

اصول و مبانی

ترمودینامیک

در مهندسی مواد و متالورژی

تألیف:

دکتر علی رسولی

(عضو هیأت علمی دانشگاه تبریز)



انتشارات امید انقلاب

سرشناسه	رسولی، علی، ۱۳۲۷-
عنوان و نام پدیدآور	اصول و مبانی ترمودینامیک در مهندسی مواد و متالورژی / تألیف علی رسولی.
مشخصات نشر	تهران: امیدانقلاب، ۱۳۹۱.
مشخصات ظاهری	۲۸۰ ص.: مصور، جدول، نمودار.
شابک	978-964-6809-93-2
وضعیت فهرست‌نویسی	فیا
یادداشت	عنوان به انگلیسی: The fundamentals of thermodynamics in materials engineering and metallurgy
یادداشت	کتابنامه: ص. [۲۷۹].
موضوع	مهندسی مواد -- راهنمای آموزشی (عالی)
موضوع	ترمودینامیک -- راهنمای آموزشی (عالی)
رده‌بندی کنگره	۶۱۳۹۱ الف ۶ / ۲۸۲۰۶
رده‌بندی دیویی	۶۲۰ / ۱۱۰۷
شماره کتابشناسی ملی	۱۱۵۱۲۸۲

انتشارات امیدانقلاب (عضو انجمن ناشران دانشگاهی) nashr.omid-enghelab@yahoo.com

نام کتاب: اصول و مبانی ترمودینامیک در مهندسی مواد و متالورژی

تألیف: دکتر علی رسولی

ناشر: امیدانقلاب

حروف‌چینی: انتشارات امیدانقلاب

حروف‌نگار و صفحه‌آرا: سولماز مرادزاد

نوبت چاپ: اول ۱۳۹۲

تیراژ: ۱۱۰۰

قیمت: ۱۶۵۰۰۰ ریال

چاپ و صحافی: فهدی (عج) ۶۶۴۶۲۶۸۹

لیتوگرافی: فرانقش

ناظر فنی چاپ: مهدی طورانیان

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۶۸۰۹-۹۳-۲

مراکز فروش:

پخش کتاب علوم پویا: میدان انقلاب، خیابان اردیبهشت (منبری جایید)، بین خیابان شهدای ژاندارمری و خیابان وحید نظری

بن‌بست بهار، پلاک ۱- تلفن: ۶۶۹۶۰۷۷۳ و ۶۶۴۱۹۵۶۷ -- تلفنکس: ۶۶۹۶۰۷۷۲

پخش کتاب دانشیران: خیابان انقلاب، خیابان اردیبهشت (منبری جایید)، نبش خیابان وحید نظری- پلاک ۱۴۲

تلفن: ۶۶۴۱۶۶۷۶ - ۶۶۴۱۶۱۷۶

علم گستر سپاهان: ۰۳۱۱-۲۲۱۹۹۷۸-۹

کلیه حقوق و حق چاپ متن، طرح روی جلد و عنوان کتاب با توجه به قانون حمایت حقوق مؤلفان، مصنفان و هنرمندان، مصوب سال ۱۳۲۸ برای انتشارات امیدانقلاب محفوظ است. هر کس تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه مؤلف (ناشر) نشر یا پخش یا عرضه کند مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

