

Titulación	Tipo	Curso
2500097 Física	OB	3

## Contacto

Nombre: Ramon Muñoz Tapia

Correo electrónico: ramon.munoz@uab.cat

## Equipo docente

Simone Baroni

## Idiomas de los grupos

Puede consultar esta información al [final](#) del documento.

## Prerrequisitos

Se recomienda que los estudiantes se inicien en el campo de la Física Cuántica cumpliendo unos pocos prerrequisitos razonables. Hay que tener en cuenta que la física cuántica es una de las asignaturas más difíciles de la física, ya sea por su contenido antiintuitivo y muy amplio (afecta a muchas partes de la física), o porque se utilizan diversas herramientas matemáticas sofisticadas:

**Física:** Conocimiento de la mecánica clásica incluyendo, a nivel elemental, el formulismo de Hamilton; Conocimiento del electromagnetismo, las ondas y la óptica de primer año.

**Matemáticas:** conocimiento de álgebra, incluyendo espacios vectoriales (con métricas), operadores lineales, vectores y valores propios; conocimiento elemental de números complejos, integración de funciones de varias variables y ecuaciones diferenciales.

**General:** se requiere una mente abierta y una capacidad (entrenamiento) para llevar al día una asignatura llena de novedades tanto formales como de fondo.

## Objetivos y contextualización

Se trata de introducir al alumnado en el mundo de la mecánica cuántica que es parte esencial de la física moderna. Exponerle y ayudarle a alcanzar los conceptos fundamentales y el formalismo básico de esta disciplina. Ilustrar su utilidad, importancia y sentido con aplicaciones. Preparar a los/as alumnos/as para que puedan profundizar y ampliar conocimientos en Física Cuántica II y en las asignaturas optativas de Mecánica Cuántica, Mecánica Cuántica Avanzada, Información Cuántica, Óptica Cuántica entre otras.

Loa lista (no es exhaustiva) de objetivos básicos más concretos es:

- (i) Conocer los experimentos que dieron lugar a mecánica cuántica
- (ii) Identificar la formulación y postulados cuánticos en sistemas de dimensión finita e infinita.
- (iii) Realizar evoluciones temporales en espacios de dimensión finita (esencialmente dimensión 2)
- (iv) Conocer la formulación ondulatoria en espacio de coordenadas y momentos
- (v) Resolver el espectro de energía y estados de potenciales sencillos en 1D (pozos y oscilador armónico) en mecánica ondulatoria
- (vi) Descripción de estados de colisión (scattering) en barreras de potenciales sencillas y saber identificar las diferencias con los estados ligados
- (vii) Saber realizar la evolución temporal de un paquete de ondas libre.
- (viii) Resolver problemas sencillos en 3D (pozo infinito y oscilador armónico isotrópico y no isotrópico). Analizar degeneraciones.
- (ix) Estudiar problemas con simetría radial, expresiones del Laplaciano y momento angular orbital.
- (x) Resolver el espectro del átomo de hidrógeno

## Competencias

- Conocer y comprender los fundamentos de las principales áreas de la física.
- Desarrollar estrategias de análisis, síntesis y comunicación que permitan transmitir los conceptos de la Física en entornos educativos y divulgativos.
- Formular y abordar problemas físicos identificando los principios más relevantes y usando aproximaciones, si fuera necesario, para llegar a una solución que debe ser presentada explicitando hipótesis y aproximaciones.
- Razonar críticamente, poseer capacidad analítica, usar correctamente el lenguaje técnico, y elaborar argumentos lógicos.
- Trabajar autónomamente, usar la propia iniciativa, ser capaz de organizarse para alcanzar unos resultados, planear y ejecutar un proyecto.
- Usar las matemáticas para describir el mundo físico, seleccionando las herramientas apropiadas, construyendo modelos adecuados, interpretando resultados y comparando críticamente con la experimentación y la observación.

## Resultados de aprendizaje

1. Calcular la estructura electrónica del átomo de hidrogeno utilizando el formalismo y los métodos introducidos de forma general.
2. Describir algunos sistemas cuánticos paradigmáticos como el experimento de Stern-Gerlach, la doble rendija o las barreras de potencial (efecto túnel).
3. Describir la estructura y niveles atómicos no perturbados.
4. Describir las leyes que rigen el mundo cuántico: identificar los postulados de la mecánica cuántica y desarrollar una intuición de sus propiedades características.
5. Razonar críticamente, poseer capacidad analítica, usar correctamente el lenguaje técnico, y elaborar argumentos lógicos.
6. Trabajar autónomamente, usar la propia iniciativa, ser capaz de organizarse para alcanzar unos resultados, planear y ejecutar un proyecto.

