

آزمایشگاه شیمی آلی با رویکرد صنعتی

تألیف:

دکتر پیام زاهدی دکتر ایرج رضائیان

(هیأت علمی دانشکده مهندسی شیمی پردیس دانشکده‌های فنی دانشگاه تهران)

مهندس فاطمه اعتمادنیا مهندس میثم حبیبی

انتشارات جهاد دانشگاهی واحد تهران

تابستان ۱۳۹۳

عنوان و نام پدیدآور	:	آزمایشگاه شیمی آلی با رویکرد صنعتی
مشخصات نشر	:	تهران: انتشارات جهاد دانشگاهی، واحد تهران، ۱۳۹۳.
مشخصات ظاهری	:	۴۵۴ ص.: جدول، نمودار.
شابک	:	978-600-133-119-0
وضعیت فهرست نویسی	:	فیبای مختصر
موضوع	:	این مدرک در آدرس http://opac.nlai.ir قابل دسترسی است.
یادداشت	:	تالیف: پیام زاهدی، ایرج رضاییان، فاطمه اعتمادنیا، میثم حبیبی
شماره افزوده	:	انتشارات جهاد دانشگاهی. واحد تهران
شماره کتابشناسی ملی	:	۳۵۷۶۰۸۷



آزمایشگاه شیمی آلی با رویکرد صنعتی

تالیف: پیام زاهدی - ایرج رضاییان - فاطمه اعتمادنیا - میثم حبیبی

ناشر: انتشارات جهاد دانشگاهی واحد تهران

طراح جلد: سعید صحابی

ناظر چاپ: احمد آرش

لیتوگرافی: زاویه نور

چاپ و صحافی: شریف

شمارگان: ۵۰۰ نسخه

قیمت: ۲۲۰۰۰۰ ریال

نوبت چاپ: اول - تابستان ۱۳۹۳

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۳۳-۱۱۹-۰

ISBN: 978-600-133-119-0

<http://nashr.jahat.ir>

نشانی: تهران - صندوق پستی ۱۸۶ - ۱۳۱۴۵

en.jahat@gmail.com

تلفن: ۶۶۹۵۸۰۰۷ - تلفکس: ۶۶۹۵۴۳۶۸

تلفن مراکز پخش: ۶۶۴۹۰۷۴۰ - ۶۶۴۹۰۷۴۲ - ۶۱۱۱۲۸۶۲

این اثر، مشمول قانون حمایت مولفان، مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ است. هرکس تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه مولف یا ناشر تکثیر و کپی برداری نماید مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

«ویزکیهم و یعلمهم الکتاب و الحکمة»

مقدمه ناشر

ایران امروز در اشتیاق توسعه و استقلال گام‌های محکم و استواری برمی‌دارد. همه روزه در گوشه و کنار میهن ما جوانه‌های خودکفایی علمی و فنی رخ نموده و با عنایت و یاری خداوند متعال و در سایه تلاش و کوشش جامعه علمی و دانشگاهی حرکت به سوی مرزهای دانش شتاب بیشتری به خود می‌گیرد. خدای را شکر می‌گوییم که این فرصت را ارزانی ما داشته است تا گام‌هایی هر چند کوچک در راه رشد و نشر دستاوردهای علمی و فرهنگی کشور برداریم، باشد تا با یاری خداوند متعال و هر پرتو همت اندیشمندان، نویسندگان، مترجمان و متخصصان مؤمن و متعهد بتوانیم نظام مقدس جمهوری اسلامی را در تحقق اهداف خدا یاری رسانده و دین خود را به انقلاب اسلامی و خون شهدای عزیز ادا کنیم.

انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه تهران در راستای وظایف خویش و به منظور نیل به اهداف علمی- فرهنگی نظام جمهوری اسلامی مبادرت به انتشار آثار ارزشمند و مورد نیاز علمی و دانشگاهی می‌نماید. در این راه از کلیه اساتید، پژوهشگران و صاحبان قلم و اندیشه دعوت به مشارکت و همکاری می‌گردد.

