

## 27213 - Química física II

### Información del Plan Docente

**Año académico:** 2022/23

**Asignatura:** 27213 - Química física II

**Centro académico:** 100 - Facultad de Ciencias

**Titulación:** 452 - Graduado en Química

**Créditos:** 11.0

**Curso:** 3

**Periodo de impartición:** Anual

**Clase de asignatura:** Obligatoria

**Materia:**

## 1. Información Básica

### 1.1. Objetivos de la asignatura

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

1. Conocer los fundamentos y principios esenciales del método mecano-cuántico y aplicarlos al estudio de problemas sencillos.
2. Conocer los conceptos y principios esenciales de la Química Física de Superficies y aplicarlos al estudio de sistemas de interés en Química. Aplicar los conocimientos teóricos a la resolución de cuestiones y problemas que plantean los fenómenos químicos desde el punto de vista estructural, tanto a nivel atómico como molecular. Aplicar los conocimientos teóricos al estudio de los procesos y reacciones que tienen lugar en las interfases.
3. Introducirse en el manejo de programas de cálculo con ordenador para el estudio químico cuántico de átomos y moléculas.
4. Profundizar en el manejo de técnicas experimentales de interés en Química Física así como en los correspondientes tratamientos de datos.
5. Aplicar los conocimientos teóricos a la resolución de cuestiones y problemas, utilizando adecuadamente los sistemas de unidades y analizando e interpretando físicamente los resultados obtenidos.
6. Expresar los conceptos con la precisión requerida en el ámbito científico y ser capaz de establecer relaciones entre los distintos conceptos.
7. Obtener bases sólidas para poder continuar con éxito el aprendizaje en asignaturas posteriores y en aspectos más avanzados de la Química Física.
8. Proporcionar una sólida base (conocimientos y habilidades) que le capacite para continuar los estudios en áreas especializadas, o en el ejercicio de su profesión.

Estos planteamientos y objetivos están alineados con los siguientes Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 de Naciones Unidas (<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>), de tal manera que la adquisición de los resultados de aprendizaje de la asignatura proporciona capacitación y competencia para contribuir, en cierta medida, a su logro.

- Objetivo 4: Educación de calidad
- Objetivo 7: Energía asequible y no contaminante
- Objetivo 8: Trabajo decente y crecimiento económico
- Objetivo 9: Industria, innovación e infraestructuras
- Objetivo 12: Producción y consumo responsables

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

La asignatura se ubica en el Módulo Fundamental, ya que trata de contenidos básicos de una de las partes fundamentales de la Química Física, como es la Química Cuántica y de otros capítulos importantes no considerados anteriormente en el Grado, como Superficies, Catálisis Heterogénea y Cinética Electroquímica, que serán de gran importancia en el desarrollo de otras asignaturas del Grado, tanto de Química Física como de otras áreas.

### 1.3. Recomendaciones para cursar la asignatura

Se recomienda:

- Tener aprobadas, al menos, las asignaturas de 1er curso: Química General, Introducción al Laboratorio Químico, Física y Matemáticas.
- Tener aprobadas, al menos, las asignaturas de 2º curso: Química Física I y Laboratorio de Química.
- Realizar un trabajo regular y continuado a lo largo del curso, participando activamente en las clases y tutorías, y resolviendo los problemas y casos propuestos.
- Acostumbrarse a consultar libros específicos relacionados con la asignatura.

## 2. Competencias y resultados de aprendizaje

### 2.1. Competencias

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

- Reconocer la importancia de la Química Física en el contexto de la Química y la Ciencia en general y su impacto social.
- Utilizar tablas y gráficos de datos quimicofísicos y las leyes o ecuaciones de la Química con sentido crítico, considerando su aplicabilidad y adecuación a los problemas químicos concretos.
- Ejercer crítica y autocritica sobre la forma de obtención (métodos, fuentes, etc.) de resultados, y sobre los propios resultados obtenidos.
- Conocer y comprender los conceptos fundamentales de la Química Cuántica y cómo, a partir de ellos, se puede obtener información sobre la estructura atómica y molecular.
- Saber racionalizar tanto las propiedades como el comportamiento de la materia en función de la estructura electrónica del sistema.
- Manejar aplicaciones informáticas para un tratamiento mecano-cuántico de sistemas químicos sencillos.
- Conocer y manejar con rigor tanto los aspectos fundamentales como las propiedades de las interfases líquido-gas.
- Distinguir los distintos procesos de adsorción en una interfase sólido-gas así como sus implicaciones en el fenómeno de catálisis heterogénea y su cinética.
- Entender las peculiaridades de la interfase electrificada y analizar los aspectos más importantes de las reacciones electroquímicas.
- Aplicar técnicas quimicofísicas en el laboratorio.

