

کاربرد عملی دستگاههای تجزیه‌ای شیمی

(ویراست دوم)

فرح اسدیان، فریده بندرچیان، زیبا خدا کرمی

فرحناز ذوالریاستین، الهه کنوز





نشر علوم دانشگاهی

کاربرد عملی دستگاههای تجزیه‌ای شیمی (ویراست دوم)
فرح اسدیان، فریده بندرجیان، زیبا خداکرمی، فرحناز ذوالریاستین، الهه کنوز
ویراسته محمد حسن پور

حروفچینی و صفحه‌آرایی: واحد تولید نشر علوم دانشگاهی

حروف نگار: زهره جعفرپور

نسخه‌پرداز: فریبا ارجمندی خالدی

اجرای تصاویر اسکنری: نوشین میرمسیب

طرح روی جلد:

نشر علوم دانشگاهی، تهران

چاپ اول، پاییز ۱۳۸۶

۳۳۰۰ نسخه

لیتوگرافی: نورنگ

چاپ و صحافی: پژواک اندیشه

۳۰۰۰۰ ریال

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۶۱۸۶-۸۲-۸ ISBN : 978-964-6186-82-8

حقوق چاپ برای نشر علوم دانشگاهی محفوظ است

فهرست‌نویسی پیش از انتشار

عنوان و نام پدیدآور	: کاربرد عملی دستگاههای تجزیه‌ای شیمی / گردآورندگان: فرح اسدیان... [و دیگران].
وضعیت ویراست	: ویراست ۲
مشخصات نشر	: تهران: نشر علوم دانشگاهی، ۱۳۸۶.
مشخصات ظاهری	: یازده، ۳۹۰ ص. : جدول، نمودار.
شابک	: 978-964-6186-82-8
وضعیت فهرست‌نویسی	: فنی
یادداشت	: گردآورندگان: فرح اسدیان، فریده بندرجیان، زیبا خداکرمی، فرحناز ذوالریاستین، الهه کنوز.
یادداشت	: این کتاب قبلاً با عنوان «شیمی تجزیه دستگاهی (روشهای آزمایشگاهی)» توسط مبینگران منتشر شده است.
یادداشت	: واژه‌نامه.
یادداشت	: کتابنامه.
عنوان دیگر	: شیمی تجزیه دستگاهی (روشهای آزمایشگاهی)
موضوع	: شیمی تجزیه.
موضوع	: تجزیه دستگاهی.
شماره افزوده	: اسدیان، فرح، ۱۳۲۲ - گردآورنده
رده‌بندی کنگره	: ۱۳۸۶ ش ۹ / QD۷۵/۲۱
رده‌بندی دیویی	: ۵۳۳
شماره کتابشناسی ملی	: ۱۰۶۲۹۲۹

تهران: خیابان انقلاب، خیابان روانمهر، بین فخررازی و دانشگاه، پلاک ۱۴۱، کدپستی ۱۳۱۴۸

سندوق پستی ۱۳۱۴۵/۳۴۶ تلفن ۶۶۴۱۳۴۴۶ و ۶۶۴۶۶۸۲۵ نامبر ۶۶۴۱۹۶۰۸

فهرست

صفحه	عنوان
نه	سخن ناشر
یازده	پیشگفتار
۱	بخش اول. روشهای الکتروشیمیایی
۱	مقدمه‌ای بر روشهای الکتروشیمیایی
۳	۱. پتانسیل سنجی
۳	۱-۱ مقدمه
۳	۲-۱ معادله نرنست و محاسبه پتانسیل الکتروود
۴	۳-۱ روشهای پتانسیل سنجی
۹	۴-۱ الکتروودهای مرجع
۱۱	۵-۱ الکتروودهای نشان‌دهنده
۱۲	۶-۱ کاربردهای پتانسیل سنجی
۱۳	۷-۱ آزمایشهای پتانسیل سنجی
۱۷	۲. pH سنجی
۱۷	۱-۲ مقدمه
۱۷	۲-۲ الکتروود شیشه‌ای
۱۸	۳-۲ ترکیب غشاهای شیشه‌ای

۲-۲ تصحیح دستگاه pH سنج

۲۰

۲-۵ کاربردهای pH سنجی

۲۰

۲-۶ آزمایشهای pH سنجی

۲۲

۳. رسانایی سنجی

۱-۳ مقدمه

۲۵

۲-۳ رسانایی الکتریکی

۲۵

۳-۳ دستگاه رسانایی سنج

۲۵

۴-۳ کاربردهای رسانایی سنجی

۲۷

۵-۳ آزمایشهای رسانایی سنجی

۲۸

۳۰

۴. وزن سنجی الکتروشیمیایی (برقکافت)

۱-۴ مقدمه

۳۵

۲-۴ پتانسیل سلول و عوامل مؤثر بر آن

۳۵

۳-۴ وزن سنجی الکتروشیمیایی

۳۵

۴-۴ کاربردهای برقکافت

۳۶

۵-۴ آزمایشهای وزن سنجی الکتروشیمیایی

۳۹

۳۹

۵. کولن سنجی

۱-۵ مقدمه

۴۳

۲-۵ قانون فارادی

۴۳

۳-۵ کولن سنجی در پتانسیل ثابت

۴۴

۴-۵ کولن سنجی در شدت جریان ثابت (تیتراژ کولن سنجی)

