos moleculares inorgánicos	F33	K.4 Equilibrio de ecuaciones redox simples	F77
Herramienta D.2 <i>Cómo nombrar los compuestos moleculares inorgánicos simples</i>	F34	Ejercicios	F78
D.5 Nombres de algunos compuestos orgánicos comunes	F35	L ESTEQUIOMETRÍA	F80
Ejercicios	F36	L.1 Predicciones mol a mol	F80
E MOL Y MASA MOLAR	F37	L.2 Predicciones masa a masa	F81
E.1 El mol	F38	Herramienta L.1 <i>Cómo calcular la masa molar de un compuesto</i>	F81
E.2 Masa molar	F39	L.3 Análisis volumétrico	F83
Ejercicios	F43	Herramienta L.2 <i>Cómo calcular el volumen de una solución</i>	F83
F DETERMINACIÓN DE LAS FÓRMULAS QUÍMICAS	F45	Ejercicios	F86
F.1 Composición porcentual de la masa	F45		

M REACTIVOS LIMITANTES	F88	2.3 Configuración electrónica de los iones	57
M.1 Rendimiento de la reacción	F88	2.4 Símbolos de Lewis	58
M.2 Límites de la reacción	F89	ENLACES COVALENTES	59
<i>Herramienta M.1 Cómo identificar el reactivo limitante</i>	F89	2.5 Naturaleza del enlace covalente	59
M.3 Análisis de combustión	F90	2.6 Estructura de Lewis	59
Ejercicios	F93	2.7 Estructura de Lewis para especies poliatómicas	60
		<i>Herramienta 2.4 Cómo representar la estructura de Lewis de una especie poliatómica</i>	60
CAPÍTULO 1 LOS ÁTOMOS: EL MUNDO CUÁNTICO		2.8 Resonancia	63
		2.9 Carga formal	65
OBSERVACIÓN DE LOS ÁTOMOS	1	<i>Herramienta 2.2 Cómo representar una carga formal</i>	66
1.1 Características de la radiación electromagnética	2	EXCEPCIONES A LA REGLA DEL OCTETO	67
1.2 Radiación, cuantos y fotones	4	2.10 Radicales y birradicales	67
1.3 La dualidad onda-partícula de la materia	9	<i>¿Qué tiene que ver esto con (Recuadro 2.1) ...mantenerse vivo?</i>	
1.4 El principio de incertidumbre	10	<i>La autoconservación química</i>	68
1.5 Funciones de onda y niveles de energía	11	2.11 Niveles de valencia expandidos	68
1.6 Espectros atómicos y niveles de energía	17	2.12 Estructuras poco comunes de algunos compuestos del Grupo 13/III	70
MODELOS DE ÁTOMOS	19		
1.7 El número cuántico principal	19	ENLACES IONICOS VERSUS ENLACES COVALENTES	71
1.8 Orbitales atómicos	20	2.13 Correcciones al modelo covalente: la electronegatividad	71
1.9 Espín electrónico	26	2.14 Correcciones al modelo iónico: la polarizabilidad	73
<i>¿Cómo conocer (Recuadro 1.1) ...que un electrón tiene espín?</i>	27		
1.10 Estructura electrónica del hidrógeno	27	FUERZAS Y LONGITUDES DE LOS ENLACES COVALENTES	74
ESTRUCTURA DE LOS ÁTOMOS MULTIELECTRÓNICOS	28	2.15 Fuerza de los enlaces	74
1.11 Energías de los orbitales	28	2.16 Variación en la fuerza de los enlaces	75
1.12 El principio de construcción	30	2.17 Longitud de los enlaces	76
<i>Herramienta 1.3 Cómo construir la configuración electrónica del estado fundamental de un átomo</i>	31	<i>¿Cómo conocer (Recuadro 2.2) ...la longitud de un enlace químico?</i>	77
1.13 La estructura electrónica y la tabla periódica	34	Ejercicios	79
<i>El desarrollo de la tabla periódica (Recuadro 1.2)</i>	35	TÉCNICA 1 Espectroscopia infrarroja	84
PERIODICIDAD DE LAS PROPIEDADES ATÓMICAS	36		
1.14 Radio atómico	36	CAPÍTULO 3 FORMA Y ESTRUCTURA MOLECULARES	
1.15 Radio iónico	38	EL MODELO VSEPR	86
1.16 Energía de ionización	39	<i>fronteras de la química (Recuadro 3.1): fármacos por diseño y descubrimiento</i>	87
1.17 Afinidad electrónica	41	3.1 El modelo VSEPR básico	88
1.18 Efecto de par inerte	43	3.2 Moléculas con pares solitarios sobre el átomo central	91
1.19 Relaciones diagonales	43	<i>Herramienta 3.1 Cómo aplicar el modelo VSEPR</i>	91
IMPORTANCIA EN RELACIÓN CON LOS MATERIALES	44	3.3 Moléculas polares	94
1.20 Elementos de los grupos principales	44	TEORÍA DEL ENLACE DE VALENCIA	97
1.21 Metales de transición	45	3.4 Enlaces sigma y pi	97
Ejercicios	47	3.5 Hibridación de orbitales	99
		3.6 Hibridación en moléculas más complejas	100
CAPÍTULO 2 ENLACES QUÍMICOS		3.7 Enlaces en los hidrocarburos	103
ENLACES IÓNICOS	52	3.8 Características de los enlaces dobles	104
2.1 Formación de los enlaces iónicos	53		
2.2 Interacciones entre iones	54		

