



## FICHA DE DISCIPLINA

<b>Disciplina</b>	Termodinâmica						
<b>Área(s) de concentração</b>	Engenharia de Alimentos					<b>Código</b>	EQ109
<b>Carga Horária</b>	45	<b>Créditos</b>	03	<b>Tipo</b>	Obrigatória	<b>Nível</b>	Mestrado

**Objetivos (Ao final do curso o aluno deverá ser capaz de)**

- Compreender e aplicar os princípios envolvidos nos processos de interconversão de energia, bem como calcular propriedades de fluidos puros;
- Estimar propriedades termodinâmicas de substâncias puras e de misturas;
- Utilizar os postulados da termodinâmica, relações formais e alternativas no estudo do equilíbrio e da estabilidade em sistemas termodinâmicos;
- Aplicar critérios de equilíbrio químico e de fases em sistemas de interesse.

## Ementa do programa

Princípios da termodinâmica. Segunda Lei da termodinâmica e suas aplicações. Termodinâmica de misturas. Propriedades de substâncias puras. Condições de equilíbrio. Formulações alternativas. Estabilidade. Diagramas de fases. Equilíbrio de fases. Forças intermoleculares. Soluções e propriedade parciais molares. Funções geradoras de Gibbs e excesso e residual. Fugacidade. Equações de estado: métodos de contribuição de grupos. Termodinâmica de alimentos desidratados.

**Discriminação do Conteúdo Programático Teórico:**

## 1. Introdução

- 1.1 Os objetivos da Termodinâmica
- 1.2 Grandezas fundamentais
- 1.3 Grandezas derivadas
- 1.4 Trabalho, energia e calor

## 2. A primeira Lei da Termodinâmica

- 2.1 Experiência de Joule
- 2.2 Energia interna
- 2.3 Formulação da primeira lei
- 2.4 Os estados termodinâmicos e as funções de estado
- 2.5 O processo de fluxo permanente
- 2.6 Equilíbrio e a regra das fases
- 2.7 Reversibilidade
- 2.8 Capacidade calorífica e calor específico

### 3. Propiedades volumétricas de fluidos puros

- 3.1 O comportamento PVT das substâncias puras
- 3.2 A equação de virial
- 3.3 O gás ideal
- 3.4 Equações de estado
- 3.5 Correlações generalizadas e fator acêntrico
- 3.6 O comportamento dos líquidos
- 3.7 O comportamento dos sólidos

#### 4. Efeitos térmicos

- 4.1 Capacidade caloríficas dos gases em função da temperatura
- 4.2 Capacidade caloríficas de sólidos e de líquidos
- 4.3 Mudança de fase das substâncias puras
- 4.4 Equações químicas e cálculos estequiométricos
- 4.5 Os calores padrões de reação, formação e combustão
- 4.6 Os efeitos térmicos nas reações químicas

## 5. A segunda Lei da Termodinâmica

- 5.1 Enunciados da segunda lei
- 5.2 A máquina térmica
- 5.3 A escala termodinâmica de temperatura
- 5.4 O conceito de entropia



- 5.5 As limitações da segunda lei e os processos reais
- 5.6 Variações de entropia e irreversibilidade
- 5.7 A terceira lei da termodinâmica
- 5.8 A energia livre de Gibbs e os processos espontâneos

#### **6. Termodinâmica de processos em escoamento**

- 6.1 Equações fundamentais;
- 6.2 Escoamento em tubos;
- 6.3 Processos de expansão;
- 6.4 Processos de compressão.