فهرست

۹	.....	سخن ناشر
۱۱	.....	پیشگفتار
۱۳	.....	فصل اول: خواص و معادلات حالت گازها
۱۳	.....	۱-۱ مقدمه
۱۳	.....	۲-۱ خواص گازها
۱۵	.....	۳-۱ رابطه حجم و فشار گاز (قانون بویل - ماریوت)
۱۶	.....	۴-۱ اثر درجه حرارت (قانون چارلز - گیلوساک)
۱۷	.....	۵-۱ رفتار گاز ایده‌آل، فرضیه آروکاده و ...
۱۸	.....	۶-۱ محاسبه مقدار ثابت R (ثابت جهانی گازها)
۱۹	.....	۷-۱ تعیین وزن مولکولی گاز
۲۰	.....	۸-۱ قانون فشارهای جزئی دالتون
۲۱	.....	۹-۱ قانون پخش مولکولی گراهام
۲۲	.....	۱۰-۱ نظریه جنبشی گازها
۲۲	.....	۱۱-۱ محاسبه معادله حالت گازهای ایده‌آل با استفاده از نظریه جنبشی گازها
۲۴	.....	۱۲-۱ گازهای غیرایده‌آل (گازهای حقیقی)
۲۷	.....	۱۳-۱ معادله حالت گاز واندروالس
۲۷	.....	۱-۱۳-۱ اصلاح فانکاتور حجم
۲۸	.....	۲-۱۳-۱ اصلاح فانکاتور فشار
۲۹	.....	۱۴-۱ نظریه‌های پیشرفته‌تر
۳۰	.....	۱۵-۱ تراکم گازها و نقطه بحرانی
۳۲	.....	۱۶-۱ اصل حالات متناظر
۳۴	.....	مسائل
۳۹	.....	فصل دوم: مفاهیم و قانون اول ترمودینامیک
۳۹	.....	۱-۲ مقدمه
۳۹	.....	۲-۲ مفاهیم ترمودینامیکی
۴۸	.....	۳-۲ مقایسه کار برگشت‌پذیر و کار برگشت‌ناپذیر
۵۰	.....	۴-۲ قانون اول ترمودینامیک
۵۲	.....	۵-۲ محاسبه تغییرات انرژی داخلی در دو حالت حجم و فشار ثابت
۵۲	.....	۱-۵-۲ تحول حجم ثابت
۵۲	.....	۲-۵-۲ تحول فشار ثابت
۵۳	.....	۶-۲ وابستگی آنتالپی و انرژی داخلی به فشار و حجم (آزمایش ژول)
۵۴	.....	۷-۲ آزمایش ژول - تامسون
۵۴	.....	۸-۲ ظرفیت حرارتی ...
۵۴	.....	۱-۸-۲ ظرفیت حرارتی در حجم ثابت (C_v)
۵۵	.....	۲-۸-۲ ظرفیت حرارتی در فشار ثابت (C_p)
۵۶	.....	۹-۲ مسیرهای ساده و قابل استفاده
۵۶	.....	۱-۹-۲ مسیر دما ثابت
۵۷	.....	۲-۹-۲ مسیر بی‌دررو
۶۱	.....	۱۰-۲ ترموشیمی
۶۲	.....	۱-۱۰-۲ قوانین ترموشیمی

