



EX-2022-00597456- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Introducción a la Óptica Cuántica: Manipulación de Átomos con Campos Electromagnéticos	AÑO: 2022
CARACTER: Especialidad	UBICACIÓN EN LA CARRERA: 4° año 2° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Física	
REGIMEN: Cuatrimestral	CARGA HORARIA: 120 horas

FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

La materia busca brindar un panorama de conceptos y técnicas estándares involucrados en la manipulación de átomos individuales (neutros o ionizados) por medio de campos electromagnéticos, incluyendo láseres, campos estáticos y campos de radiofrecuencia. También se describirán algunas posibles aplicaciones tecnológicas de los átomos ultrafríos.

El curso tiene cierta superposición temática con Física Contemporánea y con Mecánica Cuántica II. Para reducir la repetición al mínimo, se excluye de los contenidos la física del láser. Sin embargo, es necesario incluir algunos conceptos de matrices densidad, y aspectos básicos sobre estructura atómica y reglas de selección sin profundización, a los efectos de justificar el modelo del átomo de dos (o tres) niveles.

CONTENIDO

Interacción semiclásica entre la luz y átomos

Niveles electrónicos, reglas de selección. Hamiltoniano de acoplamiento entre la luz y los átomos, tratamiento para acoplamiento débil y aproximación de onda rotante. Átomo de dos niveles: oscilaciones de Rabi, AC Stark shift. Emisión espontánea: Coeficientes de Einstein y breve discusión del ancho de línea. Bombeo óptico.

Campo electromagnético cuantizado

Conceptos básicos sobre cavidades resonantes. Fórmulas para el campo cuantizado, sin derivación, para volumen infinito o en una cavidad. Estados del campo cuántico: estados de Fock, coherentes, térmicos. Squeezing.

Interacción entre los átomos y la radiación óptica cuantizada

Electrodinámica cuántica en cavidades: Modelo de Jaynes-Cummings. Teoría de Wigner-Weisskopf de la emisión espontánea.

Sistemas cuánticos compuestos y abiertos

Formalismo de matriz densidad, propiedades. Sistemas cuánticos compuestos: estados entrelazados y matrices densidad reducidas.

Átomo como sistema cuántico abierto en interacción con el campo

Derivación de la ecuación maestra para un átomo de dos niveles interactuando con el vacío del campo. Ecuaciones de Bloch, estado estacionario.

Algunos fenómenos importantes en óptica cuántica

Fluorescencia en resonancia. Superradiancia. Sistemas de tres niveles.

Fuerzas ópticas sobre los átomos

Presión de radiación y enfriamiento Doppler. Potencial óptico y trampas dipolares. Enfriamiento sub-Doppler por efecto Sísifo.



EX-2022-00597456- -UNC-ME#FAMAF

Ideas básicas sobre información cuántica

Evolución unitaria como composición de compuertas elementales. Aplicación: computación cuántica. Generación cuántica de claves.

Trampas de iones y manipulación de iones atrapados

Principios básicos de trampas de Penning y de Paul. Grados de libertad internos y externos de un único ion; manipulación con láseres. Enfriamiento por bandas laterales. Manipulación de un sistema de varios iones, y compuertas para información cuántica.

Manipulación de átomos neutros

Implementaciones con redes ópticas, pinzas ópticas, cavidades ópticas. Átomos de Rydberg.

Tratamientos alternativos para sistemas cuánticos abiertos

Formalismo de "input-ouput". Formalismo de saltos cuánticos o trayectorias cuánticas.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- M. Lukin, notas para el curso "Modern Atomic and Optical Physics II" (Harvard), disponibles en <http://lukin.physics.harvard.edu/teaching/>
- M. Fox, "Quantum Optics" (Oxford University Press, 2006).
- C. Gerry and P. Knight, "Introductory Quantum Optics" (Cambridge University Press, 2005).

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- D. F. Walls and G. F. Milburn, "Quantum Optics" (Springer, 2008).
- M. Scully and M. S. Zubairy, "Quantum Optics" (Cambridge University Press, 1999).

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

Habrán dos evaluaciones parciales durante la cursada, y un examen final oral. Se incluirá la opción de un coloquio final para quienes quieran acceder al régimen de promoción.

REGULARIDAD

Aprobar al menos dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios.

PROMOCIÓN

- Aprobar todas las evaluaciones parciales con una nota no menor a 6 (seis), y obteniendo un promedio no menor a 7 (siete).
- Aprobar un coloquio.

CORRELATIVIDADES

Para cursar:

- Física General IV (aprobada).
- Electromagnetismo II (regularizada).
- Mecánica Cuántica I (regularizada).

Para rendir:

- Física General IV (aprobada).
- Electromagnetismo II (regularizada).
- Mecánica Cuántica I (aprobada).