



دانشگاه شاهرود

شیمی تجزیه ۳

(رشته شیمی)

www.ketab.ir

دکتر سیداحمد میرشکرای دکترو محمود پایه قدر

سرشناسه	:	میرشکرانی، سیداحمد، ۱۳۲۹-
عنوان و نام پدید آور	:	شیمی تجزیه ۳ (رشته شیمی)/ احمد میرشکرانی، محمود پایه قدر.
مشخصات نشر	:	تهران: دانشگاه پیام نور، ۱۳۹۶.
مشخصات ظاهری	:	چهارده، ۳۹۳ ص: مصور.
فروست	:	دانشگاه پیام نور؛ ۲۲۹۶. گروه شیمی؛ ۱/۱۳۵.
شابک	:	978 - 964 - 14 - 0343 - 2
وضعیت فهرست نویسی	:	فیبا.
یادداشت	:	کتابنامه: ص. ۳۹۳.
موضوع	:	شیمی تجزیه - آموزش برنامه‌ای
موضوع	:	Chemistry, Analytic - Programmed instruction
موضوع	:	الکتروشیمی - آموزش برنامه‌ای
موضوع	:	Electrochemistry - Programmed instruction
موضوع	:	شیمی تجزیه - مسائل، تمرین‌ها و غیره (عالی)
موضوع	:	Chemistry, Analytic-Problems, exercises, etc (Higher)
شناسه افزوده	:	پایه قدر، محمود، ۱۳۲۹-
شناسه افزوده	:	دانشگاه پیام نور
شناسه افزوده	:	Payam Noor University
رده‌بندی کنگره	:	QC۷۵۷/م۹ش۹۱۱
رده‌بندی دیویی	:	۵۰۰.۷
شماره کتابشناسی ملی	:	۴۰۸۶۸

شیمی تجزیه ۳

مؤلفان: دکتر سیداحمد میرشکرانی - دکتر محمدعلی کریمی

ویراستار علمی: دکتر محمدعلی کریمی

تهیه و تولید: دفتر تدوین و تولید کتب و محتوای آموزش

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: مرکز چاپ و توزیع دانشگاه پیام نور

شمارگان: ۵۰۰ نسخه

نوبت و تاریخ چاپ: چاپ اول شهریور ۱۳۹۶

شابک: ۲- ۰۳۴۳ - ۱۴ - ۹۶۴ - ۹۷۸

ISBN: 978 - 964 - 14 - 0343 - 2

فروش این کتاب فقط از طریق نمایندگی‌های دانشگاه پیام نور مجاز می باشد و فروش آن در سایر مراکز فروش کتاب موجب تعقیب قانونی فروشنده خواهد گردید

(کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر محفوظ و متعلق به دانشگاه پیام نور است. تولید، گپی یا خلاصه‌برداری، نشر و ترجمه، چاپ، افست، توزیع گسترده، تهیه CD و ... این اثر یا بخشی از آن اعم از متن، طرح پشت و روی جلد و ... بدون اخذ مجوز کتبی از معاونت فناوری و پژوهش دانشگاه خلاف مقررات و تعرض به حقوق مادی و معنوی دانشگاه است. متخلفین وفق قانون حمایت از مولفان و مصنفان و هنرمندان دارای مسئولیت حقوقی و کیفری بوده و تحت پیگرد قرار می گیرند.)

قیمت: ۱۹۵۰۰۰ ریال

فهرست مطالب

پیشگفتار	سیزده
فصل اول. دستگاهوری شیمی	۱
هدف‌های کلی	۱
هدف‌های یادگیری	۱
مقدمه	۲
۱-۱ مفهوم یک دستگاه	۳
۲-۱ نمودار جعبه‌ای	۴
۱-۲-۱ علامت	۴
۲-۲-۱ علامت ورودی	۵
۳-۲-۱ تبدیل‌کننده علامت	۶
۴-۲-۱ سیستم قرائت	۸
۵-۲-۱ پردازشگر علامت	۸
۳-۱ دستگاه تجزیه‌ای	۹
۱-۳-۱ آماده‌سازی نمونه	۱۰
۲-۳-۱ فرایند عملیاتی	۱۰
۳-۳-۱ کنترل فرایند عملیاتی	۱۰
۴-۱ علامت‌ها و اجزای پردازشگر علامت	۱۱
۱-۴-۱ علامت حوزه فرکانس و حوزه زمان	۱۴
۲-۴-۱ تبدیلات فوریه	۱۵
۳-۴-۱ تقویت و تضعیف	۱۷
۵-۱ صافی‌ها	۱۹
۱-۵-۱ انواع صافی	۲۱
۲-۵-۱ ثابت زمانی یک صافی	۲۲
۶-۱ نوفه در دستگاه‌ها	۲۴

