

Programa de Mecánica Cuántica 1

1. Descripción del Curso

Nombre: Mecánica Cuántica 2 **Código:** F703
Prerrequisitos: F603 y M502 **Créditos:** 5
Profesor: Rodolfo Samayoa **Semestre:** Primero 2022

La Mecánica Cuántica es la teoría que nos permite describir muchos fenómenos físicos a una escala muy pequeña, como la de las moléculas, átomos y partículas elementales. Éste es un primer curso de Mecánica Cuántica después del curso de Física Moderna. En este curso se desarrollan los fundamentos matemáticos y se estudian los principios de la Mecánica Cuántica llegando a la ecuación de Schrodinger y la formulación de Heisenberg. También se estudian el oscilador armónico cuántico, partículas con espín $1/2$ y momentum angular.

2. Competencias

2.1. Competencias generales

- 2.1.1 Capacidad de abstracción para la comprensión de las leyes de la naturaleza.
- 2.1.2 Capacidad de síntesis para determinar lo esencial y eliminar lo superfluo.
- 2.1.3 Dominio de las leyes fundamentales de la física.
- 2.1.4 Dominio del método científico.
- 2.1.5 Capacidad creativa para plantear y resolver problemas en física.
- 2.1.6 Capacidad para comprender los fenómenos naturales.
- 2.1.7 Capacidad de modelar matemáticamente fenómenos naturales.
- 2.1.8 Capacidad para construir y desarrollar argumentaciones lógicas, con una clara identificación de hipótesis o conclusiones.

2.2. Competencias específicas

- a. Entiende la formulación matemática de la teoría.
- b. Maneja el lenguaje de la Mecánica Cuántica.
- c. Conoce los postulados de la Mecánica Cuántica.
- d. Conoce el principio de incertidumbre de Heisenberg.
- e. Conoce el experimento de Stern-Gerlach y el descubrimiento del espín.
- f. Resuelve la ecuación de Schrodinger para potenciales independientes del tiempo.
- g. Hace uso de los operadores creador y anulador para analizar el oscilador cuántico.
- h. Hace uso de operadores lineales para comprender el espín.
- i. Entiende la precesión del espín y su dinámica.
- j. Domina la teoría del momentum angular.

3. Unidades

3.1. Notación de Dirac

Descripción: Descripción de los vectores usando la notación de Dirac de bras y kets. Operadores lineales y sus representaciones. Espacios de Hilbert. Correspondencia de bras y kets. Operadores hermíticos. Degeneración. Operadores Unitarios. Operadores escalera.

Duración: 10 períodos de 50 minutos

Metodología: Los períodos de clase son magistrales, donde se definen los conceptos básicos, se presentan ejemplos y se desarrolla la teoría. También se resuelven problemas y ejercicios que se encuentran en los libros de texto.

Evaluación: Se evaluará por medio de ejercicios en clase, tareas individuales, un problema en el primer examen parcial y un problema en el examen final.

3.2. Postulados de la Mecánica Cuántica

Descripción: El experimento de Stern-Gerlach. El experimento de la doble rendija. Difracción de partículas. Estados y observables. Medición de observables. Principio de superposición. Formulación de los postulados de la Mecánica Cuántica. Interpretación probabilística del bra-ket. Observables incompatibles. Principio de incertidumbre de Heisenberg. La Ecuación de Schrodinger. Ecuación de Ehrenfest. Principio de correspondencia.

Duración: 8 períodos de 50 minutos

Metodología: Los períodos de clase son magistrales, donde se definen los conceptos básicos, se presentan ejemplos y se desarrolla la teoría. También se resuelven problemas y ejercicios que se encuentran en los libros de texto.

Evaluación: Se evaluará por medio de tareas individuales, dos problemas en el primer parcial y un problema en el examen final.

3.3. Posición y Momentum

Descripción: Los observables de posición y momentum para una partícula en una dimensión. Incertidumbre entre la posición y el momentum. Los observables de posición y momentum para una partícula en tres dimensiones. Cambio de Posición a Momentum. Transformada de Fourier.

