



**UNIVERSIDADE FEDERAL
DE SANTA CATARINA**
Centro Tecnológico de Joinville - CTJ



Pós-ECM
Programa de Pós-Graduação em
Engenharia e Ciências Mecânicas

PLANO DE ENSINO SEMESTRE 2021/2

I. IDENTIFICAÇÃO DA DISCIPLINA

Código: ECM410062

Nome: Combustão

Carga horária: 45 horas

Créditos: 03

Professor: Rafael C. Catapan, Dr. Eng.

Email: rafael.catapan@ufsc.br

II. PRÉ-REQUISITO(S) SUGERIDO(S)

ECM410064 – Fundamentos da Termodinâmica

III. EMENTA

Cinética química. Equações de conservação simplificadas para escoamentos reativos. Chamas pré misturadas em gases combustíveis. Chamas de difusão. Ignição. Emissões em combustão.

IV. OBJETIVOS

Ao final da disciplina o aluno deverá ser capaz de propor e resolver computacionalmente modelos matemáticos para os processos de combustão abordados, interpretando e relacionando os dados de entrada e de saída de seus códigos computacionais com as soluções dos problemas propostos.

V. CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

Introdução: apresentação da disciplina e plano de ensino, método de aprendizagem, introdução à combustão, introdução ao Cantera

Termoquímica de combustão: propriedades intensivas e extensivas, base mássica e base molar, equação de estado de gases ideais, entalpia de formação e energias de ligação, equação de estado calórica e entalpia padrão, propriedades de misturas de gases ideais, estequiometria de combustão e mistura reagente. Forma padrão de polinômios de propriedades termodinâmicas. Entalpia de reação e poder calorífico, temperatura de chama adiabática,

Equilíbrio químico: definição de equilíbrio químico, considerações de Primeira e Segunda Leis da termodinâmica em um sistema a T e p constantes, constante termodinâmica de equilíbrio (K_p), Equilíbrio de sistemas complexos

Cinética química: reação global e reações elementares, taxa de reação e sua dependência com a temperatura, constante de reação, equação de Arrhenius, frequência de colisão, energia de ativação, teoria

de estruturas de transição, efeito da pressão, mecanismos de reação (taxas de reação, taxa de progresso, taxa de consumo de uma espécie, relação entre constante de reação e equilíbrio, reações em cadeia, aproximação estado estacionário, aproximação de equilíbrio parcial). Técnicas de análise de mecanismo de reação: análise de sensibilidade, análise da taxa de reação, equilíbrio parcial, análise do componente principal, redução de mecanismos.

Equações de conservação aplicadas a sistemas reativos: Equações de conservação da massa e da massa da espécie química, equação de energia de fase gasosa, conservação da quantidade de movimento

Reatores de massa fixa (zero dimensionais): troca de calor entre reatores em clusters, balanço energético e efeitos de capacidade térmica, previsão de retardo de ignição para sistemas a pressão e volume constante, modelo HCCI.

Chama laminar unidimensional: estrutura de uma chama laminar, velocidade de chama, teoria de Mallard e Le Châtelier, cálculo de velocidade de chama por equações de conservação, propriedades de transporte com média de mistura, propriedades de transporte multicomponente, modelo de radiação térmica a de gás e partículas para chamas, condições de contorno, comparações com técnicas de medição experimental.

Chamas turbulentas: estrutura de chamas pré misturadas turbulentas, velocidade de propagação de chamas turbulentas, reator perfeitamente misturado (PSR).

VI. METODOLOGIA DE ENSINO / DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA

Atividades e estratégias de interação assíncronas: A interação entre professor, estudantes e conteúdo ocorrerá por meio do ambiente virtual de aprendizagem Moodle. Serão disponibilizados videoaulas próprias e de terceiros, textos explicativos e indicações livro texto. A interação assíncrona entre professor e alunos ocorrerá por meio de fórum de discussão semanal, no qual tanto o professor quanto os demais estudantes podem responder. O ambiente virtual de aprendizagem foi organizado por tópicos da ementa.

Atividades e estratégias de interação síncronas: Nas interações síncronas, o professor promoverá uma videoconferência semanal com os alunos, resolvendo as dúvidas postadas no fórum da semana, buscando feedback personalizado sobre o desenvolvimento do programa de aprendizagem. Os alunos poderão ser organizados em pequenos grupos, de acordo com o tópico da disciplina que estão estudando. Os alunos poderão interagir na videoconferência por meio de vídeo, áudio ou chat. Todas as videoconferência poderão ser gravadas e disponibilizadas aos alunos no canal do Youtube do professor.

VII. METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO

A avaliação da aprendizagem do aluno será realizada de forma assíncrona, por meio de tarefas que o aluno terá que realizar. As tarefas consistem na resolução de listas de exercícios ou de problemas propostos, sempre utilizando o apoio da biblioteca computacional Cantera ou outra semelhante. Ao final, o aluno fará a defesa de sua produção ao longo do semestre na forma de seminário.

VIII. CRONOGRAMA

Semana	Conteúdo
1	Introdução e definições fundamentais.
2	Termoquímica de combustão
3	Termoquímica de combustão
4	Equilíbrio químico
5	Cinética química em fase gasosa
6	Cinética química em fase gasosa
7	Difusão de calor e massa
8	Equações de conservação aplicadas a sistemas reativos
9	Reatores de massa fixa (zero dimensionais)
10	Reatores de massa fixa (zero dimensionais)
11	Chama pré misturada laminar unidimensional
12	Chama pré misturada laminar unidimensional
13	Chamas turbulentas

X. BIBLIOGRAFIA BÁSICA

- TURNS, S. R., Introdução à Combustão: Conceitos e Aplicações. 3ª edição traduzida, McGraw-Hill, São Paulo, 2013. ISBN: 9788580552744.
- COELHO, P., COSTA, M., Combustão. 2ª edição, Orion, Amadora-Portugal, 2012. ISBN: 9789728620103
- GLASSMAN, I., YETTER, R., Combustion. 4ª edição, Academic Press, 2008. ISBN-10: 0120885735, ISBN-13: 978-0120885732.
- KOLASINSKI, K., W., Surface Science, Wiley, 2nd edition, 2008. ISBN: 978-0-470-99781-9
- SCHMAL, M., Cinética e Reatores, 2ª edição, Synergia, 2013. ISBN: 8561325720. ISBN-13: 9788561325725
- Franklin (Feng) Tao, William F. Schneider, Prashant V. Kamat, Heterogeneous Catalysis at Nanoscale for Energy Applications 1st Edition, 2014. ISBN: 978-0-470-95260-3.
- FOGLER, H. S. Elementos de engenharia das reações químicas. 4 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009. ISBN-10: 852161716X. ISBN-13: 978-8521617167

XI. BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR OU SUPLEMENTAR

- Artigos científicos selecionados ao longo do semestre de acordo com o interesse dos participantes.
- ANSYS Chemkin Theory Manual 17.0 (15151), Reaction Design: San Diego, 2015.
- Cantera 2.3.0. Disponível em: <https://cantera.org/>

XII. OBSERVAÇÕES

O cronograma está sujeito a alterações.

Atualizado em: 26/08/2021.