



ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

Diligencia para hacer constar que las siguientes páginas de este documento se corresponden con la información que consta en la Secretaría de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Sevilla relativa al programa oficial de la asignatura “Química Orgánica” (1150013) del curso académico “2004-2005”, de los estudios de “Ingeniero Técnico Industrial. Especialidad en Química Industrial (Plan 2001)”.

Regina M^a Nicaise Fito

Gestora de Centro

Código:PFIRM764QMIH5Wa+dV1AP4XqJs10Qz.
Permite la verificación de la integridad de este documento electrónico en la dirección: <https://pfirma.us.es/verifirma>

FIRMADO POR	REGINA NICAISE FITO	FECHA	12/06/2018
ID. FIRMA	PFIRM764QMIH5Wa+dV1AP4XqJs10Qz	PÁGINA	1/8

Asignatura: QUÍMICA ORGÁNICA

Curso: SEGUNDO (1^{er} cuatrimestre)

Titulación: INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL, ESPECIALIDAD EN QUÍMICA INDUSTRIAL

Curso: 2004-05

PROGRAMA DE LAS CLASES TEÓRICAS

Bloque I: Estructura de los compuestos orgánicos y conceptos fundamentales.

Tema 1: El enlace en los compuestos orgánicos.

1. Tipos de enlace que pueden formar los átomos de carbono. Hibridación y geometría. Enlaces sencillos. Enlaces dobles. Enlaces triples.
2. Estructuras de Lewis. Cargas formales.
3. Resonancia.
4. Polarización del enlace covalente. Cargas parciales. Efecto inductivo.

Tema 2: Modos de representación y nomenclatura de los compuestos orgánicos

1. Tipos de fórmulas y modos de representación de los compuestos orgánicos.
2. Grupos funcionales.
3. Alcanos acíclicos lineales y ramificados. Localizadores y cadena principal. Radicales alquilo. Prefijos y orden de los sustituyentes.
4. Cicloalcanos.
5. Alquenos y alquinos.
6. Hidrocarburos aromáticos.
7. Derivados halogenados.
8. Alcoholes, fenoles y éteres.
9. Aminas.
10. Nitrilos y nitrocompuestos.
11. Ácidos carboxílicos y derivados. Ácidos carboxílicos, aniones y sales. Anhídridos de ácido. Radicales acilo. Haluros de ácido. Ésteres. Amidas.
12. Compuestos con varios grupos funcionales. Prioridad de los grupos funcionales.

Tema 3: Estructura molecular y propiedades físicas.

1. Introducción.
2. Interacciones intermoleculares en compuestos covalentes. Interacciones dipolo-dipolo. Interacciones de Van der Waals. Enlaces por puentes de hidrógeno.
3. Variación de las principales propiedades físicas en función de la estructura en compuestos orgánicos representativos. Punto de ebullición. Punto de fusión. Solubilidad. Manuales de constantes físicas.

Tema 4: Isomería.

1. Definición general y tipos de isomería.
2. Isomería constitucional.
3. Estereoisomería. Quiralidad y enantiomería. Centros estereogénicos. Actividad óptica y medidas polarimétricas. configuraciones absolutas. Notación *R*, *S*. Reglas de prioridad de Cahn, Ingold y Prelog; Proyecciones de Fischer. Moléculas con más de un centro estereogénico. Diastereoisómeros y mesoforma. Formas racémicas. Exceso enantiomérico. Estereoisomería en alquenos. Configuración del doble enlace. Notación *Z*, *E*. Estereoisómeros y propiedades físicas y químicas. Importancia biológica y tecnológica de la estereoisomería.

Tema 5: Introducción al estudio de las reacciones orgánicas.

1. Tipos generales de reacciones orgánicas.
2. Aspectos energéticos y cinéticos de las reacciones orgánicas. Diagramas de energía de reacción. Noción de intermedio de reacción.

