

| Titulación | Tipo | Curso |
|------------|------|-------|
| Física     | OB   | 3     |

## Profesor/a de contacto

Nombre : Ramón Muñoz Tapia

Correo electrónico : ramon.munoz@uab.cat

## Equipo docente

Gabriele De Chiara

Arnau Diebra Huertas

## 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

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

## Resultados de aprendizaje

1. Razonar críticamente, poseer capacidad analítica, usar correctamente el lenguaje técnico, y elaborar argumentos lógicos.
2. Transmitir, de forma oral y escrita, conceptos físicos de cierta complejidad haciéndolos, no obstante, comprensibles en entornos no especializados.
3. Describir las leyes que rigen el mundo cuántico: identificar los postulados de la mecánica cuántica y desarrollar una intuición de sus propiedades características.
4. Describir algunos sistemas cuánticos paradigmáticos como el experimento de Stern-Gerlach, la doble rendija o las barreras de potencial (efecto túnel).
5. Describir la estructura y niveles atómicos no perturbados.
6. Calcular la estructura electrónica del átomo de hidrogeno utilizando el formalismo y los métodos introducidos de forma general.
7. Usar métodos aproximados en modelos sencillos que describan los rasgos y comportamiento generales de sistemas físicos de gran complejidad.

8. Utilizar los espacios de Hilbert y los operadores hermíticos y unitarios.
9. Utilizar las ecuaciones diferenciales y las familias ortogonales de funciones.
10. Trabajar autónomamente, usar la propia iniciativa, ser capaz de organizarse para alcanzar unos resultados, planear y ejecutar un proyecto.

## Contenidos

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 |
|-----------------------------------------------|-------|------|---------------------------|
| Clases de Problemas (resolución y seminarios) | 22    | 0,88 | 1, 2, 7, 8, 9             |
| Estudio de teoría                             | 40    | 1,6  | 1, 3, 4, 5, 6, 8, 9       |
| Clases de teoría                              | 28    | 1,12 | 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9    |
| Solución de problemas planteados              | 51    | 2,04 | 1, 3, 4, 5, 7, 8, 9       |

### Clases teóricas

En las clases de teoría se introducen los conceptos y métodos clave que definen los contenidos de la asignatura. Antes de cada clase presencial, el alumnado deberá familiarizarse con el material que se pondrá a su disposición en forma de apuntes, vídeos o bibliografía.

### Clases de problemas

Los problemas ilustran la aplicación de los conceptos aprendidos a problemas concretos de relevancia pedagógica o práctica. Asimismo, deben servir al estudiante para consolidar sus habilidades matemáticas.

Una parte de los problemas será resuelta en clase por el profesor de problemas, de modo que los estudiantes -que habrán trabajado previamente los ejercicios en casa- puedan conocer el grado de acierto de sus soluciones e incorporar las correcciones pertinentes. Otros problemas deberán ser resueltos y entregados directamente por el estudiante al profesor.

En el aula Moodle habrá una serie de cuestionarios sobre los distintos temas de la asignatura que ayudarán al

estudiante a evaluar su grado de adquisición de los conceptos a lo largo del curso. Estos cuestionarios no serán objeto de evaluación; sin embargo, algunos de los aspectos tratados en ellos podrán incluirse en las pruebas de evaluación.

Se han programado aproximadamente cuatro sesiones de dos horas cada una en las que se resolverán problemas en grupos de 3 o 4 estudiantes asignados aleatoriamente. Estos problemas abordan determinados aspectos con mayor profundidad y permiten ilustrar la aplicación de los conceptos de forma más exhaustiva, así como aprender algunas técnicas nuevas.

## Tutorías

En las tutorías individuales (y, eventualmente, en algunas tutorías grupales) se resolverán dudas y se proporcionará orientación académica al alumnado.

### Actividades no presenciales (autónomas):

- Estudio y preparación de las clases de teoría.
- Estudio y resolución previa de los problemas propuestos.
- Realización de los cuestionarios del aula Moodle.
- Corrección por pares de las sesiones especiales de problemas.

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     |
|----------------------------------|--------------------|-------|------|-------------------------------|
| Primera evaluación               | 40-45% recuperable | 3     | 0,12 | 1, 2, 3, 4, 8, 9              |
| Evaluación de recuperación       | 100%               | 3     | 0,12 | 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9        |
| Entregas y sesiones de problemas | 10-20%             | 0     | 0    | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 |
| Segunda evaluación               | 40-45% recuperable | 3     | 0,12 | 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9        |

### Evaluación

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 sesiones de problemas contribuirán hasta dos puntos 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.

Habrà un período inicial de 15 minutos para decidir si se prosigue con el examen.

## 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.

## Nota

La realización de cualquier irregularidad en un acto de evaluación (fraude académico, plagio o uso indebido de la IA, salvo que dicho uso esté expresamente autorizado en la guía docente), que pueda conducir a una variación significativa de la calificación, supondrá que este acto sea calificado con un 0. En caso de que la guía docente prevea que para superar la asignatura sea un requisito imprescindible haber obtenido una nota mínima en este acto de evaluación, o de que se produzcan varias irregularidades en los actos de evaluación de una misma asignatura, la calificación final de dicha asignatura será de 0. Además, podrá instruirse un procedimiento disciplinario al estudiante que incurra en cualquiera de estas irregularidades.

## 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 cuanticos 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.

## Grupos e idiomas de la asignatura

La información proporcionada es provisional hasta el 30 de noviembre. A partir de esta fecha, podrá consultar el idioma de cada grupo a través de este [enlace](#). Para acceder a la información, será necesario introducir el CÓDIGO de la asignatura

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