### 2.2. Resultados de aprendizaje

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

- Efectúa análisis y síntesis y es capaz de razonamiento crítico.
- Ha adquirido capacidad para el aprendizaje autónomo, para el trabajo en grupo y para la resolución de problemas.
- Distingue entre enfoque macroscópico y microscópico.
- Conoce el significado, maneja con soltura y relaciona las magnitudes quimicofísicas incluidas en el programa de la asignatura.
- Utiliza las herramientas matemáticas y físicas que exige el tratamiento, desde el punto de vista cuántico, de problemas químicos a nivel atómico y molecular.
- Sabe resolver problemas cuánticos básicos y aplicar los resultados a la interpretación del comportamiento de sistemas más complicados.
- Maneja los modelos y teorías que describen el comportamiento quimicofísico de las interfases.
- Obtiene los parámetros cinéticos a partir de datos experimentales para procesos que tienen lugar en las interfases.

### 2.3. Importancia de los resultados de aprendizaje

Mediante ellos el alumno:

1. Comprenderá y manejará la terminología básica propia de la Química Cuántica y de la Química Física de Superficies.
2. Será capaz de resolver problemas sencillos utilizando el método mecano-cuántico.
3. Será capaz de explicar la estructura de la materia a nivel atómico y conocerá la interpretación cuántica del enlace químico.

4. Manejará programas de cálculo con ordenador para el estudio químico cuántico de moléculas.
5. Será capaz de explicar de manera comprensible los aspectos termodinámicos y cinéticos de procesos y reacciones que tienen lugar en las interfases.
6. Será capaz de utilizar técnicas quimicofísicas relacionadas con los contenidos teóricos.

### 3. Evaluación

#### 3.1. Tipo de pruebas y su valor sobre la nota final y criterios de evaluación para cada prueba

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

##### **Bloques de la asignatura y requisitos para aprobarla**

La asignatura consta de cuatro bloques:

- **QC1.** Química Cuántica: fundamentos y estructura atómica; incluye teoría-problemas y una práctica de ordenador.
- **QC2.** Química Cuántica: Enlace químico y estructura molecular; incluye la teoría-problemas y las prácticas de ordenador relativas a esta materia.
- **QS1.** Química de Superficies; teoría-problemas.
- **QS2.** Prácticas de laboratorio de Química de Superficies.

Para aprobar la asignatura, mediante examen global o por bloques, es necesario aprobar independientemente, con nota igual o superior a 5,0 sobre 10, los cuatro bloques. Se admitirá la compensación de un solo bloque, con calificación mínima de 4,0 sobre 10 en el examen del bloque correspondiente, siempre que la nota final [ecuación (1)] sea como mínimo 5,0 sobre 10.

La nota de los bloques aprobados o compensables se guarda para la segunda convocatoria, siempre que se hayan hecho todas las prácticas en el presente curso académico o, en caso contrario, el alumno se haya examinado de prácticas de ordenador y/o de laboratorio en la 1ª convocatoria oficial.

Los alumnos que no se presenten en las convocatorias oficiales (mayo-junio o junio-julio) figurarán en el acta como No Presentados.

Los alumnos que, habiéndose presentado en la 1ª o 2ª convocatoria, hayan aprobado o compensado alguno de los bloques pero no todos, figurarán como suspensos en el acta correspondiente. La calificación numérica será la correspondiente a la media de los bloques suspensos.

##### **Calendario de las actividades de evaluación**

- 1) Control de Fundamentos de la Química Cuántica (**Calificación CQC1**) a realizar en noviembre. No elimina materia.
- 2) Examen del bloque QC1 (**Calificación EQC1**). A realizar al final del 1er semestre, en el periodo habilitado por la Facultad (enero). Incluye la materia vista en el primer semestre. Es necesario haber realizado la práctica de ordenador de este semestre para presentarse a este examen. Para aprobar o compensar el bloque QC1 es necesario obtener un mínimo de 5,0 o 4,0, respectivamente, en este examen.
- 3) Examen del bloque QC2 (**Calificación QC2**). A realizar en marzo-abril al terminar las prácticas de ordenador. Es necesario haber realizado todas las prácticas de ordenador para presentarse a este examen. Para aprobar o compensar cualquier examen del bloque QC2 es necesario obtener un mínimo de 5,0 ó 4,0, respectivamente, en este examen y además obtener una calificación mínima de 3,5 sobre 10 en las preguntas de teoría.
- 4) Evaluación de las prácticas de laboratorio de Química de Superficies mediante informes/cuestionarios (**Calificación QS2**) a realizar una vez terminadas las prácticas (mayo). Es necesario haber realizado las prácticas de laboratorio y haber entregado los informes/cuestionarios para acceder a esta evaluación. Para aprobar o compensar este bloque también es necesario obtener una calificación mínima de 5,0 ó 4,0, respectivamente.

