

شیمی فیزیک

ترمودینامیک و سینتیک شیمیایی

ویرایش نهم

تألیف:

پی. دبلیو. نکینز

استاد دانشگاه آکسفورد

جولیو. دی. پائولا

استاد دانشگاه پرتلند، اورگان

ترجمه:

دکتر غلامعباس پارسا فر

استاد دانشگاه صنعتی شریف

دکتر بیژن نجفی

استاد دانشگاه صنعتی اصفهان

در این ویرایش جدید سبک و روش معمول خود را ادامه داده و مطالب آنرا هم از جنبه‌ی موضوع و هم از لحاظ ارائه به‌روزرسانی کرده‌ایم. هدف نهایی ما روان‌تر بودن، دسترسی ساده‌تر برای دانشجویان، تنوع بیشتر و مستدل بودن مطالب، بدون افزایش حجم کتاب بوده است. به‌رحال باید در نظر داشت که افزایش حجم کتاب بیشتر به‌خاطر روش‌های آموزشی مطرح شده (مانند مثال‌های حل شده، لیست کنترل معادله‌های کلیدی، و بخش منابع) بوده و نه لزوماً به‌خاطر فشردگی اطلاعات.

این کتاب هم مانند قبل به سه بخش تقسیم شده است، اما مطالبی را از بعضی بخش‌ها به بخش‌های دیگر منتقل کرده‌ایم و در ساختار فصل‌ها هم بازنگری شده است. با توجه به این که بعضی مطالب در درس‌های قبلی تدریس شده‌اند، با ترکیب چند فصل در بخش ۱ (تعادل) تأکید بر ترمودینامیک کلاسیک کم شده است. به‌عنوان مثال، در این ویرایش به‌جای اختصاص یک فصل کامل، نمودار فاز، در دو فصل ۴ (تئوری‌ای/ازی مواد خالص) و فصل ۵ (مخلوط‌های ساده) آورده شده است. در بخش‌های "استفاده در" کاربرد اصول ترمودینامیک در علم مواد پررنگ‌تر شده است، چون توجه شیمیدان‌ها به این علم بیشتر شده است. در بخش ۲ (ساختار) فصل‌ها با بحث در مورد روش‌های امروزی علم مواد (شامل علم نانو و طیف‌سنجی) به‌روز گردیده است. همچنین توجه بیشتری به شیمی محاسباتی گردیده و این بخش در فصل ۱۰ بازنگری مجدد گردیده است.

در بخش ۳ فصل‌های مربوط به سینتیک و فرآیندها، پیرایه و فرآیندهای سطح حذف گردیده ولی مواردی را که مهم تشخیص داده‌ایم آورده شده است. به‌خاطر سهولت بیشتر دسترس به این مباحث، بحث‌های مربوط به واکنش‌های پلیمری شدن، فوتو شیمی، آنزیم و کاتالیزگر سطحی، بخشی در فصل ۲۱ (سرعت واکنش‌های شیمیایی، فصل ۸ این کتاب) و بخشی دیگر در فصل ۲۲ (دینامیک واکنش، فصل ۹ این کتاب) آورده شده است. همچنین یک فصل جدید، فصل ۲۳ (کاتالیز، فصل ۱۰ این کتاب) نیز اضافه شده است. ضمیمه‌های ویرایش‌های قبل را حذف نموده‌ایم. ریاضیات این ضمیمه در بخش‌های مختلف کتاب تحت عنوان زمینه‌های ریاضی بخش شده است، که روش‌های ریاضی برحسب ضرورت به‌طور خلاصه و به‌طور کامل آورده شده است. مرور شیمی و فیزیک پایه‌ای که در ویرایش‌های قبل در ضمیمه آورده شده بود، حال در آغاز کتاب در یک فصل تحت عنوان "مباحث بنیادی" آورده شده است. نکته‌های خاص تحت عنوان یک نکته‌ی کوتاه یا در بخش‌های اطلاعات بیشتر کتاب آمده است. اعتقاد داریم که با خارج ساختن این مباحث از ضمیمه‌ها و ساده سازی ارائه فصل‌ها، خواندن کتاب دلپذیرتر شده است.

