

**FÍSICA TÉRMICA**  
**NHT3013-13 – TPI (4-0-4)**  
(2021.3)

Prof. Lúcio Campos Costa

Turma: TNANHT3013-13SA, segundas das 21h-23h e quartas das 19h-21h.

Atendimento: sextas das 18h-20h.

Atividades Síncronas: Google Meet a ser informada pelo SIGAA.

Plataformas de interação e comunicação: SIGAA, e-mail e WhatsApp.

**RECOMENDAÇÃO:** Fenômenos Térmicos; Funções de uma Variável; Funções de Várias Variáveis

**OBJETIVOS:** Relacionar as descrições macroscópicas e microscópicas associadas aos sistemas termodinâmicos na explicação de suas propriedades e dos processos que os envolvem.

**EMENTA:** Primeira lei da termodinâmica; gases ideais; temperatura empírica e temperatura termodinâmica; entropia; segunda lei da Termodinâmica; coeficientes termodinâmicos; diferenciais exatas e equações de estado; gases não ideais; postulados da Termodinâmica do equilíbrio e representações; relações de Euler e Gibbs-Duhem; potenciais termodinâmicos; relações de Maxwell; Princípio de Nernst- Planck; Descrição estatística de um sistema de partículas; Métodos básicos, aplicações e resultados da mecânica estatística; Estatísticas quânticas.

**METODOLOGIA:** O curso terá uma dinâmica baseada em atividades síncronas e assíncronas envolvendo textos (sobretudo o livro AN INTRODUCTION TO Thermal Physics de Daniel V. Schroeder), vídeo-aulas expositivas (sobretudo as do Prof. Jorge de Sá Martins - UFF), discussões e pesquisas. Conforme o andamento do curso algumas atividades poderão ser revistas.

**AVALIAÇÃO:** A avaliação será baseada na participação dos estudantes nas discussões e na entrega semanal de trabalhos relativos às atividades planejadas<sup>1</sup>.

**Referências Bibliográfica**

Textos e artigos de caráter historiográfico fornecidos pelo professor.

SCHROEDER, Daniel V., Introduction to Thermal Physics, Oxford University Press, 1999.

Prof. Jorge Sá Martins - Vídeo-aulas na UFF - Mecânica Clássica (Canal do YouTube).

Feynman, R., Leighton, R. and M. Sands, Lições de Física, Vol. 1, Bookman, 2008.

Nussenzveig, M., Curso de Física Vol.2, Edgard Blucher, 1996.

---

<sup>1</sup> Atividades síncronas não serão utilizadas na avaliação da disciplina, como previsto pela resolução CONSEPE No. 240/2020.

SALINAS, Sílvio R., Introdução à física estatística. 2.ed. São Paulo: Edusp, 1999.  
CALLEN, Herbert B., Thermodynamics and an introduction to thermostatics. 2. ed.  
New York: Wiley, 1985.

### Cronograma previsto para o curso

#### **SEMANA 1 e 2.1**

Atividades Síncronas: 13/09 - 21h-23h - Apresentação geral da disciplina.

Atividades Assíncronas: 15/09 e 20/09

- 1) Em caráter de revisão, assista as vídeo-aulas (do Prof. Jorge Sá Martins da UFF) cujos links estão abaixo.

Aula 1.1 - Introdução à Termodinâmica

[https://www.youtube.com/watch?v=sHL\\_4MvOrTg](https://www.youtube.com/watch?v=sHL_4MvOrTg)

Aula 1.2 - Equilíbrios térmico, mecânico e difusivo; tempo de relaxação

<https://www.youtube.com/watch?v=QWXOv1HV9nA>

Aula 1.3 - Termômetros, dilatação, escalas Celsius e Kelvin, lei dos gases ideais

<https://www.youtube.com/watch?v=2HZcDf6c7Z4&t=361s>

Aula 1.4 - Modelo mecânico para o gás ideal e a equipartição da energia

<https://www.youtube.com/watch?v=T3b6PkiPE2M>

Aula 1.5 - Graus de liberdade, equipartição da energia e escopo da Termodinâmica

<https://www.youtube.com/watch?v=7SZeXfbsmLQ>

Aula 2.1 - Calor e Trabalho: processos de troca de energia

<https://www.youtube.com/watch?v=qsUjZg77GE>

Aula 2.2 - Trabalho de compressão em fluidos

<https://www.youtube.com/watch?v=JV2Xgc9t1G8>

Aula 2.3 - Processos isotérmicos e adiabáticos, aplicação a gases ideais

<https://www.youtube.com/watch?v=dAseRIhTysE>

Aula 2.4 - Capacidade térmica e calor específico

<https://www.youtube.com/watch?v=besv1EUOuGE>

Aula 2.5 - Processos a pressão constante, calor latente e entalpia

<https://www.youtube.com/watch?v=2Ck1iJ3nBI>

Aula 3.1 - Síntese: a 1ª lei da Termodinâmica e a Entalpia  
<https://www.youtube.com/watch?v=dj8OZ7T1LDI&t=378s>

