

# Índice analítico

## PARTE 1. Estructura de las moléculas orgánicas

### CAPÍTULO 1

#### Introducción

- 1.1 Las primeras moléculas orgánicas
- 1.2 ¿Por qué el carbono?
- 1.3 La química del carbono y el planeta Tierra

### CAPÍTULO 2

#### La teoría estructural

- 2.1 Los primeros tiempos de la química orgánica
- 2.2 Análisis químico y fórmulas moleculares
- 2.3 La teoría estructural de Kekulé
- 2.4 El enlace covalente
- 2.5 Estructura del metano
- Problemas

### CAPÍTULO 3

#### Los alcanos

- 3.1 Estructura y nomenclatura
- 3.2 Petróleo
- 3.3 Compuestos acíclicos: Análisis conformacional

3.4	Ciclohexano: Análisis conformacional	51
3.5	Otros hidrocarburos alicíclicos	57
	Problemas	63

## CAPÍTULO 4

**Grupos funcionales con enlaces simples 67**

4.1	Ácidos y Bases	67
4.2	Grupos funcionales	71
4.3	Profundizando en la hibridación	71
4.4	Las estructuras de las moléculas	73
4.5	Halogenuros de alquilo	77
4.6	Nomenclatura de los halogenuros de alquilo	77
4.7	Propiedades de los halogenuros de alquilo	80
4.8	Compuestos del oxígeno	81
4.9	Nomenclatura de los alcoholes	82
4.10	Propiedades de los alcoholes	83
4.11	Nomenclatura de los éteres	85
4.12	Propiedades de los éteres	86
4.13	Estructuras de los compuestos de azufre	88
4.14	Nomenclatura de los compuestos de azufre	89
4.15	Estructuras de los compuestos de nitrógeno y fósforo	90
4.16	Nomenclatura de las aminas y sales de amonio	91
4.17	Propiedades de las aminas	94
4.18	Fuerzas intermoleculares	95
4.19	Compuestos organosilícicos	102
4.20	Compuestos organobóricos	104
4.21	Compuestos organometálicos	106
	Problemas	110

## CAPÍTULO 5

**Espectroscopia de resonancia magnética nuclear 115**

5.1	Identificación de compuestos orgánicos	115
5.2	Orientación de un núcleo en un campo magnético externo	117
5.3	Apantallamiento de los núcleos de hidrógeno	120
5.4	El desplazamiento químico	121

## CAPÍTULO 6

5.5	Acoplamiento spin-spin	125
	Problemas	135
	<b>Estereoquímica</b>	<b>141</b>
6.1	Actividad óptica	141
6.2	Enantiómeros y mezclas racémicas	144
6.3	Proyecciones de Fischer	147
6.4	Estereoisómeros	151
6.5	Diastereómeros, quiralidad y simetría	152
6.6	Nomenclatura de estereoisómeros	155
6.7	Compuestos que contienen dos (o más) átomos asimétricos	161
6.8	La barrera frente a la interconversión de estereoisómeros	163
6.9	Predicción del número total de estereoisómeros	165
6.10	Formas racémicas, racemización y resolución	167
6.11	Estereoquímica de los heteroátomos	171
6.12	Estereoisomería y espectroscopia de resonancia magnética nuclear	175
	Problemas	180

## CAPÍTULO 7

	<b>Alquenos y alquinos</b>	<b>187</b>
7.1	Hidrocarburos insaturados	187
7.2	Doble enlace carbobono-carbono	188
7.3	Propileno	192
7.4	Buteno. Isomería cis-trans	192
7.5	Requisitos estructurales para la isomería cis-trans en los alquenos	194
7.6	Alquenos superiores y cicloalquenos	196
7.7	Nomenclatura de los alquenos	200
7.8	Propiedades de los alquenos	204
7.9	Estabilidades relativas de los alquenos	207
7.10	Clasificación de los dienos	211
7.11	Alenos	213
7.12	Dienos conjugados. Aproximación por resonancia	214

7.13	Dienos conjugados. Aproximación orbital molecular	220
7.14	Determinación experimental de las energías de conjugación	221
7.15	Propiedades dadoras de electrones de los enlaces $\pi$	223
7.16	El triple enlace carbono-carbono. Alquinos	224
7.17	Alquinos superiores. Nomenclatura	226
7.18	Propiedades de los alquinos	227
7.19	Espectro de RMN de los alquinos y alquenos	229
7.20	Número de insaturaciones	235
	Problemas	237

