



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

Universidad de Costa Rica
Facultad de Ciencias
Escuela de Física

Programa de Curso

Nombre del curso: Física Moderna	Requisitos: FS-0527 Física General para Físicos IV O FS-0530 Física IV, FS-0432 Física Computacional, FS-0409 Métodos Matemáticos de Física I o FS-0433 Métodos Matemáticos de Física I
Sigla: FS-0635	Correquisitos: Ninguno
Horas: 4 horas por semana, teoría	Ciclo: VI
Créditos: 3	Clasificación: Curso propio

1. DESCRIPCIÓN

Este curso introduce a las personas estudiantes de las carreras de Física y Meteorología a los conceptos fundamentales de la mecánica cuántica aplicada a sistemas microscópicos sencillos. Se inicia con la formulación de la teoría de Schrödinger y sus aplicaciones a casos en una dimensión. Posteriormente se aplica la teoría a casos de tres dimensiones y se analiza la contribución del momento angular. El curso finaliza estudiando sistemas atómicos, moleculares, nucleares y de partículas elementales.

2. OBJETIVOS

Objetivo General

Comprender los conceptos y aplicaciones de la teoría cuántica aplicados a diversos sistemas microscópicos.

Objetivos específicos

- Comprender los conceptos fundamentales en que se sustenta la física cuántica y su utilidad para explicar fenómenos observados en la naturaleza.
- Comprender la ecuación de onda de Schrödinger y sus implicaciones en la mecánica cuántica.
- Interpretar procesos físicos subatómicos de partículas elementales.
- Analizar los fenómenos cuánticos en átomos y moléculas.
- Explicar el momento dipolar magnético, spin y las interacciones spin-órbita.

- Comprender las propiedades nucleares y los principales modelos nucleares.
- Emplear las herramientas del álgebra lineal y el cálculo diferencial e integral en la resolución de problemas de la mecánica cuántica.

3. CONTENIDOS DEL CURSO

FUNCIÓN DE ONDA Y TEORÍA DE SCHRÖDINGER

- La función de onda y la interpretación de Born.
- Ecuación de Schrödinger unidimensional dependiente del tiempo.
- Ecuación de Schrödinger independiente del tiempo.
- Valores esperados.
- Operadores y ecuaciones de autovalores.
- Principio de incertidumbre de Heisenberg.

APLICACIONES UNIDIMENSIONALES DE LA TEORÍA DE SCHRÖDINGER

- La partícula libre: onda plana y paquete de onda.
- Potencial de pozo infinito o *partícula en la caja*: cuantización de niveles y autofunciones normalizadas.
- Potencial de pozo finito o *pozo cuadrado*: ecuaciones trascendentales y solución de autovalores de energía mediante métodos numéricos y gráficos.
- Potencial de escalón: coeficientes de reflexión y transmisión.
- Potencial de barrera: coeficiente de transmisión y efecto túnel.
- Potencial de oscilador armónico: cuantización de niveles y autofunciones.

ECUACIÓN DE SCHRÖDINGER EN 3 DIMENSIONES Y APLICACIÓN AL CASO DE ÁTOMOS HIDROGENOIDES

- Ecuación de Schrödinger tridimensional y potencial central.
- Separación de variables.
- Soluciones angulares.
- Solución radial.
- Autovalores de la energía.
- Momento angular orbital y su forma de operador.
- Funciones de onda completas y orbitales atómicos.

SPIN

- Momento dipolar orbital magnético.
- Energía potencial de orientación.
- Momento angular intrínseco del electrón o *spin*.
- Momento angular total.
- Interacción spin-órbita y su aplicación en átomos hidrogenoides.

ÁTOMOS Y MOLÉCULAS

- Partículas idénticas y Principio de Exclusión de Pauli.
- Simetrización de funciones de onda.
- Solución del problema del átomo de Helio por simetrización de funciones de onda.
- Generalidades de la Tabla Periódica y orbitales atómicos.
- Enlaces iónicos y enlaces covalentes en moléculas.
- Niveles de energía y espectros de moléculas diatómicas: espectros rotacionales y vibro-rotacionales.
- Reglas de selección de transiciones rotacionales y vibro-rotacionales.
- Cálculo del espectro vibro-rotacional.
- Espectros electrónicos y Principio de Franck-Condon.

FÍSICA NUCLEAR

- Generalidades y propiedades nucleares.
- Modelos nucleares: Modelo de la gota, Modelo del gas de Fermi, Modelo de Capas.
- Procesos nucleares: decaimientos alfa, beta y gama.
- Reacciones nucleares.
- Reacciones de fisión y fusión.

TEMAS OPCIONALES

Se propone impartir al menos uno a criterio de la persona docente:

- Física de partículas.
- Sólidos conductores y semiconductores.

4. METODOLOGÍA

Durante el curso se emplea una metodología participativa. Las clases poseen exposiciones magistrales, realización de ejercicios, demostración de diferentes conceptos de la Física Moderna. 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. K. Krane, *Modern Physics*, 3a edición. John Wiley & Sons, Estados Unidos (2012).
2. R. Eisberg, R. Resnick, *Física Cuántica*. Limusa-Wiley, México (2002).
3. R.A. Serway, C.J. Moses, C.A. Moyer, *Modern Physics*, 3a edición. Thomson Brooks/Cole, Estados Unidos (2005).
4. P.A. Tipler, R.A. Llewellyn, *Modern Physics*, 6a edición. W.A. Freeman and Company, Estados Unidos (2012)
5. J. S. Townsend, *Quantum Physics*. University Science Books, Estados Unidos (2010).

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