



Asignatura: Mecánica Cuántica I  
Código: 16407  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Física  
Curso Académico: 2016 - 2017  
Tipo: Formación obligatoria  
Nº de créditos: 6 ECTS

## ASIGNATURA / COURSE TITLE

MECÁNICA CUÁNTICA I / QUANTUM MECHANICS I

## Código / Course number

16407

## Materia / Content area

Física Cuántica

## Tipo / Coursetype

Formación obligatoria / Compulsory subject

## Nivel / Course level

Grado / Bachelor (first cycle)

## Curso / Year

3º / 3<sup>rd</sup>

## Semestre / Semester

1º / 1<sup>st</sup> (Fall semester)

## Idioma / Language

Español. Se emplea también Inglés en material docente / In addition to Spanish, English is also extensively used in teaching material

## Requisitos previos / Prerequisites

Se recomienda tener buenos conocimientos de física y matemáticas a nivel de segundo curso del Grado en Física / Good knowledge of physics and mathematics at the level of 2<sup>nd</sup> year of the Physics Degree.



Asignatura: Mecánica Cuántica I  
Código: 16407  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Física  
Curso Académico: 2016 - 2017  
Tipo: Formación obligatoria  
Nº de créditos: 6 ECTS

## Requisitos mínimos de asistencia a las sesiones presenciales / **Minimum attendance requirement**

- La asistencia a las clases magistrales no es obligatoria, pero es muy recomendable.
- La asistencia a las clases prácticas no es obligatoria, pero es muy recomendable.
- [Attendance to lectures is not mandatory, but it is highly advisable.](#)
- [Attendance to practices is not mandatory, but it is highly advisable.](#)

## Datos del equipo docente / **Faculty data**

### Coordinador:

Docente(s) / [Lecturer\(s\) Jorge Fernández de Trocóniz](#)  
Departamento de Física Teórica/ [Department of Theoretical Physics](#)  
Facultad de Ciencias/ [Faculty of Science](#)  
Despacho 305- Módulo 15/ [Office 305- Module 15](#)  
Teléfono / [Phone](#): +34 91 497 3881  
Correo electrónico/[Email](#): [jorge.troconiz@uam.es](mailto:jorge.troconiz@uam.es)  
Página web/[Website](#):  
Horario de atención al alumnado/[Office hours](#): upon appointment

## Objetivos del curso / **Course objectives**

El objetivo general de esta asignatura es ofrecer una introducción equilibrada de los conceptos, principios y fenómenos básicos más importantes de la Física Cuántica, así como su aplicación para la resolución de algunos sistemas físicos importantes.

Resultados de aprendizaje: / [Learning outcomes](#)

Conceptuales / [Knowledge](#)

- Conocimiento de los principales experimentos que requieren una explicación basada en la Física Cuántica.
- Conocimiento de la dualidad onda-corpúsculo de la luz y de la materia y su significado en la Física Cuántica.
- Conocimiento básico del formalismo matemático de la Física Cuántica.
- Conocimiento de los conceptos básicos sobre la descripción de los fenómenos cuánticos: mecánica ondulatoria y formalismo de Dirac.



Asignatura: Mecánica Cuántica I  
Código: 16407  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Física  
Curso Académico: 2016 - 2017  
Tipo: Formación obligatoria  
Nº de créditos: 6 ECTS

- Conocimiento de los aspectos fundamentales de la Física Cuántica: estados cuánticos, evolución temporal, medida, indeterminación, etc.

#### Prácticos / Skills

- Destreza en la resolución de la ecuación de Schrödinger para sistemas sencillos.
- Destreza en el manejo del formalismo de Dirac: vectores, operadores, bases, representaciones, etc.
- Destreza en la obtención de las probabilidades para los posibles resultados de una medida y en el cálculo de valores medios y elementos de matriz de magnitudes físicas.
- Destreza en la obtención de la evolución temporal de sistemas sencillos.

Estos resultados de aprendizaje, relacionados con los contenidos temáticos de la asignatura concretan el desarrollo de las competencias específicas y a su vez, a través de la metodología docente empleada y las actividades formativas desarrolladas a lo largo del curso, contribuyen al desarrollo de competencias generales correspondientes al “Física Cuántica y Física de Sistemas de Muchas Partículas” recogido en la Memoria de Verificación del Grado, como son:

- Conocer y comprender las leyes y principios fundamentales de la física, y ser capaz de aplicar estos principios a diversas áreas de la física (A1).
- Haberse familiarizado con las áreas más importantes de la física, y reconocer los enfoques comunes a muchas áreas en física (A2).
- Tener un conocimiento en profundidad de las bases de la física moderna (A3).
- Desarrollar una clara percepción de las situaciones que son físicamente diferentes, pero que muestran analogías, permitiendo el uso de soluciones conocidas a nuevos problemas (A8).
- Ser capaz de comparar nuevos datos experimentales con los modelos disponibles para revisar su validez y sugerir cambios en el modelo con el objeto de mejorar la concordancia de los modelos con los datos (A12).
- Ser capaz de presentar resultados científicos propios o resultados de búsquedas bibliográficas, tanto a profesionales como a público en general (A13).
- Ser capaz de buscar y utilizar bibliografía en física y otra bibliografía técnica, así como cualquier otra fuente de información relevante para trabajos de investigación y desarrollo técnico de proyectos (A15).
- Ser capaz de utilizar las tecnologías de la información para obtener información, analizar resultados (A16).