این بحث قدیمی "کوانتوم اول" یا "ترمودینامیک اول" بین جامعه‌ی شیمی فیزیکدانان هند هم به‌طور جدی ادامه دارد. به‌همین دلیل ساختار این کتاب را تا حد زیادی انعطاف پذیرتر کرده‌ایم. هدف ما در این ویرایش این بوده که امکان ارائه‌ی مطالب با ترتیب‌های متفاوت امکان پذیر باشد و در پایان این پیشگفتار، بار دیگر نقشه‌ی هر دو مسیر را نیز ارائه داده‌ایم. برای آنهایی که مسیر "کوانتوم اول" را ترجیح می‌دهند، کتاب "کوانتا، ماده و تغییر" (با همکاری رون فریدمن) را معرفی می‌کنیم که مطالب این کتاب را با یک روش مشابه پوشش داده‌ایم، ولی به‌خاطر دیدگاه متفاوت، از رهیافت دیگری پیروی می‌کند.

همان‌طور که در ویرایش‌های قبلی مطرح شده، اهمیت ریاضی در شیمی فیزیک نادیده گرفته نشده است و روش‌هایی به‌کار گرفته‌ایم که نقش محوری ریاضیات در شیمی فیزیک هر چه بیشتر پررنگ‌تر گردیده و بیشتر قابل درک باشد. علاوه بر مرتبط ساختن بخش‌های زمینه‌ی ریاضی با فصل‌های مربوطه، استخراج معادلات، توجیه آنها و نکات خاص هر مرحله، سرخط‌های مفیدی ارائه شده است. تلاش دانشجویان سخت‌کوش را هم مدنظر داشته و کوشش نموده‌ایم در هر مرحله‌ای به‌آنها کمک نماییم.

از گسترش روزافزون منابع الکترونیکی آگاه بوده‌ایم و در این چاپ برای رجوع به مرکز منابع روی خط (on line) خود به آدرس: www.oxfordtextbooks.co.uk/orc/pchem9e توصیه‌های زیادی شده است. بر این باوریم که باید دانشجویان را به استفاده از نمودارهای اینترنتی پویای سایت وب (و همچنین استفاده کامل از نسخه‌ی الکترونیکی کتاب و explorations CD) و نتایج حاصله در بخش کنجکاوی در شیمی فیزیک تشویق نمود. برای این کار هنگامی که به یک نمودار پویا مراجعه می‌کنیم (از طریق یک نشانه (آیکون) اضافه شده به نمودار در کتاب) یک کنجکاوی در حاشیه‌ی شکل ظاهر شده و نشان می‌دهد که با تغییر پارامترها چه نتایجی ایجاد می‌شود.

در کل تجدید نظرهای بسیاری در متن انجام شده است تا کتاب قابل استفاده‌تر، مفیدتر و جذاب‌تر باشد. به عنوان مثال، تمام ۱۰۰۰ قطعه‌ی هنری با یک روش هماهنگ دو باره ترسیم شده است. لیست کنترل معادله‌های کلیدی در پایان هر فصل عصاره‌ی مفیدی از مهمترین معادله‌های زیادی است که برحسب ضرورت در کتاب آورده شده است. نوآوری جدید این کتاب مجموعه‌ی نقشه‌های راه در بخش منابع است، که نشان می‌دهد چگونه یک رابطه را انتخاب و مسیر منتهی به ریشه آن را پیدا کنید. در مجموع در این فرصت به دست آمده کل کتاب را بازنگری، کاربردهای آن را تکمیل و دانشجویان را به استفاده از منابع الکترونی تشویق و مطالب آن را به روز و ۱۰ طاف پذیرتر کرده‌ایم.

P.W.A.

J.de.P

اکسفورد

پرتلند

سپاس فراوان پروردگار یکتا را که توفیق عنایت فرمود تا پس از ترجمه‌ی جلد اول کتاب شیمی فیزیک انکینز (ویرایش نهم چاپ ۲۰۱۰)، ترجمه‌ی بخش‌های اول و سوم این کتاب (ترمودینامیک، سینتیک و شیمی سطح) را در قالب یک کتاب در اختیار دانشجویان و سایر علاقمندان قرار دهیم.

