



Universidade Federal de Santa Catarina
Centro Tecnológico
Departamento de Engenharia Mecânica



PLANO DE ENSINO

Em caráter excepcional e transitório, para substituição do ensino presencial pelo ensino não presencial, enquanto durar a pandemia do novo coronavírus (COVID-19), em atenção à Portaria MEC Nº 544, de 16 de junho de 2020, e à Resolução Normativa Nº 140/2020/CUn, de 21 de julho de 2020.

EMC6713 – Termodinâmica de Materiais

1) Identificação

Carga horária: 72 horas-aula, das quais: Teóricas: 72 horas-aula, Práticas: 00 horas-aula.
Turma(s): 04236
Nome(s) do(s) professor(es): Rodrigo Perito Cardoso, Email: rodrigo.perito@ufsc.br
Período: 1º semestre de 2020

2) Cursos

236 Engenharia de Materiais - Semestral

3) Requisitos

Engenharia de Materiais (236): MTM3102

4) Ementa

Estado gasoso, calor, temperatura e pressão. Variáveis de estado e equações de estado. As propriedades dos materiais. Sistemas termodinâmicos. Leis da termodinâmica. Termoquímica. Capacidades caloríficas. Entropia. Potenciais termodinâmicos. Critérios de espontaneidade de processos. Estabilidade de óxidos e sulfetos e os Diagramas de Ellingham.

5) Objetivos

Geral:

Desenvolver uma compreensão intuitiva da termodinâmica com apropriação efetiva do conhecimento a partir dos princípios básicos da termodinâmica. Contextualizar estes princípios na área de Ciências e Engenharia de Materiais deixando clara sua aplicação na atuação profissional do Engenheiro de Materiais.

Específicos:

- 1 - Relacionar leis e propriedades gerais dos gases ideais e reais.
- 2 - Enunciar os princípios básicos da termodinâmica em termos de sua fundamentação teórica; desenvolver as equações que relacionam ΔE , ΔH , ΔS , ΔG , e outras funções termodinâmicas; aplicar os princípios termodinâmicos às transformações dos sistemas; aplicar as equações da

termodinâmica para calcular as trocas de energia entre o sistema e o meio, nas formas de calor e trabalho.

3 - Enunciar e aplicar os critérios termodinâmicos de equilíbrio e espontaneidade; prever os efeitos da temperatura e da pressão sobre a energia livre de Gibbs; descrever os critérios de espontaneidade para que uma transformação termodinâmica ocorra naturalmente.

4 - Prever a estabilidade de óxidos e sulfetos com auxílio do diagrama de Ellingham, relacionar valores de propriedades termodinâmicas com espontaneidade de processos.

6) Conteúdo Programático

- 6.1. Sistemas, Propriedades e Processos Termodinâmicos. Variável de estado e equação de estado. Diferencial exata e inexata. Gás ideal. Pressão. Gases reais. Equação de van der Waals. Variáveis experimentais importantes para os materiais: O coeficiente de expansão térmica, o coeficiente de compressibilidade, a capacidade calorífica a volume constante e a capacidade calorífica a pressão constante. [08 horas-aula]
- 6.2. A primeira lei da termodinâmica. As leis da termodinâmica. O conceito de equilíbrio termodinâmico. Calor, trabalho e energia interna. A função entalpia. Processos termodinâmicos de especial interesse. A termoquímica e suas aplicações aos materiais. A lei de Kirchhoff. Efeito Joule e efeito Joule-Thomson, o princípio de funcionamento dos refrigeradores. [10 horas-aula]
- 6.3. A segunda lei da termodinâmica. Entropia. Regra de Trouton e de Richards. A combinação das duas leis. O Ciclo de Carnot. Máquinas térmicas. - Entropia de um gás ideal. A terceira lei da termodinâmica. Misturas de gases. Escala absoluta de temperatura. [08 horas-aula]
- 6.4. Critérios de espontaneidade e equilíbrio. Função de trabalho de Helmholtz e energia livre de Gibbs. As equações de Maxwell. A entropia e o volume como função de T e P. A equação de Gibbs-Helmholtz. Misturas. Propriedades de soluções. Diagramas de fases de sistemas binários [28 horas-aula]
- 6.5. A energia livre de uma reação e sua constante de equilíbrio. Equilíbrios homogêneos e heterogêneos. A estabilidade de óxidos e sulfetos e os Diagramas de Ellingham. Redução de óxidos metálicos pelo monóxido de carbono. O equilíbrio entre o carbono e seus óxidos. A redução de óxidos metálicos pelo hidrogênio. [8 horas-aula]

7) Metodologia

O MOODLE será utilizado como base para interface entre professores e alunos e para registro das atividades no período de aulas não presenciais. O processo de ensino e aprendizagem ocorrerá através de aulas expositivas interativas **síncronas**, por videoconferência, nos horários da disciplina (ver cronograma). Os estudantes deverão ser participativos, acompanhando o desenvolvimento das ideias e conteúdos expostos, contribuindo para o raciocínio lógico. Como complementação deste processo os alunos deverão ler a bibliografia recomendada. Ainda faz parte do processo de aprendizagem a resolução de problemas e exercícios de forma **assíncrona**.

