

مبانی

ترمودینامیک

ویرایش هفتم

جلد اول

کلاس بورگناک - ریچارد ادوین سونتاگ

ترجمه:

دکتر سید جاوید روئیانی

دکتر نرگس فلاح

با نظارت:

پرفسور مرتضی سهرابی

سرشناسه :	بورگناک، کلاوس
عنوان و نام پدیدآور :	Borgnakke, Claus
مشخصات نشر :	مبانی ترمودینامیک/ [بورگناک، زونتاک]؛ ترجمه جاوید روئیایی، نرگس فلاح؛ با نظارت مرتضی سهرابی.
مشخصات ظاهری :	تهران: اندیشه های گوهر بار، ۱۳۸۹ -
شابک :	ج.
وضعیت فهرست نویسی :	دوره: 8-26-964-978 : ج. 1-2-28-964-978
یادداشت :	قیما
یادداشت :	عنوان اصلی: Fundamentals of thermodynamics, 7th ed, 2009.
یادداشت :	ویراستهای قبلی کتاب حاضر با عنوان " اصول ترمودینامیک کلاسیک" و " مبانی ترمودینامیک کلاسیک " توسط ناشران مختلف در سالهای متفاوت منتشر شده است.
عنوان دیگر :	اصول ترمودینامیک کلاسیک.
عنوان دیگر :	مبانی ترمودینامیک کلاسیک.
موضوع :	ترمودینامیک
شناسه افزوده :	سانتک، ریچارد ادوین
شناسه افزوده :	Sonntag, Richard Edwin
شناسه افزوده :	روئیایی، جاوید
شناسه افزوده :	فلاح، نرگس، مترجم
شناسه افزوده :	سهرابی، مرتضی، ۱۳۲۴-
رده بندی کنگره :	الف ۱۳۸۹/۸۵۵/ب ۲۶۵/TJ
رده بندی دبویی :	۶۲۱/۲۰۲۱
شماره کتابشناسی ملی :	۲۲۲۰۶۹۲



تهران خیابان سعادت آباد خیابان ۲۷ پلاک ۲۱
تلفن : ۸۸۶۹۳۰۷۹ - ۸۸۶۹۳۹۵۶

عنوان کتاب : مبانی ترمودینامیک

نویسنده : کلاوس بورگناک ، ریچارد ادوین سونتاگ

مترجمین : سید جاوید روئیایی ، نرگس فلاح

بانظارت : دکتر مرتضی سهرابی

ناشر : اندیشه های گوهر بار

نوبت چاپ : اول - زمستان ۱۳۸۹

چاپ و صحافی : گوهر بار

شابک : ۹۷۸-۹۶۴-۸۲۵۰-۲۸-۲

شابک دوره : ۹۷۸-۹۶۴-۸۲۵۰-۲۶-۸

قیمت : ۲۰۰۰۰۰ ریال

تیراژ : ۱۵۰۰ جلد

مقدمه مترجمان

خدا را سپاس که شوق و اراده عطا نمود تا ترجمه‌ای تازه از کتاب مبانی ترمودینامیک تقدیم خوانندگان گرامی شود.

کتاب حاضر ترجمه ویرایش هفتم کتاب «مبانی ترمودینامیک»^۱ تألیف «کلاس برگناک و ریچارد ای. سنن‌تاک»^۲ است که در سال ۲۰۰۹ توسط انتشارات جان وایلی و پسران^۳ منتشر شده است. این کتاب یکی از معتبرترین کتاب‌ها در زمینه ترمودینامیک بوده و در علوم مهندسی جایگاهی ویژه دارد. امید است ترجمه این کتاب گامی در جهت ارتقاء فرهنگ علمی کشور باشد.

در پایان لازم است از همت و تلاش مسئولان نشر اندیشه‌های گهربار که زحمات بسیاری برای انتشار این کتاب متقبل شدند صمیمانه تشکر و قدردانی شود.

مترجمان کتاب

زمستان ۱۳۸۹

^۱ Fundamentals of thermodynamics.

^۲ Clous Borgnakke, Richard E. Sonntag.

^۳ John Wiley & Sons.

