



Universidade Federal  
de São João del-Rei

Universidade Federal de São João del-Rei  
Curso: Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química  
Área de Conhecimento: Desenvolvimento de Processos Químicos  
Nível: Mestrado em Engenharia Química

## PLANO DE ENSINO

Período Ensino Remoto 2021.2 (13/09/2021 a 17/12/2021)

### INFORMAÇÕES BÁSICAS

<b>Currículo</b> 2019	<b>Unidade Curricular</b> Termodinâmica para Engenharia Química	<b>Professores:</b> Jorge Bellido		
<b>Semestre / Ano</b> 2021.2	<b>Carga Horária (h)</b>			<b>Código</b>
	<b>Teórica</b> C.H. Teórica: 60 C.H. Síncrona: 50 C.H. Assíncrona: 10	<b>Prática</b>	<b>Total</b> 60	
<b>Tipo</b> Obrigatória ou Optativa	<b>Habilitação / Modalidade</b> Mestrado Acadêmico	<b>Pré-requisito</b>	<b>Co-requisito</b>	

### EMENTA

Conceitos fundamentais. Primeira e Segunda Lei da Termodinâmica, Termoquímica. Termodinâmica dos processos químicos com fluxo. Propriedades físicas e termodinâmicas das substâncias.

Propriedades PVT e equações de estado. Termodinâmica de soluções: Teoria e aplicações. Equilíbrio de fases (VLE, LLE, SLE) de substâncias misturas. Destilação. Solubilidades. Equilíbrio em reações químicas.

### OBJETIVOS

Esta matéria contempla uma revisão dos princípios termodinâmicos, fundamentos da Termodinâmica de soluções e conceitos modernos aplicáveis à engenharia química. No final da disciplina o aluno terá os conhecimentos suficientes para compreender operações e processos da indústria do ponto de vista termodinâmico. Ao mesmo tempo terá um conhecimento amplo e profundo sobre os métodos de estimação e cálculo de propriedades termodinâmicas relacionadas com o equilíbrio entre fases e o equilíbrio químico.

### CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

## **1. Princípios de Termodinâmica**

Conceitos de sistemas descrição e comportamentos. Pressão, Temperatura, Projeto de engenharia e análise. Metodologia para solução de problemas de termodinâmica.

**PRIMEIRA LEI DA TERMODINÂMICA:** Revisão da equação de conservação da matéria. Balanço de energia para sistemas fechados.

Relação P-V-T. Propriedades termodinâmicas. Energia interna, Entalpia.

Propriedades de líquido, Tabelas de vapor

Volume de controle utilizando energia. Bocais, Difusores, turbinas, compressores, bombas, estrangulamento.

Análise transiente.

## **2. SEGUNDA LEI DA TERMODINÂMICA**

Introdução;

Enunciados da segunda lei. Irreversibilidade;

Ciclo de Carnot. Desigualdade de Clausius. Entropia;

Equações TdS. Balanço de entropia em sistemas fechados e abertos. Eficiência

Exemplos de Aplicação.

Termoquímica

## **3. PROPRIEDADES PVT DOS FLUIDOS:**

Comportamento PVT das substâncias puras.

Modelos para cálculo de propriedades de substâncias: Pressão de vapor: Antoine, Lee-Kesler,

Wagner, Gomez-Nieto-Thodos. Volumes de líquidos saturados: eq. Racket.

Equações de estado: virial e cúbicas. Tendências nos modelos de equações de estado.

## **4. TERMODINÂMICA DE SOLUÇÕES:**

Teoria

Relação de propriedades fundamentais.

Potencial químico como critério de equilíbrio. Propriedade molar parcial: eq. Gibbs-Duhem.

Mistura de gás ideal.

Fugacidade e coeficiente de fugacidade para uma espécie pura. Fugacidade e coeficiente de fugacidade: misturas.

Correlações generalizadas: eq. virial, eq. cúbicas. Solução ideal. Regra de Lewis Randall

Propriedades de excesso. Coeficiente de atividade.