Las pruebas 2, 3 y 4 eliminan materia y sus resultados se guardan hasta la 2ª convocatoria, siempre que se hayan hecho todas las prácticas durante este curso. En caso contrario hay que presentarse al examen global.

5) 1ª Convocatoria oficial (mayo-junio, fecha establecida por la Facultad). En esta prueba el alumno se examinará mediante una de las dos opciones siguientes:

a) **Examen global de la asignatura:** este examen incluye los cuatro bloques QC1, QC2 (prueba en terminal de ordenador y prueba teórica), QS1, y QS2 (prueba práctica en laboratorio y tratamiento de los resultados obtenidos). Las calificaciones de los bloques aprobados o compensables se guardan hasta la 2ª convocatoria.

b) **Examen por bloques:** Es preciso haber realizado durante el curso las prácticas de todos o de alguno de los bloques de la asignatura. El alumno se examinará del bloque de las prácticas que no haya realizado durante el curso (prueba en terminal de ordenador o laboratorio). Además, podrá presentarse a examen de todos o de algunos de los bloques que no tenga aprobados o compensables, y si lo desea podrá presentarse a exámenes de bloques ya aprobados o compensables para subir nota (se mantendrá la mejor de las notas obtenidas). Las calificaciones de los exámenes aprobados o compensables se guardan hasta la 2ª convocatoria.

6) 2ª convocatoria oficial (junio-julio, fecha establecida por la Facultad). En esta prueba el alumno se examinará mediante una de las siguientes opciones:

a) **Examen global de la asignatura:** este examen incluye los cuatro bloques QC1, QC2 (prueba en terminal de ordenador y prueba teórica), QS1, y QS2 (prueba práctica en laboratorio y tratamiento de los resultados obtenidos).

Esta es la única opción para los estudiantes que no se examinaron en la 1ª convocatoria de las prácticas que no realizaron durante el curso.

b) **Examen por bloques**, para los alumnos que tienen algún bloque suspenso y además hicieron durante el curso todas las prácticas de la asignatura o se examinaron en la 1ª convocatoria de las prácticas no realizadas. Deberán presentarse a examen de todos los bloques que no tengan aprobados o compensables; si lo desean, podrán presentarse a exámenes de bloques ya aprobados o compensables para subir nota (se mantendrá la mejor de las notas obtenidas).

#### Obtención de la nota final de la asignatura

La nota final será:

$$\text{Nota final} = \text{QC1} * 0,52 + \text{QC2} * 0,18 + \text{QS1} * 0,21 + \text{QS2} * 0,09 \quad (1)$$

Donde **QC1** será la nota más alta de las obtenidas aplicando las ecuaciones (2) y (3).

$$\text{Nota QC1} = \text{EQC1} \quad (2)$$

$$\text{Nota QC1} = 0,9 * \text{EQC1} + 0,1 * \text{CQC1} \quad (3)$$

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](#) 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>

## 4. Metodología, actividades de aprendizaje, programa y recursos

### 4.1. Presentación metodológica general

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

El proceso de aprendizaje constará de:

Actividad formativa 1: Adquisición de conocimientos teóricos de Química Física (6 ECTS) en clases magistrales participativas en grupo grande.

Actividad Formativa 2: Clases de resolución de problemas y seminarios (2 ECTS) donde los alumnos bajo la supervisión del profesor trabajarán en grupos pequeños, participando activamente en estas actividades.

Actividad Formativa 3: Clases prácticas de ordenador (2 ECTS) donde los alumnos trabajarán individualmente (como norma general) en temas de Química Cuántica.

Actividad Formativa 4: Clases prácticas de laboratorio (1 ECTS) donde los alumnos realizarán, bajo la supervisión del profesor, aplicaciones prácticas de la parte de la asignatura Química Física de Superficies. El trabajo se organizará, como norma general, por grupos de dos alumnos.

### 4.2. Actividades de aprendizaje

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

**Química Cuántica (Fundamentos y Estructura atómica):** 49 horas (35 teoría + 14 problemas) + 4 horas de prácticas de ordenador.