Asignatura: Mecánica Cuántica I  
Código: 16407  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Física  
Curso Académico: 2016 - 2017  
Tipo: Formación obligatoria  
Nº de créditos: 6 ECTS

- Ser capaz de comprender textos técnicos en inglés (A19).
- Ser capaz de presentar resultados científicos en público en inglés (A20).
- Capacidad de análisis y síntesis (B1).
- Capacidad de comunicación (B3).
- Conocimiento del inglés (B4).
- Habilidades informáticas básicas (B5).
- Habilidades de búsqueda y gestión de información (B6).
- Resolución de problemas (B7).
- Habilidad para trabajar de forma autónoma (B13).
- Capacidad de aprendizaje autónomo (B14).
- Interés por la calidad (B18).

## Contenidos del programa / **Course contents**

### 1- INTRODUCCIÓN. ONDAS Y PARTÍCULAS:

- La situación de la Física a comienzos del siglo XX.
- La radiación del cuerpo negro: teoría clásica y fórmula de Planck.
- El efecto fotoeléctrico: teoría de Einstein.
- El fotón como onda y como partícula: el efecto Compton.
- La relación de Planck-Einstein.
- El núcleo: experimento de Rutherford.
- Los espectros atómicos.
- Modelo de Bohr.
- El electrón como onda: difracción e interferencia de electrones.
- La relación de De Broglie.

### 2- MECÁNICA ONDULATORIA:

- La función de onda.
- Amplitud de probabilidad.
- Ondas planas y paquetes de ondas.
- La ecuación de Schrödinger.
- Soluciones estacionarias.
- Evolución temporal.
- Densidad de probabilidad y corriente de probabilidad.
- Aplicación a problemas unidimensionales: paquete gaussiano, pozos, efecto túnel, etc.
- Indeterminación en posición y momento.

### 3- FORMALISMO GENERAL DE DIRAC:

- Estados y operadores. Operadores observables.
- Autovalores y autoestados.
- Bases del espacio de estados.



Asignatura: Mecánica Cuántica I  
Código: 16407  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Física  
Curso Académico: 2016 - 2017  
Tipo: Formación obligatoria  
Nº de créditos: 6 ECTS

- Conmutadores.
- Espectro continuo.
- Conexión con la Mecánica Ondulatoria.
- Operadores X y P.
- La delta de Dirac.
- Los postulados de la Mecánica Cuántica.
- El problema de la medida.
- Constantes del movimiento.
- Evolución temporal y teorema de Ehrenfest.
- El principio de indeterminación de Heisenberg.
- Ejemplos físicos: sistemas de dos niveles, matrices de Pauli.

#### 4- EL OSCILADOR ARMÓNICO CUÁNTICO:

- Operadores de creación y destrucción.
- Espectro y autofunciones.
- Límite clásico.
- Aplicaciones físicas.

## Referencias de consulta / [Course bibliography](#)

### Libro de referencia:

- “Mechanique Quantique”, C. Cohen-Tannoudji, B. Diu y F. Laloë, Hermann 1977 (hay traducción al inglés).

### Libros de problemas:

- “Problems in Quantum Mechanics with Solutions”, G.L. Squires; Cambridge Univ. Press 1994.
- “Problems and Solutions on Quantum Mechanics”, Yung-Kuo Lim; World Scientific 1997.
- “Problemas de Mecánica Cuántica”, A. Galindo y P. Pascual; Eudema 1989.
- “100 Problemas de Física Cuántica”, R. Fernández Álvarez-Estrada y J.L. Sánchez-Gómez; Alianza 1996.

### Libros de consulta:

- “Mecánica Cuántica”, F.J. Ynduráin; Ariel 2003, Alianza 1998.
- “Mecánica Cuántica”, A. Galindo y P. Pascual; Eudema 1989.
- “Física Cuántica”, M.A. Braun y J. Sánchez-Guillén; Alianza 1993.
- “Física Cuántica”, C. Sánchez del Río (coordinador); Eudema 1991.



