

Guía docente

200171 - MMF - Modelos Matemáticos de la Física

Última modificación: 01/06/2026

Unidad responsable: Facultad de Matemáticas y Estadística
Unidad que imparte: 748 - FIS - Departamento de Física.
749 - MAT - Departamento de Matemáticas.

Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS (Plan 2009). (Asignatura obligatoria).

Curso: 2026 **Créditos ECTS:** 7.5 **Idiomas:** Catalán, Castellano

PROFESORADO

Profesorado responsable: PEDRO TALAVERA SANCHEZ

Otros: Segon quadrimestre:
CARLES BATLLE ARNAU - A
PEDRO TALAVERA SANCHEZ - A

CAPACIDADES PREVIAS

La asignatura "Modelos Matemáticos de la Física" es la segunda de contenidos generales de física y la primera del bloque de materia "Modelización" del Grado de Matemáticas de la FME.. Esta asignatura debe partir de los conocimientos de la asignatura de Física del Q4 y ampliarlos con las formulaciones teóricas propias de la física matemática clásica, utilizando las herramientas matemáticas, básicamente de cálculo multivariable, que el estudiante ya conoce en este punto. La asignatura debe servir también de base para poder discutir sistemas reales tanto a en "Modelos matemáticos de la tecnología" como en diversas asignaturas de las materias optativas "Sistemas dinámicos y análisis" y "Métodos numéricos e ingeniería".

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:

1. CE-1. Proponer, analizar, validar e interpretar modelos de situaciones reales sencillas, utilizando las herramientas matemáticas más adecuadas a los fines que se persigan.
2. CE-2. Resolver problemas de Matemáticas, mediante habilidades de cálculo básico y otros, planificando su resolución en función de las herramientas de que se disponga y de las restricciones de tiempo y recursos.

Genéricas:

5. CB-1. Demostrar poseer y comprender conocimientos en el área de las Matemáticas contruidos a partir de la base de la educación secundaria general, a un nivel que, apoyándose en libros de texto avanzados, incluya también algunos aspectos que impliquen conocimientos procedentes de la vanguardia en el estudio de las Matemáticas y en sus aplicaciones en la ciencia y la tecnología.
6. CB-2. Saber aplicar los conocimientos matemáticos a su trabajo de una forma profesional y poseer las capacidades que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro del área de las Matemáticas y en sus aplicaciones en la ciencia y la tecnología.
7. CB-3. Tener la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes, dentro del área de las Matemáticas y sus aplicaciones, para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.
8. CB-4. Poder transmitir información, ideas, problemas y soluciones del ámbito matemático y científico-tecnológico a un público tanto especializado como no especializado.
9. CG-1. Comprender y utilizar el lenguaje matemático.
10. CG-2. Conocer demostraciones rigurosas de algunos teoremas clásicos en distintas áreas de la Matemática.
11. CG-3. Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.
12. CG-4. Saber trasladar al lenguaje matemático problemas de otros ámbitos y utilizar esta traslación para resolverlos.
13. CG-6. Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

Transversales:

14. COMUNICACIÓN EFICAZ ORAL Y ESCRITA: Comunicarse de forma oral y escrita con otras personas sobre los resultados del aprendizaje, de la elaboración del pensamiento y de la toma de decisiones; participar en debates sobre temas de la propia especialidad.
15. SOSTENIBILIDAD Y COMPROMISO SOCIAL: Conocer y comprender la complejidad de los fenómenos económicos y sociales típicos de la sociedad del bienestar; capacidad para relacionar el bienestar con la globalización y la sostenibilidad; habilidad para utilizar de forma equilibrada y compatible la técnica, la tecnología, la economía y la sostenibilidad.
17. USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN: Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información en el ámbito de la especialidad y valorar de forma crítica los resultados de esta gestión.
18. APRENDIZAJE AUTÓNOMO: Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

METODOLOGÍAS DOCENTES

El curso ha sido diseñado para ocupar un total de 65 horas lectivas (13 semanas), distribuidas en 39 horas en sesiones de teoría y 26 horas de sesiones prácticas (problemas). Tanto en las clases teóricas como, sobre todo, en las prácticas, se tratará de hacer partícipe al alumnado del desarrollo de las mismas, invitando a los estudiantes a resolver los problemas propuestos y, incluso, a desarrollar algún apartado teórico.