#### **7. Ciclos termodinâmicos**

- 7.1 A usina de força a vapor;
- 7.2 Refrigeração e Liquefação
  - 7.2.1 O refrigerador de Carnot;
  - 7.2.2 O ciclo de compressão a vapor;
  - 7.2.3 Comparação entre os ciclos de refrigeração;
  - 7.2.4 A escolha do refrigerante;

#### **8. Propriedades Termodinâmicas de fluidos puros**

- 8.1 As energias livres;
- 8.2 Relação entre propriedades termodinâmicas para uma fase homogênea com composição constante;
- 8.3 Relações de Maxwell;
- 8.4 Expressão de grandezas termodinâmicas em termos de propriedades mensuráveis;
- 8.5 As propriedades residuais;
- 8.6 Correlações generalizadas para cálculo de propriedades residuais;
- 8.7 Cálculo de grandezas termodinâmicas a partir de equações de estado;
- 8.8 Sistemas trifásicos;
- 8.9 Diagramas e tabelas termodinâmicas.

#### **9. Termodinâmica de Soluções**

- 9.1 A equação fundamental
- 9.2 A energia de Gibbs de uma mistura
- 9.3 A entropia do processo mistura
- 9.4 Propriedades Parciais Molares
- 9.5 Solução ideal
- 9.6. Tipos de soluções
- 9.7 Propriedades coligativas
- 9.8 As propriedades residuais e o coeficiente de fugacidade;
- 9.9 As misturas gasosas;
- 9.10 As propriedades em excesso e o coeficiente de atividade;
- 9.11 As misturas líquidas
- 9.12 Diagramas temperatura-composição
- 9.13 Os efeitos térmicos nos processos de solubilização.

#### **10. Estudos de Casos**

- 10.1 Análise de aplicações de interesse da indústria de alimentos aplicando os conceitos termodinâmicos

#### **11. O Equilíbrio entre fases**

- 1.1 Os critérios de equilíbrio entre fases;
- 1.2 A descrição do equilíbrio entre fases através de equações de estado;
- 1.3 A descrição do equilíbrio entre fases através de modelos de excesso;
- 1.4 O equilíbrio líquido-vapor;
- 1.5 O equilíbrio líquido-líquido

#### **12. Fenômenos de Superfície**

- 2.1 Tensão Superficial
- 2.2 Adsorção de gases e líquidos

#### **13. Utilização de Fluidos Supercríticos**

- 3.1 Fluidos supercríticos
- 3.2 Determinação da Solubilidade em solventes supercríticos

#### **14. O Equilíbrio químico**



- 4.1 A Coordenada de reação e simbologia;
- 4.2 A independência entre as reações químicas;
- 4.3 A regra das fases para sistemas reacionais;
- 4.4 Os critérios de equilíbrio químico
- 4.5 As constantes de equilíbrio químico para reações;
- 14.6 Os sistemas multireacionais.

#### **Forma de Avaliação**


Serão aplicadas avaliações ao longo do semestre, totalizando 100,0 (cem) pontos como média final, em relação ao conteúdo programático da disciplina. Poderá ocorrer também a avaliação através de apresentação de seminários.

#### **Referências**

ÇENGEL, Y.; BOLES, M. Termodinâmica. 7.ed. Porto Alegre: AMGH Editora Ltda, 2013.  
KORETSKY, M.D. Termodinâmica para engenharia química. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2007.  
MORAN, M.J.; SHAPIRO, H.N. Princípios de termodinâmica para engenharia. 7. ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2013.  
SMITH, J.; NESS, H.V.; ABBOTT, M. Introdução à termodinâmica da engenharia química. 7.ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2007.  
ATKINS, P.W. Físico-química. 9.ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2012. v. 1 e 2.  
LEVINE, I.N. Físico-química. 6 ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2012. v. 1 e 2.  
MCQUARRIE, D.; SIMON, J. Physical chemistry, a molecular approach. Inglaterra: University Science Books, 1997.  
SANDLER, S. Chemical and engineering thermodynamics. 4. ed. New York: John Wiley, 2006.

**Disciplina aprovada em 01 de abril de 2015**

uo

  
**Profª. Drª. Vivian Consuelo Reolon Schmidt**  
Coordenadora do PPGEA/UFU  
Portaria R. n. 102/2017

**21/02/2018**