



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ing. de Caminos
Canales y P.

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

45000110 - Física De Materiales, Estadística Y Cuántica

PLAN DE ESTUDIOS

04MI - Grado En Ingeniería De Materiales

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2025/26 - Primer 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.....	9
7. Actividades y criterios de evaluación.....	11
8. Recursos didácticos.....	13
9. Otra información.....	14

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	45000110 - Física de Materiales, Estadística y Cuántica
No de créditos	6 ECTS
Carácter	Básica
Curso	Segundo curso
Semestre	Tercer semestre
Período de impartición	Septiembre-Enero
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	04MI - Grado en Ingeniería de Materiales
Centro responsable de la titulación	04 - E.T.S. De Ing. De Caminos Canales Y P.
Curso académico	2025-26

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Gonzalo Fuentes Iriarte		gonzalo.fuentes@upm.es	Sin horario. A concertar con el profesor. Dpto. Ciencia de Materiales ETSICCP.

Jose Maria Ulloa Herrero (Coordinador/a)		josem.ulloa@upm.es	Sin horario. A concertar con el profesor. Dpto. Ciencia de Materiales ETSICCP.
Juan Carlos Suarez Bermejo		juancarlos.suarez@upm.es	X - 10:00 - 14:00 ETSI Navales, Puerta P1.54, 1 ^a planta, despachos 4-5

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

3. Conocimientos previos recomendados

3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Electricidad Y Magnetismo
- Fundamentos Químicos
- Termodinámica
- Mecánica
- Matemáticas I

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

El plan de estudios Grado en Ingeniería de Materiales no tiene definidos otros conocimientos previos para esta asignatura.

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CE 5. - Capacitar para el aprendizaje autónomo de nuevos conocimientos y técnicas

CG 1 - Uso de la lengua inglesa

CG 2 - Capacidad de trabajo en equipo

CG 3 - Comunicación oral y escrita

4.2. Resultados del aprendizaje

RA29 - Entender, asimilar y manejar los conceptos básicos que describen el comportamiento electrónico, magnético, térmico y óptico de los materiales.

RA27 - Utilizar con soltura la comunicación oral y escrita en lengua española e inglesa

RA28 - Saber trabajar en equipo. Ejecutar el trabajo con responsabilidad y respeto a los demás.

RA30 - Conocer y saber relacionar dicho comportamiento con la estructura del material a nivel atómico, molecular y macroscópico.

RA31 - Conocer y saber calcular mediante las teorías más relevantes la respuesta electrónica, magnética, térmica y óptica de los materiales.

RA32 - Conocer los principios de funcionamiento y ser capaces de experimentar con dispositivos electrónicos elementales; transistores, láseres y otros sistemas

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

El objetivo de la asignatura es introducir los fundamentos de la Física Cuántica de forma que resulte aplicable a la comprensión de las propiedades de los materiales. Se enfatizarán las conclusiones de mayor interés práctico deducidas de la ecuación de Schrödinger, y la forma de reducir problemas complejos a modelos simples. Se considerarán nociones de física atómica y molecular útiles para entender el comportamiento de los materiales cristalinos y no-cristalinos. Se explicarán las distintas estadísticas cuántica, que describen el comportamiento colectivo de las partículas fermiónicas y bosónicas, y se establecerá una comparación con el comportamiento clásico de partículas distinguibles. Finalmente se mencionan, a un nivel elemental, algunos ejemplos de interés práctico en la ingeniería cuántica de los materiales, que permitan apreciar la potencialidad de lo aprendido en el Curso. Se pretende que esta asignatura resulte instrumental para abordar otras materias relacionadas con las propiedades de materiales estructurales y funcionales.

5.2. Temario de la asignatura

1. El origen de los conceptos cuánticos
 - 1.1. La radiación de cuerpo negro
 - 1.2. El efecto fotoeléctrico
 - 1.3. El efecto Compton
 - 1.4. El átomo de Rutherford y los postulados de Bohr
 - 1.5. La teoría cuántica de la radiación de Einstein
 - 1.6. La distribución de Planck y el segundo postulado de Bohr
 - 1.7. El modelo de Einstein del calor específico
2. Difracción, dualidad y ecuación de Schrödinger
 - 2.1. Reglas de cuantización de Sommerfeld-Wilson-Ishiwara
 - 2.2. La dualidad onda-corpúsculo de De Broglie
 - 2.3. La naturaleza dual y los experimentos de difracción
 - 2.4. La mecánica cuántica ondulatoria
3. Propiedades de la ecuación estacionaria
 - 3.1. La cuantización como un problema de eigenvalores