Asignatura: Mecánica Cuántica I  
Código: 16407  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Física  
Curso Académico: 2016 - 2017  
Tipo: Formación obligatoria  
Nº de créditos: 6 ECTS

- “Quantum Mechanics”, B.H. Brandsen y C.J. Joachain; Prentice Hall 2000.
- “Modern Quantum Mechanics”, J.J. Sakurai y J.J. Napolitano; Addison Wesley 2010.
- “The Feynman Lectures on Physics” (Vol. 3), R.P. Feynman, R.B. Leighton y M. Sands; Addison Wesley 1964.
- “Mecánica Cuántica, Teoría No Relativista”; L.D. Landau y E.M. Lifschitz; Reverté 1983.
- “Quantum Mechanics: A Modern Introduction”; A. Das and A. C. Melissinos; Gordon and Breach Science Publishers 1986.
- “Quantum Mechanics”; D. H. McIntyre; Pearson 2012.
- “A Modern Approach to Quantum Mechanics”; J. S. Townsend; University Science Books 2012.
- “Quantum Mechanics”; N. Zettili; Wiley 2011.
- “An Introduction to Quantum Theory”; F. S. Levin; Cambridge Univ. Press 2002.
- “Quantum Mechanics”; G. Auletta, et al.; Cambridge Univ. Press 2009.

## Métodos docentes / Teaching methodology

La enseñanza y el aprendizaje de la asignatura se estructuran en clases teóricas y clases prácticas de resolución de problemas. En las clases teóricas el profesor explica los conceptos esenciales y los métodos de resolución contenidos en el programa de la asignatura. Se fomenta la participación del estudiante. Las clases prácticas están orientadas a la resolución de problemas específicos mediante los métodos descritos en las clases teóricas. Las clases prácticas están divididas en dos partes: una en la que el profesor resuelve ejercicios prácticos y otra en la que son los estudiantes los que deben resolver los ejercicios y explicarlos a los demás estudiantes. Los ejercicios a resolver por los estudiantes serán propuestos con anterioridad.

## Tiempo de trabajo del estudiante / Student workload

|            |                 | Nº de horas | Porcentaje |
|------------|-----------------|-------------|------------|
| Presencial | Clases teóricas | 30+30 h     | 75 horas   |



Asignatura: Mecánica Cuántica I  
Código: 16407  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Física  
Curso Académico: 2016 - 2017  
Tipo: Formación obligatoria  
Nº de créditos: 6 ECTS

|   |  | Nº de horas             | Porcentaje      |
|---|--|-------------------------|-----------------|
|   | Clases prácticas                               | (40%)                   | 50%             |
|   | Tutorías                                       | 12 h (8%)               |                 |
|   | Realización del examen final                   | 3 h (2%)                |                 |
| No presencial   | Realización de actividades prácticas           | 45 h (30%)<br>(3h x 15) | 75 horas<br>50% |
|   | Estudio semanal (equis tiempo x equis semanas) | 30 h (20%)<br>(2h x 15) |                 |
| <b>Carga total de horas de trabajo: 25 horas x 6 ECTS</b> |  | <b>150 h</b>            |                 |

### Métodos de evaluación y porcentaje en la calificación final / Evaluation procedures and weight of components in the final grade

El método de evaluación y los porcentajes en la calificación final son los siguientes:

- Examen final: 70% de la calificación final.
- Resolución de problemas en las clases prácticas y entrega de problemas propuestos: 30% de la calificación final.
- La entrega de problemas propuestos es cada 2 semanas aproximadamente y hay un total de 6 a 8 entregas. Se exige un mínimo del 80% de las entregas.
- Nota: para que contabilice la nota del examen final en la calificación del alumno deberá obtener al menos una calificación de 4 sobre 10 en dicho examen final.
- La calificación final para superar la asignatura es 5 sobre 10.
- El estudiante que no se presente en el examen final será calificado en la convocatoria ordinaria como "No evaluado".
- La calificación obtenida en las clases prácticas y entrega de problemas se conserva para la convocatoria extraordinaria, la cual consistirá en un examen final.

La resolución de problemas evalúa las competencias del alumno en cuanto al conocimiento y comprensión de los contenidos de la asignatura, así como la competencia en la resolución de problemas identificando los principios físicos relevantes y detectando analogías que permiten aplicar soluciones conocidas a nuevos problemas. También son evaluadas competencias transversales relativas a la capacidad de síntesis, resolución de problemas, aprendizaje y trabajo autónomo e interés por la calidad. El examen, por su parte, evalúa las competencias del alumno en cuanto al conocimiento y comprensión de las



Asignatura: Mecánica Cuántica I  
Código: 16407  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Física  
Curso Académico: 2016 - 2017  
Tipo: Formación obligatoria  
Nº de créditos: 6 ECTS

leyes y principios fundamentales de la física y los contenidos de la asignatura, así como la competencia en la resolución de problemas identificando los principios físicos relevantes y evaluando con claridad las distintas magnitudes.

## Cronograma\* / Course calendar

| Semana<br>Week | Contenido<br>Contents | Horas presenciales<br>Contact hours | Horas no presenciales<br>Independent study time |
|----------------|-----------------------|-------------------------------------|---|
| 1-3            | Tema 1                | 12                                  | 10  |
| 4-8            | Tema 2                | 20                                  | 25  |
| 9-13           | Tema 3                | 20                                  | 25  |
| 14-15          | Tema 4                | 8                                   | 15  |

\*Este cronograma tiene carácter orientativo