

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Fundamentos Cuánticos	Mecánica Cuántica / Quantum Mechanics	4º	1º	6	Obligatoria
PROFESORES⁽¹⁾			DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)		
<ul style="list-style-type: none"> • Grupo A: Manuel Pérez-Victoria • Grupo B (Inglés): José Ignacio Illana (Teoría) • Grupo B (Inglés): Manuel Masip (Problemas) 			Departamento de Física Teórica y del Cosmos, Facultad de Ciencias, Edificio Mecenaz. MPV: Despacho 20. Tel: 958249063 Correo electrónico: mpv@ugr.es JI: Despacho 19. Tel: 958241730 Correo electrónico: jillana@ugr.es MM: Despacho 3. Tel: 958241731 Correo electrónico: masip@ugr.es		
			HORARIO DE TUTORÍAS Y/O ENLACE A LA PÁGINA WEB DONDE PUEDAN CONSULTARSE LOS HORARIOS DE TUTORÍAS⁽¹⁾		
			www.ugr.es/~fteorica/Docencia/Tutorias.php		
GRADO EN EL QUE SE IMPARTE			OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR		
Grado en Física			Grado en Óptica y Optometría, Grado en Química		
PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)					
Se recomienda tener cursadas las asignaturas de Métodos Matemáticos I,II,III, Mecánica y Ondas, y Física Cuántica					
BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL GRADO)					
Postulados de la Mecánica Cuántica. Partículas idénticas. Composición de momentos angulares. Métodos aproximados para situaciones no estacionarias. Teoría de colisiones					

¹ Consulte posible actualización en Acceso Identificado > Aplicaciones > Ordenación Docente

(∞) Esta guía docente debe ser cumplimentada siguiendo la "Normativa de Evaluación y de Calificación de los estudiantes de la Universidad de Granada" ([http://secretariageneral.ugr.es/pages/normativa/fichasugr/ncg7121/!](http://secretariageneral.ugr.es/pages/normativa/fichasugr/ncg7121/))

COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS

Transversales

- CT1 Capacidad de análisis y síntesis.
- CT2 Capacidad de organización y planificación.
- CT3 Comunicación oral y/o escrita.
- CT6 Resolución de problemas.
- CT7 Trabajo en equipo.
- CT8 Razonamiento crítico.
- CT9 Aprendizaje autónomo.
- CT10 Creatividad.

Específicas

- CE1: Conocer y comprender los fenómenos y las teorías físicas más importantes.
- CE2: Estimar órdenes de magnitud para interpretar fenómenos diversos.
- CE5: Modelar fenómenos complejos, trasladando un problema físico al lenguaje matemático.
- CE7: Transmitir conocimientos de forma clara tanto en ámbitos docentes como no docentes.
- CE9: Aplicar los conocimientos matemáticos en el contexto general de la física.

OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

El alumno comprenderá:

- los límites de la física clásica;
- la relevancia de los fenómenos cuánticos a distintas escalas;
- la estructura lógica de la mecánica cuántica;
- la utilidad de los espacios vectoriales y los números complejos en física;
- la importancia de las simetrías en física;
- las peculiaridades del mundo microscópico;
- el papel de las colisiones en la descripción de ese mundo;
- la diferencia entre cuestiones "físicas" y cuestiones que no lo son.

El alumno estará capacitado para:

- manejar el formalismo matemático y aplicarlo a la resolución de problemas;
- usar con propiedad el lenguaje de la mecánica cuántica;
- manejar con seguridad conceptos como espín, observable o sección eficaz;
- usar simetrías y leyes de conservación para estudiar procesos físicos;
- interpretar los resultados de sus cálculos.

TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

TEMARIO TEÓRICO:

- **Tema 1. Introducción.**
Experimento de Stern Gerlach.
- **Tema 2. Postulados de la Mecánica Cuántica.**
Observables. Medidas. Conjunto completo de observables compatibles. Relaciones de indeterminación. Matriz densidad. Ecuación de Schrödinger. Operador evolución temporal. Estados estacionarios y constantes de movimiento. Imagen de Heisenberg. Reglas de superselección.
- **Tema 3. La función de onda.**
Espectros continuos: función de onda. Representación de posiciones. Representación de momentos. Densidad y corriente de probabilidad. Teorema de Ehrenfest. Propagador. Formulación de Feynman: integral de caminos.