Aula 3.2 - Entalpia de Formação  
<https://www.youtube.com/watch?v=9e4ogvxl74g>

Aula 3.3 - Variação de entalpia na vaporização da água; derivadas parciais em Termodinâmica  
<https://www.youtube.com/watch?v=M75fKV-kHf8>

Aula 3.4 - Condução de calor: lei de Fourier  
<https://www.youtube.com/watch?v=REYd2roYCOI>

Aula 3.5 - Condutividade térmica do gás ideal e livre caminho médio  
<https://www.youtube.com/watch?v=uEORQeb4sag>

Aula 3.6 - Viscosidade e Difusão (lei de Fick)  
[https://www.youtube.com/watch?v=m4Wd\\_WsXMOU](https://www.youtube.com/watch?v=m4Wd_WsXMOU)

Aula 3.7 - Condução eletrônica em metais: a lei de Ohm  
[https://www.youtube.com/watch?v=0KnX\\_bvRVRI](https://www.youtube.com/watch?v=0KnX_bvRVRI)

Aula 4.1 - Exercícios do capítulo 1 (I): expansão térmica  
<https://www.youtube.com/watch?v=uXLSXCnDJ-k>

Aula 4.2 - Exercícios do capítulo 1 (II): atmosfera exponencial  
<https://www.youtube.com/watch?v=tag-pS1KKt0>

Aula 4.5 - Exercícios do capítulo 1 (V): motor Diesel  
<https://www.youtube.com/watch?v=ZLsSgldfQVA>

### **SEMANA 2.2 e 3**

Atividades Síncronas: 29/09 – 19h-21h – Discussão e complementação das atividades assíncronas correspondentes.

Atividades Assíncronas: 22/09 e 27/09

Assista as vídeo-aulas (do Prof. Jorge Sá Martins da UFF) cujos links estão abaixo. Elabore notas pessoais sobre as aulas (**destacadas em amarelo**) explicando os conceitos trabalhados e todas as demonstrações e passagens matemáticas. Tais notas pessoais devem ser enviadas ao e-mail indicado pelo professor até a terça-feira da semana seguinte, dia 28/09.

Aula 5.1 - Microestados, macroestados e multiplicidade

[https://www.youtube.com/watch?v=AhumybU0\\_7s](https://www.youtube.com/watch?v=AhumybU0_7s)

Aula 5.2 - Cálculo da multiplicidade em sistemas de 2 estados

[https://www.youtube.com/watch?v=QeI\\_ostHkDs](https://www.youtube.com/watch?v=QeI_ostHkDs)

Aula 5.3 - Paramagneto de 2 estados: o que é

<https://www.youtube.com/watch?v=9Ur0tGpHB0Y>

Aula 5.4 - Paramagneto de 2 estados: multiplicidade e energia

<https://www.youtube.com/watch?v=DePtMAJ9bwY>

Aula 5.5 - Sólido de Einstein: multiplicidade

<https://www.youtube.com/watch?v=4nVbdKhNwlc>

Aula 5.6 - A interação térmica e o princípio fundamental da Termodinâmica

<https://www.youtube.com/watch?v=-VUI2cqB5pA>

Aula 5.7 - A interação térmica e o macroestado mais provável

<https://www.youtube.com/watch?v=6YqJFvizdNA>

Aula 5.8 - Aproximação de Stirling

<https://www.youtube.com/watch?v=tAqQpOteLb0>

Aula 5.9 - Multiplicidade de um sólido de Einstein macroscópico

<https://www.youtube.com/watch?v=5LGCjteTetw>

Aula 5.10 - Distribuição de multiplicidades e o limite termodinâmico

<https://www.youtube.com/watch?v=jAev-JTfc0I>

Aula 5.11 - Multiplicidade do gás ideal

<https://www.youtube.com/watch?v=DxwcQle2VQI>

#### **SEMANA 4 e 5 (11/10 feriado)**

Atividades Síncronas: 13/10 – 19h-21h – Discussão e complementação das atividades assíncronas da semana anterior.

Atividades Assíncronas: 04/10 e 06/10

- 1) Assista as vídeo-aulas (do Prof. Jorge Sá Martins da UFF) cujos links estão abaixo. Elabore notas pessoais sobre as aulas (destacadas em amarelo) explicando os conceitos trabalhados e todas as demonstrações e passagens

matemáticas. Tais notas pessoais devem ser enviadas ao e-mail indicado pelo professor até a terça feira da semana seguinte, dia 12/10.

