

Grado en Ingeniería Química

Curso Segundo

1. Identificación de la asignatura

| | | | |
|------------------------|---|-----------------------------|---------------------|
| NOMBRE | Química Orgánica | CÓDIGO | GIQUIM01-2-004 |
| TITULACIÓN | Graduado o Graduada en Ingeniería Química | CENTRO | Facultad de Química |
| TIPO | Obligatoria | Nº TOTAL DE CREDITOS | 6.0 |
| PERIODO | Primer Semestre | IDIOMA | Español |
| COORDINADOR/ES | EMAIL | | |
| OLANO ALVAREZ BERNARDO | boa@uniovi.es | | |
| PROFESORADO | EMAIL | | |
| OLANO ALVAREZ BERNARDO | boa@uniovi.es | | |

2. Contextualización

En el Grado en Ingeniería Química de la Universidad de Oviedo la materia Química incluye las asignaturas: Química Inorgánica (módulo básico) y Química Física (módulo fundamental) de 1º curso, así como, las asignaturas: Química Analítica, Química Orgánica, Laboratorio de Química I y Laboratorio de Química II, todas ellas de 2º curso (módulo fundamental). Todas las asignaturas de esta materia recogen el conjunto de conocimientos de Química que el estudiante necesita adquirir y manejar con soltura para iniciar y progresar, con garantía de éxito, en el estudio de otras materias propias del plan de estudios de Ingeniería Química. En concreto, las asignaturas de Química tienen una estrecha vinculación con asignaturas tales como Termodinámica Aplicada (2º curso), Ciencia y Tecnología de Materiales (2º curso), Química Industrial (3º curso) y Bioquímica (4º curso), así como con las asignaturas experimentales de Ingeniería Química.

La asignatura Química Orgánica imparte conocimientos fundamentales en la formación del Ingeniero Químico, si tenemos en cuenta que uno de los objetivos genéricos de la Ingeniería Química es el desarrollo y optimización de procesos químicos a escala industrial y que la mayoría de los procesos químicos industriales son de naturaleza orgánica. En este contexto, el conocimiento de las moléculas más elementales implicadas en dichos procesos y de las propiedades químicas de las mismas constituye una

base ineludible en la titulación.

El profesor encargado del desarrollo de la asignatura pertenece al Área de Química Orgánica del Departamento de Química Orgánica e Inorgánica de la Universidad de Oviedo, con una amplia experiencia docente en la impartición de asignaturas de Química Orgánica dentro de los planes de estudio de la titulación de Ingeniería Química.

3. Requisitos

Los alumnos que pretendan cursar esta asignatura deberán haber superado la asignatura Química Inorgánica que se imparte en el 1º semestre del 1º curso de la titulación.

4. Competencias y resultados de aprendizaje

El objetivo esencial de la asignatura Química Orgánica es contribuir a la adquisición, por parte del estudiante, de las competencias que, dentro del módulo fundamental, están recogidas en la Memoria del Grado en Ingeniería Química verificada por el Consejo de Coordinación Universitaria a instancias de la ANECA (Agencia Nacional para la Evaluación de la Calidad) y cuyos epígrafes se listan a continuación:

COMPETENCIAS GENERALES:

CG1(i): Capacidad para realizar análisis y síntesis de un proceso en un entorno bien o parcialmente definido

CG2(i): Capacidad para organizar y planificar la formulación y resolución de problemas de carácter investigador o productivo.

CG3(i): Comprender y hacerse comprender de forma oral y escrita en la propia lengua y, al menos, en una lengua extranjera relevante en el ámbito científico, tecnológico o comercial. Capacidad para elaborar, presentar y defender informes, tanto de forma escrita como oral.

CG5(i): Capacidad de obtener, gestionar y almacenar de forma ordenada información relevante de su campo de estudio.

CG9(p): Capacidad para trabajar solo o en grupo, posiblemente de carácter multidisciplinar, con disponibilidad y flexibilidad para dirigir y ser dirigido en función de la

definición coyuntural o la imposición circunstancial de liderazgos o prioridades.

CG13(p): Capacidad para resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la ingeniería química.

