



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO**

PLANO DE ENSINO

Ano	Semestre letivo
2018	01

1. Identificação		Código	
1.1 Disciplina: Termodinâmica		0090110	
1.2 Unidade: Instituto de Física e Matemática		03	
1.3 Responsável: Departamento de Física		09	
1.4 Curso(s) atendido(s)/semestre do curso: Licenciatura em Física/5, Bacharelado em Física/4		2900, 2910	
1.5 Professor regente: Alexandre Diehl			
1.6 Carga horária total: 68		1.8 Caráter: (X) obrigatória () optativa () outro (especificar):	
Teórica: 68	Prática: 0		1.9 Currículo: (X) semestral () anual
Exercícios: 0	EAD: 0		
1.7 Créditos: 04			
1.10 Local/horário Sala 215 do Prédio 5 do Instituto de Física e Matemática / 313-314 e 513-514			
1.11 Pré-requisito(s): Física Geral B (0090162) e Cálculo 3 (0100303)			

2. Docência				
Professor(es)	2.1 Encargo didático semanal	Teórica	Prática	Total
	1. Alexandre Diehl	4	0	4
	2.2.Observações:			

3. Ementa
Conceitos Básicos da Termodinâmica; A Primeira Lei da Termodinâmica; A Segunda Lei da Termodinâmica e Entropia; Potenciais Termodinâmicos, Relações de Maxwell e Relações Termodinâmicas Gerais; Mudanças de Estado Físico; Introdução à Termodinâmica na Linguagem das Variáveis Extensivas. Noções de Termodinâmica Estatística.

4. Objetivos
<p>4.1. Gerais</p> <p>Proporcionar aos alunos conhecimentos básicos e avançados de Termodinâmica, através de um tratamento rigoroso, formando a base para estudos nos campos das Ciências Exatas e Aplicadas.</p>
<p>4.2. Específicos</p> <p>Reconhecer os conceitos básicos da Termodinâmica. Enunciar as leis da Termodinâmica. Aplicar os princípios da Termodinâmica na solução de problemas físicos. Reconhecer a formulação axiomática da Termodinâmica e estabelecer conexões com a experiência. Ter contato com as diferentes formulações da Termodinâmica, em especial dos potenciais termodinâmicos. Relacionar as formulações da Termodinâmica usando as relações de Maxwell e estudar mudanças de estado físico. Ter contato com as noções da Termodinâmica Estatística.</p>

5. Metodologia de ensino
<p>Por se tratar de uma disciplina de caráter teórico, o programa será desenvolvido por meio de aulas expositivas, utilizando quadro branco, projetor multimídia e recursos de internet, onde os princípios físicos da teoria serão discutidos com base na bibliografia recomendada. Além disso, algumas aulas serão dedicadas à resolução de exercícios e questões.</p>

6. Descrição do conteúdo/unidades (programa)

Unidade I: Conceitos básicos da termodinâmica. Calor e primeira lei. Gás ideal.

Conceito de temperatura. Escalas e medida de temperatura. Equilíbrio termodinâmico.

Diagrama pV e pVT para substâncias puras. Equação de estado.

Mudança de estado diferencial. Quantidades intensivas e extensivas.

Trabalho mecânico. Processo quase-estático e o cálculo do trabalho.

Trabalho e calor. Trabalho adiabático e a formulação da primeira lei da termodinâmica.

Energia interna e forma diferencial da primeira lei.

Capacidades caloríficas e sua medida.

Processos de transferência de calor: condução, convecção e radiação.

Equação de estado de um gás ideal. Energia interna de um gás ideal.

Capacidade calorífica de um gás ideal. Processo adiabático de um gás ideal.

Unidade II: Segunda lei, reversibilidade e entropia. Formulação axiomática da termodinâmica.

Máquinas térmicas e o enunciado da segunda lei da termodinâmica.

Reversibilidade e irreversibilidade. Ciclo de Carnot e o teorema de Carnot.

Desigualdade de Clausius. Entropia de um gás ideal. Diagrama TS

Maximização da entropia de um Universo e equilíbrio termodinâmico.

Formulação axiomática e as representações de entropia e energia da termodinâmica.

Função $U(S, V, N)$ e postulados sobre seu comportamento.

Relações de Euler e consequências da extensividade de $U(S, V, N)$

Unidade III: Potenciais termodinâmicos e relações de Maxwell. Mudanças de estado físico. Teoria cinética de um gás ideal. Noções de Termodinâmica Estatística.

Potenciais termodinâmicos como transformações de Legendre.

Funções de Gibbs, Helmholtz, Entalpia e potencial químico.

Relações de Maxwell. Relações termodinâmicas gerais.

Caracterização dos estados físicos. Diagramas de fase e leis das mudanças de fase. Transições de fase sem calor latente.

Distribuição de velocidades moleculares. Equipartição de energia e o conceito de temperatura.

Princípios fundamentais da termodinâmica Estatística. Distribuição de equilíbrio.

Função de partição. Interpretação estatística de trabalho e calor.

Desordem, entropia e informação.

Entropia e seu significado microscópico.

