



Asignatura:  
Código:  
Grupo:  
Titulación:  
Profesor/a:  
Curso Académico:

## 1. ASIGNATURA / COURSE

### 1.1. Nombre / Course Title

EXPERIMENTACIÓN EN QUÍMICA ORGÁNICA / EXPERIMENTAL ORGANIC CHEMISTRY

### 1.2. Código / Course Code

12709

### 1.3. Tipo / Type of course

Troncal / Compulsory

### 1.4. Nivel / Level of course

Grado / Grade

### 1.5. Curso / Year of course

Tercero/ Third course

### 1.6. Semestre / Semester

Anual

### 1.7. Número de créditos / Number of Credits Allocated

6 créditos LRU (4,2 ECTS)

### 1.8. Requisitos Previos / Prerequisites

Para cursar esta asignatura se recomienda haber superado la asignatura de "Química Orgánica" de 2º Curso. Es conveniente traducir textos científicos en inglés



Asignatura:  
Código:  
Grupo:  
Titulación:  
Profesor/a:  
Curso Académico:

## 1.9. ¿ Es obligatoria la asistencia ? / Is attendance to class mandatory?

SI / Yes

## 1.10. Datos del profesor/a / profesores / Faculty Data

Grupo: 31 y 36

María del Rosario Martín Ramos  
(Coordinadora)

Departamento: Química Orgánica  
Facultad: Ciencias, Módulo C-I-203  
Teléfono: 91 497 4703  
e-mail: [rosario.martin@uam.es](mailto:rosario.martin@uam.es)  
Página Web:  
<http://www.uam.es/departamentos/ciencias/qorg/>  
Horario de Tutorías Generales: Mañana y tarde, previa petición de cita

Ángel Rumbero Sánchez

Departamento: Química Orgánica  
Facultad: Ciencias Módulo C-I Despacho 107, Teléfono: 91 497 7622  
e-mail: [angel.rumbero@uam.es](mailto:angel.rumbero@uam.es)  
Página Web: <http://www.uam.es>  
Horario de Tutorías Generales: previa petición de cita

Christian Claessens

Departamento: Química Orgánica  
Facultad: Ciencias Módulo C-I Despacho 305, Teléfono: 91 497 8906  
e-mail: [christian.claessens@uam.es](mailto:christian.claessens@uam.es)  
Página Web:  
<http://www.uam.es/phthalocyanines>  
Horario de Tutorías Generales: previa petición de cita

Belén Cid de la Plata

Departamento: Química Orgánica  
Facultad: Ciencias Módulo C-I Despacho 401, Teléfono: 91 497 5505  
e-mail: [belen.cid@uam.es](mailto:belen.cid@uam.es)  
Página Web:  
<http://www.uam.es>  
Horario de Tutorías Generales: previa petición de cita



Asignatura:  
Código:  
Grupo:  
Titulación:  
Profesor/a:  
Curso Académico:

Mercedes Rodríguez Fernández

Departamento: Química Orgánica  
Facultad: Ciencias Módulo C-I, L-503  
Teléfono: 91 497 8644  
e-mail: [mercedes.rodriguez@uam.es](mailto:mercedes.rodriguez@uam.es)  
Página Web:  
<http://www.uam.es>  
Horario de Tutorías Generales: previa  
petición de cita

Esmeralda Caballero Calvo

Departamento: Química Orgánica  
Facultad: Ciencias Módulo C-I Despacho  
305, Teléfono: 91 497 8906  
e-mail: [esmeralda.caballero@uam.es](mailto:esmeralda.caballero@uam.es)  
Página Web:  
<http://www.uam.es/phthalocyanines>  
Horario de Tutorías Generales: previa  
petición de cita

Alberto Fraile Carrasco

Departamento: Química Orgánica  
Facultad: Ciencias Módulo C-I 203  
Teléfono: 91 497 3877  
e-mail: [alberto.fraile@uam.es](mailto:alberto.fraile@uam.es)  
Página Web:  
<http://www.uam.es>  
Horario de Tutorías Generales: previa  
petición de cita