Duración: 8 períodos de 50 minutos

Metodología: Los períodos de clase son magistrales, donde se definen los conceptos básicos, se presentan ejemplos y se desarrolla la teoría. También se resuelven problemas y ejercicios que se encuentran en los libros de texto.

Evaluación: Se evaluará por medio de ejercicios en clase, tareas individuales, dos problemas en el primer examen parcial y un problema en el examen final.

3.4. Energía y el Hamiltoniano

Descripción: Dinámica cuántica. La evolución de un estado en Mecánica Cuántica. El Hamiltoniano. La Ecuación de Schrodinger dependiente del tiempo. La Ecuación de Schrodinger independiente del tiempo. Punto de vista de Heisenberg. Punto de vista de Schrodinger. Formulación de Heisenberg. Ecuación de Heisenberg. Dinámica de una partícula. Hamiltoniano independiente del tiempo. Hamiltoniano dependiente del tiempo, compatibles entre sí. Una partícula cargada en un campo electromagnético.

Duración: 8 períodos de 50 minutos

Metodología: Los períodos de clase son magistrales, donde se definen los conceptos básicos, se presentan ejemplos y se desarrolla la teoría. También se resuelven problemas y ejercicios que se encuentran en los libros de texto.

Evaluación: Se evaluará por medio de ejercicios en clase, tareas individuales, dos problemas en el segundo examen parcial y un problema en el examen final.

3.5. Oscilador Armónico Cuántico

Descripción: Potencial del oscilador armónico. El Hamiltoniano para el oscilador armónico y la ecuación de Schrodinger. Operador creador y operador anulador. Operador número. Propiedades de los operadores creador y anulador. Hamiltoniano en términos del operador número. Valores y estados propios del Hamiltoniano. Representación de los estados propios respecto a la posición y al momentum. Incompatibilidad de la posición, energía y momentum. Dinámica del oscilador armónico. Evolución de los estados. Evolución de los observables.

Duración: 9 períodos de 50 minutos

Metodología: Los períodos de clase son magistrales, donde se definen los conceptos básicos, se presentan ejemplos y se desarrolla la teoría. También se resuelven problemas y ejercicios que se encuentran en los libros de texto.

Evaluación: Se evaluará por medio de ejercicios en clase, tareas individuales, un trabajo de investigación, dos problemas en el segundo examen parcial y un problema en el examen final.

3.6. Espín $\frac{1}{2}$

Descripción: Descubrimiento del espín $1/2$. El experimento de Stern-Gerlach. Sistemas cuánticos de dos estados. Representación matricial de los observables en espín $1/2$. Incompatibilidad de los observables. El grupo $SU(2)$. Operadores escalera y sus propiedades. Hamiltoniano en el espín $1/2$. Evolución de los estados. Evolución de los observables. Precesión.

Duración: 9 períodos de 50 minutos

Metodología: Los períodos de clase son magistrales, donde se definen los conceptos básicos, se presentan ejemplos y se desarrolla la teoría. También se resuelven problemas y ejercicios que se encuentran en los libros de texto.

Evaluación: Se evaluará por medio de ejercicios en clase, tareas individuales, un trabajo de investigación, dos problemas en el segundo examen parcial y un problema en el examen final.

3.7. Momentum Angular

Descripción: Rotaciones en 3 dimensiones. Representación unitaria del grupo de rotaciones. Definición de momentum angular orbital y sus propiedades. Valores propios y kets propios del momentum angular. Representación de los estados propios y los armónicos esféricos. Operadores escalera. Propiedades de conmutación de los operadores. Cuantización del momentum angular. Generalización del momentum angular y del espín. Adición de momentum angular. Entrelazamiento

Duración: 10 períodos de 50 minutos

Metodología: Los períodos de clase son magistrales, donde se definen los conceptos básicos, se presentan ejemplos y se desarrolla la teoría. También se resuelven problemas y ejercicios que se encuentran en los libros de texto.

