

**DETERMINACIÓN ESTRUCTURAL  
GUÍA DOCENTE CURSO 2015-16**

<b>Titulación:</b>	Grado en Enología	<b>703G</b>
<b>Asignatura:</b>	Determinación estructural	<b>542</b>
<b>Materia:</b>	Determinación estructural	
<b>Módulo:</b>	Intensificación en química enológica	
<b>Modalidad de enseñanza de la titulación:</b>	Presencial	
<b>Carácter:</b>	Optativa	<b>Curso:</b> 4
<b>Duración:</b>	Semestral	
<b>Créditos ECTS:</b>	6,00	<b>Horas presenciales:</b> 60,00
<b>Horas estimadas de trabajo autónomo:</b>	90,00	
<b>Idiomas en que se imparte la asignatura:</b>	Español	
<b>Idiomas del material de lectura o audiovisual:</b>	Inglés, Español	

**DEPARTAMENTOS RESPONSABLES DE LA DOCENCIA**

<b>QUÍMICA</b>	<b>R112</b>
<b>Dirección:</b>	C/ Madre de Dios, 51
<b>Código postal:</b>	26004
<b>Localidad:</b>	Logroño
<b>Provincia:</b>	La Rioja
<b>Teléfono:</b>	941299620
<b>Fax:</b>	941299621
<b>Correo electrónico:</b>	

**PROFESORADO PREVISTO**

<b>Profesor:</b>	Lalinde Peña, Elena	<b>Responsable de la asignatura</b>
<b>Teléfono:</b>	941299643	<b>Correo electrónico:</b> elena.lalinde@unirioja.es
<b>Despacho:</b>	1207	<b>Edificio:</b> EDIFICIO CIENTÍFICO TECNOLÓGICO
<b>Tutorías:</b>	<a href="#">Consultar</a>	
<b>Profesor:</b>	Peregrina García, Jesús Manuel	
<b>Teléfono:</b>	941299654	<b>Correo electrónico:</b> jesusmanuel.peregrina@unirioja.es
<b>Despacho:</b>	1218	<b>Edificio:</b> EDIFICIO CIENTÍFICO TECNOLÓGICO
<b>Tutorías:</b>	<a href="#">Consultar</a>	

**DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS**

- Espectrometría de masas y espectroscopias de infrarrojo, Raman y ultravioleta.
- Aspectos generales de la espectroscopia de resonancia magnética nuclear.
- Espectroscopia de resonancia magnética nuclear de protón.
- Espectroscopia de resonancia magnética nuclear de carbono-13.
- Técnicas bidimensionales en resonancia magnética nuclear.
- Determinación estructural de compuestos orgánicos.
- Fenómenos de relajación dipolo-dipolo y cuadrupolar.
- Equivalencia química y magnética. Sistemas de spin de primer y segundo orden.
- Espectroscopia multinuclear, acoplamiento a núcleos con  $I = 1/2$  y  $> 1/2$ .
- Satélites de acoplamiento de espín. Factores que influyen en las constantes de acoplamiento.
- Interpretación de espectros de compuestos inorgánicos u organometálicos
- Procesos dinámicos y resonancia magnética nuclear.
- Análisis de sistemas inorgánicos y organometálicos.

**REQUISITOS PREVIOS DE CONOCIMIENTOS Y COMPETENCIAS PARA PODER CURSAR CON ÉXITO LA ASIGNATURA**
**Recomendados para poder superar la asignatura.**

Se aconseja tener conocimientos de las asignaturas "Química Orgánica" y "Química Inorgánica I"

**CONTEXTO**
**COMPETENCIAS**
**Competencias generales**

- G1. Capacidad de análisis y síntesis
- G2. Capacidad de organizar y planificar
- G5. Resolución de problemas
- G6. Toma de decisiones

G9. Razonamiento crítico  
G11. Habilidad para trabajar de forma autónoma

### Competencias específicas

E7. Capacidad para realizar el control analítico y sensorial rutinario o específico en viñedo y bodega, interpretar los resultados y establecer las prescripciones adecuadas para cada circunstancia.