پیش گفتار

هدف شیمی پیش‌بینی تبدیل ماده‌هاست. بنابراین هنگامی که مواد گوناگون تحت شرایطی در مقابل یک‌دیگر قرار می‌گیرند، می‌توانند باهم واکنش دهند که حاصل واکنش‌ها به سه شاخه‌ی عمده تقسیم‌بندی می‌شود: (۱) شیمی فیزیک (۲) شیمی آلی (۳) شیمی معدنی. شیمی فیزیک ساختار و حالت‌های ماده و قانون‌های واکنش‌های شیمی را از دید ترمودینامیک و سینتیک بررسی می‌کند؛ اما شیمی آلی و شیمی معدنی دو بال شیمی توصیفی را تشکیل می‌دهند. در این میان شیمی آلی بسیار گسترده‌تر از شیمی معدنی است؛ چون شیمی آلی به ترکیبات کربن می‌پردازد که کربن می‌تواند به‌طور نامحدود به‌خود پیوندد و زنجیره‌های زیاد و گوناگونی را تشکیل دهد. شیمی آلی در زندگی روزانه حضور دارد. از نمونه‌های آن می‌توان پوشاک، مسکن، انرژی و... را نام برد. همچنین شیمی آلی تنظیم‌کننده‌ی فعل و انفعالات سلولی جانداران است؛ از فعالیت‌های ماهیچه‌ای و عصبی گرفته تا گوارش، تنفس و فعالیت‌های مغزی. اگرچه درحال حاضر با ساخت دستگاه‌ها و پیدایش روش‌های جدید و به‌کارگیری روش‌های سیستماتیک، شناسایی و فرآوری ترکیبات آلی به دو صورت کیفی و کمی از درجه اعتبار بالایی برخوردار است و در سال‌های اخیر با توسعه و پیشرفت در روش‌های دستگاهی، مهندسان و کارشناسان قادرند مواد مورد نظر را خالص و به نحو مطلوب شناسایی، جداسازی و یا فرآوری نمایند، اما توجه به طبقه‌بندی و به کارگیری روش‌های آنالیز کیفی بر مبنای آزمایش‌های متعدد از اصول بنیادین ترکیبات آلی همچنان راه‌گشاست.

کتاب حاضر صرفاً به‌عنوان کتابی درسی برای دانشجویان نوشته نشده است؛ بلکه این اثر برای همه‌ی کسانی است که می‌خواهند قالبی از پایه مهندسی فرآیندهای شیمی آلی به‌دست آورند. نکته قابل توجه نگارش این کتاب آن است که برای مطالعه و بهره‌گیری از آن هیچ‌گونه آشنایی با شیمی آلی لازم نیست؛ ولی آشنایی با بعضی مفاهیم ضروری می‌نماید که سعی شده است در ابتدای هر مبحث به‌طور کامل آن مفاهیم پوشش داده شود. این کتاب برای کلیه دانشجویان رشته مهندسی شیمی، مهندسی پلیمر، مهندسی نفت، رشته شیمی، زیست‌شناسی، داروسازی، پیراپزشکی و افرادی که به شیمی آلی علاقه‌مند هستند، مفید خواهد بود.

به‌طور قطع اثر حاضر خالی از اشکال نیست و دریافت پیشنهادات ارزشمند شما در برطرف ساختن نقاط ضعف و تقویت هرچه بیشتر نقاط قوت این اثر، در بهبود کیفیت در چاپ‌های بعدی و آثار بعدی، ما را یاری خواهد نمود. لذا به‌منظور برطرف‌نمودن اشکالات احتمالی، پیشنهادات خود را به آدرس ناشر یا پست الکترونیکی زیر ارسال نمایید. با امید به این‌که نگرارش این کتاب بتواند کمکی در ارتقا و کسب دانش فرآیندهای صنعتی آزمایشگاهی در زمینه شیمی آلی و کاربرد آن‌ها در پژوهش‌های علمی باشد.

در اینجا لازم می‌دانیم از کلیه دانشجویان مهندسی شیمی و پلیمر پردیس دانشکده‌های فنی دانشگاه تهران و همچنین انتشارات جهاد دانشگاهی واحد تهران که ما را در تدوین هرچه بهتر این کتاب یاری نمودند، کمال تشکر را داشته باشیم.

