



## IDENTIFICACIÓN

CURSO	:	MAGNETISMO EN MATERIA CONDENSADA
TRADUCCIÓN	:	MAGNETISM IN CONDENSED MATTER
SIGLA	:	FIM3014
CRÉDITOS	:	15
MÓDULOS	:	2
REQUISITOS	:	FIZ0322 y FIZ0412
CONECTOR	:	O
RESTRICCIONES	:	030401 (Mag=Física) o 030501 (Doc=Física) o 036001 (Doc=Física) o 030803 (Mag=Física Médica) o 020602 (Mag=Astrofísica) o 020701 (Doc=Astrofísica)
CARÁCTER	:	OPTATIVO
TIPO	:	CÁTEDRA
CALIFICACIÓN	:	ESTÁNDAR
PALABRAS CLAVE	:	MAGNETISMO EN SÓLIDOS, TRANSICIONES MAGNÉTICAS, DINÁMICA DE ESPINES, TÉCNICAS EXPERIMENTALES
NIVEL FORMATIVO	:	MAGÍSTER

## INTEGRIDAD ACADÉMICA Y CÓDIGO DE HONOR

La Universidad tiene un compromiso con la construcción de una cultura de respeto e integridad. Quienes participen de este curso se adscriben al Código de Honor UC y adquieren el compromiso de aportar a la construcción de una cultura de Integridad Académica, actuando en consonancia con los valores de veracidad, confianza, respeto, justicia, responsabilidad y honestidad en todo el trabajo académico.

## I. DESCRIPCIÓN DEL CURSO

El curso ofrece a los y las estudiantes que puedan llegar a una comprensión integral de los fundamentos físicos del magnetismo en materia condensada, con énfasis en sistemas sólidos. Se espera que el estudiantado adquiera herramientas teóricas y conceptuales para analizar fenómenos magnéticos desde una perspectiva microscópica, y que conozca técnicas experimentales relevantes y sus aplicaciones en investigación actual. El aprendizaje se desarrollará mediante clases expositivas, discusión de literatura científica y resolución de problemas. La evaluación incluirá controles individuales, participación en clases y un trabajo final orientado a temas de investigación avanzada.

## II. RESULTADOS DE APRENDIZAJE

1. Analizar las diferentes manifestaciones del magnetismo en la materia condensada, considerando los principios cuánticos y estadísticos que las fundamentan.
2. Evaluar modelos teóricos como el de campo molecular y el modelo de Heisenberg, en relación con fenómenos magnéticos observados en materiales sólidos.
3. Interpretar el comportamiento magnético de electrones itinerantes mediante el estudio de su susceptibilidad y la teoría de ferromagnetismo de bandas.
4. Aplicar modelos fenomenológicos y estadísticos (como el modelo de Ising o la teoría de Landau) para describir la dependencia de la magnetización con la temperatura.
5. Comparar distintas fuentes de energía en sistemas magnéticos, como la anisotropía, la energía magnetoelástica y la energía magnetostática, en el contexto de materiales reales.
6. Analizar la dinámica de espines en sistemas magnéticos, aplicando la ecuación de Landau-Lifshitz-Gilbert para describir la evolución temporal de la magnetización en sólidos.
7. Valorar el papel de las técnicas experimentales de medición magnética en la validación de teorías y modelos del magnetismo en sólidos.
8. Proponer enfoques teóricos adecuados para abordar problemas de investigación relacionados con el magnetismo en materiales complejos.



### III. CONTENIDOS

#### 1. Fundamentos del magnetismo en la materia condensada

- 1.1 Tipos de magnetismo.
- 1.2 Aspectos clásicos y cuánticos del origen del magnetismo en átomos y electrones.
- 1.3 Fundamentos de las técnicas de caracterización magnética.

#### 2. Teoría del campo molecular y modelos de orden magnético

- 2.1 Aproximación de campo molecular y su aplicación al orden ferromagnético y antiferromagnético.
- 2.2 Aplicaciones del modelo de Weiss y su conexión con la temperatura crítica.
- 2.3 Identificación experimental del orden magnético mediante susceptometría y dispersión de neutrones polarizados.