۲۴	۱-۶-۱ علامت‌های تجزیه‌ای و علامت‌های نوفه
۲۶	۲-۶-۱ منابع نوفه الکترونیکی
۳۰	۳-۶-۱ کاهش نوفه
۳۲	۷-۱ دسته‌بندی روش‌های تجزیه دستگاهی
۳۳	۱-۷-۱ روش‌های طیف‌بینی
۳۳	۲-۷-۱ روش‌های حرارتی
۳۳	۳-۷-۱ روش‌های الکتروشیمیایی
۳۴	۴-۷-۱ روش‌های کروماتوگرافی
۳۶	۵-۷-۱ روش‌های هسته‌ای
۳۸	۸-۱ شاخص‌های شایستگی
۳۸	۸-۱-۱ دقت
۳۸	۸-۱-۱-۱ حساسیت
۳۸	۸-۱-۱-۱ حساسیت
۴۰	۴-۸-۱ حد تشخیص
۴۲	۵-۸-۱ گزینش پذیری
۴۳	۶-۸-۱ گستره پهنای
۴۴	خودآزمایی تشریحی فصل اول
۴۷	فصل دوم. مقدمه‌ای بر روش‌های طیف‌بینی
۴۷	هدف‌های کلی
۴۷	هدف‌های یادگیری
۴۸	مقدمه
۴۸	۱-۲ روش‌های طیف‌بینی
۴۹	۱-۱-۲ طیف‌بینی اتمی
۵۰	۲-۱-۲ طیف‌بینی مولکولی
۵۰	۲-۲ خواص تابش الکترومغناطیس
۵۰	۱-۲-۲ خواص موجی تابش الکترومغناطیس
۵۲	۲-۲-۲ خواص ذره‌ای تابش الکترومغناطیس
۵۴	۳-۲ مبانی نظری طیف‌بینی
۵۶	۴-۲ طیف الکترومغناطیس
۵۹	۵-۲ برهم‌کنش تابش الکترومغناطیس با ماده
۶۱	۱-۵-۲ جذب اتمی تابش الکترومغناطیس
۶۲	۲-۵-۲ جذب مولکولی تابش الکترومغناطیس
۶۳	۳-۵-۲ قواعد گزینش
۶۴	۴-۵-۲ انواع انرژی‌های مولکولی
۶۶	۵-۵-۲ نشر، فلورسانس و فسفرسانس مولکولی
۶۸	۶-۵-۲ شکست و پاشندگی
۷۰	۷-۵-۲ انعکاس و پراکندگی
۷۱	۶-۲ ساختار دستگاه‌های طیف‌بینی

۷۲	۱-۶-۲ منبع تابش الکترومغناطیس
۷۲	۲-۶-۲ تجزیه گر ها (تکفام سازها)
۷۸	۳-۶-۲ جایگاه نمونه
۷۹	۴-۶-۲ آشکار سازها
۸۰	۷-۲ طیف بینی تبدیل فوری
۸۱	۸-۲ قدرت تفکیک
۸۲	خود آزمایی تشریحی فصل دوم
۸۵	فصل سوم. طیف نورسنجی فرابنفش - مرئی
۸۵	هدف های کلی
۸۵	هدف های یاد آوری
۸۶	مقدمه
۸۷	۱-۳ قانون بیر - لامبرت
۹۱	۲-۳ انحراف از قانون بیر - لامبرت
۹۲	۱-۲-۳ عوامل - تقو
۹۳	۲-۲-۳ عوامل دستگاه
۹۶	۳-۲-۳ عوامل شیمیایی
۹۷	۴-۲-۳ عوامل دیگر
۹۸	۳-۳ طیف های فرابنفش - مرئی
۱۰۰	۴-۳ چند اصطلاح مهم
۱۰۱	۵-۳ تأثیر ساختار مولکولی بر جذب
۱۰۱	۱-۵-۳ جهش های الکترونی
۱۰۳	۲-۵-۳ رنگ سازها
۱۰۴	۳-۵-۳ ترکیبات دارای پیوندهای ساده و اشباع شده
۱۰۵	۴-۵-۳ رنگ سازهای مزدوج
۱۰۷	۵-۵-۳ هیدروکربن های آروماتیک
۱۰۸	۶-۵-۳ ترکیبات آزو
۱۰۸	۷-۵-۳ اثر حلال
۱۰۹	۸-۵-۳ اثرهای فضایی
۱۰۹	۹-۵-۳ شناسایی کیفی
۱۱۰	۶-۳ طیف بینی جذبی کمی
۱۱۰	۱-۶-۳ روش های رنگ سنجی چشمی
۱۱۱	۲-۶-۳ روش های نورسنجی
۱۱۵	۷-۳ برخی کاربردهای طیف نورسنجی
۱۱۶	۱-۷-۳ تجزیه مخلوط ها
۱۱۸	۲-۸-۳ نقطه ایزوستیک
۱۱۹	۳-۷-۳ تعیین استوکیومتری واکنش ها
۱۲۳	۴-۷-۳ مطالعه تعادل های شیمیایی
۱۲۷	۸-۳ دستگاهوری در طیف بینی فرابنفش - مرئی

