

Termodinâmica Aplicada a Engenharia Química / Período: 9

Professor: Gessymar Nazaré Silva Souza (Mestre)

CH: 80h

Ementa:

Primeira Lei da Termodinâmica. Segunda Lei da Termodinâmica. Potenciais Termodinâmicos e Identidades Termodinâmicas. Fenomenologia das Mudanças de Fases. Equilíbrio Químico. Termodinâmica dos Escoamentos Compressíveis. Propriedades Volumétricas de Fluidos e Efeitos Térmicos. Propriedades Termodinâmicas de Fluidos. Equilíbrio Líquido-Vapor. Termodinâmica de Soluções. Tópicos em Equilíbrio de Fases.

Habilidades:

Demonstrar conhecimento e compreensão dos conceitos, princípios e estruturas da área da docência, do conteúdo, da etapa, do componente e da área do conhecimento na qual está sendo habilitado a ensinar; Dominar os direitos de aprendizagem, competências e objetos de conhecimento da área da docência estabelecidos na BNCC e no currículo; Dominar o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (CPC) tomando como referência as competências e habilidades esperadas para cada ano ou etapa; Utilizar a matemática como uma linguagem para a expressão dos fenômenos naturais; Utilizar a linguagem científica na expressão de conceitos físicos, na descrição de procedimentos de trabalhos científicos e na divulgação de seus resultados. Teorias e aplicações da Termodinâmica sob o ponto de vista da Engenharia Química, visando o desenvolvimento do aluno no Cálculo de propriedades termoquímicas de sistemas multifásicos e multicomponentes para o projeto e análise de unidades de processamento. Além dos conceitos de Termodinâmica Química e de equilíbrio de fases de sistemas com multicomponentes químicos, ao estudar essa disciplina os alunos desenvolvem uma compreensão profunda dos conceitos fundamentais da termodinâmica, como energia, entropia, temperatura e pressão, ganham a capacidade de avaliar a eficiência energética desses ciclos e entender os fatores que influenciam o desempenho das máquinas térmicas. Compreendem o ciclo de refrigeração por compressão de vapor, utilizado em sistemas de refrigeração e condicionamento de ar.

Metodologia:

As aulas a distância serão realizadas em vídeo aulas, material disponível no Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA), atividades de apoio para exploração e enriquecimento do conteúdo trabalhado, fóruns de discussão, atividades de sistematização, avaliações e laboratórios práticos virtuais.

Recursos Didáticos:

Livro didático;
Vídeo aula;
Fóruns;
Estudos Dirigidos (Estudo de caso);
Experimentos em laboratório virtual;
Biblioteca virtual;
Atividades em campo.

Conteúdo Programático:

A PRIMEIRA LEI DA TERMODINÂMICA - PRINCÍPIO DA CONSERVAÇÃO DE ENERGIA

Variáveis extensivas e intensivas

A Energia Interna

A Energia interna específica

Calor e Trabalho: Trocas de Energia

A primeira Lei para sistemas fechados (massa de controle)

A Entalpia

A primeira lei para sistemas abertos (volume de controle)

Capacidade Térmica e Calor específico

A SEGUNDA LEI DA TERMODINÂMICA - TRANSFERÊNCIA DE ENERGIA TÉRMICA

Segunda lei da termodinâmica (ciclo de Carnot).

Ciclo ideal de compressão.

Ciclos de Carnot.

A máquina térmica de Carnot.

Relações de propriedades termodinâmica.

Gases reais e ideais.

Introdução à Mecânica Estatística e a Entropia

Microestados, macroestados e multiplicidade.

Multiplicidade de um sólido de Einstein

Micro sólido de Einstein interagentes

Multiplicidade de um macro sólido de Einstein

Multiplicidade do gás ideal

Multiplicidade e a entropia de Boltzmann

Propriedades da Entropia (Aditiva)

Entropia de um gás ideal

Equações fundamentais na representação da Entropia e da Energia

Propriedades termodinâmicas de fluidos puros

Efeitos térmicos

A segunda lei da termodinâmica (a partir do mundo microscópico)

Máquinas térmicas

Princípios básicos dos fenômenos de transporte

Estática e dinâmica dos fluidos

Propriedades Termodinâmicas de Misturas: Propriedades parciais molares.

Propriedades de mistura. Solução ideal. Fugacidade e coeficiente de fugacidade.

Cálculo de propriedades termodinâmicas de misturas. Propriedades de Excesso.

POTENCIAIS TERMODINÂMICOS E AS IDENTIDADES TERMODINÂMICAS

Os potenciais Termodinâmicos

A energia Interna (U)

A Entalpia (H) 50

Energia livre de Helmholtz (F)

A Energia livre de Gibbs (G)

Transformadas de Legendre e as identidades termodinâmicas

Identidade termodinâmica na representação da entalpia

Identidade termodinâmica na representação da energia livre de Helmholtz

Identidade termodinâmica na representação da energia livre de Gibbs

O Quadrado termodinâmico

As relações de Maxwell

Os coeficientes termodinâmicos

Capacidade térmica a volume constante (CV);

Capacidade Térmica à pressão constante (CP);

Coeficiente de expansão (β);

Compressibilidade isotérmica (KT);

Compressibilidade adiabática (KS);

Relação entre CP e CV.