TEORÍA DE LOS ORBITALES MOLECULARES	106
3.9 Limitaciones de la teoría de Lewis	106
¿Cómo conocer (Recuadro 3.2)... que los electrones no están apareados?	106
3.10 Orbitales moleculares	107
3.11 Geometría electrónica de las moléculas diatómicas	108
¿Cómo conocer (Recuadro 3.3)... las energías de los orbitales moleculares?	110
Herramienta 3.2 ¿Cómo determinar la configuración electrónica de un átomo de un elemento de transición?	112
3.12 Enlaces en moléculas diatómicas heteronucleares	113
3.13 Orbitales en moléculas poliatómicas	114
3.14 Importancia en relación con los materiales: la teoría de la banda de sólidos	116
Ejercicios	118
TÉCNICA 2 Espectroscopia visible y ultravioleta	124
CAPÍTULO 4 LAS PROPIEDADES DE LOS GASES	
NATURALEZA DE LOS GASES	127
4.1 Observaciones sobre los gases	127
4.2 Presión	127
4.3 Unidades de presión alternativas	129
LEYES DE LOS GASES	130
4.4 Ley de Boyle	131
4.5 Ley de Charles	132
4.6 Principio de Avogadro	134
4.7 Ley de los gases ideales	134
4.8 Aplicaciones de la ley de los gases ideales	135
Herramienta 4.1 ¿Cómo determinar la densidad de un gas?	137
4.9 Densidad de los gases	138
4.10 Estequiometría de los gases en las reacciones químicas	139
4.11 Mezclas de gases	141
MOVIMIENTO MOLECULAR	143
4.12 Difusión y efusión	144
4.13 Modelo cinético de los gases	145
4.14 Distribución de velocidades de Maxwell	148
¿Cómo conocer (Recuadro 4.1)... la distribución de las velocidades moleculares?	149
IMPORTANCIA EN RELACIÓN CON LOS MATERIALES: GASES REALES	150
4.15 Desviaciones de la idealidad	150
4.16 Licuefacción de los gases	151
4.17 Ecuaciones de estado de los gases reales	152
Ejercicios	154

CAPÍTULO 5 LÍQUIDOS Y SÓLIDOS

FUERZAS INTERMOLECULARES	161
5.1 La formación de fases condensadas	162
5.2 Fuerzas ión-dipolo	162
5.3 Fuerzas dipolo-dipolo	163
5.4 Fuerzas de London	165
5.5 Puentes de hidrógeno	168
ESTRUCTURA LÍQUIDA	169
5.6 Orden en los líquidos	170
5.7 Viscosidad y tensión superficial	170
ESTRUCTURAS SÓLIDAS	172
5.8 Clasificación de los sólidos	172
¿Cómo conocer (Recuadro 5.1)... cuál es la apariencia de una superficie?	173
5.9 Sólidos metálicos	174
5.10 Celdas unitarias	176
5.11 Estructuras iónicas	179
5.12 Sólidos moleculares	181
5.13 Sólidos en red	182
IMPORTANCIA EN RELACIÓN CON LOS MATERIALES	183
5.14 Propiedades de los sólidos	183
Fronteras de la Química (Recuadro 5.2): superconductores a alta temperatura	184
5.15 Aleaciones	186
5.16 Cristales líquidos	187
Ejercicios	189