۱۲۸	۱-۸-۳ اجزای یک طیف نورسنج
۱۳۱	۲-۸-۳ پیکربندی رنگ سنج ها و طیف نورسنج ها
۱۳۶	۳-۸-۳ طیف نورسنج های مشتقی
۱۳۹	خودآزمایی تشریحی فصل سوم
۱۴۳	فصل چهارم. طیف بینی زیرقرمز و رامن
۱۴۳	هدف کلی
۱۴۳	هدف های یادگیری
۱۴۴	مقدمه
۱۴۵	۱-۴ طیف بینی زیرقرمز
۱۴۶	۱-۴-۱ محدوده تابش زیرقرمز
۱۴۷	۱-۴-۲ رابط جذب تابش زیرقرمز
۱۴۸	۱-۴-۱ شیوه های طبیعی ارتعاش
۱۵۳	۱-۴-۴ عوامل پیچیده
۱۵۵	۱-۴-۵ دسته ها و زیر دسته
۱۷۰	۱-۴-۶ کاربردهای طیف بینی زیرقرمز
۱۸۰	۲-۴ طیف بینی رامن
۱۸۵	۱-۲-۴ ویژگی های خطوط رامن
۱۸۶	۲-۲-۴ مکمل بودن طیف بینی زیرقرمز و رامن
۱۸۷	۳-۲-۴ دستگاهوری طیف بینی رامن
۱۹۲	۴-۲-۴ کاربردهای طیف بینی رامن
۱۹۷	خودآزمایی تشریحی فصل چهارم
۱۹۹	فصل پنجم. طیف بینی نورتایی فوتونی
۱۹۹	هدف کلی
۱۹۹	هدف های یادگیری
۲۰۰	مقدمه
۲۰۰	۱-۵ نورتایی
۲۰۳	۲-۵ فلورئورسانس
۲۰۳	۳-۵ فسفرسانس
۲۰۴	۴-۵ نورتایی شیمیایی
۲۰۴	۵-۵ تئوری فلورئورسانس سنجی و فسفرسانس سنجی
۲۰۴	۱-۵-۵ حالت های یک تایی و سه تایی
۲۰۵	۲-۵-۵ فرایند حالت برانگیخته در مولکول ها
۲۰۷	۳-۵-۵ فرایندهای تحریک زدایی
۲۰۹	۶-۵ دستگاهوری در طیف بینی فلورسانس و فسفرسانس
۲۱۰	۱-۶-۵ فلورئورسانس سنج ها
۲۱۳	۲-۶-۵ فسفرسانس سنج ها

