



Guía Docente:

QUÍMICA ORGÁNICA



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
CURSO 2018-2019



I.- IDENTIFICACIÓN

NOMBRE DE LA ASIGNATURA:	Química Orgánica
NÚMERO DE CRÉDITOS	9
CARÁCTER:	Obligatoria
MATERIA:	Química y Bioquímica
MÓDULO:	Tecnología Química
TITULACIÓN:	Grado en Ingeniería Química
SEMESTRE/CUATRIMESTRE:	Anual (segundo curso)
DEPARTAMENTO/S:	Química Orgánica

PROFESOR/ES RESPONSABLE/S:

Coordinadora de la asignatura	Profesora: M ^a JOSÉ ORTIZ GARCÍA Departamento: Química Orgánica Despacho: QB-330 e-mail: mjortiz@quim.ucm.es
Coordinador de prácticas	Profesor: LUIS CASRRUBIOS PALOMAR Departamento: Química Orgánica Despacho: QB-307-A e-mail: luis_casarrubios@quim.ucm.es

Grupo A

Teoría Seminario Tutoría	Profesora: M ^a JOSÉ ORTIZ GARCÍA Departamento: Química Orgánica Despacho: QA-330 e-mail: mjortiz@quim.ucm.es
---	---

Grupo B

Teoría Seminario Tutoría	Profesor: JOSÉ OSIO BARCINA Departamento: Química Orgánica Despacho: QB-414 e-mail: josio@ucm.es
---	---

II.- OBJETIVOS

■ OBJETIVO GENERAL

Proporcionar una formación básica en el conocimiento de la estructura, reactividad y síntesis de los principales tipos de compuestos orgánicos. El alumno debe comprender los fundamentos de la reactividad de los grupos funcionales presentes en los compuestos orgánicos más importantes y relacionar la estructura con la reactividad, para lo cual se discutirán los tipos principales de reacciones orgánicas y su relevancia en el mundo industrial.



■ OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer los conceptos básicos de química orgánica: nomenclatura de los compuestos orgánicos, estructura de los grupos funcionales más importantes, efectos electrónicos, teoría de la resonancia, tipos de reacciones e intermedios de reacción.
- Distinguir los distintos tipos de isomería que presentan las moléculas orgánicas: constitución, configuración y conformación, y saber representar su disposición en el espacio.
- Comprender la relación entre la estructura del grupo funcional y su reactividad característica.
- Aplicar los conceptos básicos de química orgánica para comprender la reactividad de los grupos funcionales e interpretar el curso de las reacciones orgánicas más relevantes.

III.- CONOCIMIENTOS PREVIOS Y RECOMENDACIONES

■ CONOCIMIENTOS PREVIOS:

Conocimientos fundamentales de química y estructura de la materia.

■ RECOMENDACIONES:

Haber aprobado la asignatura *Química* del módulo básico.

IV.- CONTENIDOS

■ BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS:

Contenidos teóricos

Compuestos orgánicos: estructura, clasificación y nomenclatura. Las reacciones orgánicas: tipos y mecanismo. Hidrocarburos saturados e insaturados. Compuestos de interés petroquímico. Polímeros de adición: plásticos y cauchos. Sistemas cíclicos alicíclicos y aromáticos. Compuestos con enlaces sencillos carbono-heteroátomo: derivados halogenados, alcoholes y éteres, aminas. Propiedades e interés industrial. Compuestos con grupos funcionales con enlaces múltiples carbono-heteroátomo: aldehídos y cetonas, ácidos y derivados de ácido. Propiedades y aplicaciones industriales. Polímeros de condensación de interés tecnológico. Compuestos heterocíclicos y sustancias naturales de interés.

(En cada familia de compuestos se prestará atención a sus propiedades, obtención e interés práctico e industrial).

Contenidos prácticos

Aislamiento y purificación de compuestos orgánicos. Reacciones orgánicas y caracterización de compuestos orgánicos. Introducción a la síntesis de compuestos orgánicos con interés industrial.

