



### 1. CARACTERÍSTICAS DEL CURSO

Sigla	<b>FS-0717 (I-2024)</b>	Requisitos	<b>FS-0600 o FS-0635, FS-0616 o FS-0633, FS-0619 o FS-0634</b>
Nombre	<b>Mecánica Cuántica I</b>	Correquisitos	<b>Ninguno</b>
Horas	<b>4</b>	Ciclo	<b>VII</b>
Créditos	<b>3</b>	Clasificación	<b>Propio</b>
Grupos	<b>01: L, J – 17 a 18:50, 102FM Prof. Arturo Ramírez, Ph.D.</b>	Modalidad	<b>Presencial, con recursos didácticos publicados en Mediación Virtual.</b>

### 2. DESCRIPCIÓN

Este curso corresponde con la primera parte de una secuencia de dos cursos sobre la mecánica cuántica dirigida al estudiantado de bachillerato en física. El curso inicia introduciendo la formulación matemática moderna de la mecánica cuántica. Posteriormente se analizan los postulados de la teoría y se estudian algunas aplicaciones unidimensionales. Seguidamente, se estudian casos en tres dimensiones. Finalmente, se abordan métodos perturbativos para ser aplicados en situaciones donde no se puede obtener una solución exacta a los problemas. Durante el desarrollo del curso se brindan variados ejemplos de aplicación de conceptos.

### 3. OBJETIVOS

#### Objetivo general:

Desarrollar una comprensión de la teoría formal básica de la mecánica cuántica moderna para su aplicación a sistemas físicos.

#### Objetivos específicos:

- Comprender y aplicar, a fenómenos y situaciones físicos diversos, los principios de la mecánica cuántica.
- Mejorar la capacidad de abstracción del razonamiento ordenado y lógico, así como el afán de investigación para propiciar la comprensión del método científico.
- Autoevaluar su actitud y aptitud hacia el estudio tanto de la mecánica cuántica como de la física.
- Desarrollar una actitud científica al enfrentarse a situaciones reales, teóricas y experimentales y encontrar soluciones a la misma.
- Calcular todos los parámetros físicos en los diferentes problemas de aplicación utilizando las técnicas matemáticas apropiadas.

#### 4. CONTENIDOS Y CRONOGRAMA

Fechas	Contenido	Recursos
L. 11 mar.	<b>1. El formalismo de la Mecánica Cuántica:</b> a. Álgebra de Dirac: <i>espacio vectorial y propiedades, productos internos.</i>	Griffiths & Schroeter: §A.1 y §A.2 ("A" es el apéndice A).
J. 14 mar.	<i>Transformaciones lineales, representaciones matriciales.</i>	Griffiths & Schroeter: §A.3 y §A.4.
L. 18 mar.	b. Autovectores y autovalores. c. Transformaciones hermíticas d. Representaciones en el espacio de estados: <i>espacios discretos y continuos, características de una base ortonormal discreta, características de una base ortonormal continua.</i>	Griffiths & Schroeter: §A.5. Griffiths & Schroeter: §A.6. Cohen-Tannoudji (Vol. 1): §II.C-2.
J. 21 mar.	<i>Descripción de un vector en el espacio de coordenadas espaciales y de momentum, relación entre representaciones espaciales y de momentum, operadores de coordenadas y momentum.</i> e. Observables y observables conmutantes: <i>Definición de observable, relaciones de conmutación, propiedades de observables conmutantes, definición de conjunto completo de observables conmutantes</i> f. Valores esperados y relaciones de incertidumbre.	Cohen-Tannoudji (Vol. 1): §II.E-1.  Cohen-Tannoudji (Vol. 1): §II.D-2 y §II.D-3.  Bransden & Joachain: §5.4.
L. 25 y J. 28 mar.	<i>FERIADOS (Semana Santa)</i>	
L. 1 abr.	<b>2. Los postulados de la Mecánica Cuántica:</b> a. La función de onda y los postulados de la Mecánica Cuántica b. La ecuación de Schrödinger y la evolución temporal de un sistema: <i>el operador de evolución temporal, variación temporal de valores esperados, Hamiltoniano independiente del tiempo.</i>	Cohen-Tannoudji (Vol. 1): §III.B-1 y §III.B-4. Bransden & Joachain: §5.7.
J. 4 abr. Entrega de Tarea No. 1	c. Formalismo de Schrödinger y de Heisenberg. d. Traslaciones espaciales y conservación del momentum. e. El Teorema de Ehrenfest.	Bransden & Joachain: §5.8.  Bransden & Joachain: §5.10. Bransden & Joachain: §5.11.
L. 8 abr.	f. La ecuación de Schrödinger independiente del tiempo g. Ejemplos de la Solución de la ecuación de Schrödinger independiente del tiempo para potenciales unidimensionales: i. <i>Partícula libre y paquete de onda</i>	Griffiths & Schroeter: §2.1  Griffiths & Schroeter: §2.4.
J. 11 abr.	ii. <i>Solución del oscilador armónico mediante formalismo de operadores.</i>	Griffiths & Schroeter: §2.3.1.
L. 15 abr.	<i>FERIADO (Celebración del 11 de abril)</i>	

