



Ficha 2

(A modalidade das disciplinas ofertadas com base na Res. 59/20 – CEPE, em respeito ao Parágrafo Único do Art. 1º desta resolução, deverá ser invariavelmente a modalidade de *ensino remoto emergencial* (ERE). Sendo assim, para essas disciplinas, fica dispensado o preenchimento do campo “Modalidade” desta Ficha 2 (Plano de Ensino), que não contempla essa modalidade de ensino.)

Disciplina: Introdução a Plasma para Tratamentos de Materiais						Código: TMEC119	
Natureza: () Obrigatória (X) Optativa		(X) Semestral () Anual () Modular				Vagas: 40	
Pré-requisito:		Co-requisito:		Modalidade: () Presencial () Totalmente EaD () ____ *C.H.EaD			
CH Total: 30 CH semanal: 5		Padrão (PD): 18	Laboratório (LB): 00	Campo (CP): 00	Estágio (ES): 00	Orientada (OR): 12	Prática Específica (PE): 00
Estágio de Formação Pedagógica (EFP):		Extensão (EXT): 00	Prática como Componente Curricular (PCC): 00				
<p>Indicar a carga horária semestral (em PD-LB-CP-ES-OR-PE-EFP-EXT-PCC) *Indicar a carga horária que será à distância.</p> <p>Ciclo 3 – PERÍODO ESPECIAL Início: 11/08/2020 Fim: 18/09/2020 Dois encontros remotos semanais síncronos programados via TEAMS, às 3as e 6as feiras, cada qual com 2 h e 30 m, totalizando-se 12 encontros. Cada encontro assim subdividido: Aula síncrona das 15:30 as 17:00 hs (1 h e 30 m) + Atividade orientada síncrona (1 h), das 17:00 as 18:00 hs, na sequência.</p>							
EMENTA							
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Introdução ▪ Plasmas quentes e plasmas frios ▪ Descargas elétricas ▪ Colisões no plasma ▪ Descarga DC ▪ Reações no plasma ▪ Interação plasma-superfície ▪ Exemplos de aplicação de plasma em tratamento de materiais (Limpeza, Tratamentos termoquímicos por Plasma; Deposição de filmes por CVD e CVD, Sinterização por Plasma, etc.) 							
PROGRAMA							
<u>AULA</u>	<u>DATA</u>	<u>CONTEÚDO AULA SÍNCRONA / ATIVIDADE ORIENTADA</u>					
1	11/08/2020	Introdução ao estudo do plasma (plasmas quentes, frios e descargas) / Artigo 1					
2	14/08/2020	Reatividade metal x não-metal (interação plasma-superfície, O, N, C) / Artigo 2					
3	18/08/2020	Gases (propriedades) / Artigo 3					
4	21/08/2020	Colisões em gases (elásticas, inelásticas, neutros, íons, metaestáveis) / Artigo 4					
5	25/08/2020	Descarga elétrica de corrente contínua (linear e de cátodo oco) / Artigo 5					
6	28/08/2020	Propriedades do plasma I (temperatura das espécies, potencial de plasma) / Artigo 6					
7	01/09/2020	Propriedades do plasma II (formação de bainha, substrato flutuante, Debye) / Art. 7					
8	04/09/2020	Propriedades do plasma III (critério de Bohm, difusão ambipolar) / Artigo 8					
9	08/09/2020	Nitretação por plasma / Artigo 9					
10	11/09/2020	Cementação por plasma / Artigo 10					
11	15/09/2020	Sinterização por plasma / Artigo 11					
12	18/09/2020	Deposição de filmes finos (<i>sputtering</i>) / Artigo 12					



OBJETIVO GERAL

Introduzir conceitos básicos de física de plasma de maneira a permitir ao aluno melhor entender os processos de tratamentos de materiais que utilizam o plasma.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Dar ao aluno uma visão geral sobre plasmas
- Apresentar bases de física de plasmas e das interações plasma superfícies para entendimento de como o plasma pode ser aplicado no tratamento de materiais
- Apresentar de forma mais detalhada plasmas gerados por descargas de corrente contínua a baixa pressão
- Apresentar exemplo de tratamentos de materiais por plasma destacando qual a característica/propriedade é mais importante em cada aplicação.

PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS

Descrição das atividades e recursos tecnológicos a serem empregados:

Encontros remotos síncronos programados: cada encontro com 2 h e 30 m está subdividido em dois grupos de atividades, ou seja, em Aula Síncrona das 15:30 as 17:00 hs (1 h e 30 m) + Atividade Orientada Síncrona (1 h), das 17:00 as 18:00 hs, na sequência.

Grupo I de Atividades: Aulas Síncronas

As aulas síncronas serão do tipo expositivas, buscando-se apresentar e explicar os principais aspectos teóricos sobre o tema programado (ver Programa).

Recursos tecnológicos:

Os temas programados serão abordados em atividades de aprendizado via remota (usando-se o software Teams, tão somente) durante todo o período especial.

Bibliografia:

Será principalmente empregada e disponibilizada nos Arquivos da turma montada no TEAMS, a seguinte bibliografia de apoio para as atividades remotas:

- i) Introdução ao estudo do plasma (Apostila elaborada pelo Prof. Silvio Francisco Brunatto, com a colaboração do Engenheiro. Mecânico Thalys Damian Menezes) – Uma adaptação traduzida do livro *Glow Discharge Process* de Chapman, 1980)
- ii) Aspectos básicos sobre plasmas DC fracamente ionizados (Apostila compilada pelo Prof. Henrique Cezar Pavanati, com revisão técnica do Prof. Rodrigo Perito Cardoso), Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) e LabMat da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), 2009.

Grupo II de Atividades: Atividades Orientadas Síncronas

As atividades orientadas síncronas consistirão da apresentação e discussão de artigos científicos do grupo de pesquisa Tecnologia de Fabricação Assistida por Plasma e Metalurgia do Pó – CNPq/UFPR, coordenado pelo proponente, os quais são diretamente relacionados à temática da presente disciplina, principalmente desenvolvidos no LTPP-Laboratório de Tecnologia de Pó e Plasma do DEMEC.

Recursos tecnológicos:

Os artigos serão abordados pelo professor em atividades de aprendizado via remota usando-se o mesmo software Teams, tão somente, imediatamente na sequência da aula síncrona, durante todo o período especial.

Bibliografia:

Serão abordados e disponibilizados nos Arquivos da turma montada no TEAMS, os seguintes artigos para as atividades remotas:

- Influence of the gas mixture flow on the processing parameters of hollow cathode discharge iron sintering. J. Phys. D: Appl. Phys. 40 (2007) 3937–3944
- Strong evidences of tempered martensite-to-nitrogen-expanded austenite transformation in CA-6NM steel. Materials Science and Engineering A 552 (2012) 569–572
- Plasma nitriding using high H₂ content gas mixtures for a cavitation erosion resistant steel. Applied Surface Science 277 (2013) 15–24
- DC Plasma Technology Applied to Powder Metallurgy: an Overview. Plasma Science and Technology, Vol.15, No.1 (2013)
- Improvement of the cavitation erosion resistance for low-temperature plasma nitrided Ca-6NM martensitic stainless steel. Wear 309 (2014) 159–165
- Martensitic Stainless Steel: Direct Current Low Temperature Plasma Carburizing. Encyclopedia of Iron, Steel, and Their Alloys (2016)
- Sintering and Surface Texturing: Direct Current Coupled Plasma-Assisted Parts Manufacturing. Encyclopedia of Iron, Steel, and Their Alloys (2016)



- Stainless Steel: Low-Temperature Nitriding Kinetics. Encyclopedia of Iron, Steel, and Their Alloys (2016)
- Influence of pressure on the morphology and structure of surfaces sintered in pulsed DC annular hollow cathode discharge. Surface & Coatings Technology 344 (2018) 402–409
- Martensite coarsening in low-temperature plasma carburizing. Surface & Coatings Technology 350 (2018) 161–171
- Ultra-low—to high-temperature plasma-assisted nitriding: revisiting and going further on the martensitic stainless steel treatment. (2019) Mater. Res. Express 6 026529
- Cavitation erosion resistance enhancement of martensitic stainless steel via low-temperature plasma carburizing. Wear 428–429 (2019) 162–166

As atividades remotas síncronas via TEAMS ocorrerão iniciando-se em 11/08/2020 e finalizando-se em 18/09/2020, sempre às 3as e 6as feiras.