۲-۱۰-۲	گرمای تشکیل	۲۲
۳-۱۰-۲	قانون هس	۲۳
۱۱-۲	گرمای تحولات تغییر فاز	۲۴
۱۲-۲	ظرفیت حرارتی مایعات و جامدات	۲۵
۱۳-۲	وابستگی گرمای واکنش به درجه حرارت	۲۵
	مسائل	۲۶
	فصل سوم: قانون دوم ترمودینامیک	۲۹
۱-۳	مقدمه	۲۹
۲-۳	قانون دوم ترمودینامیک و آنتروپی	۲۹
۳-۳	تحلیل رفتن انرژی	۳۱
۴-۳	محاسبه تغییر آنتروپی سیستم، محیط و کل گاز ایده‌آل	۳۲
۱-۴-۳	تحول دما ثابت گاز ایده‌آل	۳۲
۲-۴-۳	تحول فشار ثابت گاز ایده‌آل	۳۴
۳-۴-۳	تحول حجم ثابت گاز ایده‌آل	۳۶
۴-۴-۳	تحول بی‌دری گاز ایده‌آل	۳۷
۵-۳	محاسبه تغییر آنتروپی مواد	۳۸
۶-۳	جنبه آماری آنتروپی	۳۹
۷-۳	موتورهای حرارتی یا ماشین‌های حرارتی	۳۹
۱-۷-۳	راندمان ماشین حرارتی	۳۹
۲-۷-۳	راندمان ماشین حرارتی کارنو	۳۹
	مسائل	۴۰
	فصل چهارم: توابع انرژی آزاد و قانون سوم ترمودینامیک	۴۰
۱-۴	مقدمه	۴۰
۲-۴	توابع انرژی آزاد	۴۰
۳-۴	مفهوم انرژی آزاد هلمهولتز	۴۰
۴-۴	مفهوم انرژی آزاد گیبس	۴۰
۵-۴	محاسبه تغییرات انرژی آزاد گیبس (ΔG) برای یک واکنش در دما و فشار ثابت	۴۰
۶-۴	معادلات ترمودینامیکی در سیستم‌های بسته	۴۱
۷-۴	روابط ماکسول	۴۱
۱-۷-۴	ارتباط بین مشتقات جزئی	۴۱
۸-۴	معادله گیبس - هلمهولتز	۴۱
۹-۴	قانون سوم ترمودینامیک	۴۱
۱-۹-۴	نظریه مختلف در باره آنتروپی در صفر مطلق	۴۱
۲-۹-۴	قوانین ریچارد و نروتن درباره تحول‌های S و V در مواد	۴۱
۱۰-۴	تابعیت آنتالپی، آنتروپی و انرژی آزاد گیبس از فشار	۴۱
۱-۱۰-۴	بررسی تابعیت آنتالپی از فشار	۴۱
۲-۱۰-۴	بررسی تابعیت آنتروپی از فشار	۴۱
۳-۱۰-۴	تابعیت انرژی آزاد گیبس از فشار	۴۱
۱۱-۴	تابعیت انرژی آزاد گیبس بر حسب فشار برای گازهای حقیقی	۴۱
۱-۱۱-۴	فیوگاسیته	۴۱
۱۲-۴	تغییرات انرژی آزاد بر حسب دما	۴۱
	مسائل	۴۱
	فصل پنجم: بررسی ترمودینامیکی واکنش‌های شیمیایی	۴۳
۱-۵	مقدمه	۴۳
۲-۵	تعادل شیمیایی	۴۳
۳-۵	تعیین رابطه ΔG (انرژی آزاد در شرایط موردنظر) با ΔG° (انرژی آزاد در شرایط استاندارد)	۴۴

