FS-0819 Mecánica Cuántica II

Créditos: 3 (4 horas lectivas por semana ; se recomiendan 6 horas semanales de estudio individual)
Profesor: Blai Garolera Huguet (506FM ; casillero #43 ; blai.garolera@ucr.ac.cr)
Horario y aula: Lunes y Jueves de 15:00h a 17:00h. Aula 102.
Consulta: Lunes y Jueves de 18:00h a 19:00h (506FM)
Requisitos: FS-0717 Mecánica Cuántica I

1. Descripción

El curso FS-0819 *Mecánica Cuántica II* es la continuación del curso FS-0717 *Mecánica Cuántica I*, por lo que éste es requisito indispensable. Pertenece al 8° ciclo del programa de Bachillerato en Física de la Universidad de Costa Rica y tiene asignada una carga de 3 créditos. Los tópicos cubiertos en este curso inclyen los métodos aproximados más habituales, la aproximación semiclásica de la interacción con un campo electromagnético externo, algunos conceptos básicos de Física Atómica y una iniciación a la teoría de colisiones.

2. Objetivos del curso

El objetivo principal de esta asignatura es el de brindar al estudiante la teoría formal básica de la Mecánica Cuántica moderna y prepararlo para que sea capaz de desarrollarse de forma independiente en esta disciplina. El presente curso pretende poner un especial énfasis en la aplicación práctica y el experimento, sin dejar de lado cuestiones de carácter más conceptual.
Se espera que el estudiante esté familiarizado con el álgebra lineal, el análisis complejo, el cálculo diferencial, la mecánica clásica y los postulados fundamentales de la mecánica cuántica.

3. Evaluación

La evaluación del curso consistirá en dos exámenes parciales de 2 horas de duración cada uno y que sumados constituyen el 70 % de la nota final. Éstos se realizarán en horario de clase, individualmente y a libro cerrado. Se permitirá un formulario de una hoja, libro de tablas y el uso de calculadora científica.
El 30 % restante involucrará la redacción de un trabajo individual breve y especializado, así como la presentación pública de éste. El profesor guiará a los estudiantes en sus respectivos trabajos durante todo el semestre. Se espera que tanto el trabajo como la presentación sean en inglés.

- Primer examen parcial. Capítulos 1 y 2 (35 %) — 19 de setiembre
- Segundo examen parcial. Capítulos 3 y 4 (35 %) — 3 de noviembre
- Trabajo final más exposición (30 %) — del 7 al 24 de noviembre
- Ampliación: — 05 de diciembre

4. Temario y contenidos

1. **Métodos aproximados** (20h)
   Métodos variacionales para sistemas ligados. Teoría de perturbaciones independientes del tiempo. Teoría de perturbaciones dependientes del tiempo. Probabilidad de transición. Anchura de desintegración. La regla de oro de Fermi. Perturbaciones adiabáticas. Aproximación WKB.
   Refs: Sakurai 5, Griffiths 6-10, Basdevant-Dalibard 9 y 17, Galindo-Pascual 9-11.

2. **Interacción electromagnética** (8h)
   Transformación de gauge. Acoplo mínimo. Ecuación de Pauli. Límite no-relativista de la ecuación de Dirac. Hamiltoniano del campo electromagnético. Estados de polarización del fotón. Interacción materia-radiación.
   Refs: Basdevant-Dalibard 15, Galindo-Pascual 12.

3. **Física atómica** (16h)
   Átomos de un electrón: El átomo de hidrógeno y átomos exóticos. Estrucutra fina. Estructura hiperfina. Átomos multielectrónicos: Reglas de Slater-Condon. Modelo de Thomas-Fermi. Método de Hartree-Fock. Átomos en campos externos: Efecto Zeeman y efecto Stark.
   Refs: Bransden-Joachain 3-8, Eisberg-Resnick 7-10, Galindo-Pascual 12 y 14, Friedrich 2.

4. **Teoría de colisiones** (8h)
   La aproximación de Born. Secciones eficaces. Matriz S. El teorema óptico. Amplitud de scattering.
   Refs: Sakurai 7, Griffiths 11, Basdevant-Dalibard 18, Galindo-Pascual 8.

5. **Exposiciones de los alumnos** (últimas 3 semanas: 12h)

   - Experimento de la doble rendija. Experimento de Aharonov-Bohm. Fase de Berry. MC y relatividad especial. Fundamentos de la teoría cuántica de campos.
   - Partículas idénticas. Condensados de Bose-Einstein. Principio de exclusión de Pauli. Presión de degeneración. Aniones.
   - Matriz densidad. Temperatura finita en MC. Entropía de entrelazamiento. Transformaciones de Bogolyubov. DFT.
   - Paradoja EPR. Desigualdades de Bell. Spooky actions at a distance. Interpretaciones realistas y capacidades caloríficas por átomo bajas. Interpretaciones de la MC.
   - Coherencia cuántica. Láseres y máseres. Decoherencia cuántica. El gato de Schödinger. La flecha del tiempo en MC.
   - Computación cuántica. Algoritmos cuánticos. Criptografía cuántica. Teorema de no-clonación. Efecto Zenón cuántico.

5. Bibliografía y referencias

- J. L. Basdevant y J. Dalibard, *Quantum Mechanics*
- B. H. Bransden y C.J. Joachain, *Physics of Atoms and Molecules.*
- R. Eisberg y R. Resnick, *Quantum Physics of Atoms, Molecules, Solids, Nuclei, and Particles.*
- H. Friedrich, *Theoretical Atomic Physics.*
- A. Galindo y P. Pascual, *Quantum Mechanics I y II.*
- D. J. Griffiths, *Introduction to Quantum Mechanics.*
- J. J. Sakurai, *Modern Quantum Mechanics.*

6. Literatura complementaria

- R. Feynman, *The Feynman Lectures on Physics*, vol. III.
- L. Landau y E. Lifshitz, *Quantum Mechanics.*
- A. Peres, *Quantum Theory. Concepts and Methods.*
- S. Weinberg, *Lectures on Quantum Mechanics*