En las clases de problemas, aparte de los ejercicios propuestos para ser discutidos en clase, se propondrán otros a los alumnos para que los desarrollan por su cuenta. Estos ejercicios serán discutidos en las horas de tutoría o, excepcionalmente, en clase.

Otro de los hábitos que se pretende inculcar a los estudiantes en esta asignatura es acostumbrarse al uso de bibliografía en inglés. Las clases se impartirán indistintamente en catalán y en castellano.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

El objetivo central es la familiarización con las ideas básicas de tres campos de la física clásica y con las de la mecánica cuántica, y de sus formulaciones matemáticas. El estudiante adquirirá las herramientas conceptuales para introducirse de manera autónoma en estos campos y para interactuar con físicos e ingenieros.

Los objetivos más detallados son:

- Entender las formulaciones lagrangiana y hamiltoniana de la mecánica.
- Utilizar el cálculo de variaciones para familiarizarse con los principios variacionales de la mecánica, y su conexión con las simetrías y las leyes de conservación via el teorema de Noether.
- Aplicar las formulaciones lagrangiana y hamiltoniana a problemas mecánicos complejos.
- Establecer los fundamentos de la formulación minkowskiana de la relatividad especial y describir las transformaciones de Lorentz y de Poincaré.
- Entender la invariancia Lorentz de las ecuaciones de Maxwell.
- Aplicar las ecuaciones de la relatividad especial a problemas cinemáticos simples.
- Entender la formulación básica de la dinámica relativista.
- Entender el desarrollo histórico de la mecánica cuántica.
- Describir los postulados básicos de la mecánica cuántica, y las diferencias fundamentales con la mecánica clásica.
- Aplicar la mecánica cuántica a problemas simples, tanto con un número finito como infinito de grados de libertad, especialmente en una dimensión de espacio.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTE

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo grande	45,0	20.69
Horas aprendizaje autónomo	112,5	51.72
Horas grupo mediano	30,0	13.79
Horas grupo pequeño	30,0	13.79

Dedicación total: 217.5 h

CONTENIDOS

Mecánica clásica

Descripción:

- 1) Fundamentos de la mecánica. Sistemas dinámicos. Principios fundamentales. Principio de invariancia de Galileo. Sistemas dinámicos: espacio de configuraciones y de estados. Ligaduras. Coordenadas y velocidades generalizadas.
- 2) Cálculo de variaciones. Tres problemas básicos del cálculo de variaciones. Principio variacional de Hamilton. Ecuaciones de Euler-Lagrange. Algunas aplicaciones.
- 3) Formalismo lagrangiano. Sistemas lagrangianos. Lagrangianas mecánicas y sistemas conservadores. Constantes del movimiento, simetrías y teorema de Noether.
- 4) Formalismo hamiltoniano. Transformación de Legendre. Momentos generalizados. Función Hamiltoniana y ecuaciones de Hamilton. Principio variacional de Hamilton-Jacobi. Sistemas hamiltonianos. Paréntesis de Poisson. Constantes del movimiento y leyes de conservación.

Dedicación: 16h

Grupo grande/Teoría: 10h

Grupo mediano/Prácticas: 6h

Relatividad especial

Descripción:

1) Fundamentos de la relatividad especial. mecánica clásica pre-relativista y ecuaciones de Maxwell. Postulados de la relatividad especial. Espacio-tiempo y métrica de Minkowski.