۱۳۵	۴-۵ ثابت تعادل
۱۳۶	۱-۴-۵ معرفی ثابت‌های تعادل دیگر
۱۳۷	۲-۴-۵ ثابت تعادل غلظتی (K_c)
۱۳۷	۳-۴-۵ ثابت تعادل درصد مولی (K_x)
۱۳۸	۴-۴-۵ اندازه‌گیری تجربی K_p در واکنش‌های هموزن (گازی)
۱۳۹	۵-۵ انواع واکنش‌ها در مهندسی مواد و متالورژی
۱۳۹	۱-۵-۵ واکنش‌های شیمیایی ممکن (هموزن)
۱۳۹	۲-۵-۵ واکنش‌های شیمیایی ناممکن (هموزن)
۱۳۹	۶-۵ تعادل در واکنش‌های شیمیایی ناممکن
۱۴۰	۷-۵ فعالیت (اکتیویته)
۱۴۱	۸-۵ محاسبه انرژی آزاد فاز چگال
۱۴۲	۹-۵ محاسبه تغییر انرژی آزاد واکنش شیمیایی ناممکن
۱۴۳	۱۰-۵ محاسبه تغییر انرژی آزاد واکنش‌های جاری فازهای چگال و گازی
۱۴۳	۱-۱۰-۵ ثابت تعادل در واکنش‌های ناممکن
۱۴۳	۱۱-۵ بررسی ترمودینامیک واکنش‌های اکسیداسیون
۱۴۵	۱-۱۱-۵ دیاگرام الینگهام
۱۴۶	۲-۱۱-۵ مفهوم خطوط در دیاگرام الینگهام
۱۴۸	۳-۱۱-۵ طبقه رسم دیاگرام الینگهام
۱۵۰	۴-۱۱-۵ تأثیر تغییر فاز روی تغییرات خطوط در دیاگرام الینگهام
۱۵۲	۵-۱۱-۵ بررسی تلاقی دو خط T - AC_1 مربوط به اکسیداسیون دو ماده مختلف
۱۵۳	۱۲-۵ واکنش‌های احیاء فلزات توسط گازهای احیاءکننده H_2 و CO
۱۵۳	۱-۱۲-۵ تعیین نقطه مبدا واکنش احیاء توسط CO
۱۵۳	۲-۱۲-۵ تعیین نقطه مبدا برای واکنش احیاء توسط H_2
۱۵۴	مسائل
۱۶۳	فصل ششم: تعادل در سیستم‌های یک جزئی
۱۶۳	۱-۶ مقدمه
۱۶۳	۲-۶ معیار تعادل
۱۶۴	۳-۶ بررسی آب به عنوان نمونه‌ای از سیستم یک جزئی
۱۶۵	۱-۳-۶ بررسی تغییر دما بر روی تعادل فازهای سیستم در فشار ثابت
۱۶۶	۲-۳-۶ بررسی تغییر فشار بر روی تعادل فازهای سیستم در دمای ثابت
۱۶۷	۴-۶ معادله کلازیوس - کلاپیرون
۱۷۰	۱-۴-۶ فرم انتگرالی معادله کلازیوس - کلاپیرون برای تحول دو فاز چگال
۱۷۱	۲-۴-۶ تعادل بین یک فاز چگال و بخارش
۱۷۲	۳-۴-۶ فرم انتگرالی معادله کلازیوس - کلاپیرون برای تعادل فاز بخار با فاز چگال
۱۷۵	۵-۶ تأثیر فشار بر فشار بخار
۱۷۸	مسائل
۱۸۱	فصل هفتم: مبانی ترمودینامیک محلول‌ها
۱۸۱	۱-۷ مقدمه
۱۸۱	۲-۷ محلول
۱۸۲	۳-۷ پارامترهای مؤثر بر انحلال
۱۸۲	۱-۳-۷ ترکیب شیمیایی
۱۸۲	۲-۳-۷ تأثیر انحلال بر فشار بخار
۱۸۶	۴-۷ اکتیویته
۱۸۷	۱-۴-۷ اکتیویته اجزاء در محلول‌های ایده‌آل
۱۸۷	۲-۴-۷ اکتیویته در محلول‌های غیرایده‌آل
۱۸۸	۵-۷ مقادیر مولار جزئی

