

شیمی فیزیک برای رشته‌های فنی و مهندسی

تألیف

دکتر علیرضا صلابت

عضو هیئت علمی دانشگاه اراک



انتشارات دانشگاه اراک

سروشناسه	: صلابت، علیرضا- ۱۳۴۵
عنوان و نام پدیدآور	: شیمی فیزیک برای رشته‌های فنی و مهندسی / تالیف علیرضا صلابت.
وضعیت ویراست	[۲] : [ویراست ۲]
مشخصات نشر	: اراک: دانشگاه اراک، انتشارات، ۱۴۰۳.
مشخصات ظاهری	: ص: ۲۸۷ ص: مصور، جدول، نموار.
فروخت	: دانشگاه اراک؛ ۳۵/۱
شابک	: ۹۷۸-۶۲۲-۸۱۵۴-۱۴-۵
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
یادداشت	: چاپ دوم
یادداشت	: کتابنامه: ص. ۲۸۷
موضوع	: شیمی فیزیک
شناسه افزوده	: دانشگاه اراک، انتشارات
رده‌بندی کنگره	: QD۴۵۲/۲
رده‌بندی دیوبی	: ۵۴۱/۳
شماره کتابشناسی ملی	: ۹۶۳۳۷۹۱
اطلاعات رکورد کتابشناسی	: فیبا

این کتاب مشمول قانون حمایت از حقوق مؤلفان و مصنفان است. تکثیر کتاب به هر روش اعم از فتوکپی، ریسوگرافی، تهیه فایل‌های لوح فشرده، بازنویسی در وبلاگ‌ها، سایتها، مجله‌ها و کتاب، بدون اجازه کتبی ناشر مجاز نیست و موجب پیگرد قانونی می‌شود و تمامی حقوق برای ناشر محفوظ است.

عنوان: شیمی فیزیک برای رشته‌های فنی و مهندسی
 تالیف: علیرضا صلابت
 نوبت چاپ: دوم - ویراست دوم
 تاریخ انتشار: ۱۴۰۳
 شمارگان: ۲۰۰ نسخه
 ناشر: انتشارات دانشگاه اراک
 چاپ و صحافی: انتشارات دانشگاه اراک
 «مسئلیت صحت مطالب کتاب با مؤلفان است»

قیمت: ۳۵۰۰۰ تومان

اراک، میدان بسیج، بلوار کربلا، دانشگاه اراک، ساختمان کتابخانه مرکزی و مرکز اسناد، طبقه دوم، اتاق شماره ۲، انتشارات دانشگاه اراک
 پست الکترونیک: press@araku.ac.ir - تاریخ: <https://press.araku.ac.ir>

فهرست

۹	پیشگفتار مؤلف.....
۱۱	فص اول: خواص گازها و تئوری جنبشی.....
۱۱	۱-۱ حالت گازها.....
۱۱	۲-۱ قوانین گازها.....
۱۴	۳-۱ مخلوط گازها و قانون دالتون.....
۱۵	۴-۱ تئوری جنبشی گازها.....
۱۶	(الف) فشار یک گاز:.....
۱۸	(ب) انرژی جنبشی و دما.....
۱۹	ج) مقادیر عددی انرژی و سرعت‌های مولکولی.....
۲۱	د) توزیع سرعت‌های مولکولی در یک بعد.....
۲۴	ه) توزیع سرعت‌های مولکولی در سه بعد.....
۲۶	و) انواع سرعت‌های متوسط.....
۲۸	ز) پویش آزاد متوسط، قطر برخورد و تعداد برخوردها.....
۳۱	۵-۱ پدیده‌های انتقالی در گازها.....
۳۸	۶-۱ گازهای حقیقی.....
۳۸	(الف) برهمنکنش بین مولکولی.....
۳۹	(ب) ضریب تراکم پذیری.....
۴۰	(ج) معادله حالت ویریال.....
۴۱	(د) تراکم گازها و توصیف نقطه بحرانی گاز.....
۴۲	(ه) معادله حالت وان دروالس.....
۴۵	(و) قانون حالت‌های متناظر.....
۵۱	فصل دوم: ترمودینامیک.....
۵۱	۱-۲ کار، گرما و انرژی.....
۵۲	۲-۲ قانون اول ترمودینامیک.....
۵۴	۳-۲ کار انبساطی.....
۵۴	(الف) انبساط آزاد.....
۵۴	(ب) انبساط در مقابل فشار ثابت.....

