

INDICE

Acerca de los autores	XIX
Prefacio	XXI
Guía del estudiante para la utilización de este texto	XXIX
1 Las propiedades de la materia de la materia y su medida	1
1.1. El alcance de la química	
1.2. El método científico	2
1.3. Propiedades de la materia	4
1.4. Clasificación de la materia	5
1.5. Medida de las propiedades de la materia. Unidades SI	8
1.6. La densidad, la descomposición porcentual y su utilización en la resolución de problemas	14
1.7. La incertidumbre en la medida científica	18
1.8. Cifras significativas	19
El método científico en acción: poligua	22
Resumen	
Ejemplo de recapitulación	24
Términos claves	
Cuestiones de repaso	25
Ejercicios	26
Ejercicios avanzados y de recapitulación	29
Problemas seminario	31
Ejercicios multimedia	32
2 Los átomos y la teoría atómica	33
2.1. Los primeros descubrimientos químicos y la teoría atómica	34
2.2. Los electrones y otros descubrimientos de la física atómica	37
2.3. El Átomo nuclear	41
2.4. Los elemento químicos	43
2.5. Masas atómicas	46
2.6. Introducción a la tabla periódica	48
2.7. El concepto de mol y la constante de Avogadro	51
2.8. Utilización del concepto de mol en los cálculos	53
Estado natural y abundancias de los elementos	56
Resumen	57
Ejemplo de recapitulación	
Términos claves	58
Cuestiones de repaso	
Ejercicios	60
Ejercicios avanzados y de recapitulación	62
Problemas seminario	63
Ejercicios multimedia	64
3 Compuestos químicos	65
3.1. Tipos de Compuestos químicos y sus formulas	66
3.2. El concepto de mol y Compuestos químicos	70
3.3. Constitución de los Compuestos químicos	73
3.4. Estados de oxidación: un instrumento útil para describir los Compuestos químicos	80
3.5. Nomenclatura de los Compuestos orgánicos e inorgánicos	82

3.6. Nombres y formulas de los Compuestos inorgánicos	
3.7. Nombres y formulas de los Compuestos orgánicos	90
Espectrometría de masas. Determinación de formulas moleculares	98
Resumen	96
Ejemplo de recapitulación	97
Términos claves	98
Cuestiones de repaso	99
Ejercicios	100
Ejercicios avanzados y de recapitulación	104
Problemas seminario	105
Ejercicios multimedia	106
4 Las reacciones químicas	107
4.1. Las reacciones químicas y la ecuación química	108
4.2. La ecuación química y la estequiometría	112
4.3. Las reacciones químicas en disolución	117
4.4. Determinación del reactivo limitante	122
4.5. otros aspectos prácticos de la estequiometría de la reacción	124
La química industrial	128
Resumen	129
Ejemplo de recapitulación	130
Términos claves	
Cuestiones de repaso	
Ejercicios	132
Ejercicios avanzados y de recapitulación	135
Problemas seminario	137
Ejercicios multimedia	138
5 Introducción a la reacciones en disolución acuosa	139
5.1. Naturaleza de las disoluciones acuosas	140
5.2. Reacciones de precipitación	144
5.3. Reacciones acido-base	146
5.4 Principios generales de la oxidación-reducción	151
5.5. Ajuste de las reacciones de oxidación-reducción	155
5.6. Agentes oxidantes y reductores	163
5.7. Esteoquiometría de las reacciones en disolución acuosa y valoraciones	166
El tratamiento de aguas	164
Resumen	165
Ejemplo de recapitulación	166
Términos claves	165
Cuestiones de repaso	166
Ejercicios	168
Ejercicios avanzados y de recapitulación	171
Problemas seminario	173
Ejercicios multimedia	174
6 Gases	175
6.1. Propiedades de los gases: presión del gas	176
6.2. Las leyes elementales de los gases	181
6.3. Combinación de las leyes de los gases: ecuación de los gases ideales y ecuación generales de los gases	187