TÉCNICA 3 Difracción de rayos X	196
---------------------------------	-----

CAPÍTULO 6 TERMODINÁMICA: PRIMERA LEY

SISTEMAS, ESTADOS Y ENERGÍA	198
6.1 Sistemas	199
6.2 Trabajo y energía	199
6.3 Trabajo de expansión	201
6.4 Calor	204
6.5 Medición del calor	205
6.6 Primera ley	206
6.7 Funciones de estado	207
6.8 Interludio molecular: origen de la energía interna	210
ENTALPÍA	212
6.9 El calor se transfiere a presión constante	212
6.10 Capacidades caloríficas a volumen y presión constantes	214
6.11 Interludio molecular: origen de las capacidades caloríficas de los gases	215
6.12 Entalpía del cambio físico	217
6.13 Curvas de calentamiento	219

¿Cómo conocer (Recuadro 6.1)... la forma de una curva de calentamiento? 220

ENTALPIA DEL CAMBIO QUÍMICO 221

6.14 Entalpías de reacción 221

6.15 Relación entre ΔH y ΔU 223

6.16 Entalpías de reacción estándar 224

6.17 Combinación de entalpías de reacción: ley de Hess 225

Herramienta 6.1 *Como usar la ley de Hess* 225

6.18 Rendimiento de calor de las reacciones 227

¿Qué relación hay con (Recuadro 6.2)... el ambiente? Combustibles alternativos 228

6.19 Entalpías de formación estándar 229

6.20 El ciclo de Born-Haber 232

6.21 Entalpías de enlace 233

6.22 Variación de la entalpía de reacción con la temperatura 235

Ejercicios 237

CAPÍTULO 7 TERMODINÁMICA: SEGUNDA Y TERCERA LEYES

ENTROPIA 244

7.1 Cambio espontáneo 245

7.2 Entropía y desorden 245

7.3 Cambios en la entropía 247

7.4 Cambios en la entropía que acompañan los cambios en el estado físico 250

7.5 Una interpretación molecular de la entropía 253

7.6 Equivalencia de las entropías estadística y termodinámica 255

7.7 Entropías molares estándar 257

7.8 Entropías de reacción estándar 260

CAMBIOS GLOBALES EN LA ENTROPIA 261

7.9 Entorno 261

7.10 El cambio global en la entropía 263

7.11 Equilibrio 266

ENERGÍA LIBRE 267

7.12 Enfoque en el sistema 267

7.13 Energía libre de reacción 270

7.14 Energía libre y trabajo de no expansión 272

7.15 Efecto de la temperatura 274

7.16 Cambios de la energía libre en los sistemas biológicos 275

Ejercicios 276

CAPÍTULO 8 EQUILIBRIOS FÍSICOS

FASES Y TRANSICIONES DE FASES 283

8.1 Presión de vapor 283

8.2 Volatilidad y fuerzas intermoleculares 284

8.3 La variación de la presión de vapor con la temperatura 285

8.4 Ebullición 286

8.5 Congelación y fusión 287

8.6 Diagramas de fase 288

8.7 Propiedades críticas 290

SOLUBILIDAD 291

8.8 Naturaleza molecular de la disolución 292

8.9 La regla de lo similar disuelve lo similar 293

8.10 Presión y solubilidad de los gases: la ley de Henry 295

Fronteras de la química (Recuadro 8.1): distribución de fármacos 296

8.11 Temperatura y solubilidad 297

8.12 Entalpía de solución 298

8.12 Energía libre de solución 301

PROPIEDADES COLIGATIVAS 301

8.14 Molalidad 302

Herramienta 8.1 *Como utilizar la molalidad* 303

8.15 Disminución de la presión de vapor 304

8.16 Elevación del punto de ebullición y descenso del punto de congelación 306

8.17 Ósmosis 308

Herramienta 8.2 *Como utilizar propiedades coligativas para determinar la masa molar* 310