CG14(s): Tener capacidad para el aprendizaje autónomo, el entrenamiento y la readaptación continua a nuevos tiempos, nuevos retos, nuevas tecnologías, nuevos equipos y nuevas condiciones de trabajo, así como para la interacción sinérgica con expertos de áreas afines o complementarias, de forma crítica y autocrítica.

CG15(s): Capacidad para el estudio, la investigación y el desarrollo científico y tecnológico en el ámbito de la ingeniería química, de forma creativa y continua.

CG18(s): Capacidad de implantar un entorno que premie la iniciativa y el espíritu emprendedor.

CG20(s): Conocimiento en materias básicas y tecnológicas que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS:

CE1(a): Capacidad para interiorizar, por vía de comprensión crítica, los conceptos fundamentales de las ciencias básicas experimentales e incorporarlos de forma fluida al pensamiento crítico y experto, fuera y dentro del ámbito del trabajo.

CE5(a): Capacidad para aplicar conocimientos básicos de matemáticas, física y química a la creación de un cuerpo de doctrina, la ingeniería química, que permita la resolución de problemas planteados en la industria de procesos.

Las competencias reseñadas anteriormente y referidas a la asignatura Química Orgánica se concretan en las competencias de conocimiento (saber), habilidades (saber hacer) y actitudes (ser) que se relacionan a continuación:

Al finalizar la asignatura, el alumno deberá conocer (saber):

1. Los conceptos generales más elementales aplicados a los compuestos orgánicos: Fórmula estructural, Nomenclatura Orgánica, Hibridación de Orbitales, Polaridad de enlaces, Análisis Conformacional, Isomería, Estereoquímica y Quiralidad (Enantiómeros y Diastereoisómeros), Efecto Inductivo, Efecto Resonante y Aromaticidad.
2. Los conceptos generales más elementales relacionados con las reacciones orgánicas: Intermedios de Reacción, Perfil de Reacción, Reacciones en un Paso y por Pasos, Reacciones de Sustitución, Eliminación y Adición.

3. Las propiedades químicas principales de los Hidrocarburos: Alcanos, Alquenos, Alquinos y Aromáticos (Benceno).
4. Las propiedades químicas principales de los Grupos Funcionales en C sp^3 : Haloalcanos, Alcoholes y Aminas.
5. Las propiedades químicas principales de los Grupos Funcionales en C sp^2 : Aldehidos, Cetonas y Ácidos Carboxílicos/Derivados.
6. Las estructuras más sencillas de los Productos Orgánicos Naturales e Industriales más comunes: Carbohidratos, Péptidos, Grasas/Aceites, Detergentes y Polímeros.

Al finalizar la asignatura, el alumno deberá ser competente para (saber hacer):

1. Dibujar y nombrar la fórmula de un compuesto orgánico sencillo con o sin estereoquímica y de cualquiera de sus isómeros.
2. Describir la reactividad de un compuesto orgánico basada en sus grupos funcionales.
3. Describir el mecanismo de una reacción orgánica sencilla.
4. Diseñar una secuencia de síntesis para un compuesto orgánico sencillo, haciendo uso de las propiedades químicas de los grupos funcionales.
5. Analizar, a nivel fundamental, las estructuras de los productos orgánicos naturales e industriales más simples.

Al finalizar la asignatura, el alumno deberá haber logrado (ser):

1. Desarrollar la capacidad de análisis y síntesis así como el razonamiento crítico.
2. Habilidad para evaluar, interpretar y sintetizar información química.
3. Aprender de forma autónoma, trabajando solo o en equipo.

Los objetivos planteados se traducen en los siguientes resultados de aprendizaje:

RQ01: Utilizar correctamente la nomenclatura química orgánica para referirse de forma apropiada a los compuestos orgánicos aislados, reacciones químicas orgánicas y productos naturales e industriales.

RQ02: Conocer la naturaleza y comportamiento de los grupos funcionales en moléculas orgánicas para predecir su reactividad química.

RQ03: Conocer las principales rutas de síntesis en Química Orgánica para evaluar distintas alternativas sintéticas.

RQ04: Deducir las propiedades de los compuestos orgánicos y relacionarlas con su papel en la naturaleza y la industria.

