

اصول ترمودینامیک

جلد اول

(ویرایش هفتم - سیستم SI)

مؤلفین:

بورگناک، زونتاک

مترجم:

دکتر احمد رضا عظیمیان

استاد مهندسی مکانیک

دانشکده مهندسی مکانیک

دانشگاه صنعتی اصفهان



مرکز انتشارات
جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان

واحد صنعتی اصفهان

سیرشناسه	بورگناک، کلاوس : Claus, Borgnakke
عنوان و نام پدیدآور	اصول ترمودینامیک (ویرایش هفتم) // مؤلفین : بورگناک، زونتاک؛ مترجم : احمد رضا عظیمیان.
مشخصات نشر	اصفهان: جهاد دانشگاهی، واحد صنعتی اصفهان، مرکز انتشارات
مشخصات ظاهری	ج ۲: مصور، جدول، نمودار.
شابک	ج ۱: ۱-۲۵-۵۱۵۱-۶۰۰-۹۷۸ شابک دوره: ۱-۲۱-۵۱۵۱-۶۰۰-۹۷۸
وضعیت فهرست نویسی	فیا
یادداشت	عنوان اصلی: Fundamentals of Thermodynamics, 7 th ed(SI version), 2009 .
موضوع	ترمودینامیک
شناسه افزوده	زونتاک، ریچارد ادوین
شناسه افزوده	Sonntag, Richard Edwin
شناسه افزوده	عظیمیان، احمد رضا. ۱۳۳۲ - مترجم
رده بندی کنگره	الف ۸۵ ب ۲۶۵/ TJ ۲۶۵
رده بندی دیویی	۶۲۱/۴۰۲
شماره کتابشناسی ملی	۷۰۷۰۷۰۷۰۷

نام کتاب	اصول ترمودینامیک - جلد اول (ویرایش هفتم - سیستم SI)
تألیف	کلاوس بورگناک، ریچارد ادوین زونتاک
ترجمه	دکتر احمد رضا عظیمیان
ارزیاب علمی	مهندس محمدباقر عطایی
ناشر	جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان - مرکز انتشارات
نوبت چاپ	اول
تاریخ نشر	۱۳۹۱
شمارگان	۱۰۰۰ جلد
تعداد صفحات	۶۸۹ (۱۲+۶۷۷) صفحه
چاپ و صحافی	سازمان انتشارات جهاد دانشگاهی
قیمت	۲۴۰۰۰۰ ریال
«تغییر قیمت کتاب بدون اجازه کتبی ناشر، مجاز نمی باشد.»	

- * صحت مطالب کتاب به عهده مترجم بوده و ناشر مسئولیتی در این موضوع ندارد.
- * حق چاپ برای ناشر محفوظ است، تکثیر این کتاب یا بخش از آن به هر شکل، شرعاً و قانوناً ممنوع بوده و دارای پیگرد قانونی است.
- * نشانی ناشر: اصفهان - دانشگاه صنعتی اصفهان - جهاد دانشگاهی - مرکز انتشارات: ۳۹۱۲۷۱۱-۳۹۱۲۷۱۱
فروشگاه: ۳۹۱۲۵۹۱
دورنگار: ۳۹۱۲۵۴۱

www.isba.ir

www.jdiut.ac.ir

sec.iut@acecr.ac.ir: نشانی الکترونیکی

مراکز پخش: ۱- کتابفروشی جهاد دانشگاهی (اصفهان - دانشگاه صنعتی اصفهان - تلفن: ۳۹۱۲۵۹۴)
۲- نمایشگاه کتاب جهاد دانشگاهی (تهران - خیابان انقلاب - بین خیابان فلسطین و چهارراه ولی عصر ع.ج. - جنب مؤسسه نمایشگاههای فرهنگی ایران تلفن: ۳۹۶۸۷۳۶) ۳- علم گستر سپاهان (اصفهان - خیابان آماذگاه - کوچه قتل آباد - پلاک ۹۰ - تلفن: ۳۹۱۹۹۷۸-۹) ۴- کتابپایان (تهران - میدان انقلاب - ابتدای خیابان آزادی - خیابان دکتر قریب - پلاک ۷ - تلفن: ۳۹۱۲۵۹۴-۳۹۱۲۵۹۴)
شماره تماس برای خرید تلفنی کتاب از سراسر کشور: ۳۹۱۲۵۹۴-۳۹۱۲۵۹۴