MEZCLAS LÍQUIDAS BINARIAS 312

8.18 Presión de vapor de una mezcla líquida binaria 312

8.19 Destilación 314

8.20 Azeótropos 316

Ejercicios 317

TÉCNICA 4 Cromatografía 326

CAPÍTULO 9 EQUILIBRIOS QUÍMICOS

REACCIONES EN EL EQUILIBRIO 329

9.1 Reversibilidad de las reacciones 329

9.2 Equilibrio y la ley de acción de masas 330

9.3 Origen termodinámico de las constantes de equilibrio 333

CONSTANTES DE EQUILIBRIO 338

9.4 Constante de equilibrio en términos de concentraciones molares de gases 338

9.5 Formas alternativas de la constante de equilibrio 340

9.6 Extensión de una reacción 342

9.7 Dirección de reacción 343

9.8 Utilización de la constante de equilibrio 344

Herramienta 9.1 *Como construir y utilizar un cuadro de equilibrio* 344

LA RESPUESTA DE LOS EQUILIBRIOS A LOS CAMBIOS EN LAS CONDICIONES 348

9.9 Adición y extracción de reactivos 348

9.10 Compresión de una mezcla de reacción 351

9.11 Temperatura y equilibrio 352

9.12 Catalizadores y logros de Haber	355
9.13 Importancia en biología: homeostasis	356
Ejercicios	357

CAPÍTULO 10 ÁCIDOS Y BASES

NATURALEZA DE LOS ÁCIDOS Y LAS BASES	365
10.1 Ácidos y bases de Brønsted-Lowry	365
10.2 Ácidos y bases de Lewis	368
10.3 Óxidos ácidos, básicos y anfóteros	369
10.4 Intercambio de protones entre moléculas de agua	370
10.5 La escala de pH	371
10.6 pOH de las soluciones	374
ÁCIDOS Y BASES DÉBILES	374
10.7 Constantes de acidez y basicidad	375
10.8 Pares conjugados	377
10.9 Estructura molecular y fuerza de los ácidos	379
10.10 Fuerza de los oxácidos	380
PH DE LAS SOLUCIONES DE ÁCIDOS Y BASES DÉBILES	383
10.11 Soluciones de ácidos débiles	383
<i>Herramienta 10.1</i> ¿Cómo calcular el pH de una solución de un ácido débil?	387
10.12 Soluciones de bases débiles	385
<i>Herramienta 10.2</i> ¿Cómo calcular el pH de una solución de una base débil?	388
10.13 pH de las soluciones salinas	387
ÁCIDOS Y BASES POLIPRÓTICOS	390
10.14 pH de la solución de un ácido poliprótico	391
10.15 Soluciones de sales de ácidos polipróticos	392
10.16 Concentraciones de las especies del soluto	393
<i>Herramienta 10.3</i> ¿Cómo calcular las concentraciones de todas las especies en una solución de un ácido poliprótico?	394
10.17 Composición y pH	395
<i>¿Qué relación hay con (Recuadro 10.1)... el medio ambiente? La lluvia ácida y la reserva de genes</i>	396
AUTOPROTÓLISIS Y PH	398
10.18 Soluciones muy diluidas de ácidos y bases fuertes	398
10.19 Soluciones muy diluidas de ácidos débiles	400
Ejercicios	402

CAPÍTULO 11 EQUILIBRIO ACUOSO

SOLUCIONES MIXTAS Y SOLUCIONES AMORTIGUADORAS	408
11.1 Acción de la solución amortiguadora	409
11.2 Diseño de una solución amortiguadora	410
11.3 Capacidad amortiguadora	413

