

Mecánica cuántica avanzada – Curso 2013/14

(<http://teorica.fis.ucm.es/ft7/AQM.html>)

Profesores: R. Hernández y F. Ruiz (Departamento de Física Teórica I).

Curso: 4º.

Cuatrimestre: 2º.

Créditos: 4.5.

Lugar y horario de clases: Aulas 10 (miércoles, 13:30) y 9 (viernes, 12:30).

Programa

1. Perturbaciones dependientes del tiempo (F. Ruiz).

- Imagen de interacción.
- Probabilidad de transición y aproximación de Born.
 - Ejemplo: el oscilador armónico en un campo eléctrico.
- Regla de oro de Fermi para perturbaciones constantes.
- Regla de oro de Fermi para perturbaciones armónicas. Resonancias.
 - Ejemplo: Interacción materia–radiación clásica.
Absorción y emisión estimulada: reglas de selección y de suma.
El efecto fotoeléctrico.
- Aproximación repentina.
- Aproximación adiabática.
 - Ejemplo: el oscilador armónico forzado.

2. Colisiones (R. Hernández).

- Introducción.
- Difusión simple:
 - Matriz S : operadores Ω_{\pm} , definición y unitariedad de S y conservación de la energía.
 - Operador T de transición y ecuaciones de Lippmann-Schwinger, teorema óptico.
 - Aproximación de Born. Ejemplos: potenciales coulombiano y de Yukawa.
 - Estados estacionarios de colisión
 - Comportamiento asintótico de la función de ondas. Distorsión de Coulomb.
 - Potenciales centrales: ondas parciales y “desfases”.
 - Cálculo de los “desfases”. Resonancias.
- Difusión partícula-partícula:
 - Espín. Partículas idénticas. Problemas multicanal e inelasticidad.
 - Analiticidad y relaciones de dispersión.
 - Dispersión múltiple.

Alcance de la asignatura

El temario y los objetivos, estos últimos se detallan más abajo, son los de una asignatura tradicional de Mecánica cuántica avanzada.

Se pretende completar la formación en Mecánica cuántica del alumno de la especialidad de Física Fundamental. Es muy conveniente cursar esta asignatura (puede decirse que casi necesario) si se pretende cursar las asignaturas en quinto curso de Teoría cuántica de campos,

Partículas elementales y Física atómica, molecular y nuclear. La asignatura complementa y asienta los conocimientos sobre radiación EM adquirida en la asignatura de Electrodinámica clásica del primer cuatrimestre de cuarto, pues se estudia con detalle el mecanismo de emisión y absorción de radiación EM y la caracterización de ésta en términos del momento angular y la paridad.

Esta asignatura no tiene como finalidad la introducción de problemas de investigación que caigan dentro del ámbito de la Mecánica cuántica (puntos cuánticos, computación cuántica, etc.). Para ello hay asignaturas en el Máster de Física Fundamental.

Objetivos

El objetivo principal de la asignatura es aprender a usar ciertas herramientas de la Mecánica cuántica en problemas señalados de la Física. En concreto:

- Aprender a calcular correcciones de primer y segundo orden con perturbaciones dependientes del tiempo.
- Entender las implicaciones de la composición de momentos angulares en la regla de selección para transiciones multipolares atómicas.
- Calcular secciones eficaces diferenciales y totales en la aproximación de Born.
- Calcular los desfases producidos por potenciales centrales para ondas esféricas.
- Abordar problemas de colisión no relativistas relevantes para física atómica, molecular, nuclear y de la materia condensada.

Método docente

Las clases se darán siempre en el aula. Serán teóricas y prácticas. En las primeras se desarrollarán los aspectos teóricos de cada tema, acompañándolos de ejemplos y ejercicios. En las segundas, se resolverán problemas propuestos con anterioridad. Al final del curso se requerirá al alumno que entregue algunos de ellos, u otros parecidos, los cuales serán utilizados, junto con una prueba escrita, como método de evaluación.

Los problemas no serán de “idea feliz”, sino de los que se suelen llamar “tipo”. Su resolución puede llevar en algunos casos cierto tiempo e implica el uso de matemáticas elementales, como la transformada de Fourier, variable compleja, integración en varias dimensiones, resolución de ecuaciones diferenciales sencillas, funciones de Bessel, etc.

Bibliografía

No se seguirá ningún texto en concreto. Sin embargo, toda la materia cubierta en clase (y mucho más) puede encontrarse en las siguientes referencias:

BÁSICAS

- C. Cohen-Tannoudji, B. Diu, F. Laloë: *Quantum Mechanics*, vol. 2, John Wiley & Sons (Nueva York 1977). Texto tradicional que debería ser asequible directamente desde el nivel que proporcionan los cursos anteriores de Física y Mecánica cuántica.
- L. I. Schiff: *Quantum mechanics*, McGraw-Hill (Tokyo 1968). Texto clásico, publicado por primera vez en 1947, muy claro en su presentación.
- J.J. Sakurai: *Modern quantum mechanics*, Addison-Wesley (Nueva York 1994). Texto de referencia en gran número de universidades americanas.

AVANZADAS

- A. Galindo y P. Pascual: *Quantum mechanics*, vols. 1 y 2, Springer-Verlag (Heidelberg 1990). Texto completo de alto nivel que cubre todos los temas tradicionales de Mecánica cuántica. Los temas del programa de la asignatura están organizados de la misma forma que en esta obra. Sin embargo, el nivel con el que se presentarán en clase es inferior.
- R. G. Newton: *Scattering theory of waves and particles*, Dover Publications (Mineola, 2002), 2ª edición. Edición revisada y aumentada de la edición original de 1966. Texto clásico de “scattering” en Mecánica cuántica.
- J. R. Taylor: *Scattering theory: the quantum theory of nonrelativistic collisions*, reimpreso en Dover, (Mineola, 2006). Algo más breve que el anterior y con notación más moderna, pero de contenido similar en dispersión cuántica.

COMPLEMENTARIAS

- L. Landau y E. Lifshitz: *Mecánica cuántica*, Reverté (Barcelona 1986). Edición inglesa: *Quantum mechanics*, Butterworth-Heinemann (Oxford 1981). Recomendado por su originalidad, pero muy poco usado como libro de texto. De hecho, en clase no se utilizará. Aconsejable cuando se tiene cierto dominio de la materia.

Evaluación

Entrega de problemas resueltos y prueba escrita.