

Física Cuántica I

Código: 100154
Créditos ECTS: 6

| Titulación | Tipo | Curso | Semestre |
|----------------|------|-------|----------|
| 2500097 Física | OB | 3 | 1 |

La metodología docente y la evaluación propuestas en la guía pueden experimentar alguna modificación en función de las restricciones a la presencialidad que impongan las autoridades sanitarias.

Contacto

Nombre: John Calsamiglia Costa

Correo electrónico: John.Calsamiglia@uab.cat

Uso de idiomas

Lengua vehicular mayoritaria: catalán (cat)

Algún grupo íntegramente en inglés: No

Algún grupo íntegramente en catalán: No

Algún grupo íntegramente en español: No

Equipo docente

Matt Hoogsteder Riera

Michail Skoteiniotis

Matteo Rosati

Prerequisitos

Se recomienda que los estudiantes se inicien en el campo de la Física Cuántica cumpliendo unos pocos prerequisitos razonables. La razón es simple: 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 al 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 al alumno para 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.

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 hidrógeno 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.

Metodología

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 resueltos 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 o en sesiones de problemas en clase en grupos reducidos.

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.

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.

Actividades

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

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, y en cualquier caso es necesario presentarse a los dos parciales para poder presentarse al de repesca. 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 alumno se considerará presentado si entrega cualquiera de los parciales o el examen final.

Actividades de evaluación

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

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 copies a la Biblioteca de Ciències. S'hi troben molts continguts del curs, tot i així trobareu una exposició més moderna (i pel meu gust més clara) 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.+

Software

Según el regimen de presencialidad, se utilizará Slack para facilitar la interacción entre alumnos y profesorado y Zoom para las classes virtuales.