<i>¿Qué tiene que ver esto con (Recuadro 11.1)... mantenerse vivo? Soluciones amortiguadoras fisiológicas</i>	414
TITULACIONES	415
11.4 Titulaciones de ácido fuerte con base fuerte	415
<i>Herramienta 11.1</i> ¿Cómo calcular el pH de una solución de un ácido fuerte con base fuerte?	416
11.5 Titulación de ácido fuerte con base débil y de ácido débil con base fuerte	417
<i>Herramienta 11.2</i> ¿Cómo calcular el pH de una solución de un ácido débil con base fuerte?	419
11.6 Indicadores ácido-base	422
11.7 Estequiometría de titulaciones de un ácido poliprótico	425
EQUILIBRIOS DE SOLUBILIDAD	427
11.8 Producto de solubilidad	427
11.9 Efecto de ión común	429
11.10 Predicción de precipitación	431
11.11 Precipitación selectiva	432
11.12 Disolución de precipitados	433
11.13 Formación de iones complejos	434
11.14 Análisis cualitativo	435
Ejercicios	438

CAPÍTULO 12 ELECTROQUÍMICA

REPRESENTACIÓN DE LAS REACCIONES REDOX	444
12.1 Hemirreacciones	444
12.2 Igualación de las ecuaciones redox	445
<i>Herramienta 12.1</i> ¿Cómo calcular los coeficientes de balanceo redox?	446
PILAS GALVÁNICAS	448
12.3 Estructura de las pilas galvánicas	448
12.4 Potencial de pila y energía libre de reacción	449
12.5 Notación de las pilas	451
<i>Herramienta 12.2</i> ¿Cómo calcular el potencial de una celda galvánica? ¿Cómo calcular el pH?	452
12.6 Potenciales estándar	454
12.7 La serie electroquímica	459
12.8 Potenciales estándar y constantes de equilibrio	460
<i>Herramienta 12.3</i> ¿Cómo calcular las constantes de equilibrio a partir de potenciales de reducción?	461
12.9 La ecuación de Nernst	462
12.10 Electroodos selectivos para iones	464
ELECTRÓLISIS	464
12.11 Celdas electrolíticas	465
12.12 Productos de la electrólisis	466
<i>Herramienta 12.4</i> ¿Cómo predecir el producto de la electrólisis?	467
IMPORTANCIA EN RELACIÓN CON LOS MATERIALES	469
12.13 Aplicaciones de la electrólisis	469