6.4. Aplicaciones de la ecuación de los gases ideales	190
6.5. Los gases en las reacciones químicas	193
6.6. Mezclas de gases	195
6.7. Teoría cinético-molecular de los gases	199
6.8. Propiedades de los gases en la teoría cinético-molecular	205
6.9. Gases no ideales (reales)	208
La química de los sistemas de bolsas de aire	210
Resumen	209
Ejemplo de recapitulación	
Términos claves	210
Cuestiones de repaso	211
Ejercicios	212
Ejercicios avanzados y de recapitulación	216
Problemas seminario	218
Ejercicios multimedia	219
7 Termoquímica	220
7.1. Términos básicos en termoquímica	221
7.2. Calor	223
7.3. Calores de reacción y calometría	226
7.4. Trabajo	230
7.5. El primer principio de la termodinámica	232
7.6. Calores de reacción AU y AH	235
7.7. Determinación indirecta de AH: ley de Hess	241
7.8. Entalpías de formación estándar	243
7.9. Los combustibles como fuentes de energía	250
Grasas, hidratos de carbono y almacenamiento de energía	
Resumen	254
Ejemplo de recapitulación	255
Términos claves	
Cuestiones de repaso	256
Ejercicios	28
Ejercicios avanzados y de recapitulación	262
Problemas seminario	264
Ejercicios multimedia	265
8 Gases atmosféricos e hidrógeno	266
8.1. La atmósfera	267
8.2. Nitrógeno	270
8.3. Oxígeno	277
8.4. Los gases nobles	281
8.5. Óxidos de carbono	283
8.6. Hidrógeno	286
El ciclo de carbono	210
Resumen	289
Ejemplo de recapitulación	290
Términos claves	
Cuestiones de repaso	292
Ejercicios	293
Ejercicios avanzados y de recapitulación	294
Problemas seminario	295

Ejercicios multimedia	296
9 Los electrones en los átomos	297
9.1. Radiación electromagnética	298
9.2. Espectros atómicos	303
9.3 Teoría cuántica	305
9.4 El átomo de Bohr	310
9.5. Dos ideas que condujeron a la mecánica cuántica	316
9.6. Mecánica ondulatoria	320
9.7. Números cuánticos y orbitales de los electrones	324
9.8. Interpretación y representación de los orbitales del átomo de hidrogeno	326
9.9 Espín del electrón. Un cuarto Número cuántico	333
9.10. Configuraciones electrónicas	336
9.11. Configuraciones electrónicas y la tabla periódica	340
Láseres de He-Ne	346
Resumen	
Ejemplo de recapitulación	345
Términos claves	346
Cuestiones de repaso	348
Ejercicios	349
Ejercicios avanzados y de recapitulación	353
Problemas seminario	354
Ejercicios multimedia	355
10 La tabla periódica y algunas propiedades atómicas	356
10.1. Clasificación de los elementos. La ley periódica y la tabla periódica	357
10.2. Metales, y no metales y sus iones	361
10.3. El tamaño de los átomos y los iones	363
10.4. Energía de ionización	370
10.5. Afinidad electrónica	373
10.6. Propiedades magnéticas	374
10.7. Propiedades periódicas de los elementos	375
La ley periódica y el mercurio	
Resumen	380
Ejemplo de recapitulación	381
Términos claves	
Cuestiones de repaso	382
Ejercicios	383
Ejercicios avanzados y de recapitulación	385
Problemas seminario	386
Ejercicios multimedia	387
11 Enlace químico I. Concepto básicos	388
11.1. Visión general de la teoría de Lewis	389
11.2. Introducción al enlace covalente	392
11.3. Enlaces covalentes polares	395
11.4. Escritura de las estructuras de Lewis	398
11.5. Resonancia	405
11.6. Excepciones a la regla del octeto	406
11.7. La forma de las moléculas	409
11.8. Orden de enlace y longitud de enlace	420

11.9. Energías de enlace	421
Los polímeros, sustancias , macromoleculares	426
Resumen	424
Ejemplo de recapitulación	425
Términos claves	
Cuestiones de repaso	426
Ejercicios	
Ejercicios avanzados y de recapitulación	432
Problemas seminario	433
Ejercicios multimedia	434
12 Enlace químico II. Aspectos adicionales	435
12.1. El objetivo de una teoría de enlace	436
12.2. Introducción al método de de enlace de valencia	437
12.3. Hibridación de los orbitales químicos	439
12.4. Teoría de los orbitales atómicos	447
12.5. Teoría de los orbitales moleculares	451
12.6. Electrones deslocalizados. E enlace en la molécula de benceno	460
12.7. El enlace en los metales	464
Espectroscopia fotoelectrónica	470
Resumen	468
Ejemplo de recapitulación	469
Términos claves	
Cuestiones de repaso	
Ejercicios	472
Ejercicios avanzados y de recapitulación	474
Problemas seminario	476
Ejercicios multimedia	477
13 Líquidos, sólidos y fuerzas intermoleculares	478
13.1 Fuerzas intermoleculares y algunas propiedades de los líquidos	479
13.2. Vaporización de los líquidos. Presión de vapor	481
13.3. Algunas propiedades de los sólidos	490
13.4. Diagramas de fase	492
13.5. Fuerzas de Van der Waals	497
13.6. Enlace de hidrogeno	501
13.7. Los enlaces químicos como fuerzas intermoleculares	504
13.8. Estructuras cristalinas	508
13.9. Cambios de enerva en la formación de cristales iónicos	521
Cristales líquidos	524
Resumen	523
Ejemplo de recapitulación	
Términos claves	525
Cuestiones de repaso	
Ejercicios	526
Ejercicios avanzados y de recapitulación	530
Problemas seminario	532
Ejercicios multimedia	533
14 Las disoluciones y sus propiedades físicas	534
14.1 Tipos de disoluciones. Términos utilizados	535
14.2. Concentración de una disoluciones	

