

**ANX-PR/CL/001-01**  
**GUÍA DE APRENDIZAJE**

**ASIGNATURA**

Estructura de la materia

**CURSO ACADÉMICO - SEMESTRE**

2016-17 - Segundo semestre

## Datos Descriptivos

<b>Nombre de la Asignatura</b>	Estructura de la materia
<b>Titulación</b>	06IE - Grado en Ingeniería de la Energía
<b>Centro responsable de la titulación</b>	Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y Energía
<b>Semestre/s de impartición</b>	Sexto semestre
<b>Módulos</b>	Itinerario tecnologías energeticas Itinerario tecnologías energeticas
<b>Materias</b>	Obligatorias especialidad Optativas
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Código UPM</b>	65004061
<b>Nombre en inglés</b>	Structure of the matter

## Datos Generales

<b>Créditos</b>	6	<b>Curso</b>	3
<b>Curso Académico</b>	2016-17	<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano	<b>Otros idiomas de impartición</b>	

## Requisitos Previos Obligatorios

### Asignaturas Previas Requeridas

El plan de estudios Grado en Ingeniería de la Energía no tiene definidas asignaturas previas superadas para esta asignatura.

### Otros Requisitos

El plan de estudios Grado en Ingeniería de la Energía no tiene definidos otros requisitos para esta asignatura.

## Conocimientos Previos

### Asignaturas Previas Recomendadas

El coordinador de la asignatura no ha definido asignaturas previas recomendadas.

### Otros Conocimientos Previos Recomendados

Ondas

Hamiltoniano de un sistema

Operadores autoadjuntos

Transformada de Fourier

Ecuaciones diferenciales lineales de segundo orden

Leguaje de programación C o Fortran90 o Python u Octave (o alt MatLab)

## Competencias

---

- CE11 - Comprender las leyes generales de la mecánica y aplicarlas a la resolución de problemas propios de la ingeniería.
- CE21 - Aplicar la ciencia y tecnología de materiales.
- CG1 - Conocer y aplicar conocimientos de ciencias y tecnologías básicas a la práctica de la Ingeniería de la Energía.
- CG3 - Aplicar los conocimientos adquiridos para identificar, formular y resolver problemas dentro de contextos amplios y multidisciplinares, siendo capaces de integrar conocimientos, trabajando en equipos multidisciplinares.
- CG5 - Saber comunicar los conocimientos y conclusiones, tanto de forma oral, escrita y gráfica, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
- CG6 - Poseer habilidades de aprendizaje que permitan continuar estudiando a lo largo de la vida para su adecuado desarrollo profesional.

## Resultados de Aprendizaje

---

- RA317 - Interpretar los principios básicos de la Mecánica Cuántica (MC)
- RA318 - Utilizar herramientas de cálculo básicas para resolver problemas simples de la MC
- RA319 - Resolución de problemas complejos mediante técnicas aproximadas
- RA320 - Analizar sistemas formados por muchas partículas (átomo, núcleo) mediante la MC
- RA321 - Incorporar esta metodología para abordar la estructura del estado sólido
- RA322 - Determinar la importancia de la MC en la física moderna

## Profesorado

---

### Profesorado

Nombre	Despacho	e-mail	Tutorías
Velarde Mayol, Pedro ( <b>Coordinador/a</b> )	DIN	pedro.velarde@upm.es	J - 10:30 - 11:30 V - 10:30 - 11:30
Cotelo Ferreiro, Manuel		manuel.cotelo@upm.es	
Oliva Gonzalo, Eduardo		eduardo.oliva@upm.es	M - 11:00 - 14:30

**Nota.-** Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

## Descripción de la Asignatura

---

Estructura de la Materia es una introducción a la Física Moderna, principalmente Mecánica Cuántica. A través de problemas y algunos casos prácticos se aplicarán los conceptos de la mecánica cuántica a distintos sistemas físicos, desde átomos, nanopartículas, redes cristalinas, resonancia magnética (teoría y laboratorio), superconductividad (laboratorio), espectroscopía (teoría, laboratorio y visita a instalaciones), etc. La primera parte de la asignatura tiene una fuerte carga teórica al introducir las herramientas básicas y los postulados de la mecánica cuántica. La segunda parte de la asignatura es básicamente distintas aplicaciones de los conceptos desarrollados en la primera parte.

La asignatura tiene una PEC programada al final de la primera parte y dos o más tests a realizar en clase. Las prácticas de laboratorio son obligatorias y hay programadas una o dos visitas a instalaciones de laboratorios avanzados.

