

آزمایشگاه شیمی پلیمر

تألیف:

دکتر سید حسین حسینی

معاونیت علمی دانشگاه امام حسین (ع)

دانشگاه امام حسین (ع)

مؤسسه چاپ و انتشارات

• عنوان : آزمایشگاه شیمی پلیمر

• تألیف : دکتر سید حسین حسینی

• نوبت چاپ : اول (۱۳۸۶)

• شمارگان : ۱۷۰۰ نسخه

• نشانی : تهران، بزرگراه شهید بابایی، بعد از پل لشکرک، دانشگاه امام حسین(ع)، معاونت پژوهش، مؤسسه

چاپ و انتشارات، تلفن: ۷۷۱۰۵۸۳۲-۳۳ و ۷۷۱۰۴۸۳۷ دورنگار: ۷۷۱۰۵۶۴۲-۷۷۱۰۴۸۳۷

ص.پ. ۱۶۵۹۵-۱۷۴

• مراکز پخش : ۱- تهران، میدان فردوسی، فروشگاه و نمایشگاه شماره ۱ مؤسسه چاپ و انتشارات

دانشگاه امام حسین(ع)، تلفن: ۸۸۸۳۹۲۹۷ دورنگار: ۸۸۸۳۹۲۹۸

غمره: ۰۹۱۲۴۸۷۰۰۱۷

۲- تهران، بابان انقلاب اسلامی، روبروی دانشگاه تهران، شماره ۱۳۹۲، مجتمع فرهنگی

امام حسین(ع)، فروشگاه و نمایشگاه شماره ۳ مؤسسه چاپ و انتشارات دانشگاه

امام حسین(ع)، تلفن و دورنگار: ۶۶۹۵۴۱۷۹

• کلیه حقوق اعم از چاپ و تکثیر، ناخبرانه، ترجمه و اقتباس برای دانشگاه امام حسین(ع) محفوظ است.

سرشناسه	حسینی، حسین، ۱۳۴۴
عنوان و پدیدآور	آزمایشگاه شیمی پلیمر، تألیف حسین حسینی.
مشخصات نشر	تهران: دانشگاه امام حسین(ع)، مؤسسه چاپ و انتشارات، ۱۳۸۶.
مشخصات ظاهری	۲۷۸ ص.: مصور (بخشی رنگی) - جدول
فروست	مؤسسه چاپ و انتشارات دانشگاه امام حسین(ع)؛ ۲۵۸. سری شیمی و مهندسی شیمی؛ ۲۰
شابک	978-964-452-257-5
یادداشت	فپا
موضوع	پلیمرها.
موضوع	پلیمریزاسیون.
موضوع	مهندسی شیمی.
موضوع	پلیمرها -- تجزیه و آزمایش.
شناسه افزوده	دانشگاه امام حسین(ع). مؤسسه چاپ و انتشارات
رده‌بندی کنگره	QD۳۸۱/ج۵۱۴
رده‌بندی دیویی	۵۴۷/۷
شماره کتابخانه ملی	۱۱۰۴۰۶۹

بسم الله الرحمن الرحيم

«يرفع الله الذين امنوا و الذین احکم و الذین اتوا العلم درجات»

خداوند مقام اهل ایمان و دانشمندان عالم را (در دو جهان) رفیع می گرداند.
(سوره مبارکه مجادله - آیه ۱۱)

تمامی ادیان الهی و در رأس آنها اسلام، انسان را موجودی کمال گرا می دانند. از نظر اسلام، انسان همواره در حال تکامل است و جهت گیری او به سمت کمال بی نهایت یعنی خداوند تبارک و تعالی است.

یکی از راه های کمال و تقرب به ذات اقدس الهی، علم و دانش است. علمی که - به تعبیر استاد شهید مطهری - زیبایی عقل است؛ علمی که انسان را داجر در آن نشانه های معبود را می جوید و می یابد و علمی که هر چه فزون تر می گردد، دارنده آن را به خدا نزدیک تر می کند.

هم از این روست که در نظام مقدس جمهوری اسلامی ایران که شالوده و اساس حاکمیت در آن بر مبنای احکام اسلام است، توجه به علم و دانش و تحقیق و نشر در صدر مسائل قرار دارد.