فهرست

۱	آشنایی	۱
۱-۱	نیروگاه ساده بخار	۱
۲-۱	پیل‌های سوختی	۲
۳-۱	چرخه سردسازی تراکم بخار	۵
۴-۱	یخچال ترموالکتریک	۷
۵-۱	تأسیسات جداسازی هوا	۸
۶-۱	توربین گازی	۹
۷-۱	موتور راکت شیمیایی	۱۱
۸-۱	سایر کاربردها و موارد زیست‌محیطی	۱۲
۱۳	واحدها و حجم کنترل	۱۳
۱-۲	سیستم ترمودینامیکی و حجم کنترل	۱۳
۲-۲	دیدگاه‌های ماکروسکوپی در مقایسه با دیدگاه میکروسکوپی	۱۴
۳-۲	خواص و حالت یک ماده	۱۵
۴-۲	فرآیندها و چرخه‌ها	۱۶
۵-۲	واحدهای جرم، طول، زمان و نیرو	۱۷
۶-۲	انرژی	۱۹
۷-۲	دانسیته و حجم ویژه	۲۱
۸-۲	فشار	۲۴
۹-۲	هم‌دمایی	۲۹
۱۰-۲	قانون صفرم ترمودینامیک	۳۰
۱۱-۲	مقیاس‌های دما	۳۰
۱۲-۲	کاربردهای مهندسی	۳۱
۳۵	خلاصه	۳۵
۳۶	مسایل	۳۶
۴۳	رفتار و خواص ماده خالص	۴۳
۱-۳	ماده خالص	۴۴
۲-۳	تعادل فازي بخار-مایع-جامد ماده خالص	۴۴
۳-۳	خواص مستقل ماده خالص	۵۱
۴-۳	جداول خواص ترمودینامیکی	۵۱

۵۹.....	۵-۳ سطوح ترمودینامیکی.....
۶۱.....	۶-۳ رفتار دما-حجم-فشار ($P - v - T$) گازهای دارای دانسیته کم و متوسط.....
۶۴.....	۷-۳ ضریب تراکم‌پذیری.....
۶۷.....	۸-۳ معادلات حالت.....
۶۸.....	۹-۳ جدول‌های کامپیوتری.....
۷۰.....	۱۰-۳ کاربردهای مهندسی.....
۷۲.....	خلاصه.....
۷۳.....	مسائل.....
۸۱.....	۴ انتقال انرژی.....
۸۱.....	۱-۴ تعریف کار.....
۸۳.....	۲-۴ واحدهای کار.....
۸۴.....	۳-۴ کار انجام شده در مرز متحرک یک سیستم تراکم‌پذیر ساده.....
۹۳.....	۴-۴ کار در سایر سیستم‌ها.....
۹۵.....	۵-۴ چند نکته مهم درباره کار.....
۹۷.....	۶-۴ تعریف گرما.....
۹۸.....	۷-۴ انتقال گرما.....
۱۰۰.....	۸-۴ مقایسه کار و گرما.....
۱۰۱.....	۹-۴ کاربردهای مهندسی.....
۱۰۴.....	خلاصه.....
۱۰۵.....	مسائل.....
۱۱۵.....	۵ معادله انرژی برای جرم کنترل.....
۱۱۵.....	۱-۵ قانون اول ترمودینامیک برای یک جرم کنترلی که یک چرخه را طی می‌کند.....
۱۱۶.....	۲-۵ قانون اول ترمودینامیک برای تغییر در حالت یک جرم کنترل.....
۱۲۲.....	۳-۵ انرژی داخلی- یک خاصیت ترمودینامیکی.....
۱۲۴.....	۴-۵ روش تجزیه و تحلیل و حل مسأله.....
۱۲۷.....	۵-۵ خاصیت ترمودینامیکی انتالپی.....
۱۳۲.....	۶-۵ گرمای ویژه در فشار ثابت و حجم ثابت.....
۱۳۳.....	۷-۵ انرژی داخلی، انتالپی و گرمای ویژه گازهای ایده‌آل.....
۱۳۹.....	۸-۵ قانون اول ترمودینامیک به عنوان یک معادله آهنگ.....
۱۴۱.....	۹-۵ پایستگی جرم.....
۱۴۲.....	۱۰-۵ کاربردهای مهندسی.....
۱۴۵.....	خلاصه.....
۱۴۷.....	مسائل.....

