



## Grado en Química 27215 - Química orgánica II

Guía docente para el curso 2014 - 2015

Curso: 3, Semestre: 0, Créditos: 12.0

---

### Información básica

---

#### Profesores

- Raquel Andreu Solano randreu@unizar.es
- María Isabel Calaza Cabanas icalaza@unizar.es
- Pedro Merino Filella pmerino@unizar.es
- María Elisabet Pires Ezquerro epires@unizar.es
- Carlos Alberto Cativiela Marín cativiel@unizar.es
- Vicente Javier Garín Tercero jgarin@unizar.es
- María Blanca Ros Latienda bros@unizar.es

#### Recomendaciones para cursar esta asignatura

Dominio de la asignatura Química Orgánica I y del lenguaje propio de la Química Orgánica (formas resonantes, flechas curvas y nomenclatura).

Buen nivel de conocimiento de las técnicas de trabajo propias de un laboratorio de Química Orgánica.

El trabajo diario y continuado es clave para poder superar la asignatura.

#### Actividades y fechas clave de la asignatura

Examen parcial a mediados de curso: consultar web de la Facultad de Ciencias y tablón de anuncios del departamento.

Examen final: consultar web de la Facultad de Ciencias

Toda la información sobre calendarios, horarios y exámenes está disponible en:

<http://ciencias.unizar.es/web/horarios.do>

### Requisitos

#### Requisitos para cursar esta asignatura

Para cursar Química Orgánica II es preceptivo haber cursado Química Orgánica I

---

## Inicio

---

### Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

**El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...**

- 1:** Comprensión de la estructura y reactividad de los compuestos orgánicos, incluyendo aspectos mecanísticos y estereoquímicos.
- 2:** Predicción de los productos de una reacción dada, atendiendo a sus diversas facetas de selectividad.
- 3:** Propuesta de procesos sintéticos conducentes a la obtención de compuestos moderadamente complejos.
- 4:** Ejecución de procedimientos sintéticos, de aislamiento y purificación, así como de interpretación de datos de caracterización.

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

La asignatura Química Orgánica II se encuadra en el módulo fundamental del Grado de Química, tiene carácter obligatorio y se imparte a lo largo del curso académico. Tiene una carga lectiva de 12 créditos ECTS, 6 teóricos y 6 prácticos (3 de problemas y 3 de laboratorio). En las clases prácticas se procederá al desdoblamiento de los grupos de teoría para facilitar el aprendizaje de la materia.

---

## Contexto y competencias

---

### Sentido, contexto, relevancia y objetivos generales de la asignatura

**La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:**

Que el alumno profundice en el estudio de los grupos funcionales más importantes, sus transformaciones y su utilidad en la construcción de moléculas de complejidad media, que comprenda la importancia de la selectividad en las reacciones químicas, que conozca algunos de los compuestos fundamentales para la vida y que sea capaz de realizar en el laboratorio los procesos sintéticos correspondientes.

### Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

La Química Orgánica II pertenece al módulo fundamental del Grado de Química y constituye la continuación de la Química Orgánica I, sobre la cual se apoya. En su vertiente de laboratorio, supone una continuación de la asignatura Laboratorio de Química, de segundo curso. Los conocimientos adquiridos en la Química Orgánica II son fundamentales para la comprensión de otras asignaturas del módulo avanzado, como Determinación Estructural y las optativas Ampliación de Química Orgánica y Química Orgánica Industrial entre otras, así como para la realización de diversos trabajos de fin de Grado.

**Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...**

- 1:**

Conocer y dominar de forma integrada la reactividad de los compuestos orgánicos y sus principales mecanismos de reacción.

- 2: Conocer las reacciones de transformación de grupos funcionales y de creación de esqueletos carbonados.
- 3: Diseñar estrategias sintéticas que conduzcan de forma selectiva a los tipos de compuestos estudiados.
- 4: Conocer la química de los compuestos orgánicos biológicos e industriales de mayor interés.
- 5: Resolver razonada y críticamente cuestiones y problemas sobre los aspectos anteriores.
- 6: Realizar procesos sintéticos, de aislamiento y caracterización de compuestos orgánicos.