J. 18 abr. Entrega de Tarea No. 2	<b>3. Momentum angular y spin:</b> a. Momentum angular orbital: <i>Generalidades, Coordenadas polares esféricas, Rotaciones espaciales, Forma explícita del operador unitario de rotación.</i>	Bransden & Joachain, §6.1 y §6.2.
L. 22 abr. Semana U	b. Autovalores y autofunciones de $L^2$ y $L_z$ : <i>operadores de subida y bajada, determinación de los autovalores de <math>L^2</math> y <math>L_z</math>, representación matricial de los operadores de subida y bajada, autofunciones de <math>L^2</math> y <math>L_z</math>, precesión del momentum angular orbital.</i>	Zettili, §5.3 y §5.4; Bransden & Joachain, §6.3.
J. 25 abr. Semana U	<i>Clase de repaso para el Primer Examen Parcial</i>	
<b>L. 29 abr.</b>	<b>Primer Examen Parcial (Temas 1 y 2)</b>	
J. 2 may.	c. Momentum angular de spin: <i>Generalidades, Spin <math>\frac{1}{2}</math>, matrices de Pauli, Autoestados de los operadores de spin <math>\frac{1}{2}</math>, autofunciones de spin <math>\frac{1}{2}</math>: Espinores.</i>	Bransden & Joachain, §6.7 y §6.8.
L. 6 may.	d. Momentum angular total: <i>Generalidades, operadores unitarios de rotación, adición de momentum angular, características de los coeficientes de Clebsch-Gordan.</i>	Bransden & Joachain, §6.9 y §6.10.
J. 9 may.	<b>4. La ecuación de Schrödinger en tres dimensiones:</b> a. Solución de la ecuación en coordenadas cartesianas: <i>partícula libre, potencial de pozo tridimensional, el oscilador armónico tridimensional.</i>	Bransden & Joachain, §7.1.
L. 13 may. Entrega Tarea No. 3	b. La partícula libre en coordenadas esféricas: <i>la ecuación esférica de Bessel, autofunciones esféricas, expansión de ondas planas en ondas esféricas.</i>	Bransden & Joachain, §7.3.
J. 16 may.	c. Partícula en un potencial central: el átomo hidrogenoide: <i>potencial efectivo, solución radial, autovalores de energía, autofunciones del átomo hidrogenoide.</i>	Bransden & Joachain, §7.2 y §7.5.
L. 20 may.	<b>5. Métodos de aproximación:</b> a. Teoría de perturbaciones independiente del tiempo: <i>caso no degenerado.</i>	Bransden & Joachain, §8.1.
J. 23 may.	<i>Clase de repaso para el Segundo Examen Parcial</i>	
<b>L. 27 may.</b>	<b>Segundo examen parcial (Temas 3 y 4)</b>	
J. 30 may.	b. Teoría de perturbaciones independiente del tiempo: <i>caso degenerado</i>	Bransden & Joachain, §8.2.
L. 3 jun.	c. Método variacional.	Bransden & Joachain, §8.3.
J. 6 jun.	d. La aproximación Wentzel-Kramers-Brillouin (WKB).	Bransden & Joachain, §8.4.
L. 10 jun.	e. Teoría de perturbaciones dependiente del tiempo: <i>Expansión en el tiempo, determinación de coeficientes.</i>	Bransden & Joachain, §9.1.
J. 13 jun.	<i>Caso del hamiltoniano independiente del tiempo.</i>	Bransden & Joachain, §9.2.
L. 17 jun.	<i>Perturbación periódica.</i>	Bransden & Joachain, §9.3.
J. 20 jun.	<i>Perturbación adiabática, perturbación súbita.</i>	Bransden & Joachain, §9.4 y §9.5.
L. 24 jun.	<i>Clase de repaso para el Examen Final</i>	
J. 27 jun.	<b>Examen final (todos los temas)</b>	
K. 9 jul.	<b>Examen de ampliación (todos los temas)</b>	

## 5. METODOLOGÍA

El curso se dictará presencialmente. Se desarrollarán exposiciones magistrales de teoría, realización de ejercicios, demostración de diferentes conceptos y se propondrá el uso de recursos audiovisuales que ilustren tales conceptos físicos. Algunos recursos y evaluaciones estarán disponibles en la plataforma de Mediación Virtual, de modo que la modalidad será BAJO VIRTUAL. Se motiva a la indagación de conceptos y al trabajo individual. El estudiantado deberá dedicar nueve horas extra clase para estudiar los contenidos y para la efectiva comprensión de los conceptos.