Aula 6.1 - Multiplicidade e entropia de Boltzman

<https://www.youtube.com/watch?v=DemCaZnbc6E>

Aula 6.2 - Entropia do gás ideal e de misturas; reversibilidade

<https://www.youtube.com/watch?v=HaCily-aVCE>

Aula 8.1 - Entropia e temperatura termodinâmica

<https://www.youtube.com/watch?v=G4XH35LxB8c&t=333s>

Aula 8.2 - Representação da entropia: a função  $S=S(U,V,N)$

<https://www.youtube.com/watch?v=GNM2QN-GsyE>

Aula 8.3 - Equação de estado térmica

<https://www.youtube.com/watch?v=T0gTKUqBUc>

Aula 8.4 - Expressão macroscópica da entropia

[https://www.youtube.com/watch?v=zjgD\\_IBaRIU](https://www.youtube.com/watch?v=zjgD_IBaRIU)

Aula 8.5 - Exemplos de cálculo da entropia

<https://www.youtube.com/watch?v=68qSi1Psi64&t=45s>

Aula 8.6 - Variação da entropia em processos envolvendo gases ideais

[https://www.youtube.com/watch?v=miN\\_QjNVK2Q](https://www.youtube.com/watch?v=miN_QjNVK2Q)

Aula 8.7 - Variação da entropia na rota para o equilíbrio térmico

[https://www.youtube.com/watch?v=x\\_QEVb\\_2Ut4](https://www.youtube.com/watch?v=x_QEVb_2Ut4)

## SEMANA 6

Atividades Síncronas: 20/10 – 19h-21h – Discussão e complementação das atividades assíncronas.

Atividades Assíncronas: 18/10

- 1) Assista as vídeo-aulas (do Prof. Jorge Sá Martins da UFF) cujos links estão abaixo. Elabore notas pessoais sobre as aulas (destacadas em amarelo) explicando os conceitos trabalhados e todas as demonstrações e passagens matemáticas. Tais notas pessoais devem ser enviadas ao e-mail indicado pelo professor até a terça feira da semana seguinte, dia 19/10.

Aula 9.1 - Paramagneto de dois níveis

[https://www.youtube.com/watch?v=I\\_zTqhs0TFk](https://www.youtube.com/watch?v=I_zTqhs0TFk)

Aula 9.2 - Análise gráfica da termodinâmica do paramagneto  
<https://www.youtube.com/watch?v=MphG9Dm1974>

Aula 10.1 - Equilíbrio mecânico e pressão termodinâmica  
<https://www.youtube.com/watch?v=qBxzd9tN9wI&t=151s>

Aula 10.2 - A identidade termodinâmica  
<https://www.youtube.com/watch?v=qIVlyCHcDtw>

Aula 10.3 - Equilíbrio difusivo e potencial químico  
<https://www.youtube.com/watch?v=BCSEWeKyksG>

### SEMANA 7

Atividades Síncronas: 27/10 – 19h-21h – Discussão e complementação das atividades assíncronas.

Atividades Assíncronas: 25/10

- 1) Assista as vídeo-aulas (do Prof. Jorge Sá Martins da UFF) cujos links estão abaixo. Elabore notas pessoais sobre as aulas (destacadas em amarelo) explicando os conceitos trabalhados e todas as demonstrações e passagens matemáticas. Tais notas pessoais devem ser enviadas ao e-mail indicado pelo professor até a terça feira da semana seguinte, dia 26/10.

Aula 11.1 - O potencial químico do gás ideal e na identidade termodinâmica  
<https://www.youtube.com/watch?v=238bmgq383g&t=78s>

Aula 11.2 - Derivadas cruzadas das funções de estado: relações de Maxwell  
<https://www.youtube.com/watch?v=MuOR9utuWMM>

Aula 11.3 - Teorema de Euler; equação de Gibbs-Duhem  
<https://www.youtube.com/watch?v=4qIx1THbmOA>

### SEMANA 8 e 9 (1/11 feriado)

Atividades Síncronas: 10/11 – 19h-21h – Discussão e complementação das atividades assíncronas.

Atividades Assíncronas: 03/11 e 08/11

- 1) Assista as vídeo-aulas (do Prof. Jorge Sá Martins da UFF) cujos links estão abaixo. Elabore notas pessoais sobre as aulas (destacadas em amarelo) explicando os conceitos trabalhados e todas as demonstrações e passagens

matemáticas. Tais notas pessoais devem ser enviadas ao e-mail indicado pelo professor até a terça feira da semana seguinte, dia 09/11.

