



ترمودینامیک و سینتیک در علم مواد

www.ketab.ir

تالیف

بوریس اس بوکستاین، میخائیل آی مندلیف،

دیوید جی سرولوویتس

ترجمه:

دکتر مریم احتشامزاده

مهندس امین صالحی

استاد دانشگاه شهید باهنر کرمان

کارشناس ارشد مهندسی مواد

سرشناسه	بوکشتین، باریس سامویلوویچ Bokshtein, B. S. (Boris Samuilovich)
عنوان و نام پدیدآور	ترمودینامیک و سینتیک در علم مواد/ تالیف بوریس اس بوکشتاین، میخائیل آی مندلیف، دیوید جی سرولوویتس؛ ترجمه امین صالحی، مریم احتشامزاده.
مشخصات نشر	تهران: همراه علم؛ دانشگاه شهید باهنر کرمان، انتشارات، ۱۳۹۹.
مشخصات ظاهری	۵۱۹ ص.
فروست	انتشارات دانشگاه شهید باهنر کرمان؛ ۴۴۹.
شابک	978-622-6271-16-5
وضعیت فهرست نویسی: فیپا	
یادداشت	عنوان اصلی: Thermodynamics and kinetics in materials science : 2005.a short course,
یادداشت	واژه نامه.
یادداشت	نمایه.
موضوع	ترمودینامیک -- کتاب های درسی
موضوع	Thermodynamics -- Textbooks
موضوع	شیمی -- واکنش ها -- سرعت
موضوع	Chemical kinetics
شناسه افزوده	مندلیف، میخائیل آی.
شناسه افزوده	Mendelev, Mikhail I. (Boris Samuilovich)
شناسه افزوده	سرالوویتس، دیوید ج.
شناسه افزوده	Stolovitz, David J
شناسه افزوده	صالحی، امین، ۱۳۶۷ - مترجم
شناسه افزوده	احتشامزاده، مریم، ۱۳۵۳ - مترجم
شناسه افزوده	دانشگاه شهید باهنر کرمان. انتشارات
رده بندی کنگره	QC۳۱۱ / ۱۵
رده بندی دیویی	۵۳۶/۷
شماره کتابشناسی ملی	۷۳۰۰۹۵۴

ترمودینامیک و سینتیک در علم مواد

تالیف: بوریس اس بوکشتاین، میخائیل آی مندلیف، دیوید جی سرولوویتس

ترجمه: مهندس امین صالحی، دکتر مریم احتشامزاده

ناشر: انتشارات دانشگاه شهید باهنر کرمان، انتشارات همراه علم

نوبت چاپ: اول، ۱۳۹۹

تیراژ: ۵۰۰ نسخه

لیتوگرافی و چاپ: فرشویه

قیمت: ۶۵۰,۰۰۰ ریال

شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۶۲۷۱-۱۶-۵

ISBN-978-622-6271-16-5

فهرست مطالب

۱۱	پیشگفتار مترجمان
۱۳	پیشگفتار نویسندگان
۱۹	فصل ۱: قوانین اصلی ترمودینامیک
۲۱	۱.۱ قانون اول ترمودینامیک
۲۱	۱.۱.۱ تعاریف اصلی
۲۵	۲.۱.۱ مفهوم قانون اول ترمودینامیک
۲۸	۳.۱.۱ گاز ایده آل
۳۱	۴.۱.۱ ترموشیمی
۳۶	۲.۱ قانون دوم ترمودینامیک
۳۶	۱.۲.۱ اصل تامسون و کلازیوس
۳۹	۲.۲.۱ فرآیندهای برگشت پذیر و بیگشت پذیر
۴۱	۳.۲.۱ چرخه‌ی کارنو
۴۵	۴.۲.۱ نامساوی کلازیوس
۴۷	۵.۲.۱ آنتروپی
۵۰	۶.۲.۱ مفاهیم قانون دوم ترمودینامیک
۵۳	۳.۱ قانون سوم ترمودینامیک
۵۳	۱.۳.۱ نظریه‌ی گرمایی نرنست
۵۴	۲.۳.۱ تعیین آنتروپی مطلق
۵۶	۴.۱ انرژی‌های آزاد گیبس و هلمهولتز
۵۶	۱.۴.۱ جهت فرآیندهای خودبه‌خودی در دمای ثابت
۵۸	۲.۴.۱ وابستگی انرژی آزاد گیبس و هلمهولتز به T , p و V
۶۳	۵.۱ ترمودینامیک سیستم‌های باز
۶۳	۱.۵.۱ پتانسیل شیمیایی
۶۶	۲.۵.۱ شرایط تعادلی
۶۹	فصل ۲: تعادل فاز، بخش اول
۶۹	۱.۲ قانون فاز گیبس