## 6. EVALUACIÓN

- **Tareas (15%):** Se asignará una tarea por cada tema del curso (salvo el último tema), por lo que serán en total 4 tareas. Cada tarea estará disponible para descargarse de la plataforma de Mediación Virtual tan pronto inicie el estudio del tema respectivo. Cada estudiante deberá ir resolviendo los problemas propuestos en la tarea conforme avance el tema. Al finalizar el tema en estudio, el estudiante deberá entregar (en hora de clase y en forma individual) la tarea resuelta para su debida calificación en un plazo de 8 días contados a partir del día de finalización del tema. En caso de entregas tardías, se aplicará una tabla de penalizaciones que será publicada también en la plataforma de Mediación Virtual.
- **Exámenes (85%):** Se aplicarán dos exámenes parciales (de 25% cada uno) y un examen final (de 35%). Las fechas de cada examen y temas incluidos en cada examen están descritos en el cronograma presentado arriba. Las normas para la presentación de los exámenes serán publicadas en la plataforma de Mediación Virtual.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

### Principales:

- B. H. Bransden y C. J. Joachain, **Quantum Mechanics**, 2ª Edición (Pearson Education Ltd., Harlow, Reino Unido, 2000).
- 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).
- D. J. Griffiths y D. F. Schroeter, **Introduction to Quantum Mechanics**, 3ª Edición (Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido, 2018).
- N. Zettili, **Quantum Mechanics, Concepts and Applications**, 3ª Edición (John Wiley & Sons, Reino Unido, 2022).

### Referencia:

- 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).
- K. Konishi y G. Paffuti, **Quantum Mechanics, A New Introduction** (Oxford University Press, Reino Unido, 2009).
- J. J. Sakurai y J. Napolitano, **Modern Quantum Mechanics**, 3ª Edición (Cambridge University Press, Reino Unido, 2021).
- R. Shankar, **Principles of Quantum Mechanics**, 2ª Edición (Plenum Press, New York, 1994).

## 8. HORARIOS

- **Horas lectivas:** L, J – 17:00 a 18:50 hrs, aula 102FM.
- **Horas de consulta:** K – 16:00 a 17:50 hrs., Of. 107FM o mediante cita para plataforma Zoom.



Toda conducta de naturaleza sexual indeseada por quien la recibe, que provoque efectos perjudiciales en el estado general o bienestar personal.

### SON MANIFESTACIONES DE HOSTIGAMIENTO SEXUAL:

- Invitaciones a citas, almuerzos, cine u otros
- Propuestas o conductas de naturaleza sexual
- Humillaciones u ofensas con palabras, gestos o imágenes
- Acercamientos o formas de contacto físico no deseados
- Intentos de comunicación ajenos a la relación profesional o académica

### DENUNCIA

Las denuncias se realizan en forma verbal o escrita, ante la Comisión Institucional Contra el Hostigamiento Sexual (CICHS).

### CONTACTOS

Comisión Institucional contra el Hostigamiento Sexual: 2511-4898  
comision.contrahostigamiento@ucr.ac.cr  
Defensoría contra el Hostigamiento Sexual: 2511-1909  
defensoriahs@ucr.ac.cr





# DISCRIMINACIÓN

Es un acto u omisión que afecta las oportunidades de una persona o sus derechos humanos.

## SON MANIFESTACIONES DE DISCRIMINACIÓN:

- Ataques físicos
- Burlas, bromas ofensivas
- Uso de vocabulario discriminador
- Trato diferencial o despectivo
- Exclusión o segregación
- Desinterés o maltrato
- Negación a brindar servicios

## DENUNCIA

La denuncia puede presentarse personalmente o mediante correo electrónico ante la Comisión Institucional Contra la Discriminación (CICDI).

Ninguna de las personas denunciantes o testigos sufrirán perjuicios.

Si usted ha vivido una situación de discriminación puede acercarse a la CICDI para buscar apoyo.



2511-1294



[comision.contradiscriminacion@ucr.ac.cr](mailto:comision.contradiscriminacion@ucr.ac.cr)