سرفصل‌های شیمی فیزیک در ایران و سایر کشورها بیشتر شامل ترمودینامیک و سینتیک شیمیایی می‌باشد، که بر این اساس مولفین کتاب در سال ۲۰۱۰ علاوه بر کتاب کامل خود، بخش اول کتاب (ترمودینامیک) و بخش سوم (سینتیک و شیمی سطح) را در قالب یک کتاب جداگانه تحت عنوان "ترمودینامیک و سینتیک شیمیایی" در اختیار علاقمندان قرار دادند. براین اساس مترجمین این کتاب هم تصمیم گرفتند که اقدام به ترجمه‌ی بخش سوم کتاب نموده و دو بخش ترمودینامیک و سینتیک شیمیایی را به‌صورت یک کتاب کامل عرضه نمایند.

این کتاب علاوه بر اینکه می‌تواند به عنوان کتاب درسی برای دروس شیمی فیزیک ۱ و ۲ و شیمی فیزیک مهندسی شیمی و سایر رشته‌ها مورد استفاده قرار گیرد، با توجه به شیوه نگارش خاص آن و کثرت مثال‌ها، تمرین‌ها، نکات عملی، مثال‌ها و پرسش‌های تشریحی حل شده پس از معرفی یک موضوع یا رابطه‌ی مهم، می‌تواند حتی به‌عنوان یک خودآموز شیمی فیزیک و ترمودینامیک کلاسیک نیز مورد استفاده قرار گیرد.

از همکاران (اساتید و پژوهشگران) و دانشجویان عزیز تقاضا داریم که نظرات و انتقادات سازنده‌ی خود را در ارتباط با ترجمه این کتاب ارسال نمایند تا در چاپ‌های بعدی مورد استفاده قرار گیرد.

در پایان وظیفه خود می‌دانیم که از زحمات کلید پرسنل مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان خصوصاً جناب آقای دکتر محمد رضا کوشش ریاست محترم مرکز نشر دانشگاه و جناب آقای مهندس محسن مرندی (سرپرست قبلی مرکز نشر) به‌خاطر راهنمایی‌های بسیار ارزشمند و پیگیری‌های ایشان تشکر نماییم. از جناب آقای مهندس بختیار آذری دهکردی به‌خاطر تنظیم و آماده‌سازی شکل‌ها و سرکار خانم زحل شیروانی به‌خاطر صفحه‌آرایی و توصیه‌های بسیار سودمند و کنترل دقیق صفحات کتاب و همچنین آقایان مهندس علیرضا رئوفی و مهندس علیرضا احمدی تشکر می‌نماییم.

مترجمین

۱۳۹۲

فهرست مطالب

مباحث بنیادی

۶۶	۴-۲ مبادله‌ی گرما
۷۰	۵-۲ انتالپی
۷۶	۱-۲I استفاده در بیوشیمی و علم مواد
۷۷	۶-۲ تغییرات آدیاباتیک
۷۹	ترموشیمی
۸۰	۷-۲ تغییر انتالپی استاندارد
۸۶	۲-۲I استفاده در بیولوژی: غذا و ذخایر انرژی
۸۷	۸-۲ انتالپی استاندارد تشکیل
۸۹	۹-۲ وابستگی دمایی انتالپی واکنش
۹۱	توابع حالت و دیفرانسیل‌های کامل
۹۱	۱۰-۲ دیفرانسیل‌های کامل و ناکامل
۹۳	۱۱-۲ تغییر انرژی داخلی
۹۷	۱۲-۲ اثر ژول - تامسون
۱۰۲	لیست کنترل معادله‌های کلیدی
۱۰۲	اطلاعات اضافی: ۱-۲ فرآیندهای آدیاباتیک
۱۰۳	اطلاعات اضافی: ۲-۲ رابطه بین ظرفیت‌های گرمایی
۱۰۵	پرسش‌های تشریحی
۱۰۵	تمرین‌ها
۱۱۰	مسائل
۱۱۷	زمینه‌ی ریاضی ۲: حسابان چند متغیری
۱۱۷	۱-MB۲ مشتق‌های جزئی
۱۱۸	۲-MB۲ دیفرانسیل‌های کامل
۱۲۳	۳ قانون دوم
۱۲۴	جهت تغییر خود بخش
۱۲۴	۱-۳ پخش انرژی
۱۲۵	۲-۳ انتروپی
۱۳۴	۱-۳I استفاده در مهندسی: سرمایش
۱۳۵	۳-۳ تغییر انتروپی فرآیندهای خاص
۱۴۱	۴-۳ قانون سوم ترمودینامیک
۱۴۴	۲-۳I استفاده در شیمی مواد: نقص‌های بلوری
۱۴۵	تمرکز روی سیستم
۱۴۶	۵-۳ انرژی‌های هلمهولتز و گیبس
۱۵۱	۶-۳ انرژی گیبس مولی استاندارد
۱۵۴	ادغام قانون‌های اول و دوم
۱۵۴	۷-۳ معادله‌ی اساسی
۱۵۵	۸-۳ خواص انرژی داخلی

