



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA/PPGFIS

CAMPUS: Goiabeiras					
CURSO: Pós-Graduação em Física (Mestrado e Doutorado)					
DFIS: Departamento de Física					
PROFESSOR: Edson Passamani Caetano					
CÓDIGO	DISCIPLINA			PRÉ-REQUISITO	
PFIS-2014	Materiais Magnéticos			Física do Estado Sólido	
CRÉDITO	CARGA HORÁRIA	DISTRIBUIÇÃO DA CARGA HORÁRIA			
		TEÓRICA	EXERCÍCIO	LABORATÓRIO	SEMANTAL
04	60	52		8	04
EMENTA: Introdução: definições e unidades. Polos magnéticos, momento magnético, intensidade de magnetização, dipolos magnéticos, variedades do magnetismo, curvas de magnetização, histerese, e as unidades magnéticas no sistema MKS (SI). Tipos de magnetismo na matéria, momento magnético dos elétrons e dos átomos; diamagnetismo; paramagnetismo; ferromagnetismo; antiferromagnetismo. Fenômenos magnéticos: anisotropia magnética; magnetoestricção. Materiais magnéticos comerciais: materiais duros e doces					
PROGRAMA DO CURSO BASEADO NA EMENTA					
Unidade-I: Grandezas magnéticas dos materiais e laços de histereses magnéticas (definição de magnetização, produto de energia magnética, diferenças entre campo coercivo e coercividade e entre magnetização remanente e remanência, magnetização de saturação, etc e suas respectivas unidades no SI e CGS). Métodos experimentais de medidas de magnetização (magnetização DC, Susceptibilidade AC, Espectroscopia Mössbauer, Ressonância Ferromagnética, Dicroísmo circular magnético com raios-X (XMCD – <i>X-ray magnetic circular dichroism</i>)).					
Unidade-II: Origem do magnetismo da matéria.. Formação de momentos magnéticos em átomos, moléculas e nos sólidos. Estados magnéticos: diamagnetismo, paramagnetismo (PM) e estado magneticamente ordenado. Força de troca e suas propriedades de simetria. Magnetismos localizado (Modelo de Weiss e Brillouin) e itinerante (Critério de Stoner) na matéria. Propriedades de simetria da rede cristalina e a anisotropia magneto-cristalina nos sólidos. Fontes das anisotropias magnéticas dos materiais (forma e parâmetros externos: campo (magnetoestricção) tensão (magneto-elástico)). Determinação das constantes de anisotropias dos sólidos a partir de medidas de magnetização e de ressonância ferromagnética.					
Unidade-III: Tipos e principais características de ordens magnéticas em sólidos e domínios magnéticos nos materiais (origem física em sólidos cristalinos e em amorfos dos domínios e suas paredes). Magnetismo Colineares (Ferromagnetismo (FM), Antiferromagnetismo (AF), Ferrimagnetismo (FI)); Magnetismo Não Colineares (Magnetismo helicoidal, Estado vidro de spins (<i>spin-glass</i> , <i>cluster-glass</i>), <i>spin-canted</i>)					
Unidade-IV: Efeito da dimensionalidade sobre as propriedades magnéticas dos sólidos (a quebra de simetria e o magnetismo não colinear). Superparamagnetismo e suas características “vistas” a partir de técnicas locais (espectroscopia Mössbauer) e volumétricas (magnetização e susceptibilidade magnética)					
Unidade-V: Materiais magneticamente moles/macios ou magneticamente duros; fatores que determinam a permeabilidade magnética dos materiais. Materiais magnéticos moles e duros e suas aplicações					
OBJETIVOS					
• Reconhecer a origem física do magnetismo da matéria e as fontes dos magnetismos colineares e não colineares;					

- Entender os modelos magnéticos e suas limitações para as aplicações práticas;
- Entender os princípios de funcionamento de algumas importantes técnicas experimentais e associar as principais grandezas magnéticas obtidas com medidas locais e volumétricas (entender as diferentes janelas de tempos de medidas e suas influências sobre os fenômenos observados);
- Entender as fontes dos magnetismos macios e duros dos materiais e suas aplicações tecnológicas.

BIBLIOGRAFIA

- Magnetism and Magnetic Resonance in Solids, A. P. Guimarães, John Wiley & Sons, Inc., Nova Iorque, 1998;
- Introduction to Magnetic Materials, B. D. Cullity, Addison-Wesley Publishing Company, Londres, 1972;
- Magnetism of Metallurgy of Soft Magnetic Materials, Chih-Wen Chen, Dover Publications, Nova York, 1986;
- Solid State Magnetism, J. Crangle, Van Nostrand Reinhold, Nova York, 1991.