Exprimindo a relação entre a energia interna e o volume para um gás qualquer, utilizando os coeficientes termodinâmicos.

Processo de expansão livre ($W=0$ e $dU=0$).

Processo Joule-Tompson (estrangulamento isentálpico).

AS MUDANÇAS DE FASES

Potenciais termodinâmicos e a segunda lei da termodinâmica

O potencial químico (μ)

Teorema de Euler e equação de Gibbs-Duheim

Relação entre a energia livre de Gibbs (G) e o potencial químico (μ)

Potencial químico do gás ideal a T constante

Fenomenologia das mudanças de fases

Diagrama de fases (H₂O) e (CO₂)

Potencial de Gibbs na transição de fases

Equação de Clausius Clapeyron

Modelo qualitativo de Van Der Waals e suas consequências

Determinando a energia livre de Gibbs

Diagrama PVT substância pura

Mistura binária

Mistura binária ideal

Mistura binária real

Diagrama de fases para mistura binária

O EQUILÍBRIO QUÍMICO

Introdução

A segunda lei, potencial de Gibbs e o equilíbrio químico

Misturas de gases ideais

Critério de equilíbrio.

Cálculo da constante de equilíbrio.

Equilíbrio químico em sistemas mono e multireacionais e mono e multifásicos

TERMODINÂMICA DO ESCOAMENTO COMPRESSÍVEL

Introdução

Equações de balanço de massa e energia

Escoamento de fluidos compressíveis em dutos

Escoamento em tubos

Escoamento em bocais

Turbina (expansores)

Processos de compressão

Compressores

Bombas

Ejetores

Ciclos de máquinas a vapor.

Motores de combustão interna.

Ciclo de refrigeração de Carnot.

Ciclo de refrigeração por compressão e por absorção

Análise termodinâmica de processos.

Cálculo do trabalho ideal.

Trabalho perdido.

Análise termodinâmica de processos em escoamento permanente.

Gerenciamento de

sistemas energéticos.

Sistema de Avaliação:

A distribuição dos 100 pontos acontecerá da seguinte forma durante o período de oferta da disciplina:

Fórum de Discussão Avaliativo: 10%

Estudo Dirigido: 10%

Avaliação Parcial I : 15%

Avaliação Parcial II : 15%

Avaliação Final: 50%

Caso o aluno não alcance no mínimo 60% da pontuação distribuída, haverá a **Avaliação Suplementar** com as seguintes características:

Todo o conteúdo da disciplina. Valor: 100 pontos

Pré-requisito: Resultado Final ≥ 20 e < 60

Regra: $(\text{Resultado Final} + \text{Nota Prova Suplementar}) / 2$

Média final para Aprovação: ≥ 60 pontos

Bibliografia Principal:

NUSSENZVEIG, Herch M. Curso de física básica. V.2. Editora Blucher, 2014. E-book. ISBN 9788521207481. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521207481/>>. Acesso em: 19 jun. 2023.

SMITH, J M.; NESS, H. C V.; ABBOTT, M.M; et al. Introdução à Termodinâmica da Engenharia Química. Grupo GEN, 2019. E-book. ISBN 9788521636854. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521636854/>>. Acesso em: 19 jun. 2023.

ÇENGEL, Yunus A.; BOLES, Michael A. Termodinâmica. Grupo A, 2013. E-book. ISBN 9788580552010. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788580552010/>>. Acesso em: 19 jun. 2023.

Bibliografia Complementar:

MACIEL, Eugênio Bastos. Princípios da Mecânica Estatística. Curitiba: InterSaberes, 2022. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br/Leitor/Publicacao/198975/pdf/0>. Acesso em: 19. jun. 2023.

FEYNMAN, Richard P.; LEIGHTON, Robert B.; SANDS, Matthew. Lições de física: a edição do novo milênio - V.1. Grupo A, 2019. E-book. ISBN 9788582605011. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788582605011/>>. Acesso em: 19 jun. 2023

WYLEN, Gordon V. Fundamentos da termodinâmica clássica. Editora Blucher, 1195. E-book. ISBN 9788521217862. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521217862/>>. Acesso em: 19 jun. 2023.

KNIGHT, Randall D. Física uma abordagem estratégica: termodinâmica óptica. V.2. Grupo A, 2009. E-book. ISBN 9788577805389. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788577805389/>>. Acesso em: 19 jun. 2023.

Por ser verdade, firmo o presente documento.
Ipatinga/MG - 04 de Junho de 2025



Thyciane Alviera Gonsalves Freitas
Secretária Acadêmica