**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 - Paramagnetísmo 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 corientes 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**

**Anisotropias 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**

**Magnetoestricción 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 descripto 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**

**Capítulo V**

**Introducción al magnetismo superficial**

**Caracterización de propiedades y defectos por Técnicas Magnéticas Superficiales**

**Ferromagnéticos, Paramagnéticos y Ferrimagnéticos (F-P-Fi) conductores o no.**

**No F-P-Fi pero si conductores.**

**Sólidos Ferromagnéticos:**

**Método de la Memoria Magnética (MMM)**

**Región de Influencia Magnética de un Defecto**

**Termodinámica de la anomalía localizada:**

**Sólidos Conductores:**

**Método de las Corrientes Parásitas ECM (Eddy Current Method)**

**Configuraciones de medición**

**Excitación y sensor en la misma bobina**

**Sensor independiente de la excitación**