۹۷-۶	ارتباط Q اجزاء باهم (رابطه گیس دوم).	۸۹
۹۷-۷	ارتباط Q مولار جزئی با Q محلول	۹۱
۹۷-۸	تأثیر انحلال بر روی انرژی آزاد	۹۳
۹۷-۹	خصوصیات محلول‌های ایده‌آل	۹۵
۹۷-۱۰	تغییر حجم محلول ایده‌آل در اثر انحلال	۹۶
۹۷-۱۱	تغییر حجم محلول ایده‌آل در اثر انحلال	۹۶
۹۷-۱۲	گرمای تشکیل محلول‌های ایده‌آل	۹۸
۹۷-۱۳	تغییر آنتروپی تشکیل محلول ایده‌آل	۹۸
۹۷-۱۴	خصوصیات محلول‌های غیرایده‌آل	۹۹
۹۷-۱۵	عوامل مؤثر بر ضریب اکتیو	۱۰۰
۹۷-۱۶	تأثیر ترکیب شیمیایی بر ضریب اکتیو	۱۰۰
۹۷-۱۷	تأثیر دما بر ضریب اکتیو	۱۰۱
۹۷-۱۸	ارتباط بین اکتیو اجزای محلول‌های غیرایده‌آل	۱۰۲
۹۷-۱۹	تابع α	۱۰۳
۹۷-۲۰	محلول‌های باقاعده	۱۰۴
۹۷-۲۱	توابع اضافی	۱۰۴
۹۷-۲۲	خصوصیات محلول‌های باقاعده	۱۰۴
۹۷-۲۳	تأثیر دما بر ضریب اکتیو در محلول‌های باقاعده	۱۰۴
۹۷-۲۴	مدل نیمه شیمیایی محلول	۱۰۵
۹۷-۲۵	توجیه رفتار محلول‌های باقاعده با استفاده از تئوری نیمه شیمیایی	۱۰۵
۹۷-۲۶	بررسی تأثیر دما بر ضریب اکتیو محلول‌های غیرایده‌آل توسط تئوری نیمه شیمیایی	۱۰۵
۹۷-۲۷	بررسی رفتار محلول‌های هتری و ایده‌آل توسط تئوری نیمه شیمیایی	۱۰۵
۹۷-۲۸	تشکیل محلول از دید مدل نیمه شیمیایی	۱۰۵
۹۷-۲۹	انواع حالت‌های استاندارد	۱۰۶
۹۷-۳۰	ارتباط بین حالت استاندارد هتری و راتونی	۱۰۶
۹۷-۳۱	ارتباط بین حالت استاندارد یک درصد وزنی و راتونی	۱۰۶
۹۷-۳۲	تأثیر حالت استاندارد بر روابط ترمودینامیکی	۱۰۷
۹۷-۳۳	بررسی اکسیداسیون فلزات در حالت‌های استاندارد مختلف	۱۰۷
۹۷-۳۴	مسائل	۱۰۷
۹۷-۳۵	فصل هشتم: بررسی تعادل در سیستم‌های دو جزئی	۱۰۸
۹۷-۳۶	۱-۸ مقدمه	۱۰۸
۹۷-۳۷	۲-۸ معیار تعادل	۱۰۸
۹۷-۳۸	۳-۸ اهمیت منحنی‌های ΔG^M-X در ارتباط با تعادل فاز	۱۰۸
۹۷-۳۹	۱-۳-۸ بررسی منحنی‌های ΔG^M-X	۱۰۸
۹۷-۴۰	۲-۳-۸ لازمه تعادل در سیستم‌های دو فازی	۱۰۸
۹۷-۴۱	۴-۸ تأثیر تغییر دما بر روی اکتیو	۱۰۸
۹۷-۴۲	۵-۸ رسم نمودارهای فازی با استفاده از منحنی‌های ΔG^M-X	۱۰۸
۹۷-۴۳	۱-۵-۸ بدست آوردن معادله منحنی ΔG^M-X برای مذاب و جامد	۱۰۸
۹۷-۴۴	۲-۵-۸ بررسی تأثیر انحراف از حالت ایده‌آل	۱۰۸
۹۷-۴۵	۳-۵-۸ بررسی نمودارهای ΔG^M-X و ΔG^M-X هنگام انحراف از حالت ایده‌آل	۱۰۸
۹۷-۴۶	۶-۸ استفاده از نمودارهای فازی برای محاسبه برخی از کمیت‌های ترمودینامیکی	۱۰۸
۹۷-۴۷	۷-۸ تعادل فاز در سیستم‌های با واکنش شیمیایی بین اجزاء (قانون فاز گیس)	۱۰۸
۹۷-۴۸	مسائل	۱۰۸
۹۷-۴۹	ضمائم	۱۰۸
۹۷-۵۰	مراجع	۱۰۸

سخن ناشر

از سال ۱۳۷۵ تاکنون، انتشارات امیدانقلاب اقدام به نشر کتاب‌های دانشگاهی در زمینه علوم پایه، فنی و مهندسی نموده است. این انتشارات، برای ارتقای کیفی و کمی آثار منتشر شده، همواره از نظریات اساتید فن استفاده نموده است.

مانند گذشته، از مؤلفین و مترجمین تقاضا داریم با ارائه نظریات ارزنده خود درباره کتاب‌های این انتشارات و همچنین پیشنهاد ترجمه و تألیفات جدید ما را یاری دهند. امید آن داریم که با کمک شما عزیزان بتوانیم گامی هر چند کوچک برای میهن اسلامی عزیزمان برداریم.

