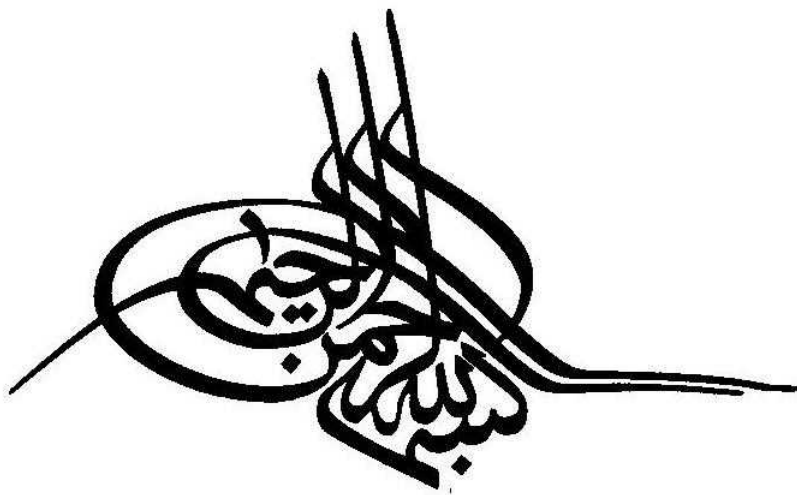




مبانی ترمودینامیک

مهندسی

جلد دوم

مؤلفان

ہزارارد ن. شیپرو
دانشگاه علم و صنعت ایالت آیووا

مایکل جی. موران
دانشگاه ایالت اوہایو

مترجمان :

دکتر عبدالامیر بک خوشنویس، دانشیار گروه مکانیک دانشگاه حکیم سبزواری
مهندس فرزانه فروزش، دانشجوی دکتری، دانشگاه حکیم سبزواری
دکتر محمود فرزانه گرد، استاد دانشکده مکانیک دانشگاه صنعتی شاهرود

سرشناسه: موران ، مایکل، J. Moran/Michael

عنوان و پدیدار: مبانی ترمودینامیک مهندسی / مولفان مایکل جی. موران ، هاوارد ن. شیپرو؛ مترجمان عبدالامیر بک خوشنویس ،

فرزانه فروزش ، محمود فرزانه گرد

مشخصات نشر: مشهد: سخن گستر، ۱۳۹۵.

مشخصات ظاهری: ج: مصور، جدول، نمودار؛ ۲۲*۲۹ س م.

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۲۴۷-۶۳۳-۳

وضعیت فهرست نویسی: فیفا.

یادداشت: فهرست نویسی بر اساس جلد دوم، ۱۳۹۵

یادداشت: عنوان اصلی: ۲۰۰۴ 5th ed Fundamentals of engineering thermodynamics

یادداشت: کتاب حاضر در سالهای مختلف توسط مترجمان و ناشران متفاوت ترجمه و منتشر شده است.

یادداشت: نمایه.

موضوع: * ترمودینامیک

Thermodynamics: موضوع

شناسه افزوده: شیپرو، هاوارد

شناسه افزوده: Shapiro, Howard I.

شناسه افزوده: بک خوشنویس، عبدالامیر، ۱۳۴۴-، مترجم

شناسه افزوده: فروزش، فرزانه، ۱۳۶۳-، مترجم

شناسه افزوده: فرزانه گرد، محمود، مترجم

رده بندی کنگره: ۶۰۲.۹۰۲۰۱ / TJ ۲۶۵

رده بندی دیویی: ۶۲۱/۴۰۲۱

شماره کتابخانه ملی ایران ۴۰۱۵۸۳



انتشارات سخن گستر

مشهد - خیابان ابن سینا - مقابل ابن سینای ۱۲ - شماره ۱۹۱

تلفن: ۵۵۱۳۸۴۳۹۹۵۵

www.Sokhangostar.com

نام کتاب: مبانی ترمودینامیک مهندسی (جلد ۲)