۴۴

۵-۵ انواع تیتراژهای کولن سنجی

۴۵

۶-۵ آزمایشهای کولن سنجی

۴۶

۶. پلاروگرافی

۱-۶ مقدمه

۴۹

۲-۶ الکتروود جیوه قطره چکان

۴۹

۳-۶ منحنی شدت جریان-پتانسیل در پلاروگرافی

۵۰

۴-۶ پتانسیل نیم موج و پتانسیل پلاروگرافی

۵۰

۵۲

۵۳	۵-۶ معادله ایلکوویچ
۵۴	۶-۶ کاربردهای پلاروگرافی
۵۵	۷-۶ آزمایشهای پلاروگرافی
۵۷	۷. آمپرسنجی
۵۷	۱-۷ مقدمه
۵۷	۲-۷ تیتراژهای آمپرسنجی
۵۹	۳-۷ منحنیهای تیتراژ آمپرسنجی
۶۰	۴-۷ آزمایشهای آمپرسنجی
۶۳	بخش دوم. روشهای جداسازی
۶۳	مقدمه‌ای بر روشهای جداسازی
۶۳	دسته‌بندی روشهای کروماتوگرافی
۶۵	۸. کروماتوگرافی گازی
۶۵	۱-۸ مقدمه
۶۵	۲-۸ نظریه کروماتوگرافی
۶۸	۳-۸ قدرت تفکیک
۷۱	۴-۸ شرح دستگاه
۷۷	۵-۸ برنامه‌ریزی دمایی
۷۷	۶-۸ کاربردهای کروماتوگرافی
۷۹	۷-۸ روش کار با دستگاه
۷۹	۸-۸ آزمایشهای کروماتوگرافی گازی
۸۲	۹. کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا
۸۲	۱-۹ مقدمه
۸۳	۲-۹ شرح دستگاه
۹۰	۳-۹ امتیازات و محدودیتهای سیستمهای HPLC و GC
۹۱	۴-۹ آزمایشهای کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا
۹۳	۱۰. کروماتوگرافی تبادل یون
۹۳	۱-۱۰ مقدمه

۹۶	۲-۱۰	گزینش پذیری رزین
۹۷	۳-۱۰	اندازه ذرات رزین
۹۸	۴-۱۰	شرح دستگاه
۹۸	۵-۱۰	نحوه پرکردن ستون
۹۸	۶-۱۰	آزمایشهای کروماتوگرافی تبادل یون

بخش سوم. روشهای طیفسنجی

مقدمه‌ای بر روشهای طیفسنجی

۱۰۵		
۱۰۵		
۱۰۷	۱۱-۱	طیفسنجی فرابنفش و مرئی
۱۰۷	۱-۱۱	مقدمه
۱۰۷	۲-۱۱	نظریه
۱۰۹	۳-۱۱	قانون بیر-لامبرت
۱۱۱	۴-۱۱	شرح دستگاه
۱۱۷	۵-۱۱	کاربرد طیفسنجی فرابنفش-مرئی
۱۱۷	۶-۱۱	آزمایشهای طیفسنجی فرابنفش و مرئی

۱۲. طیفسنجی جذب اتمی

۱۳۳	۱-۱۲	مقدمه
۱۳۳	۲-۱۲	نظریه
۱۳۳	۳-۱۲	شرح دستگاه
۱۳۵	۴-۱۲	مزاحمتها
۱۴۲	۵-۱۲	آماده‌سازی نمونه
۱۴۴	۶-۱۲	حساسیت و حد تشخیص
۱۴۴	۷-۱۲	روش کار با دستگاه
۱۴۵	۸-۱۲	آزمایشهای طیفسنجی جذب اتمی
۱۴۶		

۱۳. طیفسنجی نشر شعله‌ای

۱۵۴	۱-۱۳	مقدمه
۱۵۴	۲-۱۳	نظریه
۱۵۴	۳-۱۳	شرح دستگاه
۱۵۴		

صفحه	عنوان
۱۵۶	۴-۱۳ مزاحمتها
۱۵۶	۵-۱۳ محدودیتها
۱۵۶	۶-۱۳ آزمایشهای طیفسنجی نشر شعله‌ای
۱۵۸	۱۴. طیفسنجی فروسرخ
۱۵۸	۱-۱۴ مقدمه
۱۵۸	۲-۱۴ نظریه
۱۶۰	۳-۱۴ تغییرات دو قطبی
۱۶۰	۴-۱۴ انتقالات در ناحیه فروسرخ
۱۶۳	۵-۱۴ شرح دستگاه
۱۷۰	۶-۱۴ شناسایی کیفی
۱۷۳	۷-۱۴ اندازه گیری کمی
۱۷۸	۸-۱۴ آزمایشهای طیفسنجی فروسرخ
۱۸۲	۱۵. طیفسنجی رزونانس مغناطیسی هسته
۱۸۲	۱-۱۵ مقدمه
۱۸۳	۲-۱۵ نظریه
۱۸۵	۳-۱۵ فرایند آسایش
۱۸۶	۴-۱۵ جابه‌جایی شیمیایی
۱۸۹	۵-۱۵ شکافته شدن اسپین-اسپین
۱۹۰	۶-۱۵ شرح دستگاه
۱۹۳	۷-۱۵ آزمایشهای طیفسنجی رزونانس مغناطیسی هسته
۱۹۴	منابع
۱۹۵	پیوستها
۲۰۴	واژه‌نامه فارسی به انگلیسی
۲۰۸	واژه‌نامه انگلیسی به فارسی