## CAPÍTULO 8

### Grupos funcionales con enlace múltiple entre el oxígeno y el carbono: grupo carbonilo **245**

8.1	Grupo carbonilo	245
8.2	Los compuestos carbonílicos como ácidos y bases	248
8.3	Tautomería ceto-enólica	252
8.4	Aldehídos y cetonas	255
8.5	Nomenclatura de los aldehídos y cetonas	258
8.6	Propiedades de los aldehídos y cetonas	260
8.7	Estructura de los ácidos carboxílicos	261
8.8	Nomenclatura de los ácidos carboxílicos	262
8.9	Propiedades de los ácidos carboxílicos	265
8.10	Esteres y lactonas	266
8.11	Grasas, ceras y prostaglandinas	270
8.12	Jabones y detergentes	272
8.13	Amidas y compuestos relacionados	274
8.14	Estructura de las amidas	276
8.15	Halogenuros de ácido	279
8.16	Anhídridos de ácido y cetonas	281
8.17	Espectros de RMN de los compuestos carbonílicos. Resumen	282
	Problemas	283

## CAPÍTULO 9

	<b>Espectroscopia infrarroja</b>	<b>287</b>
9.1	El espectro electromagnético	287
9.2	Espectros infrarrojos	289

9.3	Interpretación de espectros	300
9.4	Ejemplos de utilización de la espectroscopia infrarroja	302
	Problemas	304

## CAPÍTULO 10

	<b>Otros grupos funcionales con heteroátomos</b>	<b>311</b>
10.1	Iminas y nitrilos	311
10.2	El grupo nitro	313
10.3	Azo- y diazo-compuestos	315
10.4	Propiedades de los orbitales de la tercera capa principal. El enlace múltiple y los elementos del segundo período	316
10.5	Más sobre los ácidos Lewis	318
10.6	Compuestos de azufre	319
10.7	Análisis espectroscópico	323
10.8	Algunos grupos funcionales menos corrientes que contienen heteroátomos	325
	Problemas	328

## CAPÍTULO 11

	<b>Benceno y aromaticidad</b>	<b>333</b>
11.1	Benceno	333
11.2	Derivados del benceno	339
11.3	Resonancia en los derivados del benceno	344
11.4	Resonancia magnética nuclear y espectros infrarrojos en los derivados del benceno	349
11.5	Compuestos heterocíclicos aromáticos	353
11.6	Sistemas de anillos condensados	357
	Problemas	360

## CAPÍTULO 12

	<b>Intermedios de las reacciones químicas</b>	<b>367</b>
12.1	Tipos fundamentales de intermedios	367
12.2	Iones carbonio	369
12.3	Carbaniones	375



12.4	Radicales de carbono	381
12.5	Carbenos	385
	Problemas	387

## CAPÍTULO 13

<b>Aplicaciones de la termodinámica</b>		<b>391</b>
13.1	Conceptos básicos	391
13.2	Mecanismos de reacción	398
13.3	Cinética química	400
13.4	Teoría del estado de transición	402
13.5	Catálisis	406
13.6	Reacciones competitivas. Velocidades relativas	407
13.7	Efectos isotópicos sobre las velocidades de reacción	410
	Problemas	412

PARTE II. Las reacciones de las moléculas orgánicas **417**

## CAPÍTULO 14

<b>Reacciones de los alquenos y de los alquinos</b>		<b>419</b>
14.1	Adiciones al doble enlace carbono-carbono	420
14.2	Hidrogenación de los alquenos	421
14.3	Adiciones electrófilas a los alquenos.	
	Adiciones de ácidos (H-Z)	425
14.4	Adiciones de halógenos. Stereoquímica	432
14.5	Formación de halogenohidrina	437
14.6	Adiciones de radicales libres. Bromuro de hidrógeno	439
14.7	Adiciones de otros radicales	443
14.8	Hidroboración de los alquenos	444
14.9	Formación de epóxidos, hidroxilación y ozonólisis	447
14.10	Adiciones a los dienos. Adiciones conjugadas	452
14.11	Cicloadiciones. La reacción de Diels-Alder	454
14.12	Adiciones que originan ciclopropanos	457
14.13	Polimerización	458
14.14	Adiciones a los alquinos. Reducciones de los alquinos	465