PREVISÃO DE CRONOGRAMA DE AULAS E CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

DATA	UNIDADE	ATIVIDADE
29/08	Unidade I	<ul style="list-style-type: none"> • Aula expositiva contendo: Apresentação do plano de ensino, grandezas magnéticas e laços de histereses.
05/09	Unidade I	<ul style="list-style-type: none"> • Aula Expositiva: Técnicas de Medidas de magnetização DC e AC (VSM, Extração, Susceptibilidade Magnética)
12/09	Unidade I	<ul style="list-style-type: none"> • Aula Expositiva: Técnicas de Ressonância Magnética e Mössbauer aplicadas ao Magnetismo.
19/09	Unidade II	<ul style="list-style-type: none"> • Aula Expositiva: Método XMCD
26/09	Unidade II	<ul style="list-style-type: none"> • Formação de momentos magnéticos, força de troca. Estados Magnéticos (diamagnetismo, paramagnetismo e ordem magnética permanente).
03/10	Unidade II	<ul style="list-style-type: none"> • Aula Expositiva: Magnetismo localizado (modelo de Brillouin/Curie-Weiss) e Magnetismo Itinerante (Critério de Stoner e Paramagnetismo de Pauli)
10/10	Unidade II	<ul style="list-style-type: none"> • Anisotropias Magnéticas e suas fontes. Determinação das constantes de energias anisotrópicas.
17/10	Unidades I e II	Prova Parcial
24/10	Unidade III	<ul style="list-style-type: none"> • Aula Expositiva: Tipos e ordens magnéticas distintas nos sólidos. Características “vistas” com técnicas locais (Mössbauer) e volumétricas (magnetização DC).
31/10	Unidade III	<ul style="list-style-type: none"> • Aula Expositiva: Influência da dimensionalidade sobre as propriedades magnéticas da matéria (temperatura de ordenamento magnético, transição de um estado FM para um superparamagnético; anisotropias magnéticas, mudanças nas ordens magnéticas, etc
07/11	Unidade IV	<ul style="list-style-type: none"> • Aula Expositiva: Influência da dimensionalidade sobre as propriedades magnéticas da matéria (temperatura de ordenamento magnético, transição de um estado FM para um superparamagnético; anisotropias magnéticas, mudanças nas ordens magnéticas, etc
14/11		<ul style="list-style-type: none"> • Aula PRÁTICA NO LEMAG
21/11		<ul style="list-style-type: none"> • Aula PRÁTICA NO LEMAG
28/11	Unidade V	<ul style="list-style-type: none"> • Materiais Magneticamente Macios e suas Propriedades (controle com composição e parâmetros externos) • Materiais Magneticamente Duros e suas Propriedades (controle com composição e parâmetros externos)
05/12	Unidade V	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicações tecnológicas dos materiais magnéticos macios e duros.
12/12	Todas Unidades	Seminários individual e/ou Resolução de Exercícios na lousa valendo nota
15/12		Prova Final

METODOLOGIA

As aulas serão organizadas a partir do princípio de exposição do conteúdo pelo professor, tendo como premissa a leitura

prévia dos textos pelos alunos. Assim, teremos como estratégias: exposição dialogada, discussões, arguição oral, exercícios, prova.

REFERÊNCIA BÁSICA

Magnetism and Magnetic Resonance in Solids, A. P. Guimarães, John Wiley & Sons, Inc., Nova Iorque, 1998

REFERÊNCIAS COMPLEMENTARES

- Introduction to Magnetic Materials, B. D. Cullity, Addison-Wesley Publishing Company, Londres, 1972;
- Magnetism of Metallurgy fo Soft Magnetic Materials, Chih-Wen Chen, Dover Publications, Nova York, 1986;
- Solid State Magnetism, J. Crangle, Van Nostrand Reinhold, Nova York, 1991.

CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM

O critério de avaliação desta disciplina serão duas provas: uma escrita e outra prova oral. A prova oral pode ser realizada através de um seminário específico ou por meio de resolução no quadro de uma lista de exercício previamente disponibilizada pelo professor. O aluno logrará aprovação caso obtenha uma média for superior ou igual a 6,0 pontos. Caso contrário, o aluno terá que fazer prova final e a média será 5,0 pontos obtidos da média parcial (das duas provas) e da prova final.

ASSINATURA DO PROFESSOR RESPONSÁVEL

Edson Passamani Caetanoa; e-mail: edson@cce.ufes.br ou edson.passamani@pq.cnpq.br