



Universidad Nacional de Río Cuarto
Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICO-QUÍMICAS Y NATURALES

DEPARTAMENTO DE FÍSICA

CARRERA: Licenciatura en Física

PLAN DE ESTUDIOS: 2010

ASIGNATURA: Mecánica Cuántica I

CÓDIGO: 2250

DOCENTE RESPONSABLE: Hernán L. Calvo

EQUIPO DOCENTE:

Dr. Hernán L. Calvo (Prof. Adjunto, ded. simple)

Lic. Federico D. Ribetto (Ayudante de 1^{ra}, ded. simple)

AÑO ACADÉMICO: 2020

REGIMEN DE LA ASIGNATURA: Cuatrimestral

RÉGIMEN DE CORRELATIVIDADES:

<i>Aprobada</i>	<i>Regular</i>
Mecánica (2245)	Métodos Matemáticos de la Física (2247)
Electromagnetismo I (2243)	Física Moderna I (2248)

CARGA HORARIA TOTAL: 112 hs

TEÓRICAS: 4 hs

PRÁCTICAS: 4 hs

LABORATORIO: –

CARÁCTER DE LA ASIGNATURA: Obligatoria



A. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA

Primer cuatrimestre de cuarto año.

B. OBJETIVOS PROPUESTOS

Introducir, discutir e interpretar, dentro de un contexto matemático apropiado, la estructura formal de la Mecánica Cuántica. Resolver la ecuación de Schrödinger en sistemas modelo para su posterior aplicación a sistemas atómicos. Estudiar y aplicar las Leyes de Conservación. Desarrollar habilidades para analizar y resolver problemas avanzados.

C. CONTENIDOS BÁSICOS DEL PROGRAMA A DESARROLLAR

Introducción matemática (espacios de Hilbert). Postulados de la Mecánica Cuántica. Principio de incertidumbre, medición de observables. Función de onda. Ecuación de Schrödinger. Fuerzas centrales. Momento angular orbital. Átomos hidrógenoides. Métodos de aproximación. Simetrías y leyes de conservación.

D. FUNDAMENTACIÓN DE LOS CONTENIDOS

La dualidad onda-partícula, el principio de incertidumbre de Heisenberg y las propiedades magnéticas de las partículas a nivel atómico, dan lugar a una nueva concepción en la Física. La Mecánica Cuántica surge, de este modo, como una nueva teoría que posee un alto grado de abstracción, que para su formulación requiere la adquisición de conceptos y herramientas nuevas: Postulados básicos nuevos, propiedades de operadores y de espacios de funciones donde están definidos, resolución de ecuaciones diferenciales, desarrollo de métodos aproximados como ser las aplicaciones del teorema variacional y de la teoría de perturbaciones. Toda esta metodología matemática, se aplica a sistemas atómicos, moleculares y sólidos.

E. ACTIVIDADES A DESARROLLAR

CLASES TEÓRICAS: Exposición por parte del equipo docente de la temática y su aplicación a problemas prácticos modelo. Carga horaria: 56 hs.

CLASES PRÁCTICAS: Planteo y resolución de guías de ejercicios y análisis teórico de sus resultados. Participación de los alumnos en las exposiciones. Carga horaria: 56 hs.

CLASES DE TRABAJOS PRÁCTICOS DE LABORATORIO: No corresponde.

F. NÓMINA DE TRABAJOS PRÁCTICOS

1. Introducción matemática: Espacio de Hilbert, Notación de Dirac, producto interno.
2. Derivación heurística de la Ec. de Schrödinger; Postulados de la Mecánica Cuántica; Medición de observables.
3. Potenciales unidimensionales: Partícula libre; Caja; Pozo; Barrera; Potencial delta de Dirac. Estados ligados y del continuo.



