

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Presentación	15
Presentación autoras	17

UNIDAD DIDÁCTICA I

Tema 1. Hidrocarburos I: Alcanos. Alquenos. Dienos y polienos

<i>Rosa M.^a Claramunt Vallespí</i>	21
1.1. Introducción	25
1.2. Alcanos	26
1.3. Alquenos	42
1.4. Dienos y polienos	48
Términos significativos introducidos en el tema	51
¿Sabías que...?	52
Ejercicios de autocomprobación	53
Soluciones a los ejercicios de autocomprobación	56

Tema 2. Hidrocarburos II. Alquinos. Cicloalcanos. Hidrocarburos aromáticos

<i>Soledad Esteban Santos</i>	61
2.1. Introducción	65
2.2. Alquinos	66

2.3. Cicloalcanos	73
2.4. Hidrocarburos aromáticos.....	77
Términos significativos introducidos en el tema	90
¿Sabías que...?	91
Ejercicios de autocomprobación.....	93
Soluciones a los ejercicios de autocomprobación	94

Tema 3. Derivados halogenados. Alcoholes

Dionisia Sanz del Castillo..... 97

3.1. Introducción	101
3.2. Nomenclatura y clasificación	101
3.3. Polarización del enlace C-X.....	103
3.4. Características físicas.....	105
3.5. Isomería óptica.....	107
3.6. Reacciones de sustitución nucleófila	109
3.7. Reacciones de eliminación nucleófila.....	114
3.8. Derivados halogenados aromáticos.....	115
3.9. Otras reacciones de los derivados halogenados: formación de compuestos organometálicos	117
3.10. Reactividad general de los alcoholes.....	118
Términos significativos introducidos en el tema	123
¿Sabías que...?	124
Ejercicios de autocomprobación.....	125
Soluciones a los ejercicios de autocomprobación	127

Tema 4. Fenoles y éteres. Aminas y nitroderivados

Ángeles Farrán Morales 131

4.1. Introducción	135
4.2. Fenoles	135
4.3. Éteres.....	143
4.4. Aminas y nitroderivados	147
Términos significativos introducidos en el tema	155
¿Sabías que?	156
Ejercicios de autocomprobación.....	157
Soluciones a los ejercicios de autocomprobación	159

Tema 5. Compuestos carbonílicos: aldehídos y cetonas. Ácidos carboxílicos y sus derivados. Nitrilos <i>Marta Pérez Torralba</i>	161
5.1. Introducción	165
5.2. Compuestos carbonílicos: aldehídos y cetonas	166
5.3. Ácidos carboxílicos y sus derivados	173
5.4. Nitrilos.....	179
5.5. Derivados aromáticos.....	182
Términos significativos introducidos en el tema	183
¿Sabías que...?	184
Ejercicios de autocomprobación.....	185
Soluciones a los ejercicios de autocomprobación	186

Tema 6. Química de las biomoléculas <i>M.^a del Pilar Cornago Ramírez</i>	189
6.1. Introducción	193
6.2. Elementos químicos que componen los seres vivos	193
6.3. Biomoléculas orgánicas	194
6.4. Glúcidos	196
6.5. Lípidos.....	205
6.6. Proteínas	211
6.7. Ácidos nucleicos	215
Términos significativos introducidos en el tema	219
¿Sabías que...?	220
Ejercicios de autocomprobación.....	221
Soluciones a los ejercicios de autocomprobación	223

UNIDAD DIDÁCTICA II

Tema 7. Hidrógeno. Metales alcalinos. Metales alcalinotérreos <i>Rosa M.^a Claramunt Vallespí</i>	227
7.1. Introducción	231
7.2. Hidrógeno	231
7.3. Metales alcalinos	240

7.4. Metales alcalino-térreos	249
Términos significativos introducidos en el tema	257
¿Sabías que....?	258
Ejercicios de autocomprobación	259
Soluciones a los ejercicios de autocomprobación	262

Tema 8. Elementos de los grupos del boro y el carbono

Ángeles Farrán Morales 267

8.1. Introducción	271
8.2. Elementos del grupo del boro	272
8.3. Elementos del grupo del carbono	285
Términos significativos introducidos en el tema	302
¿Sabías que....?	303
Ejercicios de autocomprobación	304
Soluciones a los ejercicios de autocomprobación	305

