

INDICE

1. Introducción y Repaso	1
1.1. Los orígenes de la química orgánica	1
1.2. Principios de la estructura atómica	2
1.3. Formación de enlaces: la regla de octeto	6
1.4. Estructuras de Lewis	7
1.5. Enlaces múltiples	8
1.6. Electronegatividad y polaridad de enlace	10
1.7. Cargas formales	11
1.8. Estructuras iónicas	13
1.9. Estructuras de resonancia	14
1.10. Fórmulas estructurales	18
1.11. Fórmulas moleculares y fórmulas empíricas	21
1.12. Ácidos y bases de Arrhenius	22
1.13. Ácidos y bases de Bronsted – Lowry	24
1.14. Ácidos y bases de Lewis	29
2. Estructura y Propiedades de las Moléculas Orgánicas	40
2.1. Propiedades ondulatorias de electrones en orbitales	40
2.2. Orbitales moleculares	42
2.3. Enlaces Pi	46
2.4. Hibridación y formas moleculares	47
2.5. Representación de moléculas tridimensionales	51
2.6. Reglas generales de hibridación y geometría	52
2.7. Rotación de enlaces sencillos	55
2.8. Rigidez de enlaces dobles	56
2.9. Isometría estructural	57
2.10. Estereoisometría	57
2.11. Polaridad de enlaces y moléculas	59
2.12. Atracciones y repulsiones intermoleculares	61
2.13. Efectos de la polaridad sobre la solubilidad	66
2.14. Hidrocarburos	69
2.15. Compuestos orgánicos con oxígeno	72
2.16. Compuestos orgánicos con nitrógeno	75
3. Estructura y Estereoquímica de los Alcanos	84
3.1. Clasificación de los hidrocarburos (repaso)	84
3.2. Fórmulas moleculares de los alcanos	85
3.3. Propiedades físicas de los alcanos	86
3.4. Usos y fuentes de los alcanos	89
3.5. Nomenclatura de los alcanos	91
3.6. Estructura y conformaciones de los alcanos	99
3.7. Conformaciones del butano	103
3.8. Conformaciones de los alcanos superiores	104
3.9. Cicloalcanos	105
3.10. Isometría geométrica en los cicloalcanos	107
3.11. Estabilidades de cicloalcanos: tensión del anillo	108
3.12. Conformaciones del ciclohexano	112
3.13. Conformaciones del ciclohexanos monosustituidos	115
3.14. Conformaciones del ciclohexano disustituidos	118

3.15. Moléculas bicíclicas	122
3.16. Reacciones de los alcanos	124
4. Estudio de las Reacciones Químicas	132
4.1. Introducción	132
4.2. Cloración del metano	132
4.3. Reacciones en cadena de radical libre	134
4.4. Constantes de equilibrio y energía libre	138
4.5. Entalpía y entropía	140
4.6. Energías de disociación de enlace	142
4.7. Cálculo de los cambios de entalpía en cloración	143
4.8. Cinética y la ecuación de velocidad	145
4.9. Energía de activación y la dependencia de las velocidades con respecto a la temperatura	147
4.10. Estados de transición	149
4.11. Velocidades de reacción en cadena	150
4.12. Efectos isotópicos	151
4.13. Dependencia de los halogenación con respecto a la temperatura	152
4.14. Halogenación de alcanos superiores	153
4.15. El postulado de Hammond	160
4.16. Intermediarios reactivos	164
5. Halogenuros de Alquilo: Sustitución y Eliminación Nucleofílica	177
5.1. Introducción	177
5.2. Nomenclatura de halogenuros y de alquilo	178
5.3. Usos comunes de los halogenuros de alquilo	180
5.4. Estructura de los halogenuros de alquilo	183
5.5. Propiedades físicas de los halogenuros de alquilo	184
5.6. Preparación de los halogenuros de alquilo	185
5.7. Reacciones de los halogenuros de alquilo: sustitución y eliminación	189
5.8. Sustitución nucleofílica de segundo orden: la reacción S _N 2	189
5.9. Estereoquímica de la reacción S _N 2	192
5.10. Generalidades de la reacción S _N 2	194
5.11. Efectos estructurales de la reacción S _N 2	195
5.12. Fuerzas del nucleófilo en las reacciones S _N 2	197
5.13. Efectos estéricos sobre la nucleofilicidad	200
5.14. Efectos de los grupos salientes	200
5.15. Sustitución nucleofílica del primer orden: la reacción S _N 1	202
5.16. Estereoquímica de la reacción S _N 1	206
5.17. Rearreglos de la reacción S _N 1	207
5.18. Comparación de las reacciones S _N 1 S _N 2	209
5.19. Eliminación del primero orden: la reacción E1	212
5.20. Eliminación del segundo orden: la reacción E2	214
5.21. Estereoquímica de la reacción E2	215
5.22. Orientación de la eliminación: la regla de Saytzeff	219
5.23. Comparación de los mecanismos de eliminación E1 y E2	221
5.24. Comparación de eliminación y sustitución	223
5.25. Reducción de halogenuros de alquilo	225
Resolución de problemas;; síntesis orgánica	228
6. Estereoquímica	241