Código:PFIRM764QMIH5Wa+dV1AP4XqJs10Qz.
Permite la verificación de la integridad de este documento electrónico en la dirección: <https://pfirma.us.es/verifirma>

FIRMADO POR	REGINA NICAISE FITO	FECHA	12/06/2018
ID. FIRMA	PFIRM764QMIH5Wa+dV1AP4XqJs10Qz	PÁGINA	2/8

Noción de mecanismo de reacción. 3. Formas de ruptura de los enlaces en las reacciones orgánicas. Reacciones homolíticas y heterolíticas. 3. Intermedios de reacción más frecuentes en Química Orgánica. Estructura y estabilidad. 4. Ácidos y bases de Lewis en las reacciones orgánicas. Electrófilos y nucleófilos.

Bloque II: Hidrocarburos y haluros de alquilo.

Tema 6: Alcanos y cicloalcanos.

1. Clasificación de los hidrocarburos. 2. Fuentes naturales de los hidrocarburos. 3. Estructura de los alcanos. Equilibrio conformacional y tipos de conformaciones. Análisis conformacional del etano y del butano. 4. Estructura de los cicloalcanos. Estabilidad y estructura. Conformaciones del ciclohexano. Enlaces ecuatoriales y axiales en el ciclohexano. Ciclohexanos monosustituídos; equilibrio conformacional. Estereoisomería en cicloalcanos disustituídos. 5. Reactividad de alcanos y cicloalcanos. Reacciones de combustión. Reacciones de halogenación. Otras reacciones.

Tema 7: Haluros de alquilo. Reacciones de sustitución nucleófila y de eliminación.

1. Introducción. 2. Preparación. Preparación industrial. Métodos generales de preparación. 3. Reacciones de sustitución nucleófila. Esquema general y transformaciones más representativas. Reacciones SN2. Mecanismo, cinética y estereoquímica. Reacciones SN1. Mecanismo, cinética y estereoquímica. Factores que afectan a la velocidad en las reacciones SN1 y SN2. Competencia SN1-SN2. 4. Reacciones de eliminación. Esquema general de la deshidrohalogenación. Papel de la base. Reacciones E2. Mecanismo, cinética y estereoquímica. Reacciones E1. Mecanismo, cinética y estereoquímica. Factores que afectan a la velocidad en las reacciones E1 y E2. Competencia sustitución-eliminación.

Tema 8: Alquenos, dienos y alquinos I: estructura, preparación e interés industrial.

1. Estructuras y estabilidades relativas de alquenos, dienos y alquinos. 2. Alquenos, dienos y alquinos de alta producción industrial. Preparación. Aplicaciones e industrias derivadas. 3. Métodos generales de síntesis de alquenos y dienos. Mecanismo de la deshidratación de alcoholes catalizada por ácidos. 4. Métodos generales de preparación de alquinos. Reacciones de eliminación. Alquilación del acetileno y alquinos terminales. Acidez de los alquinos terminales.

Tema 9: Alquenos, dienos y alquinos II: reactividad. Reacciones de adición electrófila y radicalaria.

1. Introducción. 2. Reacciones de hidrogenación. Adición catalítica de hidrógeno. Mecanismo y estereoquímica. Reducción de alquinos con Na/NH₃. 3. Reacciones de adición electrófila a alquenos. Adición de haluros de hidrógeno. Mecanismo. Regla Markovnikov. Adición de ácido sulfúrico. Adición de agua en medio ácido. Adición de halógenos. Mecanismo y estereoquímica. Formación de halohidrinas. 4. Reacciones de adición electrófila a dienos conjugados. Adiciones 1,2 y 1,4. 5. Reacciones de adición electrófila a alquinos. 6. Reacciones de adición radicalaria a alquenos y dienos conjugados. 7. Reacciones de sustitución alílica. 8. La reacción de Diels-Alder. 9. Reacciones de oxidación. Formación de epóxidos y glicoles. Oxidaciones degradativas. Ozonólisis

Código:PFIRM764QMIH5Wa+dV1AP4XqJs10Qz.
Permite la verificación de la integridad de este documento electrónico en la dirección: <https://pfirma.us.es/verifirma>

FIRMADO POR	REGINA NICAISE FITO	FECHA	12/06/2018
ID. FIRMA	PFIRM764QMIH5Wa+dV1AP4XqJs10Qz	PÁGINA	3/8

Tema 10: Hidrocarburos aromáticos. Reacciones de sustitución aromática electrófila.