سخن فاشر

جای خرسندی و شکر بسیار است که در آستانه تابش پرتوهای حیات بخش اسلام بر پهنه زمین، خود را در زمانی می یابیم که اندیشه اصلاح نه تنها عبث نیست که پیمودن راههای کمال و رشد در هر بعدی از ابعاد انسانی هموارتر و شدنی تر می نماید. وظیفه آنان که در این دوره و در این سرزمین مقدس زندگی می کنند بس سنگین و دشوار است و بطور خاص مسئولیت دانشگاه و دانشگاهیان در کنار حوزه های مقدس علمیه جایگاهی حساس و تعیین کننده در روند حرکت اجتماع دارد. تلاش پیگیر و همه جانبه برای بریدن بندهای وابستگی جهاد مقدسی است که باید از دانشگاه و حوزه شروع شود و انتشار کتب علمی از سوی ما کوششی است در راستای آنچه ذکر آن رفت. بدیهی است این کوشش زمانی به نتایج مفید می رسد که بطور مداوم از سوی استادان، دانشگاهیان و اندیشمندان متعهد مورد انتقاد و پیشنهادات سازنده قرار گیرد.

اینک که چاپ اول این کتاب تقدیم دانشگاهیان ارجمند و مشتاق علم می گردد جای دارد از تمامی عزیزانی که در آماده سازی و تدوین آن تلاش نموده و زحمات زیادی را متحمل شده اند تشکر و قدردانی بعمل آید.

مرکز انتشارات جهاد دانشگاهی

واحد صنعتی اصفهان

سخن مترجم

با پیشرفت و توسعه علوم و فناوری، کتب و مراجع مربوطه هم باید بطور همزمان توسعه یابند. ویرایش هفتم کتاب اصول و مبانی ترمودینامیک هم از این امر مستثنی نیست. بنابراین بر آن بستم تا پس از ترجمه ویرایش های پنجم و ششم کتاب فوق، اینک ترجمه ویرایش هفتم را در اختیار علاقمندان و بخصوص دانشجویان عزیز قرار دهم که امید است مورد قبول واقع شود.

ویرایش هفتم، تفاوت های بسیاری با ویرایش های قبلی داشته و مطالب جدیدی در قسمت های مختلف آن اضافه شده است. این ویرایش شامل هفده فصل است که به صورت یک مجموعه دو جلدی ارائه می شود. جلد اول شامل ده فصل بوده و برای درس ترمودینامیک یک مناسب است. جلد دوم هم که شامل فصل های یازده تا هفده است، برای پوشش درس ترمودینامیک در در نظر گرفته شده است. از خوانندگان محترم درخواست می شود تا در صورت مشاهده هر گونه اشکالی، مراتب را به اینجانب یا ناشر محترم اطلاع دهند تا در چاپ های بعدی اصلاحات مربوطه اعمال گردد.

در خاتمه بر خود لازم می دانم که از زحمات آقای محسن نصر اصفهانی در تایپ کتاب قدردانی نمایم. از آقای امیر سپهر عظیمیان هم که در بازخوانی و انجام برخی تصحیحات کمک نمودند قدردانی می کنم. از زحمات و همراهی های همسر خوبم هم سپاسگزاری می نمایم.

