

Coloquio

Magnetismo en Física del Sólido, una introducción “coloquial”-

El propósito de este coloquio es mostrar las bases conceptuales del Magnetismo en la Materia Condensada. Lo último, estudiando primero algunos conceptos básicos (como la energía de intercambio). Posteriormente se pasará a ejemplos más específicos, planteando algunos problemas a los alumnos, para que ellos mismos se interioricen de la Física subyacente. De ningún modo se pretende que este Coloquio entregue una visión sistemática de esta amplia área de la Física del Sólido. Más bien se buscará dar los fundamentos básicos, e ilustrar diversos conceptos con ejemplos simples (con soluciones analíticas), algunos de estos ejemplos podrán ser tareas a realizar por los propios alumnos.

Requisitos: Mecánica Cuántica II

Número de Créditos (SCT): 4

Temario:

- >> Spin intrínseco y momento magnético asociado
- >> Campos magnéticos externos y modificación del “Operador Velocidad”. Paramagnetismo y momento magnético orbital. Diamagnetismo.
- >> Momentos Magnéticos de átomos, iones y núcleos atómicos.
- >> Precesión de Larmor.
- >> Spin: Autofunciones.
- >> Rotaciones de momento angular, operadores vectoriales.
- >> Resonancia Paramagnética. Método de Rabi y “fuerzas inerciales” en Mecánica Cuántica.
- >> (*) Aplicaciones de la Resonancia Magnética (imágenes médicas,...)
- >> (*) Extensión de estas ideas a sistemas de dos niveles (láseres, relojes atómicos, computación cuántica...). Esto se trabajará sólo a nivel cualitativo, sin detalles.
- >> La Energía de Intercambio. Relación entre las funciones de estado cuánticas de posición y spin, asociadas al carácter fermiónico del electrón.

>>Átomos y iones; acoplamiento L-S; reglas de Hund; iones de metales de transición y “Tierras Raras”. (*) Momento magnético y “Teorema de Wigner-Eckart” (u operadores equivalentes).

>>Paramagnetismo (función de Brillouin; Ley de Curie, órdenes de magnitud para la fracción polarizada versus temperatura). (*) Enfriamiento por Desmagnetización adiabática.

>>Iones magnéticos en moléculas y sólidos: remoción de la degeneración de los niveles atómicos, quenching del momento orbital; moléculas de alto y bajo momento magnético (campo cristalino débil o fuerte). (*) El caso de la Hemoglobina. . Efecto de la presión en cuanto a modificar el Momento Magnético.

>> (*) Efecto Jahn-Teller

>> El Modelo de Heisenberg; contribuciones “*Ising*” y “*Cinética*”. Ferromagnetismo. (*)Excitaciones de Magnones.

>>Modelo de Heisenberg: El caso de Antiferromagnetismo; sistemas “frustrados” y no frustrados. (*)Entropía finita a $T= 0^{\circ}\text{K}$. (*) Modelos de Majumdar-Ghosh y Dímero-conector.

Tópicos optativos (según el interés de los alumnos)-

Los tópicos con (*) pueden omitirse, o dejarse como “Seminario de alumnos”. Otros temas de esta categoría son:

>>Efecto Aharonov-Bohm.

>>Modelo de Hubbard; la energía de “Intercambio Cinético”.

>>Modelo de Heisenberg; soluciones en cúmulos finitos y otros casos particulares.

>>Violación de la “Tercera Ley de la Termodinámica” y su forma extrema en el caso del SIMPLEX.

>> Energía de Súper-intercambio y Reglas de Goodenough-Kanamori para la existencia de Magnetismo.

>> Campo cristalino, magneto-restricción y dominios magnéticos. Movimiento de las “paredes de Bloch”.

>>Magneto-restricción.

>>Histéresis y estructura de dominios en los Ferromagnéticos.

El detalle de los contenidos se irá ajustando, acorde a los intereses y nivel de la/os alumna/os.

Duración del Coloquio: 8 semanas (estimación), pero eventualmente distribuidas en un período más largo (tratamiento de Quimioterapia del profesor).

Calificación: en base a la solución de los trabajos propuestos, dejando un amplio margen para que los alumna/os seleccionen los problemas más acordes a sus intereses.

Referencias:

- (1) Apuntes del Curso sobre los diversos tópicos a tratar.
- (2) C. Kittel “Introduction to Solid State Physics”
- (3) C. Kittel “Quantum Theory of Solids”
- (4) N. Majlis “The Quantum Theory of Magnetism”
- (5) T. Matsubara (editor) “The Structure and Properties of Matter”