۷۴	۲،۲ معادله‌ی کلازیوس - کلاپیرون
۷۷	مسائل نمونه
۷۹	فصل ۳: نظریه‌ی ترمودینامیک محلول‌ها
۷۹	۱،۳ توصیف ترمودینامیک محلول‌ها
۸۵	مسائل نمونه
۸۶	۲،۳ محلول‌های رقیق ایده‌آل
۸۷	۱،۲،۳ توابع ترمودینامیکی
۹۵	مسأله نمونه
۹۵	۲،۲،۳ نقطه جوش
۹۸	۳،۲،۳ نقطه‌ی انجماد
۱۰۱	پرسش مروری
۱۰۱	مسأله‌ی نمونه
۱۰۲	۴،۲،۳ جداسازی حل‌شونده
۱۰۳	۵،۲،۳ ترکیب شیمیایی محلول اشباع
۱۰۴	۳،۳ محلول‌های ایده‌آل
۱۰۷	پرسشهای مروری
۱۰۷	مسائل نمونه
۱۰۸	۴،۳ محلول‌های غیر ایده‌آل
۱۰۸	۱،۴،۳ اکتیویته
۱۱۳	پرسشهای مروری
۱۱۳	مسائل نمونه
۱۱۴	۲،۴،۳ تعیین اکتیویته به صورت تجربی
۱۱۷	۵،۳ محلول‌های باقاعده
۱۲۱	۶،۳ مدل محلول غیر گرمایی
۱۲۴	۷،۳ محلول‌های یونی
۱۳۱	فصل ۴: تعادل فازي، بخش دوم
۱۳۱	۱،۴ دیاگرام‌های فازي سیستمهای دو جزئی
۱۳۳	۲،۴ دیاگرام‌های فازي نوع اول
۱۴۰	۳،۴ دیاگرام‌های فازي نوع دوم

۴،۴	دیاگرام‌های فازي نوع سوم	۱۴۴
۵،۴	دیاگرام‌های فازي نوع چهارم	۱۴۷
۶،۴	دیاگرام‌های فازي نوع پنجم	۱۴۹
۷،۴	دیاگرام‌های فازي نوع ششم	۱۵۰
۸،۴	نشانه‌گذاری مناطق یک جزئي و دو جزئي دیاگرام فازي	۱۵۲
فصل ۵:	ترمودینامیک واکنش‌های شیمیایی	۱۵۹
۱،۵	ملاحظات ترمودینامیکی برای واکنش‌های شیمیایی	۱۵۹
۲،۵	ترمودینامیک واکنش‌های گازی	۱۶۲
۳،۵	ترمودینامیک واکنش‌های مواد چگال خالص	۱۶۷
۴،۵	ترمودینامیک واکنش‌های شامل محلول	۱۶۹
فصل ۶:	پدیده‌های فصل مشترک	۱۷۳
۱،۶	جذب سطحی گازها	۱۷۵
۱،۱،۶	هم‌دمای (ایزوترم) لانگمیر	۱۷۶
۲،۱،۶	نظریه BET در مورد جذب چند لایه	۱۸۰
۳،۱،۶	چگالش موین	۱۸۷
۲،۶	ترمودینامیک فصل مشترک گیس	۱۹۳
۳،۶	مدل‌های گاه‌نگاهیم و ژوهویتسکی	۲۰۱
فصل ۷:	ترمودینامیک سیستم‌های تحت تنش	۲۰۷
۱،۷	تغییر شکل‌های جزئي در مواد جامد	۲۰۷
۱،۱،۷	تانسور کرنش	۲۰۷
۲،۷	انرژی آزاد جامدات تحت کرنش	۲۱۷
۳،۷	قانون هوک	۲۱۹
۱،۳،۷	قانون هوک برای جامدات ناهمسانگرد	۲۱۹
۲،۳،۷	قانون هوک برای جامدات همسانگرد	۲۲۲
۴،۷	ارتباط میان تغییر شکل و تغییر دما	۲۲۶
۵،۷	تعادل جامدات تحت تنش	۲۲۸
۶،۷	تنش سطحی	۲۳۰
فصل ۸:	سینتیک واکنش‌های شیمیایی همگن	۲۳۵
۱،۸	سینتیک قراردادی واکنش‌های همگن	۲۳۶