مؤلفان: مایکل جی. موران - هاوارد ن. شیپرو

مترجمان: عبدالامیر بک خوشنویس - فرزانه فروزش - محمود فرزانه گرد

ویراستار ادبی: ریحانه فرامرزی

ویراستار علمی: دکتر مهدی دشت بیاض

شمارگان: ۵۰۰ جلد

نوبت چاپ: اول / پاییز ۱۳۹۵

چاپ: چاپخانه میثاق

قیمت: ۴۸۰۰۰ تومان

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۲۴۷-۶۳۳-۳

فهرست مطالب

عنوان صفحه

پیشگفتار مؤلفان ۶

مقدمه‌ی مترجمان ۱۱

فصل ۸- سیستم‌های قدرت بخار

۸-۱ مدل کردن سیستم‌های قدرت بخار ۱۳

۸-۲ تحلیل سیستم‌های قدرت بخار- چرخه‌ی رنکین ۱۵

۸-۳ بهبود عملکرد- مافای گرم کردن، دوباره گرم کردن ۳۱

۸-۴ بهبود عملکرد- چرخه‌های قدرت بخار احیاکننده ۳۹

۸-۵ جنبه‌های دیگر چرخه‌ی بخار ۵۳

۸-۶ محاسبه‌ی انرژی یک نیروگاه بخار ۵۶

خلاصه‌ی فصل و راهنمای مطالعه ۶۶

تمرین‌ها - مسأله‌هایی که مهندسان به آن می‌اندیشند ۶۷

فصل ۹- چرخه‌های گازی

موتورهای احتراق داخلی ۸۲

۹-۱ شرح اصطلاحات موتور ۸۲

۹-۲ چرخه‌ی هوای استاندارد اتو ۸۵

۹-۳ چرخه‌ی هوای استاندارد دیزل ۹۱

۹-۴ چرخه‌ی دوگانه ۹۷

نیروگاه‌های توربین گازی ۱۰۰

- ۵-۹ مدل سازی نیروگاه های توربین گازی ۱
- ۶-۹ چرخه ی هوای استاندارد برایتون ۲
- ۷-۹ چرخه های توربینی با بازیاب ۱۵
- ۸-۹ توربین های همراه با بازیاب، گرمایش مجدد و سرمایش میانی ۲۰
- ۹-۹ استفاده از توربین های گازی در رانش هواپیماها ۳۲
- ۱۰-۹ چرخه ی ترکیبی گاز-بخار ۳۸
- ۱۱-۹ چرخه های اریکسون و استرلینگ ۴۶
- جریان تراکم پذیر در شرایط پوره ها و پخش کن ها ۴۷
- ۱۲-۹ مقدمه ای بر جریان تراکم پذیر ۴۸
- ۱۳-۹ تحلیل یک بعدی جریان پندار بدون شیب و پخش کن ها ۵۲
- ۱۴-۹ جریان داخل شیبوره و پخش کن برای گاز کامل با گرمای ویژه ثابت ۶۰
- خلاصه ی فصل و راهنمای مطالعه ۷۱
- تمرین - مسأله هایی که مهندسان به آن می اندیشند ۷۲
- فصل ۱۰- سیستم های برودتی و پمپ حرارتی
- ۱-۱۰ سیستم های تبرید بخار ۹۱
- ۲-۱۰ تحلیل چرخه ی تبرید تراکم بخار ۹۴
- ۳-۱۰ مشخصات ماده ی مبرد ۱۰۴
- ۴-۱۰ سیستم های تراکم بخار چند مرحله ای و آبشاری ۱۰۵
- ۵-۱۰ تبرید جذبی ۱۰۸
- ۶-۱۰ سیستم های پمپ حرارتی ۱۱۰

۲۱۳	۷-۱۰ سیستم‌های تبرید گازی
۲۲۰	خلاصه فصل و راهنمای مطالعه
۲۲۱	تمرین - مسأله‌هایی که مهندسان به آن می‌اندیشند