7. Transmitir, de forma oral y escrita, conceptos físicos de cierta complejidad haciéndolos, no obstante, comprensibles en entornos no especializados.
8. Usar métodos aproximados en modelos sencillos que describan los rasgos y comportamiento generales de sistemas físicos de gran complejidad.
9. Utilizar las ecuaciones diferenciales y las familias ortogonales de funciones.
10. Utilizar los espacios de Hilbert y los operadores hermíticos y unitarios.

## Contenido

Bases físicas de la M.Q. Hechos experimentales y consecuencias básicas. Indeterminaciones y principio de Heisenberg.

Formulismo básico de la M.Q. Estados y observables. Espacios vectoriales. Operadores. Notación de Dirac.

Postulados de la MQ. Mecánica matricial (Heisenberg) y mecánica ondulatoria (Schrödinger).

Aplicaciones unidimensionales de mecánica ondulatoria: pozos sencillos, efecto túnel, oscilador armónico, moléculas diatómicas.

Aplicaciones tridimensionales de mecánica ondulatoria: Momento angular orbital y armónicos esféricos, átomo de hidrógeno. Potenciales centrales.

## Actividades formativas y Metodología

Título	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Tipo: Dirigidas			
Clases de Problemas (resolución y seminarios)	22	0,88	7, 10, 8, 5, 9
Clases de teoría	28	1,12	1, 2, 4, 3, 10, 8, 5, 9
Tipo: Autónomas			
Estudio de teoría	40	1,6	1, 2, 4, 3, 10, 5, 9
Solución de problemas planteados	51	2,04	2, 4, 3, 10, 8, 5, 9

Clases teóricas: En las clases magistrales introducimos los conceptos y métodos claves que definen los contenidos de la asignatura, y que la alumna deberá completar y asimilar con la ayuda de la bibliografía recomendada y el material que se proporcione en el campus virtual.

Clases de problemas: Los problemas ilustran la aplicación de los conceptos aprendidos a problemas concretos de relevancia pedagógica o práctica. También deben servir al estudiante para afianzar sus habilidades matemáticas.

Una parte de los problemas son resuletos en clase por el profesor de problemas, de manera que los estudiantes -que habrán hecho previamente los problemas en casa- puedan saber el grado de acierto de sus soluciones e incorporar las correcciones pertinentes; otros problemas deben ser resueltos y entregados por el estudiante directamente al profesor. Estos últimos se harán en forma de entregas para casa.

Hay programadas unas cuatro sesiones de 2h cada una donde se realizan problemas en grupos de 3-4 alumnos asignados de forma aleatoria. Estos problemas tratan algunos aspectos de forma más exhaustiva y

permiten ilustrar la aplicación de conceptos en mayor profundidad así como aprender algunas técnicas nuevas.

Tutorías: A las tutorías individuales (eventualmente se podrá organizar alguna en grupo) se resolverán dudas

Actividades no presenciales (Autónomas)

Estudio y preparación de las clases de Teoría.

Estudio y resolución de los Problemas planteados previamente.

Corrección por pares de los ejercicios de sesiones especiales

Detalles adicionales:

Se considerará habilitar un canal de Slack para facilitar la comunicación con el profesorado y entre el alumnado

Nota: se reservarán 15 minutos de una clase dentro del calendario establecido por el centro o por la titulación para que el alumnado rellene las encuestas de evaluación de la actuación del profesorado y de evaluación de la asignatura o módulo.

## Evaluación

### Actividades de evaluación continuada

Título	Peso	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Entregas y sesiones de problemas	10-15%	0	0	1, 2, 4, 3, 7, 10, 8, 5, 9, 6
Evaluación de recuperación	100%	3	0,12	1, 2, 4, 3, 10, 8, 5, 9
Primera evaluación	42.5-45% recuperable	3	0,12	2, 4, 7, 10, 5, 9
Segunda evaluación	42.5-45% recuperable	3	0,12	1, 4, 3, 7, 10, 8, 5, 9

Todas las evaluaciones serán escritas. La mitad de cada evaluación será de Teoría y la otra mitad de Problemas. No se podrán utilizar textos de apoyo, salvo un formulario que o bien se adjuntará al examen o bien se permitirá que el prepare al alumno. La primera evaluación (con Teoría y Problemas) se hará después de unas 7 semanas e incluirá la mitad del temario aproximadamente. La segunda se hará unas 7 semanas más tarde e incluirá la otra mitad.