Tema 9. Elementos del grupo del nitrógeno y del grupo del oxígeno

Marta Pérez Torralba..... 307

9.1. Introducción	311
9.2. Elementos del grupo del nitrógeno	311
9.3. Elementos del grupo del oxígeno	329
Términos significativos introducidos en el tema	345
¿Sabías que....?	346
Ejercicios de autocomprobación	347
Soluciones a los ejercicios de autocomprobación	348

Tema 10. Halógenos y gases nobles

Dionisia Sanz del Castillo..... 351

10.1. Introducción	355
10.2. Halógenos. Propiedades	355
10.3. Halógenos en la naturaleza	359
10.4. Obtención de los halógenos	360
10.5. Aplicaciones de los halógenos y sus compuestos	361

10.6. Reactividad de los halógenos.....	363
10.7. Gases nobles. Propiedades.....	371
10.8. Aplicaciones de los gases nobles	373
10.9. Compuestos de los gases nobles	374
Términos significativos introducidos en el tema	376
¿Sabías que...?	377
Ejercicios de autocomprobación.....	379
Soluciones a los ejercicios de autocomprobación	380

Tema 11. Metales de transición. Introducción a los compuestos de coordinación

M.^a del Pilar Cornago Ramírez 387

11.1. Introducción	387
11.2. Enlace metálico	388
11.3. Características de los metales de transición.....	389
11.4. Preparación y usos de algunos metales de transición	401
11.5. Compuestos de algunos metales de transición.....	405
11.6. Introducción a los compuestos de coordinación	408
11.7. El enlace en los compuestos de coordinación. Teoría del campo cristalino	411
11.8. Formación de compuestos de coordinación. Aplicaciones... ..	414
Términos significativos introducidos en el tema	415
¿Sabías que...?	416
Ejercicios de autocomprobación.....	417
Soluciones a los ejercicios de autocomprobación	418

Tema 12. Química nuclear

Soledad Esteban Santos 421

12.1. Introducción	425
12.2. Descubrimiento de la radiactividad	426
12.3. El núcleo atómico: características y estabilidad	428
12.4. Procesos de desintegración	43
12.5. Energía de enlace nuclear	433
12.6. Estabilidad nuclear	435
12.7. Radiactividad inducida: reacciones de bombardeo	439
12.8. Obtención de elementos artificiales: los transuránicos ...	442

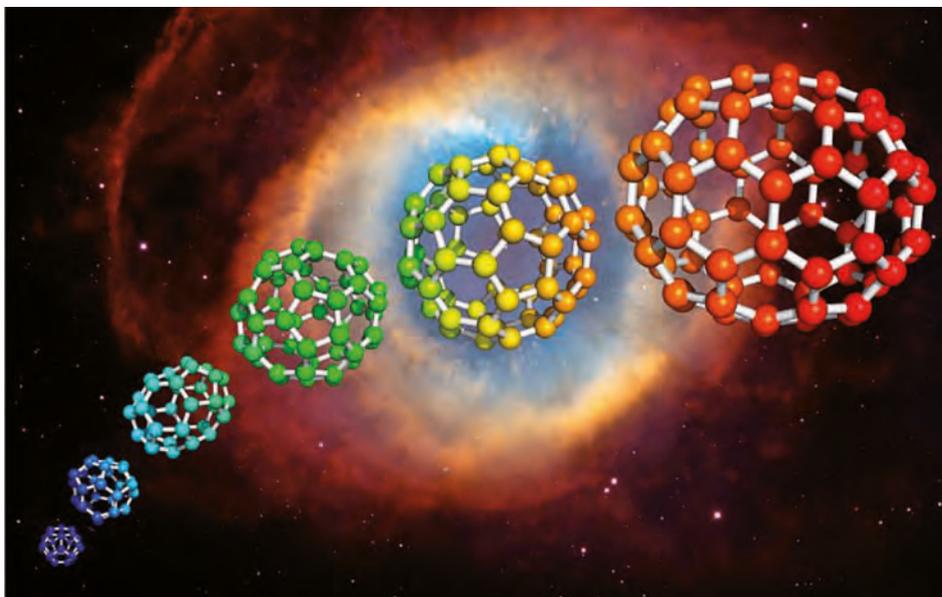
12.9. Cinética de la desintegración radiactiva.....	444
12.10. Fisión nuclear: cara y cruz de la energía nuclear	447
12.11. Fusión nuclear	450
12.12. Aplicaciones de los isótopos radiactivos.....	453
12.13. Efectos biológicos de la radiación.....	456
Términos significativos introducidos en el tema	459
¿Sabías que...?	460
Ejercicios de autocomprobación.....	461
Soluciones a los ejercicios de autocomprobación	463
Bibliografía	465
Unidades SI.....	467
Listado de elementos químicos	469
Tabla Periódica	474
Índice alfabético de términos	477