Evaluación: Se evaluará por medio de tareas individuales, ejercicios en clase y dos problemas en el segundo examen parcial y un problema en el examen final.

4. Evaluación del curso

Los porcentajes asignados a cada uno de los elementos de la evaluación están de acuerdo con el Reglamento General de Evaluación y Promoción del Estudiante de la Universidad de San Carlos de Guatemala

1 Trabajo de investigación	5 puntos
2 Exámenes parciales	20 puntos
Tareas y Hojas de Trabajo	50 puntos
Examen final	25 puntos
Total	100 puntos

5. Bibliografía

1. Claude Cohen-Tannoudji, Bernard Diu Frank Laloe. “Quantum Mechanics”, Editorial Wiley. United States.
2. J.J. Sakurai. “Modern Quantum Mechanics”, Editorial Addison Wesley. United States

6. Información del curso virtual

Durante este semestre estaremos en la modalidad de clases por medio de Internet. Se usará meet y classroom de Google. Las claves de acceso son la siguientes:

with Google Meet

meet.google.com/cra-vefv-mas

Para el Classroom el código es: vxabryn

<http://ecfm.usac.edu.gt/programas>

Programa de Mecánica Cuántica 2

1. Descripción del Curso

Nombre: Mecánica Cuántica 2 **Código:** F802
Prerrequisitos: F605 y F703 **Créditos:** 5
Profesor: Rodolfo Samayoa **Semestre:** Segundo 2022

La Mecánica Cuántica es la teoría que nos permite describir muchos fenómenos físicos a una escala muy pequeña, como la de las moléculas, átomos y partículas elementales. Éste es un segundo curso de Mecánica Cuántica después del curso de Mecánica Cuántica 1. En este curso se estudian el oscilador armónico cuántico, partículas con espín $1/2$ y momentum angular. También se desarrollan métodos aproximados y métodos de la teoría de perturbación para encontrar soluciones a la ecuación de Schrodinger.

2. Competencias

2.1. Competencias generales

- 2.1.1 Capacidad de abstracción para la comprensión de las leyes de la naturaleza.
- 2.1.2 Capacidad de síntesis para determinar lo esencial y eliminar lo superfluo.
- 2.1.3 Dominio de las leyes fundamentales de la física.
- 2.1.4 Dominio del método científico.
- 2.1.5 Capacidad creativa para plantear y resolver problemas en física.
- 2.1.6 Capacidad para comprender los fenómenos naturales.
- 2.1.7 Capacidad de modelar matemáticamente fenómenos naturales.
- 2.1.8 Capacidad para construir y desarrollar argumentaciones lógicas, con una clara identificación de hipótesis o conclusiones.

2.2. Competencias específicas

- a. Entiende la formulación matemática de la teoría.
- b. Maneja el lenguaje de la Mecánica Cuántica.
- c. Conoce los postulados de la Mecánica Cuántica.
- d. Conoce el principio de incertidumbre de Heisenberg.
- e. Conoce el experimento de Stern-Gerlach y el descubrimiento del espín.
- f. Resuelve la ecuación de Schrodinger para potenciales independientes del tiempo.
- g. Hace uso de los operadores creador y anulador para analizar el oscilador cuántico.
- h. Hace uso de operadores lineales para comprender el espín.
- i. Entiende la precesión del espín y su dinámica.
- j. Domina la teoría del momentum angular.
- k. Utiliza métodos aproximados para resolver la ecuación de Schrodinger.

3. Unidades

3.1. Oscilador Armónico Cuántico

Descripción: Potencial del oscilador armónico. El Hamiltoniano para el oscilador armónico y la ecuación de Schrodinger. Operador creador y operador anulador. Operador número. Propiedades de los operadores creador y anulador. Hamiltoniano en términos del operador número. Valores y estados propios del Hamiltoniano. Representación de los estados propios respecto a la posición y al momentum. Incompatibilidad de la posición, energía y momentum. Dinámica del oscilador armónico. Evolución de los estados. Evolución de los observables.