فصل ۱۱- رابطه‌های ترمودینامیکی

۲۳۴	۱-۱۱ استفاده از معادله‌های حالت
۲۴۳	۲-۱۱ رابطه‌های مهم ریاضی
۲۴۷	۳-۱۱ به دست آوردن رابطه‌های بین خواص
۲۵۶	۴-۱۱ بررسی تغییرات دما، انترپی، انرژی داخلی و آنتالپی
۲۶۹	۵-۱۱ دیگر رابطه‌های ترمودینامیکی
۲۷۷	۶-۱۱ تهیه جدول‌های خواص ترمودینامیکی
۲۸۳	۷-۱۱ جدول‌های تعمیم‌یافته برای آنتالپی و انترپی
۲۹۳	۸-۱۱ رابطه‌های p - v - T برای مخلوط‌های گازی
۳۰۰	۹-۱۱ تحلیل کردن سیستم‌های چندجزئی
۳۱۷	خلاصه فصل و راهنمای مطالعه
۳۱۸	تمرین‌ها - مسأله‌هایی که مهندسان به آن می‌اندیشند

فصل ۱۲- مخلوط‌های گازی ایده‌آل و کاربردهای نم‌سنجی

۳۴۳	مخلوط‌های گازی ایده‌آل: ملاحظات کلی
۳۴۳	۱-۱۲ توصیف کردن ترکیب مخلوط
۳۴۹	۲-۱۲ رابطه‌ی بین p ، v و T برای مخلوط‌های گازی ایده‌آل
۳۵۲	۳-۱۲ محاسبه‌ی U ، H و S و گرمای ویژه

۵۴	۴-۱۲ تحلیل سیستم‌های شامل مخلوط‌ها
۷۴	کاربردهای نم‌سنجی
۷۴	۵-۱۲ معرفی اصول نم‌سنجی
۹۱	۶-۱۲ رطوبت سنج‌ها: اندازه‌گیری دماهای حباب تر و حباب خشک
۹۲	۷-۱۲ نمودارهای نم‌سنجی
۹۵	۸-۱۲ تحلیل فرآیندهای تهویه مطبوع
۲۰	۹-۱۲ یخ‌ها، خنک‌کن
۲۵	خلاصه‌ی فصل و راهنمای مطالعه
۲۶	تمرین: مسأله‌هایی که می‌بند، آن‌ها می‌اندیشند
	فصل ۱۱- مخلوط‌های واکنشی و احتراق
۴۶	مبانی احتراق
۴۶	۱-۱۳ معرفی احتراق
۵۸	۲-۱۳ پایداری انرژی سیستم‌های واکنش‌دهنده
۷۸	۳-۱۳ محاسبه‌ی دمای شعله‌ی آدیاباتیک
۸۴	۴-۱۳ پیل‌های سوختی
۸۷	۵-۱۳ آنتروپی مطلق و قانون سوم ترمودینامیک
۱۰۰	اگرزوی شیمیایی
۱۰۰	۶-۱۳ معرفی اگرزوی شیمیایی
۱۰۶	۷-۱۳ اگرزوی شیمیایی استاندارد
۱۱۴	۸-۱۳ خلاصه‌ی مبحث اگرزوی

۵۱۹	۹-۱۳ بازده انرژی (قانون دوم) برای سیستم‌های واکنش دهنده.....
۵۲۳	خلاصه‌ی فصل و راهنمای مطالعه.....
۵۲۴	تمرین: مسأله‌هایی که مهندسان به آن‌ها می‌اندیشند.....

فصل ۱۴- تعادل فازي و شیمیایی

۵۴۸	مبانی تعادل.....
۵۴۸	۱-۱۴ معرفی ملاک تعادل.....
۵۵۳	تعادل شیمیایی.....
۵۵۴	۲-۱۴ معادله‌ی واکنش تعادل.....
۵۵۷	۳-۱۴ محاسبه‌ی ترکیب‌های تعادلی.....
۵۷۰	۴-۱۴ مثال‌های بیشتری در مورد استفاده از ثابت تعادل.....
۵۸۳	تعادل فازي.....
۵۸۳	۵-۱۴ تعادل بین دو فاز یک ماده‌ی خالص.....
۵۸۵	۶-۱۴ تعادل سیستم‌های چند فازي با چندین ماده‌ی تشکیل دهنده.....
۵۹۲	خلاصه‌ی فصل و راهنمای مطالعه.....
۵۹۳	تمرین: مسأله‌هایی که مهندسان به آن‌ها می‌اندیشند.....

