

# INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA CUÁNTICA SEMESTRE 2019-I

**Prof. Víctor Romero Rochín**

**Cub. 247 Edificio Principal Instituto de Física  
5622 - 5096  
romero@fisica.unam.mx**

## TEMARIO

### 1. Introducción.

- La naturaleza atómica de la materia y su descripción cuántica.
- Antecedentes: Radioactividad, rayos X, rayos catódicos, rayos alfa, beta y gama. El átomo de Rutherford.
- Max Planck y el problema del cuerpo negro. El descubrimiento de  $h$ .
- Los espectros de los gases puros y el átomo de Bohr.

### 2. Ondas.

- Qué es una onda? Ondas dispersivas y no dispersivas.
- Ecuaciones de onda.
- El problema de las dos rendijas: balas, ondas y electrones. Superposición.
- "El Problema" según Feynman: el electrón como onda y partícula.

### 3. Una brevísima introducción a la relatividad especial.

- Transformaciones de Lorentz.
- Energía y momento de una partícula.
- Partículas con masa (electrones) y sin masa (fotones).
- La hipótesis de Louis de Broglie.

### 4. La ecuación de Schrödinger en 1 dimensión

- Hipótesis de de Broglie, momento y longitud de onda, energía y frecuencia.
- "Deducción" y/o motivación de la ecuación de Schrödinger.
- La base del momento.
- La delta de Dirac.
- Una primera discusión sobre el significado de la función de onda.

## **5. Elementos de la teoría de probabilidad.**

- Azar, estadística y probabilidad.
- Distribuciones de probabilidad.
- Interpretación probabilística de los resultados de la mecánica cuántica.
- Discusión: la mecánica cuántica no es una teoría de procesos estocásticos.

## **6. El Principio de Incertidumbre.**

- Definición del valor de expectación de la posición y el momento.
- Cálculo explícito con una función de onda gaussiana.
- Discusión: el Principio de Incertidumbre como el fundamento de la mecánica cuántica.

## **7. Evolución temporal de la partícula libre.**

- La solución "general" a la ecuación de Schrödinger. El propagador.
- Evolución de la partícula libre en términos de la base del momento.

## **8. La partícula en una caja (1 dimensión).**

- La ecuación de la energía.
- La base de la energía: eigenestados y eigenvalores.
- Ortogonalidad y completez de los estados de la energía.
- Evolución temporal.
- Discusión: Energía como observable y determinación del estado cuántico.

## **9. Introducción al formalismo de Dirac (1 dimensión)**

- Mecánica cuántica en 1D, deducción formal con notación de Dirac.
- Espacios de Hilbert: Operadores y observables. Eigenestados y eigenvalores.
- Unicidad de los estados como representantes de eigenvalores de un operador.
- No conmutatividad de ciertos operadores y el principio de incertidumbre.

## **10. El átomo de Hidrógeno.**

- Formulación clásica del problema y su cuantización.
- Extensión de la mecánica cuántica a 3 dimensiones.
- Separación de variables esféricas.
- Momento angular.
- El problema radial.
- Discusión de las eigenfunciones y eigenvalores del átomo de H.
- Constantes de movimiento y la degeneración de la energía.

## **11. El Spin del electrón.**

- Antecedentes históricos.
- El efecto Zeeman "anómalo".
- El descubrimiento del spin del electrón, Goudsmit y Uhlenbeck.
- El aparato de Stern-Gerlach.
- Descripción matemática del spin, las matrices de Pauli.

## **12. Sistemas de dos niveles.**

- El spin como el ejemplo básico de la mecánica cuántica "discreta".
- Sistemas de dos niveles como representantes de transiciones atómicas y moleculares entre dos estados.
- Diagonalización de sistemas de dos niveles. Cálculo explícito y rotaciones.
- Un spin en presencia de un campo magnético uniforme.
- Un spin en presencia de campos magnéticos uniformes y electromagnéticos.
- Absorción y emisión, oscilaciones de Rabi.

## **13. El fotón.**

- El fotón como partícula cuántica relativista.
- Absorción y emisión espontánea. De vuelta al átomo de Bohr.
- Emisión estimulada: el láser.
- Discusión: Qué es el fotón?

## **14. Temas selectos (???)**

- Enfriamiento y confinamiento atómico por medios ópticos (un problema de muchos cuerpos).
- Conductividad, superconductividad y superfluidez (un problema de muchos cuerpos).
- El modelo estándar.
- Las oscilaciones neutrinos.
- El Higgs.