

ترمودینامیک آماری

(مبانی و کاربردها)

ویرایش دوم

www.ketab.ir

پدیدآورنده

غلامعباس پارسا

استاد بازنشسته شیمی دانشگاه صنعتی شریف



ترمودینامیک آماری (مبانی و کاربردها)
(ویرایش دوم)

پدیدآورنده	: دکتر غلامعباس پارسا
حروف چینی کامپیوتری	: انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان
لیتوگرافی، چاپ و صحافی	: چاپخانه دانشگاه صنعتی اصفهان
ناشر	: انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان
چاپ پنجم	: پاییز ۱۴۰۲
تیراژ	: ۱۰۰ جلد
شابک	: ۹۷۸-۹۶۴-۸۴۷۶-۳۷-۸
قیمت	: ۲۳۰۰۰۰۰۰ ریال

سرشناسه	: پارسا، غلامعباس، ۱۳۳۱
عنوان و نام پدیدآور	: ترمودینامیک آماری: مبانی و کاربردها/ غلامعباس پارسا.
وضعیت ویراست	: ویراست ۲
مشخصات نشر	: اصفهان: دانشگاه صنعتی اصفهان، انتشارات، ۱۳۹۳.
مشخصات ظاهری	: هفت، ۳۴۶ ص: جدول، نمودار
فروست	: دانشگاه صنعتی اصفهان، انتشارات: ۱۱۷، گروه علوم: ۴۱.
شابک	: 978-964-8476-37-8
وضعیت فهرست نویسی	: فیپا
یادداشت	: چاپ سوم.
یادداشت	: واژه نامه.
موضوع	: ترمودینامیک آماری
شناسه افزوده	: دانشگاه صنعتی اصفهان، انتشارات
رده بندی کنگره	: ۱۳۹۳ ق ۲ پ ۵/ ۳۱۱/ QC
رده بندی دیویی	: ۵۳۶/۷
شماره کتابشناسی ملی	: ۳۶۸۴۲۴۳

حق چاپ برای انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان محفوظ است.

اصفهان: دانشگاه صنعتی اصفهان - انتشارات - کدپستی ۸۳۱۱۱-۸۴۱۵۶، تلفن: ۳۳۹۱۲۹۵۲ (۰۳۱) دورنگار: ۳۳۹۱۲۵۵۲ (۰۳۱)
برای خرید اینترنتی کلیه کتابهای منتشره انتشارات می توانید به وبگاه <http://publication.iut.ac.ir> مراجعه و یا
مستقیماً از کتابفروشی انتشارات واقع در کتابخانه مرکزی دانشگاه صنعتی اصفهان (تلفن ۳۳۹۱۳۹۵۲) خریداری فرمائید.

پیشگفتار

پس از گذشت حدود یک دهه از چاپ اول و با توجه با تحقیقات گسترده‌ای که در حوزه ترمودینامیک آماری در جریان است، لازم دیدم که ویرایش جدید کتاب را به دانشجویان و علاقمندان به این دانش تقدیم کنم. در این چاپ علاوه بر اصلاح غلط‌های چاپی ویرایش قبلی، موضوعات جدیدی به کتاب افزوده شده است. موضوعات عمده‌ای که اضافه شده‌اند عبارتند از: (۱) معرفی و استفاده از مدل‌های پتانسیل اصلاح شده در فصل پنجم، به گونه‌ای که بتوان از این مدل‌ها برای محاسبه خواص ترمودینامیکی و انتقالی استفاده کرد. (۲) ارائه مدل‌های شبه یک بعدی به منظور حل دقیق مدل‌های دوبعدی آیزینگ و پاتس در فصل ششم. از این تکنیک می‌توان برای بررسی و محاسبه خواص ذرات نانو بهره جست. (۳) تعمیم دادن قاعده‌بندی همدماهای خطی برای زنجیرهای بلند، در این روش معادله حالت جدیدی موسوم به قاعده‌بندی همدماهای خطی اصلاح شده، استخراج شده است که این معادله خواص زنجیرهای بلند را ارائه می‌دهد. این مبحث به فصل هفتم کتاب اضافه شده است. علاوه بر این معادله حالت جامدات تحت فشار به شکل مناسبی به سیالات چگال تعمیم داده شده است.

در نهایت از دانشجویانی که چاپ قبلی را با دقت خوانده‌اند و غلط‌های تایپی آن را برایم فرستاده‌اند کمال تشکر را دارم. در این ارتباط از جناب آقای حسن صیدی (دانشجوی اسبق دوره کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی شریف) و جناب آقای مسعود صادقی (دانشجوی دکتری دانشگاه صنعتی شریف) که بیشترین مشارکت را داشته‌اند، صمیمانه تشکر می‌کنم.

از مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان به خصوص سرکارخانم‌ها زحل شیروانی و
مهری شهبواری که همکاری صمیمانه‌ای با اینجانب داشته‌اند و در بالا بردن کیفیت کتاب
تلاش فراوانی کرده‌اند، صمیمانه قدردانی می‌کنم.
از همکاری صمیمانه دوست عزیزم جناب آقای دکتر نجفی بسیار سپاسگزارم، همچنین از
جناب آقای مسعود صادقی به خاطر کنترل متن نهایی تشکر می‌کنم.

غلامعباس پارسا

پاییز ۱۳۸۶

www.ketab.ir

فهرست مطالب

www.ketab.ir

پیشگفتار یک

فصل ۱: مبانی و کاربردهای مقدماتی

مقدمه	۱
۱-۱ فنون ریاضی ضروری	۱
۱-۱-۱ ضرایب بسط دو جمله‌ای و چند جمله‌ای	۳
۲-۱-۱ تقریب استرلینگ	۶
۳-۱-۱ روش ضرایب لاگرانژ	۷
۴-۱-۱ روش جمله‌ی ماکزیمم	۱۰
۲-۱ مجموعه و محاسبه‌ی خواص ماکروسکوپی	۱۱
۱-۲-۱ مجموعه و محاسبه‌ی تعداد توزیع و احتمال یافتن سیستم در هر تراز	۱۲
۲-۲-۱ محتمل‌ترین توزیع	۱۶
۳-۲-۱ محاسبه‌ی β	۱۹

۲۲	۴-۲-۱ خواص ماکروسکوپی
۲۴	۵-۲-۱ تابع تقسیم و اهمیت آن
۲۷	۳-۱ محاسبه‌ی تابع تقسیم
۲۷	۱-۳-۱ قانون توزیع بولتسمن
۳۰	۴-۱ تابع تقسیم مولکولی
۳۱	۱-۴-۱ تابع تقسیم الکترونی گازهای ایده‌آل تک اتمی
۳۴	۲-۴-۱ تابع تقسیم انتقالی گازهای ایده‌آل تک اتمی
۳۷	۳-۴-۱ خواص ترمودینامیکی گاز ایده‌آل تک اتمی
۳۹	۵-۱ تابع تقسیم مولکولی گازهای ایده‌آل دو اتمی
۴۱	۱-۵-۱ تابع تقسیم چرخشی
۴۷	۲-۵-۱ تابع تقسیم ارتعاشی
۵۰	۶-۱ توابع ترمودینامیکی
۵۲	۷-۱ محاسبه‌ی ثابت تعادل
۵۶	مسائل

فصل ۲: سایر مجموعه‌ها و نظریه افت و خیز

۶۵	مقدمه
۶۶	۱-۲ مجموعه‌ی گرند کانونیکال
۷۱	۱-۱-۲ تابع تقسیم گرند کانونیکال
۷۲	۲-۱-۲ سایر مجموعه‌ها
۷۴	۳-۱-۲ تابع ترمودینامیکی مشخصه‌ی مجموعه‌ی میکروکانونیکال
۷۶	۲-۲ نظریه افت و خیز
۸۴	۱-۲-۲ مجموعه‌ها چه تفاوت‌هایی دارند؟
۸۵	مسائل

فصل ۳: اثرات کوانتومی: آمارهای فرمی - دیراک و بوزی - انیشتاین

۸۹	مقدمه
۹۱	۱-۳ آمار بولتسمن
۹۶	۱-۱-۳ آمارهای فرمی - دیراک و بوزی انیشتاین
۱۰۲	۲-۳ گاز ایده‌آل فرمی - دیراک با اثرات کوانتومی کوچک
۱۰۷	۱-۲-۳ گاز فرمی - دیراک ایده‌آل با اثرات کوانتومی بزرگ

۱۱۴	۳-۳ گاز ایده‌آل بوزی - انیشتاین با اثرات کوانتومی کوچک
۱۱۷	۳-۳-۱ گاز ایده‌آل بوزی - انیشتاین با اثرات کوانتومی بزرگ
۱۲۴	مسائل

فصل ۴: ترمودینامیک آماری کلاسیکی: بررسی مولکول‌های چند اتمی

۱۲۹	مقدمه
۱۳۰	۴-۱ تابع تقسیم کلاسیکی
۱۳۶	۴-۱-۱ فضای فاز و معادله لیویل
۱۳۹	۴-۱-۲ اصل همبستگی انرژی
۱۴۰	۴-۲ گاز ایده‌آل چند اتمی
۱۴۲	۴-۲-۱ تابع تقسیم ارتعاشی
۱۴۷	۴-۲-۲ تابع تقسیم چرخشی
۱۵۴	۴-۳ چرخش مانع‌دار
۱۵۶	مسائل

