

Fecha: 25 junio 2010

PROGRAMA ACADÉMICO: FISICA

SEMESTRE: VII

ASIGNATURA: MECANICA CUANTICA II

CÓDIGO: 8108581

NÚMERO DE CRÉDITOS: 4

PRESENTACIÓN

En el curso de Mecánica Cuántica I se estudiaron ciertos sistemas físicos en donde los estados cuánticos y los niveles de energía se podían conocer completa y exactamente a través de la solución analítica de la correspondiente ecuación de Schrödinger. Sin embargo, en la mayor parte de las situaciones físicas más realistas, sobre los sistemas están actuando agentes externos que pueden ser tratados como perturbaciones, lo cual trae como consecuencia que las ecuaciones de Schrödinger no se puedan resolver de forma exacta, y por lo tanto, para poder solucionarlas, se requiere acudir a los llamados métodos de aproximación. Adicionalmente, para el estudio de átomos multielectrónicos y las teorías de primeros principios en estado sólido, se requiere de la mecánica cuántica de muchas partículas.

JUSTIFICACIÓN

El desarrollo contemporáneo de la física como ciencia básica está estrechamente ligado a la asimilación de la mecánica cuántica, y todos los avances fundamentales de la ciencia y tecnología hoy en día tienen raíz en esta. Así tenemos desarrollos tan importantes como la teoría cuántica de campos, base fundamental del Modelo Estándar de Partículas, que describe las interacciones fundamentales de la materia, y al Modelo Estándar Cosmológico, que explica el comportamiento del cosmos tal como lo vemos. También se desprenden la óptica cuántica, con gran potencial de aplicaciones tecnológicas, como las relacionadas con la teoría de la información y transmisión de datos. El desarrollo de nuevos materiales está claramente ligado a la comprensión del comportamiento microscópico de la materia, el cual está enmarcado en la teoría cuántica, como por ejemplo lo muestra la teoría BCS para la superconductividad.

El desarrollo contemporáneo de la física como ciencia básica está estrechamente ligado a la asimilación de la mecánica cuántica, y todos los avances fundamentales de la ciencia y tecnología hoy en día tienen raíz en esta. Así tenemos desarrollos tan importantes como la teoría cuántica de campos, base fundamental del Modelo Estándar de Partículas, que describe las interacciones fundamentales de la materia, y al Modelo Estándar Cosmológico, que explica el comportamiento del cosmos tal como lo vemos. También se desprenden la óptica cuántica, con gran potencial de aplicaciones tecnológicas, como las relacionadas con la teoría de la información y transmisión de datos. El desarrollo de nuevos materiales está claramente ligado a la comprensión del comportamiento microscópico de la materia, el cual está enmarcado en la teoría cuántica, como por ejemplo lo muestra la teoría BCS para la superconductividad.

La introducción conceptual y de los rudimentos matemáticos implicados por la apropiación de la física cuántica comienza con la asignatura Cuántica I, donde la presentación se hace en gran parte en sistemas ideales y de pocos grados de libertad. De igual forma que en la mecánica clásica los sistemas que pueden ser solucionados de manera exacta y analítica son escasos. En la asignatura Cuántica II presentan los métodos usuales de aproximación a sistemas más complejos que se asemejan a los reales presentes en la naturaleza. Se introduce también la noción de segunda cuantización, punto de partida a la teoría cuántica de campos. También se pretende una introducción a la teoría de las colisiones necesaria en ramas tan variadas como la física fundamental de partículas elementales como en la aplicación de radiaciones nucleares.

La introducción conceptual y de los rudimentos matemáticos implicados por la apropiación de la física cuántica comienza con la asignatura Cuántica I, donde la presentación se hace en gran parte en sistemas ideales y de pocos grados de libertad. De igual forma que en la mecánica clásica los sistemas que pueden ser solucionados de manera exacta y analítica son escasos. En la asignatura Cuántica II presentan los métodos usuales de aproximación a sistemas más complejos que se asemejan a los reales presentes en la naturaleza. Se introduce también la noción de segunda cuantización, punto de partida a la teoría cuántica de campos. También se pretende una introducción a la teoría de las colisiones necesaria en ramas tan variadas como la física fundamental de partículas elementales como en la aplicación de radiaciones nucleares.

COMPETENCIAS

- Interpretar los diversos componentes de la estructura teórica de la Mecánica Cuántica.
- Proponer diversas soluciones a los problemas teóricos planteados.
- Aplicar los conceptos y principios fundamentales de la estructura teórica de la Mecánica Cuántica en la interpretación de algunos fenómenos físicos de la física atómica, nuclear, molecular y estado sólido.
- Reconocer las aplicaciones de la mecánica cuántica en algunos los dispositivos tecnológicos.
- Argumentar acerca de los fenómenos, leyes y principios tratados durante el curso.

METODOLOGÍA

El curso se desarrollará basado en las siguientes actividades: Clases magistrales combinadas con talleres dirigidos basados en la formulación de la mecánica cuántica y sus aplicaciones en diversos campos de la física. La realización de tareas en las que se indica la metodología de resolución.

CLASES MAGISTRALES: La asignatura se desarrollará a través de clases teóricas o conferencias, en donde se ejemplificará los ejercicios, se expondrán procedimientos, métodos de trabajo, se orientará la búsqueda de nuevas variantes. Se evaluarán las preguntas y se plantearán nuevas tareas que servirán de motivación para nuevas búsquedas e interrogantes y servirán de puentes para próximas actividades curriculares. Se combinará con los talleres dirigidos.