6.1. Introducción	241
6.2. Quiralidad	242
6.3. Nomenclatura (R) y (S) de átomos de carbono quirales	249
6.4. Actividad óptica	253
6.5. Discriminación biológica de los enantiómeros	259
6.6. Mezcla racémicas	260
6.7. Exceso enantiométrico y pureza óptica	262
6.8. Quiralidad de sistemas con movilidad conformacional	263
6.9. Compuesto quirales sin átomos de carbono quirales	265
6.10. Proyecciones de Fischer	267
6.11. Diastereómeros o diastereoisómeros	272
6.12. Estereoquímica de moléculas con dos o más átomos de carbono quirales	275
6.13. Compuesto meso	276
6.14. Propiedades físicas de los diastereómeros	278
6.15. Resolución de enantiómeros	279
6.16. Configuración absoluta y relativa	282
6.17. Reacciones en el átomo de carbono quiral: mecanismos S _N 1 y S _N 2	285
6.18. Reacciones que no implican átomo de carbono quiral	288
6.19. Reacciones que generan un nuevo átomo de carbono quiral	288
6.20. Estereoespecificidad y eliminaciones anti	290
7. Estructura y Síntesis de Alquenos	299
7.1. Introducción	299
7.2. Descripción orbital del doble enlace de los alquenos	300
7.3. Elementos de instauración	301
7.4. Nomenclatura de los alquenos	304
7.5. Nomenclatura de los isómeros geométricos	305
7.6. Importancia comercial de los alquenos	308
7.7. Estabilidad de los alquenos	317
7.8. Propiedades físicas de los alquenos	317
7.9. Síntesis de los alquenos	319
Resolución de problemas: proposición de mecanismos de reacción	325
8. Reacciones de los Alquenos	338
8.1. Reactividad del doble enlace carbono – carbono	338
8.2. Adición electrofílica a alquenos	339
8.3. Adición de halogenuros de hidrógeno a alquenos	340
8.4. Adición de agua: hidratación de los alquenos	347
8.5. Hidratación indirecto de los alquenos	349
8.6. Alcoximercuriación – demercuriación	353
8.7. Hidroboración de alquenos	354
8.8. Hidrogenación catalítica de alquenos	360
8.9. Adición de carbonos a alquenos	361
8.10. Adición de halógenos a alquenos	364
8.11. Formación de holohidrinás	366
8.12. Epoxidación de alquenos	368
8.13. Apertura de epóxidos catalizada por ácido	370
8.14. Hidroxilación sin de alquenos	372
8.15. Ruptura oxidativa de los alquenos	374

