UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO

UNIDADE – ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO

DISCIPLINA – FÍSICA DOS MATERIAIS MAGNÉTICOS

CÓDIGO DA DISCIPLINA – FIS25

CARGA HORÁRIA TOTAL – 60 HORAS TEÓRICAS

EMENTA

O curso tem como objetivo estudar a origem das propriedades magnéticas dos materiais e descrevê-los de acordo com a mecânica clássica e a mecânica quântica. Este curso fará uma revisão e aprofundamento dos conceitos teóricos já estabelecidos para os materiais magnéticos e apresentará novos fenômenos e aplicações atuais de materiais magnéticos.

ÁREA/EIXO/NÚCLEO	COMPETÊNCIA(S)	HABILIDADES
CIÊNCIAS EXATAS *FÍSICA DE MATERIAIS* *NÚCLEO PROFISSIONALIZANTE*	1. *Compreender as origens das propriedades magnéticas dos materiais e os conceitos da magnetostática.* 2. *Compreender a fenomenologia clássica e quântica do magnetismo e as aplicações do tratamento quântico para átomos e óxidos e metais.* 3. *Compreender a origem das anisotropias magnéticas e os efeitos magnetoelásticos em sistemas magnéticos.*	***COMPETÊNCIA 1*** • Compreender a origem do magnetismo, os tipos de magnetismo, o comportamento de um material magnético mole e duro e aplicações genéricas como indutores e transformadores. • Compreender os conceitos da magnetostática, campos desmagnetizantes, curvas de magnetização, energia e termodinâmica magnetostáticas. ***COMPETÊNCIA 2*** • Compreender o conceito de momento angular orbital e momento magnético orbital • Compreender a descrição clássica e quântica do diamagnetismo e do paramagnetismo. • Compreender o tratamento quântico para o spin, a interação spin-órbita e a regra de Hund. • Compreender as origens e tratamento quântico para o ferromagnetismo. • Compreender como se dá a interação de exchange, a teoria do campo molecular para descrever o magnetismo e o magnetismo em óxidos, bem como a dependência da magnetização com a temperatura em materiais ferrimagnéticos. • Compreender e descrever o magnetismo em metais através de modelos de banda rígida (rigid-band) e do modelo split-band, e compreender a estrutura eletrônica dos metais de transição, a pressão magnética e o exchange indireto. ***COMPETÊNCIA 3*** • Compreender e descrever a anisotropia magnética e sua dependência com a temperatura.

	4. *Compreender o surgimento de domínios magnéticos e o comportamento das paredes de domínios em sistemas magnéticos.* 5. *Compreender os processos de magnetização de sistemas magnéticos e a descrição de materiais magnéticos leves, amorfos e duros.*	• Compreender a fenomenologia dos efeitos magnetoelásticos e sua contribuição para a anisotropia, bem como sua dependência com a temperatura. • Compreender os processos de medição da anisotropia e do efeito magnetoelástico. ***COMPETÊNCIA 4*** • Compreender o micromagnetismo das paredes de domínio em sistemas magnéticos e os efeitos magnetostáticos sobre as paredes. • Compreender o comportamento de uma parede de domínio próximo da interface entre domínios. • Descrever o domínio magnético e seu tratamento para partículas finas e materiais policristalinos. ***COMPETÊNCIA 5*** • Compreender os conceitos de eixo fácil e eixo duro para a magnetização uniaxial. • Compreender o comportamento da magnetização em um campo magnético variante, o modelo de Stoner-Wohlfarth e o processo Curling de reversão da magnetização. • Compreender processos de fixação da parede de domínio (domaing wall pinning) e a coercividade. • Compreender os processos AC, a dinâmica da magnetização e a ressonância ferromagnética. • Conhecer os materiais magnéticos leves e duros.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

1. *Introdução e revisão de conceitos básicos de magnetismo: Observação de campos magnéticos; Descrição quantitativa de campos magnéticos; Magnetismo e correntes; Tipos de magnetismo; Materiais magnéticos e aplicações genéricas.*
2. *Magnetostática: Equações que descrevem a magnetostática; Campos desmagnetizantes; Curvas de magnetização; Energia e termodinâmica magnetostáticas; Magnetostática analítica.*
3. *Fenomenologia clássica e quântica do magnetismo: Diamagnetismo e paramagnetismo clássicos; Magnetismo e a mecânica quântica; Diamagnetismo e paramagnetismo quânticos; Ferromagnetismo.*
4. *Mecânica quântica, magnetismo, e Exchange em átomos e óxidos: Interações de Exchange; Teoria de campo molecular; Magnetismo em óxidos; Dependência da magnetização com a temperatura em ferrimagnéticos.*
5. *Mecânica quântica, magnetismo, Exchange e ligação em metais: Curva de Slater-Pauling; Modelo de banda rígida; Modelo Split-band;* Estrutura eletrônica dos metais de transição; Pressão magnética; Exchange indireto.

6. *Anisotropia magnética: Fenomenologia da anisotropia; Origem física da anisotropia; Dependência da anisotropia com a temperatura; Medidas de anisotropia.*
7. *Efeitos magnetoelásticos: Fenomenologia; Contribuição do efeito magnetoelástico para a anisotropia; Acoplamento magnetomecânico; Notação de simetria invariante; Dependência com a temperatura; Técnicas de medição.*
8. *Paredes de domínio e domínio magnéticos: Introdução a paredes de domínio; Micromagnetismo das paredes de domínio; Efeitos magnetostáticos sobre as paredes de domínio; Paredes de domínio próximas às interfaces; Domínio magnético; Domínio em materiais policristalinos.*
9. *Processos de magnetização: Magnetização uniaxial; Campo orientado arbitrariamente em relação ao eixo fácil uniaxial; Fixação da parede de domínio e coercividade; Processos AC; Dinâmica da magnetização de microonda e ressonância ferromagnética.*
10. *Materiais magnéticos leves: Ferro e aço; Ligas de ferro e níquel; Ligas de ferro e cobalto; Ligas amorfas.*
11. *Materiais magnéticos duros: Magnetos Alnico e FeCrCo; Ferritas hexagonais e Óxidos magnéticos; Magnetos cobalto-Terra raras; Magnetos permanentes.*

BIBLIOGRAFIA

1. O'HANDLEY R.C. **Modern magnetic materials: principles and applications**. 1st. Ed., Wiley-Interscience, 1999.
2. SKOMSKI Ralph. **Simple models of magnetism**. 1st. Ed., Oxford University Press, 2008.
3. CRAIK Derek. **Magnetism: principles and applications**. 1st. Ed., Wiley, 1995.
4. CHIKAZUMI Sōshin. **Physics of ferromagnetism**. 2nd. Ed., Oxford University Press, 1997.