پیوست جدول‌ها و نمودارها

۶۰۸	جدول‌های خواص ترمودینامیکی در آحاد SI.....
۶۵۵	جدول‌های خواص ترمودینامیکی در آحاد انگلیسی.....
۷۰۳	نمودارها.....
۷۱۳	جواب مسأله‌های منتخب.....

پیشگفتار مؤلفان

در ویرایش پنجم این کتاب سعی شده است که اهداف چهار ویرایش اول این کتاب حفظ شود

- تا رفتار کاملی از ترمودینامیک مهندسی از دیدگاه کلاسیک ارائه گردد.

- تا مبنای دقیقی برای درس‌های بعدی در مکانیک سیالات و انتقال حرارت ارائه شود.

- تا دانشجویان برای استفاده از ترمودینامیک در کارهای مهندسی آماده شوند.

در ویرایش پنجم در حالیکه سازماندهی و سطح اصلی ویرایش‌های قبلی حفظ شده است، به معرفی موارد دیگری پرداخته شده است که در یادگیری دانشجو موثر می‌باشند. از آن جمله عناصر متنی جدید و مشخصه‌های طراحی داخلی می‌باشد که دانشجویان در درک و کاربرد موضوع اصلی کمک می‌کنند. در ویرایش پنجم، هدف ما این است که به مدیریت خود آموزش موثر نمایش‌های واضح و دقیق و گسترش کامل و دقیق مفاهیم بنیادی و کاربردهای مهندسی تکنولوژی جدید ادا دهیم.

مطالب و بخش‌های جدید در ویرایش پنجم:

- بخش جال و سرگرم کننده‌ی جدیدی به نام "ترمودینامیک در اخبار" در هر فصل آورده شده است. در کادرها

مربوط به اخبار دنیایی که امروزه مورد توجه هستند با توجه به مفاهیم مطرح شده در فصل ارائه می‌شوند. این

اخبار زمینه‌گسرداری برای آموزش دانشجویان ارائه کرده و مبنایی برای مسائل طراحی و بازپاسخ در هر فصل

ایجاد می‌کند.

- تغییرات دیگر در محتوای مطالب در سر قرار زیر می‌باشند:

- مبحث جدیدی از جدیدترین تکنولوژی پیل، وخت (به بخش ۴-۱۳ مراجعه کنید).

- ساختار بندی مجدد سرفصل‌های رطوبت سنجی (فصل ۱) و آنتالپی احتراق و ارزش‌های گرمایی (فصل ۱۳)

درک دانشجو را بالا می‌برد.

- مسائل آخر فصل اساساً تجدید نظر و بازبینی شده‌اند. مانند ویرایش‌های قبل مجموعه‌ی گسترده‌ای از مسائل ارائه

شده است. این مسائل بر اساس سرفصل‌های ارائه شده در متن کتاب طبقه‌بندی شده‌اند تا به استاد در انتخاب

مسئله‌ی مناسب کمک نمایند. این مسائل از مسائل ساده و اعتماد به نفس ساز که مهارت‌های پایه را نشان می‌دهند

شروع شده و به مسائل پیچیده و چالش بر انگیز که ممکن است شامل چندین بخش بوده و نیاز به تفکیک بیشتر

داشته باشند ختم می‌شود.

- مسائل آخر فصل طوری سازماندهی شده‌اند که به دانشجو فرصت گسترش و ایجاد مهارت مهندسی در سه حال

زیر را بدهند:

- مفهومی: به قسمت تمرین‌ها - آنچه مهندسان به آن می‌اندیشند مراجعه کنید.

- ایجاد مهارت: به قسمت مسئله‌ها: گسترش مهارت‌های مهندسی مراجعه کنید.

- طراحی: به قسمت مسأله‌های طراحی با پایان باز-تحقیق درباره‌ی عملکرد مهندسی مراجعه کنید.
- طراحی داخلی راحت از ویراش‌های قبلی توسط یک طرح متمرکز به فراگیرنده ارتقا یافته است که این طرح قصد دارد تا درک دانشجویان را بالا برد.

مشخصه‌های اصلی متن:

در این ویرایش نیز به بیان مشخصه‌های کلیدی پرداخته شده است که این کتاب را تبدیل به یک کتاب منحصر به فرد در زمینه‌ی ترمودینامیک کرده است. آموزش امتحان شده‌ی کلاسی استثنایی. آموزش ما مدلی است که دیگران به رقابت با آن برمی‌خیزند. برای مطالعه‌ی آن می‌توانید به مطلب چگونه از این کتاب به خوبی استفاده کنیم در جلد رویی کتاب مراجعه کنید.