José Julián Alemán Lara

Departamento: Química Orgánica  
Facultad: Ciencias Módulo C-I 401  
Teléfono: 91 497 3877  
e-mail: [jose.aleman@uam.es](mailto:jose.aleman@uam.es)  
Página Web:  
<http://www.uam.es>  
Horario de Tutorías Generales: previa  
petición de cita

Gloria Hernández Torres

Departamento: Química Orgánica  
Facultad: Ciencias Módulo C-I 207  
Teléfono: 91 497 5097  
e-mail: [gloria.hernandez@uam.es](mailto:gloria.hernandez@uam.es)  
Página Web:  
<http://www.uam.es/quinonso>  
Horario de Tutorías Generales: previa  
petición de cita



## 1.11. OBJETIVOS DEL CURSO /OBJECTIVE OF THE COURSE

### OBJETIVOS

Esta Asignatura experimental pretende completar los conocimientos y habilidades adquiridos en el primer ciclo en los contenidos prácticos, aportando unos conocimientos básicos experimentales en química orgánica, a todos los licenciados en química. Otro fin de la asignatura es lograr que el alumno integre los conocimientos teóricos adquiridos en la asignatura teórica “Química Orgánica” en el desarrollo del trabajo experimental llevado a cabo en el laboratorio.

A lo largo de 10 sesiones de 4 horas de duración, distribuidas en dos semanas alternas del primer semestre, se pretende que el alumno:

1. Amplíe su conocimiento en técnicas fundamentales de aislamiento y purificación (destilación a presión reducida, cromatografía en columna, etc) así como en procedimientos sintéticos utilizados en un laboratorio de Química Orgánica (uso del Dean-Start, trabajar en atmósfera inerte, etc).
2. Adquiera: destreza en las operaciones de aislamiento, separación y purificación de productos orgánicos y la metodología para llevar a cabo la preparación de nuevos compuestos.
3. Este capacitado para diseñar un proceso completo de síntesis que incluya el aislamiento del producto de reacción.

Al finalizar estas 10 sesiones los alumnos deben haber adquirido una serie de competencias que les permitan:

- Manejar de manera adecuada y segura los compuestos orgánicos, el material y los equipos usuales en un laboratorio de química orgánica.
- Organizar el trabajo de laboratorio y analizar los resultados obtenidos.
- Razonar los procedimientos experimentales seguidos, lo cual será de vital importancia para que en el futuro pueda llevar a cabo la preparación de nuevos compuestos.
- Diseñar correctamente los montajes para realizar las reacciones, elegir el método más adecuado tanto para seguir el avance de una reacción como para aislar y purificar el compuesto buscado.
- Aumentar el grado de integración de sus conocimientos teóricos con los experimentales, ya que se amplía la metodología experimental y los tipos de reacciones realizadas.



Asignatura:  
Código:  
Grupo:  
Titulación:  
Profesor/a:  
Curso Académico:

- Proponer un procedimiento experimental detallado, con estructura análoga a la utilizada en las publicaciones científicas, para llevar a cabo la preparación de un determinado compuesto.

Capacidades a desarrollar: los alumnos desarrollarán las siguientes capacidades:

- Comunicación escrita, haciendo textos comprensibles y organizados.
- Evaluar los riesgos de las sustancias químicas y los procedimientos de laboratorio.
- Elegir del método apropiado de purificación de un compuesto orgánico en función de sus características.
- Tomar decisiones basadas en criterios científicos y abordar por si mismo la resolución problemas experimentales
- Saber interpretar correctamente los resultados obtenidos en la experimentación

## 1.12. Contenidos del Programa / [Course Contents](#)

### BLOQUES TEMÁTICOS

Excepto el comienzo de la primera sesión presencial, que es una introducción al laboratorio de QUÍMICA ORGÁNICA, el resto de las sesiones se dedican a las reacciones orgánicas. Las cuales generalmente están dirigidas a la preparación de un compuesto determinado, en una ó varias etapas. Se han elegido distintos tipos de reacciones, se hace uso de un acetal para proteger el grupo carbonilo, y de la activación del grupo carboxilo. También se ilustra la importancia de las condiciones experimentales y del reactivo (quimioselectividad) utilizados en el resultado final de las reacciones. Los productos finales se purifican por diferentes técnicas.