14.3. Fuerzas intermoleculares y procesos de disolución	539
14.4. Formación de la disolución y el equilibrio	544
14.5. Solubilidad de los gases	547
14.6. Presión de vapor de las disoluciones	549
14.7. Presión osmótica	554
14.8. Descenso del punto de congelación y elevación de punto de ebullición de las disoluciones de no electrolito	557
14.9. Disolución de no electrolito	560
14.10. Mezclas coloidales	564
Cromatografía	58
Resumen	566
Ejemplo de recapitulación Términos claves	567
Cuestiones de repaso	568
Ejercicios	570
Ejercicios avanzados y de recapitulación	574
Problemas seminario	576
Ejercicios multimedia	577
15 Cinética química	578
15.1. La velocidad de una reacción química	579
15.2. Medidas de velocidades de reacción	580
15.3. Dependencias de las velocidades de reacción con la concentración. Ecuación de velocidad	584
15.4. Reacciones de orden cero	587
15.5. Reacciones de primer orden	588
15.6. Reacciones de segundo orden	594
15.7. Resumen de la cinética de reacción	595
15.8. Modelos teóricos de la cinética Química	597
15.9 Dependencia de las velocidades de reacción con la temperatura	600
15.11. Catálisis	608
Combustión y explosiones	614
Resumen	613
Ejemplo de recapitulación Términos claves	614
Cuestiones de repaso	616
Ejercicios	617
Ejercicios avanzados y de recapitulación	622
Problemas seminario	624
Ejercicios multimedia	625
16 Principios del equilibrio químico	626
16.1. Equilibrio dinámico	
16.2. Expresión de la constante de equilibrio	627
16.3. Relaciones entre las constantes de equilibrio	632
16.4. Significado del valor numérico de una constante de equilibrio	638
16.5. El cociente de reacción, Q: predicción del sentido del cambio neto	639
16.6. Modificación de las condiciones de equilibrio. Principio de Le Chatelier	641
16.7. Cálculos de equilibrios. Ejemplos ilustrativos	647
El ciclo del nitrógeno y la síntesis de compuestos nitrogenados	654

Resumen	
Ejemplo de recapitulación	656
Términos claves	
Cuestiones de repaso	657
Ejercicios	658
Ejercicios avanzados y de recapitulación	661
Problemas seminario	663
Ejercicios multimedia	664
17 Ácidos y bases	665
17.1 Breve revisión de la teoría de Arrhenius	
17.2. Teoría de ácidos y bases de Bronsted-Lowry	666
17.3. La auto ionización del agua y al escala de pH	671
17.4. Ácidos fuertes y bases fuertes	674
17.5. Ácidos débiles y bases débiles	676
17.6. Ácidos polipróticos	684
17.7. Los iones como ácidos y como bases	689
17.8. Estructura molecular y carácter acido-base	693
17.9. Ácidos y bases de Lewis	698
La lluvia acida	700
Resumen	
Ejemplo de recapitulación	702
Términos claves	
Cuestiones de repaso	703
Ejercicios	704
Ejercicios avanzados y de recapitulación	707
Problemas seminario	708
Ejercicios multimedia	709
18 Otros aspectos de los equilibrios acido-base	710
18.1. Efecto del Ion común en los equilibrios acido-base	711
18.2. Disoluciones reguladoras	714
18.3. Indicadores acido-base	724
18.4. Reacciones de neutralización y curvas de valoración	726
18.5. Disoluciones de sales de ácidos polipróticos	734
18.6. Resumen de lo cálculos de equilibrados acido-base	736
Disoluciones reguladores en la sangre	
Resumen	738
Ejemplo de recapitulación	
Términos claves	
Cuestiones de repaso	740
Ejercicios	741
Ejercicios avanzados y de recapitulación	74
Problemas seminario	746
Ejercicios multimedia	748
19. Solubilidad y equilibrios de iones complejos	749
19.1. Constante del producto de solubilidad, K_{sp}	750
19.2 Relación entre solubilidad y K_{sp}	751
19.3. Efectos del Ion común en los equilibrios de solubilidad	753
19.4 limitaciones de concepto K_{sp}	755
19.5. Criterios para la precipitación	757