روش قانونمند حل مسأله:

روش ما از آنجا که دانشجویان را تشویق می‌کند تا به صورت قانونمند تفکر کنند و به آنها در کاهش خطاهایشان کمک می‌کند، به عنوان استاندارد در متون ترمودینامیک در آمده است. تعمیم موثر قانون دوم ترمودینامیک. در متن این کتاب موازنه‌ی انرژی (فصل ۶) که به عنوان موثرترین راهی که دانشجویان می‌توانند با استفاده از آن چگونگی بکار بردن قانون دوم را بیاموزند شناخته شده است را بطور برجسته نشان می‌دهد. همچنین نمایش تحلیل انرژی (فصل ۷ و ۱۳) بصورت مدلی از جدیدترین تکنولوژی برای یادگیری موضوع اصلی در آمده است.

ارائه نرم افزار جهت ارتقای حل مسائل برای یاد داری عمیق تر. ما در استفاده از نرم افزار به عنوان یک نرم افزار کمکی در یادگیری ترمودینامیک مهندسی و حل مسائل بهینه‌سازی پیشگام می‌باشیم. تعمیم کامل و دقیق زمینه‌های کاربردی. در فصل ۸، تعمیم جامعی از کاربردهای سیکل‌های توانی و تبرید رطوبت سنجی و احتراق ارائه شده است که استاد می‌تواند از بین آنها سطوح مختلفی از روش تدریس از معرفی مقدماتی تا مطالعات عمیق را انتخاب کند.

تاکید بر طراحی و تحلیل مهندسی. محتوای متنی مشخص شده درباره‌ی فرآیند طراحی در بخش ۷-۱: طراحی و تحلیل مهندسی و بخش ۷-۷: اقتصاد در ترمودینامیک، آورده شده‌اند. در فصل همچنین به دقت مسائل طراحی و باز پاسخی ارائه می‌شوند که به دانشجویان این امکان را می‌دهد که توانایی خود را در عملکرد مهندسی گسترش دهد و مهارت‌هایی از قبیل خلاقیت در فرمول بندی کردن مسائل، تصمیم‌گیری‌های مهندسی و تبادل ایده‌ها را ارتقا دهد. انعطاف پذیری در آحاد. در این متن آحاد در SI یا بصورت ترکیبی از SI و انگلیسی ارائه شده‌اند. در سراسر متن کتاب بر استفاده‌ی دقیق آحاد و کاربرد قانونمند ضرایب تبدیل واحد تاکید شده است. روش‌های برآوردن نیازهای مختلف درس:

جهت شناخت طبیعت در حال رشد برنامه آموزشی و به خصوص روش‌های گوناگونی که ترمودینامیک مهندسی ارائه می‌شوند، ساختار متن این کتاب طوری است که نیازهای مختلف درسی را بر آورده سازد. جدول زیر چندین روش همگن برای استفاده از متن این کتاب در طول یک ترم تحصیلی را نشان می‌دهد. (۳ واحد) این کار برای درس‌هایی که بر اساس نیم ترم تحصیلی که بستگی به مقدار واحد دارد نیز تنظیم شده است برنامه‌ی آموزشی کامل برای هر دو حالت (ترم و نیمه ترم) در سایت استاد ارائه می‌شود. درس‌ها را می‌توان در سال دوم یا سوم برای دانشجویان مهندسی با پیش‌نیاز مناسب ارائه کرد.

