

COURSE GUIDE

Quantum Mechanics

Last updated date: 21/06/2021
Fecha de aprobación: 21/06/2021

Grado (Bachelor's Degree)	Bachelor's Degree in Mathematics + Bachelor's Degree in Physics	Branch	Sciences
--	---	---------------	----------

Module	Física Cuántica	Subject	Mecánica Cuántica
---------------	-----------------	----------------	-------------------

Year of study	4 ^o	Semester	1 ^o	ECTS Credits	6	Course type	Compulsory course
--------------------------	----------------	-----------------	----------------	-------------------------	---	------------------------	-------------------

PREREQUISITES AND RECOMMENDATIONS

It is recommended to have passed the following courses: Física, Métodos Matemáticos, Álgebra Lineal y Geometría, Matemáticas, Mecánica y Ondas and Física Cuántica.

BRIEF DESCRIPTION OF COURSE CONTENT (According to the programme's verification report)

Postulados de la Mecánica Cuántica. Partículas idénticas. Composición de momentos angulares. Métodos aproximados para situaciones no estacionarias. Teoría de colisiones.

SKILLS

GENERAL SKILLS

- CG01 - Capacidad de análisis y síntesis
- CG02 - Capacidad de organización y planificación
- CG03 - Comunicación oral y/o escrita
- CG06 - Resolución de problemas
- CG07 - Trabajo en equipo
- CG08 - Razonamiento crítico
- CG09 - Aprendizaje autónomo
- CG10 - Creatividad

SUBJECT-SPECIFIC SKILLS

- CE01 - Conocer y comprender los fenómenos y las teorías físicas más importantes.
- CE02 - Estimar órdenes de magnitud para interpretar fenómenos diversos.
- CE05 - Modelar fenómenos complejos, trasladando un problema físico al lenguaje matemático.



- CE07 - Transmitir conocimientos de forma clara tanto en ámbitos docentes como no docentes.
- CE09 - Aplicar los conocimientos matemáticos en el contexto general de la física.

LEARNING OUTCOMES

(According to official validation report)

El alumno comprenderá:

- los límites de la física clásica;
- la relevancia de los fenómenos cuánticos a distintas escalas;
- la estructura lógica de la mecánica cuántica;
- la utilidad de los espacios vectoriales y los números complejos en física; la importancia de las simetrías en física;
- las peculiaridades del mundo microscópico;
- el papel de las colisiones en la descripción de ese mundo;
- la diferencia entre cuestiones “físicas” y cuestiones que no lo son.

El alumno estará capacitado para:

- manejar el formalismo matemático y aplicarlo a la resolución de problemas; usar con propiedad el lenguaje de la mecánica cuántica;
- manejar con seguridad conceptos como espín, observable o sección eficaz; usar simetrías y leyes de conservación para estudiar procesos físicos; interpretar los resultados de sus cálculos.

PLANNED LEARNING ACTIVITIES

THEORY SYLLABUS

- **Chapter 1. Introduction.**

Stern–Gerlach experiment.

- **Chapter 2. Postulates of quantum mechanics.**

The space of states. Observables as linear operators. Eigenvalues, eigenstates and projectors. Measurement: the probability of outcomes. The density matrix. Composite systems. Time evolution in the Schrödinger and Heisenberg pictures. Superselection rules.

- **Chapter 3. The wave function.**

Continuous spectrum. The Dirac formalism. Position and momentum. Classical limit. Propagator. The path integral formulation.

- **Chapter 4. Symmetries.**

Symmetry in quantum mechanics. Wigner's theorem. Symmetry groups and their representations. Conservation laws. Space and time translation. Rotations: the rotation group;



angular momentum; representations; orbital angular momentum and spin; addition of angular momentum; tensor operators and Wigner–Eckart theorem. Parity. Time reversal. Isospin.

- **Chapter 5. Identical particles**

Permutation symmetry. Spin–statistics theorem. Systems of identical particles. Creation and annihilation operators.

- **Chapter 6. Time–dependent perturbation theory.**

Interaction picture. Dyson series. Transitions. Decay.

- **Chapter 7. Scattering theory.**

Scattering in quantum mechanics. The S matrix. Scattering amplitudes and cross section. Optical theorem. Born series. Stationary methods: Green's operators, scattering states, Lippman–Schwinger equation, asymptotic behaviour. Partial waves.

PRACTICAL SYLLABUS

- **Problem–solving workshops.**

Discussion of proposed exercises.

- **Seminars on topics related to the subject.**

Subject to time constraints and availability of speakers

- **Selected oral presentations by students.**

Subject to time constraints.

RECOMMENDED READING

ESSENTIAL READING

- J.J. Sakurai, *Modern Quantum Mechanics*, Addison–Wesley
- J.R. Taylor, *Scattering Theory*, J. Wiley.
- A. Galindo y P. Pascual, *Mecánica Cuántica*, Eudema Universidad.
- P. Dirac, *The Principles of Quantum Mechanics*, Oxford University Press.

COMPLEMENTARY READING

- S. Weinberg, *Lectures in Quantum Mechanics*, Cambridge University Press.
- A. Messiah, *Mecánica Cuántica*, Tecnos.
- D. Bohm, *Quantum Theory*, Dover.
- F.J. Yndurain, *Mecánica Cuántica*, Alianza Editorial Textos.
- L.E. Ballentine, *Quantum Mechanics. A Modern Development*, World Scientific



- R.P. Feynman, R. Leighton, M. Sands, The Feynman lectures on physics- Vol. III. Addison- Wesley.

RECOMMENDED LEARNING RESOURCES/TOOLS

- Grupo de física de partículas de la UGR, <https://ftae.ugr.es>
- CERN, <https://www.cern.ch/>
- Particle Data Group, <https://pdg.web.cern.ch/pdg/>
- Demostraciones de Mecánica Cuántica con Mathematica, <https://demonstrations.wolfram.com/topic.html?topic=Quantum+Mechanics>
- MIT OpenCourseWare, Quantum Physics II, <https://ocw.mit.edu/courses/physics/8-05-quantum-physics-ii-fall-2013/>
- MIT OpenCourseWare, Quantum Physics III, <https://ocw.mit.edu/courses/physics/8-06-quantum-physics-iii-spring-2018/>

TEACHING METHODS

- MD01 Lección magistral/expositiva
- MD03 Resolución de problemas
- MD07 Seminarios y/o exposición de trabajos
- MD09 Análisis de fuentes y documentos

ASSESSMENT METHODS (Instruments, criteria and percentages)

ORDINARY EXAMINATION DIET

- Continuous assessment: participation in class, problem solving, multiple-choice quiz, written work, presentations (30% of final grade)
- Final exam of theory knowledge and/or problem solving (70% of final grade).

EXTRAORDINARY EXAMINATION DIET

- Exam of theory knowledge and/or problem solving (100% of final grade).

SINGLE FINAL ASSESSMENT (evaluación única final)

The student who, following the terms and deadlines envisaged in the UGR regulations, makes use of this form of assessment, will take a written exam of knowledge and problem solving in order to pass the course.

