

Campus: São José dos Campos		
Curso (s): Engenharia de Materiais		
Unidade Curricular (UC): Metalurgia Física		
Unidade Curricular (UC): Physical Metallurgy		
Unidade Curricular (UC): [nome da UC em espanhol - opcional]		
Código da UC: 6671		
Docente Responsável/Departamento: Kátia Regina Cardoso / DCT		Contato (e-mail): [opcional]
Docente (s) Colaborador/a (es/as)/Departamento (s):		Contato (e-mail): [opcional]
Ano letivo: 2022	Termo: 7º	Turno: Integral
Nome do Grupo/Módulo/Eixo da UC (se houver):		Idioma predominante em que a UC será oferecida: (x) Português () English () Español () Français () Libras () Outro:
UC: (x) Fixa () Eletiva () Optativa	Oferecida como: (x) Disciplina () Módulo () Estágio () Outro:	Oferta da UC: (x) Semestral () Anual
Ambiente Virtual de Aprendizagem: () Moodle (x) Classroom () Outro: () Não se aplica		
Pré-Requisito (s) - Indicar Código e Nome (s) da (s) UC: 5143 Materiais Metálicos		
Carga horária total (em horas): 72		
Carga horária teórica (em horas): 66	Carga horária prática (em horas): 0	Carga horária de extensão (em horas, se houver): 6
Se houver atividades de extensão, indicar código e nome do projeto ou programa vinculado na Pró-Reitoria de Extensão e Cultura (ProEC): "Materializar na Indústria", código 21530		
<p>Ementa:</p> <p>Estrutura de Metais. Discordâncias e Fenômenos de escorregamento. Contornos de grãos. Defeitos Pontuais. Recozimento. Fases e Diagramas de Equilíbrio. Transformações de Fases. Endurecimento por Precipitação. Transformação Martensítica e Maclagem. Atividades de extensão que articulem, simultaneamente, teoria, prática e seu contexto de aplicação, necessárias para o desenvolvimento das competências, estabelecidas no perfil do egresso. Poderão ser realizadas visitas técnicas, de acordo com a disponibilidade.</p>		
<p>Conteúdo programático:</p> <p>1. Estrutura de Metais 1.1. Revisão de Estrutura atômica e ligações químicas; 1.2. Estrutura cristalina de metais; 1.3. Direções e planos cristalográficos; Índices de Miller; 1.4. Projeção estereográfica 2. Discordâncias e Fenômenos de escorregamento 2.1. Discordâncias: definição e conceitos básicos (revisão) 2.2. Nucleação de discordâncias 2.3. Vetor de Burgers e notação vetorial 2.4. Dissociação de discordâncias e falha e empilhamento 2.5. Discordâncias em estruturas CFC 2.6. Sistemas de deslizamento</p>		

- 2.7. Endurecimento por trabalho a frio (Mecanismo de endurecimento)
3. Dicordâncias e contornos de grãos
 - 3.1. Contornos de baixo ângulo
 - 3.2. Energia e tensão superficial de contornos de grãos
 - 3.3. Efeito dos contornos de grãos nas propriedades mecânicas: Relação Hall-Petch (Mecanismo de endurecimento)
4. Defeitos pontuais
 - 4.1. Vacâncias
 - 4.2. Soluções sólidas;
 - 4.3. Endurecimento por solução sólida, mecanismos (Mecanismo de endurecimento)
 - 4.4. Interação entre átomos de soluto e discordâncias;
 - 4.5. Envelhecimento por deformação.
5. Recozimento
 - 5.1. Energia de deformação;
 - 5.2. Recuperação estática e dinâmica;
 - 5.3. Recristalização: efeito do tempo, temperatura e deformação; formação de núcleos;
 - 5.4. Crescimento de grão: força motriz, modelos; efeito de átomos de soluto e precipitados.
6. Fases e Diagramas de Equilíbrio
 - 6.1. Definições básicas;
 - 6.2. Termodinâmica de soluções;
 - 6.3. Número de fases em um sistema de ligas;
 - 6.4. Regra das fases;
 - 6.5. Determinação de diagramas de fases;
 - 6.6. Sistemas isomorfos;
 - 6.7. Sistemas eutéticos;
 - 6.8. Transformação peritética;
 - 6.9. Transformação monotética;
7. Transformações de fases
 - 7.1. Tipo das transformações de fases;
 - 7.2. Teoria e cinética de nucleação homogênea e heterogênea;
 - 7.3. Cinética de crescimento: crescimento controlado por difusão; crescimento controlado por interface;
 - 7.4. Transformações isotérmicas, diagramas TTT.
 - 7.5. Transformações no resfriamento contínuo.
8. Endurecimento por precipitação
 - 8.1. Curva solvus e tratamento térmico de solubilização;
 - 8.2. Envelhecimento;
 - 8.3. Nucleação de precipitados: termodinâmica e cinética;
 - 8.4. Mecanismos de endurecimento por precipitação;
 - 8.5. Sistemas de ligas endurecidas por precipitação.
9. Transformação martensítica e Maclagem
 - 9.1. Deformação por maclagem
 - 9.2. Nucleação e contornos de maclas
 - 9.3. Efeito da presença de maclas
 - 9.4. Martensita e distorção de Bain;
 - 9.5. Características da transformação martensítica;
 - 9.6. Mecanismos de formação da martensita;
 - 9.7. Martensítica termoelástica; martensita induzida por tensão
10. Atividades de extensão

