



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.

EMC 420111 – Introdução à Combustão

1) Identificação

Carga horária: 36 horas-aula teóricas.

Nome dos professores:

Amir Antônio Martins de Oliveira Junior, Email: amir.oliveira@gmail.com

Leonel Rincón Cancino, Email: leonel.cancino@labmci.ufsc.br

Período: 2º bimestre de 2020

Horário: 4ª/ 16-18h e 6ª/ 08-10h

2) Cursos

Pós-Graduação em Engenharia Mecânica.

3) Requisitos

(não há)

4) Ementa

Introdução, Combustíveis e oxidantes, Estequiometria, Propriedades termodinâmicas de misturas. Primeira lei da Termodinâmica; Segunda Lei; Equilíbrio químico, Propriedades de chamas adiabáticas. Cinética química, Reações elementares, Reações Bimoleculares - Teoria de Colisão, Reações Unimoleculares e Trimoleculares, Mecanismos globais e detalhados, Formação de poluentes. Escoamentos reativos sem transporte por difusão: Reatores de massa e volume constante (CMR, CVR), perfeitamente misturado (PSR), escoamento uniforme (PFR). Limites de explosão, ignição térmica. Transporte difusivo de massa e calor, Formulação de Schvab-Zeldovich, Chamas pré-misturadas, Formulação em escalar conservado, Chamas não pré-misturadas.

5) Objetivos

Geral:

Ao final da disciplina, o aluno adquirirá uma compreensão dos fenômenos físicos e químicos na combustão de gases, habilitando-o a fazer análises simplificadas e projetos globais de sistemas de combustão.

Específicos:

1. Realizar o balanço estequiométrico de reações de combustão a partir da fórmula química ou composição elementar do combustível e oxidante.
2. Realizar estimativas da composição de misturas reagentes em equilíbrio químico.
3. Calcular a temperatura e composição dos produtos na combustão adiabática.
4. Estimar os efeitos do tempo de residência na combustão perfeitamente misturada.
5. Calcular o tempo de ignição na ignição térmica de uma mistura homogênea.
6. Determinar a velocidade de chama laminar e uma mistura reagente pré-misturada.
7. Desenvolver capacidade de formular e planejar a busca de soluções para problemas de combustão.
8. Desenvolver a capacidade de comunicação técnica efetiva na análise e discussão de problemas que envolvam combustão.

6) Conteúdo Programático

Conteúdo	No. de horas	No. de horas-aula	Docente
6.1. Introdução, Combustíveis e oxidantes, Estequiometria, Conservação da massa e composição de misturas multicomponentes, Propriedades termodinâmicas de misturas.	4	4,8	Amir
6.2. Primeira Lei da Termodinâmica; Segunda Lei; Equilíbrio químico, Propriedades de chamas adiabáticas.	6	7,2	Amir
6.3. Cinética química, Reações elementares, Teoria de Colisão, Reações bimoleculares, unimoleculares e trimoleculares.	4	4,8	Leonel
6.4. Mecanismos globais e detalhados, Formação de poluentes. Escoamentos reativos sem transporte por difusão: Reatores de massa e volume constante (CMR, CVR), perfeitamente misturado (PSR), escoamento uniforme (PFR).	6	7,2	Leonel
6.5. Limites de explosão, Ignição térmica.	4	4,8	Leonel
6.6. Transporte difusivo de massa e calor.	2	2,4	Amir
6.7. Formulação de Schvab-Zeldovich, Chamas pré-misturadas.	2	2,4	Amir
6.8. Formulação em escalar conservado, Chamas não pré-misturadas.	2	2,4	Amir

7) Metodologia

A disciplina será oferecida por meios síncronos e assíncronos. As aulas expositivas, realizadas com ferramenta síncrona de vídeo-conferência, serão gravadas e disponibilizadas no YOUTUBE aos alunos matriculados na disciplina.

As aulas síncronas terão por objetivo apresentar as deduções principais, descrever os métodos de solução recomendados e de discutir as dúvidas originadas na solução de problemas. Estas aulas síncronas serão realizadas no horário oficial da disciplina, nos dias identificados no cronograma.

As atividades assíncronas, principalmente de solução de problemas, realização de listas de exercícios e trabalhos, serão realizadas com o auxílio de notas de aula disponibilizadas no MOODLE. As notas de aula serão fornecidas na forma de textos e slides e cobrirão aspectos específicos do conteúdo. Além das notas de aula, outros conteúdos poderão ser disponibilizados no MOODLE, como vídeos e apresentações, conforme a necessidade.

Não será permitido gravar, fotografar ou copiar as aulas disponibilizadas no MOODLE. O uso não autorizado de material original retirado das aulas constitui contrafação – violação de direitos autorais – conforme a Lei nº 9.610/98 – Lei de Direitos Autorais.

8) Avaliação

A avaliação será formada por 7 trabalhos (T1 a T7) e um entrevista síncrona ao final da disciplina (E). Cada um dos trabalhos receberá uma nota entre 0,0 e 10,0. A média final será computada pela média aritmética simples das notas dos trabalhos, com peso 80 %, e da nota da entrevista, com peso 20 %,

$$\text{Nota Final} = 0,8 * (T1+T2+T3+T4+T5+T6+T7)/7 + 0,2 * E$$

Os trabalhos serão realizados de forma não presencial (online) em datas e horários a serem definidos no Cronograma e anunciadas no MOODLE. Os trabalhos terão a forma de listas de exercícios, ou questões em estilo de análise ou projeto. O enunciado dos trabalhos será disponibilizado no MOODLE em dia e hora pré-estabelecidas e devolvidos via MOODLE. Espera-se que o aluno discuta com seus colegas de classe a solução dos trabalhos, mas realize a sua entrega individualmente.