**■ PROGRAMA:****TEÓRICO:****Tema 1: Introducción y nomenclatura**

Concepto de Química Orgánica. Características de los compuestos orgánicos. Fuentes de los compuestos orgánicos. Concepto de radical, grupo funcional y serie homóloga. Hidrocarburos: clasificación y nomenclatura. Isomería constitucional. Nomenclatura y formulación de las principales series homólogas.

Tema 2: Estructura electrónica de las moléculas orgánicas

El enlace covalente en Química Orgánica. Estructura electrónica del metano, etano, etileno y acetileno. Polaridad de los enlaces. Efectos electrónicos: efecto inductivo y efecto conjugativo. Resonancia. Fuerzas intermoleculares en Química Orgánica.

Tema 3: Las reacciones orgánicas

Las reacciones orgánicas. Principales tipos de reacciones orgánicas. Mecanismos de reacción. Procesos homolíticos y heterolíticos. Principales intermedios de reacción. Reacciones electrófilas y nucleófilas. Perfil energético de las reacciones. Estructura y estabilidad relativa de los radicales libres, carbocationes y carbaniones.

Tema 4: Alcanos y cicloalcanos

Isómeros conformacionales. Análisis conformacional. Cicloalcanos: estabilidad y tensión anular. Isomería cis-trans. Reactividad química de los alcanos. Reacciones de sustitución por mecanismo radical: halogenación. Aplicaciones.

Tema 5: Estereoquímica

Estereoquímica. Concepto de quiralidad. Enantiomería. Representación en el plano y tridimensional. Configuración absoluta. Moléculas con dos centros quirales: diastereoisómeros, formas meso. Epímeros. Importancia biológica y tecnológica de la estereoisomería.

[Hidrocarburos insaturados](#)**Tema 6: Alquenos, dienos y alquinos.**

Alquenos y cicloalquenos. Estructura. Estereoisomería. Reactividad química del doble enlace. Hidrogenación: estabilidad relativa de los alquenos. Reacciones de adición electrófila. Oxidación de dobles enlaces: hidroxilación y ozonólisis. Reacciones de ciclopropanación. Polimerización. Reacciones de sustitución alílica. *Dienos.* Estructura y reactividad de los dienos conjugados. Adición 1,2- y 1,4. La reacción de Diels-Alder. Polimerización. *Alquinos.* Estructura del triple enlace. Reactividad. Acidez de alquinos terminales: acetiluros. Reacciones de adición electrófila. Adición de agua: concepto de tautomería. Hidrogenación.

Tema 7: Arenos

Estructura del benceno. Concepto de aromaticidad. Reactividad del benceno. Reacciones de sustitución electrófila en el benceno: mecanismo. Reacciones de sustitución electrófila en bencenos sustituidos. Reacciones en las cadenas laterales. Hidrocarburos aromáticos condensados: generalidades. Aplicaciones industriales.



Compuestos con enlaces sencillos carbono-heteroátomo

Tema 8: Derivados halogenados

Halogenuros de alquilo. Reacciones de sustitución nucleófila: mecanismos y estereoquímica. Reacciones de eliminación: mecanismos y estereoquímica. Competencia eliminación-sustitución. Compuestos organometálicos. Concepto. Tipos y nomenclatura. Estructura y reactividad general.

Tema 9: Alcoholes y fenoles

Acidez de alcoholes y fenoles: influencia de los sustituyentes. Formación de ésteres. Deshidratación de alcoholes: transposiciones. Formación de éteres. Transformación de alcoholes en haluros de alquilo. Oxidación de alcoholes y fenoles. Hidrogenación y reacciones de sustitución electrófila en fenoles. Aspectos industriales de alcoholes y fenoles.

Tema 10: Éteres, epóxidos y compuestos de azufre

Reacciones de los éteres. Apertura de epóxidos. Éteres y epóxidos de importancia industrial. Compuestos orgánicos de azufre: tioles y tioéteres. Ácidos sulfónicos y otros compuestos de azufre.

