

**Mecánica Cuántica**

Código: 100171  
Créditos ECTS: 6

Titulación	Tipo	Curso	Semestre
2500097 Física	OT	4	1

### Contacto

Nombre: Eduard Massó Soler

Correo electrónico: Eduard.Masso@uab.cat

### Uso de idiomas

Lengua vehicular mayoritaria: inglés (eng)

Algún grupo íntegramente en inglés: Sí

Algún grupo íntegramente en catalán: No

Algún grupo íntegramente en español: No

### Prerequisitos

Es recomendable haber estudiado. - Física cuántica I - Física cuántica II También se recomienda - Métodos matemáticos avanzados

### Objetivos y contextualización

El objetivo de este curso es que el alumno domine varios métodos y aspectos formales de la mecánica cuántica que les permitan profundizar sus conocimientos y tener una amplia gama de aplicaciones en diversos campos de la física moderna, como la física atómica, nuclear, partículas, materia condensada, estado sólido, fotónica, etc.

Se utilizarán ampliamente los espacios de Hilbert y su formalismo, se presentarán las diferentes imágenes de la evolución temporal, así como los operadores unitarios de la evolución temporal y los de las simetrías, tanto continuas como discretas.

Las aplicaciones más importantes son los operadores de espectro continuo, la adición cuántica de momentos angulares, partículas idénticas y la teoría de perturbación dependiente del tiempo, así como los ejemplos notables de potenciales dependientes del tiempo.

### Competencias

- Aplicar los principios fundamentales al estudio cualitativo y cuantitativo de las diferentes áreas particulares de la física.
- Comunicar eficazmente información compleja de forma clara y concisa, ya sea oralmente, por escrito o mediante TIC, y en presencia de público, tanto a audiencias especializadas como generales.
- Conocer las bases de algunos temas avanzados, incluyendo desarrollos actuales en la frontera de la Física, sobre los que poder formarse posteriormente con mayor profundidad.
- Conocer y comprender los fundamentos de las principales áreas de la física.
- Desarrollar estrategias de aprendizaje autónomo.
- Desarrollar la capacidad de análisis y síntesis que permita adquirir conocimientos y habilidades en campos distintos al de la Física y aplicar a los mismos las competencias propias del Grado en Física, aportando propuestas innovadoras y competitivas.

- Desarrollar un pensamiento y un razonamiento crítico y saber comunicarlos de manera efectiva, tanto en las lenguas propias como en una tercera lengua.
- 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.
- Generar propuestas innovadoras y competitivas en la investigación y en la actividad profesional.
- Razonar críticamente, poseer capacidad analítica, usar correctamente el lenguaje técnico, y elaborar argumentos lógicos.
- Respetar la diversidad y pluralidad de ideas, personas y situaciones.
- Trabajar autónomamente, usar la propia iniciativa, ser capaz de organizarse para alcanzar unos resultados, planear y ejecutar un proyecto.
- Trabajar en grupo, asumiendo responsabilidades compartidas e interaccionando profesional y constructivamente con otros con absoluto respeto a sus derechos.
- 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. Analizar las consecuencias de nuevos planteamientos con propuestas concretas y poner a prueba su validez dentro del marco de la mecánica cuántica.
2. Analizar nuevos y viejos experimentos cuánticos desde distintos puntos de vista para consolidar las bases del formalismo cuántico y plantear puntos de vista no convencionales.
3. Aplicar distintas formas equivalentes de resolver un mismo problema, usando por ejemplo, imágenes distintas o descripciones equivalentes relacionadas por operadores unitarios.
4. Calcular coeficientes de Clebsch-Gordon y saber usar las tablas de los mismos.
5. Calcular la evolución de un sistema al que aplicamos un potencial dependiente del tiempo.
6. Calcular las probabilidades de la medida de un observable en un sistema cuántico.
7. Comunicar eficazmente información compleja de forma clara y concisa, ya sea oralmente, por escrito o mediante TIC, y en presencia de público, tanto a audiencias especializadas como generales.
8. Desarrollar estrategias de aprendizaje autónomo.
9. Desarrollar la capacidad de relacionar el formalismo matemático de la mecánica cuántica con los experimentos del mundo físico.
10. Desarrollar un pensamiento y un razonamiento crítico y saber comunicarlos de manera efectiva, tanto en las lenguas propias como en una tercera lengua.
11. Describir el concepto de generador de una transformación continua y la simetría asociada.
12. Describir el teorema de Ehrenfest.
13. Describir la composición de momentos angulares.
14. Describir la dinámica de un sistema y su evolución a partir del operador de evolución temporal y las distintas imágenes equivalentes.
15. Describir la interacción en mecánica cuántica, la imagen de interacción y el desarrollo de la teoría de perturbaciones.
16. Describir las diferencias entre estados puros y mezcla y su formalismo.
17. Describir las transformaciones discretas así como el concepto de partículas idénticas y de intercambio de partículas y sus consecuencias.
18. Discernir entre las hipótesis implícitas al problema tratado y las consecuencias de eliminarlas y por tanto, aprender a generalizar la solución.
19. Enumerar y describir los postulados de la Mecánica Cuántica.
20. Generar propuestas innovadoras y competitivas en la investigación y en la actividad profesional.
21. Identificar las características esenciales del problema cuántico tratado y traducirlos en términos de operadores y estados cuánticos para describir el sistema y los observables relevantes.
22. Manejar correctamente las bases continuas y la notación de Dirac.
23. Manejar correctamente los operadores de traslación y rotación sobre un sistema cuántico concreto.
24. Manejar la representación espectral y matricial de los operadores hermíticos y unitarios.
25. Manipular con rigor las propiedades de los espacios de Hilbert y del producto y suma directa de espacios.
26. Plantear correctamente la evolución temporal de un sistema cuántico.