نوع درس	استفاده کنندگان	پوشش دادن فصل
تحقیق	غیر اصلی	اصول. فصل ۶-۱ کاربردها، سرفصل‌های انتخابی از فصل ۱۰-۸ جریان تراکم ناپذیر در فصل ۹ را حذف کنید.
	اصلی	اصول. فصل ۶-۱ کاربردها. مانند بالا به اضافی مباحث انتخابی از فصل‌های ۱۲ و ۱۳
ترتیب دو درس	اصلی	درس اول. فصل ۸-۱ فصل هفت ممکن است جای خود را به درس دوم بدهد یا اینکه حذف شود. درس دوم. مباحث انتخابی از فصل‌های ۱۴-۹ جهت برآوردن نیازهای درسی خاص

چگونه از این کتاب به خوبی استفاده کنیم؟

این کتاب دارای ویژگی‌هایی است که مطالعه آنرا آسان‌تر می‌کند. و به درک بهتر آن کمک می‌نماید:

- مثال‌ها:
- مثال‌های حل شده‌ای متعددی که در سراسر متن این کتاب ارائه شده‌اند، طریقه استفاده از روش حل مسئله که بخش ۳-۷-۱ مثال ۱ ارائه شده است. نشان می‌دهند. توصیه می‌شود که حتماً این مثال‌ها و توضیحات مربوط آنها را مطالعه کنید.
- مثال‌های رسمی کمتری در سراسر متن ارائه شده‌اند. این مثال‌ها با علامت به عنوان مثال ... شروع شده و *پایان می‌یابند. این مثال‌ها نیز باید مورد مطالعه قرار گیرند.

تمرین‌ها:

- هر فصل شامل مجموعه‌ای از پرسش‌های قابل بحث است که با عنوان تمرین‌ها: آنچه مهندسی باید در باره آن تفکر بپردازند ارائه شده است که می‌تواند بصورت فردی یا گروهی انجام شود. هدف از ارائه این پرسش‌ها این است که به شما در درک بهتر و عمیق‌تر مطالب ارائه شده در متن، تفکر درست و ارزیابی خود کمک کند.
- تعداد زیادی مسائل آخر فصل نیز تحت عنوان مسائل: گسترش مهارت‌های مهندسی ارائه شده‌اند. ترتیب این مسائل به گونه‌ای است که با موضوع متن هماهنگی داشته باشند و برحسب درجه‌ی سختی، به ترتیب از آسان سخت ارائه شده‌اند. این مسائل همچنین تحت عناوین ارائه شده در متن کتاب دسته‌بندی شده‌اند تا روند انتخاب مسائل دوره‌ای برای حل کردن را تسریع نمایند.

• از آنجا که یکی از اهداف این کتاب کمک به شما در جهت استفاده از ترمودینامیک در کاربردهای مهندسی است، ملاحظات طراحی مرتبط با ترمودینامیک نیز ارائه شده‌اند، هر فصل شامل مجموعه‌ای از مسائل تحت عنوان مسائل طراحی و بازپاسخ تحقیق درباره‌ی عملکرد مهندسی است که تجارب طراحی مختصری را فراهم می‌آورد تا به شما در ایجاد خلاقیت و قضاوت مهندسی کمک کند. این مسائل همچنین فرصت‌هایی برای تمرین مهارت‌های ارتباطی فراهم می‌آورند.

کمک‌های مطالعاتی دیگر:

- هر فصل با مقدمه‌ای شروع می‌شود که زمینه مهندسی را ارائه کرده و هدف فصل را بیان می‌کند.
- هر فصل با بخشی به نام خلاصه‌ی فصل و راهنمای مطالعه به پایان می‌رسد که راهنمایی برای مطالعه برای امتحانات می‌باشد.

• کلمات کلیدی در حاشیه کتاب آورده شده‌اند. و با موضوع متن در آن قسمت‌ها هماهنگ می‌باشند.

• روابط کلیدی با یک خط افقی مخاف شروع می‌شود مانند رابطه‌ی ۱-۱۰

• برای رجوع سریع، ضریب تبخیر ثابت‌های مهم در زیر ارائه شده‌اند.

• فهرستی از نمادها در داخل جلد پیشانی کتاب و صفحه‌ی مقابل آن ارائه شده‌اند.

ثابت‌ها:

ثابت جهانی گازها: $R = 8.314 \text{ kJ/kmol} \cdot \text{K}$

فشار اتمسفر استاندارد: $1 \text{ atm} = 1.01325 \text{ بار}$

شتاب جاذبه‌ی استاندارد: $g = 9.80665 \text{ m/s}^2$

روابط درجه حرارت: $T(^{\circ}\text{C}) = T(\text{K}) - 273.15$