

# Thermodynamics for Engineers



**Kau-Fui Vincent Wong**

Material.com desktop output

# Thermodynamics *for* Engineers

Second Edition



 CRC Press  
Taylor & Francis Group

Kaufui Vincent Wong

**Library of Congress Cataloging-in-Publication Data**

Wong, Kau-Pui Vincent.  
Thermodynamics for engineers / Kau-Pui Vincent Wong.  
p. cm. -- (Mechanical engineering series)  
Includes bibliographical references and index.  
ISBN 0-8493-0232-3 (alk. paper)  
I. Thermodynamics. I. Title. II. Advanced topics in mechanical engineering series

TJ265 .W56 2000  
621.402'1--dc21

00-029781  
CIP

This book contains information obtained from authentic and highly regarded sources. Reprinted material is quoted with permission, and sources are indicated. A wide variety of references are listed. Reasonable efforts have been made to publish reliable data and information, but the author and the publisher cannot assume responsibility for the validity of all materials or for the consequences of their use.

Neither this book nor any part may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, microfilming, and recording, or by any information storage or retrieval system, without prior permission in writing from the publisher.

All rights reserved. Authorization to photocopy items for internal or personal use, or the personal or internal use of specific clients, may be granted by CRC Press LLC, provided that \$5.00 per page photocopied is paid directly to Copyright Clearance Center, 222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923 USA. The fee code for users of the Transactional Reporting Service is ISBN 0-8493-0232-3/00/\$0.00+\$5.00. The fee is subject to change without notice. For organizations that have been granted a photocopy license by the CCC, a separate system of payment has been arranged.

The consent of CRC Press LLC does not extend to copying for general distribution, for promotion, for creating new works, or for resale. Specific permission must be obtained in writing from CRC Press LLC for such copying.

Direct all inquiries to CRC Press LLC, 2000 N.W. Corporate Blvd., Boca Raton, Florida 33431.

**Trademark Notice:** Product or corporate names may be trademarks or registered trademarks, and are used only for identification and explanation, without intent to infringe.

© 2000 by CRC Press LLC

No claim to original U.S. Government works  
International Standard Book Number 0-8493-0232-3  
Library of Congress Card Number 00-029781  
Printed in the United States of America 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0  
Printed on acid-free paper

## Características

- Toma uma abordagem concisa, simples e acolhedora para estudantes que minimiza o uso da matemática complexa
- Fornece material ideal para uma termodinâmica curso de um semestre
- Limita a interpolação manual das tabelas termodinâmicas e permite que os leitores para expandir as tabelas com auxílio de computador disponibilizados na Internet
- Introduz o volume de controle como o sistema mais geral, e massa de controle como um caso especial, tornando-se mais fácil compreender a primeira lei da termodinâmica
- Unifica o tratamento de conservação de energia, a criação de entropia, e a destruição de disponibilidade, utilizando uma equação de equilíbrio para cada um deles
- Usa diagramas lógicos para ajudar os leitores a entender os passos lógicos usados na resolução de problemas de termodinâmica
- Inclui conjuntos extensos fim-de-capítulo de problemas e mais de 100 ilustrações

*Manual de Soluções e figuras eletrônicas disponíveis mediante qualificação adoção curso.*

## Resumo

Engenheiros aspirantes precisam de um texto que prepará-los para usar termodinâmica na prática profissional. Instrutores Termodinâmica precisa de um livro-texto conciso escrito por um de um semestre do curso de graduação, um texto que renuncia a desordem e desnecessários detalhes, mas envolve os fatos e métodos essenciais. **Termodinâmica para Engenheiros, segunda edição** continua a encher ambas essas necessidades. Com especial atenção para o processo de aprendizagem, o autor desenvolveu um guia exclusivo, prático para termodinâmica clássica. Sua abordagem é notavelmente coesa. Por exemplo, ele desenvolve o mesmo exemplo, através de sua apresentação da primeira lei e ambas as formas da segunda lei entropia e energia. Ele também unifica seus tratamentos de conservação de energia, a criação de entropia, e a destruição de disponibilidade usando a equação de equilíbrio para cada um, ressaltando, assim, a semelhança entre as leis e permitindo mais fácil compreensão e utilização.