8.16. Dimerización y polimerización de los alquenos	378
9. Estructura y Síntesis de los Alcoholes	393
9.1. Introducción	393
9.2. Estructura y clasificación de los alcoholes	393
9.3. Nomenclatura de alcoholes y fenoles	394
9.4. Propiedades físicas de los alcoholes	399
9.5. Alcoholes de importancia comercial	402
9.6. Ácidos de alcoholes y fenoles	404
9.7. Síntesis de alcoholes: introducción y repaso	408
9.8. Reactivos organometálicos para síntesis de alcoholes	410
9.9. Adición de reactivos organometálicos a compuestos carbonílicos	412
9.10. Otras reacciones de organometálicos: la reacción Corey – House	417
9.11. Reacciones secundarias de los reactivos organometálicos	418
9.12. Reducción del grupo carbonilo: síntesis de alcoholes primarios y secundarios	420
9.13. Tioles (mercaptanos)	423
10. Reacciones de los Alcoholes	433
10.1. Estados de oxidación de alcoholes y grupos funcionales relacionados	433
10.2. Oxidación de alcoholes	435
10.3. Métodos adicionales para la oxidación de alcoholes	438
10.4. Oxidación biológica de los alcoholes	440
10.5. Reducción de los alcoholes	441
10.6. Alcoholes como nucleófilos y electrófilos	442
10.7. Formación y usos de ésteres de tosilato	443
10.8. Reacciones de alcoholes con halogenuros de fósforo	450
10.9. Reacciones de alcoholes con cloruro de tionilo	451
10.10. Reacciones de alcoholes con cloruro de tionilo	451
10.11. Reacciones de deshidratación de alcoholes	453
10.12. Reacciones exclusivas de los dioles	457
Resolución de problemas: proposición de mecanismos de reacción	458
10.13. Esterificación de alcoholes	463
10.14. Ésteres de ácidos inorgánicos	464
10.15. Formación y reacciones de los alcóxidos	466
Resolución de problemas: síntesis en pasos múltiples	467
11. Espectroscopia Infrarroja y Espectrometría de Masas	479
11.1. Introducción	479
11.2. El espectro electromagnético	480
11.3. La región del infrarrojo	482
11.4. Vibraciones moleculares	483
11.5. Vibraciones activas e inactivas en infrarrojo	486
11.6. Medición del espectro infrarrojo	486
11.7. Espectroscopia infrarroja de hidrocarburos	487
11.8. Absorciones características de alcoholes y aminas	493
11.9. Absorciones características de compuestos carbonílicos	494
11.10. Absorciones características de enlaces carbono – nitrógeno	500
11.11. Resumen simplificado de frecuencias de tensión infrarrojas	502
11.12. Lectura e interpretación de espectros infrarrojos (Problemas resueltos)	504

11.13. Introducción a la espectromanía de masas	509
11.14. Espectrometría de masas de alta resolución	512
11.15. Patrones de fragmentación en espectrometría de masas	516
12. Espectroscopia de Resonancia Magnética Nuclear	527
12.1. Introducción	527
12.2. Teoría de la resonancia magnética nuclear	527
12.3. Protección magnética por electrones	530
12.4. El espectrómetro de resonancia magnética nuclear	532
12.5. El desplazamiento químico	534
12.6. Número de señales	542
12.7. Área bajo los picos	544
12.8. Desboldamiento spin – spin	548
Resolución de problemas: Trazado de un espectro de resonancia magnética nuclear	554
12.9. No equivalente estereoquímica de los protones	563
12.10. Dependencia con el tiempo de la espectroscopia de resonancia magnética nuclear	565
12.11. Interpretación de espectros de resonancia magnética nuclear de protones	569
12.12. Espectroscopia de resonancia magnética nuclear del carbono - 13	576
12.13. Interpretación de espectros de resonancia magnética nuclear del carbono	582
12.14. Estrategia para resolver problemas de espectroscopia	586
13. Esteres y Epóxidos	600
13.1. Introducción	600
13.2. Propiedades físicas de los éteres	601
13.3. Nomenclatura de los éteres	604
13.4. Espectroscopias de éteres	608
13.5. Síntesis de Williamson para éteres	610
13.6. Síntesis de éteres por alcoximercuriación – desmercuriación	612
13.7. Síntesis de éteres por deshidratación bimolecular de alcoholes (método industrial)	612
13.8. Escisión de éteres por HBr y HI	614
13.9. Autooxidación de éteres	615
13.10. Síntesis de epóxidos	616
13.11. Apertura de los epóxidos por catálisis ácida	619
13.12. Apertura de los epóxidos por catálisis básica	622
13.13. Orientación de la apertura de los epóxidos	623
13.14. Reacciones de epóxidos con reactivos de Grignard y de organolitio	625
14. Alquinos	634
14.1. Introducción	634
14.2. Nomenclatura de los alquinos	635
14.3. Estructura electrónica de los alquinos	636
14.4. Propiedades físicas de los alquinos	637
14.5. Importancia comercial de los alquinos	637
14.6. Espectroscopia de alquinos	637
14.7. Acidez de los alquinos	641