5. Contenidos

Tema 1. Enlace y Estructura de las Moléculas Orgánicas

- 1.1 Introducción y Concepto de Química Orgánica
- 1.2 Representación de las Estructuras Orgánicas
- 1.3 Hibridaciones del Átomo de Carbono
- 1.4 Electronegatividad de los Átomos: Enlaces Covalentes Polares
- 1.5 Polaridad de las Moléculas

Tema 2. Alcanos y Cicloalcanos. Nomenclatura de los Compuestos Orgánicos

- 2.1 Clasificación de los Compuestos Orgánicos. Grupos Funcionales
- 2.2 Hidrocarburos: Definición y Clasificación
- 2.3 Alcanos y Cicloalcanos: Características Estructurales
- 2.4 Normas Fundamentales para la Nomenclatura Orgánica de la IUPAC
- 2.5 Concepto de Isomería Estructural
- 2.6 Concepto de Estereoisomería. Isomería *cis-trans* en Cicloalcanos
- 2.7 El Petróleo: Fuente Natural de Hidrocarburos
- 2.8 Propiedades de los Alcanos y Cicloalcanos
- 2.9 Análisis Conformacional de Alcanos
- 2.10 Análisis Conformacional de Ciclohexanos

Tema 3. Descripción General de las Reacciones Orgánicas

3.1 Conceptos de Ácido y Base: Electrófilos y Nucleófilos

3.2 Clases de Reacciones Orgánicas

3.3 Mecanismos de Reacción

3.4 Cinética y Termodinámica de las Reacciones Orgánicas

3.5 Reacciones por Pasos: Intermedios de Reacción

3.6 Estructura y Estabilidad de los Intermedios de Reacción: Carbocationes, Radicales Libres y Carbaniones

Tema 4. Alquenos y Alquinos. Reacciones de Adición Electrofílica

4.1 Nomenclatura de Alquenos y Alquinos

4.2 Clasificación de Alquenos y Alquinos

4.3 Isomería *cis-trans* en Alquenos

4.4 Estructura Electrónica de Alquenos y Alquinos

4.5 Grado de Insaturación en Hidrocarburos

4.6 Preparación de Alquenos. Reacciones de Eliminación

4.7 Adiciones Electrofílicas a Alquenos: Regla de Markovnikov

4.8 Hidrogenación de Alquenos

4.9 Oxidación de Alquenos

4.10 Alquinos: Preparación y Reacciones

4.11 Acidez de los Alquinos Terminales

Tema 5. Estereoisomería y Quiralidad

5.1 Concepto de Quiralidad: Moléculas Quirales y Enantiómeros

5.2 Nomenclatura *R*, *S* : Reglas de Secuencia

5.3 Moléculas con *Dos* Carbonos Quirales: Diastereoisómeros y Proyecciones de Fischer

5.4 Mezclas Racémicas

Tema 6. Haloalcanos. Reacciones de Sustitución Nucleofílica y Eliminación

6.1 Nomenclatura y Clasificación de Haloalcanos

6.2 Preparación de Haloalcanos

6.3 Reacciones de los Haloalcanos: Organometálicos

6.4 Reacciones de los Haloalcanos: Sustitución y Eliminación

6.5 Competencia Sustitución-Eliminación en Haloalcanos

Tema 7. Resonancia, Sistemas Conjugados y Sistemas Aromáticos: El Benceno

7.1 La Resonancia y sus Reglas: El Sistema Alílico

7.2 Dobles Enlaces Conjugados

7.3 Conjugación en Sistemas Cíclicos: Aromaticidad

7.4 Nomenclatura de los Derivados del Benceno

7.5 Sustitución Electrofílica Aromática (S_{EAr}): Mecanismo

7.6 Reacciones de S_{EAr} : Nitración, Sulfonación, Halogenación, Alquilación y Acilación

7.7 Reacciones de S_{EAr} en Bencenos Monosustituídos: Influencia del Sustituyente

7.8 Reacciones de Oxidación/Reducción de los Sustituyentes

Tema 8. Identificación Espectroscópica de los Compuestos Orgánicos

8.1 El Espectro Electromagnético

8.2 Espectroscopía Infrarroja (IR)

8.3 Espectroscopía de Resonancia Magnética Nuclear de 1H (RMN- 1H)

8.4 Espectroscopía de Resonancia Magnética Nuclear de ^{13}C (RMN- ^{13}C)

Tema 9. Alcoholes y Éteres

9.1 Nomenclatura de Alcoholes

9.2 Preparación de Alcoholes