۲۱۴	۷-۵ کاربردهای طیف‌بینی فلونورسانس و فسفرسانس
۲۱۵	۱-۷-۵ تجزیه کمی
۲۱۶	۲-۷-۵ مطالعه ترکیبات معدنی
۲۱۷	خودآزمایی تشریحی فصل پنجم
۲۱۹	فصل ششم. طیف‌بینی اتمی
۲۱۹	هدف کلی
۲۱۹	هدف‌های یادگیری
۲۲۰	مقدمه
۲۲۰	۱-۶ اساس طیف‌بینی اتمی
۲۲۲	۱-۱-۶ انواع طیف‌بینی اتمی
۲۲۵	۱-۲-۶ برای طیف‌سنج اتمی
۲۲۹	۱-۳-۶ عناصر مورد تجزیه با طیف‌بینی اتمی
۲۳۱	۱-۴-۶ مراحل و فواید طیف‌بینی اتم
۲۳۶	۱-۵-۶ تئوری طیف‌بینی اتمی
۲۴۴	۱-۶-۶ مقایسه حساسیت طیف‌بینی نشری و جذبی
۲۴۵	۱-۶-۷ عوامل مؤثر بر پهنای خطوط طیفی
۲۵۲	۲-۶ طیف‌سنجی جذب اتمی
۲۵۳	۲-۱-۶ منابع تابش در طیف‌سنجی جذب اتمی
۲۵۵	۲-۲-۶ ویژگی‌های منبع تابش
۲۵۸	۲-۳-۶ اتم‌سازها در طیف‌سنجی جذب اتمی
۲۶۱	۲-۴-۶ سیستم آشکارسازی تابش
۲۶۱	۲-۵-۶ دستگاه‌وری طیف‌سنجی جذب اتمی
۲۶۲	۲-۶-۶ اندازه‌گیری جذب اتمی
۲۶۳	۲-۷-۶ تصحیح زمینه در طیف‌بینی جذب اتمی
۲۶۷	۲-۸-۶ اصول روش‌های تصحیح زمینه
۲۷۳	۳-۶ طیف‌بینی نشر شعله‌ای
۲۷۳	۴-۶ طیف‌بینی نشری غیرشعله‌ای
۲۷۴	۴-۱-۶ منابع نشری غیرشعله‌ای با دمای زیاد
۲۷۶	۴-۲-۶ انواع منابع نشری غیرشعله‌ای
۲۷۶	۴-۳-۶ پلاسماهای جریان مستقیم
۲۷۷	۴-۴-۶ پلاسماهای القاشده با میکروموج
۲۷۸	۴-۵-۶ پلاسماهای جفت‌شده القایی
۲۸۱	۵-۶ طیف‌سنجی فلونورسانس اتمی
۲۸۱	۱-۵-۶ فلونورسانس رزونانسی
۲۸۲	۲-۵-۶ فلونورسانس ساده
۲۸۲	۳-۵-۶ فلونورسانس حساس شده
۲۸۳	۴-۵-۶ دستگاه‌وری فلونورسانس اتمی
۲۸۳	خودآزمایی تشریحی فصل ششم

۲۸۷	فصل هفتم. طیف‌بینی رزونانس مغناطیسی هسته (NMR).....
۲۸۷	هدف کلی.....
۲۸۷	هدف‌های یادگیری.....
۲۸۸	مقدمه.....
۲۸۹	۱-۷ تئوری NMR.....
۲۹۵	۱-۱-۷ تراز انرژی هسته‌ها در میدان مغناطیسی.....
۲۹۷	۲-۱-۷ توزیع بولتزمان و اشباع‌شدگی.....
۳۰۰	۳-۱-۷ فرایندهای آسایش هسته‌ای.....
۳۰۳	۴-۱-۷ طیف NMR.....
۳۱۸	۲-۷ دستگاه‌وری NMR.....
۳۲۲	۱-۲-۷ انواع دستگاه‌های NMR تجارتي.....
۳۲۲	۳-۷ طیف‌بینی NMR سایر هسته‌ها.....
۳۲۴	۴-۷ کاربرد طیف‌بینی NMR در تجزیه شیمیایی.....
۳۲۴	۱-۴-۷ تعیین ساختار شیمیایی ترکیبات.....
۳۲۴	۲-۴-۷ کاربرد طیف‌بینی NMR.....
۳۲۶	۳-۴-۷ سایر کاربردهای NMR.....
۳۲۷	خودآزمایی تشریحی فصل هفتم.....
۳۳۱	فصل هشتم. طیف‌بینی اشعه ایکس.....
۳۳۱	هدف کلی.....
۳۳۱	هدف‌های یادگیری.....
۳۳۲	مقدمه.....
۳۳۲	۱-۸ تولید اشعه ایکس.....
۳۳۵	۲-۸ طیف اشعه ایکس.....
۳۳۸	۳-۸ روش‌های طیف‌بینی اشعه ایکس.....
۳۴۰	۴-۸ دستگاه‌وری.....
۳۴۰	۱-۴-۸ طیف‌سنج‌های فلونورسانس اشعه ایکس (XRF).....
۳۴۵	۲-۴-۸ طیف‌بینی پراش اشعه ایکس (XRD).....
۳۴۸	۳-۴-۸ آشکارسازها.....
۳۵۱	خودآزمایی تشریحی فصل هشتم.....
۳۵۳	فصل نهم. طیف‌بینی جرمی.....
۳۵۳	هدف کلی.....
۳۵۳	هدف‌های یادگیری.....
۳۵۴	مقدمه.....
۳۵۵	۱-۹ دستگاه‌وری در طیف‌سنجی جرمی.....
۳۵۶	۱-۱-۹ سیستم ورود نمونه.....
۳۶۰	۲-۱-۹ منبع یون.....
۳۶۷	۳-۱-۹ سیستم شتاب‌دهنده یون‌ها.....