## RESULTADOS DEL APRENDIZAJE

Una vez superada esta materia, el alumno deberá ser capaz de:

- Conocer los conceptos teóricos básicos de las espectroscopias de infrarrojo, Raman, UV, RMN y la espectrometría de masas.
- Aplicar las técnicas anteriores a la elucidación estructural de compuestos orgánicos, inorgánicos y de coordinación.

## TEMARIO

### Parte A: DETERMINACIÓN ESTRUCTURAL DE COMPUESTOS ORGÁNICOS

#### TEMA 1

ESPECTROSCOPIAS ULTRAVIOLETA-VISIBLE, INFRARROJA Y RAMAN. ESPECTROMETRÍA DE MASAS

Introducción a la espectroscopia de absorción: transiciones entre niveles energéticos

#### Bloque a: Espectroscopia ultravioleta-visible

- 1a.1. Técnica experimental
- 1a.2. Conceptos fundamentales
  - 1a.2.1. Ley de Lambert-Beer
  - 1a.2.2. Efectos del disolvente
- 1a.3. Absorciones características de las moléculas orgánicas

#### Bloque b: Espectroscopia infrarroja y Raman

- 1b.1. Tipos de vibración
- 1b.2. Ley de Hooke
- 1b.3. Factores que influyen en la posición y forma de las bandas
  - 1b.3.1. Acoplamiento de bandas
    - 1b.3.2. Enlace de hidrógeno
    - 1b.3.3. Conjugación
    - 1b.3.4. Efectos electrónicos
    - 1b.3.5. Tensión anular
- 1b.4. Aspectos instrumentales
- 1b.5. Absorciones características de los grupos funcionales de las moléculas orgánicas
- 1b.6. Interpretación de espectros
- 1b.7. Espectroscopia Raman, conceptos y aplicaciones

#### Bloque c: Espectrometría de masas

- 1c.1. Fundamento físico
- 1c.2. Instrumentación: métodos de ionización
- 1c.3. El ión molecular: reconocimiento
- 1c.4. Fragmentaciones de los grupos funcionales más comunes
- 1c.5. Interpretación de espectros

#### TEMA 2

ESPECTROSCOPIA DE RESONANCIA MAGNÉTICA NUCLEAR (RMN). ASPECTOS GENERALES

#### Bloque a: Introducción

- 2a.1. ¿Por qué estudiar RMN?
- 2a.2. Teoría básica de RMN
  - 2a.2.1. Momento angular y momento magnético
  - 2a.2.2. Núcleos en un campo magnético
  - 2a.2.3. Población de los niveles de energía
- 2a.3. Magnetización macroscópica. Modelo vectorial
- 2a.4. RMN de onda continua y pulsada
- 2a.5. Después de un pulso de radiofrecuencia
- 2a.6. Acumulación de espectros
- 2a.7. Espectrofotómetro de pulsos y transformada de Fourier
  - 2a.7.1. Preparación de la muestra
- 2a.8. Presentación de parámetros de RMN

#### Bloque b. Parámetros

- 2b.1. Desplazamiento químico
- 2b.2. Calibración de espectros
- 2b.3. Equivalencia química



- 2b.4. Simetría y equivalencia en la escala de tiempos de RMN
- 2b.5. Integración
- 2b.6. Acoplamiento spin-spin
- 2b.7. Multiplicidad. Reglas