- 3.2. Degeneración y ortogonalidad de las eigenfunciones
- 3.3. La partícula libre
- 3.4. El pozo infinito
- 3.5. La densidad de corriente en mecánica cuántica
- 3.6. Notación de Dirac y algunas relaciones útiles
- 4. Efecto túnel y otros fenómenos cuánticos
 - 4.1. Potencial escalón 1D
 - 4.2. La barrera de potencial rectangular
 - 4.3. El pozo de potencial rectangular
 - 4.4. Paquetes de onda y tiempo de tunelaje
 - 4.5. Valores esperados de las variables físicas
 - 4.6. Hermiticidad
 - 4.7. Desigualdad de Heisenberg
 - 4.8. La posición y el momento en la representación de momentos
- 5. El oscilador armónico
 - 5.1. La ecuación estacionaria del oscilador armónico
 - 5.2. La solución de la región lejana
 - 5.3. La solución polinomial, eigenvalores y eigenfunciones
 - 5.4. Operadores de ascenso y descenso
 - 5.5. Transición dipolar y emisión espontánea
 - 5.6. Reglas de selección en la transición dipolar
 - 5.7. Tiempo de vida de estados excitados
- 6. Potenciales centrales. Momento angular
 - 6.1. El problema de dos cuerpos
 - 6.2. Momento angular orbital
 - 6.3. Eigenvalores y eigenfunciones: armónicos esféricos
 - 6.4. Reglas de conmutación
 - 6.5. Pozo esférico
- 7. Espín

- 7.1. Interacción de un átomo con un campo magnético
- 7.2. Función de onda e interpretación probabilística
- 7.3. Composición de espines
- 8. El átomo de hidrógeno
 - 8.1. Planteamiento del problema de un potencial central coulombiano
 - 8.2. Eigenvalores e eigenfunciones del átomo de hidrógeno
 - 8.3. Estados degenerados
 - 8.4. Átomo de hidrógeno: comparación con el modelo de Bohr
 - 8.5. Corrección relativista
 - 8.6. Átomos hidrogenoides
 - 8.7. El acoplo espín-órbita y la estructura fina en los átomos hidrogenoides
 - 8.8. El efecto Zeeman
 - 8.9. El efecto Stark
- 9. Absorción y emisión de luz por los átomos
 - 9.1. Teoría clásica de la interacción radiación-materia
 - 9.2. Teoría semiclásica de la interacción radiación-materia
 - 9.3. Reglas de selección
- 10. Átomos multielectrónicos
 - 10.1. El espectro del átomo de helio: ortohelio y parahelio
 - 10.2. Partículas idénticas: el átomo de helio
 - 10.3. Clasificación de los orbitales atómicos
 - 10.4. Configuración electrónica. Tabla Periódica
 - 10.5. Acoplos residuales
 - 10.6. Acoplo Russell-Sanders
 - 10.7. Acoplo JJ
 - 10.8. Estructura hiperfina
 - 10.9. Espectros de rayos X. Ley de Moseley
- 11. Moléculas diatómicas
 - 11.1. Estructura molecular

- 11.2. Descripción cuántica de las moléculas
- 11.3. La molécula H₂ ionizada
- 11.4. Clasificación de los términos moleculares en la aproximación de un electrón
- 11.5. Términos moleculares y atómicos. Acoplamiento de momentos
- 11.6. Términos degenerados
- 12. Interpretación física del enlace químico
 - 12.1. Teorías precuánticas del enlace químico
 - 12.2. El estado fundamental y la valencia
 - 12.3. Geometría de los enlaces en moléculas poliatómicas
 - 12.4. Momentos dipolares. Fuerzas intermoleculares
- 13. Sólidos cristalinos
 - 13.1. Aproximación del electrón único
 - 13.2. Teorema de Bloch
 - 13.3. Densidad de estados en el espacio k
 - 13.4. Estructura de bandas
 - 13.5. Aproximación de la masa efectiva
 - 13.6. Densidad de estados en energía
 - 13.7. Estructuras de baja dimensionalidad
 - 13.8. Método k.p
- 14. Estadísticas cuánticas
 - 14.1. Partículas distinguibles e indistinguibles
 - 14.2. Bosones y Fermiones
 - 14.3. Condensación de Bose y principio de exclusión de Pauli
 - 14.4. Estadísticas de Bose-Einstein y Fermi-Dirac
 - 14.5. Efecto de la estadística en la energía del sistema
 - 14.6. Estados de espín de dos partículas con espín $\frac{1}{2}$
 - 14.7. Dos electrones en un pozo de potencial
 - 14.8. El átomo de helio y la energía de intercambio
- 15. Métodos de descripción cuántica de materiales

- 15.1. Aproximación de Born-Oppenheimer
- 15.2. Método de Hartree-Fock
- 15.3. Teoría del funcional densidad
- 15.4. Matriz densidad
- 15.5. Diseño de materiales mediante herramientas informáticas

