Departamento de Física – UNLP

Mecánica Cuántica II

2026 Cronograma

Profesor: Pablo Pisani
pisani@fisica.unlp.edu.ar

Clase 1 – 02/03

Introducción: ¿Qué hemos aprendido de mecánica cuántica?
Hamiltonianos dependientes del tiempo. Autoestados instantáneos y evolución temporal. Ecuación de Schrödinger y serie de Dyson. Operador ordenamiento temporal.

Clase 2 – 05/03

Esquema de interacción (Dirac). Perturbaciones dependientes del tiempo y amplitudes de transición a primer orden. Ejemplo: el oscilador armónico forzado.

Clase 3 – 09/03

Perturbación armónica: absorción y emisión. Resonancia. Relación de incerteza entre la energía y el tiempo en mecánica cuántica. Transición al continuo; densidad de estados. Regla de oro de Fermi.

Clase 4 – 12/03

Interacción de la materia con un campo electromagnético externo: onda monocromática sobre un electrón ligado. Energía de ionización del átomo de hidrógeno.

Clase 5 – 16/03

Interacción de la materia con un baño térmico de fotones: absorción de la luz y emisión estimulada. Coeficientes de Einstein y emisión espontánea. Reglas de selección.

Clase 6 – 19/03

El potencial que se enciende abruptamente. Ejemplo: decaimiento β y desintegración ${}^3H \to {}^3\mathrm{He}^+$.
Transiciones adiabáticas y regla de oro de Fermi. Evolución de los autoestados instantáneos del hamiltoniano. Ejemplo: transiciones de Landau-Zener.

Clase 7 – 23/03

Aproximación adiabática: fase dinámica y fase geométrica (Berry). Fase, conexión y curvatura de Berry. Ejemplo: rotación del spin en un campo magnético variable.

Clase 8 – 26/03

Sistema de dos estados. NMR.

Clase 9 – 30/03

Dispersión. Amplitud de dispersión. Sección eficaz. Función de Green.

Clase 10 – 06/04

Teorema óptico. Aproximación de Born.

Clase 11 – 09/04

Potenciales centrales. Ejemplo: potencial de Yukawa. Sección eficaz de Rutherford.

Clase 12 – 13/04

Ondas parciales. *Phase shift*. Amplitud de dispersión y sección eficaz.

Clase 13 – 16/04

Ejemplos: (i) esfera rígida; (ii) potencial de Coulomb.

Clase 14 – 20/04

Matriz S. Propiedades analíticas. Estados ligados y estados resonantes.

Clase 15 – 23/04

Aproximación eikonal.

Clase 16 – 27/04

Partículas idénticas. Degeneración de intercambio. Grupo de permutaciones y representaciones trivial y alternada: (Anti)Simetrización. Bosones y fermiones. Teorema espín-estadística. Interacción de intercambio. Principio de exclusión de Pauli.

Clase 17 – 30/04

Átomos con dos electrones. Parahelio y Ortohelio. Estado fundamental y estados excitados. Contribuciones directas y de intercambio.
Efectos de la (anti)simetrización en la sección eficaz.

Clase 18 – 04/05

Segunda cuantificación. Espacio de Hilbert de las partículas idénticas y representación por número de ocupación. Espacio de Fock. Operadores de creación y aniquilación. Operador número. El estado de vacío. Segunda cuantificación para fermiones.

Clase 19 – 07/05

Operadores de campo. Operadores de una y de dos partículas. Ejemplos.

Clase 20 – 11/05

Teoría cuántica de la radiación. Emisión y absorción de fotones por un átomo. Emisión espontánea y coeficientes de Einstein. Energía de vacío y efecto Casimir.

Clase 21 – 14/05

Mecánica cuántica relativista. Ecuación de Klein-Gordon. Propagación de la partícula libre; relación de dispersión. Energías negativas. Ecuación de continuidad; probabilidades negativas. Mar de Dirac. Antimateria.

Clase 22 – 18/05

Paradoja de Klein para el caso escalar. Espectro de energías, zona de Klein. Velocidades de fase y de grupo. Interpretación del resultado.
Creación de un par partícula/antipartícula por un campo eléctrico instantáneo.

Clase 23 – 21/05

Ecuación de Dirac. Álgebra de Clifford, matrices de Dirac. Representaciones de Dirac y Quiral. Solución de partícula libre. Energías negativas. Partículas y antipartículas en el límite no-relativista. Ecuación de continuidad.

Clase 24 – 28/05

Transformaciones de Lorentz: rotaciones y *boosts*. Transformación de campos escalares y vectoriales. Invarianza de la ecuación de Dirac. Representación espinorial. Espinores de Weyl y de Dirac.

Clase 25 – 01/06

Espín y momento angular. Helicidad. Transformación de paridad. Quiralidad. Fermiones sin masa.
Conjugación de carga. Representación de Majorana. Fermiones sin carga. Neutrinos.

Clase 26 – 04/06

Ecuación de Dirac en presencia de un campo electromagnético. Momento magnético del electrón. Potenciales centrales y límite no-relativista.

Clase 27 – 08/06

El átomo de hidrógeno.

Clase 28 – 11/06

Clase 29 – 15/06

Clase 30 – 18/06

Conclusión.

Condiciones de aprobación

La materia se aprueba con un examen parcial y un examen final. El examen parcial y su recuperatorio tendrán lugar antes del receso invernal. Por el momento están planificados para el miércoles 08 y el viernes 17 de julio; estas fechas serán confirmadas más adelante.

Alguna bibliografía recomendada

Las clases no siguen un único libro por lo que se recomienda seguir los temas de este programa consultando diversos textos. Algunos que sugerimos consultar son (en orden aleatorio):

- S. Weinberg; "Lectures on Quantum Mechanics"
- C. Cohen-Tannoudji, C. Diu and F. Laloë; "Quantum Mechanics"
- L.D. Landau, E.M. Lifshitz; "Course of Theoretical Physics – Volume III"
- R. Shankar; "Principles of Quantum Mechanics"
- D. Tong; "Quantum Mechanics: Lectures on Theoretical Physics"
- R. Feynman, R. Leighton and M. Sands; "The Feynman Lectures on Physics – Volume III"
- P.A.M. Dirac; "The Principles of Quantum Mechanics"
- W. Heisenberg; "The Physical Principles of the Quantum Theory"
- J. Edelstein, A. Gomberoff; "La tiranía del azar"

Versión 31/05/2026