Duración: 16 períodos de 50 minutos

Metodología: Los períodos de clase son magistrales, donde se definen los conceptos básicos, se presentan ejemplos y se desarrolla la teoría. También se resuelven problemas y ejercicios que se encuentran en los libros de texto.

Evaluación: Se evaluará por medio de ejercicios en clase, tareas individuales, un trabajo de investigación, dos problemas en el segundo examen parcial y un problema en el examen final.

3.2. Espín $\frac{1}{2}$

Descripción: Descubrimiento del espín $1/2$. El experimento de Stern-Gerlach. Sistemas cuánticos de dos estados. Representación matricial de los observables en espín $1/2$. Incompatibilidad de los observables. El grupo $SU(2)$. Operadores escalera y sus propiedades. Hamiltoniano en el espín $1/2$. Evolución de los estados. Evolución de los observables. Precesión.

Duración: 14 períodos de 50 minutos

Metodología: Los períodos de clase son magistrales, donde se definen los conceptos básicos, se presentan ejemplos y se desarrolla la teoría. También se resuelven problemas y ejercicios que se encuentran en los libros de texto.

Evaluación: Se evaluará por medio de ejercicios en clase, tareas individuales, un trabajo de investigación, dos problemas en el segundo examen parcial y un problema en el examen final.

3.3. Momentum Angular

Descripción: Rotaciones en 3 dimensiones. Representación unitaria del grupo de rotaciones. Definición de momentum angular orbital y sus propiedades. Valores propios y kets propios del momentum angular. Representación de los estados propios y los armónicos esféricos. Operadores escalera. Propiedades de conmutación de los operadores. Cuantización del momentum angular. Generalización del momentum angular y del espín. Adición de momentum angular. Entrelazamiento

Duración: 16 períodos de 50 minutos

Metodología: Los períodos de clase son magistrales, donde se definen los conceptos básicos, se presentan ejemplos y se desarrolla la teoría. También se resuelven problemas y ejercicios que se encuentran en los libros de texto.

Evaluación: Se evaluará por medio de tareas individuales, ejercicios en clase y dos problemas en el segundo examen parcial y un problema en el examen final.

3.4. Métodos Aproximados

Descripción: Aproximación Semiclásica WKB. Teoría de perturbación independiente del tiempo, caso no degenerado. Teoría de perturbación independiente del tiempo, caso degenerado. Teoría de perturbación dependiente del tiempo. El átomo de hidrógeno y su estructura fina. Efecto Zeeman. Otras aplicaciones de los métodos aproximados.

Duración: 16 períodos de 50 minutos

Metodología: Los períodos de clase son magistrales, donde se definen los conceptos básicos, se presentan ejemplos y se desarrolla la teoría. También se resuelven problemas y ejercicios que se encuentran en los libros de texto.

Evaluación: Se evaluará por medio de tareas individuales, ejercicios en clase y dos problemas en el segundo examen parcial y un problema en el examen final.

4. Evaluación del curso

Los porcentajes asignados a cada uno de los elementos de la evaluación están de acuerdo con el Reglamento General de Evaluación y Promoción del Estudiante de la Universidad de San Carlos de Guatemala

1 Trabajo de investigación	5 puntos
2 Exámenes parciales	20 puntos
Tareas y Hojas de Trabajo	50 puntos
Examen final	25 puntos
Total	100 puntos

5. Bibliografía

1. Claude Cohen-Tannoudji, Bernard Diu Frank Laloe. “Quantum Mechanics”, Editorial Wiley. United States.
2. J.J. Sakurai. “Modern Quantum Mechanics”, Editorial Addison Wesley. United States

6. Información del curso virtual

Durante este semestre estaremos en la modalidad de clases por medio de Internet. Se usará meet y classroom de Google. Las claves de acceso son la siguientes:

meet.google.com/jhd-mygo-zhc (para el meet)

La clave para el classroom es: cjc=dmi7czk

<http://ecfm.usac.edu.gt/programas>