



**DADOS DE IDENTIFICAÇÃO E ATRIBUTOS<sup>1</sup>**

CÓDIGO							NOME							DEPARTAMENTO OU EQUIVALENTE						
PPGQ0010							Físico-Química Avançada							Departamento de Físico-Química						
CARGA HORÁRIA (estudante)							MODALIDADE/ SUBMODALIDADE							PRÉ-REQUISITO (POR CURSO)						
T	T/P	P	PP	Ext	E	TOTAL	Disciplina/Teórica							-						
60						60														
CARGA HORÁRIA (docente/turma)							MÓDULO							SEMESTRE DE INÍCIO DA VIGÊNCIA						
T	T/P	P	PP	Ext	E	TOTAL	T	T/ P	P	PP	Ext	E	2024.2							
60						60	30													

**EMENTA**

Euações de estado e variáveis termodinâmicas. Gás ideal e gás real. Leis da termodinâmica. Potenciais termodinâmicos. Equilíbrio de fases. Equilíbrio químico. Físico-química de superfícies.

**OBJETIVOS**

Proporcionar ao aluno:

- aprofundamento e sedimentação dos conhecimentos adquiridos no curso de graduação;
- aquisição de conhecimento teórico que lhe permita a interpretação dos fenômenos relacionados à termodinâmica;
- capacidade de relacionar o conhecimento adquirido com o trabalho de pesquisa a ser desenvolvido;
- capacidade de identificar os tópicos e exercícios adequados a um curso de graduação.

**CONTEÚDO PROGRAMÁTICO**

**1. Equações de Estado, Variáveis Termodinâmicas e o Comportamento do Gás**

Sistema termodinâmico, variáveis intensivas e extensivas. Equação do gás ideal. A escala absoluta de temperatura. Misturas de gases ideais e pressões parciais. Lei de Dalton e Amagat. Origem do comportamento não ideal. Equação de van der Waals e as forças intermoleculares. Equação virial. Fator de compressibilidade. Variáveis reduzidas. Temperatura de Boyle. Fator de compressibilidade volumétrico. Princípio dos estados correspondentes. Equação de Berthelot. Equação de Dietriche. Equação de Beattie-Bridgman. Equação de Benson-Goling.

**2. Energia, Trabalho e Calor**

Conceito de energia e de trabalho. Variação do trabalho com o caminho. Transferência de calor. Primeira Lei da Termodinâmica e suas consequências. Processos reversíveis e irreversíveis. Processos quasi-estáticos. Capacidade calorífica. Expansão de Joule. Processos Adiabáticos. Processo adiabático reversível de um gás ideal. Caminhos equivalentes de um processo adiabático. Entalpia. Efeito Joule-Thomson. Calor de combustão. Lei de Hess. Calor de reação. Calor de formação.

**3. Espontaneidade, Equilíbrio e Entropia**

Visão estatística da entropia. Visão termodinâmica da entropia. Visão matemática da entropia. Escalas de temperatura. Segunda Lei da Termodinâmica. Propriedades gerais das variações de entropia. Consequências da entropia ser função de estado. Relações de Maxwell. Fator de expansão térmico isobárico.

**4. Capacidades Caloríficas, Zero Absoluto e a Terceira Lei da Termodinâmica**

Variação da entropia com a temperatura. Vida no zero absoluto. Significado da capacidade calorífica: sólidos, líquidos e gases. Variação da capacidade calorífica com a temperatura e a pressão. Transições e fases. A Terceira Lei e a Entropia Absoluta. Cálculos de entropias absolutas.

**5. Estabilidade, Energia Livre e Potenciais Termodinâmicos**

Natureza no estado de equilíbrio. Condições para o equilíbrio estável. Energia Livre de Helmholtz. Energia Livre de Gibbs. Estabilidade do estado de equilíbrio de um sistema unicomponente. Sistemas multicomponentes e o Potencial Químico. Cálculo do potencial químico. Gás ideal e o estado padrão. Fugacidade. Relações de Maxwell. Fugacidade.

