



UNIVERSIDAD DE  
**COSTA RICA**

Universidad de Costa Rica  
Facultad de Ciencias  
Escuela de Física

## Programa de Curso

<b>Nombre del curso:</b> Mecánica Cuántica II	<b>Requisitos:</b> FS-0717 Mecánica Cuántica I
<b>Sigla:</b> FS-0819	<b>Correquisitos:</b> Ninguno
<b>Horas:</b> 4 por semana, teoría	<b>Ciclo:</b> VII
<b>Créditos:</b> 3	<b>Clasificación:</b> Curso propio

### 1. DESCRIPCIÓN

Corresponde a la segunda parte de una secuencia de dos cursos la mecánica cuántica dirigida al estudiantado de física. Se introduce el estudio de los sistemas de muchas partículas tipo bosónica y fermiónica. Además, se estudia la interacción de los sistemas cuánticos con la radiación y los campos electromagnéticos. Se finaliza con la dispersión y la estadística cuántica de bosones y fermiones. Otros temas tales como entrelazamiento cuántico, mecánica cuántica relativista y caos cuántico pueden ser abarcados por el profesor a su discreción.

### 2. OBJETIVOS

#### Objetivo General

Comprender la aplicación de mecánica cuántica a los tópicos de física atómica y otras áreas de la Física.

#### Objetivos específicos

- Analizar los sistemas de muchas partículas.
- Comprender la interacción de sistemas cuánticos con la radiación.
- Comprender la dispersión de sistemas cuánticos.
- Comprender el objeto de estudio de la estadística cuántica.
- Utilizar herramientas informáticas en la solución y modelado de problemas de la mecánica cuántica.

### 3. CONTENIDOS DEL CURSO

#### SISTEMAS DE MUCHAS PARTÍCULAS

- El postulado de simetría.
- Partículas idénticas: Bosones y Fermiones.
- Aplicaciones: partículas idénticas en una caja unidimensional y tridimensional; el gas de Fermi.
- Átomos de dos electrones.

#### INTERACCIÓN DE SISTEMAS CUÁNTICOS CON LA RADIACIÓN

- Campos electromagnéticos clásicos e interacción con átomos de un electrón: Campos y transformaciones "gauge".
- Tratamiento semiclásico de Einstein: coeficiente de Einstein.
- Cálculo de las reglas de selección.

#### INTERACCIÓN DE SISTEMAS CUÁNTICOS CON CAMPOS EXTERNOS

- Interacción con un campo electrostático: el efecto Stark.
- Interacción con un campo magnético externo.
- El efecto Zeeman.
- El efecto Paschen-Back.
- Resonancia magnética.
- El efecto Bohm-Aharonov.

#### ESTADÍSTICA CUÁNTICA

- La matriz densidad.
- La ecuación de movimiento de la matriz densidad.
- Conjuntos estadísticos cuánticos: microcanónico, canónico, gran canónico.
- Sistemas de partículas no interaccionantes y estadísticas de Maxwell-Boltzmann, Bose-Einstein y Fermi-Dirac.

#### DISPERSIÓN

- Dispersión de un Paquete de Ondas.

- Ecuación de Lippmann-Schwinger.
- Sección Diferencial.
- Ondas Parciales.
- Teorema Óptico.
- Aproximación de Born.
- Colisión entre bosones y entre fermiones de spin  $\frac{1}{2}$ .

## TEMAS ESPECIALES Y OPCIONALES

Definidos a criterio de la persona docente, por ejemplo:

- Mecánica cuántica relativista.

## 4. METODOLOGÍA

Durante el curso se emplea una metodología participativa. Las clases poseen exposiciones magistrales y realización de ejercicios. En las exposiciones magistrales la persona docente deberá dar definiciones, explicaciones teóricas y aplicaciones, empleando las diferentes herramientas matemáticas y de programación disponibles. Se motiva a la indagación de conceptos y al trabajo en grupo e individual.

## 5. EVALUACIÓN

El rendimiento académico del estudiantado se podrá evaluar por medio de pruebas escritas, cuyos contenidos versarán sobre temas analizados previamente durante las lecciones, análisis de lecturas relacionadas con los contenidos, exámenes cortos, tareas de resolución analítica, tareas programadas (aplicación de métodos numéricos y lenguaje de programación) y exposiciones, etc. La composición nota final incluirá al menos tres tipos de instrumentos de evaluaciones distintos, siendo uno de ellos las tareas programadas.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

1. B. H. Bransden y C. J. Joachain, **Quantum Mechanics**, 2ª Edición (Pearson Education Ltd., Harlow, Reino Unido, 2000).
2. C. Cohen-Tannoudji, B. Diu y F. Laloë, **Quantum Mechanics, Vol. 1: Basic Concepts, Tools, and Applications**, 2ª Edición (Wiley-VCH Verlag GmbH & Co., Weinheim, Alemania, 2019).

3. C. Cohen-Tannoudji, B. Diu y F. Laloë, **Quantum Mechanics, Vol. 2: Angular Momentum, Spin, and Approximation Methods**, 2ª Edición (Wiley-VCH Verlag GmbH & Co., Weinheim, Alemania, 2019).
4. D. J. Griffiths y D. F. Schroeter, **Introduction to Quantum Mechanics**, 3ª Edición (Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido, 2018).
5. J. J. Sakurai y J. Napolitano, **Modern Quantum Mechanics**, 3ª Edición (Cambridge University Press, Reino Unido, 2021).
6. K. Konishi y G. Paffuti, **Quantum Mechanics, A New Introduction** (Oxford University Press, Reino Unido, 2009).
7. N. Zettili, **Quantum Mechanics, Concepts and Applications**, 3ª Edición (John Wiley & Sons, Reino Unido, 2022).

Aprobado mediante la resolución de vicerrectoría de docencia VD-12824-2023. Rige a partir del I ciclo 2024.