14.8. Síntesis de alquinos a partir de acetiluros	644
14.9. Síntesis de alquinos por reacciones de eliminación	647
14.10. Reacciones de adición de los alquinos	650
14.11. Oxidación de alquinos	659
Resolución de problemas: síntesis en pasos múltiples	660
15. Simetría Orbital de Sistemas Conjugados y Espectroscopia Ultravioleta	674
15.1. Introducción	674
15.2. Estabilidad de dienos	675
15.3. Panorama orbita molecular de un sistema conjugado	676
15.4. Cationes arílicos	681
15.5. Adición 1,2 y 1,4 a dienos conjugados	682
15.6. Control cinético comparado con el control termodinámico en la adicción de HBr al 1,3 – butadieno	683
15.7. Radicales arílicos	685
15.8. Orbitales moleculares del sistema arílico	689
15.9. Configuraciones electrónicas del radical, catión y anión alilo	690
15.10. Reacciones de desplazamiento S _N 2 de halogenuros y tosilatos de alilo	692
15.11. La reacción Diels – Alder	693
15.12. La reacción Diels – Alder como ejemplo de una reacción pericíclica	701
15.13. Espectroscopia de absorción ultravioleta	705
16. Compuestos Aromáticos	719
16.1. Introducción: el descubrimiento del benceno	719
16.2. Estructura y propiedades del benceno	720
16.3. Orbitales moleculares del benceno	725
16.4. Cuadro orbital molecular del ciclobutadieno	728
16.5. Compuestos aromáticos, antiaromáticos y no aromáticos	730
16.6. Regla de Huckel	731
16.7. Deducción de la regla de Huckel con orbitales moleculares	733
16.8. Iones aromáticos	734
16.9. Compuestos aromáticos heterocíclicos	740
16.10. Hidrocarburos aromáticos polinucleares	744
16.11. Compuestos heterocíclicos fusionados	746
16.12. Nomenclatura de derivados del benceno	746
16.13. Propiedades físicas del benceno y sus derivados	749
16.14. Espectroscopia de los compuestos aromáticos	751
17. Reacciones de los Compuestos Aromáticos	765
17.1. Sustitución electrofílica aromática	765
17.2. Halogenación del benceno	767
17.3. Nitración del benceno	769
17.4. Sulfonación del benceno	770
17.5. Nitración del tolueno: efecto de la sustitución de alquino	772
17.6. Sustituyentes activantes, y directores orto – para	778
17.7. Sustituyentes desactivantes, directores meta	778
17.8. Sustituyentes halogenados: desactivantes y directores orto – para	782
17.9. Efectos sobre la sustitución electrofílica aromática de más de un sustituyente	783

17.10. Alquilación de Friedel - Crafts	786
17.11. La acilación de Friedel – Crafts	791
17.12. Sustitución nucleofílica aromática	795
17.13. Reacciones de adición de los derivados del benceno	799
17.14. Reacciones en la cadena lateral de derivados de benceno	803
17.15. Reacciones de los fenoles	807
18. Cetonas y Aldehídos	820
18.1. Compuestos carbonílicos	820
18.2. Estructura del grupo carbonilo	821
18.3. Nomenclatura del grupo carbonilo	821
18.4. Propiedades físicas de cetonas y aldehídos	824
18.5. Espectroscopia de las cetonas y aldehídos	826
18.6. Importancia industrial de las cetonas y los aldehídos	834
18.7. Repaso de la síntesis de cetonas y aldehídos	835
18.8. Síntesis de cetonas y aldehídos con 1,3 – ditianos	838
18.9. Síntesis de las cetonas a partir de ácidos carboxílicos	839
18.10. Síntesis de cetonas a partir de nitrilos	840
18.11. Síntesis de aldehídos a partir de cloruros de acilo	841
18.12. Reacciones de cetonas y aldehídos: adición nucleofílica	844
18.13. Adición nucleofílica de carbaniones e hidruros (repaso)	846
18.14. Adición nucleofílica de agua: hidratación de cetonas y aldehídos	848
18.15. Adición nucleofílica de cianuro de hidrógeno: formación de cianohidrinas	849
18.16. Condensaciones con amoniaco y aminas primarias: formación de iminas	851
18.17. Condensaciones con hidroxilamina e hidrazinas	853
18.18. Adición nucleofílica de alcoholes: formación de acetales	855
Resolución de problemas: Proposición de mecanismos de reacción	858
18.19. Empleo de acetales como grupos protectores	860
18.20. Oxidación de aldehídos	862
18.21. Desoxigenación de cetonas y aldehídos	863
19. Aminas	878
19.1. Introducción	878
19.2. Nomenclatura de las aminas	880
19.3. Estructuras de las aminas	883
19.4. Propiedades físicas de las aminas	885
19.5. Espectroscopias de las aminas	885
19.6. Basicidad de las aminas	891
19.7. Efectos sobre la basicidad de las aminas	892
19.8. Sales de las aminas	895
19.9. Sales de aminas como catalizadores de transferencia de fase	896
19.10. Reacciones de las aminas con cetonas y aldehídos	897
19.11. Sustitución de las aminas aromáticas y heterocíclicas	898
19.12. Alquilación de las aminas por halogenuros de alquilo	903
19.13. Alquilación de las aminas por cloruro de acilo	904
19.14. Reacción de aminas con cloruro de sulfonilo: sulfonamidas	905
19.15. Las aminas como grupo salientes: la eliminación de Hofmann	907
19.16. Oxidación de las aminas: la eliminación de Cope	910
19.17. Reacciones de aminas con ácido nitroso	911