۲۳۶	۱،۱،۸ سرعت واکنش شیمیایی
۲۳۹	۲،۱،۸ تعیین مرتبه‌ی واکنش و ثابت سرعت
۲۴۵	۳،۱،۸ سینتیک واکنش‌های شیمیایی نزدیک تعادل
۲۴۶	۴،۱،۸ وابستگی ثابت سرعت به دما
۲۵۱	۲،۸ سینتیک واکنش‌های مرکب
۲۵۲	۱،۲،۸ سینتیک واکنش‌های متوالی
۲۵۵	۲،۲،۸ سینتیک واکنش‌های موازی
۲۵۷	۳،۲،۸ سینتیک واکنش‌های زنجیرهای
۲۶۵	فصل ۹: ترمودینامیک فرآیندهای برگشت ناپذیر
۲۶۶	۱،۹ اصل اول آنزاگر
۲۶۷	۲،۹ اصل دوم آنزاگر
۲۶۸	۳،۹ نیروهای ترمودینامیکی برای انتقال گرما و ماده
۲۷۱	۴،۹ نیروهای ترمودینامیکی برای واکنش‌های شیمیایی
۲۷۴	۵،۹ اصل سوم آنزاگر - اصل موازنه‌ی تفصیلی
۲۷۸	۶،۹ بازتعریف نیروی ترمودینامیکی
۲۸۰	۷،۹ روند حل مسائل ترمودینامیک برگشت ناپذیر
۲۸۱	فصل ۱۰: نفوذ
۲۸۲	۱،۱۰ توصیف ریاضی نفوذ
۲۸۲	۱،۱،۱۰ قانون اول فیک
۲۸۵	۲،۱،۱۰ قانون دوم فیک
۲۸۶	۳،۱،۱۰ بعضی از پاسخ‌های مفید معادله‌ی نفوذ در یک بعد
۲۹۵	۲،۱۰ نفوذ به عنوان یک فرآیند جنبشی تصادفی
۲۹۹	۳،۱۰ نفوذ در فلزات
۲۹۹	۱،۳،۱۰ نتایج تجربی مهم
۳۰۲	۲،۳،۱۰ سازوکارهای نفوذ در فلزات
۳۰۸	۴،۱۰ نفوذ در فلزات آمورف
۳۱۱	۵،۱۰ نفوذ در پلیمرها
۳۱۳	۶،۱۰ نفوذ در سیستم‌های چند فاز
۳۱۸	۷،۱۰ نفوذ حرارتی

فصل ۱۱: سینتیک فرایندهای ناهمگن.....	۳۲۳
فصل ۱۲: مقدمه‌ای بر ترمودینامیک آماری گازها.....	۳۲۹
۱.۱۲ آمار گیبس.....	۳۳۰
۲.۱۲ ترمودینامیک آماری یک گاز ایده‌آل.....	۳۳۵
۱.۲.۱۲ تابع توزیع یک گاز ایده‌آل.....	۳۳۵
۲.۲.۱۲ اثر حرکت انتقالی مولکول‌های گاز.....	۳۴۰
۳.۲.۱۲ انرژی مولکول‌های دو اتمی.....	۳۴۰
۴.۲.۱۲ بخشهای چرخشی توابع ترمودینامیکی.....	۳۴۴
۵.۲.۱۲ بخشهای ارتعاشی توابع ترمودینامیکی.....	۳۴۶
۶.۲.۱۲ مولکول‌های گازی چند اتمی.....	۳۴۹
۷.۲.۱۲ بخش الکترونی توابع ترمودینامیکی.....	۳۵۱
۸.۲.۱۲ توزیع ماکسول.....	۳۵۲
۹.۲.۱۲ برخورد مولکول‌های گازی با سطح.....	۳۵۵
۱۰.۲.۱۲ برخورد مولکول‌های گازی.....	۳۵۷
۱۱.۲.۱۲ مقاطع عرضی.....	۳۶۰
۳.۱۲ نظریه‌ی آماری واکنش‌های شیمیایی.....	۳۶۴
۱.۳.۱۲ محاسبه‌ی ثابت تعادل از داده‌های طیف سنجی.....	۳۶۴
۲.۳.۱۲ نظریه‌ی برخوردهای فعال.....	۳۶۶
۳.۳.۱۲ نظریه‌ی کمپلکس فعال.....	۳۶۹
۱.۳.۳.۱۲ مسیر واکنش.....	۳۷۰
۲.۳.۳.۱۲ محاسبه‌ی ثابت سرعت.....	۳۷۲
۳.۳.۳.۱۲ مقایسه‌ی نظریه‌ی کمپلکس فعال و قانون آرنیوس.....	۳۷۸
۴.۳.۳.۱۲ شکل ترمودینامیکی نظریه‌ی کمپلکس فعال.....	۳۷۹
فصل ۱۳: مقدمه‌ای بر ترمودینامیک آماری ماده‌ی چگال.....	۳۸۳
۱.۱۳ مقدمه‌ای بر نظریه‌ی مایع.....	۳۸۳
۱.۱.۱۳ توابع همبستگی.....	۳۸۳
۲.۱.۱۳ تعیین خواص ترمودینامیکی.....	۳۸۷
۳.۱.۱۳ معادله‌ی حالت ماده‌ی غیر بلوری.....	۳۹۰
۴.۱.۱۳ معادله‌ی بورن - گرین - بوگولیوف.....	۳۹۲