#### *INTRODUCCIÓN AL LABORATORIO DE QUÍMICA ORGÁNICA.*

Contenidos:

- La seguridad en el laboratorio.
- Normas específicas en caso de accidente.
- Riesgos asociados a los disolventes. Residuos.
- El material de laboratorio
- El diario de laboratorio
- Fuentes bibliográficas

*Tiempo estimado: 1,5 horas*



Asignatura:  
Código:  
Grupo:  
Titulación:  
Profesor/a:  
Curso Académico:

### *SÍNTESIS DE COMPUESTOS ORGÁNICOS.*

El alumno deberá *justificar el procedimiento experimental* seguido y las *condiciones de reacción* utilizadas en todas las prácticas, por lo que debe saber en cada momento que los productos tiene en el matraz de reacción, como se pueden separar unos de los otros y como se puede favorecer ó inhibir la formación de cada uno de los productos de reacción, a fin de llegar al producto deseado con mayor rendimiento y grado de pureza.

El alumno realizara una serie de síntesis (4-6) que se escogerán de una lista más extensa.

En cada práctica el alumno deberá aislar, purificar y caracterizar los productos obtenidos utilizando los procedimientos a su alcance. También se debe cuantificar el *rendimiento de la reacción* y aprender a trabajar cuidadosamente.

Para caracterizar los productos obtenidos se tendrá en cuenta las constantes físicas (pe ó pf, R<sub>f</sub>) y datos espectroscópicos que el alumno ya conozca (IR y si es posible RMN).

Contenidos:

Practica 1.- *Preparación de un cloruro de ácido y posterior reacción con nucleófilos*

1a.- Preparación de hexanoato de 2-propenilo a partir del ácido hexanóico

*Reacciones:* Preparación del cloruro de ácido por reacción de este con cloruro de tionilo y reacción del derivado de ácido con el alcohol alílico.

*Técnicas:* Extracción, destilación a presión reducida, eliminación de los gases desprendidos.

*Tiempo estimado de trabajo experimental:* 6,5 horas.

1b.- Preparación de la N-metilciclohexanocarboxamida a partir del ácido ciclohexano carboxílico

*Reacciones:* Preparación del cloruro de ácido por reacción de este con cloruro de tionilo y reacción del cloruro de ácido con metilamina.

*Técnicas:* Destilación, eliminación de los gases desprendidos, recristalización.

*Tiempo estimado de trabajo experimental:* 6 horas.



Asignatura:  
Código:  
Grupo:  
Titulación:  
Profesor/a:  
Curso Académico:

Practica 2.- *Protección de cetonas como etilen cetales.* acetoacetato de etilo etilen cetal.

*Reacciones:* Preparación del etilen cetal por reacción catalizada por ácido del acetoacetato de etilo con etilenglicol.

*Técnicas:* Eliminación de agua del medio de reacción con el Dean-Stark, extracción, destilación a presión reducida.

*Tiempo estimado de trabajo experimental:* 6,5 horas.

Practica 3.- *Reducción de una cetona con borohidruro sódico*

3a.- Preparación del difenilmetanol a partir de la benzofenona.

*Reacción:* Reducción con borohidruro sódico.

*Técnicas:* Recristalización, cromatografía en capa fina.

*Tiempo estimado de trabajo experimental:* 5 horas.

3b.- Preparación del 1-(3-nitrofenil)etanol.

*Reacción:* Reducción con borohidruro sódico de la 3-nitroacetofenona.

*Técnicas:* Extracción, recristalización.

*Tiempo estimado de trabajo experimental:* 5 horas.

Practica 4. *Preparación y reacciones de reactivos de Grignard*

4a.- Síntesis de la 4,4-difenilbut-3-en-2-ona a partir del etilen cetal del acetoacetato de etilo.

*Reacciones:* a) Formación del bromuro de fenilmagnesio y reacción del magnesiano con el etilen cetal del acetoacetato de etilo: acetal de la 4,4-difenil-4-hidroxiбутан-2-ona.

b) Hidrólisis del acetal de la 4,4-difenil-4-hidroxiбутан-2-ona y deshidratación de la  $\beta$ -hidroxicetona.