### **Importancia de los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura:**

Los conocimientos adquiridos en la asignatura proporcionan una visión sólida y actual de la Química Orgánica que todo graduado en Química debe poseer, dado su carácter básico para el desarrollo posterior tanto de una actividad académica como industrial relacionada con un sinfín de campos (Bioquímica, Medicina, diseño de fármacos, nuevos materiales, etc.).

---

## **Evaluación**

---

### **Actividades de evaluación**

#### **El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación**

- 1: Las actividades de laboratorio se evaluarán atendiendo a la preparación y calidad del trabajo realizado en el mismo, a la resolución de problemas y cuestiones relacionadas con las prácticas y a la realización de un examen teórico-práctico; todo ello dará lugar a una nota L. Si su valor es inferior a 5, el alumno tendrá la posibilidad de superar esta parte de la asignatura mediante la realización de un examen de laboratorio en la convocatoria de junio.
- 2: Las actividades de teoría-problemas se evaluarán teniendo en cuenta las notas de las clases de problemas (C), la de un examen parcial no eliminatorio (P) y la de un examen final (F), ambos consistentes en la resolución de problemas y cuestiones. Ello dará lugar a una nota de teoría-problemas (T), que se calculará usando las siguientes expresiones:  
$$T = 0,15x C + 0,25x P + 0,60x F \quad (\text{aplicable sólo si F es mayor o igual a 5})$$
$$T = F \quad (\text{aplicable en todos los casos})$$

Cuando ambas sean aplicables, la nota T será la resultante de la fórmula que resulte más ventajosa para el alumno.
- 3: La asignatura se considerará superada **si y sólo si se ha aprobado cada una de las dos partes** de las que consta (L mayor o igual a 5 y T mayor o igual a 5). Cuando se cumpla este requisito, la calificación final de la asignatura será la siguiente:  $0,2xL + 0,8xT$ .

En caso contrario (L ó T inferiores a 5) la asignatura estará suspendida y la calificación final será igual al menor de los valores L ó T. Si una de las dos partes ha sido aprobada, dicha calificación se guardará para la siguiente convocatoria del mismo curso.

**4:** El número de convocatorias oficiales de examen a las que la matrícula da derecho (2 por matrícula) así como el consumo de dichas convocatorias se ajustará a la Normativa de Permanencia en Estudios de Grado ([http://www.unizar.es/sg/doc/BOUZ10-10\\_001.pdf](http://www.unizar.es/sg/doc/BOUZ10-10_001.pdf)) y Reglamento de Normas de Evaluación del Aprendizaje. A este último reglamento, también se ajustarán los criterios generales de diseño de las pruebas y sistema de calificación, y de acuerdo a la misma se hará público el horario, lugar y fecha en que se celebrará la revisión al publicar las calificaciones. Dicha normativa puede consultarse en:

<http://wzar.unizar.es/servicios/coord/norma/evalu/evalu.html>

---

## Actividades y recursos

---

### Presentación metodológica general

**El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:**

- Clases de teoría (6 créditos ECTS)
- Clases prácticas de problemas en grupos reducidos (3 ECTS)
- Clases prácticas de laboratorio en grupos reducidos (3 ECTS)

### Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)

**El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...**

**1:**

Actividad formativa de adquisición de conocimientos teóricos de Química Orgánica. Esta actividad comprende 60 horas presenciales de clases magistrales y participativas en grupo grande. El programa teórico de la asignatura comprende los siguientes temas:

**ENOLES Y ENOLATOS:** Tautomería ceto-enólica. Formación de enolatos. Reactividad de enoles y enolatos. Análogos nitrogenados de enoles y enolatos.

**ALQUILACIÓN DE ENOLATOS:** Enolatos de compuestos con metilenos activos. Enolatos derivados de otros compuestos carbonílicos: regio- y estereoselectividad. Uso de enaminas y aza-enolatos.