ج) انبساط برگشت‌پذیر.....	۵۴
۴-۲ گرما.....	۵۶
الف) ظرفیت گرمایی.....	۵۶
ب) انталپی.....	۵۷
۵-۲ تحولات آدیاباتیک.....	۵۸
۶-۲ ترموشیمی.....	۶۱
الف) انталپی فرایندهای فیزیکی و شیمیایی.....	۶۲
ب) قانون هس.....	۶۳
ج) انталپی استاندارد تشکیل.....	۶۴
د) انталپی واکنش بر حسب انталپی‌های تشکیل.....	۶۴
ه) وابستگی دمایی انталپی واکنش.....	۶۵
۷-۲ تغییرات انرژی داخلی و انталپی.....	۶۶
الف) وابستگی انرژی داخلی به دما.....	۶۷
ب) وابستگی انталپی به دما.....	۶۷
۸-۲ قانون دوم ترمودینامیک.....	۶۸
الف) انتروپی.....	۶۹
ب) نامساوی کلازیوس.....	۷۲
ج) محاسبه انتروپی در تحولات برگشت‌پذیر و برگشت‌ناپذیر.....	۷۳
د) اندازه‌گیری انتروپی.....	۷۵
۹-۲ قانون سوم ترمودینامیک.....	۷۵
۱۰-۲ انرژی‌های گیبس و هلمولتز.....	۷۶
فصل سوم: کاربرد قانون دوم و تعادل شیمیایی.....	۸۳
۱-۳ خواص انرژی داخلی.....	۸۳
۲-۳ روابط ماسکول.....	۸۴
۳-۳ خواص تابع گیبس.....	۸۵
الف) وابستگی انرژی گیبس به دما.....	۸۷
ب) وابستگی انرژی گیبس به فشار.....	۸۷
۴-۳ پتانسیل شیمیایی ماده خالص.....	۸۸

۸۸.....	۵-۳ گازهای حقیقی و تعریف فوگاسیته.....
۹۱.....	۶-۳ سیستم‌های باز و تغییر ترکیب آنها.....
۹۳.....	۷-۳ واکنش‌های شیمیایی خودبه‌خودی، غیرخودبه‌خودی و حالت تعادل.....
۹۵.....	۸-۳ انرژی گیبس و ثابت‌های تعادل.....
۹۷.....	۹-۳ عکس‌العمل تعادلات در مقابل تغییر فشار.....
۹۹.....	۱۰-۳ عکس‌العمل تعادل‌ها با دما.....
۱۰۱.....	مسائل فصل سوم.....
فصل چهارم: تبدیل‌های فیزیکی و تعادلات فازی.....	
۱۰۳.....	۱-۴ کلیات.....
۱۰۳.....	۲-۴ تعادل فازها و نمودارهای فاز.....
۱۰۴.....	الف) مرز جامد - مایع.....
۱۰۵.....	ب) مرز مایع - بخار.....
۱۰۶.....	۳-۴ تبدیل فازهای درجه اول و درجه دوم.....
۱۰۷.....	۴-۴ قاعده فاز و درجه آزادی.....
۱۰۸.....	۵-۴ سیستم‌های یک جزیی.....
۱۱۰.....	۶-۴ سیستم‌های دو جزیی.....
۱۱۱.....	الف) نمودار فاز.....
۱۱۲.....	ب) تفسیر نمودارها.....
۱۱۳.....	ج) قاعده اهرم.....
۱۱۶.....	۷-۴ نمودار دما - ترکیب.....
۱۱۷.....	۸-۴ نمودار فاز مایع - مایع.....
۱۲۱.....	۹-۴ نمودار فاز مایع - جامد.....
۱۲۴.....	۱۰-۴ ۱ نمودار فاز سیستم‌های سه جزیی.....
۱۲۸.....	مسائل فصل چهارم.....
۱۳۲.....	
فصل پنجم: ترمودینامیک محلول‌ها.....	
۱۳۵.....	۱-۵ خواص مولی جزیی.....
۱۳۵.....	الف) حجم مولی جزیی.....
۱۳۵.....	