*Técnicas:* Atmósfera anhidra ó inerte, control de la temperatura de reacción, reflujo, cromatografía en placa fina y en columna.

*Tiempo estimado de trabajo experimental:* 4 días

4b.- Síntesis del 1,3,5,5-tetrametilciclohexa-1,3-dieno a partir de la isoforona.

*Reacciones:* a) Formación del ioduro de metilmagnesio y posterior reacción con la isoforona.



Asignatura:  
Código:  
Grupo:  
Titulación:  
Profesor/a:  
Curso Académico:

b) Deshidratación de la  $\beta$ -hidroxicetona.

*Técnicas:* Atmósfera anhidra ó inerte, control de la temperatura de reacción, reflujo, cromatografía en placa fina y destilación a presión reducida de compuestos que se polimerizan fácilmente.

*Tiempo estimado de trabajo experimental:* 3 días

Practica 5.- *Reacción de Mannich.* Síntesis de la gramina a partir del indol.

*Reacción:* de Mannich (formación de la sal de iminio y posterior reacción de esta con el nucleófilo).

*Técnicas:* Recristalización.

*Tiempo estimado de trabajo experimental:* 5 horas.

Practica 6.- *Oxidación de alcoholes.* Preparación de la 2-metilciclohexanona.

*Reacción:* Oxidación con dicromato sodico del 2-metilciclohexanol.

*Técnicas:* Extracción, destilación a presión reducida, cromatografía en placa fina: uso de reveladores.

*Tiempo estimado de trabajo experimental:* 6 horas

Practica 7.- Preparación del ácido cinámico a partir del ácido malónico.

*Reacción:* de Knoevenagel modificada por Verley-Doebner (Condensación y descarboxilación)

*Técnicas:* Recristalización.

*Tiempo estimado de trabajo experimental:* 4 horas

Practica 8.- Determinación de la estereoselectividad de la transposición de Beckmann de la oxima de la 4-bromoacetofenona.

*Reacciones:* a) Preparación de la oxima de la 4-bromoacetofenona  
b) Transposición de Beckmann.  
c) Hidrólisis de la amida

*Técnicas:* Recristalización, reflujo, aislamiento de productos por vertidos de los crudos de reacción sobre fases acuosas adecuadas.

*Tiempo estimado de trabajo experimental:* 3 días

Practica 9.- *Acetilación de la ciclohexanona a través de su pirrolidinoenamina.*  
Síntesis de la 2-acetilciclohexanona.





Asignatura:  
Código:  
Grupo:  
Titulación:  
Profesor/a:  
Curso Académico:

*Reacciones:* a) Preparación de la enamina de la ciclohexanona  
b) Acilación de la enamina con anhídrido acético y posterior hidrólisis de la enamina

*Técnicas:* Reflujo, eliminación de agua de un medio de reacción y de un exceso de reactivo líquido, extracción, aislamiento de productos por vertidos de los crudos de reacción sobre fases acuosas adecuadas, destilación a presión reducida.

*Tiempo estimado de trabajo experimental:* 3 días

Practica 10.- Síntesis de los ácidos 4-vinilbenzoico y 4-metoximetilbenzoico.

*Reacciones:* a) Bromación en posición bencílica con NBS.  
b) Sustitución nucleófila: formación de la sal de fosfonio.  
c) Wittig con formaldehído como compuesto carbonílico.  
d)  $S_N$  del bromo por metóxido

*Técnicas:* Recristalización, reflujo, eliminación de productos no deseados de crudos de reacción, secado de sólidos

