UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

EFis Escuela de Física

1. CARACTERÍSTICAS DEL CURSO

Sigla	**FS0819**	Requisitos	**FS0717**
Nombre	**Mecánica Cuántica II**	Correquisitos	**Ninguno**
Horas	**4**	Ciclo	**VIII ciclo**
Créditos	**3**	Clasificación	**Propio**
Grupos	**01**	Modalidad	**Baja Virtual**
Profesora	**Heidy Gutiérrez (of. 431FM)**	Correo	**heidy.gutierrez@ucr.ac.cr**

2. 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.

3. OBJETIVOS

Objetivo General

Comprender la aplicación de Mecánica Cuántica a los tópicos de Física Atómica y otras áreas de la Física.

Objetivo Específicos

1. Analizar los sistemas de muchas partículas.
2. Comprender la interacción de sistemas cuánticos con la radiación.
3. Comprender la dispersión de sistemas cuánticos.
4. Comprender el objeto de estudio de la Estadística Cuántica.
5. Utilizar herramientas informáticas en la solución y modelado de problemas de la Mecánica Cuántica.
6. Identificar los principios fundamentales en que se sustentan la Mecánica Cuántica moderna.

4. CONTENIDOS Y CRONOGRAMA

En este curso se tratan los siguientes temas:

- Sistemas de muchas partículas.
- Interacción de sistemas cuánticos con la radiación.
- Interacción de sistemas cuánticos con campos externos.
- Estadística Cuántica.
- Dispersión.
- Temas Especiales.

La tabla 1 muestra los contenidos por semana.

Contenido	Término de tiempo
Sistemas de muchas partículas	S01 (10 ago. – 14 ago.)
Sistemas de muchas partículas	S02 (17 ago. – 21 ago.)
Interacción de sistemas cuánticos con la radiación	S03 (24 ago. – 28 ago.)
Interacción de sistemas cuánticos con la radiación–Feriado 31 ago.	S04 (31 ago. – 04 sep.)
Interacción de sistemas cuánticos con campos externos	S05 (07 sep. – 11 sep.)
Interacción de sistemas cuánticos con campos externos	S06 (14 sep. – 18 sep.)
Estadística Cuántica	S07 (21 sep. – 25 sep.)
Estadística Cuántica	S08 (28 sep. – 02 oct.)
Introducción a la teoría de dispersión cuántica	S09 (05 oct. – 09 oct.)
Introducción a la teoría de dispersión cuántica	S10 (12 oct. – 16 oct.)
Mecánica Cuántica Relativista	S11 (19 oct. – 23 oct.)
Mecánica Cuántica Relativista	S12 (26 oct. – 30 oct.)
Mecánica Cuántica Relativista–Taller CASE	S13 (02 nov. – 06 nov.)
Introdución a Teoría Cuántica de Campos	S14 (09 nov. – 13 nov.)
Introdución a Teoría Cuántica de Campos	S15 (16 nov. – 20 nov.)
Introdución a Teoría Cuántica de Campos	S16 (23 nov. – 27 nov.)

Tabla 1: Temas de acuerdo a la semana.

5. METODOLOGÍA

Durante el curso se emplea una metodología participativa. Las clases poseen exposiciones magistrales, realización de ejercicios y demostración de diferentes conceptos. 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.

Este curso será presencial, sin embargo incluirá algunas algunas actividades serán virtuales y asincrónicas, utilizando la plataforma institucional Mediación Virtual. Los temas cubiertos en cada semana corresponden, salvo imprevistos, a los descritos en el cronograma de actividades. Algunos temas específicos serán asignados para estudio individual y la siguiente clase se comentará al respecto, incluyendo la evacuación de dudas. En la tabla 2 se muestran las secciones de los libros de texto que se estudiarán cada semana y funciona como guía de estudio semanal para la persona estudiante.

Contenido	Secciones
Sistemas de muchas partículas	XIV.A–D,A_{XIV}–C_{XIV}//10.1–10.4
Interacción de sistemas cuánticos	A_{XIII}–C_{XIII}//II.B,B_{II}/11.1–4,12.1–12.4/
Estadística Cuántica	//14.1–5∗
Introducción a la teoría de dispersión cuántica	VIII.A–C,A_{VIII}–C_{VIII}/19.1–6/13.2,13.5–7
Mecánica Cuántica Relativista	∗
Introdución a Teoría Cuántica de Campos	∗

Tabla 2: Secciones de libros de texto de acuerdo al temario. Las secciones corresponden a los libros de texto [Cohen1] o [Cohen2], [Shankar] y [Bransden] respectivamente. En las secciones, denotas con ∗, se utilizará otras fuentes de referencia.