TALLERES DIRIGIDOS: Haciendo uso de la metodología de talleres, el docente con una activa participación de los estudiantes orientará y dirigirá una serie de actividades, las cuales básicamente consisten en realizar desarrollos de problemas específicos que se encuentran en los libros que conduzcan al dominio de las herramientas conceptuales, matemáticas y aplicación. Se espera que la mayoría del curso se desarrolle de esta manera debido a la extensión de los temas.

INVESTIGACIÓN

Para los estudiantes avanzados, de manera espontánea y libre, pueden desarrollar un proyecto de asignatura. El proyecto es un ejercicio académico el cual consiste en el desarrollo minucioso y exhaustivo de un artículo (revisión de un artículo) relacionado con los tópicos vistos en clase. Debe entenderse que es un trabajo dirigido por el profesor, en consecuencia el estudiante debe comunicar sus avances para que el profesor le asigne nuevas actividades a desarrollar, el avance en este tipo de trabajo depende del estudiante. El estudiante debe tener una capacidad tal que esta actividad no interfiera con sus estudios normales.

MEDIOS AUDIOVISUALES

A través del Sistema moodle de la UPTC se tiene acceso al programa de la asignatura, textos en pdf sobre los tópicos tratados en clase, ejercicios, evaluaciones, calificaciones parciales y totales, enlaces a otros cursos virtuales, en otras palabras, todo lo necesario para desarrollar el curso. Los materiales pueden cambiar sin previo aviso.

EVALUACIÓN

EVALUACIÓN COLECTIVA

Exposiciones orales por parejas en donde el estudiante muestre los desarrollos relevantes, los conceptos importantes involucrados y las aplicaciones tecnológicas que pudieran existir.

EVALUACIÓN INDIVIDUAL

Parciales de cada tema, todos los parciales se realizarán con libro abierto y algunos para realizar en casa (30%).

Asistencia a clases, desempeño en los talleres, trabajos escritos, desarrollo de ejercicios y exposiciones (20%).

CONTENIDOS TEMÁTICOS MÍNIMOS

UNIDAD I: METODOS DE APROXIMACIÓN EN SISTEMAS DE UNA PARTÍCULA

Método de aproximación semiclásico o WKB. Pozo de potencial. Barrera de potencial nuclear. Campo central.

Teoría de Perturbaciones Independiente del Tiempo para sistemas no degenerados: corrección a primero y segundo orden. El oscilador inarmónico, el rotor rígido.

Teoría de Perturbaciones Independiente del tiempo para sistemas degenerados: corrección a primer orden, degeneración de orden dos y para cualquier orden. Partícula en un pozo bidimensional perturbado. El efecto Stark. Estructura fina del átomo hidrogenoide. Base acoplada y no acoplada. Interacción del espín electrónico con la órbita. Corrección relativista a la energía cinética del electrón. Corrección de estructura fina. El efecto Zeeman.

Teoría de perturbaciones dependiente del tiempo. La regla de oro de Fermi. Interacción de la radiación electromagnética con la materia.

Método Variacional. Derivación del principio variacional. Oscilador armónico unidimensional. Atomo hidrogenoide con interacción de Coulomb y de Yukawa. Método Variacional Lineal (Rayleigh-Ritz).

UNIDAD II. MÉTODOS DE APROXIMACIÓN EN SISTEMAS DE VARIAS PARTÍCULAS

Mecánica cuántica de un sistema de partículas. Segunda cuantización para Fermiones y Bosones. Transformaciones unitarias y operadores de campo. Operador densidad. Aproximación de Hartree-Fock. Plasmones, fonones y superconductividad.

UNIDAD III. INTRODUCCIÓN A LA TEORÍA DE COLISIONES (OPCIONAL)

Introducción a la teoría de colisiones. Sección eficaz y luminosidad. Aproximación de ondas parciales. Sistema de dos partículas con interacción $V(r)$. Partícula en potencial central. Partícula libre: Ondas planas y expansión en armónicos esféricos. Dispersión de onda plana por centro dispersor. Método de corrimiento de fase. Cálculo de sección eficaz. Dispersión elástica e inelástica. La aproximación de Born. Sección eficaz de Rutherford.

LECTURAS MÍNIMAS

- Quimbay C. Notas de clase de Mecánica Cuántica II. Universidad Nacional de Colombia.
- Messiah A. Quantum Mechanics. Tomo II. North-Holland. 1965.
- Galindo A, P.Pascual. Mecánica Cuántica. Madrid:Alhambra. 1978.

BIBLIOGRAFÍA E INFOGRAFÍA

- Schiff, L.I. Quantum Mechanics. New York:McGraw Hill Company, 1955.
- D. Park. Introduction to Quantum Mechanics. McGraw-Hill. New York.
- E. Merzbacher, *Quantum Mechanics*, Wiley, N.Y., 1970
- Cohen-Tannoudji, B. Diu y F. Lalöe, *Quantum Mechanics*, Vols. 1 y 2 John Wiley & Sons, 1992.
- L.D. Landau & E.M. Lifschitz, Vol 3.
- Sakurai, J.J. Advanced Quantum Mechanics. Addison-Wesley Publishing Company. 1967.