احمد رضا عظیمیان

استاد دانشکده مهندسی مکانیک

دانشگاه صنعتی اصفهان

درباره مترجم

دکتر احمد رضا عظیمیان متولد ۱۳۳۴، متأهل و دارای سه فرزند است، تحصیلات دبیرستان خود را در سال ۱۳۵۲ با اخذ مدرک دیپلم از دبیرستان ادب اصفهان به پایان رسانده و در همان سال وارد دانشکده مهندسی مکانیک دانشگاه صنعتی شریف شد و در سال ۱۳۵۶ موفق به اخذ مدرک لیسانس مهندسی مکانیک از آن دانشگاه گردید. دوران خدمت سربازی را در دانشگاه صنعتی اصفهان به عنوان هیأت علمی (مربی) مشغول بکار شد. در سال ۱۳۶۲ برای ادامه تحصیل به انگلستان رفته و فوق لیسانس مهندسی مکانیک را در سال ۱۳۶۳ در دانشگاه بیرمنگام به پایان رسانده و دوره دکتری را در سال ۱۳۶۶ در دانشگاه کرانفیلد انگلستان به اتمام رساند.

نامبرده پس از بازگشت به کشور در سال ۱۳۶۶ بعنوان هیأت علمی در دانشگاه صنعتی اصفهان ادامه کار داده و در حال حاضر استاد تمام دانشکده مهندسی مکانیک می باشد. ایشان کتابهای زیادی را در زمینه مهندسی مکانیک ترجمه کرده و در اختیار دانشجویان قرار داده اند. کتابهایی چون ترمودینامیک جلد ۱ و ۲، مکانیک سیالات جلد ۱ و ۲، ماشینهای آبی، دینامیک سیالات محاسباتی جلد ۱ و ۲ برای مهندسان.

نامبرده تعداد زیادی مقالات علمی در مجلات معتبر داخلی و خارجی چاپ کرده و در کنفرانس های بین المللی و داخلی هم مقالات زیادی را ارائه کرده اند.

ایشان درسهایی چون مکانیک سیالات ۱ و ۲، مکانیک سیالات پیشرفته، ترمودینامیک ۱ و ۲، دینامیک گازها، توربین گاز پیشرفته، دینامیک سیالات محاسباتی، توربو ماشینها، ماشینهای آبی و درسهای مرتبط دیگر را در دانشگاههای مختلف تدریس نموده اند و عضو انجمنهای علمی چون انجمن مهندسی مکانیک ایران، انجمن مشاوران و انجمن مهندسان مکانیک آمریکا هستند.

مترجم در زمینه های مشاوره صنعتی و ارائه خدمات فنی مهندسی به شرکتهای و سازمانهای مختلف هم فعالیت های متعددی داشته اند.

مطالعه کنندگان محترم می توانند برای آشنایی بیشتر با مترجم، به نشانی <http://azimian.iut.ac.ir> مراجعه فرمایند.

فصل اول (مقدمه)

۱-۱	نیروگاه بخار ساده	۱
۲-۱	پیل های سوختنی	۵
۳-۱	سیکل تراب تراکم بخار	۷
۴-۱	مبرد ترموالکتریک	۸
۵-۱	دستگاه تجزیه هوا	۹
۶-۱	توربین گاز	۱۱
۷-۱	موتور شیمیایی موشک	۱۳
۸-۱	کاربردهای دیگر و مباحث زیست محیطی	۱۵

فصل دوم (حجم های معیار و واحدها)

۱-۲	سیستم ترمودینامیکی و حجم معیار	۱۷
۲-۲	مقایسه دیدگاه های میکروسکوپی و ماکروسکوپی	۱۹
۳-۲	خواص و حالت ماده	۲۱
۴-۲	فرآیندها و سیکل ها	۲۲
۵-۲	واحدهای جرم، طول، زمان و نیرو	۲۳
۶-۲	انرژی	۲۶
۷-۲	حجم مخصوص و چگالی	۲۹
۸-۲	فشار	۳۳
۹-۲	برابری دما	۴۱
۱۰-۲	قانون صفرم ترمودینامیک	۴۱
۱۱-۲	مقیاسهای دما	۴۲
۱۲-۲	کاربردهای مهندسی	۴۳
	خلاصه	۴۸
	مفاهیم کلیدی و فرمول ها	۵۰
	مسائل راهنمای درک مفاهیم	۵۱