9.3 Reacciones de Alcoholes

9.4 Éteres: Nomenclatura y Preparación

9.5 Epóxidos: Reacciones de Apertura

Tema 10. Aldehídos y Cetonas. Reacciones de Adición Nucleofílica

10.1 Nomenclatura de Aldehídos y Cetonas

10.2 Estructura Electrónica del Grupo Carbonilo

10.3 Preparación de Aldehídos y Cetonas

10.4 Adición Nucleofílica (A_N) a Aldehídos y Cetonas: Mecanismo

10.5 A_N de Hidruros Metálicos

10.6 A_N de Organometálicos

10.7 A_N de Cianuros

10.8 A_N de Haluros de Fósforo: Formación de Alquenos

10.9 A_N de Aminas: Formación de Iminas

10.10 A_N de Alcoholes: Formación de Acetales

10.11 Oxidación de Aldehídos

10.12 Reducción de Aldehídos y Cetonas

Tema 11. Ácidos Carboxílicos y sus Derivados

11.1 Nomenclatura de Ácidos Carboxílicos y sus Derivados

11.2 Estructura de los Ácidos Carboxílicos y sus Derivados

11.3 Acidez de los Ácidos Carboxílicos

11.4 Preparación de Ácidos Carboxílicos

11.5 Reacciones de los Ácidos Carboxílicos

11.6 Reacciones de Sustitución Nucleofílica en el Acilo: Mecanismo y Reactividad Relativa

11.7 Preparación y Reacciones de los Halogenuros de Ácido

11.8 Preparación y Reacciones de los Anhídridos

11.9 Preparación y Reacciones de los Ésteres

11.10 Preparación y Reacciones de las Amidas

11.11 Preparación y Reacciones de los Nitrilos

11.12 Conversión de Ácidos y Derivados en otros Grupos Funcionales

Tema 12. Aminas y Sales de Diazonio Aromáticas

12.1 Nomenclatura de Aminas

12.2 Preparación de Aminas

12.3 Reacciones de Aminas

12.4 Sales de Diazonio Aromáticas: Reacciones de Sandmeyer

Tema 13. Carbohidratos, Proteínas y Ácidos Nucleicos

13.1 Clasificación de los Productos Naturales

13.2 Clasificación de los Carbohidratos: Aldosas y Cetosas

13.3 Estructuras Abiertas de los Monosacáridos

13.4 Estructuras Cíclicas de los Monosacáridos

13.5 Disacáridos: Celobiosa, Maltosa, Lactosa y Sacarosa

13.6 Polisacáridos: Celulosa, Almidón y Glucógeno

13.7 Proteínas y Aminoácidos: Definición

13.8 Estructura y Clasificación de los Aminoácidos Proteicos

13.9 Síntesis de Aminoácidos

13.10 Péptidos y Proteínas: El Enlace Peptídico

13.11 Ácidos Nucleicos: ADN y ARN

Tema 14. Lípidos y Detergentes

14.1 Clasificación de los Lípidos

14.2 Grasas y Aceites: Triglicéridos

14.3 Saponificación de Triglicéridos: Los Jabones Clásicos

14.4 Detergentes Sintéticos: Clasificación

Tema 15. Polímeros Sintéticos

15.1 Definición y Clasificación de los Polímeros Sintéticos

15.2 Polimerización de Cadena (de Adición): Radicalaria, Catiónica y Aniónica

15.3 Estereoquímica de los Polímeros de Cadena

15.4 Polímeros de Condensación (por Pasos)

6. Metodología y plan de trabajo

Para la consecución de los objetivos y competencias propuestos, se utilizarán diferentes metodologías:

a) **Clases expositivas (CE):** Basadas fundamentalmente en la lección magistral. En dichas clases el profesor presentará y discutirá la materia objeto de estudio haciendo especial hincapié en los aspectos más novedosos o de mayor complejidad, integrando tanto los aspectos teóricos como los ejemplos que faciliten el razonamiento y análisis de la materia expuesta. Por ello, es muy recomendable la asistencia regular a dichas clases expositivas. También es necesario que el alumno complete el estudio de la materia con la consulta de la bibliografía recomendada, para contrastar y ampliar los conocimientos transmitidos en la clase.

