

## INTRODUCCION A LA FISICA CUÁNTICA

---

CLAVE: 0582	MODALIDAD: Curso
QUINTO SEMESTRE	CARÁCTER: Obligatorio
CRÉDITOS: 12	REQUISITOS: Ecuaciones Diferenciales I, Cálculo Diferencial e Integral IV, Electromagnetismo I, Fenómenos Colectivos.

---

---

HORAS POR CLASE	TEÓRICAS: 2
HORAS POR SEMANA	TEÓRICAS: 6
HORAS POR SEMESTRE	TEÓRICAS: 96

---

### Objetivos

El curso tiene como objetivo dar al alumno un concepto actual y unificado de la estructura de la materia, mediante una visión cuántica del mundo microscópico. Para lograr este propósito se usará la evidencia experimental y algunos conceptos elementales de la mecánica cuántica con aplicaciones en la física atómica, molecular, el estado sólido y la física nuclear, concluyendo con un panorama moderno de la estructura de la materia basada en el modelo estándar y la física de las partículas elementales.

### Metodología de la enseñanza

El maestro deberá motivar la participación activa de los alumnos por medio de exposiciones y trabajos escritos.

### Evaluación del curso.

La calificación final tomará en cuenta las calificaciones de exámenes parciales, de las tareas, así como la participación de los alumnos.

### Temario

1. ¿DE QUÉ ESTÁ HECHA LA MATERIA? 4 hrs.  
Tratamiento cualitativo y descriptivo del contenido del curso.
  - 1.1 Átomos: primeras evidencias (Dalton). Pesos moleculares, pesos atómicos, el número de Avogadro.
  - 1.2 La tabla periódica.
  - 1.3 Estructura de los átomos: Núcleos y electrones.
  - 1.4 Los electrones son partículas sin tamaño ni estructura.
  - 1.5 Estructura de los núcleos: Protones y neutrones (las fuerzas nucleares son fuerzas efectivas como las fuerzas moleculares).
  - 1.6 Estructura de los nucleones: Quarks (fuerza electromagnética, fuerza fuerte y fuerza débil como fuerzas fundamentales).

## **Antecedentes de la Física Cuántica.**

2. TEORÍA CUÁNTICA DE LA LUZ (PUNTO DE VISTA DISCRETO DE LA RADIACIÓN) **12 hrs.**
  - 2.1 Emisión y absorción de radiación.
  - 2.2 Radiación de cuerpo negro †.
  - 2.3 Ley de Rayleigh-Jeans. Ley de Planck de la radiación de cuerpo negro †.
  - 2.4 \* Conceptos básicos de Teoría Especial de la Relatividad †.
  - 2.5 Cuantización de la luz y el Efecto Fotoeléctrico (Fotones).
  - 2.6 Rayos X (fotones de alta energía)
  - 2.7 Efecto Compton.
  - 2.8 Producción de pares.
  
3. NATURALEZA ATÓMICA DE LA MATERIA **10 hrs.**
  - 3.1 Espectros atómicos.
  - 3.2 Modelo atómico de Thomson.
  - 3.3 Experimento de Rutherford.
  - 3.4 Teoría de Bohr del átomo de Hidrógeno.
  - 3.5 Confirmación directa de los niveles de energía atómicos: Experimento de Franck-Hertz.
  - 3.6 Principio de Correspondencia.
  
4. PROPIEDADES ONDULATORIAS DE LAS PARTÍCULAS **14 hrs.**
  - 4.1 La hipótesis de de Broglie, dualidad onda-partícula. Ondas de materia.
  - 4.2 Medida de la longitud de onda de partículas: Experimento de Davisson-Germer.

## **Introducción al formalismo de la Física Cuántica y algunas aplicaciones**

5. ELEMENTOS DE MECÁNICA CUÁNTICA **16 hrs.**
  - 5.1 La ecuación de Schrödinger dependiente del tiempo.
  - 5.2 Condiciones para tener una función de onda aceptable.
  - 5.3 Experimentos de las dos rendijas y de interferencia de Aspect. Interpretación probabilística de la función de onda.
  - 5.4 Operadores, linealidad y superposición, valores esperados de los observables.
  - 5.5 Principio de Incertidumbre de Heisenberg y aplicaciones elementales.
  - 5.6 Ecuación de Schrödinger independiente del tiempo.
  - 5.7 La caja de potencial. Condiciones a la frontera y normalización.
  - 5.8 Efecto Túnel: barrera cuadrada de potencial, coeficientes de transmisión y de reflexión. \* Microscopio de barrido por tunelaje.
  - 5.9 El oscilador armónico simple.
  
6. TEORÍA CUÁNTICA DEL ÁTOMO DE HIDRÓGENO **12 hrs.**
  - 6.1 La ecuación de Schrödinger para el átomo de Hidrógeno.
  - 6.2 Método de separación de variables. Soluciones de las ecuaciones radial y angulares, cuantización de la energía y cuantización del momento angular orbital.
  - 6.3 Números cuánticos: principal, orbital y magnético.
  - 6.4 Densidad de probabilidad electrónica.
  - 6.5 Transiciones radiativas. Reglas de selección.

6.6 Cuantización espacial del momento angular orbital y Efecto Zeeman.

7. ÁTOMOS DE MUCHOS ELECTRONES Y MOLÉCULAS: CONCEPTOS FUNDAMENTALES **10** hrs.