12.14 Corrosión	470	14.7 Compuestos de litio, sodio y potasio	542
12.15 Pilas en la práctica	472	GRUPO 2: METALES ALCAINOTERREOS	543
<i>Fronteras de la química (Recuadro 12.1):</i>		14.8 Los elementos del Grupo 2	544
<i>pilas de combustible</i>	474	14.9 Compuestos de berilio y magnesio	546
Ejercicios	476	14.10 Compuestos de calcio	547
CAPÍTULO 13 CINÉTICA QUÍMICA		GRUPO 13/III: FAMILIA DEL BORO	548
VELOCIDADES DE REACCIÓN	483	14.11 Elementos del Grupo 13/III	549
13.1 Concentración y velocidad de reacción	484	14.12 Óxidos del Grupo 13/III	550
<i>¿Cómo conocer (Recuadro 13.1)...que</i>		14.13 Nitritos y haluros	552
<i>les pasa a los átomos durante una reacción?</i>	486	14.14 Boranos, borohidruros y boruros	553
13.2 Velocidad instantánea de reacción	486	GRUPO 14/IV: LA FAMILIA DEL CARBONO	554
13.3 Leyes de velocidad y orden de reacción	488	14.15 Los elementos del Grupo 14/IV	554
CONCENTRACION Y TIEMPO	493	14.16 Diferentes formas del carbono	556
13.4 Leyes de velocidad integradas de		<i>Fronteras de la química (Recuadro 14.1):</i>	
primer orden	494	<i>uniónibus, la tubería más pequeña de la</i>	<i>naturaleza</i>
13.5 Semivida en las reacciones de		14.17 Silicio, germanio, estaño y plomo	559
primer orden	497	14.18 Óxidos de carbono	560
13.6 Leyes de la velocidad integradas de		<i>¿Qué relación hay con (Recuadro 14.2)...</i>	
segundo orden	498	<i>el medio ambiente? El efecto invernadero</i>	560
MECANISMOS DE REACCIÓN	500	14.19 Óxidos de silicio: los silicatos	562
13.7 Reacciones elementales	500	14.20 Otros compuestos importantes	
13.8 Leyes de velocidad		del Grupo 14/IV	565
de las reacciones elementales	502	IMPORTANCIA EN RELACION CON LOS	
13.9 Reacciones en cadena	506	MATERIALES	566
13.10 Velocidades y equilibrio	507	14.21 Vidrios	566
MODELOS DE REACCIONES	508	14.22 Cerámicas	567
13.11 Efecto de la temperatura	508	Ejercicios	568
13.12 Teoría de colisiones	512	CAPÍTULO 15 LOS ELEMENTOS: LOS ÚLTIMOS	
<i>¿Cómo conocer (Recuadro 13.2)...que sucede</i>		CUATRO GRUPOS PRINCIPALES	
<i>durante una colisión molecular?</i>	514	GRUPO 15/V: LA FAMILIA DEL NITRÓGENO	575
13.13 Teoría del complejo activado	515	15.1 Los elementos del Grupo 15/V	575
REACCIONES DE ACCELERACIÓN	517	15.2 Compuestos con hidrógeno y halógenos	577
13.14 Catálisis	517	15.3 Óxidos y oxácidos del nitrógeno	579
<i>¿Qué tiene que ver esto con (Recuadro 13.3)...</i>		15.4 Óxidos y oxácidos del fósforo	581
<i>el ambiente? Protección de la capa de ozono</i>	518	GRUPO 16/VI: LA FAMILIA DEL OXÍGENO	583
13.15 Catalizadores en seres vivos: Enzimas	521	15.5 Los elementos del Grupo 16/VI	583
Ejercicios	523	15.6 Compuestos con hidrógeno	586
CAPÍTULO 14 LOS ELEMENTOS: LOS PRIMEROS		15.7 Óxidos y oxácidos del azufre	588
CUATRO GRUPOS PRINCIPALES		15.8 Haluros de azufre	590
TENDENCIA PERIÓDICA	532	GRUPO 17/VII: LOS HALÓGENOS	590
14.1 Propiedades atómicas	532	15.9 Los elementos del grupo 17/VII	590
14.2 Tendencias de enlace	533	15.10 Compuestos de los halógenos	593
HIDRÓGENO	536	GRUPO 18/VIII: LOS GASES NOBLES	595
14.3 El elemento	536	15.11 Los elementos del Grupo 18/VIII	595
14.4 Compuestos de hidrógeno	537	15.12 Compuestos de los gases nobles	596
GRUPO I: METALES ALCALINOS	538	IMPORTANCIA EN RELACION CON LOS	
14.5 Los elementos del Grupo 1	539	MATERIALES	598
14.6 Propiedades químicas de los metales		15.13 Materiales blandos: coloides, geles	
alcalinos	540	y biomateriales	598

Fronteras de la química (Recuadro 15.1): materiales autoensamblantes 599
 15.14 Fósforos y otros materiales luminiscentes 600
Ejercicios 602

CAPÍTULO 16 LOS ELEMENTOS: EL BLOQUE D

ELEMENTOS DEL BLOQUE D Y SUS COMPUESTOS 607

16.1 Tendencias en las propiedades físicas 608
 16.2 Tendencias en las propiedades químicas 610

ELEMENTOS SELECCIONADOS: UNA EXPLORACIÓN 612

16.3 Del escandio al níquel 612
 16.4 Grupos 11 y 12 616

COMPUESTOS DE COORDINACIÓN 620

16.5 Complejos de coordinación 620

¿Qué relación hay con (Recuadro 16.1)...mantenerse vivo? Por qué se deben ingerir metales d 621

Herramienta 16.1 *Cómo nombrar a los complejos y a los compuestos de coordinación de los metales d* 624

16.6 Estructura de los complejos 625
 16.7 Isómeros 626

¿Cómo conocer (Recuadro 16.2)...que un complejo es ópticamente activo? 629

ESTRUCTURA ELECTRÓNICA DE LOS COMPLEJOS 631

16.8 Teoría del campo cristalino 631
 16.9 Serie espectroquímica 634
 16.10 Colores de los complejos 636
 16.11 Propiedades magnéticas de los complejos 636
 16.12 Teoría del campo ligando 638