*Tiempo estimado de trabajo experimental:* 3,5 días

### 1.13. Referencias de Consulta Básicas / [Recommended Reading](#).

- “Técnicas Experimentales en Síntesis Orgánica”, M.A. Martínez Grau y A.G. Csaky. Editorial Síntesis, 1998.
- “Experimental Organic Chemistry, Standard and Microscale”, L.M. Harwood, C.J. Moody, J.M. Percy 2ª Edición, Editorial Blackwell Scientific Publications, 1998.
- “Techniques in Organic Chemistry”, J.R. Mohrig, C.N. Hammond, P.F. Schatz, 2ª Edición, Editorial W.H. Freeman, 2007.
- “Student Lab Companion”, J. W. Lehman, 2ª Edición, Editorial Prentice Hall, 2008.
- “The Organic Chem Lab Survival Manual: A Student's Guide to Techniques, J. W. Zubrick, 7ª Edición, Editorial John Wiley & Sons, 2007.
- Diversos artículos de la revista *J. Chem. Edu.*



## 2 Métodos Docentes / Teaching methods

### PROCEDIMIENTOS DE ENSEÑANZA/APRENDIZAJE

Como en toda asignatura experimental, las destrezas y competencias se adquirirán principalmente en el laboratorio. Eso ya garantiza que el estudiante será un agente activo de su propio aprendizaje, pero no sólo en el aspecto manual, será responsabilidad suya, aunque dirigido por el tutor, llegar a cada sesión práctica con las líneas generales de su trabajo y los conceptos teóricos implicados bien conocidos, de modo que su formación termine siendo la de un químico que sepa en cada momento por qué, para qué y cómo dar cada paso experimental.

Los alumnos trabajarán de forma individual y efectuarán 4 - 6 prácticas.

Por la naturaleza experimental de la asignatura, las sesiones prácticas podrán adquirir cierto carácter de tutorías, pues los estudiantes pueden exponer sus dificultades y dudas y los profesores deben subsanarlas y aclararlas.

#### Actividades presenciales

Los alumnos llevarán a cabo, bajo la supervisión del profesor, los experimentos programados, durante 10 días en sesiones de 4 horas. En el cuaderno de laboratorio, el alumno debe tomar nota de cada dato y observación oportuna.

Antes de comenzar el trabajo en el laboratorio, se convocará a los alumnos a una reunión de carácter informativo, en la que se les hará entrega del guión detallado del trabajo que van a desarrollar y se le asignará un Tutor. Los alumnos deberán preparar, ayudados por este guión, otras fuentes bibliográficas o tutorías, los fundamentos teóricos y metodológicos de las prácticas que van a realizar cada día en el laboratorio. El primer día los alumnos recibirán una charla informativa sobre las medidas de seguridad que deben guardarse en el laboratorio y sobre la peligrosidad de los disolventes y reactivos que van a manejar.

El profesor deberá asegurarse que todos los alumnos han entendido los fundamentos teóricos, prácticos y metodológicos de cada práctica antes de comenzarla.

A lo largo de la sesión, el alumno deberá confeccionar un diario de laboratorio donde reflejará la toxicidad de los reactivos y disolventes empleados, las propiedades físicas de los productos, el experimento realizado y los resultados



Asignatura:  
Código:  
Grupo:  
Titulación:  
Profesor/a:  
Curso Académico:

obtenidos. Este diario se entregará al profesor al final de cada semana de prácticas para que sea calificado como parte de la evaluación continua.

También formarán parte de la evaluación continua las respuestas del alumno sobre las cuestiones que el profesor le plantee a lo largo del desarrollo de las prácticas.

### Actividades dirigidas

El alumno recibirá una hoja con preguntas referentes a los fundamentos teórico-prácticos antes de iniciar cada una de las prácticas realizadas y otra hoja al final de la semana con preguntas referentes a la interpretación de los resultados obtenidos ó sobre los que se obtendrían si se realizaran ciertos cambios en el procedimiento experimental. Estos trabajos tendrán que entregarse al profesor al comienzo de la siguiente semana de prácticas para que formen parte de la evaluación continua.

Después de finalizar el trabajo en el laboratorio el alumno propondrá por escrito un procedimiento experimental detallado para llevar a cabo la preparación de un determinado compuesto propuesto por el profesor. Este trabajo se entregará al profesor para que forme parte de la evaluación continua.

### Tutorías:

El profesor establecerá un horario de tutorías para que cada alumno acuda de manera individual al menos una vez durante las prácticas, con objeto de que el profesor evalúe su evolución y el grado de aprendizaje.