### TEMA 3

#### ESPECTROSCOPIA DE RESONANCIA MAGNÉTICA NUCLEAR DE PROTÓN ( $^1\text{H}$ RMN)

##### **Bloque a. Desplazamiento químico de protón**

- 3a.1. Factores que influyen en los desplazamientos químicos de  $^1\text{H}$  unidos a átomos de carbono
  - 3a.1.1. *Efectos inductivos*
  - 3a.1.2. *Efectos anisotrópicos*
  - 3a.1.3. *Efectos conjugativos (resonantes)*
- 3a.2. Factores que influyen en los desplazamientos químicos de  $^1\text{H}$  unidos a heteroátomos
- 3a.3. Factores intermoleculares que afectan al desplazamiento químico
  - 3a.3.1. *Influencia de la concentración, temperatura y disolvente*

##### **Bloque b. Constantes de acoplamiento entre protones**

- 3b.1. Factores que afectan a las constantes de acoplamiento
  - 3b.1.1. *Factores que afectan a las constantes de acoplamiento geminal  $^2J$  (H,H)*
    - Ángulo de enlace
    - Sustituyentes
  - 3b.1.2. *Factores que afectan a las constantes de acoplamiento vecinal  $^3J$  (H,H)*
    - Ángulo diedro
    - Sustituyentes
    - Ángulo de enlace
    - Longitudes de los tres enlaces implicados
- 3b.2. Acoplamientos de largo alcance
- 3b.3. Notación sistemática para los sistemas de espines
- 3b.4. Desacoplamiento espín-espín
- 3b.5. Efecto nuclear Overhauser (NOE)

### TEMA 4

#### ESPECTROSCOPIA DE RESONANCIA MAGNÉTICA NUCLEAR DE CARBONO-13 Y TÉCNICAS BIDIMENSIONALES

##### **Bloque a. Resonancia magnética nuclear de carbono-13 ( $^{13}\text{C}$ RMN)**

- 4a.1. Intensidad de las señales e información fundamental de la  $^{13}\text{C}$  RMN
- 4a.2. Desacoplamiento de protón de banda ancha
- 4a.3. Desacoplamiento *off-resonance*
- 4a.4. DEPT: *Distortionless Enhancement by Polarization Transfer*
- 4a.5. Desplazamiento químico en  $^{13}\text{C}$  RMN de los compuestos orgánicos
- 4a.6. Factores que influyen en los desplazamientos químicos de  $^{13}\text{C}$ 
  - 4a.6.1. *Hibridación del átomo de carbono*
  - 4a.6.2. *Efectos electrónicos*
  - 4a.6.3. *Efectos estéricos*
  - 4a.6.4. *Sustituyentes en alfa, beta y gamma*
- 4a.7. Correlaciones empíricas
- 4a.8. Acoplamientos en  $^{13}\text{C}$  RMN

##### **Bloque b. Técnicas bidimensionales**

- 4b.1. ¿Qué es un experimento bidimensional?
- 4b.2. Formas de representación gráfica
- 4b.3. Experimentos 2D homonucleares
  - 4b.3.1. *COSY: COrelated SpectroscopY (acoplamientos  $^1J$ )*
  - 4b.3.2. *TOCSY: Total COrelated SpectroscopY (acoplamientos  $^1J$ )*
  - 4b.3.3. *NOESY: NOE SpectroscopY (distancia)*
- 4b.4. Experimentos 2D heteronucleares directos
  - 4b.4.1. *HETCOR: HETeronuclear COrelated spectroscopy (acoplamientos  $^1J$ )*
- 4b.5. Experimentos 2D heteronucleares indirectos
  - 4b.5.1. *HSQC: Heteronuclear Simple Quantum Coherence (acoplamientos  $^1J$ )*
  - 4b.5.2. *HMQC: Heteronuclear Multiple Quantum Coherence (acoplamientos  $^1J$ )*
  - 4b.5.3. *HMBC: Heteronuclear Multiple Bond Coherence (acoplamientos  $^nJ$ )*

### TEMA 5

#### DETERMINACIÓN ESTRUCTURAL DE COMPUESTOS ORGÁNICOS

##### **5.1. Resolución de problemas**

5.1.1. Aplicación conjunta de los diferentes métodos estudiados en los temas anteriores para establecer la estructura de los compuestos orgánicos

