
ترمودینامیک

با رویکرد مهندسی

ویراست هشتم در دستگاه SI

یونس علی چنگل

دانشگاه نوادا، رینو

مایکل آلستون بولز

دانشگاه ایالتی کارولینای شمالی

همکاری

محمد کاز و غلو

دانشگاه تهران

ترجمه سعید رفیعی



سرشناسه	چنگل، یونس علی. Cengel, Yunus A.
عنوان و نام پدیدآور	ترمودینامیک با رویکرد مهندسی، ویرایش هشتم / دستگاه SI / یونس علی چنگل، مایکل آلستون بولز؛ ترجمه سعید رفیعی. تهران: نشر کتاب دانشگاهی، ۱۳۹۸. ۶۹۹ ص.: مصور.
مشخصات نشر	۹۷۸-۶۰۰-۵۱۰۷-۹۵-۱
مشخصات ظاهری	فیا
شابک	عنوان اصلی: Thermodynamics: An Engineering Approach, 8th Ed. 2015
وضعیت فهرست نویسی	علم ترمودینامیک: رهیافتی در مهندسی.
یادداشت	ترمودینامیک
عنوان دیگر	Thermodynamics
موضوع	بولز، مایکل.
موضوع	Boles, Micheal A.
شناسه افزوده	رفیعی، سعید، ۱۳۶۵ - مترجم
شناسه افزوده	۱۳۹۸ چ ۹ع ۸ / TJ۲۶۵
رده بندی کنگره	۶۲۱/۴۰۲۱
رده بندی دیویی	۵۵۵۲۳۹۰
شماره کتاب شناسی ملی	

کتابخانه تخصصی

موسسه تخصصی زبان

۱۲ دانش، به رشته تعلیم



نشر کتاب دانشگاهی

چنگل • بولز

تسیر دینامیک

بار و کدم‌پندسی

ویراست هشتم، دسامبر ۱۳۹۸

ترجمه نرگس رفیعی

حروف چینی و صفحه‌آرایی

فاطمه محمدی

قالب نرم‌افزاری

مرتضی استادعظیم

گرافیک

فاران اتحاد

چاپ اول ۱۳۹۸

چاپ و صحافی طهرانی

تعداد صفحات ۹۹۶، خشتی

۲۰۰ نسخه

شابک ۹۷۸-۶۰۰-۵۱۰۷-۹۵-۱ ISBN 978-600-5107-95-1



مرکز پخش: شماره ۸۷ خیابان بزرگمهر، بین وصال و قدس، تلفن ۶۶۴۱۸۵۸۶

website: www.ketabedanehshgahi.com e-mail: ketabedanehshgahi@gmail.com

کتاب فردا: www.fardabook.com

حقوق چاپ و نشر دائم این اثر محفوظ و مخصوص نشر کتاب دانشگاهی است.

۱۳۰۰۰ تومان

فهرست خلاصه

فصل ۱

مقدمه و مفاهیم پایه

۱	۱-۱	ترمودینامیک و انرژی
۲	۲-۱	اهمیت ابعاد و یکاها
۳	۳-۱	سیستم و حجم کنترل
۱۰	۴-۱	خواص سیستم
۱۲	۵-۱	چگالی و گرانش ویژه
۱۳	۶-۱	حالت و تعادل
۱۴	۷-۱	فرایند و سیکل
۱۵	۸-۱	دما و قانون صفرم ترمودینامیک
۱۷	۹-۱	فشار
۲۲	۱۰-۱	وسایل اندازه‌گیری فشار
۲۷	۱۱-۱	شگرد حل مسئله
۳۴		

فصل ۲

انرژی، انتقال انرژی و بررسی کلی انرژی

۵۱	۱-۲	مقدمه
۵۲	۲-۲	صورت‌های انرژی
۵۳	۳-۲	انتقال انرژی با گرما
۶۲	۴-۲	انتقال انرژی با کار
۶۶	۵-۲	صورت‌های مکانیکی کار
۷۰	۶-۲	قانون یکم ترمودینامیک
۷۸	۷-۲	بازده تبدیل انرژی
۸۵	۸-۲	انرژی و محیط زیست

فصل ۳

خواص مواد خالص

۱۱۱	۱-۳	ماده خالص
۱۱۲	۲-۳	فازهای ماده خالص
۱۱۳	۳-۳	فرایندهای تغییر فاز مواد خالص

۱۱۸	۴-۳	نمودارهای خواص در فرایندهای تغییر فاز
۱۲۴	۵-۳	جداول خواص
۱۳۴	۶-۳	معادله حالت گاز آرمانی
۱۳۸	۷-۳	ضریب تراکم‌پذیری؛ معیار انحراف نسبت به رفتار گاز آرمانی
۱۴۱	۸-۳	دیگر معادلات حالت

فصل ۴

۱۶۳	تحلیل انرژی در سیستم بسته	
۱۶۴	۱-۴	کار مرز متحرک
۱۶۹	۲-۴	موازنه انرژی در سیستم بسته
۱۷۴	۳-۴	گرماهای ویژه
۱۷۶	۴-۴	انرژی درونی، انتالپی و گرمای‌های ویژه گازهای آرمانی
۱۸۳	۵-۴	انرژی درونی، انتالپی و گرمای ویژه جامدات و مایعات
۱۸۴	میانمای	

