

| MÓDULO | MATERIA | CURSO | SEMESTRE | CRÉDITOS | TIPO |
|---|-------------------|-------|---|----------|----------|
| Física Matemática e Información Cuántica | Física Matemática | 3º | 1º | 6 | Optativa |
| PROFESORES ⁽¹⁾ | | | DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.) | | |
| <ul style="list-style-type: none"> Manuel Masip Mellado (Teoría de la Parte I: "Espacios de Hilbert. Teoría de grupos. Representaciones de grupos."). Francisco del Águila Giménez (Problemas de la Parte I). Lorenzo Luis Salcedo Moreno (Teoría y problemas de la Parte II: "Grupos de Lie. Técnicas Monte Carlo."). | | | Dpto. Física Teórica y del Cosmos, Facultad de Ciencias. Edificio Mecenaz. masip@ugr.es , faguila@ugr.es | | |
| | | | Dpto. Física Atómica, Molecular y Nuclear, Facultad de Ciencias. 3ª planta, despacho 135. salcedo@ugr.es | | |
| | | | HORARIO DE TUTORÍAS Y/O ENLACE A LA PÁGINA WEB DONDE PUEDAN CONSULTARSE LOS HORARIOS DE TUTORÍAS ⁽¹⁾ | | |
| | | | Prof. Masip: L, X, V de 3 a 5 pm Prof. del Águila: X, J de 4 a 7 pm Prof. Salcedo: http://www.ugr.es/local/salcedo/public/#FM | | |
| GRADO EN EL QUE SE IMPARTE | | | OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR | | |
| Grado en Física | | | Grado en Matemáticas | | |
| PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede) | | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> Es recomendable tener cursadas las asignaturas de Análisis Matemático I y II, así como el Módulo completo de Métodos Matemáticos y Programación. | | | | | |

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/ngc7121/!](http://secretariageneral.ugr.es/pages/normativa/fichasugr/ngc7121/))



BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL GRADO)

Espacios de Hilbert en Mecánica Cuántica. Teoría de grupos y simetrías. Técnicas Monte Carlo en Física.

COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS

Generales

- CT1: Capacidad de análisis y síntesis.
- CT3: Comunicación oral y/o escrita.
- CT4: Conocimientos de informática relativos al ámbito de estudio.
- CT6: Resolución de problemas.
- CT8: Razonamiento crítico.

Específicas

- CE3: Conocer y comprender los métodos matemáticos para describir los fenómenos físicos.
- CE5: Modelar fenómenos complejos, trasladando un problema físico al lenguaje matemático.
- CE8: Utilizar herramientas informáticas para resolver y modelar problemas y para presentar resultados.

OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

- Conocer y manejar las herramientas matemáticas básicas usadas en la descripción cuántica de observables discretos o continuos para una o varias partículas.
- Aprender la importancia de las simetrías para resolver problemas en física.
- Conocer los grupos de simetría más relevantes en la naturaleza.
- Saber simular procesos físicos utilizando los métodos Monte Carlo.
- Realizar integrales Monte Carlo multidimensionales. Conocer los métodos para optimizar la precisión en simulaciones Monte Carlo.

TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

TEMARIO TEÓRICO:

- Tema 1. **Operadores lineales sobre espacios de Hilbert.** Estados y observables cuánticos. Autovalores y autovectores para espectros discretos y continuos.
- Tema 2. **Producto tensorial de espacios de Hilbert.** Descripción cuántica de una y varias partículas.
- Tema 3. **Simetrías en física:** Operadores de simetría y grupos. Grupo, subgrupo, clases conjugadas y grupo cociente.
- Tema 4. **Representaciones de un grupo de simetría.** Álgebra del grupo. Representaciones irreducibles: lemas de Schur. Producto directo de representaciones:



descomposición en representaciones irreducibles. Representaciones del grupo de permutaciones.