Esta **segunda edição** inclui um novo capítulo sobre as relações de propriedades termodinâmicas e dá atualizado, problema expandido define em cada capítulo. Acessível, prático, e coesa, o texto constrói uma base sólida para estudos de engenharia avançada e prática. Ele expõe os alunos à "grande figura" da termodinâmica, e sua apresentação simplificada permite vislumbres de conceitos e métodos importantes raramente oferecidos por textos a este nível.

*O que há de novo nesta edição:*

- Conjuntos de problemas atualizados e ampliados
- Novo capítulo sobre as relações de propriedades termodinâmicas
- Capítulo atualize a transferência de calor
- Figuras eletrônicas disponíveis na adoção curso de qualificação
- Poemas de fim de capítulo, para resumir os princípios de engenharia

## **Índice**

### **Conceitos, Definições e as Leis da Termodinâmica**

Introdução

Definições

Pressão

Formas de Trabalho

Temperatura

calor

leis da termodinâmica e conservação de massa

sistemáticos de Solução de Problemas Abordagem

Problemas *conceitos e definições de pressão Formas de*

*Trabalho Temperatura Computer, design e problemas gerais de*

**propriedades das substâncias puras** Princípio Estado P-VT

Superfície Phase Change dados termodinâmicos PropriedadeHeats

específicas e suas relações Processos Ideal-Gas equação de estado de

compressibilidade Fator Outras equações de

estado Problemas *Thermodynamic Dados da PropriedadeProcessos Ideal*

*Gas-Equação de Estado e compressibilidade Fator Outras equações de*

*estado da Computação, Design, e Problemas gerais* **de conservação de**

**massa e a Primeira Lei da Termodinâmica** Mass Conservação Primeira

Lei da Termodinâmica Primeira Lei de Controle de Volume Primeira Lei de

Controle de Massa Primeira Lei aplicado aos vários processos ciclos

termodinâmicos Problemas *Primeira Lei aplicado aos vários processos ciclos termodinâmicos Primeira Lei Geral Computer, Design e, em geral*

### **Problemas Segunda Lei da Termodinâmica e**

**Entropia** Introdução Declarações da Segunda Lei da Entropia de uma pura, simples Substância Compressible Carnot Cycle segunda lei da entropia para um controle de volume na Segunda Lei da Entropia para uma massa de Controle isentrópicos Processos isentrópicos Eficiências reversível estacionário Fluxo de Processos Problemas *Introdução entropia de um puro, simples Substância Compressible Carnot Cycle isentrópicos*

*Processos isentrópicos Eficiências segunda lei da entropia para um controle de volumena Segunda Lei da Entropia reversível Steady-Fluxo de Processos segunda lei da entropia Geral da Computação, Design, e General*

**Exergy (Availability) Análise de** Disponibilidade Segunda Lei no Exergy (disponibilidade) para um controle de volume Segunda Lei no Exergy para uma massa controle Transferência Exergy Segunda lei (exergéticas) Eficiência Considerações Práticas Problemas *Exergy segunda lei Exergy para um volume de controle Segunda Lei no Exergy para uma massa de Controle Segundo Rácio Lei medir térmicas de Impacto*

*Ambiental segunda lei vantagens dos sistemas de aplicativos para o Ciclo de Energia Segunda Lei no Exergy Geralda Computação, Design e problemas*

**vapor Sistemas de Potência** O Carnot Vapor Ciclo Rankine Cycle: Ciclo Ideal para ciclos de vapor de potência reaquecimento Rankine Cycle A Regenerative Rankine Cycle Air

Preheater Economizer Disponibilidade análise dos ciclos Vapor de Energia Cogeração Binary Vapor Ciclos Combinados Cycles gás-vapor de potência Problemas *Rankine Cycle O reaquecimento Rankine Cycle A Regenerative Rankine Cycle Air Pré-aquecedor e Economizer Disponibilidade*