فصل ۵

۲۱۳	تحلیل جرم و انرژی در حجم کنترل	
۲۱۴	۱-۵	پایستگی جرم
۲۲۱	۲-۵	کار جریان و انرژی پتانسیل - ری
۲۲۵	۳-۵	تحلیل انرژی در سیستم جریان پایا
۲۲۸	۴-۵	برخی دستگاه‌های مهندسی جریان پایا
۲۴۲	۵-۵	تحلیل انرژی در فرایندهای جریان پایا

فصل ۶

۲۷۵	قانون دوم ترمودینامیک	
۲۷۶	۱-۶	مقدمه‌ای بر قانون دوم ترمودینامیک
۲۷۷	۲-۶	مخزن انرژی گرمایی
۲۷۸	۳-۶	موتور گرما
۲۸۳	۴-۶	یخچال و پمپ گرما
۲۹۰	۵-۶	ماشین‌های حرکت دائم
۲۹۲	۶-۶	فرایند بازگشت‌پذیر و فرایند بازگشت‌ناپذیر
۲۹۵	۷-۶	سیکل کارنو

۲۹۷	۸-۶ اصول کارنو
۲۹۹	۹-۶ مقیاس دمای ترمودینامیکی
۳۰۱	۱۰-۶ موتور گرمای کارنو
۳۰۴	۱۱-۶ یخچال و پمپ گرمای کارنو

فصل ۷

انترپی

۳۲۹	۱-۷ انترپی
۳۳۰	۲-۷ اصل افزایش انترپی
۳۳۴	۳-۷ تغییر انترپی مواد خاص
۳۳۷	۴-۷ فرایند هم‌انترپی
۳۴۰	۵-۷ نمودارهای خواص بر حسب انترپی
۳۴۲	۶-۷ انترپی چیست؟
۳۴۳	۷-۷ روابط $T ds$
۳۴۷	۸-۷ تغییر انترپی مایعات و جامدات
۳۴۹	۹-۷ تغییر انترپی گاز آرمانی
۳۵۲	۱۰-۷ کار در فرایند جریان پایای بازگشت‌پذیر
۳۵۹	۱۱-۷ کمینه کردن کار کمپرسور
۳۶۳	۱۲-۷ بازده هم‌انترپی دستگاه‌های جریان پایا
۳۶۷	۱۳-۷ موازنه انترپی

فصل ۸

اکسرژی

۳۷۱	۱-۸ اکسرژی: پتانسیل کار انرژی
۴۲۲	۲-۸ کار بازگشت‌ناپذیر و بازگشت‌ناپذیری
۴۲۵	۳-۸ بازده قانون دوم
۴۳۰	۴-۸ تغییر اکسرژی سیستم
۴۳۳	۵-۸ انتقال اکسرژی با گرما، کار و جرم
۴۳۸	۶-۸ اصل کاهش اکسرژی و تخریب اکسرژی
۴۴۱	۷-۸ موازنه اکسرژی در سیستم بسته
۴۴۳	۸-۸ موازنه اکسرژی در حجم کنترل
۴۵۴	

فصل ۹

سیکل‌های توان گاز

۴۸۵	
۴۸۶	۱-۹ نکات مقدماتی در بررسی سیکل‌های توان
۴۸۸	۲-۹ سیکل کارنو و اهمیت آن در مهندسی
۴۹۰	۳-۹ فرض‌های استاندارد هوا
۴۹۰	۴-۹ مروری بر موتورهای رفت و برگشتی
۴۹۲	۵-۹ سیکل اتو: سیکل آرمانی در موتورهای اشتعال جرقه‌ای
۴۹۹	۶-۹ سیکل دیزل: سیکل آرمانی در موتورهای اشتعال تراکمی
۵۰۲	۷-۹ سیکل‌های استرلینگ و اریکسون
۵۰۶	۸-۹ سیکل برایتون: سیکل آرمانی در موتورهای توربین گاز
۵۱۳	۹-۹ سیکل برایتون مجهز به بازیاب
۵۱۶	۱۰-۹ سیکل برایتون مجهز به سرمایش میانی، بازگرمایش و بازیابی
۵۲۰	۱۱-۹ سیکل‌های آرمانی پیش‌رانش جت
۵۲۶	۱۲-۹ بررسی سیکل‌های توان گاز از دیدگاه قانون دوم