FORMAS DE AVALIAÇÃO

As avaliações se darão da seguinte forma:

- Para cada encontro programado será cobrado exercício com uma pergunta chave aberta sobre o tema apresentado no dia ou exercício de elaboração de resumo técnico/crítico do artigo considerado. A realização de cada exercício será individualizada, constituindo-se também na confirmação da presença (chamada) para cada aluno. A entrega do exercício deverá ser feita até 48 horas após finalizado o encontro considerado, cabendo a cada aluno depositar seu exercício resolvido nos Arquivos do TEAMS do dia do encontro avaliado. Para entregas que desrespeitem este limite, será atribuída uma nota zero bem como uma falta para o aluno em questão. Alerta-se que se ocorrer qualquer sinal de cópia entre dois ou mais alunos, em determinado exercício, estes terão suas notas sumariamente reduzidas a zero. O mesmo ocorrerá (ou seja, atribuição de nota zero) para respostas copiadas diretas de documentos externos ou mesmo a partir do material de apoio didático aqui fornecido, para a disciplina. Deseja-se assim, muito mais do que uma simples avaliação, buscar a certeza de que cada aluno entendeu muito bem a matéria dada. Neste caso, os 12 exercícios devidamente entregues, constituir-se-ão em 50% do peso total da nota final do aluno.
- Ao final do curso, cada aluno deverá, por fim, entregar uma resenha individualizada, cujo conteúdo deverá abordar de forma resumida todo o aprendizado obtido nos 12 encontros, devendo ainda esta resenha conter, por fim, uma abordagem pessoal técnica/crítica da importância do conteúdo aprendido para a carreira de Engenheiro Mecânico, na qual cada aluno estará se graduando. Esta resenha terá sozinha um peso 50, possibilitando, assim, a conclusão da nota final de cada aluno. Recomenda-se que esta resenha comece a ser elaborada pelo aluno desde o primeiro encontro da disciplina, sendo também sua entrega nos mesmos moldes do item anterior, ou seja, dentro do período de 48 horas terminado o último encontro. Por fim, as mesmas observações acima, com relação a cópias e reproduções resultando em atribuição de nota zero, são aqui também válidas.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA (mínimo 03 títulos)

1. Introdução ao estudo do plasma (Apostila elaborada pelo Prof. Silvio Francisco Brunatto, com a colaboração do Engenheiro Mecânico Thalys Damian Menezes) – Uma adaptação traduzida do livro *Glow Discharge Processes* de B. Chapman, 1980).
2. Henrique C. Pavanati, Apostila: Aspectos básicos sobre plasmas DC fracamente ionizados, 2009.
3. Chapman B. *Glow Discharge Processes*. New York, USA, John Wiley & Sons. 406 p., 1980.
4. Michael A. Lieberman, Alan J. Lichtenberg, *Principles of Plasma Discharges and Materials Processing*, 2nd Edition, 2005.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR (mínimo 05 títulos)

5. Ricard, A. *Reactive Plasmas*. 1st ed., Paris, França, Société Française du Vide, 180 p., 1996.
6. Raizer, Y. P., *Gas Discharges Physics*. 1st ed., Berlin, Germany, Springer - Verlag Berlin Heidelberg, 445 p., 1991 (Corrected 2nd printing 1997).
7. Roth, J. R., *Industrial Plasma Engineering - V. 1 - Principles*. London, UK, The Institut of Physics, 538 p., 1995.
8. v. Engel, A. *Ionized Gases*. 2nd ed., New York, USA, American Institut of Physics, 1994.
9. Pulker, H. K. *Wear and Corrosion Resistant Coatings by CVD and PVD*, 1989.



Ministério da Educação
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
Setor de
Departamento de..... (Para estrutura não departamental: Coordenação do
Curso de....)

Professor da Disciplina: Silvio Francisco Brunatto

Assinatura: _____

Chefe de Departamento ou Unidade equivalente: _____

Assinatura: _____