IMPACTO SOBRE LOS MATERIALES 640

16.13 Acero 640
 16.14 Aleaciones no ferrosas 641
 16.15 Materiales magnéticos 642
Ejercicios 643

CAPÍTULO 17 QUÍMICA NUCLEAR

DESINTEGRACION NUCLEAR 649

17.1 Evidencia de la desintegración nuclear espontánea 650
 17.2 Reacciones nucleares 651
 17.3 Patrón de estabilidad nuclear 654
 17.4 Predicción del tipo de desintegración nuclear 655
 17.5 Nucleosíntesis 656

¿Qué relación hay con (Recuadro 17.1)...mantenerse vivo? Medicina nuclear 658

RADIACIÓN NUCLEAR 659

17.6 Efectos biológicos de la radiación 659
 17.7 Medición de la velocidad de desintegración nuclear 660

Cómo conocer (Recuadro 17.2)...cuán radiactivo es un material? 661

17.8 Usos de los radioisótopos 664

ENERGÍA NUCLEAR 665

17.9 Conversión masa-energía 665

17.10 Fisión nuclear 667

17.11 Fusión nuclear 670

17.12 Química de la energía nuclear 671

Ejercicios 673

CAPÍTULO 18 QUÍMICA ORGÁNICA I: LOS HIDROCARBUROS

HIDROCARBUROS ALIFÁTICOS 678

18.1 Tipos de hidrocarburos alifáticos 679

Herramienta 18.1 *Cómo nombrar a los hidrocarburos alifáticos* 681

18.2 Isómeros 683

18.3 Propiedades de los alcanos 686

18.4 Reacciones de sustitución de alcanos 687

18.5 Propiedades de los alquenos 688

18.6 Adición electrofílica 690

COMPUESTOS AROMÁTICOS 691

18.7 Nomenclatura de los arenos 691

18.8 Sustitución electrofílica 692

IMPORTANCIA EN RELACIÓN CON LOS MATERIALES: COMBUSTIBLES 695

18.9 Gasolina 695

18.10 Carbón 696

Ejercicios 697

TÉCNICA 5 Espectrometría de masa 702

CAPÍTULO 19 QUÍMICA ORGÁNICA II: POLÍMEROS Y COMPUESTOS BIOLÓGICOS

GRUPOS FUNCIONALES COMUNES 704

19.1 Haloalcanos 705

19.2 Alcoholes 705

19.3 Éteres 706

19.4 Fenoles 707

19.5 Aldehídos y cetonas 707

19.6 Ácidos carboxílicos 708

19.7 Ésteres 709

19.8 Aminas, aminoácidos y amidas 710

Herramienta 19.1 *Cómo nombrar compuestos sencillos con grupos funcionales* 711

IMPORTANCIA EN RELACIÓN CON LOS MATERIALES 712

19.9 Polimerización por adición 713

19.10 Polimerización por condensación 715

19.11 Copolímeros y materiales compuestos 718

19.12 Propiedades físicas de los polímeros 719

<i>Fronteras de la química (Recuadro 19.1): polímeros conductores</i>	720	2D Elementos	A22
IMPORTANCIA EN BIOLOGÍA	722	2E Las primeras 23 sustancias químicas de la producción industrial en los Estados Unidos en el año 2002	A34
19.13 Proteínas	722	APÉNDICE 3 Nomenclatura	A35
19.14 Hidratos de carbono	725	3A Nomenclatura de iones poliatómicos	A35
19.15 Ácidos nucleicos	727	3B Nombres comunes de las sustancias químicas	A36
Ejercicios	730	3C Nombres de algunos cationes comunes con números de carga variables	A36
TÉCNICA 6 Resonancia magnética	736	GLOSARIO	B1
APÉNDICE 1 Símbolos, unidades y técnicas matemáticas	A1	RESPUESTAS	C1
1A Símbolos	A1	Autoevaluación B	C1
1B Unidades y conversiones de unidades	A3	Ejercicio de número impar	C10
1C Notación científica	A6	CRÉDITO DE LAS ILUSTRACIONES	D1
1D Exponentes y logaritmos	A7	ÍNDICE ANALÍTICO	E1
1E Ecuaciones y gráficos	A8		
1F Cálculo infinitesimal	A9		
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		