۱۶۱	۶ معادله انرژی برای یک حجم کنترل
۱۶۱	۱-۶ بقاء جرم و حجم کنترل
۱۶۴	۲-۶ قانون اول ترمودینامیک برای حجم کنترل
۱۶۶	۳-۶ فرآیندهای پایدار (پایا)
۱۶۸	۴-۶ مثال‌هایی از فرآیندهای حالت پایا
۱۸۲	۵-۶ فرآیندهای گذرا
۱۸۹	۶-۶ کاربردهای مهندسی
۱۹۳	خلاصه
۱۹۶	مسائل
۲۱۳	۷ قانون دوم کلاسیک ترمودینامیک
۲۱۳	۱-۷ ماشین‌های گرمایی و یخچال‌ها
۲۱۹	۲-۷ قانون دوم ترمودینامیک
۲۲۲	۳-۷ فرآیندهای برگشت‌پذیر
۲۲۳	۴-۷ عواملی که فرآیندها را بازگشت‌ناپذیر می‌کنند
۲۲۶	۵-۷ چرخه کارنو
۲۲۸	۶-۷ دو نکته در مورد بازده یک چرخه کارنو
۲۲۹	۷-۷ مقیاس دمای ترمودینامیکی
۲۳۰	۸-۷ مقیاس دمای گاز ایده‌آل
۲۳۴	۹-۷ ماشین‌های ایده‌آل در برابر ماشین‌های واقعی
۲۳۷	۱۰-۷ کاربردهای مهندسی
۲۴۰	خلاصه
۲۴۲	مسائل
۲۵۱	۸ انتروپی جرم کنترل
۲۵۱	۱-۸ نامساوی کلایزیوس
۲۵۵	۲-۸ انتروپی - یک خاصیت سیستم
۲۵۷	۳-۸ انتروپی یک ماده خالص
۲۵۹	۴-۸ تغییر انتروپی در فرآیند بازگشت‌پذیر
۲۶۳	۵-۸ روابط خواص ترمودینامیکی
۲۶۵	۶-۸ تغییر انتروپی جامد یا مایع
۲۶۶	۷-۸ تغییر انتروپی گاز ایده‌آل
۲۷۰	۸-۸ فرآیند پلی‌تروپیک برگشت‌پذیر برای یک گاز ایده‌آل
۲۷۴	۹-۸ تغییر انتروپی جرم کنترل در طول یک فرآیند بازگشت‌ناپذیر
۲۷۵	۱۰-۸ تولید انتروپی
۲۷۷	۱۱-۸ اصل افزایش انتروپی
۲۸۱	۱۲-۸ انتروپی به صورت معادله آهنگ

۲۸۳	۸-۱۳ چند نکته کلی در مورد انتروپی و بی‌نظمی
۲۸۵	خلاصه
۲۸۷	مسایل
۳۰۱	۹ معادله انتروپی برای حجم کنترل
۳۰۱	۹-۱ قانون دوم ترمودینامیک برای یک حجم کنترل
۳۰۳	۹-۲ فرآیند حالت پایدار و فرآیند گذرا
۳۱۰	۹-۳ فرآیند تک‌جریانی حالت پایدار
۳۱۴	۹-۴ اصل افزایش انتروپی
۳۱۷	۹-۵ کاربردهای مهندسی، بازده
۳۲۳	۹-۶ خلاصه‌ای از تحلیل‌های مربوط به حجم کنترل
۳۲۴	خلاصه
۳۲۶	مسایل
۳۴۱	پیوست‌ها
۳۴۱	پیوست الف: واحدهای SI: خواص در حالت خاص
۳۶۱	پیوست ب: واحدهای SI: جدول‌های ترمودینامیکی
۴۱۱	پیوست ج: گرمای ویژه گاز ایده‌آل
۴۱۳	پیوست د: معادلات حالت
۴۱۸	پیوست ه: شکل‌ها

فهرست نمادها

a	شتاب
A	مساحت
a, A	تابع هلمولتز ویژه و تابع هلمولتز کل
AF	نسبت هوا به سوخت
B_S	مدول توده‌ای آدیاباتیک
B_T	مدول توده‌ای همدم
c	سرعت صوت
c	جزء جرمی
C_D	ضریب تخلیه
C_p	گرمای ویژه فشار ثابت
C_v	گرمای ویژه حجم ثابت
C_{po}	گرمای ویژه فشار ثابت در فشار صفر
C_{vo}	گرمای ویژه حجم ثابت در فشار صفر
COP	ضریب عملکرد
CR	نسبت تراکم
e, E	انرژی ویژه و انرژی کل
EMF	نیروی محرکه الکتریکی
F	نیرو
FA	نسبت سوخت به هوا
g	شتاب ثقل
g, G	تابع گیبس ویژه و تابع گیبس کل
h, H	انتالپی ویژه و انتالپی کل
HV	ارزش حرارتی
i	جریان الکتریکی
I	برگشت‌ناپذیری
J	ضریب تناسب برای ارتباط دادن واحدهای کار به گرما
k	نسبت گرمای ویژه C_p / C_v
K	ثابت تعادل
KE	انرژی جنبشی
L	طول
m	جرم
m	شدت جریان جرمی