**Química Cuántica (Enlace químico):** 8 horas de teoría + 16 horas de prácticas de ordenador.

**Química Física de Superficies:** 23 horas (17 teoría + 6 problemas) + 10 horas de prácticas de laboratorio.

Las actividades docentes y de evaluación se llevarán a cabo de modo presencial salvo que las disposiciones emitidas por las autoridades competentes y por la Universidad de Zaragoza obliguen a realizarlas de forma telemática o semi-telemática con aforos reducidos rotatorios.

### 4.3. Programa

#### **Química Cuántica (Fundamentos y Estructura atómica)**

**Los orígenes de la Mecánica Cuántica.** Radiación y materia: el cuerpo negro. Efecto fotoeléctrico. Hipótesis de De Broglie. El espectro del átomo de hidrógeno y el modelo de Bohr para el átomo de hidrógeno. Principio de incertidumbre de Heisenberg.

**Mecánica Cuántica, introducción.** Operadores. Funciones propias y valores propios. Postulados de la Mecánica Cuántica. Formas de trabajo con sistemas conservativos en Mecánica Cuántica. Consecuencias de los postulados de la Mecánica Cuántica. Desarrollo en serie de la función de estado ; como combinación de funciones propias: medida y superposición de estados. Sistemas de partículas independientes y separación de variables. Funciones propias de dos operadores: conocimiento simultáneo y exacto de dos propiedades físicas. Principio de incertidumbre.

**Aplicación de la Mecánica Cuántica a sistemas sencillos.** La partícula en el pozo monodimensional. La partícula en el pozo tridimensional. La partícula libre. El efecto túnel. El oscilador armónico. El momento angular. El rotor rígido.

**El átomo de hidrógeno.** Resolución de la ecuación de Schrödinger. Orbitales atómicos. Momento intrínseco o de spin.

Estructura fina del espectro del átomo de hidrógeno.

**Métodos aproximados.** Fundamentos de los métodos de perturbaciones y variaciones. Aplicación de ambos métodos al átomo de helio. Comparación de ambos.

**Átomos polielectrónicos.** Método del campo autoconistente (modelo de Hartree). El principio de exclusión de Pauli. Determinantes de Slater. El momento angular en átomos polielectrónicos. Acoplamiento de momentos angulares. Términos energéticos espectroscópicos. Acción de un campo magnético sobre las líneas espectrales. Efectos Zeeman normal y anómalo. La estructura hiperfina de las líneas espectrales como consecuencia del spin nuclear.

### **Química Cuántica (Enlace químico)**

El enlace químico: introducción a las teorías propuestas para su explicación. Aproximación de Born-Oppenheimer. La molécula-ión hidrógeno  $H_2^+$ . Teoría de Orbitales Moleculares (OM). La molécula de hidrógeno: Teoría de Orbitales

Moleculares y Modelo del Enlace de Valencia (VB). El tratamiento de Orbitales Moleculares para moléculas diatómicas homo y heteronucleares. Moléculas poliatómicas.

### **Química Física de Superficies**

#### **Fenómenos superficiales**

Interfases y tensión interfacial. Interfases curvas; ecuación de Young-Laplace. Capilaridad. Determinación experimental de la tensión interfacial. Isoterma de adsorción de Gibbs. Formación de monocapas. Interfases entre fases condensadas: adhesión y cohesión. Detergencia

#### **Adsorción gas-sólido y catálisis heterogénea**

Adsorción de gases sobre superficies sólidas. Isotermas de adsorción. Catálisis heterogénea: Cinética de la catálisis heterogénea.

#### **La interfase electrizada**

Interfase electrodo-disolución electrolítica. Termodinámica de la interfase electrizada. Modelos de la doble capa. Fenómenos electrocinéticos. Introducción a la Cinética Electroquímica. Sobretensión de transferencia de carga. Sobretensión de difusión. Electroquímica aplicada.

## **4.4. Planificación de las actividades de aprendizaje y calendario de fechas clave**

### **Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos**

El calendario correspondiente al curso, así como las fechas y horarios de clases y exámenes de la asignatura se pueden consultar en la siguiente página de Internet: <https://ciencias.unizar.es/calendario-y-horarios>.

Las fechas correspondientes a los controles, seminarios, etc. se indicarán a lo largo del curso. En el apartado *Evaluación* se indican las actividades de evaluación y su distribución temporal aproximada.

## **4.5. Bibliografía y recursos recomendados**

<http://psfunizar10.unizar.es/br13/egAsignaturas.php?codigo=27213>