*Análise dos Ciclos de Vapor de Energia Cogeração Binary vapor e gás Combinada Ciclos de Vapor de Energia Geral Vapor Poder Ciclo computador, desenho, e General Problemas* **termodinâmicos relações de**

**propriedade** de Relações com Maxwell As Clapeyron Equação relações gerais para propriedades termodinâmicas The Joule-Thomson Coeficiente de entalpia, energia interna, e variações de entropia de Real

Gases Problemas *as relações Maxwell O Clapeyron Equação Relações gerais para propriedades termodinâmicas The Joule-Thomson Coeficiente*

*de Computação, Design e problemas gerais* **Princípios de energia (calor)**

**Transferência** de Condução Radiação Convecção Combinada convecção e radiação Problemas *Condução Radiação Convecção Combinada convecção e radiação da Computação, Design, e General Problemas* **Apêndice A:**

**Tabelas A-Series (SI) Apêndice B: Tabelas B-Series (SI) Apêndice C:**

**Tabelas C-Series (SI) Anexo D: Tabelas D-Series (SI) Apêndice E:**

**Tabelas E-Series (SI) Apêndice F: Tabelas F-Series (SI) Apêndice G:  
Tabelas AA-Series (US) Anexo H: Tabelas BB-Series (US) Apêndice  
I: Tabelas CC-Series (US) Apêndice J: Tabelas DD-Series  
(US) Apêndice K: Tabelas EE-Series (US) Apêndice L: Mesas (US) FF  
Série Respostas a problemas Index**

---

## ***Contents***

<b>Chapter 1</b>	
<b>Concepts, Definitions, and the Laws of Thermodynamics</b> .....	<b>1</b>
<b>Chapter 2</b>	
<b>Properties of Pure Substances</b> .....	<b>25</b>
<b>Chapter 3</b>	
<b>Mass Conservation and the First Law of Thermodynamics</b> .....	<b>59</b>
<b>Chapter 4</b>	
<b>Second Law of Thermodynamics and Entropy</b> .....	<b>97</b>
<b>Chapter 5</b>	
<b>Availability (Exergy) Analysis</b> .....	<b>155</b>
<b>Chapter 6</b>	
<b>Vapor Power Systems</b> .....	<b>199</b>
<b>Chapter 7</b>	
<b>Principles of Energy (Heat) Transfer</b> .....	<b>255</b>
<b>Appendices</b> .....	<b>269</b>
<b>Answers to Problems</b> .....	<b>351</b>
<b>Index</b> .....	<b>361</b>

*The working core of thermodynamics streamlined for  
real world practice*

Aspiring engineers have long needed a concise text that prepares them to use thermodynamics in professional practice. Practicing engineers often need a handy thermodynamics reference—one that foregoes clutter and unnecessary details but furnishes the essential facts and methods.

**Thermodynamics for Engineers** fills both those needs. The author has developed a unique, practical guide to classical thermodynamics. In an approach that is remarkably cohesive, he develops the same example through the presentation of the first law and both forms of the second law — entropy and exergy. He also unifies the treatment of the conservation of energy, the creation of entropy, and the destruction of availability in a manner that emphasizes the commonality between the laws and allows easier comprehension and use.

Accessible, practical, and cohesive, **Thermodynamics for Engineers** builds a solid foundation for advanced engineering studies and practice. It exposes readers to the “big picture” of thermodynamics and its streamlined presentation allows glimpses into important concepts and methods rarely offered by texts at this level.

Features

- Companion thermodynamic tables available on the Internet limit cumbersome manual interpolation and allow readers to expand the tables
- The introduction of logic diagrams to help readers understand the logical steps used in solving thermodynamics problems
- A chapter on heat transfer that offers exposure to a subject that non-mechanical engineers may not get elsewhere
- The second law ratio to measure thermal environmental impact to acquaint readers with a parameter rarely mentioned in other texts





## **Kaufui Vincent Wong**

Professor da Universidade de Miami

Coral Gables, FL, EUA

KAUFUI VINCENT WONG tem sido um professor de Engenharia Mecânica e Aeroespacial da Universidade de Miami, FL, EUA por mais de 33 anos, e continua a servir os seus alunos. Ele é muito ativo!