1. Estructura del benceno. 2. Concepto de aromaticidad. Condiciones para la aromaticidad. Regla de Hückel. Hidrocarburos aromáticos. Compuestos aromáticos heterocíclicos. 3. Reacciones de sustitución aromática electrófila. Reacciones de S.A.E. sobre el benceno. Mecanismo general. Nitración. Sulfonación. Halogenación. Alquilación de Friedel-Crafts. Acilación de Friedel-Crafts. Reacciones de S.A.E. sobre anillos de benceno sustituidos. Efecto de los sustituyentes sobre la reactividad. Sustituyentes activantes y desactivantes. Efecto de los sustituyentes sobre la orientación. Reacciones de S.A.E. en anillos de benceno polisustituidos. 4. Reacciones sobre la cadena lateral en los arenos. Halogenación. Reacciones de adición a alqueniobencenos. Oxidación. 5. Haluros de arilo. Sustitución aromática nucleófila.

Bloque III: Compuestos orgánicos con oxígeno y nitrógeno. Compuestos organometálicos.

Tema 11: Compuestos organometálicos.

1. Estructura. Características del enlace carbono-metal. Compuestos organometálicos más representativos. 2. Preparación de compuestos de Grignard y compuestos organolíticos. 3. Reactividad de los compuestos de Grignard y los compuestos organolíticos. Reactividad como bases. Reactividad como nucleófilos. Reacciones de sustitución nucleófila. Reacciones de adición al carbonilo. Aplicación a la síntesis de alcoholes. 4. Estabilidad, manipulación y restricciones de uso.

Tema 12: Alcoholes y fenoles.

1. Introducción. 2. Preparación industrial y usos. Preparación de alcoholes sencillos. Preparación de fenol y derivados de interés. 3. Métodos generales de preparación de alcoholes. Revisión de las reacciones estudiadas en temas anteriores. Preparación de alcoholes por reducción de aldehídos, cetonas, ácidos carboxílicos y ésteres. 4. Reacciones de los alcoholes y los fenoles. Reacciones comunes a alcoholes y fenoles. Reacciones con rotura del enlace O-H. Acidez. Formación de ésteres (un anticipo). Formación de éteres (un anticipo). Reacciones de oxidación. Oxidación de alcoholes primarios y secundarios. Oxidación de fenoles. Formación de quinonas. Reacciones propias de los alcoholes. Reacciones con rotura del enlace C-O. Reacciones con haluros de hidrógeno. Otras reacciones. Reacciones propias de los fenoles. 5. Dioles y polioles.

Tema 13: Éteres y epóxidos.

1. Introducción. 2. Éteres. Preparación industrial y usos. Deshidratación intermolecular de alcoholes. 3. Síntesis de Williamson de éteres. 4. Reactividad de los éteres. Rotura ácida. Formación de peróxidos. 5. Síntesis de epóxidos. Preparación industrial de óxido de etileno. Métodos generales de preparación. 6. Reacciones de apertura de anillo en los epóxidos. Sin catálisis ácida. Con catálisis ácida.

Tema 14: Aldehídos y cetonas. Reacciones de adición nucleófila al carbonilo.

1. Introducción. 2. Preparación industrial y aplicaciones. 3. Métodos generales de preparación. 4. Reacciones de adición nucleófila al carbonilo. Mecanismo general sin y con catálisis ácida. Adición de agua. Adición de alcoholes. Adición de compuestos organometálicos (un repaso). Adición de cianuro de hidrógeno. Adición de aminas y otros “derivados del amoníaco”. 5. Reacciones redox. 6. Enoles e iones enolatos. Equilibrio ceto-

Código:PFIRM764QMIH5Wa+dV1AP4XqJs10Qz. Permite la verificación de la integridad de este documento electrónico en la dirección: https://pfirma.us.es/verifirma			
FIRMADO POR	REGINA NICAISE FITO	FECHA	12/06/2018
ID. FIRMA	PFIRM764QMIH5Wa+dV1AP4XqJs10Qz	PÁGINA	4/8

enólico. α -Halogenación. Acidez de los hidrógenos en α . Formación de iones enolatos. Reacción de condensación aldólica. Los iones enolatos en síntesis orgánica.