## 3 Tiempo estimado de Trabajo del Estudiante / Estimated workload for the student

(En función del Procedimiento de Enseñanza/Aprendizaje descrito anteriormente)

El estudiante asistirá a 10 sesiones presenciales de 4 horas de duración.

Se consideran necesarias 3 horas de estudio y/o consulta a fuentes bibliográficas para la asimilar los contenidos de cada práctica. Igualmente, se estiman 3 horas de trabajo del alumno para la resolución de los ejercicios



Asignatura:  
Código:  
Grupo:  
Titulación:  
Profesor/a:  
Curso Académico:

propuestos cada semana de prácticas y 8 horas para la preparación del procedimiento experimental para la preparación de un compuesto.

Se realizará un examen escrito final de duración aproximada 3 horas. El examen extraordinario, de la misma duración se realizará en Julio.

A lo largo de las prácticas, y fuera del horario de laboratorio, se realizará un promedio de una hora de tutoría.

## 4 Métodos de Evaluación y Porcentaje en la Calificación Final / Assessment Methods and Percentage in the Final marks

### 4.1 DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCEDIMIENTO PARA LA EVALUACIÓN

- La asistencia a las clases teórico-prácticas de la asignatura será obligatoria al tratarse de una asignatura experimental. Por tanto, la no asistencia al laboratorio durante dos sesiones, justificadas o no, será por sí mismo causa suficiente para suspender la asignatura.

- La calificación final de la asignatura en la convocatoria ordinaria vendrá dada por:

- a) En un 40%, por la calificación obtenida por el alumno durante el desarrollo de los trabajos experimentales realizados en el laboratorio (valorándose en esta parte el interés, la asistencia puntual, el cumplimiento de las normas, el trabajo experimental, el diario de laboratorio y la contestación a las preguntas del profesor, tanto orales como por escrito).

El alumno deberá superar esta parte de la evaluación continuada con una nota mínima de 5,0 sobre 10. En caso de no superar esta nota mínima, el estudiante no habrá superado la parte experimental de la asignatura y será calificado como suspenso en la convocatoria ordinaria y no presentado en la extraordinaria.

- b) En un 60%, por la calificación obtenida por el alumno en un examen final escrito que se realizará al final del trabajo experimental. Este examen será el mismo para todos los grupos y su contenido incidirá sobre el conocimiento y manejo del material utilizado en los experimentos, los fundamentos teóricos tanto de las técnicas empleadas como de las reacciones llevadas a cabo en las diferentes prácticas realizadas o estudiadas en la asignatura Química Orgánica, y los aspectos más importantes de seguridad.



Asignatura:  
Código:  
Grupo:  
Titulación:  
Profesor/a:  
Curso Académico:

El alumno deberá superar esta prueba con un mínimo de 4,0 sobre diez para poder hacer la media ponderada con las notas de la evaluación continuada (apartado a).

- En el caso de no superar la evaluación final en la convocatoria ordinaria, durante el mes de julio se realizará el examen extraordinario y consistirá en una prueba escrita, que hará media con la nota de evaluación continuada de acuerdo con lo expuesto anteriormente.

#### 4.2 PORCENTAJE EN LA CALIFICACIÓN FINAL

Convocatoria ordinaria de Junio:

- Evaluación continuada 40%

Esta nota se verá desglosada de la siguiente manera:

- a) Diario de laboratorio, evaluación de las cuestiones planteadas de manera oral y actitud en el laboratorio 20%
- b) Evaluación de las cuestiones planteadas por escrito en las actividades dirigidas 20%

- Examen final de la asignatura 60%

Convocatoria extraordinaria anticipada de Julio  
Lo mismo que en la convocatoria de Junio.

## 5 Cronograma de Actividades (opcional) / Activities Chronogram (optional)

Por semanas lectivas, indicando los bloques temáticos

1ª SEMANA	5 DÍAS	Síntesis en un solo paso (1, 2, 3, 5)
2ª SEMANA	5 DÍAS	Síntesis en varios pasos y en un solo paso