## Temario

---

1. Introducción: Origen de la Mecánica Cuántica
  - 1.1. Antecedentes históricos. Explicación del colapso de la Teoría clásica a principios del siglo XX
  - 1.2. Cuerpo negro. Ley de Planck. Fotón
  - 1.3. Efecto Compton y fotoeléctrico
  - 1.4. Experimento de Davidson-Germer
  - 1.5. Dualidad onda-partícula. Experimentos de una sola partícula.
2. Mecánica Cuántica
  - 2.1. Ondas y relaciones de dispersión
  - 2.2. Relaciones de de Broglie
  - 2.3. Ecuación de Schrödinger para una partícula libre
  - 2.4. Interpretación de Born
  - 2.5. Reglas de cuantificación canónica
  - 2.6. Ecuación de Schrödinger para una partícula en un potencial general
  - 2.7. Ecuación de Schrödinger para un sistema de partículas
3. Postulados de la Mecánica Cuántica
  - 3.1. Estado de un sistema
  - 3.2. Observables
  - 3.3. Representación R y P
  - 3.4. Probabilidad de obtener un valor de un observable en la medida
  - 3.5. Perturbación del sistema en la medida
  - 3.6. Conmutación de Observables
  - 3.7. Principio de incertidumbre de Heisenberg
  - 3.8. Evolución del sistema entre medidas

4. Ecuación de Schrödinger unidimensional
  - 4.1. Tipos de espectros según la forma del potencial
  - 4.2. Potenciales cuadrados
  - 4.3. Coeficientes de reflexión y transmisión. Efecto túnel
  - 4.4. Microscopio de efecto túnel y Desintegración alfa.
  - 4.5. Pozo de potencial y estados ligados. El Deuterón.
  - 4.6. Resonancias. Sucesión de barreras y pozos.
  - 4.7. Potencial cuadrado periódico y bandas de energía. Teorema de Bloch.
5. Ecuación de Schrödinger tridimensional
  - 5.1. Potencial aditivo en coordenadas cartesianas rectangulares
  - 5.2. Potencial central en coordenadas polares esféricas
  - 5.3. Ecuaciones angulares y radial
  - 5.4. Momento cinético orbital
  - 5.5. Aparición de los números cuánticos
  - 5.6. Notación de Dirac
6. Métodos aproximados
  - 6.1. Método variacional
  - 6.2. Perturbaciones estacionarias
  - 6.3. Desdoblamiento de niveles
  - 6.4. Perturbaciones temporales. Regla de oro de Fermi.
  - 6.5. Introducción a la resolución numérica de la ecuación de Schrödinger.
7. Sistemas de varias partículas
  - 7.1. Partículas idénticas.
  - 7.2. Postulado de simetrización
  - 7.3. Bosones y Fermiones. Teorema de conexión espín-estadística.
  - 7.4. Principio de exclusión de Pauli
  - 7.5. Estados enlazados
  - 7.6. Estado fundamental de un sistema de partículas idénticas
8. Campo magnético y espín
  - 8.1. Teoría general del momento cinético
  - 8.2. Adición de momentos cinéticos
  - 8.3. Partículas de espín 1/2
  - 8.4. Momento magnético y resonancia magnética

9. Estructura atómica

- 9.1. Átomo de Hidrogenoide.
- 9.2. Aproximación de potencial efectivo.
- 9.3. Estructura electrónica de los átomos
- 9.4. La tabla periódica

10. Estado sólido

- 10.1. Estructura cristalina
- 10.2. Electrones en sólidos. Metales, aislantes y semiconductores.
- 10.3. Superconductividad
- 10.4. Materiales especiales: Grafeno. Nanotubos.

11. Simulación numérica

- 11.1. Simulación computacional de sistemas de varias partículas
- 11.2. Teoría del Funcional de Densidad (DFT): Síntesis de moléculas por computador
- 11.3. De la microfísica a la macrofísica.



## Cronograma

**Horas totales:** 64 horas y 15 minutos

**Horas presenciales:** 64 horas y 15 minutos (41.2%)

**Peso total de actividades de evaluación continua:**  
105%

**Peso total de actividades de evaluación sólo prueba final:**  
100%

Semana	Actividad Presencial en Aula	Actividad Presencial en Laboratorio	Otra Actividad Presencial	Actividades Evaluación
Semana 1	<p><b>Tema 1</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Problemas</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
Semana 2	<p><b>Tema 2</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Repaso de conceptos matemáticos y físicos imprescindibles en Mecánica Cuántica</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas</p>			
Semana 3	<p><b>Tema3</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Problemas</b> Duración: 00:45 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Test de avance en el aprendizaje</b> Duración: 00:15 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Actividad presencial</p>
Semana 4	<p><b>Tema 4</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Problemas</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
Semana 5	<p><b>Tema 5</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Problemas</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
Semana 6	<p><b>Tema 6</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Problemas</b> Duración: 00:45 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Test de avance en el aprendizaje</b> Duración: 00:15 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Actividad presencial</p>