دکتر پیام زاهدی^۱

دکتر ایرج رضاییان

تابستان ۱۳۹۳

فصل اول: آشنایی با مقدمات کار در آزمایشگاه شیمی آلی	۲۱
ضرورت رعایت مقررات و نکات ایمنی	۲۳
وسایل مهم در آزمایشگاه شیمی آلی صنعتی	۲۹
شستشوی وسایل آزمایشگاهی	۴۱
آماده‌سازی ظروف آزمایش	۴۳
روش‌های جداسازی و خالص‌سازی مواد آلی	۴۵
ترازو و وزن کردن مواد آلی	۴۶
اندازه‌گیری با ابزار دقیق در آزمایشگاه	۴۸
رقم‌های با معنی	۵۲
گزارش کارنویسی در آزمایشگاه شیمی آلی صنعتی	۵۴
فصل دوم: خواص فیزیکی اجسام آلی	۵۷
پیوندهای شیمیایی بین اتم‌ها	۵۹
نیروهای بین مولکولی	۶۰
خواص ماده شیمیایی	۶۲
فاکتورهای فیزیکی در تشخیص، جداسازی و خالص‌سازی مواد	۶۳
نرمالیت و مولاریته	۶۶
تعیین اکسیدان اصلی یک فلز	۶۸
آزمایش تعیین حدود pH محلول‌ها با استفاده از شناساگرهای اسید-باز	۷۱
اندازه‌گیری حجمی (تیتراسیون) اسیدسنجی - بازسنجی	۷۵
اندازه‌گیری حجمی (تیتراسیون) خنثی شدن	۸۰
تیتراسیون‌های اکسیداسیون و احیاء	۸۳
سرعت واکنش‌های شیمیایی	۸۵
اندازه‌گیری سختی آب (سختی موقت - سختی دائم)	۸۹
فصل سوم: ثابت‌های فیزیکی ترکیبات آلی	۹۳
اندازه‌گیری نقطه ذوب و جوش	۹۵
نقطه جوش و تقطیر	۱۰۱
تقطیر جزء به جزء و آزنوتروپیک (تهیه الکل مطلق)	۱۱۶
تقطیر با بخار آب	۱۲۰
ویسکومتری	۱۲۳

فصل چهارم: جداسازی ترکیبات آلی.....	۱۳۱
استخراج.....	۱۳۳
کروماتوگرافی.....	۱۳۷
کروماتوگرافی ستونی.....	۱۵۴
کروماتوگرافی کاغذی.....	۱۵۶
فصل پنجم: شناسایی ترکیبات آلی.....	۱۶۵
آزمایش سوزاندن.....	۱۶۷
شناسایی عناصر موجود در ترکیبات آلی.....	۱۶۸
فصل ششم: سنتز مواد آلی.....	۱۸۹
انواع واکنش‌های شیمی آلی.....	۱۹۱
هالوژناسیون، تهیه آلکیل هالیدها.....	۲۰۰
روش تهیه آلکیل هالوژن‌دار با کربوکاتیون نوع سوم (کلراسیون ترسیو بتانول).....	۲۰۸
آلکیل‌دار شدن فریدل-کرافت.....	۲۱۲
آسیلاسیون ترکیبات آروماتیکی به روش فریدل-کرافت.....	۲۱۸
تهیه استانیلید به روش آسیلاسیون فریدل-کرافت آنیلین.....	۲۲۰
واکنش الکیلاسیون فریدل کرافت (واکنش استخلافی الکتروفیلی).....	۲۲۲
واکنش‌های نیتراسیون.....	۲۲۸
واکنش‌های نیتراسیون ترکیبات آروماتیکی.....	۲۲۹
واکنش استخلاف الکتروفیلیک بر روی حلقه بنزن سنتز ۲ و ۴-دی نیتروکلروبنزن.....	۲۳۴
فصل هفتم: فرآوری مواد سنتزی در آزمایشگاه شیمی آلی صنعتی.....	۲۴۱
استریفیکاسیون.....	۲۴۳
روش‌های تهیهی آسپرین در آزمایشگاه‌های تحقیقاتی.....	۲۴۸
سنتز آسپرین.....	۲۵۱
روش تهیه آسپرین (استیل سالیسیلیک اسید)، آسیلاسیون اسید سالیسیلیک.....	۲۵۴
آزمایش خالص کردن.....	۲۵۶
عملکرد آسپرین چگونه است؟.....	۲۵۸
تهیه استانیلید به روش آلکیلاسیون آمین‌ها.....	۲۶۲
تهیه بوتیل بنزن به روش آلکیلاسیون فریدل-کرافت.....	۲۶۳
فصل هشتم: اکسایش ترکیبات آلی.....	۲۶۵
واکنش اکسیداسیون تهیه اسید بنزوئیک از اتیل بنزن.....	۲۶۷
انحلال پذیری اسید بنزوئیک در حلال‌های خالص و مخلوط‌های دوتایی.....	۲۷۳