فصل سوم (رفتار ماده خالص)

۶۶	۱-۳ ماده خالص
۶۷	۲-۳ تعادل فازهای بخار-مایع-جامد در یک ماده خالص
۷۵	۳-۳ خواص مستقل یک ماده خالص
۷۶	۴-۳ جدول‌های خواص ترمودینامیکی
۸۵	۵-۳ سطوح ترمودینامیکی
۸۸	۶-۳ رفتار P-V-T گازهای با چگالی کم و متوسط
۹۲	۷-۳ ضریب تراکم‌پذیری
۹۷	۸-۳ معادله‌های حالت
۹۷	۹-۳ جدول‌های کامپیوتری
۱۰۰	۱۰-۳ کاربردهای مهندسی
۱۰۳	خلاصه
۱۰۴	مفاهیم کلیدی و فرمول‌ها
۱۰۵	مسائل راهنمای مطالعه مفاهیم

فصل چهارم (انتقال‌های انرژی)

۱۲۲	۱-۴ تعریف کار
۱۲۳	۲-۴ واحدهای کار
۱۲۵	۳-۴ کار انجام شده در مرز متحرک یک سیستم تراکم‌پذیر ساده
۱۳۷	۴-۴ کار در سیستم‌های دیگر
۱۴۰	۵-۴ نکاتی تکمیلی در مورد کار
۱۴۲	۶-۴ تعریف حرارت
۱۴۴	۷-۴ گونه‌های انتقال حرارت
۱۴۶	۸-۴ مقایسه حرارت و کار
۱۴۸	۹-۴ کاربردهای مهندسی
۱۵۲	خلاصه
۱۵۳	مفاهیم پایه و فرمول‌ها
۱۵۴	مسائل راهنمای مفهومی

فصل پنجم (معادله انرژی برای یک جرم معیار)

۱۷۳	 قانون اول ترمودینامیک برای سیستمی که سیکلی را طی می کند
۱۷۵	 قانون اول ترمودینامیک برای تغییر حالت یک سیستم (جرم معیار)
۱۸۳	 (۳-۵) انرژی درونی - یک خاصیت ترمودینامیکی
۱۸۵	 (۴-۵) تحلیل مسایل و روشهای حل
۱۸۸	 (۵-۵) خاصیت ترمودینامیک انتالپی
۱۹۵	 (۶-۵) گرماهای ویژه حجم ثابت و فشار ثابت
۱۹۷	 (۷-۵) انرژی داخلی، انتالپی و گرمای ویژه گازهای ایده آل
۲۰۴	 (۸-۵) قانون اول به صورت یک معادله ی شدت
۲۰۷	 (۹-۵) بقای جرم
۲۰۸	 (۱۰-۵) کاربردهای مهندسی
۲۱۳	 خلاصه
۲۱۴	 مفاهیم کلیدی و روابط
۲۱۶	 مسائل راهنمای مفهومی

فصل ششم (معادله انرژی برای یک حجم معیار)

۲۴۵	 (۱-۶) بقای جرم و حجم معیار
۲۴۹	 (۲-۶) قانون اول ترمودینامیک برای یک حجم معیار
۲۵۲	 (۳-۶) فرآیند حالت دایم
۲۵۵	 (۴-۶) مثال های فرآیندهای حالت - دایم
۲۷۲	 (۵-۶) فرآیند گذرا
۲۸۲	 (۶-۶) کاربردهای مهندسی
۲۸۷	 خلاصه
۲۹۰	 مفاهیم کلیدی و روابط آنها
۲۹۱	 مسائل راهنمای درک مفاهیم