<sup>1</sup> Os "dados de identificação e atributos" devem estar registrados conforme especificado no Programa do Componente Curricular e disponível no site da Superintendência Acadêmica (SUPAC)SIAC. O único campo a ser preenchido nesse tópico do formulário é o que diz respeito ao módulo de vagas ofertadas.

---

## 6. Equilíbrio de Fases

Diagrama de fases. Energia livre de Gibbs e o equilíbrio de fases. Equação de Clausius- Clapeyron. Soluções de gases em líquidos. Solubilidade. Lei de Henry. Desvios da lei de Henry. Sistemas líquidos binários. Líquidos completamente miscíveis. Equação de Duhem-Margules. Sistemas ideais. Lei de Raoult. Desvios positivos e negativos da Lei de Raoult. Destilação de misturas binárias. Líquidos parcialmente miscíveis e sua destilação. Regra das fases. Líquidos imiscíveis e sua destilação. Equilíbrio sólido-líquido. Propriedades coligativas. Equilíbrio sólido-sólido. Soluções sólidas. Equilíbrio sólido-líquido-vapor. Sistemas ternários.

## 7. Equilíbrio Químico

Equilíbrio químico e Energia Livre de Gibbs. Constante de equilíbrio. Princípio de Le Chatelier. Equação de Van't Hoff. Equilíbrio em sistemas líquidos e gasosos. Influência da temperatura, pressão, gases inertes e excesso de substâncias. Sistemas não ideais. Atividade e velocidade de reação. Reações heterogêneas. Constante de equilíbrio, atividade e fugacidade.

## 8. Físico-Química de Superfície

Estrutura e natureza química das superfícies sólidas. Características das superfícies. Tensão superficial e Energia livre superficial. Forma de equilíbrio de um cristal. Adsorção física e adsorção química. Aspectos elétricos da superfície. A dupla camada elétrica. O potencial Zeta.

---

## METODOLOGIA DE ENSINO-APRENDIZAGEM

Aulas expositivas por meio de quadro e giz e projeção de slides, resolução de exercícios, discussão de casos da literatura e avaliações escritas da aprendizagem.

---

## AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM

A disciplina contará com três avaliações escritas. A nota final do estudante será dada pela média aritmética das notas das três provas.

---

## REFERÊNCIAS

### REFERÊNCIAS BÁSICAS

1. McQuarrie, Donald A.; Simon, John D. Physical Chemistry. A Molecular Approach. University Science Books. 1997.
2. Levine, Ira N. Physical Chemistry. 6<sup>th</sup> ed. McGraw-Hill, 2008.
3. Adamson, Arthur W. A Textbook of Physical Chemistry. 2<sup>nd</sup> ed. Academic Press. 1979.
4. Adamson, Arthur W.; Gast, A. Physical Chemistry of Surface. 3<sup>rd</sup> ed. John Willey & Sons. 1982.
5. Castellan, G. W. Physical Chemistry. 3<sup>rd</sup> ed. Addison-Wesley Publishing Company. 1983

### REFERÊNCIAS COMPLEMENTARES

1. Duffey, G. H. Modern Physical Chemistry. A Molecular Approach. Solomons Press Book. 2000.
2. Winn, John S, Physical Chemistry. HarperCollins College Publishers. 1995.
3. Hiemenz, P. C.; Rajagolapan, R. Principles of Colloid and Surface Chemistry. 3<sup>rd</sup> ed. Marcel Dekker. 1997.
4. Rabóczkay, T. Físico-Química de Interfases. Editora da Universidade de São Paulo. 2016.
5. Artigos científicos indicados pelo professor.

---

Aprovado em reunião de Departamento (ou equivalente)<sup>2</sup>: \_\_\_\_\_ em \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_  
Assinatura do Chefe do Departamento/ Coordenador Acadêmico

---

<sup>2</sup> O plano de ensino-aprendizagem é um documento que tramita internamente na Unidade acadêmica (especificamente no departamento ou coordenação acadêmica), não sendo necessário encaminhá-lo à Prograd nem à Supac, após aprovação pela instância responsável.