Las actividades asincrónicas se realizarán por medio de vídeos, tareas, exámenes cortos y material suplementario, que serán colocadas en la plataforma de Mediación Virtual. Entre el material aportado por la profesora semanalmente, estarán prácticas, que pueden ser de los libros de texto u otra fuente. Además se pondrá a disposición de las personas estudiantes resúmenes semanales de los contenidos desarrollados en clase. También se brindarán algunos artículos científicos recientes, asociados a los temas desarrollados en clase.

Las tareas y exámenes cortos harán uso de la plataforma de Mediación Virtual; mientras que los exámenes parciales y examen final se realizarán de forma presencial.

Las horas de consulta serán presenciales los **Martes y Jueves 11:00–11:50**.

Cualquier comunicación formal se realizará por medio de Mediación Virtual o del correo institucional. Sin embargo, se habilitará un chat por medio de *Telegram* para realizar comunicaciones no oficiales, que será recomendable unirse pero no obligatorio. El link de este chat se encuentra en Mediación Virtual.

6. EVALUACIÓN

Los logros obtenidos se evalúan por medio de tareas (12 %, 4 % c/u), exámenes cortos (12 %, 2 % c/u), exámenes parciales (40 %, 20 % c/u) y examen final (36 %). No se elimnaran tareas ni exámenes cortos al final del semestre.

Tareas

En el caso de las tareas, estas se pueden elaborar en parejas, manteniendo fijo el grupo de trabajo durante el semestre, salvo justificación por escrito de las partes. El enunciado de cada tarea y la entrega de la misma, serán por medio de Mediación Virtual, en la sección correspondiente y las fechas correspondientes se encuentran en la Tabla 3. En cada tarea se evaluarán problemas que incluye elementos teóricos, prácticos y programación.

Para su elaboración se pueden utilizar notas propias o de la profesora, libros de texto, consultas a compañeros de clase o amigos, etc. No es permitido copiar las soluciones de Internet, solucionarios o de otro grupo de trabajo. Las tareas deben ser escritas a mano, ya sea utilizando papel y lapicero o usando una tableta digital. En el caso de usar papel, se debe escanear o fotografiar el documento. La entrega debe ser en formato de *JPG* o *PDF*. No se permiten documentos de tarea escritos en procesadores de palabra o sistemas de programación como LaTeX. El documento debe ser legible, ordenado y, con todos los pasos lógicos y matemáticos necesarios para su entendimiento pero sin información de relleno; en caso contrario no será calificado el problema correspondiente y la calificación asignada será de cero.

Tarea	Asignación/Entrega	Contenidos	Valor (%)
T1	04/18 septiembre	Sistema de muchas partículas, interacción de sistemas cuánticos con la radiación y campos externos	4
T2	06/16 octubre	Estadística Cuántica, Introducción a Teoría de Dispersión CuánticaDispersión Cuántica	4
T3	06/20 noviembre	Mecánica Cuántica Relativista, Teoría Cuántica de Campos	4

Tabla 3: Porcentajes, fechas y contenidos de cada tarea. Hora de entrega 23:30 horas.

Exámenes Cortos

Los exámenes cortos se realizarán en forma individual y utilizando Mediación Virtual. Para su elaboración sólo se puede utilizar notas propias, el material aportado por la profesora y los libros de texto. No es permitido consultar a otras personas, usar soluciones de Internet, solucionarios, etc. Los exámenes serán habilitados el día viernes 16:00–22:00 horas y sólo se tendrá 1 hora para elaborarlo, con 10 minutos extra para realizar la entrega de la solución en la plataforma.

La solución debe ser escrita a mano, ya sea utilizando papel y lapicero o usando una tableta digital. En el caso de usar papel, se debe escanear o fotografiar el documento. La entrega debe ser en formato de *JPG* o *PDF*. No se permiten soluciones de exámenes cortos escritos en procesadores de palabra o sistemas de programación como LaTeX. El documento debe ser legible, ordenado y, con todos los pasos lógicos y matemáticos necesarios para su entendimiento; en caso contrario no será calificado el problema correspondiente y la calificación asignada será de cero. En la tabla 4 se muestra la fecha de asignación de cada examen corto y los temas que se evaluaran en cada uno.

