

Introducción a la Física del Magnetismo y Superconductividad

Primera Edición

José Ruzzante

Bs. As. 2019

Capítulo I

Comportamiento magnético de los sólidos

1.1 - Introducción

1.2 - Magnetismo de iones y átomos libres:

1.2.1 - Momento angular orbital:

1.2.2 - Momento magnético orbital:

1.2.3 - Momento angular de espín:

1.2.4 - Momentos magnéticos de espín:

1.2.5 - Distribución de electrones en los átomos, tabla periódica

1.2.5.1 - Número cuánticos

1.2.5.2 - Principio de Pauli, regla de Hund

1.2.5.3 – Orbitales atómicos

1.2.6 - Suma de momentos angulares o momento angular total:

1.2.7 - Momento angular total de un átomo:

1.2.8 - Momento magnético total de un átomo:

1.2.8.1 - Momento magnético total de un átomo libre:

1.2.8.2 - Interacción spin-orbita:

1.2.8.3 - Átomos con más de un electrón:

1.2.8.3.1 - Interacción S-J, Russell-Saunders

1.2.8.3.2 - Interacción J-J

1.2.8.3.3 - Momento Angular bloqueado

1.3 - Susceptibilidad Magnética

1.3.1 - Comportamiento magnético de átomos, iones y moléculas

1.3.1.1 - Diamagnetismo atómico, iónico y molecular

1.3.1.1.1 - Diamagnetismo Clásico

1.3.1.1.2 - Ecuación de Langevin

1.3.1.1.3 - Teorema de Larmor

1.3.1.1.4 - Características del diamagnetismo atómico, iónico y molecular

1.3.1.2 - Paramagnetismo:

1.3.1.2.1 - Paramagnetismo Atómico

1.3.1.2.2 - Propiedades magnéticas

1.3.1.2.3 - Ejemplos de los grupos 3d y 4f

1.3.1.2.4 - Paramagnetismo átomos con varios electrones:

1.3.1.2.5 - Momento magnético de los elementos de transición

1.3.1.2.6 - Paramagnetismo en sólidos con enlace iónico

1.4 - Magnetismo de moléculas y compuestos químicos:

1.4.1 - Teoría de los Orbitales Moleculares (TOM)

1.4.1.1 - Magnetismo de moléculas y compuestos químicos

1.4.1.2 - Casos en que entra en juego el segundo nivel energético:

1.4.2 - Compuestos de átomos distintos

1.4.3 - Paramagnetismo en sólidos y gases

1.4.3.1 - Susceptibilidad paramagnética de los e^- libres

Capítulo II

Ferromagnetismo

Particularidades del Fe

Ferromagnetismo en el Fe

Fuerza de Canje

Antiferromagnetismo y Ferrimagnetismo

Susceptibilidad y temperatura

Canje y Supercanje

Posiciones octaédrica y tetraédrica

Desdoblamiento del campo cristalino

Casos Antiferromagnetismo y Ferrimagnetismo

Estructura del MnO, campo cristalino:

“Low Spin” y “High Spin”

Caso del hierro, Magnetita

Dominios Magnéticos

Tamaño de Dominio

Estructura de Grano

Paredes de Bloch

Histéres Magnética, movimiento de dominios

Primera Imanación

Ciclo de histéresis

Pérdidas por histéresis

Pérdidas por corrientes parásitas o de Foucault

Materiales Magnéticos “Duros” y “Blandos”

Dependencia de la magnetización con el número y tipo de defectos

Deformación Mecánica y resistividad

Efecto del tamaño de grano del acero en las características magnéticas

Anisotropías Magnéticas

Anisotropías magnétocristalinas

Curvas de magnetización en función del campo

Energía de anisotropía

Algo más sobre los dominios

Campo Desmagnetizante

Anisotropías Magnéticas de Forma

Anisotropías magnéticas por tensión, Magnetostricción

- Magnetostricción en saturación
- Magnetostricción en monocristales
- Magnetostricción y estado inicial
- Magnetostricción en monocristales cúbicos
- Magnetostricción de un material isótropo
- Magnetostricción en cristales uniaxiales, (hexagonal)

Fenómenos Magnetostrictivos

- Historia de la Magnetostricción
- Comparación con los piezoeléctricos
- Efecto Wiedemann
- Ecuación de Estado
 - Aplicaciones y Efecto Wiegand
 - Variación de λ con el campo
 - Aleaciones Invar o Nivarox
- Ferromagnéticos Amorfos
- Anisotropías magnéticas Inducidas: chapa de grano orientado
 - Acero eléctrico o acero magnético
 - Ruido en Transformadores
 - Ciclo descrito por un material magnetostrictivo
 - Reactancias no lineales
 - Histéresis en magnetostricción

Capítulo III

Sistemas Magnéticos Nanoscópicos

- Superparamagnetismo

- Sistemas magnéticos amorfos

Magnetostricción: Galfenol

Hilos magnéticos amorfos

Aleaciones ricas en Fe

Efectos cruzados de M y H: efecto Matteucci y Wiedemann:

Aleaciones ricas en Co

Magnetoresistencia

Magnetoresistencia anisótropa

Magnetoresistencia por magnetización espontánea

Magnetoresistencia gigante

Anisotropía magnética transversal

Resonancia Ferromagnética:

Corriente de espín: espintrónica

Válvula de espín: (ferromagnéticos multicapas)

Magnetoresistencia de efecto túnel

Bandas de conducción

Conductores, semiconductores y aisladores

Electrones libres en un campo magnético

Transferencia de Spín

Capítulo IV

Introducción a la Superconductividad

Algo más sobre conductividad

Resistencia Residual: reglas de Güneisen y de Mathiessen

Conductividad y aleaciones: regla de Nordheim

Conductividad y trabajo mecánico

Aleaciones para conductores y aisladores

Conductores

Resistores

Superconductividad

Principales propiedades que presenta la superconductividad

Clasificación de acuerdo con el comportamiento magnético

Superconductores Tipo I: Efecto Meissner

Conductor Perfecto

Superconductor y conductor perfecto

Superconductores blandos (tipo I)

Superconductores tipo II

Vórtices

Termodinámica de la superconductividad

Calor específico

Transformación de segundo orden

Transformación de fase

Frecuencia Crítica

Teoría de los dos fluidos, Ecuación de London, ley de Drude

Profundidad de penetración del campo y corriente

Cuantificación del flujo y fluxoides

Efecto Josephson

Interferencia cuántica: Squid

Squid en un campo externo

Aplicaciones