۱	۱-F اتم‌ها
۲	۲-F مولکول‌ها
۴	۳-F ماده‌ی توده‌ای
۶	۴-F انرژی
۷	۵-F ارتباط بین خواص مولکولی و توده‌ای
۱۰	۶-F میدان الکترومغناطیسی
۱۱	۷-F واحدها
۱۴	تمرین‌ها
۱۹	بخش ۱ - تعادل
۲۱	۱ خواص گازها
۱	گاز کامل
۲۱	۱-۱ حالت گازها
۲۱	۲-۱ قانون‌های گاز
۳۲	۱-۱I استفاده در علوم زیست محیطی:
۳۴	قانون‌های گاز و آب و هوا
۳۵	گازهای حقیقی
۳۹	۳-۱ برهمکنش‌های بین مولکولی
۴۵	۴-۱ معادله‌ی وان دروالس
۴۵	لیست کنترل معادله‌های کلیدی
۴۶	پرسش‌های تشریحی
۴۹	تمرین‌ها
۵۳	مسائل
۵۵	زمینه‌ی ریاضی ۱: دیفرانسیل و انتگرال‌گیری
۵۵	۲ قانون اول
۵۵	مفاهیم اساسی
۵۶	۱-۲ کار، گرما و انرژی
۵۸	۲-۲ انرژی داخلی
۶۱	۳-۲ کار انبساطی

۱۵۷	۳-۹ خواص انرژی گیس
۱۶۳	لیست کنترل معادله‌های کلیدی
۱۶۴	اطلاعات اضافی: ۱-۳ معادله‌ی برن
۱۶۴	اطلاعات اضافی: ۲-۳ فوگاسیته
۱۶۷	پرسش‌های تشریحی
۱۶۷	تمرین‌ها
۱۷۰	مسائل

۴ تبدیل‌های فیزیکی مواد خالص ۱۷۷

۱۷۷	نمودارهای فاز
۱۷۷	۱-۴ پایداری فازها
۱۸۰	۲-۴ مرزهای فازی
۱۸۳	۳-۴ سه نمودار فاز نوعی
۱۸۵	۱-۴I استفاده در تکنولوژی: سادت ابر بحرانی
۱۸۷	جنبه‌های ترمودینامیکی تبدیل‌های فازی
۱۸۷	۴-۴ وابستگی پایداری به شرایط
۱۹۱	۵-۴ موقعیت مرزهای فازی
۱۹۵	۶-۴ تقسیم بندی ارنفست برای تبدیل‌های
۱۹۸	لیست کنترل معادله‌های کلیدی
۱۹۸	پرسش‌های تشریحی
۲۰۰	تمرین‌ها
۲۰۰	مسائل

۵ مخلوط‌های ساده ۲۰۵

۲۰۶	توصیف ترمودینامیکی مخلوط‌ها
۲۰۶	۱-۵ کمیت‌های مولی جزئی
۲۱۱	۲-۵ ترمودینامیک اختلاط
۲۱۴	۳-۵ پتانسیل شیمیایی مایعات
۲۱۸	خواص محلول‌ها
۲۱۸	۴-۵ مخلوط‌های مایع
۲۲۱	۵-۵ خواص کولیگاتیو
۲۲۹	۲-۵I استفاده در بیولوژی: اسمز در فیزیولوژی
۲۳۰	۶-۵ نمودارهای فشار-بخار
۲۳۳	۷-۵ نمودارهای دما-ترکیب
۲۳۶	۸-۵ نمودارهای فاز مایع-مایع
۲۴۰	۹-۵ نمودارهای فاز مایع-جامد
۲۴۴	۲-۵I استفاده در علم مواد: بلورهای مایع