Examen Corto	Fecha	Contenidos	Valor (%)
Q1	21 agosto	Sistemas de muchas partículas (I semana)	2
Q2	04 septiembre	Interacción con la radiación (I semana)	2
Q3	02 octubre	Estadística Cuántica (I semana)	2
Q4	16 octubre	Teoría de dispersión cuántica (I semana)	2
Q5	13 noviembre	Mecánica Cuántica Relativista	2
Q6	20 noviembre	Teoría Cuántica de Campos	2

Tabla 4: Porcentajes, fechas y contenidos de cada examen corto.

Exámenes Parciales, Final y Ampliación

El calendario de exámenes parciales, examen final y los temas evaluados en cada uno se muestran en la tabla 5. Estos temas podrían ser modificados y notificados con antelación, si se presenta algún atraso no contemplado en el cronograma. En cada examen parcial se puede utilizar un formulario de **una página tamaño carta** y en el examen final el formulario puede ser máximo de **una hoja tamaño carta**. Los formalarios no pueden ser fotocopias ni impresiones, deben ser escritas por cada persona estudiante.

Los criterios para el examen de ampliación están contenidas en los artículos 24 y 28 del Reglamento Académico Estudiantil. El examen de ampliación se realiza al final de semestre y se evalúa todo el contenido del curso.

Examen	Fecha	Contenidos	Valor (%)
I	26 septiembre	Sistema de muchas partículas, interacción de sistemas cuánticos con la radiación y campos externos	20
II	24 octubre	Estadística Cuántica, Introducción a Teoría de Dispersión Cuántica	20
Final	28 noviembre	Todo el temario	36
Ampliación	10 diciembre	Todo el temario	

Tabla 5: Porcentajes, fechas y contenidos de cada examen ordinario y el examen de ampliación. Las fechas de reposición serán 29 septiembre, 03 noviembre y 03 diciembre a las 08:00 horas.

En forma general, la materia no es acumulativa para las evaluaciones parciales o exámenes cortos, sin embargo las ideas aprendidas de previo en el curso y en otros cursos puede ser necesario utilizarlos para la resolución de los mismos. Mientras que el examen final se evalúa todo el contenido del semestre.

En las Figuras 1 y 2 se brinda información importante sobre la normativa de la Universidad con respecto al hostigamiento sexual y la discriminación.

7. BIBLIOGRAFÍA

[Bransden] Bransden, B. H., Joachain, C. J. *Quantum Mechanics*. Pearson Education Ltd. 2ª edición. Reino Unido. 2000. **Libros de Texto**

[Cohen1] Cohen–Tannoudji, C., Diu, B., Lalöe, F. *Quantum Mechanics, Vol. 1: Basic Concepts, Tools and Applications*. Wiley–VCH Verlag GmbH & Co. 2era edición. Alemania. 2019. **Libros de Texto**

[Cohen2] Cohen–Tannoudji, C., Diu, B., Lalöe, F. *Quantum Mechanics, Vol. 2: Angular Momentum, Spin and Approximation Methods*. Wiley–VCH Verlag GmbH & Co. 2era edición. Alemania. 2019. **Libros de Texto**

[Shankar] Shankar, R. *Principles of Quantum Mechanics*. Plenum Press. 2ª edición. EE.UU. 1994.

Libros de Texto

[Feyman] Feyman, R. P., Leigton, R. B., Sands, M. *The Feynman Lectures on Physics, Vol. III: Quantum Mechanics*. University Science Books. "New Millennium" edición. EE.UU.. 2011.

[Greiner] Greiner, Walter. *Quantum Mechanics an Introduction*. Springer–Verlag. 4ta edición. EE.UU. 2000.

[Griffiths] Griffiths, D. J., Schroeter, D. F. *Introduction to Quantum Mechanics*. Cambridge University Press. 3ª edición. Reino Unido. 2018.

[Konishi] Konishi, K., Paffuti, G. *Quantum Mechanics, A New Introduction*. Oxford University Press. 3ª edición. Reino Unido. 2009.

[Landau] Landau, L. D., Lifshitz, E. M. *Quantum Mechanics. Non–Relativistic Theory*. Pergamon Press 3ª edición. Reino Unido. 1977.

[Sakurai] Sakurai, J. J., Napolitano, J. *Modern Quantum Mechanics*. Cambridge University Press. 3ª edición. Reino Unido. 2021.

[Townsend] Townsend, J. S. *A Modern Approach to Quantum Mechanics*. University Science Books. 2da edición. EE.UU.. 2012.

[Zettili] Zettili, N. *Quantum Mechanics, Concepts and Application*. John Wiley & Sons. 3ª edición. Reino Unido. 2022.



Figura 1: Infografías sobre discrimanación.



Figura 2: Infografías sobre hostigamiento sexual.



Figura 3: Infografías atención psicológicamente.