Tanto el primero como el segundo parcial serán recuperables (y con notas mejorables) al final del semestre con una evaluación final o de repesca. Dicho de otro modo, se evaluará con dos "parciales" y, para quien lo quiera o lo necesite, una "repesca" con la o las recuperaciones pertinentes. Sólo podrá se hará media entre los dos parciales (o su respectiva recuperación) si la calificación es de al menos un 3,. Como norma general es necesario presentarse a los dos parciales para poder presentarse al de repesca. No obstante, se podrán considerar circunstancias especiales. Las entregas y sesiones de problemas contribuirán hasta un punto (o según la carga de trabajo, hasta un punto y medio) en la nota de los exámenes parciales (no al de repesca). El alumnado se considerará presentado si entrega cualquiera de los parciales o el examen final.

Respecto al alumnado aprobado por parciales que se presente a subir nota (de los parciales o globalmente), si la nota es superior a la anterior se computará esta última, y si es inferior, se hará una media al 75% nota parciales 25% nota recuperación.

## Evaluación única

El alumnado que se haya acogido a la modalidad de evaluación única deberá realizar una prueba final que consistirá en un examen de teoría en el que deberá responder a una serie de cuestiones de carácter teórico. Seguidamente deberá realizar una prueba de problemas donde deberá resolver una serie de ejercicios similares a los que se han trabajado en las sesiones de Prácticas de Aula. Cuando haya finalizado, deberá responder a algunas cuestiones sobre conceptos desarrollados en las sesiones de seminarios. Estas pruebas se llevarán a cabo en el mismo día, hora y lugar que las pruebas del segundo parcial de la modalidad de evaluación continua.

La calificación del estudiante será la media ponderada de las tres actividades anteriores, en las que el examen de teoría supondrá el 40% de la nota, el examen de problemas el 40% y las cuestiones orales el 20%.

Si la nota final no alcanza 5, el estudiante tiene otra oportunidad de superar la asignatura mediante el examen de recuperación que se celebrará de forma general el día de la repesca, o en la fecha que fije la coordinación de la titulación. En esta prueba se podrá recuperar el 70% de la nota correspondiente a la teoría y problemas. La parte oral no es recuperable."

## Bibliografía

### Básica

F. Mandl, "Quantum Mechanics", John Wiley 1992. Llibre de referència que tradicionalment s'ha fet servir a Física Quàntica la UAB i del que disposeu moltes còpies a la Biblioteca de Ciències. S'hi troben molts continguts del curs, tot i així trobareu una exposició més moderna al Griffiths i Ballentine.

D. J. Griffiths, "Introduction to Quantum Mechanics", Pearson Prentice Hall; 2nd Ed. 2004.

### Avanzada

L. Ballentine, "Quantum Mechanics: A Modern Development", World Scientific Publishing Company, 1998.

J. J. Sakurai, "Modern Quantum Mechanics", Addison Wesley, 1993.

C. Cohen-Tannoudji, B. Diu, F. Laloe, Quantum Mechanics vol.1-2, Wiley-Interscience, 2006.

A. Galindo y P. Pascual, "Mecánica Cuántica", Vol. I, II y III, Eudema Universidad, Madrid 1989.

### Otros

Eisberg, Resnick. Física Cuántica. Átomos, Moléculas, Sólidos, Núcleos y Partículas. 2002.

Alonso, Marcelo, and Edward J. Finn. "Física" Vol III: Fundamentos cuánticos y estadísticos". Ed. Rev. Addison Wesley Longman, 2000.

## Software

No se requieren programas específicos para el curso, pero acceso a los programas Maple o Mathematica puede ser conveniente para comprobar y extender algunos resultados. El procesador de textos LaTeX es muy útil para la presentación de las entregas.

## Lista de idiomas

---

Nombre	Grupo	Idioma	Semestre	Turno
(PAUL) Prácticas de aula	1	Catalán	primer cuatrimestre	mañana-mixto
(PAUL) Prácticas de aula	2	Catalán	primer cuatrimestre	mañana-mixto
(TE) Teoría	1	Catalán	primer cuatrimestre	mañana-mixto
(TE) Teoría	2	Catalán	primer cuatrimestre	mañana-mixto