7.1 El espín del electrón. Experimento de Stern-Gerlach.

7.2 Principio de exclusión de Pauli.

7.3 Configuraciones electrónicas y la tabla periódica.

7.4 Momento angular total, interacción espín-órbita y espectros atómicos.

7.5 Moléculas. Enlaces.

7.6 Moléculas diatómicas. La molécula de Hidrógeno.

7.7 Niveles de energía electrónicos: rotacionales, vibracionales y espectros moleculares.

7.8 \* Moléculas complejas.

8. SISTEMAS DE MUCHAS PARTÍCULAS: CONCEPTOS FUNDAMENTALES **4** hrs.

8.1 Distribución de Fermi-Dirac y Distribución de Bose-Einstein.

9. ESTADO SÓLIDO: CONCEPTOS FUNDAMENTALES **6** hrs.

9.1 Clasificación de los sólidos: sólidos cristalinos y sólidos amorfos.

9.2 Gas de electrones libres.

9.3 Teoría de bandas de energía en sólidos cristalinos. Evidencia experimental de la existencia de bandas: Conductores, semiconductores y dieléctricos.

9.4 Teorema de Bloch. Potencial de Kronig-Penney.

9.5 \* Semiconductores, dispositivos semiconductores, transistores y chips.

9.6 \* Superconductividad, Superfluidez y Condensación de Bose-Einstein.

9.7 \* Corrales cuánticos y puntos cuánticos.

10. FÍSICA NUCLEAR: CONCEPTOS FUNDAMENTALES **8** hrs.

10.1 Propiedades de los núcleos:

a) Composición de los núcleos.

b) Propiedades de los nucleones.

c) La fuerza nuclear (como fuerza derivada, no fundamental).

10.2 Distribución de carga, radio nuclear y distribución de materia nuclear en los núcleos. Experimentos de dispersión elástica de electrones de alta energía por núcleos.

10.3 Las masas y las energías de amarre de los núcleos en sus estados base. Energía de amarre por nucleón.

10.4 Modelo de la gota del líquido: La fórmula de masas semiempírica y valle de estabilidad  $\beta$ .

10.5 Modelo de capas:

a) Pozos de potencial nuclear.

b) Estimación de las energías de los nucleones.

c) Energía de las capas y momento angular.

d) Interacción espín-órbita, números mágicos y espectros nucleares.

e) \* Momento dipolar magnético de los núcleos.

f) \* El momento cuadrupolar eléctrico de los núcleos (forma de los núcleos).

10.6 Decaimientos radiactivos.

## 11. PARTÍCULAS ELEMENTALES: CONCEPTOS FUNDAMENTALES 10 hrs.

Tratamiento descriptivo basado en la teoría del campo y la evidencia experimental.

- 11.1 Clasificación de las partículas elementales y las interacciones fundamentales.
- 11.2 Cuantización de las interacciones fundamentales (bosones de norma,  $W^\pm$ ,  $Z^0$ , gluones, el Higgs).
- 11.3 Leyes de conservación y simetrías
- 11.4 El Modelo Estándar.
- 11.5 \*Física mas allá del Modelo Estándar: Masas de los neutrinos. Supersimetría, Super-cuerdas y otros tópicos.

\* Estos temas son optativos y se dejan al criterio del maestro.

† Estos temas se discuten ampliamente en otros cursos.

### Bibliografía básica

- Arthur Beiser, **Concepts of Modern Physics**, 6th edition, McGraw-Hill, USA (2003).
- Paul A. Tipler and Ralph A. Llewellyn, **Modern Physics**, 4th edition, W. H. Freeman and Company, New York (2003).
- Raymond A. Serway, Clement J. Moses and Curt A. Moyer, **Modern Physics**, 3rd. edition, Thomson Brooks-Cole (2005).
- Stephen T. Thornton and Andrew Rex, **Modern Physics for Scientist and Engineers**, 2nd edition, Thomson Learning Inc. (2002).
- Frank Blatt, **Modern Physics**, McGraw-Hill, Co. USA (1992).

### Bibliografía complementaria

- Walter A. Harrison, **Applied Quantum Mechanics**, World Scientific (2001).
- T. Hey y P. Walters, **The New Quantum Universe**, Cambridge University Press (2003).
- Richard Turton, **The Physics of Solids**, Oxford University Press (2000).
- Charles Ruhla, **The Physics of Chance. From Pascal to Niels Bohr**, Oxford University Press (1995).
- J. P. McKelvey, **Física del Estado Sólido y Semiconductores**, Limusa, México (1988).
- W. N. Cottingham and D.A. Greenwood, **An Introduction to Nuclear Physics**, Cambridge University Press (2001).
- Richard A. Dunlap, **An Introduction to the Physics of Nuclei and Particles**, Thomson. Brooks-Cole (2004).
- Jean-Louis Basdevant, James Rich, Michel Spiro, **Fundamentals in Nuclear Physics. From Nuclear Structure to Cosmology**, Springer (2004).
- J. G. Martinus Veltman, **Facts and Mysteries in Elementary Particle Physics**, 1st edition, World Scientific Co. Pte Ltd, Singapore (2003).
- W. N. Cottingham and D. A. Greenwood, **An Introduction to the Standard Model of Particle Physics**, Cambridge University Press (2007).
- Anthony W. Thomas, Wolfram Weise, **The Structure of the Nucleon**, J. Wiley-VCH (2001).
- G. Kane, **The Particle Garden**, Addison Wesley USA (1995).