۲۷۸.....	تهیه آلکن‌ها - روش تهیه سیکلو هگزن از سیکلو هگزanol
۲۸۳.....	اکسایش - تهیه آلدهیدها و کتون‌ها
۲۸۹.....	فصل نهم: تراکم در ترکیبات آلی
۲۹۱.....	تهیه بنزوتین (تراکم بنز آلدهید)
۲۹۳.....	تراکم آلدولی
۲۹۶.....	سنتز دی بنزال استون با تراکم آلدولی
۲۹۹.....	فصل دهم: باز آرای در ترکیبات آلی
۳۰۱.....	تهیه بنزیدرول از بنزوفنون با باز آرای ترکیبات آلی
۳۰۳.....	تهیه آمین‌های آروماتیک - تهیه آنیلین
۳۰۵.....	واکنش باز آرای بکمن - تهیه بنز آنیلید از بنزوفنون اکسیم
۳۰۶.....	تهیه اکسیم: تهیه بنزوفنون اکسیم از بنزوفنون
۳۰۸.....	تهیه بنز آنیلید
۳۱۱.....	فصل یازدهم: ایزومریزاسیون در شیمی آلی
۳۱۳.....	واکنش‌های ایزومریزاسیون
۳۲۳.....	ایزومریزاسیون تهیه اسید فوماریک از اسید مالئیک
۳۲۷.....	فصل دوازدهم: سنتز سیکلو آلکن‌ها با واکنش دیلز - آلدو
۳۲۹.....	واکنش دیلز - آلدو
۳۳۳.....	تهیه دسی هیدروآنتراسن آندو α و β ساکسینیک انیدرید
۳۳۴.....	تهیه نرمال N - فنیل مالیمید
۳۳۶.....	محصول افزایشی N - فنیل مالیمید (N - فنیل - ۴ - سیکلو هگزن - ۱، ۲ - دی کربوکسیمید)
۳۳۹.....	فصل سیزدهم: تشکیل آزونیم‌های آروماتیک با رنگ‌های آزونیک
۳۴۱.....	ترکیبات آزو
۳۴۲.....	تهیه دی آزو
۳۴۴.....	تهیه متیل اورانژ
۳۴۷.....	فصل چهاردهم: استری شدن ترکیبات آلی
۳۴۹.....	استری شدن ترکیبات آلی
۳۵۱.....	واکنش شیمیایی تهیه ایزو آمیل استات
۳۵۴.....	صابون سازی و تعیین عدد صابونی
۳۶۱.....	واکنش صابونی شدن

۳۶۴	تعیین عدد صابونی
۳۶۸	کاربرد اسیدچرب- شوینده‌های سنتزی
۳۷۳	خط تولید شامپو
۳۷۷	خط تولید خمیردندان
۳۸۱	خط تولید بودر لباسشویی
۳۸۴	خط تولید مایع ظرفشویی

فصل پانزدهم: کاربردهای صنعتی شیمی آلی

۳۸۹	نهمیه روغن‌های روان‌کننده (روغن موتور)
۳۹۱	موم‌گیری از روغن تصفیه شده (بدون ترکیبات حلقوی)
۴۰۱	نقطه نرم‌شدن قیرها
۴۱۲	اندازه‌گیری میزان نفوذپذیری قیرها
۴۱۵	اندازه‌گیری میزان نفوذپذیری کربس‌ها
۴۱۸	تعیین نقطه آنیلین
۴۲۱	جداسازی کافئین از چای یا قهوه
۴۲۵	استخراج روغن میخک
۴۳۱	خوردگی مس
۴۳۴	هدایت گرمایی سیالات نانو
۴۳۶	بیودیزل

پیوست

۴۴۳	ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آب
-----	-------------------------------

منابع و مراجع

۴۵۲