Semana 7	<p><b>Tema 7</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Problemas</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Examen</b> Duración: 02:00 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Actividad presencial</p>
Semana 8	<p><b>Repaso de la asignatura.</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Problemas</b> Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Prácticas de laboratorio</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
Semana 9	<p><b>Tema 8</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Problemas</b> Duración: 00:45 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Test de avance en el aprendizaje</b> Duración: 00:15 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Actividad presencial</p>
Semana 10	<p><b>Tema 9</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Problemas</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Visita laboratorio</b> Duración: 02:00 OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua y sólo prueba final Actividad presencial</p>
Semana 11	<p><b>Tema 10</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Problemas</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
Semana 12	<p><b>Tema 11</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Problemas</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Test de avance en el aprendizaje</b> Duración: 00:15 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Actividad presencial</p>
Semana 13	<p><b>Repaso de la asignatura</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Problemas</b> Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			

Semana 14				<p><b>Trabajo</b></p> <p>Duración: 04:00</p> <p>PI: Técnica del tipo Presentación Individual</p> <p>Evaluación continua y sólo prueba final</p> <p>Actividad presencial</p> <p><b>Examen Final</b></p> <p>Duración: 00:00</p> <p>EX: Técnica del tipo Examen Escrito</p> <p>Evaluación sólo prueba final</p> <p>Actividad presencial</p> <p><b>Examen</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>EX: Técnica del tipo Examen Escrito</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Actividad presencial</p>
Semana 15				
Semana 16				
Semana 17				

**Nota.-** El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura que puede sufrir modificaciones durante el curso.

**Nota 2.-** Para poder calcular correctamente la dedicación de un alumno, la duración de las actividades que se repiten en el tiempo (por ejemplo, subgrupos de prácticas") únicamente se indican la primera vez que se definen.

## Actividades de Evaluación

Semana	Descripción	Duración	Tipo evaluación	Técnica evaluativa	Presencial	Peso	Nota mínima	Competencias evaluadas
3	Test de avance en el aprendizaje	00:15	Evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	5%		CE11, CG1
6	Test de avance en el aprendizaje	00:15	Evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	5%		CE11, CG1
7	Examen	02:00	Evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	40%	5 / 10	CE11, CG1, CG3
9	Test de avance en el aprendizaje	00:15	Evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	5%		
10	Visita laboratorio	02:00	Evaluación continua y sólo prueba final	OT: Otras técnicas evaluativas	Sí			CE21, CG3
12	Test de avance en el aprendizaje	00:15	Evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	5%		CE11, CG1
14	Trabajo	04:00	Evaluación continua y sólo prueba final	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Sí	5%	5 / 10	CE21, CG3, CG5, CG6
14	Examen Final	00:00	Evaluación sólo prueba final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	95%	5 / 10	CE11, CE21, CG1, CG3
14	Examen	02:00	Evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	40%	5 / 10	CE11, CE21, CG3

## Criterios de Evaluación

40% examen de media parte, 40% de la segunda parte, 10% entre trabajos y visitas a laboratorios y centros externos. Las pruebas test del 5% se añaden a la nota sobre 10, lo cual puede dar calificaciones superiores al 10/10.

## Recursos Didácticos

---

Descripción	Tipo	Observaciones
Presentaciones, Problemas, Estudios de casos prácticos y textos de libre acceso	Recursos web	Curso en <a href="https://moodle.upm.es">https://moodle.upm.es</a> , La bibliografía e información adicional se publica en esta web.

## Otra Información

---

Las visitas a las instalaciones se pueden realizar tanto durante el curso como durante el período de exámenes, dependiendo del laboratorio visitado. Típicamente serán dos visitas.

Los exámenes serán tipo test (respuesta prefijada) principalmente, pero en alguna ocasión pueden añadirse problemas escritos (respuesta desarrollada).

Se fomenta y se valorará mucho la solución de problemas de evaluación continua con programas escritos en Matlab, C/C++, Fortran o Python.

Se fomenta y valorará que los resultados de los problemas de evaluación continua se escriban en el lenguaje TeX.

Se valorará el realizar las presentaciones en cualquier otro entorno que no sea PowerPoint, por ejemplo, presentaciones en HTML5, TeX, etc.

Se valorarán las preguntas interesantes realizadas en clase, así como la respuesta a las preguntas realizadas por el profesor.

Las prácticas de laboratorio son obligatorias, no evaluándose al alumno al final si dichas prácticas no se han realizado o superado.