



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros de Minas y
Energía

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

65004061 - Estructura De La Materia

PLAN DE ESTUDIOS

06IE - Grado En Ingenieria De La Energia

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2024/25 - Segundo semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	3
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	7
7. Actividades y criterios de evaluación.....	10
8. Recursos didácticos.....	14
9. Otra información.....	14

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	65004061 - Estructura de la Materia
No de créditos	6 ECTS
Carácter	Optativa
Curso	Tercero curso
Semestre	Sexto semestre
Período de impartición	Febrero-Junio
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	06IE - Grado en Ingeniería de la Energía
Centro responsable de la titulación	05 - Escuela Técnica Superior De Ingenieros Industriales
Curso académico	2024-25

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Ovidio Yordanis Peña Rodríguez		ovidio.pena@upm.es	L - 09:30 - 10:30
Pedro Velarde Mayol (Coordinador/a)	IFN	pedro.velarde@upm.es	J - 10:30 - 11:30 V - 10:30 - 11:30
Manuel Cotelo Ferreiro	IFN	manuel.cotelo@upm.es	Sin horario.

Eduardo Oliva Gonzalo	IFN	eduardo.oliva@upm.es	L - 08:00 - 08:15
-----------------------	-----	----------------------	-------------------

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

2.3. Profesorado externo

Nombre	Correo electrónico	Centro de procedencia
Eduardo Oliva Gonzalo	eduardo.oliva@upm.es	IFN-GV

3. Conocimientos previos recomendados

3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

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

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Operadores autoadjuntos
- Hamiltoniano de un sistema
- Ondas
- Ecuaciones diferenciales lineales de segundo orden
- Transformada de Fourier
- Leguaje de programación Python
- Lenguaje de edición LaTeX

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. 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 multidisciplinarios, siendo capaces de integrar conocimientos, trabajando en equipos multidisciplinarios.

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.

4.2. Resultados del aprendizaje

RA317 - Interpretar los principios básicos de la Mecánica Cuántica (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

RA318 - Utilizar herramientas de cálculo básicas para resolver problemas simples de la MC

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. 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 mitad 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.

5.2. Temario de la asignatura

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.

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	Tema 1 Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Problemas Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		Tema 1 Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Problemas Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	test clases de avance EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:20
2	Tema 2 Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Repaso de conceptos matemáticos y físicos imprescindibles en Mecánica Cuántica Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación		Tema 2 Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Repaso de conceptos matemáticos y físicos imprescindibles en Mecánica Cuántica Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación	Test preparatorio EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:20 test clases de avance EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:20
3	Tema3 Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Problemas Duración: 00:45 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		Tema3 Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Problemas Duración: 00:45 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	test avance aprendizaje EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:20 test clases de avance EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:20
4	Tema 4 Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Problemas Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		Tema 4 Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Problemas Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	Test preparatorio lección ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:20 test clases de avance EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:20
5	Tema 5 Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Problemas Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		Tema 5 Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Problemas Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	test avance aprendizaje EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:20 test clases de avance EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial

				Duración: 00:20
6	<p>Tema 6 Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Problemas Duración: 00:45 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>		<p>Tema 6 Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Problemas Duración: 00:45 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p>Test de conocimientos previos ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:20</p> <p>test clases de avance EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:20</p>
7	<p>Tema 7 Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Problemas Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>		<p>Tema 7 Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Problemas Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p>Examen EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:20</p> <p>test clases de avance EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:20</p>
8	<p>Repaso de la asignatura. Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Problemas Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p>Prácticas de laboratorio Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p>Repaso de la asignatura. Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Problemas Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p>Visita a instalación OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación Progresiva Presencial Duración: 05:00</p> <p>test clases de avance EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:20</p>
9	<p>Tema 8 Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Problemas Duración: 00:45 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>		<p>Tema 8 Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Problemas Duración: 00:45 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p>Test de avance en el aprendizaje ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:20</p> <p>test clases de avance EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:20</p>
10	<p>Tema 9 Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Problemas Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>		<p>Tema 9 Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Problemas Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p>test avance aprendizaje EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:00</p> <p>test clases de avance EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:20</p>