M	وزن مولکولی
M	عدد ماخ
n	تعداد مول‌ها
n	نمای پلی‌تروپیک
P	فشار
P_i	فشار جزئی جزء i در مخلوط
PE	انرژی پتانسیل
P_r	فشار نقصانی P/P_c
P_r	فشار نسبی به صورتی که در جدول اول گاز بکار می‌رود
q, Q	انتقال حرارت بر واحد جرم و انتقال حرارت کل
Q	آهنگ انتقال حرارت
Q_H, Q_L	انتقال حرارت با جسم دما بالا
R	ثابت گاز
$\bar{R}$	ثابت گاز جهانی
s, S	انترپیی ویژه و انترپیی کل
S_{gen}	تولید انترپیی
$\dot{S}_{gen}$	آهنگ تولید انترپیی
t	زمان
T	دما
T_r	دمای نقصانی T/T_c
u, U	انرژی درونی ویژه و انرژی درونی کل
v, V	حجم ویژه و حجم کل
v_r	حجم ویژه نسبی به صورتی که در جداول گاز به کار می‌رود
v	سرعت
w, W	کار بر واحد جرم و کار کل
$\dot{W}$	آهنگ انجام کاری توان
w^{rev}	کار بازگشت پذیر بین دو حالت
x	کیفیت
y	جزء مولی فاز گاز
y	جزء استخراج
Z	ارتفاع
Z	ضریب تراکم پذیری
Z	فشار الکتریکی
حروف نوشتاری	
$\mathcal{E}$	پتانسیل الکتریکی
$\mathcal{P}$	تنش سطحی
$\mathcal{T}$	تنش

حروف یونانی

α	حجم باقی مانده
α	تابع هلمولتز بدون بعد a/RT
α_p	ضریب انبساط حجمی
β	ضریب عملکرد یخچال
β'	ضریب عملکرد پمپ گرمایی
β_S	تراکم پذیری آدیاباتیک
β_T	تراکم پذیری هم دما
δ	دانسیته بدون بعد ρ/ρ_c
η	بازده
μ	پتانسیل شیمیایی
ν	ضریب استوکیومتری
ρ	دانسیته
τ	متغیر دمای بدون بعد T_c/T
τ_0	متغیر دمای بدون بعد $1-T_r$
Φ	نسبت هم‌ارزی
ϕ	رطوبت نسبی
ϕ, Φ	اگرژی یا دسترس پذیری برای جرم کنترل
ψ	اگرژی، دسترس پذیری جریان
ω	نسبت رطوبت یا رطوبت ویژه
ω	ضریب بی‌مرکزی

زیرنویس‌ها

c	خاصیت در نقطه بحرانی
c.v.	حجم کنترل
e	حالت ماده در هنگام خروج از حجم کنترل
f	تشکیل
f	خاصیت مایع اشباع
fg	تفاضل خاصیت بخار اشباع و مایع اشباع
g	خاصیت بخار اشباع
i	خاصیت ماده در ورودی به حجم کنترل
i	خاصیت جامد اشباع
if	تفاضل خاصیت مایع اشباع و جامد اشباع
ig	تفاضل خاصیت بخار اشباع و جامد اشباع
r	خاصیت نقصان یافته
s	فرآیند انتروپی ثابت
0	خاصیت محیط
0	خاصیت در نقطه مسکون

بالا نویس ها

—	نماد بار روی یک علامت نشانگر خاصیت بر مبنای مولی است
	(روی V, H, S, U, A, G معرف خاصیت مولی جزئی است)
°	خاصیت در شرایط حالت استاندارد
*	گاز ایده آل
*	خاصیت در گلوگاه نازل
irr	برگشت ناپذیر
r	بخش گاز حقیقی
rev	برگشت پذیر

www.ketab.ir

پیشگفتار

در نگارش هفتم این کتاب، اهداف اصلی نگارش‌های قبلی در نظر گرفته شده است:

- بررسی دقیق و جامع ترمودینامیک کلاسیک در عین حفظ دیدگاه مهندسی
- ایجاد پیش زمینه‌های مناسب برای مطالعات بعدی در موضوعاتی نظیر مکانیک سیالات، انتقال حرارت و ترمودینامیک آماری
- آماده سازی دانشجویان برای استفاده مؤثر از علم ترمودینامیک در کارهای مهندسی