2) Cinemática y dinámica relativistas y electromagnetismo. transformaciones de Lorentz y Poincaré. Cinemática relativista: dilatación del tiempo, contracción de longitudes y adición de velocidades. Dinámica relativista: cuadrimomento. Forma covariante de las ecuaciones de Maxwell: cuadripotenciales y tensor electromagnético.

Dedicación: 15h

Grupo grande/Teoría: 9h

Grupo mediano/Prácticas: 6h

Mecánica cuántica

Descripción:

1) Mecánica cuántica I: la función de onda. Reglas de la mecánica cuántica en una dimensión de espacio. La ecuación de Schrödinger independiente del tiempo. Principio de incertidumbre de Heisenberg. Experimento de Stern-Gerlach. Espín. El oscilador armónico.

2) Mecánica cuántica II: postulados formales. Notación de Dirac. Relación de completitud. Estados puros. Observables. Resultados de medidas. Reducción del estado. Evolución temporal. Transformaciones unitarias. Matriz densidad.

Dedicación: 24h

Grupo grande/Teoría: 15h

Grupo mediano/Prácticas: 9h

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

Cualquier acto de fraude académico, plagio o uso o mera tenencia al alcance de medios no autorizados en cualquier actividad de evaluación comportará la calificación de cero (0) en la prueba o entrega afectada. Además, de acuerdo con la normativa de la Universidad, la posible derivación de los hechos para la apertura de un expediente disciplinario implicará que la asignatura quede en el estado provisional de "pendiente de evaluación" hasta la resolución del expediente. La gestión de estas incidencias se lleva a cabo de acuerdo con el [Marco de actuación para la integridad académica en la evaluación de la UPC](#).

Al finalizar la primera parte de la asignatura se realizará un primer examen parcial que, en principio, sería eliminatorio y tendría un peso del 45% en la nota final de la asignatura.

Al finalizar el curso, el alumno podrá elegir entre realizar un segundo examen parcial sobre la parte restante, con un peso del 55% sobre la nota final, o realizar un examen final sobre la totalidad del temario, cuyo valor sería, en este caso, el 100% de la nota final. Además, habrá un examen extraordinario durante el mes de julio para los estudiantes que hayan suspendido.

BIBLIOGRAFÍA

Básica:

- José, Jorge V; Saletan, Eugene J. Classical dynamics : a contemporary approach. Cambridge: Cambridge University Press, 1998. ISBN 0521636361.
- Carroll, Sean M. Spacetime and geometry : an introduction to general relativity. San Francisco: Addison Wesley, cop. 2004. ISBN 0805387323.
- Galindo, Alberto; Pascual, Pedro. Quantum mechanics I. Springer-Verlag, 1990. ISBN 9783642838569.

Complementaria:

- Jackson, John David. Classical electrodynamics. 3rd ed. New York: John Wiley & Sons, cop. 1999. ISBN 047143132X.
- Garrido Beltrán, Lluís; Pons Ràfols, Josep Maria. Mecànica quàntica. 2a ed. Barcelona: Universitat de Barcelona, 2007. ISBN 9788447532353.



- Feynman, Richard P; Leighton, Robert B; Sands, Matthew L. The Feynman lectures on physics [en línea]. New millennium ed. New York: Basic Books, cop. 2010 [Consulta: 26/06/2023]. Disponible a: https://www.feynmanlectures.caltech.edu/I_toc.html. ISBN 9780465024940.
- Woodhouse, N. M. J. Special relativity. Berlin: Springer-Verlag, cop. 2003. ISBN 9781852334260.
- Goldstein, Herbert; Safko, Joh; Poole, Charles P. Classical mechanics. 3rd ed. San Francisco: Addison-Wesley, cop. 2002. ISBN 0201657023.

RECURSOS

Enlace web:

- Aaronson, S.. Recurso

Otros recursos:

- 1) S. Aaronson, Introduction to quantum information science, curso de la UT (Austin), 2017. Los materiales del curso se pueden encontrar aquí: <https://www.scottaaronson.com/cs378/> />
- 2) Materiales adicionales que se depositarán en ATENEA.