۲۴۶	فعالیت‌ها
۲۴۶	۵-۱۰ فعالیت حلال
۲۴۷	۵-۱۱ فعالیت حل‌شونده
۲۵۰	۵-۱۲ فعالیت‌ها در محلول‌های مرتب
۲۵۱	۵-۱۳ فعالیت یون‌ها در محلول
۲۵۶	لیست کنترل معادله‌های کلیدی
۲۵۷	اطلاعات اضافی ۵-۱: نظریه‌ی دبی-هوکل
۲۶۰	پرسش‌های تشریحی
۲۶۰	تمرین‌ها
۲۶۷	مسائل

۶ تعادل شیمیایی ۲۷۷

۲۷۸	واکنش‌های شیمیایی خود به‌خودی
۲۷۸	۶-۱ می‌نیم انرژی گیس
۲۸۰	۶-۱I استفاده در بیوشیمی: تبدیل انرژی
۲۸۱	۶-۲ توصیف تعادل
۲۹۰	عکس‌العمل تعادل‌ها با تغییر شرایط
۲۹۰	۶-۳ چگونگی عکس‌العمل تعادلات در مقابل تغییر فشار
۲۹۲	۶-۴ عکس‌العمل تعادلات با دما
۲۹۶	۶-۲I استفاده در تکنولوژی: شیمی ابرمولکولی
۲۹۷	الکتروشیمی تعادلی
۲۹۸	۶-۵ نیم واکنش‌ها و الکترودها
۲۹۹	۶-۶ انواع پیل‌ها
۳۰۰	۶-۷ پتانسیل پیل
۳۰۵	۸-۱ پتانسیل استاندارد الکترودها
۳۰۸	۶-۸ کاربرد پتانسیل‌های استاندارد
۳۱۱	۶-۳I استفاده در تکنولوژی: الکترودهای گونه‌گزین
۳۱۴	لیست کنترل معادله‌های کلیدی
۳۱۵	پرسش‌های تشریحی
۳۱۵	تمرین‌ها
۳۱۸	مسائل

بخش ۲ - تغییر

۳۲۵

۷ مولکول‌ها در حرکت

- حرکت مولکولی در گاز ۳۲۸
۱-۷ مدل جنبشی گازها ۳۲۸
۱-۷ استفاده در اختر فیزیک:
خورشید مانند تویی از گاز کامل ۳۳۶
۲-۷ برخورد با دیوارها و سطوح ۳۳۷
۳-۷ سرعت نفوذ مولکولی ۳۳۸
۴-۷ خواص انتقالی گاز کامل ۳۳۹
حرکت مولکول‌ها در مایعات ۳۴۳
۵-۷ نتایج تجربی ۳۴۳
۶-۷ رسانایی محلول‌های الکترولیت ۳۴۴
۷-۷ تحرک یون‌ها ۳۴۶
۲-۷ استفاده در پیوشیمی: کاتالیزورها ۳۵۱
نفوذ ۳۵۳
۸-۷ دیدگاه ترمودینامیکی ۳۵۳
۹-۷ معادله‌ی نفوذ ۳۵۷
۱۰-۷ احتمالات نفوذ ۳۶۰
۱۱-۷ دیدگاه آماری ۳۶۱
لیست کنترل معادله‌های کلیدی ۳۶۱
اطلاعات اضافی ۱-۷ خواص انتقالی گاز کامل ۳۶۶
پرسش‌های تشریحی ۳۶۷
تمرین‌ها ۳۶۷
مسائل ۳۷۱