RESUMEN DEL CONTENIDO

- Tema 1.** Hidrocarburos I: Alcanos. Alquenos. Dienes y polienos.
- Tema 2.** Hidrocarburos II. Alquinos. Cicloalcanos. Hidrocarburos aromáticos.
- Tema 3.** Derivados halogenados. Alcoholes.
- Tema 4.** Fenoles y éteres. Aminas y nitroderivados.
- Tema 5.** Compuestos carbonílicos: aldehídos y cetonas. Ácidos carboxílicos y sus derivados. Nitrilos.
- Tema 6.** Química de las biomoléculas.
- Tema 7.** Hidrógeno. Metales alcalinos. Metales alcalinotérreos.
- Tema 8.** Elementos de los grupos del boro y el carbono.
- Tema 9.** Elementos del grupo del nitrógeno y del grupo del oxígeno.
- Tema 10.** Halógenos y gases nobles.
- Tema 11.** Metales de transición. Introducción a los compuestos de coordinación.
- Tema 12.** Química nuclear.

HIDROCARBUROS I: ALCANOS. ALQUENOS. DIENOS Y POLIENOS

Rosa M.^a Claramunt Vallespí



Estructura de los fullerenos C_{24} , C_{28} , C_{32} , C_{50} , C_{60} y C_{70}

SUMARIO

- 1.1. Introducción
 - 1.2. Alcanos
 - 1.2.1. Nomenclatura y fórmulas
 - 1.2.2. Isomería
 - 1.2.3. Estructura y conformaciones
 - 1.2.4. Propiedades físicas
 - 1.2.5. Reactividad
 - 1.2.6. Fuentes naturales de alcanos
 - 1.3. Alquenos
 - 1.3.1. Nomenclatura
 - 1.3.2. Isomería de posición y geométrica
 - 1.3.3. Propiedades físicas
 - 1.3.4. Reactividad
 - 1.4. Dienos y polienos
 - 1.4.1. Dienos conjugados
- Términos significativos introducidos en el tema
- ¿Sabías que...?
- Ejercicios de autocomprobación
- Soluciones a los ejercicios de autocomprobación

OBJETIVOS

General

Se trata de reconocer a varios grupos de hidrocarburos, los alcanos, los alquenos y los dienos, describiendo su estructura y justificando sus propiedades físicas y su reactividad.

Específicos

1. Definir qué son los compuestos orgánicos, y establecer el concepto de grupo funcional que permite su agrupación en familias.
2. Enumerar los diferentes tipos de hidrocarburos e indicar qué es una serie homóloga.
3. Describir las diferentes representaciones de los compuestos orgánicos.
4. Nombrar y formular alcanos, grupos alquilo, alquenos y dienos.
5. Comprender las razones por las que los alcanos dan reacciones de sustitución y los alquenos de adición.
6. Analizar los diferentes tipos de isomería que presentan estos hidrocarburos.

CONOCIMIENTOS PREVIOS

- El enlace covalente.
- Orbitales híbridos: sp^3 , sp^2 y sp .
- Orbitales moleculares: enlaces σ y π .
- Electronegatividad y polaridad de los enlaces.
- Fuerzas intermoleculares: puntos de fusión y de ebullición.
- Teorías ácido-base.