مدیر مسئول انتشارات امیدانقلاب
مهدی طورانیان

پیشگفتار

عالمی که در آن زندگی می‌کنیم در تحول است، هر مخلوقی که در عالم است، برای کامل شدن و به کمال مطلوب رسیدن است.

برای کامل شدن هر چه کمال رسیدن، باید متحول شد.

برای متحول شدن حرکت لازم است.

حرکت جایجا شدن و طی مسیر یا راه از نقطه‌ای به نقطه‌ای، و از حالی به حالی، و از مرتبه‌ای به مرتبه‌ای است.

راه فاصله مبدأ تا منتهی معلوم است که آن نیز به حرکت طی می‌شود. دیگر اینکه حرکت دلیل حیات و زنده بودن است.

در راه، فراز و نشیب است و در حرکت، تندی و کندی؛ و در حیات دمیدن و تپیدن.

تپیدن، به انبساط و انقباض است و قلب که مظهر حیات است، منقبض و منبسط می‌شود، تا حیات حفظ شود. پس طبیعت زنده است و عالم در تحول است، حیات دارد و رو به کمال می‌رود.

انسان شمره علم، خلقت و میوه درخت عالم هستی و اشرف مخلوقات است. باید راه کمال بییماید، تا به کرامت خرد که خداوند می‌فرماید «و کرما بنی آدم» برسد. به این دلیل تلاش می‌کند تا بر طبیعت تسلط بیافته، ناشناخته‌های جهان هستی را بشناسد و آن را به فرمان خود در آورد. لذا به دنبال علم می‌رود تا بر مجهولات خود عالم شود.

ترمودینامیک، علم طبیعت است و درباره تحول، حرکت تندی و کندی، راه مسیر تحول و تپیدن انبساط و انقباض صحبت می‌کند.

در طبیعت سه حفاظت کلی گاز، مایع و جامد برای ماده وجود دارد این سه حالت ماده می‌تواند در شرایط مختلف فشار، دما، حجم و پتانسیل شیمیایی به یکدیگر تبدیل شوند. ترمودینامیک یک علم ماکروسکوپی است و درخصوص مقادیری نظیر P «فشار»، V «حجم»، T «دما» و H «پتانسیل شیمیایی» بحث می‌کند. ترمودینامیک برخلاف مکانیک کوانتوم، بر مبنای هیچ مدلی برای مولکول پایه گذاری نشده است. بنابراین اصول آن تابع تلقی‌های ما نسبت به اتم‌ها و مولکول‌ها نیست. در واقع، اصول عمده ترمودینامیک، مدت‌ها قبل از آنکه جزئیات مربوط به اتم مشخص شده باشند، بدست آمده بود. ترمودینامیک از نظم منطقی کاملی برخوردار است و ارزش علمی فراوان ترمودینامیک آن است که می‌توان آن را بدون آشنایی با تکنیک‌های پیچیده ریاضی را بکار برد. در ازاء این ارزش‌ها باید گفت که معادلات بدست آمده بر اساس اصول ترمودینامیک، هیچ‌گونه توجیهی در خصوص پدیده‌های پیچیده، در اختیار نمی‌گذارد و از سرعت تحولات اطلاعی نمی‌دهد.

ترمودینامیک این امکان را ایجاد می‌کند تا پیش‌بینی کنیم که آیا تحولی اتفاق می‌افتد یا خیر؟

ترمودینامیک در مهندسی مواد و متالورژی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، زیرا درباره خواص و معادله حالت گازها، تعیین جهت انجام واکنش‌های شیمیایی، استحاله فازها، محلول‌ها،