Tema 15: Ácidos carboxílicos y derivados de ácido. Reacciones de sustitución nucleófila acílica.

1. Introducción. El grupo acilo. 2. Ácidos carboxílicos. Acidez y formación de sales. 3. Preparación industrial y aplicaciones. 4. Métodos generales de preparación. Repaso de las reacciones estudiadas en temas anteriores. Carbonatación de reactivos de Grignard. Hidrólisis de nitrilos. Síntesis malónica. 4. Reacciones de sustitución nucleófila acílica. Mecanismo general sin y con catálisis ácida. Un ejemplo: hidrólisis de derivados de ácido. Reactividad relativa de los ácidos carboxílicos y los derivados de ácido frente a la sustitución nucleófila acílica. 5. Preparación de los derivados de ácido. Cloruros de ácido. Anhídridos de ácido. Ésteres y lactonas. Amidas y lactamas. 6. Otras reacciones de los ácidos carboxílicos y los derivados de ácido. Reacciones de reducción (un repaso). Condensación de Claisen de ésteres. Deshidratación de amidas a nitrilos.

Tema 16: Aminas y sales de diazonio.

1. Introducción. Estructura y enlace en las aminas. 2. Basicidad de las aminas. Sales de amonio. 3. Aminas de mayor interés industrial. Preparación y aplicaciones. 4. Métodos generales de preparación de aminas. Reacción de haluros de alquilo con amoníaco. Síntesis de Gabriel. Preparación de aminas por reducción de otros compuestos nitrogenados. 5. Reacciones de las aminas. Repaso de las reacciones estudiadas en temas anteriores. Eliminación de Hofmann en sales de amonio cuaternario. Reacciones con ácido nitroso. Formación de sales de diazonio. 6. Las sales de arildiazonio como intermedios en síntesis. Reacciones de sustitución. Reacciones de reducción (desaminaciones reductivas). Reacciones de azocoplación.

PROGRAMA DE LAS CLASES PRÁCTICAS

Práctica 1: Separación de una mezcla de ácido salicílico, 1-naftol y 1,3-dinitrobenzoceno mediante extracción líquido-líquido.

Práctica 2: Síntesis de cloruro de *tert*-butilo.

Práctica 2: Síntesis de salicilato de metilo.

OBJETIVOS GENERALES Y CONSIDERACIONES METODOLÓGICAS

Una pauta general que se ha seguido para la elaboración del programa ha sido la de poner énfasis en la relación que existe entre estructura, propiedades y reactividad. Junto a ello, se ha adoptado una organización del programa que combina el enfoque tradicional de grupos funcionales con una aproximación más moderna basada en los mecanismos de reacción. La organización básica para la mayoría de los capítulos es por grupos funcionales, pero dentro de

Código:PFIRM764QMIH5Wa+dV1AP4XqJs10Qz. Permite la verificación de la integridad de este documento electrónico en la dirección: https://pfirma.us.es/verifirma			
FIRMADO POR	REGINA NICAISE FITO	FECHA	12/06/2018
ID. FIRMA	PFIRM764QMIH5Wa+dV1AP4XqJs10Qz	PÁGINA	5/8

ella se ha querido resaltar el aspecto mecanístico de las reacciones y las semejanzas que surgen entre todas ellas cuando se estudian desde este punto de vista.

Con esta filosofía de aproximación al estudio de la Química Orgánica se pretende ante todo enseñar a los estudiantes a “pensar en Química Orgánica”. El objetivo por tanto no es describir un número elevado de reacciones, propiedades y aplicaciones, sino proporcionar a los estudiantes, a través de unos pocos ejemplos representativos, las herramientas básicas para que puedan entender el comportamiento de los compuestos orgánicos en sus diferentes aspectos. De este modo, su aprendizaje habrá ido más allá y le permitirá, en un futuro, aplicar los conocimientos adquiridos a situaciones diversas y en contextos diferentes.

