



## PLANO DE ENSINO

<b>Disciplina:</b> ENQ103 - TERMODINÂMICA II
<b>Curso (s):</b> ENQ - ENGENHARIA QUÍMICA
<b>Docente (s) responsável (eis):</b> JOSÉ IZAQUIEL SANTOS DA SILVA
<b>Carga horária:</b> 60 horas
<b>Créditos:</b> 4
<b>Ano/Semestre:</b> 2020/1

### Objetivos:

Consolidar o domínio, por parte dos alunos, da Termodinâmica aplicada a processos químicos, que se constitui em um dos fundamentos da Engenharia Química. Utilização das leis da Termodinâmica e de correlações para a predição de propriedades e resolução de problemas em sistemas abertos e fechados, envolvendo misturas e soluções, cálculo do equilíbrio de fases e químico.

### Ementa:

Propriedades PVT dos fluidos. Termodinâmica de soluções. Teoria e aplicações. Equilíbrio vapor-líquido (VLE). Tópicos em equilíbrio de fases. Equilíbrio em reações químicas.

### Conteúdo Programático (com respectiva carga horária) e Avaliações:

I - Propriedades Volumétricas de Fluidos e Efeitos Térmicos -->[10 horas]:

1. Introdução.
2. Comportamento PVT de Substâncias Puras; Relações com Efeitos Térmicos;
3. Equações de Estado do Tipo Virial.
4. Equações de Estado Cúbicas.
5. Correlações Generalizadas para Gases.
6. Correlações Generalizadas para Líquidos.

II - Propriedades Termodinâmicas de Fluidos -->[6 horas]:

1. Introdução.
2. Relações entre Propriedades para Fases Homogêneas.
3. Propriedades Residuais.

III - Equilíbrio Líquido-Vapor (ELV) -->[6 horas]:

1. Introdução.
2. A Natureza do Equilíbrio.
3. ELV: Comportamento Qualitativo.
4. Modelos Simples para o ELV.

5. ELV com a Lei de Raoult Modificada.

IV - Termodinâmica de soluções: Teoria -->[10 horas]:

1. Introdução.
2. Relações Fundamentais entre Propriedades.
3. O Potencial Químico e o Equilíbrio de Fases.
4. Propriedades Parciais.
5. O Modelo de Mistura de Gases Ideais.
6. Fugacidade e Coeficiente de Fugacidade: Espécies Puras.
7. Fugacidade e Coeficiente de Fugacidade: Espécies em Solução.
8. Correlações Generalizadas para o Coeficiente de Fugacidade.
9. O Modelo da Solução Ideal.
10. Propriedades em Excesso.

V - Termodinâmica de Soluções: Aplicações -->[8 horas]:

1. Introdução.
2. Propriedades da Fase Líquida a Partir de Dados do ELV.
3. Modelos para a Energia de Gibbs em Excesso.
4. Propriedades de Mistura.
5. Efeitos Térmicos em Processos de Mistura.

VI - Tópicos em equilíbrio de fases -->[4 horas]:

1. Introdução.
2. As Formulações Gamma-Phi e Phi-Phi do ELV.
3. ELV a Partir de Equações de Estado Cúbicas.
4. Equilíbrio Líquido-Líquido (ELL).
5. Equilíbrio Líquido-Líquido-Vapor (ELLV).
6. Equilíbrio Sólido-Líquido (ESL).
7. Equilíbrio Sólido-Vapor (ESV).
8. Equilíbrio na Adsorção de Gases em Sólidos.
9. Equilíbrio Osmótico e Pressão Osmótica.

VII - Equilíbrio em reações químicas -->[10 horas]:

1. Introdução.
2. A Coordenada de Reação.
3. Aplicação dos Critérios de Equilíbrio para as Reações Químicas.
4. A Variação da Energia de Gibbs Padrão e a Constante de Equilíbrio.
5. Efeito da Temperatura na Constante de Equilíbrio.
6. Cálculo de Constantes de Equilíbrio.
7. Relação das Constantes de Equilíbrio com a Composição.
8. Conversões de Equilíbrio em Reações Isoladas.
9. Regra das Fases e Teorema de Duhem para Sistemas Reacionais.
10. Equilíbrio Envolvendo Múltiplas Reações.

OBS: As aulas dessa disciplina (ENQ103 - Termodinâmica II) serão ministradas em laboratório de informática, visto que alguns conteúdos deste plano de ensino precisam ser repassados e discutidos com o auxílio de ferramentas computacionais, e muitos dos exercícios, tarefas em sala e trabalhos precisam ser resolvidos e analisados computacionalmente.

-----  
AVALIAÇÕES -->[6 horas]:

- >> Avaliação 1.  
>> Avaliação 2.  
>> Avaliação 3.  
-----

Observando às regras vigentes na UFVJM (RESOLUÇÃO CONSEPE Nº. 11, DE 11 DE ABRIL DE 2019), para essa Unidade Curricular, serão realizadas 3 (três) Avaliações (Avaliação 1, Avaliação 2 e Avaliação 3), organizadas da seguinte forma:

Avaliação 1 --> 33 pontos

Avaliação 2 --> 34 pontos

Avaliação 3 --> 33 pontos

Outras observações aplicadas às Avaliações:

a) Quando pertinente, a critério do docente (e com aviso prévio aos alunos), a Avaliação 1 poderá ocorrer em uma, duas ou mais etapas. As etapas podem ser divididas em provas escritas e/ou orais e/ou exercícios e/ou seminários e/ou trabalhos escritos e/ou testes e/ou listas de exercícios e/ou relatórios e/ou pesquisas bibliográficas, conforme as regras em vigência. Estes procedimentos também são aplicados à Avaliação 2 e à Avaliação 3.

b) Será atribuída nota zero à(s) avaliação(ões) do(s) aluno(s), que, durante a realização da(s) mesma(s), tiver comportamento inadequado para essa situação, tais como: conversar com o(s) colega(s) (quando não for permitido); usar aparelho eletrônico (celular, tablets, notebooks, etc, quando não for permitido); usar qualquer outro material de consultas não permitido pelo professor; não entregar a avaliação quando o tempo reservado para tal for finalizado.

### **Bibliografia Básica:**

1. VAN NESS, H.C.; SMITH J.M.; ABBOTT, M.M. ABBOTT. Introdução à Termodinâmica da Engenharia Química, 7a. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.
2. KORETSKY, M.D. Termodinâmica para Engenharia Química, 1ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.
3. SANDLER, S.I. Chemical and Engineering Thermodynamics, 3a. ed. John Wiley, 1999.

### **Bibliografia Complementar:**

1. BORGNACKE G. SONNTAG V. W. , G., C. Fundamentos da Termodinâmica, 7a. ed., São Paulo: Edgard Blucher, 2009.
2. POLING, B. PRAUSNITZ, J.M. The Properties of Gases and Liquids, 5a. ed. New York: McGraw Hill, 2001.
3. LEWIS, G.N.; RANDALL, M. Thermodynamics, 2a ed. New York: McGraw Hill, 1961.
4. RUSSEL, L.D.F.; ADEBIYI, G.A.; Classical Thermodynamics, 1a. ed., New York: Oxford University Press, 1993.
5. LEVENSPIEL, O. Termodinâmica amistosa para engenheiros, 1ª ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2002.
6. MORAN, M. J.; SHAPIRO, H.N. Princípios de termodinâmica para engenharia, 4. ed, Rio de Janeiro, 2002.
7. TERRON, L.R. Termodinâmica química aplicada, Baueri, SP: Manole, 2009.

**Data de Emissão:** 30/11/2019

---

**Docente responsável**

---

**Coordenador do curso**