دیاگرام‌های فاز، شرایط حاکم بر تعادل سیستم‌های مهندسی مواد و متالورژی و غیره بحث می‌کند. مطالب این کتاب بر اساس سر فصل‌های دروس «شیمی فیزیک مواد» و «ترمودینامیک مواد» دوره کارشناسی مهندسی مواد تهیه و تنظیم شده است. با این حال، دانشجویان دوره کارشناسی و دوره کارشناسی ارشد نیز می‌توانند از این کتاب استفاده کنند. از آنجا که ترمودینامیک رخدادها و فرایندهای طبیعی را بر طبق قوانین ترمودینامیک در شرایط خاص قانون‌مند کرده و سپس بر اساس این قوانین تحولات و رخدادهای طبیعی را بررسی می‌کند، برای درک و فهم دقیق این درس نیاز است تا فرایندها به طور دقیق توجیه شده و سپس از قوانین و فرمول‌های ترمودینامیک برای بررسی فرایندها استفاده کرد. از آنجا که این درس همواره به عنوان یکی از دروس مشکل دانشجویان مطرح شده است، ولی برای بررسی فرایندها در مهندسی مواد و متالورژی از قوانین بسیار ساده جرم و انرژی به شکل‌های مختلف استفاده می‌کند. در این کتاب سعی شده است، مطالب به گونه‌ای ساده و مختصر و با تکیه بر نکات اساسی ارائه شود. خواص و معادلات حالت گازها، قوانین ترمودینامیک، اکسیداسیون مواد، تعادل در سیستم‌های یک جزئی، مبانی ترمودینامیک محلول‌ها و تعادل در سیستم‌های دو جزئی در ۸ فصل مورد بررسی قرار می‌گیرد. این کتاب خواننده را مرحله به مرحله از خواص گازها تا سیستم‌های دو جزئی هدایت می‌کند. خواص قانون بویل - ماریوت، قانون چارلز - گیلوساک، اصل آوگادرو، گازهای ایده‌آل، گازهای حقیقی، معادلات حالت گازها، نقطه بحرانی و اصل حالات متناظر در فصل اول بررسی شده است. مفاهیم ترمودینامیکی، قانون اول ترمودینامیک و توابع حالت انرژی داخلی و آنتالپی در فصل دوم مطرح شده است. فصل سوم به اصل دوم ترمودینامیک، تابع حالت آنتروپی از دیدگاه ترمودینامیک کلاسیک و آماری اختصاص دارد. در فصل چهارم در مورد اصل سوم ترمودینامیک و توابع انرژی آزاد گیبس و هلمولتز، روابط ماکسول، فیوگاسیته، ثابت آنتالپی، آنتروپی و انرژی آزاد گیبس از فشار بحث و بررسی شده است. تغییر انرژی آزاد واکنش‌های شیمیایی، ثابت تعادل فشاری، ثابت تعادل غلظتی، ثابت تعادل درصد مولی، بررسی ترمودینامیکی اکسیداسیون و دیاگرام الینگهام ارائه در فصل پنجم ارائه شده است. تعادل در سیستم‌های یک جزئی، معادله کلازیوس-کلایپرون و تأثیر فشار گاز خنثی بر فشار بخار موضوع فصل ششم است. در فصل هفتم، درباره مبانی ترمودینامیک محلول‌ها، خواص و معادلات محلول‌های ایده‌آل، هنری و غیرایده‌آل و همچنین حالت‌های مختلف استاندارد بحث شده است و در نهایت، تعادل در سیستم‌های دو جزئی، نمودارهای ΔG^M-X رسم دیاگرام‌های فاز به وسیله ترمودینامیک، محاسبه کمیت‌های ترمودینامیکی از دیاگرام‌های فاز و قانون فاز گیبس در فصل هشتم مورد بررسی قرار گرفته است. در انتهای هر فصل سوالات متنوعی از مباحث مورد بحث در هر فصل جهت کاربرد در مسائل صنعتی مطرح شده است.

امید است، این کتاب مورد توجه دانشجویان، اساتید و سایر خوانندگان قرار گرفته و مؤلف را با ارائه نظرات و پیشنهادهای مفید و ارزنده یاری نمایند.

علی رسولی

گروه مهندسی مواد

دانشکده فنی مهندسی مکانیک - دانشگاه تبریز