11	<p>Tema 10 Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Problemas Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>		<p>Tema 10 Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Problemas Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p>Test de conocimientos previos ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:20</p>
12	<p>Tema 11 Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Problemas Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>		<p>Tema 11 Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Problemas Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p>Test de avance en el aprendizaje ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:20</p>
13	<p>Repaso de la asignatura Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Problemas Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>		<p>Repaso de la asignatura Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Problemas Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	
14				<p>Entrega de trabajos y problemas y programas PI: Técnica del tipo Presentación Individual Evaluación Progresiva Presencial Duración: 04:00</p> <p>Examen PE EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 01:20</p>
15				
16				
17				<p>Examen final, solo para los que no han aprobado los tests EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Global Presencial Duración: 03:00</p>

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

7. Actividades y criterios de evaluación

7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

7.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
1	test clases de avance	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:20	1%	0 / 10	
2	Test preparatorio	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:20	1%	5 / 10	
2	test clases de avance	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:20	1%	0 / 10	
3	test avance aprendizaje	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:20	1%	5 / 10	
3	test clases de avance	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:20	1%	0 / 10	
4	Test preparatorio lección	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	Presencial	00:20	1%	5 / 10	
4	test clases de avance	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:20	1%	0 / 10	
5	test avance aprendizaje	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:20	1%	5 / 10	

5	test clases de avance	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:20	1%	0 / 10	
6	Test de conocimientos previos	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	Presencial	00:20	1%	5 / 10	
6	test clases de avance	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:20	1%	0 / 10	
7	Examen	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:20	5%	5 / 10	CE11
7	test clases de avance	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:20	1%	0 / 10	
8	Visita a instalación	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	05:00	5%	5 / 10	
8	test clases de avance	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:20	1%	0 / 10	
9	Test de avance en el aprendizaje	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	Presencial	00:20	1%	5 / 10	
9	test clases de avance	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:20	1%	0 / 10	
10	test avance aprendizaje	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:00	1%	5 / 10	
10	test clases de avance	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:20	1%	0 / 10	
11	Test de conocimientos previos	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	Presencial	00:20	1%	5 / 10	

12	Test de avance en el aprendizaje	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	Presencial	00:20	1%	5 / 10	
14	Entrega de trabajos y problemas y programas	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Presencial	04:00	10%	5 / 10	CG1 CG3 CG5 CG6 CE21
14	Examen PE	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:20	40%	5 / 10	CG1 CG3 CG5 CG6 CE11 CE21

7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen final, solo para los que no han aprobado los tests	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	100%	5 / 10	CG1 CG3 CG5 CG6 CE11 CE21

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen extraordinario	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	100%	5 / 10	

7.2. Criterios de evaluación

70% de nota progresiva distribuida en:

5% examen intermedio

5% visitas a instalaciones

10% entrega de problemas/programas/trabajos/presentaciones

10% test de aprendizaje, selectivo: hay que aprobar la media de los 10 tests

40% examen final

Las preguntas en clase y visitas adicionales se añaden como máximo 1 al 5% sobre la nota sobre 10, lo cual puede dar calificaciones superiores al 10/10.

También se valorará con un 1 a 5% adicional la asistencia y superación de cursos de lenguaje Python o C++ o Fortran o Machine Learning.

Todas las pruebas de evaluación continua son NO RECUPERABLES

El Laboratorio es obligatorio aprobarlo (asistir y aprobar el test final) para aprobar la asignatura, pero no modifica la nota.

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Presentaciones, Problemas, Estudios de casos prácticos y textos de libre acceso	Recursos web	Curso en https://moodle.upm.es , La bibliografía e información adicional se publica en esta web.
Videos de temas	Recursos web	
Edición LaTeX	Recursos web	Edición de problemas y presentaciones con LaTeX desde la web
Curso Python	Otros	Curso breve de introducción a Python
Artículos y programas	Bibliografía	Se entrega al alumno programas y artículos científicos para expandir los temas de la asignatura

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

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 test online serán antes de comenzar una clase y evaluarán si los alumnos han estudiado el tema que se va a presentar con los apuntes que se han entregado previamente. Hay que **aprobar** los test de clase para poder presentarse a las PEC.

Se fomenta y se valorará mucho la solución de problemas de evaluación continua con programas escritos en 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 (1 a 3%)

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

TODAS las pruebas durante el curso son NO RECUPERABLES.

La asignatura se relaciona con el ODS7, ODS9 y ODS13