Tema 11: Aminas. Otros compuestos nitrogenados

Aminas. Estructura de las aminas. Propiedades ácido-base de las aminas. Reacciones de N-alquilación y N-acilación. Reacciones de sustitución electrófila en las aminas aromáticas. *Sales de arenodiazonio.* Estructura y reacciones de sustitución del grupo diazonio. Reacciones sin pérdida de nitrógeno: copulación. La industria de los colorantes. Aminas de interés industrial.

Compuestos con enlaces múltiples carbono-heteroátomo

Tema 12: Aldehídos y cetonas

Estructura del grupo carbonilo. Reactividad general de los compuestos carbonílicos. Reacciones de adición nucleófila: adición y adición-eliminación. Reducción y oxidación de compuestos carbonílicos. Aldehídos y cetonas de importancia industrial. *Compuestos carbonílicos enolizables.* Acidez. Tautomería cetoenólica. Reacciones de condensación aldólica.

Tema 13: Ácidos carboxílicos y derivados

Ácidos carboxílicos. Estructura del grupo carboxilo. Acidez. Sustitución nucleófila sobre el grupo acilo: transformación en derivados de ácido. *Derivados de ácido.* Tipos principales. Reactividad relativa. Reacciones de hidrólisis. Reacciones de interconversión. Reacciones de reducción. Otras reacciones específicas. Polimerización por condensación: poliésteres, poliamidas y poliuretanos.

PRÁCTICO:

1. Técnicas cromatográficas: cromatografía en columna y en capa fina.
2. Destilación sencilla, fraccionada y a vacío.
3. Aislamiento y purificación de compuestos orgánicos. Recristalización y puntos de fusión. Técnicas espectroscópicas.
4. Productos de interés farmacológico e industrial.
5. Transformaciones de grupos funcionales.



V.- COMPETENCIAS

■ GENERALES:

- **CG1-TQ1:** Utilizar conceptos para el aprendizaje autónomo de nuevos métodos y teorías.
- **CG5-TQ1:** Analizar, diseñar, simular y optimizar procesos y productos.

■ ESPECÍFICAS:

- **CE24-QB5:** Describir los principales tipos de compuestos orgánicos y sus grupos funcionales.
- **CE24-QB6:** Describir la estructura y estereoquímica de las moléculas orgánicas.
- **CE24-QB7:** Describir la reactividad fundamental de las principales familias de compuestos orgánicos.
- **CE24-QB8:** Conocer los principales procedimientos de obtención y fabricación industrial de sustancias orgánicas.
- **CE24-QB9:** Demostrar la capacidad de utilizar y manipular reactivos químicos y compuestos orgánicos con eficacia y seguridad.
- **CE24-QB10:** Manejar las fuentes de información científica en Química Orgánica.
- **CE24-QB11:** Relacionar la Química Orgánica con la ciencia, la tecnología y sus aplicaciones industriales e impacto en la sociedad.
- **CE25:** Interpretar datos procedentes de observaciones y medidas en el laboratorio en términos de su significación y de las teorías que las sustentan.

■ TRANSVERSALES:

- **CT1-TQ1:** Desarrollar capacidad de análisis y síntesis.
- **CT2-TQ1:** Resolver problemas en el área de la Química Orgánica.
- **CT4-TQ1:** Comunicarse en español utilizando los medios audiovisuales habituales.
- **CT5-TQ1:** Consultar, utilizar y analizar fuentes bibliográficas en el área de Química Orgánica, tanto en español como en inglés.
- **CT8-TQ1:** Demostrar capacidad para el razonamiento crítico y autocrítico.
- **CT11-TQ1:** Aprender de forma autónoma.
- **CT12-TQ1:** Desarrollar sensibilidad hacia la repercusión social y medioambiental de las soluciones ingenieriles.