En línea con lo que se acaba de comentar, durante la elaboración del programa se ha procurado simplificar al máximo el contenido y eliminar todo aquello que se pueda considerar periférico, superficial, anticuado o demasiado avanzado o teórico. Por el contrario, teniendo en cuenta el contexto de los estudios a los que corresponde la asignatura, se ha prestado especial atención en resaltar el aspecto práctico de la Química Orgánica.

En congruencia con la aproximación mecanicista que en cierto modo se quiere utilizar, las reacciones se estudian, en general, como reacciones características de uno o varios grupos funcionales y no como métodos de preparación de un tipo de compuestos. No obstante, en los temas dedicados a estudiar una determinada familia de sustancias, se incluye siempre un apartado dedicado a los métodos generales de preparación en el que se enumeran los distintos procedimientos con objeto de que queden recogidos de forma conjunta. La referencia a estos procedimientos supone, en algunos casos, un repaso de reacciones ya estudiadas y, en otros, un anticipo de reacciones que se considerarán más adelante.

No se contempla la posibilidad de asignar un día concreto a la semana para la realización de ejercicios. La idea es abordarlos según las exigencias del tema que se esté desarrollando en cada momento. Durante las clases de teoría está previsto intercalar ejercicios frecuentemente, con el objetivo de ayudar en la comprensión de los distintos aspectos tratados y proporcionar un refuerzo inmediato del contenido a medida que se asimila. Además, para la mayoría de los temas está previsto hacer un número adicional de problemas una vez finalizado el mismo, pudiéndose agrupar, en algunos casos, los ejercicios de varios temas relacionados entre sí.

Las prácticas de laboratorio se han programado bajo una concepción que combina el trabajo individual con el trabajo en equipo. Con ellas se persigue desarrollar las habilidades propias del trabajo experimental, reforzar el aprendizaje de muchos de los conocimientos expuestos en las clases de teoría y, sobre todo, desarrollar la capacidad de observación y relación de los estudiantes, potenciar su espíritu crítico y educarlos en el hábito del trabajo ordenado y sistemático.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Para superar la asignatura será necesario obtener una calificación global igual o superior a cinco en cualquiera de las convocatorias previstas. Dicha calificación, que tendrá en cuenta la del examen final correspondiente al contenido de las clases de teoría y la calificación de las prácticas de laboratorio, se obtendrá según el siguiente criterio:

Código:PFIRM764QMIH5Wa+dV1AP4XqJs10Qz. Permite la verificación de la integridad de este documento electrónico en la dirección: https://pfirma.us.es/verifirma			
FIRMADO POR	REGINA NICAISE FITO	FECHA	12/06/2018
ID. FIRMA	PFIRM764QMIH5Wa+dV1AP4XqJs10Qz	PÁGINA	6/8

Examen final:

Calificación mínima: 5,0

Contribución a la calificación global: 85 %

Prácticas de laboratorio:

Calificación mínima: 5,0

Contribución a la calificación global: 15 %

En principio está previsto realizar un único examen referente al contenido de las clases de teoría y problemas (examen final). No obstante, si hay disponibilidad de espacios, la organización de los estudios en el Centro lo permite y los alumnos así lo desean, se contemplará la posibilidad de realizar un examen parcial eliminatorio. Los exámenes podrán contener preguntas de desarrollo, preguntas cortas, ejercicios de aplicación cortos y problemas.

Para evaluar las prácticas se tendrán en cuenta los resultados obtenidos y el rendimiento en el laboratorio, se realizarán cuestionarios y se presentarán informes de las prácticas realizadas.