۶ □ شیمی فیزیک برای رشته‌های فنی و مهندسی

۱۳۸	ب) انرژی گیبس مولی جزئی و پتانسیل شیمیایی
۱۳۹	ج) معادله گیبس - دوهم
۱۴۰	۲-۵ ترمودینامیک اختلاط
۱۴۲	۳-۵ پتانسیل شیمیایی مایعات
۱۴۵	۴-۵ خواص محلول‌ها
۱۴۶	۵-۵ خواص کولیگاتیو
۱۵۱	۶-۵ فعالیت حلال و حل شونده
۱۵۵	مسائل فصل پنجم
فصل ششم: سینتیک شیمیایی	
۱۵۷	۱-۶ سینتیک واکنش
۱۵۷	۶-۲ اندازه‌گیری سرعت واکنش
۱۶۱	۶-۳-۶ انتگرال‌گیری از روابط سرعت
۱۶۲	الف) واکنش‌ها مرتبه اول
۱۶۴	ب) واکنش‌ها مرتبه دوم
۱۶۶	ج) واکنش‌ها مرتبه سوم
۱۶۶	د) واکنش مرتبه n ام
۱۶۷	ه) واکنش‌ها مرتبه اول برگشت پذیر
۱۶۸	و) واکنش‌ها متوالی مرتبه اول
۱۶۹	ز) واکنش‌ها رقابتی مرتبه اول
۱۷۱	۶-۴ تعیین رابطه سرعت
۱۷۱	الف) روش نیمه عمر
۱۷۲	ب) روش نمودار پاول
۱۷۴	ج) روش سرعت اولیه
۱۷۵	د) روش مجزا کردن (کاهش مرتبه)
۱۷۵	۵-۶ واکنش‌ها زنجیری و پلیمری شدن
۱۸۰	۶-۶ واکنش‌ها سریع
۱۸۰	الف) روش آسایش شیمیایی
۱۸۳	ب) بررسی سینتیک واکنش در سیستم‌های جاری

۱۸۶.....	۷-۶ وابستگی دمایی ثابت‌های سرعت
۱۸۷.....	۸-۶ کاتالیزور
۱۹۰.....	۹-۶ واپاشی هسته‌ای
۱۹۳.....	مسائل فصل ۶
فصل هفتم: پدیده‌های سطحی	
۱۹۵.....	۱-۷ مقدمه
۱۹۵.....	۲-۷ سطوح مایع
۱۹۵.....	الف) کشش سطحی
۱۹۷.....	ب) معادله لاپلاس
۱۹۸.....	ج) عمل موئینگی
۱۹۹.....	د) معادله کلوین در سطوح انحنایدار
۲۰۱.....	ه) مواد فعال سطحی و کشش سطحی محلول‌ها
۲۰۲.....	و) ترمودینامیک جذب و معادله گیبس
۲۰۵.....	۳-۷ جذب گازها روی سطوح جامد
۲۰۷.....	۴-۷ ایزوترم‌های جذب
۲۰۹.....	الف) ایزوترم جذب لانگمیر
۲۱۰.....	ب) ایزوترم جذب فرندیش
۲۱۰.....	ج) ایزوترم BET
۲۱۱.....	د) تعیین مساحت سطوح
۲۱۳.....	۵-۷ تماس سطوح جامد و مایع و فرایند ترکنندگی
۲۱۶.....	الف) عوامل مؤثر بر زاویه تماس و فرایند ترکنندگی
۲۱۷.....	ب) شناورسازی
۲۱۸.....	ج) پاک کنندگی
۲۱۹.....	۶-۷ کاتالیزورهای ناهمگن
۲۲۰.....	۷-۷ سینتیک واکنش‌ها کاتالیزوری
۲۲۳.....	مسائل فصل ۷
۲۲۵.....	فصل هشتم: الکترولیت‌ها و الکتروشیمی