4. El oscilador armónico. Representación de operadores escalera; Potenciales anarmónicos. El oscilador con campo eléctrico.
5. Simetrías y leyes de conservación.
6. Potenciales 3D; Momento angular orbital; Armónicos esféricos; el oscilador 3D. Rotaciones.
7. Átomos hidrogenoides. Problema de autovalores, degeneración. Análisis espectral.
8. Métodos de aproximación. Teoría de perturbaciones independiente del tiempo, casos no-degenerado y con degeneración. Método variacional.

G. HORARIOS DE CLASES: Lunes y Miércoles de 14:00 a 18:00 hs.

HORARIO DE CLASES DE CONSULTAS: A convenir con los estudiantes.

H. MODALIDAD DE EVALUACIÓN:

- **Evaluaciones Parciales:** Resolver y analizar un conjunto de ejercicios y problemas, que pueden incluir preguntas teóricas.
- **Evaluación Final:** Resolver y analizar un conjunto de ejercicios y problemas, que pueden incluir preguntas teóricas. Se incluye la posibilidad de evaluación oral.
- **CONDICIONES DE REGULARIDAD:** Asistencia del 80% a todas las actividades del curso y aprobación de los exámenes parciales y/o sus respectivos exámenes recuperatorios.
- **CONDICIONES DE PROMOCIÓN:** No corresponde.



PROGRAMA ANALÍTICO

A. CONTENIDOS

Unidad 1: *Introducción matemática*

Espacios de Hilbert; Notación de Dirac; Espacio dual (producto interno, desigualdades); Transformaciones activas y pasivas; Ejemplo: Partículas de espín $\frac{1}{2}$. Representaciones posición y momento.

Unidad 2: *Postulados de la Mecánica Cuántica*

Derivación heurística de la Ec. de Schrödinger; Postulados; ¿Qué significa medir en Cuántica? (Compatibilidad de observables; principio de incerteza generalizado). Ejemplos varios.

Unidad 3: *Potenciales unidimensionales*

Partícula libre. Evolución de paquetes de onda. Partícula en una caja. Pozo de potencial y potencial de barrera. Estados ligados, teoremas relacionados.

Unidad 4: *Oscilador armónico unidimensional*

Introducción. Derivación de los polinomios de Hermite. Cuantización: Representación de operadores escalera. Evaluación de potenciales anarmónicos. El oscilador con campo eléctrico.

Unidad 5: *Simetrías y leyes de conservación*

Invarianza traslacional. Implicancias. Invarianza de traslación temporal y conservación de la energía. Invarianza de paridad. Simetría de reversión temporal.

Unidad 6: *Invarianza rotacional*

Traslaciones y Rotaciones. Operador momento angular orbital. Armónicos esféricos. Resolución de problemas rotacionalmente invariantes. Potenciales tridimensionales: Partícula libre; partícula en caja; el oscilador 3D.

Unidad 7: *Átomos hidrogenoides*

Problema de autovalores. Niveles de energía y números cuánticos. Degeneración espectral.

Unidad 8: *Métodos de aproximación*

Teoría de perturbaciones independiente del tiempo: Deducción del método. Ejemplos. Reglas de selección. Caso degenerado. Estructura fina. Método variacional.



B. CRONOGRAMA DE CLASES Y PARCIALES

Semana	Fecha	Teóricos	Fecha	Prácticos	Fecha	Lab	Parciales
1-2		U. 1		U. 1			
3-4		U. 2		U. 2			
5-7		U. 3		U. 3			
8		U. 4		U. 4			P1: 22/04/2020
9		U. 5		U. 5			
10-11		U. 6		U. 6			
12		U. 7		U. 7			
13-14		U. 8		U. 8			P2: 03/06/2020 Recs. 08/06/2020

C. BIBLIOGRAFÍA

Obligatoria:

***Principles of Quantum Mechanics**, R. Shankar, 2nd Ed., Plenum Press – New York, 1994.

***Lectures on Quantum Mechanics**, G. Baym, W. A. Benjamin Inc. – Massachusetts, 1969.

De consulta:

***Introduction to Quantum Mechanics**, D. J. Griffiths, 2nd Ed., Prentice Hall - New York, 2005.