8) Avaliação

Ocorrerá através de 3 (três) provas, P1, P2 e P3, respectivamente com peso 3, 3 e 4. A média final (MF) será calculada pela média ponderada das provas, ou seja:

$$MF = (3xP1 + 3xP2 + 4xP3) / 10$$

Obs: As provas serão individuais, não presenciais e disponibilizada no MOODLE, todas terão duração de 2h e serão disponibilizadas aos alunos por um período de 48h (ver cronograma).

Conforme parágrafo 2º do artigo 70 da Resolução 17/CUn/97, o aluno com frequência suficiente (FS) e média final no período (MF) entre 3,0 e 5,5 terá direito a uma nova avaliação ao final do semestre (REC), sendo a nota final (NF) calculada conforme parágrafo 3º do artigo 71 desta resolução, ou seja: $NF = (MF + REC) / 2$.

9) Cronograma

Semana	Dia	Atividade	Dia	Atividade
1	01/09/2020	Funcionamento das aulas remotas e revisão	03/09/2020	Revisão
2	08/09/2020	Trabalho, calor e energia Energia interna	10/09/2020	Trabalho de expansão Trocias térmicas (capacidade calorífica)
3	15/09/2020	Entalpia Transformações adiabáticas	17/09/2020	Varição de entalpia padrão Entalpia-padrão de formação
4	22/09/2020	Funções de estado	24/09/2020	Segunda Lei - Introdução Entropia
5	29/09/2020	Varição de entropia Terceira lei	Avaliação	Prova 1 (duração de 2h) Entre 01/10/2020 (0:00h) e 02/10/2020 (24:00h)
6	06/10/2020	Funções do sistema Energia de Helmholtz e Gibbs	08/10/2020	Energia Livre padrão de Gibbs
7	13/10/2020	Combinações entre a primeira e a segunda leis	15/10/2020	Estabilidade de fase Equilíbrio e transição de fase
8	20/10/2020	Diagramas de fase	22/10/2020	Aspectos termodinâmicos da transformação de fases
9	27/10/2020	Mistura - Grandezas molares	29/10/2020	Termodinâmica de misturas
10	03/11/2020	Propriedades de Soluções	Avaliação	Prova 2 (duração de 2h) Entre 05/11/2020 (0:00h) e 06/11/2020 (24:00h)
11	10/11/2020	Diagramas de fases de sistemas binários	12/11/2020	Diagramas de fases de sistemas binários
12	17/11/2020	Diagramas de fases de sistemas binários	19/11/2020	Reações espontâneas
13	24/11/2020	Resposta do equilíbrio às condições do sistema	26/11/2020	A energia livre de uma reação e sua constante de equilíbrio
14	01/12/2020	Diagramas de Ellingham	03/12/2020	Diagramas de Ellingham
15	08/12/2020	Demonstração de Thermocalc	Avaliação	Prova 3 (duração de 2h) Entre 10/12/2020 (0:00h) e 11/12/2020 (24:00h)
16	15/12/2020	Preparação para recuperação	Avaliação	Recuperação (duração de 2h) Entre 17/12/2020 (0:00h) e 18/12/2020 (24:00h)

10) Bibliografia Básica

1. Atkins, P. W., de Paula, J., FÍSICO-QUÍMICA, Rio de Janeiro: LTC, Nona Edição, 2012 ou qualquer outra edição disponível.
- A leitura do livro é de extrema importância. Mas o conteúdo dos slides e vídeos elaborados para esta disciplina serão suficientes como fonte de referência para o aluno estudar, aprender e se preparar para as avaliações.
 - Os slides serão disponibilizados no ambiente MOODLE da disciplina. Os vídeos serão disponibilizados no YOUTUBE, sendo os links destes informados através do MOODLE.
 - Solicita-se que os vídeos não sejam enviados para outras pessoas, diferentes daquelas matriculadas nessa disciplina, com o risco de ferir direitos autorais.

11) Bibliografia Complementar

1. Callister, Jr., William D., CIÊNCIA E ENGENHARIA DE MATERIAIS: UMA INTRODUÇÃO, Rio de Janeiro: LTC, 2008.
2. Atkins, P. W., de Paula, J., FÍSICO-QUÍMICA, Rio de Janeiro: LTC, Sétima Edição, 2003, ou qualquer outra edição disponível.
3. DeHoff, Robert, T., THERMODYNAMICS IN MATERIALS SCIENCE, Taylor & Francis Group, 2006
4. Çengel, Y. A.; Boles, M.A., Termodinâmica; McGraw Hill Co.2006.
5. Pilla, Luiz, FÍSICO-QUÍMICA, Livros Técnicos e Científicos, vol. 1.
6. Adamian, R.; Almendra, E., Físico-Química uma aplicação aos materiais, Rio de Janeiro, COPPE/UFRJ,2002.