فصل ۱۰

سیکل‌های توان بخار و سیکل ترکیبی

۵۵۳	
۵۵۴	۱-۱۰ سیکل بخار کارنو
۵۵۵	۲-۱۰ سیکل رنکین: سیکل آرمانی در سیکل‌های توان بخار
۵۵۸	۳-۱۰ انحراف سیکل حقیقی توان بخار نسبت به سیکل آرمانی توان بخار
۵۶۱	۴-۱۰ روش‌های افزایش بازده سیکل رنکین
۵۶۵	۵-۱۰ سیکل آرمانی رنکین مجهز به فرایند بازگرمایش
۵۶۹	۶-۱۰ سیکل آرمانی رنکین مجهز به بازیاب
۵۷۷	۷-۱۰ بررسی سیکل توان بخار از دیدگاه قانون دوم
۵۷۹	۸-۱۰ هم‌زایی
۵۸۴	۹-۱۰ سیکل ترکیبی توان گاز-بخار

فصل ۱۱

سیکل‌های تبرید

۶۰۷	
۶۰۸	۱-۱۱ یخچال و پمپ گرما

۶۰۹	سیکل کارنوی معکوس ۲-۱۱
۶۱۰	سیکل آرمانی تبرید تراکمی ۳-۱۱
۶۱۳	سیکل حقیقی تبرید تراکمی ۴-۱۱
۶۱۵	بررسی سیکل تبرید تراکمی از دیدگاه قانون دوم ۵-۱۱
۶۲۰	انتخاب میرد مناسب ۶-۱۱
۶۲۲	سیستم‌های پمپ گرما ۷-۱۱
۶۲۳	سیستم‌های جدید تبرید تراکمی ۸-۱۱
۶۳۰	سیکل تبرید گازی ۹-۱۱
۶۳۳	سیستم تبرید جذبی ۱۰-۱۱

فصل ۱۲

۶۵۵	روابط میان خواص ترمودینامیکی
۶۵۶	۱-۱۲ یادآوری؛ مشتق جزئی و روابط آن
۶۶۱	۲-۱۲ روابط ماکسول
۶۶۲	۳-۱۲ معادله کلاپیرون
۶۶۵	۴-۱۲ روابط کلی c_p و c_v ، ds ، dh ، du
۶۷۲	۵-۱۲ ضریب ژول-تامسون
۶۷۴	۶-۱۲ Δu ، Δh و Δs گاز حقیقی

فصل ۱۳

مخلوط گازها

۶۸۷	
۶۸۸	۱-۱۳ ترکیب مخلوط گازها: کسر جرمی و کسر مولی
۶۹۰	۲-۱۳ رفتار P - V - T مخلوط گازها: گازهای آرمانی و حقیقی
۶۹۵	۳-۱۳ خواص مخلوط گازها: گازهای آرمانی و حقیقی

فصل ۱۴

مخلوط گاز- بخار و تهویه مطبوع

۷۲۵	
۷۲۶	۱-۱۴ هوای خشک و هوای جو
۷۲۷	۲-۱۴ رطوبت ویژه و رطوبت نسبی هوا
۷۲۹	۳-۱۴ دمای نقطه شبنم
۷۳۱	۴-۱۴ دمای اشباع آدیاباتیک و دمای تر
۷۳۴	۵-۱۴ نمودار رطوبت-سنجی

- ۷۳۵ ۶-۱۴ آسایش انسان و تهویه مطبوع
 ۷۳۷ ۷-۱۴ فرایندهای تهویه مطبوع

فصل ۱۵

واکنش‌های شیمیایی

- ۷۶۰ ۱-۱۵ سوخت و احتراق
 ۷۶۴ ۲-۱۵ فرایندهای احتراق نظری و حقیقی
 ۷۷۱ ۳-۱۵ انتالپی تشکیل و انتالپی احتراق
 ۷۷۴ ۴-۱۵ تحلیل سیستم واکنش‌پذیر از دیدگاه قانون یکم
 ۷۸۰ ۵-۱۵ دمای شعله آدیباتیک
 ۷۸۲ ۶-۱۵ تغییر انتروپی سیستم واکنش‌پذیر
 ۷۸۴ ۷-۱۵ تحلیل سیستم واکنش‌پذیر از دیدگاه قانون دوم

فصل ۱۶

تعادل شیمیایی و نماد فازی

- ۸۰۵ ۱-۱۶ معیار تعادل شیمیایی
 ۸۰۶ ۲-۱۶ ثابت تعادل در مخلوط گازهای آرمانی
 ۸۰۸ ۳-۱۶ نکاتی درباره K_P مخلوط گازهای آرمانی
 ۸۱۲ ۴-۱۶ تعادل شیمیایی در واکنش‌های هم‌زمان
 ۸۱۶ ۵-۱۶ تغییر K_P با دما
 ۸۱۸ ۶-۱۶ تعادل فازی
 ۸۲۰

فصل ۱۷

جریان تراکم‌پذیر

- ۸۳۹ ۱-۱۷ خواص رکود
 ۸۴۰ ۲-۱۷ سرعت صوت و عدد ماخ
 ۸۴۳ ۳-۱۷ جریان هم‌انتروپی تک‌بعدی
 ۸۴۵ ۴-۱۷ جریان هم‌انتروپی در نازل
 ۸۵۱ ۵-۱۷ موج شوک و موج انبساطی
 ۸۶۰ ۶-۱۷ جریان در مجرا همراه با انتقال گرما و اصطکاک ناچیز (جریان ریلی)
 ۸۷۵