1. INTRODUCCIÓN

Los *compuestos orgánicos* son sustancias químicas que *contienen carbono*, y prácticamente siempre hidrógeno. Son muy abundantes, su número es muy elevado, y ello se debe a que el elemento carbono se une consigo mismo mediante enlaces covalentes fuertes (sencillos ó múltiples), originando cadenas lineales, ramificadas o cíclicas. También forma enlaces fuertes con hidrógeno, elementos electronegativos (oxígeno, nitrógeno, azufre, fósforo o halógenos) y algunos metales. Estos compuestos se conocen como *moléculas orgánicas*.

Todas las moléculas orgánicas contienen carbono, pero no todas las sustancias que contienen carbono lo son. Los carburos, los carbonatos y los óxidos de carbono, entre otros, no son compuestos orgánicos.

El descubrimiento, en 1828, por el químico alemán Friedrich Wöhler de que la sustancia inorgánica cianato de amonio podía convertirse en urea, una sustancia orgánica que se encuentra en la orina de muchos animales, se considera el inicio o aparición de la química orgánica. Hasta entonces, los químicos creían que para sintetizar sustancias orgánicas, era necesaria la intervención de lo que llamaban «la fuerza vital», es decir, de los organismos vivos. El experimento de Wöhler rompió la barrera entre sustancias orgánicas e inorgánicas.

En la actualidad los compuestos orgánicos se clasifican en dos tipos: i) *naturales*, de origen biológico (seres vivos, restos fósiles); ii) *artificiales*, fabricados por el ser humano en el laboratorio a partir sobre todo de dos fuentes principales, carbón y petróleo, o por modificación química de los naturales.

Todo ese gran número de compuestos orgánicos pueden agruparse en familias o tipos a partir de sus características estructurales. En Química Orgánica se conoce como **grupo funcional** al átomo, o grupo de átomos, que define la estructura de una familia particular de compuestos orgánicos y al mismo tiempo determina sus propiedades.

Los compuestos orgánicos más sencillos se denominan **hidrocarburos**, y contienen únicamente átomos de carbono e hidrógeno.

El carbono, primer elemento del Grupo 14 de la Tabla Periódica, es un elemento no metálico y su configuración electrónica es $1s^2 2s^2 2p^2$. Como se muestra en la figura 1.1 al formar compuestos con hidrógeno, los átomos de carbono pueden:

- Establecer cuatro enlaces covalentes sencillos por hibridación sp^3 (forma tetraédrica con ángulos de $109,5^\circ$), como en el **metano** que es el hidrocarburo más sencillo, que pertenece a la familia de los **alcanos**.
- Participar en enlaces covalentes dobles por hibridación sp^2 (forma trigonal plana con ángulos de 120°) y formación de un enlace σ y un enlace π , como en el **eteno**, de la familia de los **alquenos**.
- Formar enlaces covalentes triples mediante hibridación sp (forma lineal con ángulos de 180°), y formación de un enlace σ y dos enlaces π , como en el **etino**, de la familia de los **alquinos** (Tema 2).

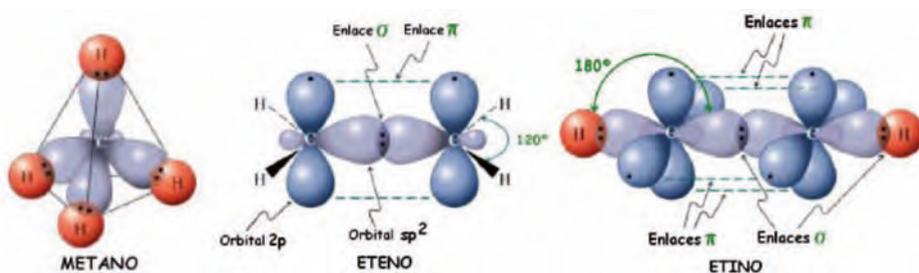


FIGURA 1.1. Orbitales híbridos del carbono: sp^3 en el metano, sp^2 en el eteno y sp en el etino

1.2. ALCANOS

Los **hidrocarburos saturados** o **alcanos** son compuestos formados por carbono e hidrógeno, con todos los átomos de carbono con hibri-

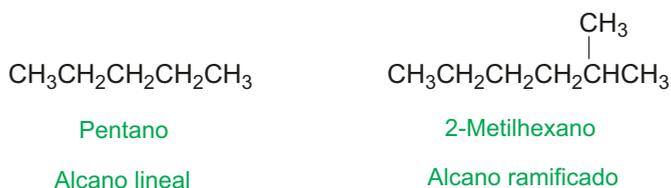
dación sp^3 y enlaces covalentes sencillos σ . Poseen el número máximo de hidrógenos que es posible enlazar a cada carbono, y de ahí el término hidrocarburo saturado utilizado para describirlos.