Objetivos:

Gerais:

Apresentar e explicar os princípios básicos da Metalurgia Física que determinam as propriedades e comportamento de metais e ligas metálicas.

Específicos:

Capacitar o estudante a entender aspectos metalúrgicos fundamentais como a estrutura de metais e ligas e seus defeitos, e os processos de transformação de fases. Correlacionar os aspectos estruturais com as propriedades físicas e mecânicas e compreender os mecanismos de endurecimento em metais e ligas.

Metodologia de ensino:

Aulas expositivas; apresentação de conceitos e exemplos de aplicações.

Leitura de textos complementares e discussão em grupos.

Orientação no desenvolvimento de projeto ou trabalho final de aplicação dos conceitos.

Orientação no desenvolvimento do projeto de extensão universitária relacionado à resolução de um problema ou proposta de inovação para um tema de engenharia ligado a uma indústria a ser selecionado pela professora.

Avaliação:

O sistema de avaliação compreende:

- 1) avaliações formativas (AF) aplicadas na forma de atividades ao longo do semestre (leituras e discussões, apresentação de atividades realizadas individualmente ou em grupo)
- 2) avaliações somativas na forma de provas (P) e desenvolvimento de projeto ou trabalho final (TF).

A média final será composta da seguinte maneira:

$$MF = 0,3 AF + 0,7 (P + TF)/2$$

O discente será considerado aprovado se tiver 75% de presença e MF maior ou igual a 6.

Caso o MF seja $\geq 6,0$ – discente aprovado na UC.

Caso o MF seja $\geq 3,0$ e $< 6,0$ – discente deverá realizar Exame Final.

Caso o MF seja $< 3,0$ – discente reprovado na UC.

Bibliografia:

Básica:

1. Abbaschian, Reza; Abbaschian, Lara; Reed-Hill, Robert E. Physical metallurgy principles. 4th ed. Stamford, CT: Heinle Cengage Learning, 2010
2. Porter, D.A.; Easterling K.E.; Sherif M. Phase Transformations in Metals and Alloys, CRC Press; 3 edition, 2008.
3. Smallman, R.E.; Ngan, A.H.W. Physical Metallurgy and Advanced Materials, Butterworth-Heinemann; 7 edition, 2007.

Complementar:

1. Callister, W.D. Ciência e Engenharia de Materiais: Uma Introdução. 7ª ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 2008.
2. Rios, Paulo Rangel; Padilha, Angelo Fernando. Transformações de fase. São Paulo: Artliber, 2007
3. Brandt, D.A.; Waner, J. C. Metallurgy Fundamentals: ferrous and nonferrous. 5ª ed., 2009.
4. Chiaverini, Vicente. Tratamento Térmico das Ligas Metálicas. São Paulo, ABM, 2008.
6. Dieter, George E. Metalurgia Mecânica, 3rd Ed. London: McGraw-Hill, 1986.

Cronograma: *[opcional]*