سمت و سوی ارائه مطالب این کتاب بیشتر متوجه دانشجویان است. در بخش‌های مختلف کتاب، برحسب لزوم مفاهیم و تعاریف جدیدی ارائه شده است. در ابتدا خواص ترمودینامیکی مانند فشار، حجم ویژه و دما تعریف شده‌اند (فصل ۲) که به آسانی قابل اندازه‌گیری هستند. در فصل ۳، جداول خواص ترمودینامیکی فقط برای خواص قابل اندازه‌گیری ارائه شده است. انرژی درونی و آنتالپی در ارتباط با قانون اول، انتروپی در ارتباط با قانون دوم و توابع گیبس و هلمولتز در فصل روابط ترمودینامیکی معرفی گردیده‌اند. به منظور کمک به دانشجویان در درک مفاهیم ترمودینامیکی، مثال‌های واقعی زیادی در کتاب ارائه شده است و مسایل انتهایی هر فصل، طوری مرتب و بسته بندی شده‌اند که تمام مفاهیم و موضوعات ارائه شده در فصل را تحت پوشش قرار دهد. مخصوصاً در فصل‌های ابتدایی کتاب، تعداد مثال‌ها، شکل‌ها و مسایل نسبت به نگارش‌های قبلی بیشتر است و در سراسر کتاب، خلاصه‌های انتهایی هر فصل ارائه شده است و بعد از این قسمت، مسایل مفهومی آورده شده است که برای دانشجویان مفید می‌باشد.

ویژگی‌های جدید این نگارش

سوالات مفهومی داخل متن

در این نگارش بعد از ارائه قسمت‌های اصلی، سوالات مفهومی در داخل متن ارائه شده است تا دانشجویان به موضوعات ارائه شده بیندیشند. هدف از این سوالات، خودآزمایی سریع برای دانشجویان یا بررسی نتایج هر یک از موضوعات برای اساتید می‌باشد. بیشتر این سوالات، نتایج ساده از مطلب بدون نیاز به مطالب حافظه است اما تعدادی از آنها نیاز به فکر دارد که جواب‌های کوتاه آنها در کتاب حل‌المسایل ارائه گردیده است. مسایل مفهومی اضافی نیز به عنوان تکلیف در انتهایی هر فصل ارائه شده است.

کاربردهای مهندسی انتهایی فصل

قسمت کوتاهی در انتهایی فصل آورده شده است که در آن به کاربردهای مهندسی اشاره شده است. در این قسمت، مطلب جالب به همراه مثال‌های آموزنده آورده شده و چگونگی کاربرد این مطالب در مهندسی ارائه گردیده است. در بخش وسیعی از این مطالب، معادلات یا سبب تئوری‌ها ارائه نگردیده است اما شکل‌هایی برای تحلیل و طراحی مهندسی ارائه شده است. این مطالب به صورت کوتاه بیان شده‌اند و در آنها به تمام جزئیات وسایل نشان داده شده، اشاره نشده است و تنها ایده‌هایی درباره کاربردها در یک بخش نسبتاً کوتاه بیان می‌گردد. در تعدادی از فصل‌های نهایی که هدف تمام فصل کاربردهای مهندسی می‌باشد، در این قسمت تعدادی رابطه تئوری نیز ارائه شده است. این بخش در انتهایی هر فصل ارائه شده است و بنابراین در جریان اصلی موضوع خللی ایجاد نمی‌شود و پیشنهاد می‌شود اساتید بخشی از این مطالب را به عنوان موضوعات جالب برای دانشجویان بیان کنند تا دانشجویان درباره مفهوم اصلی هر فصل مطالعه کنند.

فصل چرخه‌های توانی و سرسازي به دو بخش تقسیم شده است.

فصل یازدهم نگارش قبلی که مربوط به سیستم‌های توانی و سرسازي بود در دو فصل ارائه گردیده است که یک فصل شامل چرخه‌هایی است که در آن فاز ماده عامل تغییر می‌کند و فصل دیگر مربوط به چرخه‌های گاز است. مطالبی نیز به هر یک از این فصول اضافه شده است اما سعی شده است تا توازن حفظ گردد.

قسمتی درباره چیدمان چرخه‌های سرسازي ارائه گردیده است و مواد جدید سرما ساز R410a و دی اکسید کربن به عنوان سرما سازهای جایگزین در جداول قسمت ب ارائه شده است. این امر شامل بررسی، دستور عمل و مثال‌هایی در طراحی این سیستم‌ها است.