Aula 14.1 - Descrição esquemática de uma máquina térmica

<https://www.youtube.com/watch?v=6Tj68AKvwnM>

Aula 14.2 - Máquina de Carnot

<https://www.youtube.com/watch?v=NaHfPop1HFM>

Aula 14.3 - Descrição esquemática de um refrigerador

[https://www.youtube.com/watch?v=YTFpTjI3\\_MQ](https://www.youtube.com/watch?v=YTFpTjI3_MQ)

Aula 15.1 - Motores a combustão interna: ciclos de Otto e Diesel

[https://www.youtube.com/watch?v=xtSm8\\_aBfM8](https://www.youtube.com/watch?v=xtSm8_aBfM8)

Aula 15.3 - Refrigeradores e o processo de Joule-Thompson

<https://www.youtube.com/watch?v=zZ2VIGgbCfc>

### **SEMANA 10 e 11 (15/11 Feriado)**

Atividades Síncronas: 24/11 – 19h-21h – Discussão e complementação das atividades assíncronas.

Atividades Assíncronas: 17/11 e 22/11

- 1) Assista as vídeo-aulas (do Prof. Jorge Sá Martins da UFF) cujos links estão abaixo. Elabore notas pessoais sobre as aulas (**destacadas em amarelo**) explicando os conceitos trabalhados e todas as demonstrações e passagens matemáticas. Tais notas pessoais devem ser enviadas ao e-mail indicado pelo professor até a terça feira da semana seguinte, dia 23/11.

Aula 16.1 - Introdução: Energia e entropia molares

<https://www.youtube.com/watch?v=pYk5WKSQ3HU>

Aula 16.2 - Entalpia e energia livre de Helmholtz

<https://www.youtube.com/watch?v=lzp8fcypQxs>

Aula 16.3 - Energia livre de Gibbs

<https://www.youtube.com/watch?v=4gUN6m1oWp4>

Aula 16.4 - Termodinâmica da célula de hidrogênio

<https://www.youtube.com/watch?v=NkL0D5eZ6xM>

### **SEMANA 12**

Atividades Síncronas: 01/12 – 19h-21h – Discussão e complementação das atividades assíncronas.

Atividades Assíncronas: 29/11

- 1) Assista as vídeo-aulas (do Prof. Jorge Sá Martins da UFF) cujos links estão abaixo. Elabore notas pessoais sobre as aulas (destacadas em amarelo) explicando os conceitos trabalhados e todas as demonstrações e passagens matemáticas. Tais notas pessoais devem ser enviadas ao e-mail indicado pelo professor até a terça feira da semana seguinte, dia 30/11.

Aula 1.17 - Identidades termodinâmicas

<https://www.youtube.com/watch?v=pnpBHpScuGE&t=57s>

Aula 2.17 - Relações de Maxwell

<https://www.youtube.com/watch?v=htFPv3legTw>

Aula 3.17 - Coeficientes termodinâmicos

<https://www.youtube.com/watch?v=R92TCVYEOow>

Aula 4.17 - Relação entre as capacidades térmicas

<https://www.youtube.com/watch?v=PwpO7NO8yQs>

Aula 5.17 - Aplicações das relações de Maxwell

<https://www.youtube.com/watch?v=EavkiXZgQR8>

### SEMANA 13 e 14 **Reposição dos Feriados**

Atividades Síncronas: 15/10 – 19h-21h – Discussão e complementação das atividades assíncronas e fechamento da disciplina.

Atividades Assíncronas: 06/12, 08/12 e 13/08

- 1) Assista as vídeo-aulas (do Prof. Jorge Sá Martins da UFF) cujos links estão abaixo. Elabore notas pessoais sobre as aulas (destacadas em amarelo) explicando os conceitos trabalhados e todas as demonstrações e passagens matemáticas. Tais notas pessoais devem ser enviadas ao e-mail indicado pelo professor até a terça feira da semana seguinte, dia 14/12.

Aula 1.24 - Fator de Boltzmann

<https://www.youtube.com/watch?v=RVUQOecgajY&t=711s>

Aula 2.24 - Função de partição



<https://www.youtube.com/watch?v=J54tmPAZr0A>

Aula 3.24 - Valores médios: significado e cálculo – substituída

<https://www.youtube.com/watch?v=gOiybNyL-0>

Aula 1.25 - Paramagneto de dois estados

<https://www.youtube.com/watch?v=XVDIPiXEM18>

Aula 2.25 - Sólido de Einstein

<https://www.youtube.com/watch?v=fx7JGUjQ6AA>

Aula 3.25 - Teorema da equipartição

<https://www.youtube.com/watch?v=gdZpmroEcMM&t=119s>

Aula 4.25 - Distribuição de velocidades de Maxwell

<https://www.youtube.com/watch?v=sSxExG66XhQ&t=293s>

Aula 5.25 - Conexão entre a função de partição e a energia de Helmholtz

<https://www.youtube.com/watch?v=Vf0GibrhGFk>

**ÓTIMO CURSO!!!!**