Para ser aprovado, além do requisito da nota, o aluno deverá ter frequência igual a superior a 75%, que será aferida pela participação nas atividades síncronas e pelo acesso nas atividades assíncronas.

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

Sem.	Mês	Dia	Conteúdo	Modalidade
1	Setembr	31	Seg	Síncrona
		1	Ter	
		2	Qua	
		3	Qui	

2	4	Sex	Combustíveis e oxidantes, Estequiometria, Conservação da massa e composição de misturas multicomponentes	Síncrona
		Sab		
		Dom		
		Seg		
		Ter	Entrega do T1	Assíncrona
		Qua	Propriedades termodinâmicas de misturas	Síncrona
		Qui		
		Sex	Primeira Lei da Termodinâmica; Segunda Lei; Equilíbrio químico	Síncrona
		Sab		
		Dom		
		Seg	Entrega do T2	Assíncrona
		Ter		
3	14	Qua	Propriedades de chamas adiabáticas	Síncrona
		Qui		
		Sex	Cinética química, Reações elementares, Teoria de Colisão	Síncrona
		Sab		
		Dom		
		Seg		
		Ter	Entrega do T3	Assíncrona
4	23	Qua	Reações bimoleculares, unimoleculares e trimoleculares / Mecanismos globais e detalhados	Síncrona
		Qui		
		Sex	Formação de poluentes / Escoamentos reativos sem transporte por difusão: Reatores de massa e volume constante (CMR, CVR), perfeitamente misturado (PSR), escoamento uniforme (PFR)	Síncrona
		Sab		
		Dom		
		Seg		
		Ter	Entrega do T4	Assíncrona
5	30	Qua	Escoamentos reativos sem transporte por difusão: Reatores de massa e volume constante (CMR, CVR), perfeitamente misturado (PSR), escoamento uniforme (PFR)	Síncrona
		Qui		

6	2	Sex	Escoamentos reativos sem transporte por difusão: Reatores de massa e volume constante (CMR, CVR), perfeitamente misturado (PSR), escoamento uniforme (PFR)	Síncrona
	3	Sab		
	4	Dom		
	5	Seg		
	6	Ter	Entrega do T5	Assíncrona
	7	Qua	Limites de explosão, Ignição térmica.	Síncrona
	8	Qui		
	9	Sex	Limites de explosão, Ignição térmica.	Síncrona
	10	Sab		
	11	Dom		
	12	Seg		
	13	Ter	Entrega do T6	Assíncrona
	14	Qua	Transporte difusivo de massa e calor.	Síncrona
	15	Qui		
	16	Sex	Formulação de Schvab-Zeldovich, Chamas pré-misturadas.	Síncrona
	17	Sab		
	18	Dom		
	19	Seg	Entrega do T7	Assíncrona
	20	Ter		
	21	Qua	Formulação em escalar conservado, Chamas não pré-misturadas.	Síncrona
	22	Qui		
	23	Sex	Entrevistas	Síncrona
	24	Sab		

10) Bibliografia Básica

Oliveira Jr., Amir A. M., Notas de Aula de Combustão, Departamento de Engenharia Mecânica, UFSC, 2020. (Disponibilizado no MOODLE na forma de textos e slides).

Cancino, Leonel Rincón, Notas de Aula de Combustão, Departamento de Engenharia Automotiva, UFSC – Campus Joinville, 2020. (Disponibilizado no MOODLE na forma de textos e slides).

11) Bibliografia Complementar

Stephen R. Turns, Introdução à Combustão: Conceitos e Aplicações, 3a. edição, McGraw Hill, 2013; ISBN 9788580552744.

Mario Costa e Pedro Coelho, Combustão, Editora Orion, 2007. ISBN 9789728620103.

Chung K. Law, Combustion Physics, Cambridge University Press, 2006. ISBN-13: 978-0521870528

Jürgen Warnatz, Ulrich Maas Robert W. Dibble, Combustion: Physical and Chemical Fundamentals, Modeling and Simulation, Experiments, Pollutant Formation, 4a edição, Springer, 2006. ISBN-13: 978-3540259923

Irwin Glassman e Richard Yetter, Combustion, 4a edição, Academic Press, 2008, ISBN-13: 978-0120885732

Thierry Poinot e Denis Veynante, Theoretical and Numerical Combustion, 2ª. Edição, R.T. Edwards, 2005, ISBN-13: 978-1930217102.

Amable Linan, Forman A. Williams, Fundamental Aspects of Combustion, The Oxford Engineering Science Series, vol. 34, Oxford Univ Press; 1993, ISBN: 0195076265

Robert B. Bird, Edwin N. Lightfoot e Warren E. Stewart, Transport Phenomena, John-Wiley & Sons, 1960, ISBN: 0471410772, 912 páginas.

Stanley I. Sandler, *Chemical Engineering Thermodynamics*, John Wiley, 1998, 735 páginas.

H. Scott Fogler, Elements of Chemical Reaction Engineering, Third Ed., Prentice-Hall, 1999, ISBN 0-13-973785-5, 967 páginas.

Richard I. Masel, Chemical Kinetics and Catalysis, Wiley-Interscience; 2001, ISBN: 0471241970 ; 896 páginas.

John Heywood, Internal Combustion Engines Fundamentals, McGraw-Hill Higher Education, 1988, ISBN: 007028637X, 930 páginas.

Alan C. Eckbreth, Laser Diagnostics for Combustion Temperature and Species, Combustion Science and Technology Book Series, Vol 3, 2nd Edition, Gordon & Breach Science Pub., 1996, ISBN: 2884492259, 596 páginas.