19.18. Formación y reacciones de las sales de arildiazonio	914
19.19. Síntesis de aminas por afinación reductiva	921
19.20. Síntesis de aminas por acilación reductiva	923
19.21. Reducción de nitrocompuestos: síntesis de arilaminas	924
19.22. Alquilación directa amoniaco y as aminas	926
19.23. Síntesis de Gabriel de las aminas primarias	926
19.24. Reducción de nitrilos a aminas primarias	927
19.25. Rearreglo de Hofmann de las aminas	928
20. Ácidos Carboxílicos	945
20.1. Introducción	945
20.2. Nomenclatura de los ácidos carboxílicos	946
20.3. Propiedades físicas de los ácidos carboxílicos	949
20.4. Acidez de los ácidos carboxílicos	950
20.5. Sales de ácidos carboxílicos	954
20.6. Fuentes comerciales de ácidos carboxílicos	956
20.7. Espectroscopia de ácidos carboxílicos	958
20.8. Síntesis de los ácidos carboxílicos	958
20.9. Reacciones de los ácidos carboxílicos y sus derivadas: sustitución nucleofílica de acilo	967
20.10. Síntesis y empleo de cloruros de ácido	968
20.11. Condensación de los ácidos con los alcoholes: esterificación de Fischer	970
20.12. Esterificación con diazometano	971
20.13. Condensación de ácidos con aminas: síntesis directa de amidas	972
20.14. Reducción de los ácidos carboxílicos	973
20.15. Alquilación de ácidos carboxílicos	975
20.16. Descarboxilación de los radicales carboxilato. Reacción de Hunsdiecker	976
21. Derivados de Ácidos Carboxílicos	987
21.1. Introducción	987
21.2. Estructura y nomenclatura de derivados de ácidos	987
21.3. Propiedades físicas de los derivados de ácidos carboxílicos	994
21.4. Espectroscopia de los derivados de ácidos carboxílicos	997
21.5. Interconversión de derivados de ácido por la sustitución nucleofílica de acilo	1005
21.6. Sustitución nucleofílica de acilo catalizada por ácido	1011
21.7. Hidrólisis de los derivados de ácido carboxílicos	1013
21.8. Reducción de derivados de ácido	1018
21.9. Reacciones de derivados de ácidos con reactivo organometálicos	1021
21.10. Repaso de la química de los cloruros de ácidos	1022
21.11. Repaso de la química de los anhídridos	1024
21.12. Repaso de la química de los ésteres	1027
21.13. Repaso de la química de las amidas	1029
21.14. Repaso de la química de los nitrilos	1032
21.15. Ésteres y amidas de ácido carbónico	1035
22. Adiciones y Condensaciones de los Enoles e Iones Enolato	1048
22.1. Introducción	1048
22.2. Halogenación α de las cetonas	1053
22.3. Bromación α de ácidos (la reacción HVZ)	1055