BIBLIOGRAFÍA**Clases de teoría y problemas:**

- F. A. Carey, Organic Chemistry, Mc. Graw-Hill, 4ª edición, 1999; Química Orgánica, Mc. Graw-Hill, versión en español de la 3ª edición, 1999.
- S. N. Ege, Organic Chemistry: Structure and Reactivity, 4ª edición, Houghton Mifflin, 1999; Química Orgánica: Estructura y Reactividad. Tomos I y II, Reverté, versión en español de la 3ª edición, 1997.
- M. A. Fox, J. K. Whitesell, Organic Chemistry, Jones and Bartlett Publishers, 2ª edición, 1997; Química Orgánica, Addison Wesley, versión en español de la 2ª edición, 1999.
- D. Hart, L. E. Craine, H. Hart, Organic Chemistry: A short Course, Houghton Mifflin, 10ª edición, 1999; Química Orgánica, McGraw-Hill, versión en español de la 9ª edición, 1995.
- J. McMurry, Organic Chemistry, Brooks/Cole, 5ª edición, 2000; Química Orgánica, Grupo Editorial Iberoamericana, versión en español de la 3ª edición, 1994.
- R. T. Morrison y R. N. Boyd, R. K. Boyd, Organic Chemistry, Prentice-Hall, 7ª edición, 2001; Química Orgánica, versión en español de la 5ª edición, 1990.
- E. Primo Yúfera, Química Orgánica Básica y Aplicada. De la molécula a la industria, Volúmenes 1 y 2, Reverté, 1ª edición, 1994 y 1995.
- E. Quiñoá, R. Riguera, Cuestiones y Ejercicios de Química Orgánica. Una guía de estudio y autoevaluación, McGraw-Hill, 1ª edición, 1996.

Código:PFIRM764QMIH5Wa+dV1AP4XqJs10Qz.

Permite la verificación de la integridad de este documento electrónico en la dirección: <https://pfirma.us.es/verifirma>

FIRMADO POR	REGINA NICAISE FITO	FECHA	12/06/2018
ID. FIRMA	PFIRM764QMIH5Wa+dV1AP4XqJs10Qz	PÁGINA	7/8

- T. W. G. Solomons, C. Fryhle, Organic Chemistry (con CD-ROM), John Wiley & Sons, 7ª edición, 2000; Química Orgánica, Limusa, versión en español de la 2ª edición, 1999.
- T. W. G. Solomons, Fundamentals of Organic Chemistry, 5ª edición, 1996; Fundamentos de Química Orgánica, Limusa, versión en español de la 3ª edición, 1996.
- J. L. Soto, Química Orgánica Vol. I. Conceptos Básicos, Síntesis, 1ª edición, 1996.
- J. L. Soto, Química Orgánica Vol. II. Hidrocarburos y sus derivados halogenados, Síntesis, 1ª edición, 2001.
- K. P. C. Vollhardt, N. E. Schore, Organic Chemistry: Structure and Function (con CD-ROM), Freeman and Co., 3ª edición, 2000; Química Orgánica, Omega, versión en español de la 2ª edición, 1996.
- L. W. Wade Jr., Organic Chemistry, Prentice Hall, 4ª edición, 1998; Química Orgánica, Prentice Hall, versión en español de la 2ª edición, 1993.

Prácticas de laboratorio

- C. E. Bell, Jr., D. F. Taber, A. K. Clark, Organic Chemistry Laboratory, Harcourt College Publishers, 3ª edición, 2001.
- H. D. Durst, G. W. Gokel, Química Orgánica Experimental, Reverté, versión en español de la 1ª edición, 1985.
- M. A. Martínez Grau y A. G. Csáky, Técnicas Experimentales en Síntesis Orgánica, Editorial Síntesis, 1ª edición, 1998.
- Daniel R. Palleros, Experimental Organic Chemistry, John Wiley & Sons, 1ª edición, 2000.
- D. L. Pavia, G. M. Lampman, G. S. Kriz y R. G. Engel, Introduction to Organic Laboratory Techniques. A Microscale Approach, Saunders College Publishing, 3ª edición, 1999.
- A. I. Vogel, B. S. Furniss, A. J. Hannaford, P. W. G. Smith, A. R. Tatchell, Vogel's TextBook of Practical Organic Chemistry, Longman Scientific Technical, 5ª edición, 1989.

Sevilla, 21 de junio de 2004

La profesora encargada de la asignatura

Fdo: Consolación Gasch Illescas

Código:PFIRM764QMIH5Wa+dV1AP4XqJs10Qz. Permite la verificación de la integridad de este documento electrónico en la dirección: https://pfirma.us.es/verifirma			
FIRMADO POR	REGINA NICAISE FITO	FECHA	12/06/2018
ID. FIRMA	PFIRM764QMIH5Wa+dV1AP4XqJs10Qz	PÁGINA	8/8