۸ □ شیمی فیزیک برای رشته‌های فنی و مهندسی

۱-۸ هدایت الکتریکی در محلول‌ها	۲۲۵
۲-۸ هدایت اکی والان محلول‌ها	۲۲۷
۳-۸ تئوری آرنیوس و تفکیک الکترولیت‌ها	۲۲۹
۴-۸ معادله دبای - هوکل	۲۳۱
۵-۸ رابطه بین ضریب فعالیت اسید ضعیف و درجه یونیزاسیون	۲۳۴
۶-۸ رابطه ضریب فعالیت ماده کم محلول با غلظت اشباع آن	۲۳۴
۷-۸ الکترولیز و اعداد انتقالی	۲۳۵
۸-۸ هدایت الکتریکی یون‌ها در رقت بینهایت و تحرک یونی	۲۳۸
۹-۸ محاسبه ثابت تعادل با استفاده از هدایت‌سنگی	۲۴۱
۱۰-۸ نیروی الکتروموتوری پیل‌ها	۲۴۲
۱۱-۸ وابستگی نیروی محرکه پیل به دما و محاسبه کمیت‌های ترمودینامیکی	۲۴۳
۱۲-۸ الکترودهای مرجع	۲۴۵
۱۳-۸ پیل‌های غلظتی	۲۴۸
۱۴-۸ الکترودهای غشایی	۲۵۱
۱۵-۸ فرایندهای الکتروشیمیایی به عنوان منابع انرژی	۲۵۳
الف) پیل‌های ساده	۲۵۳
ب) باطری‌های انباره	۲۵۴
ج) پیل‌های سوختی	۲۵۶
۱۶-۸ فرایندهای خوردگی	۲۵۸
الف) پتانسیل‌های مختلط و الکترودهای دوگانه	۲۵۸
ب) فرایند خوردگی و دیاگرام‌های پوربه	۲۵۹
ج) محافظت از خوردگی	۲۶۱
مسائل فصل ۸	۲۶۳
ضمامات	۲۶۵
واژه نامه انگلیسی - فارسی	۲۷۷
مراجع	۲۸۷