19.6. Precipitación fraccionada	759
19.7. Solubilidad y pH	761
19.8. Equilibrios que implican iones complejos	763
19.9. Análisis cualitativo de cationes	768
Caparazones, dientes y fósiles	772
Resumen	773
Ejemplo de recapitulación Términos claves Cuestiones de repaso	774
Ejercicios	775
Ejercicios avanzados y de recapitulación	778
Problemas seminario	780
Ejercicios multimedia	781
20 Espontaneidad. Entropía y energía Gibbs	782
20.1. Espontaneidad. Significado del cambio espontáneo	783
20.2. El concepto de Entropía	784
20.3. Evaluación de la entropía y cambios entrópicos	789
20.4. Criterios de espontaneidad. El segundo principio de la termodinámica	793
20.5 Variación de la energía Gibbs estándar, DGo	797
20.6. Variación de la energía Gibbs y equilibrio	798
20.7. Dependencia de DGo y Keq con la temperatura	808
Reacciones acopladas en sistemas biológicos	812
Resumen	813
Ejemplo de recapitulación Términos claves Cuestiones de repaso	814
Ejercicios	815
Ejercicios avanzados y de recapitulación	819
Problemas seminario	821
Ejercicios multimedia	822
21 Electroquímica	823
21.1. Potenciales de electrodo y su medida	824
21.2. Potenciales estándar de electrodo	828
21.3. Ecel, DG y Keq	833
21.4. Ecel en función de las concentraciones	838
21.5. Baterías y pilas: obtención de electricidad por medio de reacciones químicas	844
21.6. Corrosión: células voltaicas no deseadas	849
21.7. Electrolisis: producción de reacciones no espontáneas	851
21.8. Procesos industriales de electrolisis	856
Potencias de membrana	860
Resumen	859
Ejemplo de recapitulación Términos claves Cuestiones de repaso	862
Ejercicios	864
Ejercicios avanzados y de recapitulación	867
Problemas seminario	869

Ejercicios multimedia	870
22 Elementos de los grupos principales I. Metales	872
22.1. Grupo I. Metales alcalinos	873
22.2. Grupo 2. Metales alcalinotérreos	880
22.3. Iones en las aguas naturales. Aguas duras	886
22.4. Metales del grupo 13. aluminio, galio, indio y talio	889
22.5. Metales del grupo 14. estaño y plomo	895
Arseniuro de galio	898
Resumen	
Ejemplo de recapitulación	899
Términos claves	900
Cuestiones de repaso	
Ejercicios	901
Ejercicios avanzados y de recapitulación	903
Problemas seminario	904
Ejercicios multimedia	905
23 Elementos de los grupos principales II. No metales	906
23.1. Grupo I.8. Los gases nobles	907
23.2. Grupo I.7. Los halógenos	908
23.3. Grupo I.6. La familia del oxígeno	917
23.4. Grupo I.5. La familia del nitrógeno	925
23.5. No metales del Grupo 14: carbono y silicio	932
23.6. El elemento no metálico de grupo 13: boro	939
La ley periódica y el mercurio	940
24 Elementos de transición	949
24.1. Propiedades generales	950
24.2. Principios de metalurgia extractiva	954
24.3. Metalurgia del hierro y del acero	962
24.4. Elementos de la primera serie retransición, del escandio al manganeso	964
24.5. Triada del hierro: hierro, cobalto y níquel	970
24.6. Grupo 11. cobre, plata y oro	972
24.7. Grupo 12. Zinc, cadmio y mercurio	974
24.8. Lantánidos	976
Superconductores de temperatura alta	978
Resumen	977
Ejemplo de recapitulación	
Términos claves	978
Cuestiones de repaso	979
Ejercicios	980
Ejercicios avanzados y de recapitulación	982
Problemas seminario	
Ejercicios multimedia	984
25 Iones complejos y compuestos de coordinación	985
25.1. Introducción a la teoría de los compuestos de coordinación de Werner	986
25.2. Ligandos	988
25.3. Nomenclatura	990
25.4. Isometría	992