## 5.2. Predicción

5.2.1. Predicción de las señales de RMN a partir de una estructura de un compuesto orgánico conocido

## Parte B: DETERMINACIÓN ESTRUCTURAL DE COMPUESTOS INORGÁNICOS Y ORGANOMETÁLICOS

### TEMA 6

#### RESONANCIA MAGNÉTICA MULTINUCLEAR

##### Propiedades de los núcleos

- 6.1. Introducción. Características de los núcleos spins nucleares: núcleos activos y momento de cuádruplo nuclear. Tipos de núcleos
- 6.2. Intensidad de las señales en Resonancia Magnética Multinuclear: abundancia de los núcleos, Sensibilidad, receptividad intrínseca
- 6.3. Fenómenos de relajación. Tiempos de relajación. Mecanismos de relajación: relajación dipolo-dipolo, núcleos con momento de cuádruplo electrónico: relajación cuádrupolar. Compuestos paramagnéticos. Influencia en las señales. Estudio de algunos ejemplos.

### TEMA 7

#### RESONANCIA MAGNÉTICA MULTINUCLEAR. ASPECTOS GENERALES II

##### Parámetros de los núcleos activos en RMN

- 7.1. Desplazamientos químicos, escalas de ppm y referencias empleadas
- 7.2. Factores que influyen en los desplazamientos
  - 7.2.1. Factores inherentes al núcleo: efecto de la co-ordinación sobre el metal, efecto de la coordinación sobre los ligandos (chemical shift coordination), geometría, electronegatividad, carga y estado de oxidación. Ligandos fosfinas y complejos con grupos fosforo puente.
  - 7.2.2. Factores externos al núcleo: Efectos de anisotropía: corrientes diamagnéticas y paramagnéticas de ligandos insaturados. Efecto de apantallamiento paramagnético del centro metálico. Hidruros complejos. Modificaciones en el desplazamiento químico del  $^1\text{H}$  y  $^{13}\text{C}$  por coordinación en complejos organometálicos. Ejemplos
- 7.3. Acoplamiento de spins
  - 7.3.1. Acoplamiento Homonuclear y Heteronuclear. Mecanismo de acoplamiento, acoplamiento escalar. Constante de acoplamiento.
  - 7.3.2. Factores que influyen en la constante de acoplamiento: relación giromagnética, periodicidad, carácter s en el enlace, número de coordinación, electronegatividad, influencia trans, ángulos de enlace, pares solitarios, estado de oxidación
  - 7.3.3. Condiciones para que se observe el acoplamiento. Relajación y estructura. Desacoplamientos. Acoplamiento a núcleos con cuádruplo

### TEMA 8

#### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE ESPECTROS

- 8.1. Equivalencia química y equivalencia magnética
  - 8.1.1. Sistemas de espín, clasificación y nomenclatura: equivalencia química y magnética
- 8.2. Interpretación de espectros de primer orden
  - 8.2.1. Acoplamiento a núcleos con  $I = 1/2$
  - 8.2.2. Sistemas AX, AX<sub>2</sub>, AnX<sub>m</sub>, AMX, AMX<sub>2</sub>, etc...
- 8.3. Acoplamiento a núcleos con  $I > 1/2$ .
  - 8.3.1. Acoplamiento a un solo núcleo, acoplamiento a varios núcleos
- 8.4. Satélites de acoplamiento spin-spin
- 8.5. Espectros de segundo orden
  - 8.5.1. Sistemas AB, AB<sub>2</sub>, ABX
  - 8.5.2. Sistemas AA'XX' y Sistemas A<sub>3</sub>XX'A<sub>3</sub>'. Acoplamiento virtual
- 8.6.- Estudio de casos