b) **Prácticas de aula/seminarios (PA):** En ellos se llevará a cabo la aplicación específica de los conocimientos que los estudiantes hayan adquirido en las clases expositivas. Los estudiantes dispondrán, con anterioridad a las sesiones, de las cuestiones o problemas que en ellos se vayan a resolver para que puedan analizarlos con antelación. A lo largo del curso, en algunas de las clases destinadas a PA's, el profesor planteará a los alumnos una serie de cuestiones y ejercicios, a modo de **controles** evaluables, que cada alumno resolverá individualmente y entregará al profesor en la misma sesión.

c) **Tutorías grupales (TG):** La asistencia a las tutorías grupales es obligatoria y las sesiones se desarrollarán en grupos reducidos de alumnos. A la finalización de cada tema de la asignatura, el profesor resaltaré los conceptos fundamentales vistos en el mismo y las cuestiones y/o actividades relacionadas que el alumno deberá desarrollar con vistas a la próxima TG. En dicha sesión, el profesor comprobará el grado de comprensión logrado por el alumno y resolverá las dificultades surgidas al respecto. Dado el número de temas de la asignatura (15) y el número de TG's programadas a lo largo del curso (4), cada sesión de TG se dedicará a una media de 3 a 5 temas.

En la siguiente tabla se muestra la distribución de horas en función de las diferentes actividades:

| | TRABAJO PRESENCIAL | TRABAJO NO | |
|--|--------------------|------------|--|
|--|--------------------|------------|--|

| | | | | | | | | | | PRESENCIAL | | |
|--------------|--------------------------|-----------------------------|--|--|---|------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|--------------|--------------------------|-----------------------------|--------------|
| Temas | Horas totales | <i>Clase Expositiva</i> | <i>Prácticas de aula /Seminarios/ Talleres</i> | <i>Prácticas de laboratorio /campo /aula de informática/ aula de idiomas</i> | <i>Prácticas clínicas hospitalarias</i> | <i>Tutorías grupales</i> | <i>Prácticas Externas</i> | <i>Sesiones de Evaluación</i> | Total | <i>Trabajo grupo</i> | <i>Trabajo autónomo</i> | Total |
| Tema 1 | 7 | 2 | | | | 0,5 | | | 2,5 | 1,5 | 3 | 4,5 |
| Tema 2 | 12,5 | 4 | 1 | | | | | | 5 | 2,5 | 5 | 7,5 |
| Tema 3 | 9 | 2,5 | | | | 0,5 | | | 3 | 2 | 4 | 6 |
| Tema 4 | 19,5 | 6,5 | 1 | | | | | | 7,5 | 4 | 8 | 12 |
| Tema 5 | 7 | 2 | | | | 0,5 | | | 2,5 | 1,5 | 3 | 4,5 |
| Tema 6 | 12,5 | 4 | 1 | | | | | | 5 | 2,5 | 5 | 7,5 |
| Tema 7 | 14,5 | 4 | 1 | | | 0,5 | | | 5,5 | 3 | 6 | 9 |
| Tema 8 | 2,5 | 1 | | | | | | | 1 | 0,5 | 1 | 1,5 |
| Tema 9 | 10,5 | 4 | | | | 0,5 | | | 4,5 | 2 | 4 | 6 |
| Tema 10 | 10 | 4 | | | | | | | 4 | 2 | 4 | 6 |

| | | | | | | | | | | | | |
|--------------|------------|-----------|----------|--|--|----------|--|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Tema 11 | 13 | 4 | 1 | | | 0,5 | | | 5,5 | 2,5 | 5 | 7,5 |
| Tema 12 | 9 | 3 | | | | | | | 3 | 2 | 4 | 6 |
| Tema 13 | 10,5 | 3 | 1 | | | 0,5 | | | 4,5 | 2 | 4 | 6 |
| Tema 14 | 4 | 1 | | | | | | | 1 | 1 | 2 | 3 |
| Tema 15 | 5,5 | 1 | 1 | | | 0,5 | | | 2,5 | 1 | 2 | 3 |
| Exámenes | 3 | | | | | | | 3 | 3 | | | |
| Total | 150 | 46 | 7 | | | 4 | | 3 | 60 | 30 | 60 | 90 |