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	El origen de los conceptos cuánticos Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Problemas TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00
2	Difracción, dualidad y ecuación de Schrödinger Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Problemas TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00
3	Propiedades de la ecuación estacionaria Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Problemas TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00
4	Efecto túnel y otros fenómenos cuánticos Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Problemas TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00
5	El oscilador armónico Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Prueba Parcial de evaluación progresiva EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00
6	Potenciales centrales. Momento angular Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Problemas TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00
7	Espín Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral El átomo de hidrógeno Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Problemas TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00 Problemas TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00
8	Absorción y emisión de luz por los átomos Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Átomos multielectrónicos Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Problemas TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00

9	11. Moléculas diatómicas Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Problemas TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00
10	Interpretación física del enlace químico Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Prueba Parcial de evaluación progresiva EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00
11	Sólidos cristalinos Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Problemas TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00
12	Estadísticas cuánticas Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Problemas TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00
13	Métodos de descripción cuántica de materiales Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Problemas TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00
14		Métodos de descripción cuántica de materiales Duración: 03:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación		Prueba Parcial de evaluación progresiva EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00
15			Trabajos de Seminario Duración: 03:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas	
16				Exposición de Trabajos de Seminario por Grupos PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación Progresiva Presencial Duración: 05:00
17				Examen Final EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Global Presencial Duración: 02:00

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	Problemas	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	02:00	1%	/ 10	CE 5.
2	Problemas	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	02:00	1%	/ 10	CE 5.
3	Problemas	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	02:00	1%	/ 10	CE 5.
4	Problemas	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	02:00	1%	/ 10	CE 5.
5	Prueba Parcial de evaluación progresiva	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	25%	3 / 10	CE 5.
6	Problemas	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	02:00	1%	/ 10	CE 5.
7	Problemas	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	02:00	1%	/ 10	CE 5.
7	Problemas	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	02:00	1%	/ 10	CE 5.

8	Problemas	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	02:00	1%	/ 10	CE 5.
9	Problemas	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	02:00	1%	/ 10	CE 5.
10	Prueba Parcial de evaluación progresiva	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	25%	3 / 10	CE 5.
11	Problemas	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	02:00	1%	/ 10	CE 5.
12	Problemas	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	02:00	1%	/ 10	CE 5.
13	Problemas	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	02:00	1%	/ 10	CE 5.
14	Prueba Parcial de evaluación progresiva	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	25%	3 / 10	CG 2 CG 1 CG 3
16	Exposición de Trabajos de Seminario por Grupos	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	05:00	13%	3 / 10	CG 3 CG 2 CG 1

7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen Final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	100%	5 / 10	CG 3 CG 2 CE 5. CG 1

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

7.2. Criterios de evaluación

La calificación del Trabajo de Seminario por grupos solo computa en la evaluación progresiva. Los que no superen la evaluación progresiva y vayan al examen final (convocatorias ordinaria y extraordinaria) se examinarán de todo el contenido de la asignatura y el resultado de la exposición de los trabajos de seminario, si lo hubieran realizado, no computará a efectos de la nota final.

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Fundamentos de Física Cuántica	Bibliografía	Pedro Pereyra Padilla, Editorial Reverté, 2011
Física Cuántica	Bibliografía	Carlos Sánchez del Río (Coord), Pirámide, (6ª edición) 2017
Introductory Quantum Mechanics with MATLAB	Bibliografía	James R. Chelikowsky, Wiley, 2019
Quantum Mechanics for Scientists and Engineers	Bibliografía	David A.B. Miller, Cambridge University Press, (3ª reimpresión) 2008
Introducción a la Mecánica Cuántica	Bibliografía	Luis de la Peña, Fondo de Cultura Económica, (3ª Ed), 2006
Problemas y Ejercicios de Mecánica Cuántica	Bibliografía	Luis de la Peña y Mirna Villavicencio, Fondo de Cultura Económica, 2003
Introduction to Quantum Mechanics in Chemistry, Materials Science, and Biology	Bibliografía	S.M. Blinder, Elsevier, 2004
Electronic Basis of the Strength of Materials	Bibliografía	John Gilman, Cambridge University Press, 2003 (1ª reimpresión) 2008
Electronic Structure of Materials	Bibliografía	Rajendra Prasad, CRC Press, 2014

Quantum Mechanics	Recursos web	Videos (27 conferencias) J.J. Biney, Oxford University, 2009
Modern Physics: Quantum Mechanics	Recursos web	Videos (10 conferencias) L. Susskind, Stanford, 2012
Understanding properties of atoms, molecules and materials	Bibliografía	Pranab Sarkar y Snkar Prasad Bhattacharyya

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

La asignatura se relaciona con el ODS7 y el ODS8