پیشگفتار مترجمان

نقاط قوت این کتاب به عنوان یک منبع آموزشی از انتشارات دانشگاه آکسفورد جهت دوره‌های کارشناسی و تحصیلات تکمیلی رشته مهندسی مواد توسط نویسندگان کتاب به خوبی در پیشگفتار ایشان بیان شده است. لذا در ابتدا از دانشجویان و اساتید گرامی دروس ترمودینامیک و سینتیک که مایل به مطالعه یا معرفی این کتاب به عنوان منبعی آموزشی می‌باشند تقاضا می‌شود پیشگفتار نویسندگان کتاب را مطالعه نمایند. مهم‌ترین نقاط قوت این کتاب، تدوین منسجم مطالب پایه در حوزه‌ی ترمودینامیک و سینتیک علم مواد، جامع بودن آن و ارائه‌ی مثال‌ها، پرسش‌ها و مسأله‌های متعدد جهت درک و انتقال بهتر مطلب است. علیرغم اینکه اصل کتاب از طریق یک فروشگاه معتبر سفارش و خریداری شد، نرم‌افزارهای مورد اشاره نویسندگان در پیشگفتار و در متن کتاب، همراه کتاب اصلی نبود. اهمیت و ضرورت افزودن چنین کتابی به منابع درسی دانشجویان رشته مهندسی مواد و متالورژی و سهولت دسترسی ایشان به آن، باعث شد تا کتاب حاضر ترجمه و ارائه شود. ترجمه، تصحیح، بازخوانی، تطبیق، ویرایش علمی و ویرایش ادبی کتاب، قریب ۹ سال به طول انجامید و در این مدت از نظرات ارزشمند داورانی از داخل و خارج دانشگاه شهید بهشتی بانه کرمان، استفاده شد که مراتب قدردانی و سپاس ویژه مترجمان تقدیم داوران گرامی می‌شود. همچنین، نظر به لزوم بازخوانی فردی غیر از مترجمان و داوران جهت تطبیق نهایی متن و به ویژه بازخوانی فرمول‌ها، نظرات سرکار خانم مهندس زهرا رجبی، دانشجوی دکتری بخش مهندسی مواد اعمال شد که از زحمات ایشان نیز سپاسگزاری می‌شود. بی‌شک انجام این کار بدون همدلی و پشتیبانی‌های دلسوزانه خانواده‌هایمان امکان‌پذیر نبود؛ ضمن تشکر از ایشان، در پایان با کمال احترام، این اثر را به بنیان‌گذاران دانشگاه در کرمان، مهندس علیرضا افضل‌پور و همسر فرهیخته‌شان بانو فائزه صبا تقدیم می‌کنیم و امید است در ادامه‌ی گام بزرگی که بیش از ۵۰ سال پیش، توسط ایشان به عنوان خیرین آموزش عالی در کرمان برداشته شد، کتاب حاضر بتواند پاسخگوی نیاز علمی جامعه دانشگاهی کشورمان باشد. راه ارتباطی جهت دریافت نقطه نظرات و پیشنهادهای اصلاحی دانشجویان و اساتید علاقه‌مند، ehatesham@uk.ac.ir و amin.salehi.m@gmail.com اعلام می‌شود.

مریم احتشام زاده و امین صالحی مبارکه - زمستان ۱۳۹۸