پیشگفتار مولف

علم شیمی فیزیک مطالعه اصول فیزیکی است که خواص و رفتار سیستم‌های شیمیایی را مشخص می‌کند. یک سیستم شیمیایی را از دو دیدگاه میکروسکوپی و ماکروسکوپی می‌توان مطالعه کرد. دیدگاه میکروسکوپی بر پایه مفهوم مولکول‌ها استوار است و دیدگاه ماکروسکوپی خواص ماده در مقایس بزرگ مورد مطالعه قرار می‌گیرد. اصول شیمی فیزیک چارچوبی را برای کلیه شاخه‌های شیمی ارائه می‌کند. در شیمی آلی مطالعه سینتیک به منظور کشف مکانیسم واکنش‌های شیمیایی بکار می‌رود. از محاسبات شیمی کوانتمی برای مطالعه ساختار و پایداری حدواسطه‌ای واکنش‌ها استفاده می‌شود. قواعد تقارن حاصل از شیمی کوانتمی را می‌توان برای پیش‌بینی مسیر واکنش‌ها و تشدید معناظطیسی هسته‌ای (NMR) و طیفسنجی فروسرخ را برای کمک در تعیین ساختار ترکیب بکار برد. در شیمی معدنی، شیمی کوانتمی و طیفسنجی برای مطالعه پیوندها به کار می‌رود. در شیمی تجزیه، طیفسنجی، سینتیک و ترمودینامیک کاربرد بهسازی به‌خصوص در تجزیه و تحلیل نمونه‌ها دارد. در زیست شیمی، از سینتیک در مطالعه سرعت واکنش‌های آنزیمی، از ترمودینامیک در مطالعه تبدیلات انرژی پدیده‌های زیستی، اسمز و تعادل غشایی و همچنین برای تعیین وزن‌های مولکولی مولکول‌های حیاتی استفاده می‌شود. در مهندسی شیمی، ترمودینامیک برای پیش‌بینی ترکیب تعادلی مخلوط واکنش‌ها به کار می‌رود و از سینتیک برای محاسبه سرعت تشکیل فرآورده‌ها استفاده می‌شود. همچنین از اصول تعادل فاز در ترمودینامیک برای طراحی روش‌های جداسازی، تقطیر جزء به جزء، جدا سازی مایع-مایع و مایع-جامد استفاده می‌شود. در شیمی پلیمر، ترمودینامیک، سینتیک و مکانیک آماری برای مطالعه سینتیک پلیمریزاسیون، اوزان مولکولی پلیمرها و توزیع صورت‌بندی‌های یک مولکول پلیمر استفاده می‌شود.

در کتاب حاضر سعی بر این بوده است کلیه مباحث فوق الذکر که مبانی مباحث مهندسی می‌باشند بحث گردد. کتاب مشتمل بر هشت فصل بوده که مطالبی در رابطه با گازها، ترمودینامیک، تعادلات، محلول‌ها، سینتیک شیمیایی، پدیده‌های سطحی، الکتروولیت‌ها و الکتروشیمی را در بر می‌گیرد. در جمع‌آوری مطالب حتی الامکان سعی شده است دیدگاه کاربردی شیمی فیزیک مورد نظر باشد.

در تهیه این اثر از ثمرات علمی مؤلفین ارجمند که در منابع به آن‌ها اشاره گردیده است، استفاده شایان توجهی شده است. در ضمن کوشش شده است در حد امکان از تجربیات چندین ساله که در ارائه مطالب مذکور در دانشگاه به دست آمده است استفاده شود. در هر حال بدیهی است با تمام این اوصاف مندرجات کتاب خالی از نقص نخواهد بود، لذا مؤلف از دریافت راهنمایی‌های گرانبهای و نظرات

۱۰ □ شیمی فیزیک برای رشته‌های فنی و مهندسی

انتقادی خوانندگان ارجمند بسیار خوشحال و سپاسگزار خواهد بود و امیدوار است همانگونه که در این تجدید چاپ استفاده شده است، در صورت توفیق بتواند در چاپ‌های آتی نیز از راهنمایی ارزشمند آنان استفاده نماید.

در خاتمه مؤلف وظیفه خود می‌داند از کلیه کسانی که به هر نحو در تهییه و چاپ این کتاب یاری کرده‌اند بهویژه جناب آقای مینا در بخش انتشارات دانشگاه تشکر نماید. در این رابطه از همکار محترم آقای وحید مهدوی که ویرایش این کتاب را تقبل نمودند قدردانی می‌شود. همچنین از مسئولین معاونت پژوهشی دانشگاه اراک بهویژه آقای دکتر نصرآبادی که در مراحل مختلف تالیف و تجدید چاپ کتاب همکاری صمیمانه‌ای داشته‌اند سپاسگزاری می‌گردد. در آخر کتاب حاضر را به خانواده‌ام بهدلیل حمایت‌هایشان تقدیم می‌نمایم.

علیرضا صلابت

۱۴۰۲ زمستان