22.4. Alquilación de iones enolato	1058
22.5. Formación y alquilación de enaminas	1060
22.6. Condensación aldólica de cetonas y aldehídos	1062
22.7. Deshidratación de productos aldólicos	1065
22.8. Condensaciones aldólicas cruzadas	1066
Resolución de problemas: proposición de mecanismos de reacción	1067
22.9. Ciclaciones aldólicas	1070
22.10. Planeación de síntesis empleado condensación aldólicas	1071
22.11. La reacción de Cannizzaro	1072
22.12. La reacción de Wittig	1074
22.13. Condensación de Claisen de ésteres	1078
22.14. Condensación de Dieckmann: un ciclación de Claisen	1081
22.15. Condensaciones de Claisen cruzadas	1082
22.16. Condensaciones que emplean un grupo éster provisional	1085
22.17. Síntesis de éster acetocético	1089
22.18. Síntesis de éster acetoacético	1089
22.19. Adiciones conjugadas: la reacción de Michael	1092
22.20. Anelación de Robinson	1095
Resolución de problema: proposición de mecanismos de reacción	1096
23. Carbohidratos y Ácidos Nucleicos	1109
23.1. Introducción	1109
23.2. Clasificación de los carbohidratos	1110
23.3. Monosacáridos	1111
23.4. Diastereómetros eritro y treo	1114
23.5. Epímeros	1116
23.6. Estructuras cíclicas de los monosacáridos	1116
23.7. Anómeros de monosacáridos: mutarrotación	1120
23.8. Reacciones de los monosacáridos: reacciones secundarias en medio básico	1123
23.9. Reducción de monosacáridos	1125
23.10. Oxidación de los monosacáridos, azúcares reductores	1126
23.11. Azúcares no reductores: formación de glicósidos	1126
23.12. Formación de ésteres y ésteres	1130
23.13. Reacciones con fenilhidrazina: formación de osazonas	1132
23.14. Acortamiento de la cadena: degradación de Ruff	1133
24.15. Alargamiento de la cadena: síntesis de Kiliani – Fischer	1134
24.16. Demostración de Fischer de la configuración de la glucosa	1139
24.17. Determinación del tamaño de anillo; ruptura de azúcares con ácido periódico	1142
24.18. Disacáridos	1145
24.19. Polisacáridos	1150
24.20. Ácidos nucleicos: introducción	1154
24.21. Ribonucleósidos y ribonucleótidos	1156
24.22. La estructura del ácido ribonucleico	1157
24.23. Desoxirribosa y la estructura del ácido desoxirribonucleico	1158
24. Aminoácidos, Péptidos y Proteínas	1171
24.1. Introducción	1171
24.2. Estructura y estereoquímica de los α - aminoácidos	1172
24.3. Propiedades ácido – base de los aminoácidos	1177

24.4. Puntos isoeléctricos y electroforesis	1178
24.5. Síntesis de aminoácidos	1185
24.6. Resolución de los aminoácidos	1186
24.7. Reacciones de los aminoácidos	1186
24.8. Estructura y nomenclatura de péptidos y proteínas	1189
28.9. Determinación de la estructura de los péptidos	1193
28.10. Síntesis clásica de péptidos	1199
28.11. Síntesis de péptidos en fase sólida	1202
28.12. Clasificación de las proteínas	1207
28.13. Niveles de la estructura de las proteínas	1208
28.14. Desnaturalización de proteínas	1211
25. Lípidos	1219
25.1. Introducción	1219
25.2. Ceras	1219
25.3. Triglicéridos	1220
25.4. Saponificación de grasas y aceites: jabones y detergentes	1223
25.6. Esteroides	1228
25.7. Prostaglandinas	1231
28.8. Terpenos	1232
26. Polímeros Sintéticos	1240
26.1. Introducción	1240
26.2. Polímeros de adición	1242
26.3. Estereoquímica de los polímeros	1248
26.4. Control estereoquímica de la polimerización: catalizadores de Ziegler – Natta	1249
26.5. Hules naturales y sintéticos	1249
26.6. Copolímeros de dos o más monómeros	1251
26.7. Polímeros de condensación	1252
26.8. Estructura y propiedades de los polímeros	1256
Apéndices	
1A. Posiciones de protones en varios medios estructurales en resonancia magnética nuclear	1264
1B. Constantes de acoplamiento spin – spin	1265
2A. Frecuencias en infrarrojo características de los grupos (s = fuerte, m = mediana, w = débil)	1266
2B. Absorciones características de grupos funcionales en infrarrojo	1269
3. Reglas de Woodward – Fieser para predecir espectros en ultravioleta visible	1271
4A. Métodos y sugerencias para proponer mecanismos	1275
4B. Sugerencias para desarrollar síntesis en etapas múltiples	1279
4C. Sugerencias para proponer un espectro de resonancia magnética nuclear	1280
Respuestas a Problemas Seleccionados	1281
Índice	1291