۳۶۷	۴-۱-۹ جداکننده یون‌ها یا تجزیه‌گر
۳۷۷	۵-۱-۹ آشکارسازها در طیف‌سنجی جرمی
۳۷۸	۲-۹ طیف جرمی و تفسیر آن
۳۷۸	۱-۲-۹ تعیین یون مولکولی
۳۸۰	۲-۲-۹ ترکیب عنصری یون مولکولی
۳۸۲	۳-۲-۹ اجزای یونی حاصل از واکنش‌های شکستگی ساده
۳۸۸	۴-۲-۹ یون‌های حاصل از نوآرایی یون M^+
۳۸۹	۳-۹ کاربرد طیف‌سنجی جرمی برخورد الکترونی در تجزیه
۳۸۹	۱-۳-۹ شناسایی ترکیبات و تعیین ساختار آن‌ها
۳۹۰	۲-۳-۹ تجزیه مخلوط‌ها
۳۹۰	۳-۳-۹ تعیین فراوانی ایزوتوپی
۳۹۱	خودآزمایی تشریحی فصل نهم
۳۹۳	منابع

پیشگفتار

خداوند متعال را سپاس دهیم که به اینجانبان فرصت داد تا با تألیف این کتاب، خدمت کوچکی به جامعه علمی کشور، به ویژه انسج، آن عزیز و بزرگوار دانشگاه پیام نور انجام دهیم.

کتاب حاضر براساس تازه ترین سرفصل های اعلام شده از طرف شورای برنامه ریزی آموزش عالی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، در ۹ فصل تألیف شده است. در فصل اول، مقدمه ای کوتاه و کلی در زمینه دستگاهوری شیمیایی، انواع علامت ها و نوفه ها، روش های کاهش نوفه و بهر د علامت به نوفه، شاخص های شایستگی و دسته بندی کلی روش های تجزیه دستگاهی شرح داده شده است. در فصل دوم، مقدمه ای بر روش های طیف بینی جذبی و نشری شامل معرفی ترازهای انرژی در اتم ها و مولکول ها و تأثیر آن در برهم کنش ماده با تابش الکترومغناطیس، بررسی خواص تابش الکترومغناطیس و ساختار کلی دستگاه های طیف بینی و اجزای تشکیل دهنده آن ها، مورد بحث قرار گرفته است. در فصل های سوم الی نهم، به ترتیب، روش های طیف بینی فرابنفش - مرئی، زیرقرمز و رامن، نورتابی فوتونی، اتمی، رزونانس مغناطیسی هسته (NMR)، اشعه ایکس و جرمی، بررسی شده است. در این فصل ها، تلاش شده است که اصول، دستگاهوری و کاربردهای هریک از این روش های طیف بینی با نظم مناسبی ارائه شود.

به منظور خودآموز بودن این کتاب، تلاش کرده ایم که مطالب بسیار روان نگارش شود و از مثال های هدف دار، برای درک بهتر دانشجویان گرامی، استفاده شده است. هرچند به زعم خود کتابی بی عیب تألیف کرده ایم، ولی مطمئناً ایراداتی دارد، لذا

خواهشمند است با ارسال نظرات ارزشمند خود به یکی از پست‌های الکترونیکی
mpayehghadr@pnu.ac.ir یا mirshok@pnu.ac.ir ما را در رفع این اشکالات در
چاپ‌های بعدی یاری فرمایید.

سید احمد میرشکرای

محمود پایه‌قدر

www.ketab.ir