



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO**

**FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICO-QUÍMICAS Y NATURALES**

**DEPARTAMENTO DE FÍSICA**

**CARRERA/S:** Licenciatura en Física

**PLAN DE ESTUDIOS:** 2010

**ASIGNATURA:** Mecánica Cuántica II

**CÓDIGO:** 2253

**DOCENTE RESPONSABLE:** Hernán L. Calvo

**EQUIPO DOCENTE:**

Dr. Hernán L. Calvo (Prof. Adjunto, ded. simple)  
Lic. Federico D. Ribetto (Ayudante de 1<sup>ra</sup>, ded. simple)

**AÑO ACADÉMICO:** 2019

**REGIMEN DE LA ASIGNATURA:** Cuatrimestral

**RÉGIMEN DE CORRELATIVIDADES:**

<i>Aprobada</i>	<i>Regular</i>
Electromagnetismo II (2246)	Física Moderna I (2248)
Métodos Matemáticos de la Física (2247)	Mecánica Cuántica I (2250)

**CARGA HORARIA TOTAL:** 112 hs

**TEÓRICAS:** 4 hs    **PRÁCTICAS:** 4 hs    **LABORATORIO:** –

**CARÁCTER DE LA ASIGNATURA:** Obligatoria

## **A. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA**

Segundo cuatrimestre de cuarto año.

## **B. OBJETIVOS PROPUESTOS**

Introducir, discutir e interpretar, dentro de un contexto matemático apropiado, la estructura formal de la Mecánica Cuántica. Incluir el grado de libertad de espín y considerar la suma de momentos angulares. Resolver la ecuación de Schrödinger en sistemas dependientes del tiempo. Incluir, dentro de la problemática, sistemas de muchas partículas. Desarrollar habilidades para analizar y resolver problemas avanzados.

## **C. CONTENIDOS BÁSICOS DEL PROGRAMA A DESARROLLAR**

Momento angular intrínseco (espín). Suma de momentos angulares. Operadores tensoriales. Representaciones de Schrödinger, Heisenberg e Interacción. Teorema de Ehrenfest. Teoría de perturbaciones dependiente del tiempo. Partículas indistinguibles. Métodos de aproximación (Hartree, Fermi-Thomas y Hartree-Fock).

## **D. FUNDAMENTACIÓN DE LOS CONTENIDOS**

La Mecánica Cuántica surge como una nueva teoría esencial en la escala atómica, e involucra un alto grado de abstracción. Ello implica que 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. Momento angular intrínseco.
2. Suma de momentos angulares. Operadores tensoriales.
3. Dinámica cuántica. Representaciones de Schrödinger, Heisenberg y de Interacción.
4. Teoría de perturbaciones dependiente del tiempo. Regla de oro de Fermi.
5. Partículas indistinguibles.

**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:** *Momento angular intrínseco.*

Naturaleza del espín. Cinemática del espín, espacios producto, separabilidad. Matrices de Pauli. Operador de rotación. Esfera de Bloch. Dinámica de espín. Momento magnético orbital clásico y cuántico. Momento magnético de espín. Hamiltoniano de interacción espín-campo magnético. Precesión. Ruptura de degeneración en átomo de Hidrógeno. Experimento de Stern-Gerlach.

#### **Unidad 2:** *Suma de momentos angulares.*

Ejemplo simple (dos espines 1/2). Problema general. Coeficientes de Clebsch-Gordan. Suma de momentos angulares orbital y de espín. Operadores tensoriales: cartesiano e irreducibles. Producto de tensores. Teorema de Wigner-Eckart. Explicación de degeneraciones accidentales.

#### **Unidad 3:** *Formalismo en la dinámica cuántica.*

Operador de evolución temporal y ecuación de Schrödinger. Representaciones de Schrödinger y Heisenberg. Ecuaciones de movimiento. Teorema de Ehrenfest.

#### **Unidad 4:** *Potenciales dependientes del tiempo.*

Representación de interacción. Hamiltonianos con dependencia temporal extrema. Aproximaciones instantánea y adiabática. Fase de Berry. Teoría de perturbaciones dependientes del tiempo. Series de Dyson. Probabilidades de transición. Regla de oro de Fermi.

#### **Unidad 5:** *Partículas indistinguibles.*

Simetría de permutación. Postulado de simetrización. Sistemas de dos electrones. El átomo de helio. Estados de muchas partículas. Segunda cuantización. Gas de electrones degenerado. Métodos de aproximación: Hartree, Fermi-Thomas, Hartree-Fock.

### B. CRONOGRAMA DE CLASES Y PARCIALES

Semana	Día/Fecha	Teóricos	Día/Fecha	Prácticos	Día/Fecha	Lab	Parciales
1-2		U. 1		U. 1			
3-6		U. 2		U. 2			
7-8		U. 3		U. 3			P1: 30/09
9-11		U. 4		U. 5			
12-14		U. 5		U. 6			P2: 11/11 Rec. 13/11

## C. BIBLIOGRFÍA

### *Obligatoria:*

- **Principles of Quantum Mechanics**  
R. Shankar, 2<sup>nd</sup> Ed., Plenum Press – New York, 1994.
- **Modern Quantum Mechanics**  
J. Sakurai & J. Napolitano, 2<sup>nd</sup> Ed., Addison-Wesley – San Francisco, 1994.

### *De consulta:*

- **Lectures on Quantum Mechanics**  
G. Baym, W. A. Benjamin Inc. – Massachusetts, 1969.
- **Introduction to Quantum Mechanics**  
D. J. Griffiths, 2<sup>nd</sup> Ed., Prentice Hall - New York, 2005