به بخش چرخه‌های گاز، چرخه‌های اتکینسون^۱ و میلر^۲ افزوده شده است. این چرخه‌ها در توضیح انواع چرخه‌هایی که امروزه در ماشین‌هایی با موتورهای هیبریدی به کار می‌روند مفید است. همچنین در این قسمت می‌توان موضوعات جدیدی را که امروزه به کار می‌روند را بیان نمود.

فصل جریان تراکم پذیر

در این نگارش، مجدداً فصل جریانات تراکم پذیر مانند نگارش پنجم ارائه گردیده است.

سوالات مفهومی داخل متن، مسایل مفهومی کمک آموزشی و مسایل مربوطه نیز بیان شده است. تا این فصل نیز با فصول دیگر همخوانی داشته باشد.

ویژگی‌هایی که از نگارش ششم ادامه یافته است

خلاصه انتهای هر فصل

خلاصه انتهای هر فصل شامل مرور کوتاهی بر مفاهیم اصلی فصل است و لغات کلیدی آورده شده‌اند. در این بخش فهرستی از مجموعه توانایی‌هایی که دانشجو پس از مطالعه فصل باید کسب کند، ارائه شده است. این توانایی‌ها جز نتایجی است که دانشجو - می‌تواند آنها را در هنگام حل سوالات مفهومی و مسایل اصلی هر فصل مورد ارزیابی و آزمون قرار دهد.

مفاهیم اصلی و روابط

مفاهیم اصلی و روابط در انتهای هر فصل برای رجوع آورده شده است و مجموعه آنها در سایت وایلی^۳ موجود است.

مسایل مفهومی

به منظور بررسی سریع موضوعات ارائه شده در هر فصل، مسایل مفهومی در انتهای هر فصل آورده شده است. این مسایل مختصر بوده و مفاهیم خاصی را در بر می‌گیرند. دانشجو می‌تواند برای بالا بردن سطح درک و فهم خود و تعیین این که آیا این موارد نیاز به مطالعه بیشتر دارند، به همه این سوالات پاسخ دهد. این مسایل نیز، برای استفاده در لایه‌های دیگر مسایل مناسب بوده و در پاسخ آنها حل‌المسایل آمده است.

مسایل

تعداد مسایل کاملاً افزایش یافته است به طوری که در حال حاضر تعداد آنها بالغ بر ۲۸۰۰ مسأله است. تعداد زیادی مسایل مقدماتی جهت پوشش تمام موارد مطرح شده در فصل اضافه شده است. علاوه بر این برای انتخاب راحت‌تر براساس یک موضوع خاص، مسایل به بخش‌های موضوعی تقسیم شده است. یک سری مسایل جامع تحت عنوان مسایل مروری نیز در انتهای مسایل آورده شده است.

^۱ - Atkinson

^۲ - Miller

^۳ - Wiley

جداول

جداول مواد نیز افزایش یافته به طوری که شامل ماده سرمازا R-410a که جایگزینی برای R-22 و دی اکسیدکربن (که یک ماده سرمازا طبیعی است) شده است. چندین ماده جدید نیز در نرم افزار اضافه شده است. جداول گاز ایده آل علاوه بر مبنای مولی، بر مبنای جرمی نیز ارائه شده است تا استفاده آنها بر مبنای جرمی در متن و مبنای مولی در فصول احتراق و تعادل شیمیایی راحت تر باشد.

بازنگری ها

در این ویرایش یکسری پیشرفت ها و توسعه ها که در کتاب اخیر مولفین "مقدمه ای بر ترمودینامیک مهندسی، ریچارد ای. سونتگ و کلاس بورگنک، جان وایلی و پسران، (۲۰۰۱)" بیان شده، آورده شده است.

در فصل سوم، ابتدا جداول ترمودینامیکی معرفی شده است و سپس رفتار بخار فوق گرم در دانسیته های به نسبت پایین تر بررسی شد که به تعریف مدل گاز ایده آل منجر گردید. همچنین برای تمایز بین موضوعات مختلف، بخش هایی برای فاکتور تراکم پذیری، معادله حالت و کامپیوتری کردن جداول در نظر گرفته شده است.

در فصل پنجم، نتیجه وابستگی انرژی گاز ایده آل تنها به دما، از امتحان مقادیر جدول بخار در دما و فشارهای مختلف بدست آمده است.