| MODALIDADES | | Horas | % | Totales |
|---------------|--|-------|------|----------|
| Presencial | Clases Expositivas | 46 | 30,7 | 60 horas |
| | Práctica de aula / Seminarios / Talleres | 7 | 4,7 | |
| | Prácticas de laboratorio / campo / aula de informática / aula de idiomas | | | |
| | Prácticas clínicas hospitalarias | | | |
| | Tutorías grupales | 4 | 2,6 | |
| | Prácticas Externas | | | |
| | Sesiones de evaluación | 3 | 2 | |
| No presencial | Trabajo en Grupo | 30 | 20 | 90 horas |

| | | | | |
|--|--------------------|-----|----|--|
| | Trabajo Individual | 60 | 40 | |
| | Total | 150 | | |

7. Evaluación del aprendizaje de los estudiantes

Los criterios utilizados para la evaluación del aprendizaje de los estudiantes en la asignatura Química Orgánica, corresponden a los resultados de aprendizaje propuestos para la asignatura, y se agrupan en dos sistemas de evaluación:

La **evaluación continua** de la actividad del alumno a lo largo del curso. En esta evaluación se tendrá en cuenta esencialmente la nota del alumno en los **controles** configurados con los ejercicios y cuestiones que el profesor planteará a tal efecto. Como se reseñó en el apartado 6 de esta guía docente, estos controles se realizarán en algunas de las clases del curso destinadas a PA's.

La **evaluación final**, que consistirá en un **examen escrito** incluyendo aspectos teóricos y aplicaciones prácticas de los conceptos desarrollados a lo largo de los temas que configuran el programa de la asignatura.

Las dos evaluaciones mencionadas se puntuarán sobre un máximo de diez puntos cada una y la nota final del alumno se elaborará mediante la suma ponderada de ambas: La nota de la **evaluación continua** contribuirá en un 20 % a la nota final (un máximo de dos puntos sobre diez) y la nota de la **evaluación final** contribuirá en un 80 % a la nota final (un máximo de ocho puntos sobre diez). Este criterio de suma ponderada para elaborar la nota final del alumno se aplicará en la convocatoria ordinaria de Enero/Febrero (periodo presencial), así como en las convocatorias extraordinarias de Mayo/Junio y Junio/Julio, en las cuales se mantendrá la nota de la evaluación continua obtenida a lo largo del curso. El alumno aprobará la asignatura si obtiene al menos cinco, sobre diez puntos, en la nota final. Un alumno se considerará "no presentado" si no participa en la evaluación final de la asignatura (de acuerdo al reglamento en vigor).

8. Recursos, bibliografía y documentación complementaria

Todas las actividades presenciales se llevarán a cabo utilizando el cañón de proyección como recurso principal así como la pizarra y, ocasionalmente, exposición de

transparencias. El profesor colocará en el Campus Virtual los diversos documentos de apoyo a las clases (programa, diapositivas de los temas, hojas de ejercicios...); excepcionalmente se hará uso de entrega de documentación a través de la fotocopidora de la facultad.

A continuación se citan cuatro textos generales dentro de la asignatura Química Orgánica, que se recomiendan al alumno para su uso como libros de referencia. Los dos primeros son los libros más recomendados como bibliografía básica, aunque la materia recogida en cualquiera de los cuatro resulta más amplia de lo que se puede impartir en un semestre. Por ello, el temario indicado anteriormente en el apartado "Contenidos" marca la extensión y profundidad con la que se abordarán los distintos aspectos de la presente asignatura.

- L. G. Wade Jr., *Química Orgánica*, Pearson, Madrid.
- J. McMurry, *Química Orgánica*, Intern. Thomson Ed., Méjico.
- K. P. C. Vollhardt, N. E. Schore, *Química Orgánica*, Omega, Barcelona.
- T. W. G. Solomons, *Química Orgánica*, Limusa, Méjico.