27. Predecir correctamente el resultado de aplicar transformaciones discretas como paridad o inversión temporal sobre un sistema.
28. Razonar críticamente, poseer capacidad analítica, usar correctamente el lenguaje técnico, y elaborar argumentos lógicos.
29. Realizar correctamente la composición de momentos angulares.
30. Relacionar algunas de las aplicaciones de la mecánica cuántica con desarrollos tecnológicos actuales.
31. Relacionar resultados recientes de investigación con algunos de los aspectos fundamentales de la mecánica cuántica.
32. Respetar la diversidad y pluralidad de ideas, personas y situaciones.
33. Trabajar autónomamente, usar la propia iniciativa, ser capaz de organizarse para alcanzar unos resultados, planear y ejecutar un proyecto.
34. Trabajar en grupo, asumiendo responsabilidades compartidas e interaccionando profesional y constructivamente con otros con absoluto respeto a sus derechos.

## Contenido

0. Overview of the postulates.
1. Symmetry. Space and time displacement. Space-periodic potentials. Rotation, angular momentum, and unitary groups. Quantum addition of angular momentum. Space and time inversions.
2. Approximation methods for bound states. WKB. Time-dependent potentials.
3. Identical particles. Spin. Density operator and density matrix.
4. Collision Theory. Scattering cross-sections. Spherically symmetric potentials. Phase shifts.
5. Approximation methods in collision theory. Green's functions and propagators. Scattering matrix. Stationary collision theory. Born approximation.
6. Phases in quantum mechanics for runners.
7. Path integral for pedestrians.

## Metodología

Este curso se impartirá íntegramente en inglés. Todo el material del curso (problemas, tareas y exámenes) se distribuirá en inglés y se alentará a los estudiantes a hacer todos los ejercicios / exámenes en inglés, aunque en catalán o español también se aceptarán y evaluarán con los mismos criterios. Este curso constará de clases teóricas y de problemas. Habrá un equilibrio entre el trabajo en clase y en casa. Las listas de problemas se darán para ser resueltos individualmente o en grupos. Las soluciones a los problemas serán discutidas en las clases de problemas. Los estudiantes resolverán individualmente y entregarán después de un tiempo limitado una selección de problemas de "tarea" que contarán para la calificación final del curso. Los estudiantes deberán preparar 2 exámenes escritos: un examen de mitad de período y un examen final, el último de los cuales se puede volver a tomar una vez.

## Actividades

Título	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Tipo: Dirigidas			
Horas presenciales de problemas	16	0,64	3, 4, 5, 7, 10, 18, 21, 25, 26, 28, 22, 24
Horas presenciales de teoría	33	1,32	3, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 25, 27, 30, 31

Tipo: Autónomas

Discusión y trabajo en grupo	46	1,84	3, 4, 7, 11, 13, 14, 16, 17, 8, 9, 10, 18, 29, 19, 28, 32, 33, 34, 23
Estudio de los conceptos teóricos	47	1,88	4, 5, 6, 7, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 8, 10, 29, 19, 20, 26, 27, 28, 33, 23

## Evaluación

Habrà un examen de recuperación para los estudiantes que: a) hayan realizado el Examen 1 y el Examen 2 y b) hayan suspendido el curso con una calificación de al menos un 3.5 (sobre 10). Los detalles de este examen serán anunciados a su debido tiempo. Los estudiantes que no asistan al examen 2 tendrán la nota "No presentado - no evaluable"

## Actividades de evaluación

Título	Peso	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Examen 1	30%	2	0,08	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 8, 9, 10, 18, 29, 19, 20, 21, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 32, 33, 34, 23, 22, 24
Examen 2 Final	50%	2	0,08	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 8, 9, 10, 18, 29, 19, 20, 21, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 32, 33, 34, 23, 22, 24
Homework (Entrega)	20%	2	0,08	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 8, 9, 10, 18, 29, 19, 20, 21, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 32, 33, 34, 23, 22, 24
Recuperación (Examen)	85%	2	0,08	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 8, 9, 10, 18, 29, 19, 20, 21, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 32, 33, 34, 23, 22, 24

## Bibliografía

L. I. Schiff, "Quantum Mechanics", Ed. McGraw-Hill.

J. J. Sakurai, "Modern Quantum Mechanics", Ed. Addison-Wesley.

C. Cohen-Tannoudji, B. Diu and F. Laloe "Quantum Mechanics", Vols 1&2, Ed. Hermann and Wiley & Sons.

W. Greiner, "Quantum Mechanics: An Introduction", Ed. Springer.

W. Greiner and B. Müller, "Quantum Mechanics. Symmetries", Ed. Springer.

R. Shankar, "Principles of Quantum Mechanics", Ed. Plenum Press.