سخن ناشر

به نام آنکه جان را فکرت آموخت

نشر علوم دانشگاهی مؤسسه‌ای است که از سال ۱۳۶۵ با هدف ارائه کتابهای درسی مناسب برای دانشجویان آغاز به کار کرد و در این راه کوشید با استفاده از تجربیات مؤسساتی که قبلاً در این راه گام برداشته بودند، از آسیب‌پذیری رایج در عرصه کتابهای دانشگاهی بکاهد. خوشبختانه این تلاش با حسن نظر استادان و دانشجویان روبه‌رو شد. استقبال وسیع از کتابهای این مؤسسه، صرف‌نظر از دلگرم‌کردن ما، مسئولیت ما را در ارائه خدمات بهتر افزون ساخت. هدفهایی که مؤسسه ما پیش روی خود قرار داده عبارت‌اند از:

۱. کیفیت علمی بالاتر از طریق تعمق بیشتر در حیطه‌های ترجمه، تألیف و ویرایش؛
۲. ارائه کتاب با خصوصیات ظاهری بهتر برای ماندگاری کتاب و استفاده بهینه از آن؛
۳. تا حد امکان ارزان ارائه کردن کتاب به نحوی که خرید آن برای دانشجویان آسانتر باشد؛
۴. روز آمد کردن کتابهای مؤسسه از طریق انطباق ترجمه‌های موجود با آخرین ویراست متن اصلی؛
۵. تأمین نیاز دانشجویان به صورت پیوسته به نحوی که کتابهای ما به بازار سیاه راه پیدا نکند.

حیطه‌های کار نشر علوم دانشگاهی عبارت‌اند از علوم پایه، فنی و مهندسی، از استادان، مؤلفان و مترجمان این حوزه‌ها می‌خواهیم با ارائه نقد و نظر درباره کتابهای این مؤسسه و پیشنهادهای ترجمه و تألیف، ما را یاری دهند.

پیشگفتار

شکر ایزد که مدد کرد، شد این دفتر باز

اولین گام نهادیم و رهی شد آغاز

در تجزیه شیمیایی همواره تلاش برای شناسایی و آشکارسازی مقادیر هرچه کمتر از عنصرها و مولکولها، با کارآیی هرچه بیشتر بوده است. تجزیه شیمیایی دستگاهی یا به اختصار تجزیه دستگاهی، شاخه‌ای پویا از تجزیه شیمیایی است که در آن با یاری تجهیزات مکانیکی و الکترونیکی، شیمیدان تجزیه‌ای به کار شناسایی و تعیین مقادیر می‌پردازد. امروزه شیوه‌های دستگاهی و علوم مرتبط با آنها - اپتیک، الکترونیک، کامپیوتر و در این اواخر روباتیک - به جزئی تفکیک‌ناپذیر از شیمی تجزیه بدل شده‌اند و آشنایی با اصول مقدماتی آنها برای هر جوینده دانش شیمی الزامی است. اگر فردی به هر نوعی با شیمی سروکار داشته باشد، ناآشنایی با فنون دستگاهی و زیربناهای فیزیکی شیمیایی و فنی آنها، به معنای ناآگاهی از بخش بزرگ و جدیدی از شیمی است. به بیان دیگر هیچ دانشجویی بدون به‌کارگیری این دستگاهها شاید نتواند در صنایع و یا آزمایشگاههای شیمی عملاً کار کند. به همین دلیل جمعی از اعضای هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی در طی سالها تدریس دروس علمی آزمایشگاههای شیمی تجزیه بر این باور رسیدیم که هماهنگی بین مباحث نظری و تجربیات عملی تنها روشی است که می‌تواند محفوظات دانشجویان را ماندگارتر نماید. بر آن شدیم تا کتاب «کاربرد عملی دستگاههای تجزیه‌ای شیمی» را مطابق سرفصلهای دروس شیمی تجزیه ۱ و شیمی تجزیه دستگاهی و متناسب با دستگاههایی که در دانشگاهها و مراکز علمی - صنعتی کشور مان وجود دارد به نگارش درآوردیم تا بتواند در این زمینه راهگشای عزیزان دانشجو باشد.

از اساتید محترم و همکارانی که از نظرات اصلاحی و تجربیات عملی خود برای ویرایشهای بعدی بهره‌مندمان نمایند بی‌نهایت سپاسگزار خواهیم بود.