فصل ۵: گازهای حقیقی: معادله حالت ویریا

۱۶۱	مقدمه
۱۶۲	۵-۱ معادله‌ی حالت ویریا
۱۶۶	۵-۲ استخراج معادله‌ی حالت ویریا
۱۷۰	۵-۳ حد کلاسیکی ضرایب ویریا
۱۷۸	۵-۴ ضریب دوم ویریا
۱۸۱	۵-۴-۱ پتانسیل کره‌ی سخت
۱۸۱	۵-۴-۲ پتانسیل کره‌ی نرم
۱۸۳	۵-۴-۳ پتانسیل چاه مربعی
۱۸۴	۵-۴-۴ پتانسیل چاه مثلثی
۱۸۴	۵-۴-۵ پتانسیل ساترلند
۱۸۵	۵-۴-۶ پتانسیل چاه دوزنقه‌ای
۱۸۵	۵-۴-۷ پتانسیل چاه مربعی همراه با پتانسیل ساترلند
۱۸۶	۵-۴-۸ پتانسیل لnard - جونز
۱۸۸	۵-۴-۹ مدل‌های پتانسیل اصلاح شده
۱۹۳	۵-۵ ضریب سوم ویریا

مسائل	۱۹۶
-------	-----

فصل ۶: بلورها

مقدمه	۱۹۹
۱-۶ طیف ارتعاشی شبکه‌ی تک اتمی	۲۰۰
۱-۲-۶ نظریه‌ی انیشتاین در رابطه با بلورها	۲۰۳
۲-۲-۶ نظریه‌ی دبابی در رابطه با جامدات	۲۰۷
۳-۶ سهم ناهماهنگی در خواص بلور	۲۱۵
۴-۶ معادله‌ی حالت جامدات تحت فشار	۲۱۷
۵-۶ فونون‌ها	۲۳۲
۶-۶ نقایص شبکه	۲۳۴
۷-۶ با نظمی - بی نظمی	۲۳۶
۱-۷-۶ شبکه‌ی یک بعدی	۲۳۸
۲-۷-۶ حل دقیق مدل دو بعدی آیزینگ	۲۴۶
۳-۷-۶ تقریب براگ ویلیام	۲۴۸
۴-۷-۶ تقریب شبه شیمیایی	۲۴۹
۵-۷-۶ تقریب کیکوچی	۲۵۱
مسائل	۲۵۴

فصل ۷: سیالات چگال

مقدمه	۲۵۹
۱-۷ نظریه‌ی لnard - جونز - دونشر	۲۶۰
۲-۷ کارآیی معادله حالت ویریال برای سیالات چگال	۲۶۹
۳-۷ تابع توزیع شعاعی	۲۷۴
۴-۷ نقش نیروهای جاذبه و دافعه در ساختار سیال متراکم	۲۸۱
۵-۷ نظریه‌ی اختلال برای مایعات	۲۸۲
۶-۷ قاعده‌بندی سیالات چگال	۲۸۹
۱-۶-۷ معادله تیت	۲۹۰
۲-۶-۷ معادله‌ی مارناگان	۲۹۱
۳-۶-۷ فشار بخار مایع برحسب دما	۲۹۲
۴-۶-۷ قانون قطره‌های محدود به خط راست	۲۹۴
۵-۶-۷ فشار برحسب دما برای هم‌حجم‌ها	۲۹۴

۶-۶-۷	خط زینو	۲۹۴
۷-۶-۷	قاعده‌بندی هوانگ و اکانال	۲۹۷
۷-۷	قاعده‌بندی همدم‌های خطی	۲۹۷
۱-۷-۷	نقطه‌ی تراکم‌پذیری مشترک	۳۰۳
۲-۷-۷	نقطه‌ی ضریب کشیدگی مشترک	۳۰۶
۳-۷-۷	وابستگی ضریب کشیدگی به دما	۳۰۸
۴-۷-۷	وابستگی انبساط‌پذیری همفشار به فشار	۳۱۰
۸-۷	مخلوط‌های چگال	۳۱۱
۱-۸-۷	قواعد اختلاط	۳۱۳
۲-۸-۷	قواعد ترکیب	۳۱۴
۳-۸-۷	استفاده از قاعده‌ی همدم‌های خطی در مخلوط‌ها	۳۱۵
۴-۸-۷	استفاده از قواعد اختلاط و ترکیب و LIR	۳۲۲
۹-۷	تعمیم دادن قاعده‌بندی همدم‌های خطی به زنجیرهای بلند	۳۲۵
	مسائل	۳۲۸
	مراجع	۳۳۵
	واژه‌نامه انگلیسی به فارسی	۳۳۷
	واژه‌یاب	۳۴۳