**REACCIÓN DE ENOLATOS CON ALDEHÍDOS Y CETONAS:** La reacción aldólica. Reacción de Mannich. Reacción de Knoevenagel. Reacciones de enolatos de ésteres.

**ACILACIÓN DE ENOLATOS:** Ésteres como acilantes: reacciones de Claisen y Dieckmann. Acilación de enolatos de cetonas y procesos relacionados. Otras acilaciones.

**ADICIÓN CONJUGADA DE ENOLATOS:** La reacción de Michael. Anulación de Robinson. Otras reacciones de adición conjugada a carbonilos  $\alpha,\beta$ -insaturados.

**COMPUESTOS DE FÓSFORO:** Utilidad en transformación de grupos funcionales. Iluros y carbaniones estabilizados por fósforo: reacciones de Wittig, Wadsworth-Emmons y Horner.

**COMPUESTOS DE AZUFRE:** Principales grupos funcionales. Carbaniones e iluros de azufre en la creación de enlaces C-C. Eliminaciones que conducen a la formación de enlaces C=C.

**COMPUESTOS DE SILICIO:** Compuestos con enlace Si-O. Carbaniones estabilizados por silicio: reacción de Peterson. Compuestos de organosilicio: efecto  $\beta$  y utilidad sintética.

**REDUCCIONES:** Hidrogenación catalítica. Uso de hidruros de boro y de aluminio. Reducciones con metales disueltos. Acoplamiento reductivo de carbonilos. Otras reducciones.

**OXIDACIONES:** Oxidación de alcoholes. Epoxidación y dihidroxilación de alquenos. Rotura oxidativa de dioles y alquenos. Oxidación de cetonas.

**COMPUESTOS HETEROCÍCLICOS:** Heterociclos aromáticos. Sistemas  $\pi$ -deficientes: piridina. Sistemas  $\pi$ -excedentes: pirrol, furano y tiofeno.

**CARBOHIDRATOS:** Clasificación. Estructura y reactividad de los monosacáridos; glicósidos, efecto anomérico. Disacáridos y polisacáridos.

**AMINOÁCIDOS, PÉPTIDOS Y PROTEÍNAS:** Estructura y síntesis de aminoácidos. Estructura de péptidos y proteínas. Determinación estructural de péptidos. Síntesis de péptidos.

**POLÍMEROS:** Polímeros de adición: polimerización radicalaria, aniónica y catiónica. Homopolímeros y copolímeros. Polímeros de condensación. Propiedades de los polímeros.

**2:** Actividad formativa de clases de resolución de problemas en grupos reducidos. Esta actividad comprende 30 horas de clases presenciales en las que los alumnos resolverán los problemas propuestos y discutirán sus soluciones con el profesor. El programa de resolución de problemas es el mismo que el de teoría.

**3:** Actividad formativa de realización de prácticas de laboratorio correspondientes a las diferentes áreas estudiadas en la parte teórica: creación de enlaces C-C, transformación de grupos funcionales, compuestos heterocíclicos, productos naturales y polímeros. Esta actividad comprende 30 horas: 2 h de seminarios y 28 h de sesiones prácticas.

## Planificación y calendario

### Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

Consultar la página web de la Facultad de Ciencias: <http://ciencias.unizar.es/web/horarios.do>. Los grupos y sesiones de laboratorio se anunciarán con suficiente antelación y serán publicados en el tablón de anuncios del departamento.

## Bibliografía

### La bibliografía recomendada es la siguiente:

**1:**  
**BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

- Química Orgánica (7ª edición). J. McMurry. Ed. Cengage Learning 2008.
- Química Orgánica (5ª edición). K. P. C. Vollhardt y N. E. Schore, Ed. Omega 2008.
- Química Orgánica (5ª edición). L. G. Wade, Jr. Ed. Pearson 2004.
- Organic Chemistry (10ª edición). T. W. G. Solomons y C. B. Fryhle. Ed. Wiley 2011.
- Organic Chemistry (2ª edición). J. Clayden, N. Greeves y S. Warren. Ed. Oxford University Press 2012.

**BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

- Advanced Organic Chemistry (5ª edición). F. A. Carey y R. J. Sundberg. Ed. Springer 2007.
- Modern Methods of Organic Synthesis (4ª edición). W. Carruthers y I. Coldham. Ed. Cambridge University Press 2004.
- Organic Synthesis (3ª edición). M. B. Smith. Ed. Wavefunction 2010.
- Aromatic Heterocyclic Chemistry. D. T. Davies. Ed. Oxford University Press 1992.
- Heterocyclic Chemistry. M. Sainsbury. Ed. Royal Society of Chemistry 2001.
- Carbohydrate Chemistry. B. G. Davis y A. J. Fairbanks. Ed. Oxford University Press 2002.
- Amino Acid and Peptide Synthesis (2ª edición). J. Jones. Ed. Oxford University Press 2002.

**SITIOS WEB**

- <http://www2.chemistry.msu.edu/faculty/reusch/VirtTxtJml/intro1.htm>: un "libro de texto" virtual de química orgánica, incluye cuestiones y problemas.
- <http://www.organic-chemistry.org/reactions.htm>: contiene información acerca de reacciones con nombre, métodos sintéticos y grupos protectores.

## Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada

- Carey, Francis A.. Advanced organic chemistry. Part A, Structure and mechanisms / Francis A. Carey and Richard J. Sundberg . - 5th ed. New York [etc.] : Springer, cop. 2007
- Carey, Francis A.. Advanced organic chemistry. Part B, Reactions and synthesis / Francis A. Carey and Richard J. Sundberg . - 5th ed. New York [etc.] : Springer, cop. 2007
- Carruthers, W.. Modern methods of organic synthesis / W. Carruthers, Iain Coldham . - 4th ed., repr. Cambridge [etc.] : Cambridge University Press, 2005
- Clayden, J.. Organic Chemistry. 2ª ed. Oxford University Press. 2012
- Davies, David T.. Aromatic heterocyclic chemistry / David T. Davies . - Repr. with corr. Oxford [etc.] : University Press, 2004
- Davis, B.G.; Fairbanks, A.J.. Carbohydrate Chemistry. Oxford University Press, 2002
- Jones, John. Amino Acid and Peptide Synthesis. 2nd. ed. Oxford University Press, 2002
- McMurry, John. Química orgánica / John McMurry ; traducción, María Aurora Lanto Arriola, Jorge Hernández Lanto ; revisión técnica, Alfredo Vázquez Martínez...[et al.] . - 7ªed. México D.F. : Cengage Learning, cop.2008
- Organic chemistry / Jonathan Clayden ... [et al.] . - Repr. with corr. Oxford : Oxford University Press, 2005
- Sainsbury, M.. Heterocyclic Chemistry. Royal Society of Chemistry, 2001
- Smith, Michael B.. Organic Synthesis. 3rd. ed. Wavefunction, 2011
- Solomons, T. W. Graham. Organic chemistry : international student version / T. W. Graham Solomons, Craig B. Fryhle, Scott A. Snyder . 11th ed. Singapore : John Wiley & Sons, cop. 2014
- Vollhardt, K. Peter C.. Química orgánica : estructura y función / K. Peter C. Vollhardt, Neil E. Schore ; traducción y coordinación, David Andreu Martínez . - 5ª ed. Barcelona : Omega, D.L. 2007
- Wade, Leroy Grover, jr. Química orgánica (2 vol.) / L. G. Wade, Jr. ; traducción Ma. Aurora Lanto Arriola, Laura Fernández Enríquez . 7ª ed. México : Pearson, cop. 2012
- Wade, Leroy Grover, Jr.. Química orgánica / L. G. Wade, Jr. ; traducción y revisión del texto por Ángel Manuel Montaña Pedrero, Consuelo Batalla García . - 5ª ed. Madrid [etc.]: Pearson/Prentice Hall, D.L. 2004