VI. – HORAS DE TRABAJO Y DISTRIBUCIÓN POR ACTIVIDAD

Actividad	Presencial (horas)	Trabajo autónomo (horas)	Créditos
Clases teóricas	46	74	4,8
Seminarios	14	21	1,4
Tutorías/Trabajos dirigidos	4	6	0,4
Laboratorios	28	14	1,7
Preparación de trabajos y exámenes	7	11	0,7
Total	99	126	9

VII.- METODOLOGÍA

La práctica docente seguirá una metodología mixta basada en el aprendizaje cooperativo, el aprendizaje colaborativo y el autoaprendizaje. Esta metodología se desarrollará a través de clases de teoría, seminarios, prácticas de laboratorio y tutorías programadas, todas ellas de carácter presencial.

Clases teóricas presenciales (3 horas/quincena durante todo el curso): serán expositivas y en ellas se desarrollarán de forma oral los epígrafes que se indican en el programa de la asignatura. Se hará uso de la pizarra y de presentaciones PowerPoint. El material necesario para la preparación previa y el seguimiento de las clases estará a disposición de los alumnos en el Campus Virtual.

Clases de seminario presenciales (1 hora/quincena durante todo el curso): se resolverán y discutirán las cuestiones y ejercicios más representativos de una colección que se proporcionará a los estudiantes con antelación suficiente (Campus Virtual). La resolución de los restantes ejercicios propuestos formará parte del trabajo personal del alumno. Para estas clases los estudiantes se dividirán en dos subgrupos con el mismo horario.

Tutorías presenciales/Actividades dirigidas: se programarán cuatro sesiones presenciales de tutorías (dos por cada cuatrimestre) con grupos reducidos de estudiantes. En estas sesiones de tutoría el profesor revisará y corregirá, si es el caso, las soluciones propuestas por los alumnos para los ejercicios no resueltos en las clases de seminario y resolverá las dudas y dificultades que se hayan presentado en el estudio de la materia.

Prácticas de laboratorio presenciales: se desarrollarán prácticas de laboratorio con contenidos directamente relacionados con los teóricos distribuyendo a los estudiantes en pequeños grupos, cada uno de ellos bajo la supervisión directa de un profesor. Tras un seminario introductorio (1 hora), se realizarán 8 sesiones experimentales de laboratorio (3 h/sesión) y 1 seminario (3 horas) dedicado a la caracterización espectroscópica de compuestos orgánicos. Los alumnos dispondrán de un guion de prácticas (Campus Virtual) que contendrá toda la información necesaria para la planificación previa y realización posterior de los experimentos seleccionados, así como para la elaboración de la memoria de laboratorio, que será entregada al profesor al finalizar estas sesiones prácticas.



VIII.- BIBLIOGRAFÍA

■ BÁSICA:

- Bruice, Paula Y.: "*Organic Chemistry*", 7th Edition. Prentice Hall 2012 ISBN-13: 978032166313997803216631399780321676856
- Bruice, Paula Y.: "*Química Orgánica*". 5ª Edición. Pearson/Prentice Hall 2007.
- Wade, L.G.: "*Química Orgánica*". 9ª Edición. Pearson/Prentice Hall 2017. ISBN: Vol. 1, 978-607-32-3847-2 y Vol. 2, 978-607-32-3849-6.
- Vollhardt, K. P.C.; Schore, N. E.: "*Química Orgánica*", 5ª ed., Ediciones Omega, 2008. ISBN: 978-84-282-1431-5
- Csáky, Aurelio G.; Martínez Grau, M. A.: "*Técnicas Experimentales en Síntesis Orgánica*", Editorial Síntesis, 2012, ISBN: 84-7738-605-6

■ COMPLEMENTARIA:

- Quiñoá, E.; Riguera, R: "*Cuestiones y ejercicios de los compuestos orgánicos. Una guía de autoevaluación*", 2ª ed., Ed. McGraw-Hill, 2005. ISBN: 844814015X.
- Carey, F.: "*Organic Chemistry*", 6ª ed., Ed. McGraw-Hill, 2006. ISBN: 0-07-282837-4.

IX.- EVALUACIÓN

Para la evaluación final es obligatoria la participación en las diferentes actividades propuestas. Es obligatorio asistir a todas las tutorías dirigidas así como a todas las sesiones de laboratorio. Para poder realizar un examen final escrito será necesario que el estudiante haya participado al menos en el 70% de las actividades presenciales.