7. Cronograma de execução			
Semana	Data	Tópico abordado	Prática/teórica
1 ^a	27/03 – 29/03	Unidade I: Conceito de temperatura. Escalas e medida de temperatura. Equilíbrio termodinâmico. Diagrama pV e pVT para substâncias puras. Equação de estado. Mudança de estado diferencial. Quantidades intensivas e extensivas.	00/04
2 ^a	03/04 – 05/04	Unidade I: Trabalho mecânico. Processo quase-estático e o cálculo do trabalho. Trabalho e calor. Trabalho adiabático e a formulação da primeira lei da termodinâmica. Energia interna e forma diferencial da primeira lei.	00/04
3 ^a	10/04 – 12/04	Unidade I: Capacidades caloríficas e sua medida. Processos de transferência de calor: condução, convecção e radiação.	00/04
4 ^a	17/04 – 19/04	Unidade I: Equação de estado de um gás ideal. Energia interna de um gás ideal. Capacidade calorífica de um gás ideal. Processo adiabático de um gás ideal.	00/04
5 ^a	24/04 – 26/04	Unidade I: Exercícios. Prova I	00/04
6 ^a	01/05 – 03/05	Feriado. Unidade II: Máquinas térmicas e o enunciado da segunda lei da termodinâmica. Reversibilidade e irreversibilidade. Ciclo de Carnot e o teorema de Carnot. Desigualdade de Clausius.	00/02
7 ^a	08/05 – 10/05	Unidade II: Entropia de um gás ideal. Diagrama TS. Maximização da entropia de um Universo e equilíbrio termodinâmico.	00/04
8 ^a	15/05 – 17/05	Unidade II: Formulação axiomática e as representações de entropia e energia da termodinâmica.	00/04
9 ^a	22/05 – 24/05	Unidade II: Função U(S,V,N) e postulados sobre seu comportamento. Relações de Euler e consequências da extensividade de U(S,V,N).	00/04
10 ^a	29/05 – 31/05	Unidade II: Função U(S,V,N) e postulados sobre seu comportamento. Relações de Euler e consequências da extensividade de U(S,V,N). Feriado	00/02
11 ^a	05/06 – 07/06	Unidade II: Exercícios. Prova II	00/04
12 ^a	12/06 – 14/06	Unidade III: Potenciais termodinâmicos como transformações de Legendre. Funções de Gibbs, Helmholtz, Entalpia e potencial químico. Relações de Maxwell. Relações termodinâmicas gerais.	00/04
13 ^a	19/06 – 21/06	Unidade III: Potenciais termodinâmicos como transformações de Legendre. Funções de Gibbs, Helmholtz, Entalpia e potencial químico. Relações de Maxwell. Relações termodinâmicas gerais.	00/04
14 ^a	26/06 – 28/06	Unidade III: Caracterização dos estados físicos. Diagramas de fase e leis das mudanças de fase. Transições de fase sem calor latente. Semana Acadêmica	00/04
15 ^a	03/07 – 05/07	Unidade III: Distribuição de velocidades moleculares. Equipartição de energia e o conceito de temperatura.	00/04
16 ^a	10/07 – 12/07	Unidade III: Princípios fundamentais da termodinâmica Estatística. Distribuição de equilíbrio. Função de partição. Interpretação estatística de trabalho e calor.	00/04
17 ^a	17/07 – 19/07	Unidade III: Desordem, entropia e informação. Entropia e seu significado microscópico.	00/04
18 ^a	24/07 – 26/07	Unidade III: Exercícios. Prova III	00/04
	02/08	Exame Final	

8. Atividades discentes

As atividades expositivas e práticas, relacionadas aos conteúdos teóricos da disciplina, serão desenvolvidas nas quatro horas semanais da disciplina, sempre na sala destinada à disciplina.

9. Critérios de avaliação

A avaliação é feita de forma quantitativa, através do desempenho do discente em três (03) avaliações parciais, uma para cada unidade do programa descrito acima, cuja média aritmética simples comporá a nota N1. Além dessa, serão exigidas ao longo do semestre a realização de listas de exercícios, cobrindo os conteúdos do programa, num número não definido, cuja média aritmética simples comporá a nota N2. A nota final do aluno na disciplina, denominada nota NF, será calculada a partir da equação $NF = 0,8 \cdot N1 + 0,2 \cdot N2$. A disciplina não terá prova optativa. Será considerado aprovado o aluno que obtiver nota NF igual ou maior do que 7,0. O exame final, cobrindo todo o conteúdo do programa, será aplicado para o aluno que atingir nota NF maior do que 3,0 e menor do que 7,0, com frequência de no mínimo 75%. Após o exame final será calculada a média aritmética simples entre a nota do exame e a nota NF, sendo considerado aprovado o aluno com média igual ou superior a 5,0.

10. Bibliografia

Básica

- ZEMANSKY, Mark W. **Calor e Termodinâmica**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Dois, 1978.
- CALLEN, Herbert B. **Thermodynamics and an introduction to thermostatistics**. 2. ed. New York: John Wiley & Sons, 1985. 493 p.
- FINN, C. B. P. **Thermal physics**. 2. ed. Cheltenham: Stanley Thornes, 1998. 256 p.

Complementar

- OLIVEIRA, Mário José de. **Termodinâmica**. São Paulo: Ed. Livraria da Física, 2005. 365 p.
- IENO, Gilberto; NEGRO, Luiz. **Termodinâmica**. São Paulo: Prentice Hall, 2004. 227 p.
- FERMI, Enrico. **Thermodynamics**. New York: Dover, 1956. 160 p.
- SALINAS, Silvio R. A. **Introdução a Física Estatística**. São Paulo: EDUSP, 1997. 464 p.
- BORGNAKKE, Claus Sonntag, Richard E. **Fundamentos da termodinâmica**. São Paulo: Edgard Blucher, 2009. 659 p. (Série Van Wylen)
- VAN WYLEN, Gordon Y. **Fundamentos da termodinâmica clássica**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1976. 565 p.

11. Aprovações

Os casos omissos neste Plano de Ensino serão previamente resolvidos entre os discentes e o Professor Regente, ou sob sua supervisão, e, posteriormente, pelo corpo docente da instância responsável pela disciplina.

ASSINATURAS:

Professor responsável

Professor regente

Instância responsável*

* Departamento ou colegiado ou câmara de ensino ou outra modalidade, de acordo com a estrutura administrativa de cada unidade acadêmica.