#### 3. El modelo de Heisenberg y las interacciones de intercambio

- 3.1 Hamiltoniano de Heisenberg y la interacción de intercambio.
- 3.2 Mecanismos de interacción magnética indirecta.
- 3.3 Excitaciones colectivas y su caracterización espectroscópica.

#### 4. Magnetismo de electrones itinerantes

- 4.1 Susceptibilidad de Pauli y propiedades del ferromagnetismo itinerante (modelo de Stoner).
- 4.2 Transición de metales no magnéticos a ferromagnéticos.
- 4.3 Caracterización mediante espectroscopía de fotoemisión (ARPES) y magnetotransporte.

#### 5. Magnetización y transiciones de fase magnéticas

- 5.1 Dependencia térmica de la magnetización: teoría de Landau.
- 5.2 Modelos estadísticos de magnetismo en redes.
- 5.3 Métodos experimentales para el estudio de transiciones magnéticas.

#### 6. Anisotropía magnética y modelos fenomenológicos

- 6.1 Tipos de anisotropía magnética.
- 6.2 Modelos de anisotropía.
- 6.3 Métodos de caracterización de anisotropía magnética.

#### 7. Energías asociadas a sistemas magnéticos

- 7.1 Energía magnetoestática y su influencia en la configuración magnética.
- 7.2 Magnetoelasticidad y magnetostricción: descripción teórica y materiales representativos.
- 7.3 Técnicas experimentales para evaluar magnetostricción y acoplamiento magnetoelástico.

#### 8. Dinámica de espines y la ecuación de Landau-Lifshitz-Gilbert

- 8.1 Fundamentos de la dinámica magnética: precesión y amortiguamiento del momento magnético.
- 8.2 Formulación y aplicación de la ecuación de Landau-Lifshitz-Gilbert en sistemas magnéticos.
- 8.3 Técnicas experimentales para la observación de la dinámica de espines.

### IV. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

- Cátedra.
- Estudio de casos.
- Aprendizaje colaborativo.
- Discusión guiada.
- Resolución de problemas.



## V. ESTRATEGIAS EVALUATIVAS

- Aplicación o ejercicio real: 40%
- Análisis crítico de artículos científicos (grupal): 30%
- interrogaciones: 30%

## VI. BIBLIOGRAFÍA

### • Bibliografía mínima:

- Jiles, D. (2021). *Introduction to Magnetism and Magnetic Materials* (3rd ed.). CRC Press.
- Cullity, B. D., & Graham, C. D. (2009). *Introduction to Magnetic Materials* (2nd ed.). Wiley.
- Skomski, R. (2008). *Simple Models of Magnetism*. Oxford University Press.
- Coey, J. M. D. (2020). *Functional Magnetic Materials: New Concepts and Applications*. Elsevier.
- Getzlaff, M. (2008). *Fundamentals of Magnetism*. Springer-Verlag.
- Coey, J. M. D. (2010). *Magnetism and Magnetic Materials*. Cambridge University Press.
- Mohn, P. (2006). *Magnetism in the Solid State*. Springer-Verlag.
- Stiles, M. D., & Miltat, J. (2006). "Spin Dynamics in Confined Magnetic Structures I." *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 293(1), 9-22.

### • Bibliografía complementaria:

- Chikazumi, S. (2005). *Physics of Ferromagnetism* (2nd ed.). Oxford University Press.
- Blundell, S. (2001). *Magnetism in Condensed Matter*. Oxford University Press.
- Aharoni, A. (2000). *Introduction to the Theory of Ferromagnetism* (2nd ed.). Oxford University Press.
- White, R. M. (2007). *Quantum Theory of Magnetism* (3rd ed.). Springer.
- Hubert, A., & Schäfer, R. (1998). *Magnetic Domains: The Analysis of Magnetic Microstructures*. Springer.
- Ashcroft, N. W., & Mermin, N. D. (1976). *Solid State Physics*. Brooks Cole.
- Kittel, C. (2005). *Introduction to Solid State Physics* (8th ed.). Wiley.
- O'Handley, R. C. (2000). *Modern Magnetic Materials: Principles and Applications*. Wiley.