## **5. TERMODINÂMICA DE SOLUÇÕES:**

Aplicações.

Propriedades em fase líquida a partir de dados VLE:

Fugacidade e coeficiente de atividade. Energia livre de excesso. Redução de dados. Modelos Termodinâmicos para o cálculo do coeficiente de atividade: Solução regular, Margulles, Van Laar, Wilson, NRTL. Modelos termodinâmicos para o cálculo do Coeficiente de Atividade: UNIQUAC y UNIFAC. Tendências no desenvolvimento de modelos para o cálculo do coeficiente de atividade.

## 6. EQUILÍBRIO DE FASES :

Natureza do Equilíbrio. Regra de fases: teorema de Duhem.

Equilíbrio líquido - vapor (VLE): Comportamento qualitativo, Formulação gamma-phi Ponto de rocío e orvalho. Lei de Raoult modificado. Lei de Henry. Evaporação instantânea.

Equilíbrio vapor - líquido a partir das equações de valor de da constante de equilíbrio K Cálculo da constante de equilíbrio (K)

Destilação

Equilíbrio LLE, SLE, ELLV.

Solubilidades de gases em líquidos

## 7. EQUILÍBRIO EM REAÇÕES QUÍMICAS

Coordenada da reação. Regra de fases para sistemas de reação química.

Constante de equilíbrio. Efeito da pressão.

Relações entre constantes de equilíbrio e composição.

Cálculo de conversão no equilíbrio.

Equilíbrio de reações múltiplas.

### METODOLOGIA DE ENSINO

Exercícios resolvidos via remota. Discussão de casos relacionados ao assunto dos tópicos da ementa. Trabalhos para casa e discussão.

### CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

Três avaliações escritas com sustentação oral. Cada avaliação valendo 10 pontos. Formula: nota final = (nota 1 + nota 2 + nota 3)/3

### BIBLIOGRAFIA BÁSICA

1. SANDLER, S.I. Chemical and Engineering Thermodynamics, 3a. ed. John Wiley, 1999.
2. TESTER, J.W .Thermodynamics and its applications, 3a ed, Prentice Hall –1997

### BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

1. POLING, B.; PRAUSNITZ, J.M. The Properties of Gases and Liquids, 5<sup>a</sup>. ed.,

**McGraw Hill, 2001.**

**2. PRAUSNITZ, J.M et al. Termodinamica molecular de los equilibrios de fases, 3ª ed.,**

**Prentice Hall , 2000.**

**3. TERRON, L.R. Termodinâmica Química Aplicada, 1ª ed., Manole, 2009.**

**4. ELLIOT, J.R.; LIRA, C.T. Introductory Chemical Engineering Thermodynamics, ,**

**1ª ed., Prentice Hall , 1999.**

**5. VAN NESS, H.C. et al. "Introdução à Termodinâmica da Engenharia Química", 7ª Ed., LTC, 2007.**



Jorge David Alguiar Bellido

Docente Responsável  
Data 19/08/2021

Aprovado pelo Colegiado em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Vice-Coordenador do Curso de Pós-Graduação em  
Engenharia Química/UFSJ  
Data \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_



*Emitido em 19/08/2021*

**PLANO DE ENSINO Nº 1287/2021 - PPGEQ (13.13)**

**(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)**

*(Assinado digitalmente em 31/08/2021 21:21 )*

EDSON ROMANO NUCCI  
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR  
DQBIO (12.26)  
Matrícula: 1811284

*(Assinado digitalmente em 02/09/2021 19:46 )*

JORGE DAVID ALGUIAR BELLIDO  
COORDENADOR DE CURSO - TITULAR  
PPGEQ (13.13)  
Matrícula: 1759475

Para verificar a autenticidade deste documento entre em <https://sipac.ufsj.edu.br/public/documentos/> informando seu número: **1287**, ano: **2021**, tipo: **PLANO DE ENSINO**, data de emissão: **31/08/2021** e o código de verificação: **b3804dc186**