### TEMA 9

#### PROCESOS DINÁMICOS Y RMN

- 9.1. Influencia de los efectos dinámicos en los espectros de resonancia magnética nuclear. Equivalencias por reorganizaciones rápidas intramoleculares. Quiralidad
- 9.2. Relación entre la detección de un proceso-Técnica-Temperatura y Ea. Tiempo de respuesta de la técnica
- 9.3. Límites de intercambio rápido y lento. Relación de espectros en una situación estática y dinámica. Influencia de la temperatura en los espectros
- 9.4. Fenómenos de equivalencia por intercambio intermolecular. Efectos en las constantes de acoplamiento
- 9.5. Análisis de sistemas inorgánicos y organometálicos estereoquímicamente no rígidos

**BIBLIOGRAFÍA**

Tipo:	Título
Básica	NMR spectroscopy in inorganic chemistry
Básica	Structural methods in inorganic chemistry
Básica	NMR, NQR, EPR and Mossbauer Spectroscopy in Inorganic Chemistry
Básica	Nuclear magnetic resonance
Básica	Organic structures from spectra
Básica	RMN para químicos orgánicos
Básica	Spectrometric identification of organic compounds
Complementaria	Espectroscopía in vivo por resonancia magnética nuclear
Complementaria	NMR--from spectra to structures : an experimental approach
<b>Recursos en Internet</b>	

**METODOLOGÍA**
**Modalidades organizativas**

Clases teóricas  
 Seminarios y talleres  
 Estudio y trabajo en grupo  
 Estudio y trabajo autónomo individual

**Métodos de enseñanza**

Método expositivo - Lección magistral  
 Estudio de casos  
 Resolución de ejercicios y problemas

**ORGANIZACIÓN**

Actividades presenciales	Tamaño de grupo	Horas
Clases teóricas	Grande	40,00
Seminarios y talleres	Reducido	20,00
<b>Total de horas presenciales</b>		60,00
Trabajo autónomo del estudiante	Horas	
Estudio autónomo individual o en grupo	30,00	
Preparación de exámenes	30,00	
Resolución de ejercicios, cuestiones u otros trabajos	15,00	
Tareas propuestas por el profesor.	15,00	
<b>Total de horas de trabajo autónomo</b>	90,00	
<b>Total de horas</b>	150,00	

**EVALUACIÓN**

Sistemas de evaluación	Recuperable	No Recup.
Pruebas de ejecución de tareas reales y/o simuladas		20%
Pruebas escritas	70%	
Técnicas de observación		5%
Escalas de actitudes		5%
<b>Total</b>	100%	

**Comentarios**

- Se podrá conseguir el 70% en las pruebas escritas de las siguientes maneras:
  - Realización de dos exámenes parciales (35% cada uno de ellos), uno a mitad del semestre y otro al final del semestre, antes del examen final. La superación de cualquiera de los dos exámenes parciales liberará materia para el examen final, de modo que aquel alumno que supere los dos no tiene que presentarse al examen final, a no ser que quiera subir nota y/o
  - Realización de un examen final.
- La evaluación continua (30 %) se realizará mediante los sistemas de evaluación de pruebas de ejecución de tareas



reales y/o simuladas, escala de actitudes y técnicas de observación

- El material didáctico se encontrará disponible en el aula virtual para todos los alumnos matriculados en esta asignatura
- Para los estudiantes a tiempo parcial (reconocidos como tales por la Universidad), las actividades de evaluación no recuperable podrán ser sustituidas por otras, a especificar en cada caso. Esta posibilidad se habilitará siempre y cuando la causa que le impida la realización de la actividad de evaluación programada sea la que ha llevado al reconocimiento de la dedicación a tiempo parcial.

**Criterios críticos para superar la asignatura**

El examen final escrito estará dividido en dos partes, de acuerdo con el temario establecido.

Así, la puntuación de este examen, en una escala de 0 a 20, se conseguirá obteniendo como máximo 10 puntos en cada una de las partes.

Además de tener como mínimo 10 puntos para superar dicho examen, es requisito imprescindible obtener al menos 4 puntos en cada una de las partes.