A diferencia del resto de los compuestos orgánicos no están caracterizados por ningún grupo funcional específico.

Los *alcanos de cadena abierta* o *hidrocarburos alifáticos* tienen la fórmula general C_nH_{2n+2} donde n toma el valor de los números naturales 1, 2, 3, 4... A medida que aumenta n en la fórmula general C_nH_{2n+2} se genera la *serie homóloga de los alcanos* en la que cada miembro difiere de su vecino inmediato en un grupo CH_2 (denominado metileno).

El alcano más sencillo es el metano de *fórmula molecular* CH_4 (Figura 1.1), principal componente del gas natural. Otros alcanos conocidos son el etano, propano y butano con dos, tres y cuatro átomos de carbono, respectivamente (Tabla 1.1).

Los alcanos se clasifican en *lineales* cuando constan de una única cadena carbonada, y *ramificados* cuando a los átomos de carbono de la cadena carbonada más larga van unidas otras de menor extensión.



1.2.1. Nomenclatura y fórmulas

Para los compuestos orgánicos existe una nomenclatura sistemática formulada por la *International Union of Pure and Applied Chemistry*, que se conoce como la nomenclatura IUPAC. A continuación se mencionan las reglas a utilizar para nombrar a los alcanos con más de cuatro átomos de carbono.

1. La cadena continua de mayor longitud de átomos de carbono o *cadena principal* se indica mediante un *prefijo* derivado de los numerales griegos, *pent-* para cinco átomos de carbono, *hex-* para seis átomos de carbono, *hept-* para siete átomos de carbono, *oct-* para ocho

átomos de carbono, *non-* para nueve átomos de carbono, *dec-* para diez átomos de carbono, ..., al que se añade el *sufijo -ano*.

2. Las posiciones y el nombre de las *ramificaciones* de la cadena principal se añaden como *prefijos* al nombre del hidrocarburo de cadena más larga. La posición de unión se expresa por la numeración de la cadena más larga, comenzando por el extremo más próximo a la ramificación. En cualquier caso el número (o localizador) debe ser el más bajo posible y, en el nombre los radicales aparecen por orden alfabético.

En la tabla 1.1 se representa la *fórmula semidesarrollada* de algunos miembros de la serie junto con su nombre IUPAC, y en algunos casos además el nombre común (o vulgar o trivial) por el que se conocen. También se incluyen los *grupos alquilo*, que son las agrupaciones atómicas o *radicales* obtenidos a partir del alcano cuando se quita un átomo de hidrógeno quedando con una valencia libre. Como puede verse el nombre de estos últimos se forma *sustituyendo* la terminación *-ano* del hidrocarburo por *-ilo*. Los radicales pueden ser *primarios* (etilo, propilo, butilo, isobutilo, 1-pentilo), *secundarios* (isopropilo o 1-metiletilo, *sec*-butilo o 1-metilpropilo, *sec*-pentilo o 1-metilbutilo, 3-pentilo o 1-etilpropilo) o *terciarios* (*terc*-butilo), según el carácter del átomo de carbono que lleva la valencia libre.

La denominación de *primario*, *secundario*, *terciario* o *cuaternario* para los átomos de carbono, se refiere al número de otros átomos de carbono a los que está unido, *uno*, *dos*, *tres* y *cuatro*, respectivamente.

A continuación, se indica un ejemplo de aplicación de las reglas de nomenclatura:



La cadena más larga tiene *siete átomos de carbono*, por lo tanto se trata de un *heptano*. Las ramificaciones son *tres* radicales *metilo* en las posiciones 2, 3 y 5 y *un propilo* en posición 4. Los radicales cuando se nombran como sustituyentes pierden la «o» final, es decir, son grupos *alquil*. Como puede observarse los radicales aparecen por orden alfabético, es decir *metil* antes que *propil*, y no se considera para ello la letra que indica su número, es decir, en este caso *tri*.