۸ سرعت واکنش‌های شیمیایی

۳۷۷

- سینتیک شیمیایی تجربی ۳۷۷
۱-۸ روش‌های تجربی ۳۷۸
۲-۸ سرعت واکنش‌ها ۳۸۱
۳-۸ قوانین سرعت انتگرال‌گیری شده ۳۸۷
۴-۸ واکنش‌هایی که به تعادل نزدیک می‌شوند ۳۹۳
۵-۸ وابستگی دمایی سرعت واکنش ۳۹۸
تحلیل (زیر ساخت‌های) قوانین سرعت ۴۰۱
۶-۸ واکنش‌های بنیادی ۴۰۲
۷-۸ واکنش‌های بنیادی پی‌درپی ۴۰۳
مثال‌هایی از مکانیسم‌های واکنش ۴۱۰
۸-۸ واکنش‌های تک مولکولی ۴۱۰
۹-۸ سینتیک پلیمری شدن ۴۱۳

۸-۱۰ فوتوشیمی ۴۱۸
[۸-۱ استفاده در پیوشیمی:

- محصول جذب نور در فوتوستز گیاهی ۴۲۷
لیست کنترل معادله‌های کلیدی ۴۳۱
پرسش‌های تشریحی ۴۳۲
تمرین‌ها ۴۳۲
مسائل ۴۳۶

۹ دینامیک واکنش

۴۴۳

- برخوردهای واکنش‌پذیر ۴۴۳
۱-۹ نظریه‌ی برخورد ۴۴۴
۲-۹ واکنش‌های کنترل نفوذی ۴۵۲
۳-۹ معادله‌ی موازنه‌ی جرم ۴۵۶
نظریه‌ی حالت گذار ۴۵۷
۴-۹ معادله‌ی آیرینگ ۴۵۷
۵-۹ جنبه‌های ترمودینامیکی ۴۶۳
دینامیک برخوردهای مولکولی ۴۶۶
۶-۹ برخوردهای واکنش‌پذیر ۴۶۶
۷-۹ سطوح انرژی پتانسیل ۴۶۸
۸-۹ بعضی از نتایج تجربی و محاسباتی ۴۷۰
دینامیک انتقال الکترون ۴۷۴
۹-۹ انتقال الکترون در سیستم‌های همگن ۴۷۴
۱۰-۹ فرآیندهای انتقال الکترون در الکترودها ۴۷۹
۱۱-۹ استفاده در تکنولوژی: پیل‌های سوختی ۴۸۶
لیست کنترل معادله‌های کلیدی ۴۸۸
اطلاعات اضافی ۱-۹ انرژی گیبس فعال‌سازی:
انتقال الکترون ۴۸۸
اطلاعات اضافی ۲-۹ مدل‌های باتلر-ولمر ۴۸۹
پرسش‌های تشریحی ۴۹۳
تمرین‌ها ۴۹۳
مسائل ۴۹۷

۱۰ کاتالیز

۵۰۳

- کاتالیز همگن ۵۰۳
۱-۱۰ ویژگی‌های کاتالیز همگن ۵۰۴
۲-۱۰ آنزیم‌ها ۵۰۵
کاتالیز ناهمگن ۵۱۴
۳-۱۰ رشد و ساختار سطوح جامد ۵۱۴

۵۵۱	نقشه‌های راه.....
۵۵۳	پاسخ تمرین‌های الف.....
۵۵۸	پاسخ مسائل با شماره‌های فرد.....
۵۶۵	جدول‌ها.....
۵۸۹	واژه‌نامه‌ی فارسی - انگلیسی.....
۵۹۷	واژه‌نامه‌ی انگلیسی - فارسی.....
۶۰۵	نمایه.....

۵۱۹	۴۰۰ میزان جذب سطحی.....
۵۲۷	۵-۱۰ سرعت فرآیندهای سطحی.....
۵۳۱	۶-۱۰ مکانیسم‌های کاتالیز ناهمگن.....
۵۳۳	۷-۱۰ فعالیت کاتالیزی در سطوح.....
	I-۱۰-۱ استفاده در تکنولوژی:
۵۳۵	کاتالیز در صنایع شیمیایی.....
۵۳۸	لیست کنترل معادله‌های کلیدی.....
۵۳۸	اطلاعات اضافی ۱-۱۰ هم‌دمای BET.....
۵۴۰	پرسش‌های تشریحی.....
۵۴۰	تمرین‌ها.....
۵۴۳	مسائل.....

www.ketab.ir