El rendimiento académico del estudiante y la calificación final de la asignatura se computarán, de forma ponderada, atendiendo a los porcentajes que se muestran en cada uno de los aspectos recogidos a continuación. Será necesario superar globalmente las actividades relacionadas con las prácticas de laboratorio para acceder a la calificación final de la asignatura y que constituyen en su conjunto el 20% de la calificación global. Todas las calificaciones estarán basadas en la puntuación absoluta sobre 10 puntos, y de acuerdo con la escala establecida en el RD 1125/2003. Este criterio se mantendrá en todas las convocatorias.

■ EXÁMENES ESCRITOS:

60%

Los conocimientos teóricos adquiridos se evaluarán mediante la realización de una serie de controles periódicos a lo largo del curso, además de dos **exámenes parciales**, uno al final de cada semestre, y un **examen final** (convocatoria ordinaria y extraordinaria). Los exámenes constarán de cuestiones y ejercicios que recojan los principales aspectos de los contenidos desarrollados durante el curso. **Dichos exámenes parciales no serán liberatorios**. Los alumnos que superen los dos exámenes parciales (ninguno de ellos con nota inferior a 4) **no** estarán obligados a presentarse al examen final, a menos que deseen mejorar su calificación. Aquellos alumnos que realicen el examen final tendrán que obtener una nota mínima de **5**, en



dicho examen, para acceder a la calificación global del curso. En la convocatoria extraordinaria se realizará un único examen final semejante al realizado en la convocatoria ordinaria.

Competencias evaluadas: CG5-TQ1, CE24-QB5, CE24-QB6, CE24-QB7, CE24-QB8, CE24-QB10, CE24-QB11, CT1-TQ1, CT2-TQ1, CT8-TQ1.

■ **TRABAJO PERSONAL Y PARTICIPACIÓN ACTIVA EN LAS CLASES: 20%**

Se evaluará la calidad del trabajo personal realizado durante el curso, mediante la valoración de las respuestas a las cuestiones y ejercicios o pruebas correspondientes planteadas.

Competencias evaluadas: CG1-TQ1, CG5-TQ1, CE24-QB5, CE24-QB6, CE24-QB7, CE24-QB8, CE24-QB10, CE24-QB11, CT1-TQ1, CT2-TQ1, CT4-TQ1, CT5-TQ1, CT8-TQ1, CT11-TQ1, CT12-TQ1.

■ **PRÁCTICAS DE LABORATORIO: 20%**

En las Prácticas de Laboratorio se requiere la asistencia completa a todas las sesiones programadas, que se evaluarán directa y continuamente por la supervisión del profesor, junto con un examen teórico-práctico complementario y la realización del cuaderno de laboratorio. En caso de no superar alguno de estos supuestos, deberá hacerse en la convocatoria extraordinaria. (20%)

Competencias evaluadas: CG1-TQ1, CG5-TQ1, CE24-QB7, CE24-QB8, CE24-QB9, CE24-QB10, CE24-QB11, CE25, CT1-TQ1, CT2-TQ1, CT4-TQ1, CT5-TQ1, CT8-TQ1, CT11-TQ1, CT12-TQ1.

“Las **calificaciones** de las actividades previstas para la evaluación de la asignatura (exámenes parciales, laboratorios, tutorías, entrega de problemas,...) **se comunicarán a los estudiantes con la antelación suficiente antes de la realización del examen final**, para que puedan planificar adecuadamente el estudio de ésta u otras asignaturas.

En especial, **las notas de los exámenes parciales** se comunicarán en *un plazo máximo de 20 días*, salvo en el caso del **segundo parcial**, en el que el **plazo** puede ser menor para adaptarse al examen final.

En todo caso, **se respetará el plazo mínimo de siete días** entre la **publicación de las calificaciones y la fecha del examen final** de la asignatura”.



PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES – CRONOGRAMA

TEMA	ACTIVIDAD	HORAS	GRUPOS	INICIO	FIN
1. Temas 1- 3	Clases Teoría	6	1	1ª Semana	4ª Semana
	Clases Problemas	2	1		
2. Temas 4- 5	Clases Teoría	5	1	5ª Semana	8ª Semana
	Clases Problemas	2	1		
	Tutoría programada	1	4	7ª Semana	
3. Temas 6- 7	Clases Teoría	9	1	8ª Semana	14ª Semana
	Clases Problemas	3	1		
	Tutoría programada	1	4	14ª Semana	
4. Temas 8-11	Clases Teoría	13	1	14ª Semana	22ª Semana
	Clases Problemas	3	1		
	Tutoría programada	1	4	21ª Semana	
	Examen parcial	1	1	Semana exámenes 1 ^{er} semestre	
5. Temas 12-13	Clases Teoría	13	1	22ª Semana	30ª Semana
	Clases Problemas	4	1		
	Tutoría programada	1	4	30ª Semana	
	Examen parcial	1	1	Semana exámenes 2º semestre	
LABORATORIO					
1. Introducción	Seminario	1	1	24º Semana	
2. Técnicas cromatográficas	Prácticas de laboratorio	3	4	25ª Semana	25ª Semana
3. Destilación	Prácticas de laboratorio	3	4	25ª Semana	25ª Semana
4. Aislamiento y purificación de compuestos orgánicos	Prácticas de laboratorio	6	4	26ª Semana	26ª Semana
5. Productos de interés farmacológico e industrial	Prácticas de laboratorio	6	4	27ª Semana	27ª Semana
6. Transformaciones de grupos funcionales	Prácticas de laboratorio	6	4	28ª Semana	28ª Semana
7. Caracterización espectroscópica	Seminario	3	4	29ª Semana	

* La planificación de las tutorías depende de la planificación global de todas las asignaturas del curso.



RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES

Actividad docente	Competencias asociadas	Actividad Profesor	Actividad alumno	Procedimiento de evaluación	P	NP	Total	C
Clases de teoría	CG1.TQ1, CE24-QB5, CE24-QB6, CE24-QB7, CE24-QB8, CE24-QB10, CE24-QB11, CT1-TQ1, CT4-TQ1, CT5-TQ1, CT8-TQ1, CT11-TQ1, CT12-TQ1	Preparación del material. Exposición de conceptos teóricos.	Preparación previa. Toma de apuntes.	Calificación de las respuestas realizadas por escrito a preguntas relacionadas con los conceptos teóricos explicados.	46	74	120	10%
Seminarios	CG1.TQ1, CE24-QB5, CE24-QB6, CE24-QB7, CE24-QB8, CE24-QB10, CT1-TQ1, CT2-TQ1, CT4-TQ1, CT5-TQ1, CT8-TQ1, CT11-TQ1, CT12-TQ1	Propuesta previa de ejercicios. Aplicación de la teoría a la resolución de ejercicios y problemas.	Preparación previa. Corrección de errores cometidos. Realización de ejercicios. Formulación de preguntas y dudas.	Calificación de las respuestas (planteamiento y resultado) realizadas por escrito para la resolución de ejercicios prácticos y problemas.	14	21	35	
Tutorías	Todas las competencias	Ayudar al alumno a dirigir su estudio con explicaciones y recomendaciones bibliográficas.	Consulta al profesor sobre las dificultades conceptuales y metodológicas que encuentra al estudiar la materia.	Valoración del trabajo realizado.	4	6	10	10%
Laboratorios	Todas las competencias	Explicación y supervisión del trabajo experimental y resultados	Preparación previa. Realización de experimentos. Elaboración de resultados.	Valoración del trabajo experimental realizado, diario de laboratorio y examen de laboratorio.	28	14	42	20%
Exámenes	Todas las competencias	Propuesta, vigilancia y corrección del examen. Calificación del alumno.	Preparación y realización.	Valoración del examen.	7	11	18	60%

P : Presenciales; NP: no presenciales (trabajo autónomo); C: calificación