فصل هفتم (قانون دوم ترمودینامیک کلاسیک)

۳۲۶	۱-۷) موتورهای حرارتی و یخچال‌ها
۳۳۴	۲-۷) قانون دوم ترمودینامیک
۳۳۷	۳-۷) فرآیند برگشت پذیر
۳۳۹	۴-۷) عواملی که فرآیند را برگشت ناپذیر می کنند
۳۴۳	۵-۷) سیکل کارنو
۳۴۵	۶-۷) دو قضیه درباره ی بازده یک سیکل کارنو
۳۴۷	۷-۷) مقیاس ترمودینامیکی حرارت
۳۴۸	۸-۷) مقیاس گاز - ایده آل دما
۳۵۳	۹-۷) ماشین های ایده آل در مقابل ماشین های واقعی
۳۵۷	۱۰-۷) کاربردهای مهندسی
۳۶۲	خلاصه
۳۶۳	مفاهیم کلیدی و روابط
۳۶۴	مسائل راهنمای درک مفاهیم

فصل هشتم (انترپیی برای یک جرم معیار)

۳۸۳	۱-۸) نابرابری کلازیوس
۳۸۹	۲-۸) انترپیی - یک خاصیت سیستم
۳۹۱	۳-۸) انترپیی یک ماده خالص
۳۹۴	۴-۸) تغییر انترپیی در فرآیندهای برگشت پذیر
۴۰۰	۵-۸) رابطه ی خواص ترمودینامیکی
۴۰۲	۶-۸) تغییر انترپیی یک جامد یا مایع
۴۰۳	۷-۸) تغییر انترپیی یک گاز ایده آل
۴۰۹	۸-۸) فرآیند پلی تروپیک برگشت پذیر برای یک گاز ایده آل
۴۱۳	۹-۸) تغییر انترپیی جرم معیار (سیستم) در طی یک فرآیند برگشت ناپذیر
۴۱۵	۱۰-۸) تولید انترپیی
۴۱۸	۱۱-۸) اصل افزایش انترپیی
۴۲۳	۱۲-۸) انترپیی به صورت یک معادله ی شدت
۴۲۶	۱۳-۸) نقطه نظرهای کلی در مورد انترپیی و بی نظمی

۴۲۹	 خلاصه
۴۳۰	 مفاهیم کلیدی و روابط
۴۳۲	 مسائل راهنمای درک مفاهیم

فصل نهم (معادله انتروپی برای یک حجم معیار)

۴۶۱	 ۹-۱) قانون دوم ترمودینامیک برای یک حجم معیار
۴۶۳	 ۹-۲) فرآیند حالت - دایم و فرآیند گذرا
۴۷۳	 ۹-۳) فرآیند تک جریانی حالت دائم
۴۷۹	 ۹-۴) اصل افزایش انتروپی
۴۸۳	 ۹-۵) کاربردهای مهندسی - بازده
۴۹۱	 ۹-۶) خلاصه تحلیل حجم معیار کلی
۴۹۲	 خلاصه
۴۹۴	 مفاهیم کلیدی و فرمول‌ها
۴۹۵	 مسائل راهنمای درک مفاهیم

فصل دهم (توانمندی)

۵۲۵	 ۱۰-۱) انرژی در دسترس، کاربرگشت و برگشت‌ناپذیری
۵۴۱	 ۱۰-۲) توانمندی و بازده قانون دوم
۵۵۳	 ۱۰-۳) معادله موازنه اکسرژی
۵۵۸	 ۱۰-۴) کاربردهای مهندسی
۵۶۰	 خلاصه
۵۶۱	 مفاهیم کلیدی و فرمول‌ها
۵۶۳	 مسائل راهنمای درک مفاهیم
۵۸۱	 پیوستها
۶۷۵	 نمایه