14.15	Otras adiciones a los alquinos	466
14.16	Resumen de las reacciones de los alquenos y de los alquinos	474
14.17	Resumen de los métodos para sintetizar alquenos y alquinos	471
	Problemas	474

## CAPÍTULO 15

	<b>Sustitución aromática</b>	<b>481</b>
15.1	La estructura del benceno	481
15.2	El mecanismo de la sustitución aromática electrófila. Halogenación	485
15.3	Nitración	491
15.4	Sulfonación	493
15.5	Reacciones de Friedel-Crafts	495
15.6	Efectos activantes de los sustituyentes	500
15.7	Los efectos de los sustituyentes en la orientación	507
15.8	La sustitución en los sistemas con anillos condensados	516
15.9	Reacciones de oxidación de los compuestos aromáticos. Quinonas	523
15.10	Reacciones de reducción de los compuestos aromáticos	531
15.11	Resumen de las reacciones de los compuestos aromáticos	533
	Problemas	534

## CAPÍTULO 16

	<b>Reacciones de los compuestos orgánicos halogenados</b>	<b>541</b>
16.1	Sustitución nucleófila	541
16.2	El mecanismo $S_N2$	545
16.3	El mecanismo $S_N1$	549
16.4	Participación de los grupos vecinos	557
16.5	Reacciones de $\beta$ -eliminación: el mecanismo E2	559
16.6	Regioselectividad (dirección de la eliminación) en las reacciones E2	563
16.7	El mecanismo E1	566

16.8	Resumen de las reactividades en la sustitución nucleófila y en la eliminación	568
16.9	Las reacciones $S_N2$ y E2 en las síntesis	570
16.10	Otras reacciones de $\beta$ -eliminación	576
16.11	Eliminación en alfa	577
16.12	Sustitución aromática nucleófila	578
16.13	Reacciones con bencinos como intermedios	583
16.14	Preparación de compuestos organometálicos a partir de halogenuros	586
16.15	Reacciones de los halogenuros con los compuestos organometálicos	590
16.16	Reducción de los halogenuros orgánicos	592
16.17	Resumen de las reacciones de los compuestos orgánicos halogenados	593
16.18	Resumen de métodos de síntesis para los halogenuros orgánicos	596
	Problemas	599
<b>CAPÍTULO 17</b>		
	<b>Reacciones de los alcoholes, fenoles y éteres</b>	<b>607</b>
17.1	Introducción	607
17.2	Alcóxidos y fenóxidos. Formación de éteres	608
17.3	Conversión de los alcoholes en halogenuros de alquilo	613
17.4	Participación de grupos vecinos	620
17.5	Conversión de los alcoholes en ésteres	623
17.6	Deshidratación. Conversión de los alcoholes en alquenos y en éteres	624
17.7	Oxidación	630
17.8	Reacciones de los éteres	635
17.9	Reacciones de los epóxidos	639
17.10	Reacciones que afectan al enlace carbono-hidrógeno en alfa	642
17.11	Resumen de las reacciones de los alcoholes, fenoles y éteres	643
17.12	Resumen de métodos de síntesis para alcoholes, fenoles y éteres	647
	Problemas	652



## CAPÍTULO 18

<b>Reacciones de los aldehídos y de las cetonas</b>	<b>661</b>
18.1 Reacciones de adición al carbonilo.	
Adición de agua	661
18.2 Adición de alcoholes y de tioles	666
18.3 Polimerización	670
18.4 Adición de cianuro de hidrógeno y condensación benzoínica	671
18.5 Adición de sulfito de hidrógeno y sodio	673
18.6 Condensación con amoníaco y sus derivados	673
18.7 Transformación de compuestos carbonílicos en halogenuros	677
18.8 Adición de compuestos organometálicos	678
18.9 Adición de iluros	684
18.10 Reducción a alcoholes	686
18.11 Reducción a hidrocarburos	692
18.12 Halogenación	695
18.13 Alquilación de enolatos	699
18.14 Condensaciones aldólicas	702
18.15 Oxidación de los aldehídos y de las cetonas	708
18.16 Resumen de las reacciones de los aldehídos y de las cetonas	712
18.17 Resumen de métodos de síntesis para aldehídos	715
18.18 Resumen de métodos de síntesis para cetonas	718
Problemas	721