در فصل هفتم، بیان قانون دوم با یکپارچگی بیشتری با مفهوم دمای ترمودینامیکی و دمای گاز ایده آل ارائه شده است. همچنین بحث درباره اختلاف دما در انتقال حرارت به عنوان عاملی در چرخه ماشین گرمایی و پمپ گرمایی توسعه یافته و در نهایت فهرستی کوتاه از وقایع مرتبط با ترمودینامیک ارائه شده است.

در فصل هشتم، محدوده پوشش انتروپی، برای داشتن بخش هایی مربوط به انتروپی جامدات، مایعات و گازهای ایده آل تبعیت کننده از فرآیندهای پلی تروپی قبل از غربال فرآیندهای برگشت ناپذیر، بازنگری شده است. این مورد ارائه انتروپی و ارزیابی آن را برای فازهای مختلف و اختلاف در فرآیندهای برگشت پذیر مختلف قبل از رفتن به سمت فرآیندهای واقعی تکمیل می کند. علاوه بر این توضیح تولید انتروپی در فرآیندهای واقعی نیز تقویت شده است. در این صورت، این مورد نسبت به موقعیت برگشت ناپذیرها و شفافیت ارتباط آن با حجم کنترل انتخاب شده بیشتر قابل تشخیص است. علاوه بر این، مثالی برای مرتبط کردن انتروپی و مفهوم آشفستگی در سطح مولکولی داده شده در یک معنای فیزیکی واقعی برای بیان مفهوم ساده ای از انتروپی اضافه شده است.

در فصل نهم، تحلیل حجم کنترل عمومی با ارائه کار محوری واقعی برای فرآیندهای تک جریان حالت پایدار توسعه داده شده است و به نسخه ساده شده معادله برنولی منجر گردیده است. در اینجا نیز مفهوم تولید انتروپی و مکانی که این مورد در آن اتفاق می افتد، تقویت شده است. بخش جدیدی در مورد تحلیل حجم کنترل بصورت مرحله به مرحله ارائه شده است تا دانشجوی مطالب را فرا گیرد. بازنگری کار برگشت پذیر و اگزرژی در فصل دهم تعداد معادلات را کاهش داده است و بر ایده هایی که منجر به مفهوم کار برگشت پذیر و برگشت ناپذیر می شود، متمرکز شده است. همچنین تأکید شده است که موارد خاص در اثر ساده سازی تحلیل های کلی به دست می آید. سپس نشان داده شده است که اگزرژی از کار برگشت پذیر به دست آمده و منجر به خلاصه تر شدن معادله موازنه اگزرژی می شود و کاربردهای آن در بخش کاربردهای مهندسی توضیح داده شده است.

فصل مربوط به چرخه ها در ویرایش قبلی، در این ویرایش به دو بخش همانند آنچه که در بالا توضیح داده شده تقسیم شده است. مخلوط ها و هوای مرطوب همانند قبل و در فصل سیزدهم بیان شده است اما تعدادی سیستم تهویه هوا به همراه اجزاء آنها به عنوان مثال در بخش کاربردهای مهندسی اضافه شده است. در این فصل روابط خاصیت با افزودن جداول ترمودینامیکی مدرن توسعه یافته، تکمیل شده است. همچنین انطباق توابع بدون بعد هلمولتز با داده های تجربی معرفی شده و جنبه های مربوط به چگونگی استفاده از جداول توضیح داده شده است.

احتراق با توصیف ستون تقطیر و ذکر پیشرفت‌های سوخت‌های جاری بهبود داده شده است. تعداد مثال‌های مربوط به قانون دوم و احتراق با ذکر اثر اصلی جایگزین شده است. به عبارت دیگر مدل پیل سوختی برای جالب‌تر شدن موضوع اضافه شده است و برخی محاسبات عملکرد واقعی پیل سوختی بیان شده است. برخی جنبه‌های عملی احتراق نیز به بخش کاربردهای مهندسی منتقل شده است.

تعادل شیمیایی به وسیله بخش گاز زدایی از زغال سنگ که برخی از فرایندهای تعادلی را تقویت می‌کند، بیشتر شفاف شده است. همچنین مدل تشکیل NO_x در بخش کاربردهای مهندسی برای نشان دادن چگونگی وابستگی به تعادل شیمیایی اضافه شده است و به صورت کلی به مطالعات پیشرفته‌تر در سرعت‌های واکنش منجر می‌شود.