25.5. El enlace en los iones complejos. Teoría del campo cristalinos	998
25.6. Propiedades magnéticas de los compuestos de coordinación y teoría del campo cristalinos	1002
25.7. El color y los colores de los complejos	1004
25.8. Algunos aspectos de los equilibrios de los iones complejos	1007
25.9. Reacciones acido-base de los iones complejos	1009
25.10. Consideraciones cinéticas	1010
25.11. Aplicaciones de la química de coordinación	1011
Los colores de las gemas	
Resumen	1016
Ejemplo de recapitulación	1017
Términos claves	
Cuestiones de repaso	1018
Ejercicios	1019
Ejercicios avanzados y de recapitulación	1021
Problemas seminario	
Ejercicios multimedia	1023
26 Química nuclear	1024
26.1. El fenómeno de la radiactividad	1025
26.2. Abundancia natural de los isótopos radiactivos	1028
26.3. Reacciones nucleares y radiactividad inducida artificialmente	1030
26.4. Elementos Transuránicos	1031
26.5. Velocidad de desintegración radiactiva	1032
26.6. Energías implicadas en las reacciones nucleares	1036
26.7. Estabilidad nuclear	1039
26.8. Fusión nuclear	1041
26.9. Fusión nuclear	1044
26.10. Efecto de la radiación sobre la materia	1045
26.11. Aplicaciones de los radioisótopos	1047
Eliminación de residuos radiactivos	1050
Resumen	1050
Ejemplo de recapitulación	1051
Términos claves	
Cuestiones de repaso	1052
Ejercicios	1053
Ejercicios avanzados y de recapitulación	1055
Problemas seminario	1056
Ejercicios multimedia	1057
27 Química orgánica	1058
27.1. Introducción a los compuestos orgánicos y sus estructuras	1059
27.2. Alcanos	1066
27.3. Alquenos y alquinos	1070
27.4. Hidrocarburos aromáticos	1074
27.5. Alcoholes, fenoles y éteres	1078
27.6. Aldehídos y cetonas	1080
27.7. Ácidos carboxílicos y sus derivados	1082
27.8. Aminas	1086
27.9. Compuestos heterocíclicos	1087
27.10. Nomenclatura de los estereoisómeros de compuestos orgánicos	1088

27.11. Introducción a las reacciones de sustitución en átomos de carbono con hibridación sp ³	1095
27.12. Síntesis de compuestos orgánicos	1102
27.13. Recocciones de polimerización	1105
Colorantes naturales y sintéticos	
Resumen	1108
Ejemplo de recapitulación	1109
Términos claves	1110
Cuestiones de repaso	1111
Ejercicios	1112
Ejercicios avanzados y de recapitulación	1118
Problemas seminario	1120
Ejercicios multimedia	1121
28 Química de los seres vivos	1122
28.1. Estructura química de a materia viva. Una visión panorámica	1123
28.2. Lípidos	1124
28.3 Hidratos de carbono	1127
28.4 Proteínas	1135
28.5. Aspectos del metabolismo	1142
28.6. Ácidos nucleicos	1149
La síntesis de proteínas y el código genético	1152
Resumen	1153
Ejemplo de recapitulación	1154
Términos claves	
Cuestiones de repaso	1155
Ejercicios	1156
Ejercicios avanzados y de recapitulación	1158
Problemas seminario	1159
Ejercicios multimedia	1160
Apéndices	
A Operaciones matemáticas	A1
A-1 Aritmética exponencial	
A-2 Logaritmos	A3
A-3 Operaciones algebraicas	A4
A-4 Gráficos	A7
A-5 Utilización de factores de conversión (análisis dimensional)	A8
B Algunos conceptos básicos de física	
B-1 Velocidad y aceleración	B1
B-2 Fuerza y trabajo	
B-3 Energía	B2
B-4 Magnetismo	
B-5 Electricidad estática	B3
B-6 Corriente eléctrica	
B-7 Electromagnetismo	B4
C Unidades SI	
C-1 Unidades básicas SI	C1
C-2 Prefijos SI	
C-3 Unidades derivadas SI	
C-4 Unidades que deben dejar de utilizarse	C2

D Tablas de datos	
D-1 Configuraciones electrónicas del estado fundamental	D1
D-2 Propiedades termodinámicas de las sustancias a 298,15K	D2
D-3 Constantes de equilibrio	D9
D-4 Potenciales estándar de electrodo (reducción) a 25oC	D12
E glosario	E1
F Respuestas de algunos ejercicios seleccionados	F1
G Créditos de fotografías	G1
H Índice analítico	H1