- Tema 5. **Grupos de Lie:** Ley de composición, generadores infinitesimales, constantes de estructura y álgebra de Lie. Medida invariante. Acción de un grupo de Lie sobre una variedad. Grupo de traslaciones.
- Tema 6. **Grupo de rotaciones:** Grupos ortogonales y unitarios. Grupo $SO(3)$, operador momento angular orbital. Grupo $SU(2)$, matrices de Pauli, álgebra de $SU(2)$. Relación entre los grupos $SU(2)$ y $SO(3)$. Representaciones irreducibles de $SU(2)$. Serie de Clebsch-Gordan de $SU(2)$, suma de momentos angulares, coeficientes de Clebsch-Gordan.
- Tema 7. **Métodos Monte Carlo.** Integración Monte Carlo. Variables aleatorias y distribuciones de probabilidad. Números pseudo-aleatorios. Muestreo de distribuciones continuas y discretas. Método de aceptación-rechazo, método de reweighting. Métodos markovianos: Condición de balance detallado. Baño térmico, algoritmo de Metrópolis. Termalización y tiempo de autocorrelación.

TEMARIO PRÁCTICO:

Seminarios/Talleres

En función de la disponibilidad de tiempo, se considerarán algunos de los siguientes:

- Criptografía cuántica.
- Simetrías en el mundo subatómico.
- Métodos Monte Carlo en física de altas energías.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:

- L. Abellanas y A. Galindo, "Espacios de Hilbert", Eudema, 1987.
- P. Roman, "Some Modern Mathematics for Physicists and other outsiders", Vol. II, Pergamon, 1975.
- S. Sternberg, "Group Theory and Physics", Cambridge University Press, 1994.
- Wu-Ki Tung, "Group Theory in Physics", World Scientific, 1985.
- R.Y. Rubinstein and D.P. Kroese, "Simulation and Monte Carlo Method", Wiley, 2008.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

- P. Dirac, "The principles of Quantum Mechanics", Oxford Univ. Press.
- N.I. Akhiezer and I.M. Glazman, "Theory of Linear Operators in Hilbert Spaces", Dover, 1993.
- A. O. Barut y R. Raczyka, Theory of group representations and applications, World Scientific Publishing, 1986.
- M. Hamermesh, "Group Theory and its Applications to Physical Problems", Dover, 1962.
- M.H. Kalos and P.A. Whitlock, "Monte Carlo methods", Wiley, 2008.



- N. Madras, "Lectures on Monte Carlo Methods", The Fields Institute for Research in Mathematical Sciences, American Mathematical Society, 2002.
- T. Pang, "An introduction to Computational Physics", Cambridge, 1997.

ENLACES RECOMENDADOS

L. L. Salcedo, Apuntes (Parte II): <http://www.ugr.es/local/salcedo/public/fm/curso.pdf>
 L. L. Salcedo, *Grupos continuos*, <http://www.ugr.es/local/salcedo/public/mt3/curso.pdf>
 K. Rummukainen, *Monte Carlo simulation methods*,
http://www.helsinki.fi/~rummukai/lectures/montecarlo_oulu/lectures/mc_notes1.pdf

METODOLOGÍA DOCENTE

- **Sesiones académicas teóricas:** Sesiones con todos los alumnos en las que el profesor explica los contenidos fundamentales de cada tema y su importancia en el contexto de la materia.
- **Sesiones académicas prácticas y taller de problemas:** Sesiones con todos los alumnos en las que el profesor resolverá ejercicios y problemas sobre los contenidos teóricos trabajados en cada tema o en las que los alumnos, bajo la supervisión del profesor, los alumnos resuelven y exponen problemas previamente propuestos.
- **Seminarios:** Se discutirán aspectos específicos del temario que tengan especial relevancia o interés.
- **Tutorías especializadas:** Donde los alumnos en grupo reducidos o individualmente expondrán 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.)

Para la convocatoria ordinaria:

- Ejercicios a entregar sobre los contenidos discutidos en clase: 20%.
- Resolución de problemas más elaborados a hacer en casa: 20%.
- Examen escrito de conocimientos de la materia y resolución de problemas: 60%.

Para la convocatoria extraordinaria:

- Entrega de problemas sobre los contenidos del curso: 30%.
- Examen escrito de conocimientos de la materia y resolución de problemas: 70%.

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"

- Examen escrito de conocimientos de la materia y resolución de problemas.

INFORMACIÓN ADICIONAL





**UNIVERSIDAD
DE GRANADA**

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR
grados.ugr.es