نرم افزار توسعه یافته همراه کتاب

نرم افزار توسعه یافته CATT3 به همراه نسخه اصلی این ویرایش کتاب موجود است که شامل تعدادی مواد اضافه دیگر علاوه بر آنهایی که در جداول چاپی پیوست ب ارائه شده است می‌باشد. جداول موجود در این نرم افزار شامل مواد زیر می‌باشد:

آب

سرد سازها: R-11, 12, 13, 14, 21, 22, 23, 113, 114, 123, 134a, 152a, 404a, 407a, 410a, 500, 502, 507a, C318

سیالات کرایوژنیک: آمونیاک، آرگون، اتان، اتیلن، ایزو بوتان، متان، نئون، نیتروژن، اکسیژن، پروپان

گازهای ایده‌آل: هوا، OH , O_2 , O , H_2O , H_2 , H , NO_2 , N_2 , N , CO , CO_2

بعضی از این موارد در کتاب ترمودینامیک و خواص انتقال نوشته بورگنک و سونتگ، انتشارات وایلی - سال ۱۹۹۷، چاپ شده است. این نرم افزار علاوه بر خواص مواد شامل نمودارهای عمومی، تراکم پذیری براساس معادلات حالت بی-کسلر نیز می‌باشد. این نرم افزار می‌تواند تعداد محدودی از فرایندها را در نمودار $\text{Log P}-\text{Log V}$ و T-s ارائه کند.

انعطاف پذیری موضوعات و مباحث کتاب

در این کتاب تلاش بر این بوده است که موضوعات پایه‌ای و اساسی ترمودینامیک کلاسیک به صورت جامع و فراگیر تحت پوشش قرار گیرد و اعتقاد بر این است که این کتاب مقدمات کافی برای مطالعه کاربردهای ترمودینامیک در زمینه‌های تخصصی و مطالعه زمینه‌های پیشرفته‌تر ترمودینامیک نظیر موضوعات مربوط به مواد، پدیده‌های سطحی، پلاسما و کرایوژنیک را فراهم می‌آورد. در برخی از دانشکده‌ها یک دوره معرفی ترمودینامیک در تمام رشته‌ها ارائه می‌شود. بنابراین سعی شده است که آن دسته از موضوعاتی که در رشته‌های مختلف مورد توجه است، پوشش داده شود. اما از آنجایی که دوره‌های خاص از نظر پیش نیازها، اهداف ویژه، طول مدت دوره و پیش زمینه دانشجویان، به طور قابل توجهی مختلف و متغیر هستند، موارد درسی به ویژه در فصول انتهایی به گونه‌ای چیده شده است که انعطاف‌پذیری قابل ملاحظه‌ای در موارد مختلف داشته باشد. به طور کلی تعداد بخش‌ها در موارد مختلف به نحوی توسعه داده شده است که انتخاب آنها راحت‌تر و به سادگی امکان پذیر باشد.

واحدها

در مورد واحدها، استراتژی در این نگارش، فراهم آوردن کتابی است که در تمام دوره‌ها و رشته‌هایی که بر اساس سیستم بین المللی، SI هستند، آموزش داده شود. بنابراین تمام مثال‌های داخل متن این کتاب و همچنین مسایل تکمیلی و جداول ترمودینامیکی براساس واحدهای SI می‌باشد. در سرتاسر این کتاب نمادها، واحدها و قرارداد علامت‌ها مطابق ویرایش قبلی است.

ضمائم و کمک‌های دیگر

پشتیبانی‌های دیگر از طریق وب سایت www.wiley.com/go/global/borgnakke در دسترس است. دسترسی به مثال‌های حل شده و مروری بر تمام موارد پایه‌ای از طریق لینک Thermonet که در متن اصلی است، امکان‌پذیر می‌باشد. دانشجویان می‌توانند از طریق این سایت به صورت خودآموز توانایی‌ها و مهارت‌های مربوط به موضوعات مختلف که عموماً در اولین دوره ترمودینامیک مطرح می‌شود را کسب نمایند. همچنین سعی شده است که مطالب کافی و لازم برای دو ترم درسی در نظر گرفته شود و انعطاف‌پذیری لازم برای انتخاب موضوع نیز صورت پذیرد. اساتید می‌توانند با مراجعه به وب سایت انتشارات، www.wiley.com/go/global/borgnakke اطلاعات و پیشنهاداتی را در مورد ساختار و برنامه درسی، همچنین موارد درسی به دست آورند.

www.ketab.ir