- **Tema 4. Momento angular.**
Reglas de conmutación del momento angular orbital. El grupo de rotaciones. Sistemas de espín 1/2. Representaciones del operador momento angular. Momento angular de espín y momento angular orbital. Armónicos esféricos. Suma de momentos angulares. Operadores vectoriales. Operadores tensoriales irreducibles. Teorema de Wigner-Eckart.
- **Tema 5. Simetrías.**
Simetrías en mecánica clásica y en mecánica cuántica. Teorema de Wigner. Invariancia y leyes de conservación. Grupo de simetrías. Simetrías continuas: traslaciones y rotaciones. Simetrías discretas: paridad, inversión temporal, isospín.
- **Tema 6. Sistemas de partículas idénticas.**
Simetría bajo permutaciones. Postulado de simetrización. Sistema de dos electrones. Operadores de creación y destrucción.
- **Tema 7. Métodos de aproximación.**
Perturbaciones estacionarias. Perturbaciones dependientes del tiempo. Serie de Dyson. Probabilidad de transición. Regla de oro de Fermi.
- **Tema 8. Teoría de colisiones.**
Colisiones en mecánica clásica y en mecánica cuántica. Condiciones asintóticas. Operador de colisión o matriz S. Conservación de la energía. Matriz T on-shell y amplitud de colisión. Sección eficaz. Teorema óptico. Operador de Green y operador T. Determinación de S a partir de T. Serie de Born. Simetrías de la matriz S. Ondas planas y ondas esféricas. Desarrollo en ondas parciales. Colisión de partículas con espín.

TEMARIO PRÁCTICO:

- Talleres de problemas: dedicados a resolver problemas propuestos.
- Seminarios sobre temas relacionados con la asignatura, en función de la disponibilidad de tiempo.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:

- J.J. Sakurai, Modern Quantum Mechanics, Addison-Wesley
- J.R. Taylor, Scattering Theory, J. Wiley.
- A. Galindo y P. Pascual, Mecánica Cuántica, Eudema Universidad.
- P. Dirac, The Principles of Quantum Mechanics, Oxford Univ. Press.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

- A. Messiah, Mecánica Cuántica, Tecnos.
- D. Bohm, Quantum Theory, Dover.
- F.J. Yndurain, Mecánica Cuántica, Alianza Editorial Textos.
- L.E. Ballentine, Quantum Mechanics. A Modern Development, World Scientific.
- R.P. Feynman, R. Leighton, M. Sands, The Feynman lectures on physics- Vol. III. Addison-Wesley.

ENLACES RECOMENDADOS

- Grupo de física de partículas en <http://www-ftae.ugr.es> y <http://cafpe.ugr.es/>
- CERN, <http://www.cern.ch/>
- Particle Data Group, <http://pdg.web.cern.ch/pdg/>
- Demostraciones de Mecánica Cuántica con Mathematica, <http://demonstrations.wolfram.com/topic.html?topic=Quantum+Mechanics&limit=20>
- E-prints de Física Cuántica, <http://arxiv.org/archive/quant-ph>



METODOLOGÍA DOCENTE

- **Clases teóricas.** Sesiones para todo el grupo de alumnos en las que el profesor explicará los contenidos teóricos fundamentales de cada tema y su importancia en el contexto de la materia.
- **Clases prácticas y taller de problemas.** Sesiones en las que el profesor resolverá ejercicios sobre los contenidos teóricos trabajados en cada tema o en las que los alumnos, bajo la supervisión del profesor, resolverán en la pizarra ejercicios previamente propuestos.
- **Seminarios.** Eventualmente se discutirán temas de actualidad relacionados con la asignatura que tengan especial relevancia o interés para los alumnos.
- **Tutorías personales.** Los alumnos expondrán individualmente al profesor dudas y cuestiones sobre lo trabajado en las clases teóricas y prácticas.

EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)

- Evaluación continua: Participación en clase, resolución y presentación de problemas propuestos, controles tipo test (30% de la nota final).
- Examen final de teoría y problemas (70% de la nota final).
- La evaluación en la Convocatoria Extraordinaria consistirá en las mismas pruebas de la Evaluación Única Final, y en ellas el alumno podrá obtener el 100% de la nota.

DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS QUE FORMARÁN PARTE DE LA EVALUACIÓN ÚNICA FINAL ESTABLECIDA EN LA "NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA"

El alumno que, siguiendo la normativa de la UGR en los términos y plazos que en ella se exigen, se acoja a esta modalidad de evaluación, realizará un examen escrito de conocimientos y resolución de problemas para aprobar la asignatura.

ESCENARIO A (ENSEÑANZA-APRENDIZAJE PRESENCIAL Y NO PRESENCIAL)

ATENCIÓN TUTORIAL

HORARIO

(Según lo establecido en el POD)

www.ugr.es/~fteorica/Docencia/Tutorias.php

HERRAMIENTAS PARA LA ATENCIÓN TUTORIAL

(Indicar medios telemáticos para la atención tutorial)

Google Meet o similar, PRADO, correo electrónico.

MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DOCENTE

- Tanto las clases teóricas como las prácticas serán presenciales o telemáticas en función de las directrices de la Universidad, la disponibilidad de espacio en las aulas y el criterio del profesor. Si las circunstancias así lo aconsejaren, será posible cambiar de modalidad presencial a no presencial o viceversa a lo largo del curso.
- Las clases teóricas se impartirán en vivo, sea cual sea su modalidad, de forma que los alumnos puedan plantear sus dudas y comentarios sobre la marcha y estos puedan ser discutidos por el profesor.
- Las clases teóricas no presenciales se impartirán por videoconferencia en el horario previsto, mediante Google Meet o herramientas similares que permitan la interacción con los estudiantes.
- Se proporcionará material docente a través de PRADO.
- La discusión de ejercicios se realizará a través de los foros de PRADO y en los talleres de problemas



<p>(bien presenciales, bien por videoconferencia).</p> <ul style="list-style-type: none"> Las tutorías personales se atenderán mediante PRADO, correo electrónico y/o videoconferencia. 	
MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA EVALUACIÓN (Instrumentos, criterios y porcentajes sobre la calificación final)	
Convocatoria Ordinaria	
<ul style="list-style-type: none"> Se incrementará el peso de la evaluación continua a un 50%. El 50% restante consistirá en un examen, que se realizará de forma presencial o telemática según las circunstancias en ese momento y podrá tener un parte escrita y otra oral. 	
Convocatoria Extraordinaria	
<ul style="list-style-type: none"> La convocatoria extraordinaria consistirá en las mismas pruebas que la evaluación única final. 	
Evaluación Única Final	
<ul style="list-style-type: none"> La evaluación única final consistirá en un examen de conocimientos teóricos y problemas a realizar preferentemente de forma presencial. 	
ESCENARIO B (SUSPENSIÓN DE LA ACTIVIDAD PRESENCIAL)	
ATENCIÓN TUTORIAL	
HORARIO (Según lo establecido en el POD)	HERRAMIENTAS PARA LA ATENCIÓN TUTORIAL (Indicar medios telemáticos para la atención tutorial)
www.ugr.es/~fteorica/Docencia/Tutorias.php	Google Meet o similar, PRADO, correo electrónico.
MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DOCENTE	
<ul style="list-style-type: none"> Las clases teóricas no presenciales se impartirán en vivo en el horario previsto por videoconferencia, a través de Google Meet o herramientas similares que permitan la interacción con los estudiantes. Se proporcionará material docente a través de PRADO. La propuesta, entrega y corrección de ejercicios se realizará a través de PRADO. La discusión de ejercicios se realizará a través de los foros de PRADO y en los talleres de problemas (por videoconferencia). Las tutorías personales se atenderán mediante PRADO, correo electrónico y/o videoconferencia. 	
MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA EVALUACIÓN (Instrumentos, criterios y porcentajes sobre la calificación final)	
Convocatoria Ordinaria	
<ul style="list-style-type: none"> Se incrementará el peso de la evaluación continua a un 50%. El 50% restante consistirá en un examen de forma telemática, que podrá tener una parte escrita y otra oral. 	



Convocatoria Extraordinaria

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">• La convocatoria extraordinaria consistirá en las mismas pruebas que la evaluación única final. |
|--|

Evaluación Única Final

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">• Se realizará un examen de forma telemática, que podrá tener una partes escrita y otra oral. |
|---|

INFORMACIÓN ADICIONAL (Si procede)