دانشگاه امام حسین (ع) نیز به عنوان مولود شجره طیبه سپاه پاسداران انقلاب

جامع علمی - نظامی کشور، پس از پایان افتخارآمیز حماسه هشت سال دفاع مقدس که خود عرصه‌ای کم‌نظیر برای نمایش لیاقت‌ها و توانمندی‌های علمی- پژوهشی نیروهای مخلص حزب‌اللهی بود، موضوع «جهاد علمی» و تلاش در جهت رشد و شکوفایی هر چه بیشتر در زمینه‌های مختلف علمی را سرلوحه فعالیت‌های خویش قرار داده است. در این راستا این دانشگاه از ابتدای تأسیس، سعی وافر در ترویج و نشر علوم مختلف داشته و آثاری نیز عرضه نموده است که با استقبال اندیشمندان و پژوهشگران مواجه شده است. آلبایگاه شیمی پلیمر، بخش عملی درس مبانی شیمی پلیمر در رشته‌های علوم پایه کاربردی، نساجی، علوم پلیمری و غیره می‌باشد. کتاب حاضر این امکان را برای دانشجویان این رشته فراهم می‌سازد تا با شیوه‌های عملی و تجربی علوم و تکنولوژی مواد پلیمری آشنا گردند و پل مناسبی از مباحث تنوری علوم پلیمری تا کارگاه‌ها و صنایع پلیمری می‌باشد.

امید است این کتاب مورد توجه و بهره‌برداری صاحب‌نظران، محققان و علاقه‌مندان قرار گرفته و با اعلام نظرات و پیشنهادهای اصلاحی خود، ما را در جهت ترویج و انتشار آثار مورد نیاز جامعه علمی کشور یاری فرمایند.

ر. م. ا. التوفیق

معاونت پژوهش دانشگاه امام حسین (ع)

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

پیشگفتار..... (هفده)

۱	نکات ایمنی.....
۶	مقررات و دستورالعمل کلی آزمایشگاه.....
۶	یادداشت‌ها.....
۶	نحوه رایج گزارش‌ها.....
۱۳	مقدمه.....
۱۹	طبقه‌بندی پلیمرها.....
۲۲	روش‌های تهیه پلیمرها.....
۲۲	گرماسخت‌ها.....
۲۳	رزین‌های فنولی.....
۲۷	آزمایش شماره ۱: تهیه رزین فنول - فرمالدئید (F) (تهیه زول).....
۲۸	آزمایش شماره ۲: تهیه رزین فنول - فرمالدئید (F) (تهیه "نو" ک).....
۲۹	آزمایش شماره ۳: تهیه رزین فنول - فرمالدئید (PF) (تهیه "و" رزی).....
۳۱	آزمایش شماره ۴: تهیه رزین فنول - فرمالدئید محلول در الکل (و).....
۳۴	آمینوپلاست‌ها.....
۳۴	رزین اوره - فرمالدئید (UF).....
۳۷	آزمایش شماره ۵: تهیه رزین اوره - فرمالدئید (UF) در محیط اسید کلریدریک.....
۳۸	آزمایش شماره ۶: تهیه رزین اوره - فرمالدئید در محیط قلیایی.....
۳۸	آزمایش شماره ۷: تهیه رزین اوره - فرمالدئید در محیط قلیایی.....
۳۹	آزمایش شماره ۸: تعیین مقدار جامد رزین اوره - فرمالدئید.....
۴۲	رزین ملامین - فرمالدئید (MF).....
۴۳	آزمایش شماره ۹: تهیه رزین ملامین - فرمالدئید (MF).....

- ۴۵ عملیات نیمه صنعتی گرماسخت‌ها
- ۴۵ آزمایش شماره ۱۰: قالب‌گیری از رزین نووالاک
- ۴۶ آزمایش شماره ۱۱: ریخته‌گری رزین نووالاک
- ۴۷ آزمایش شماره ۱۲: تهیه یک چسب چوب آوره - فرمالدئید
- ۴۸ آزمایش شماره ۱۳: قالب‌گیری از رزین آوره - فرمالدئید
- ۴۹ آزمایش شماره ۱۴: قالب‌گیری از رزین ملامین - فرمالدئید
- ۵۱ رزین آنیلین - فرمالدئید (AF)
- ۵۲ آزمایش شماره ۱۵: تهیه رزین تراکمی آنیلین - فرمالدئید (ورنی - چسب)
- ۵۵ رزین‌های اکس
- آزمایش شماره ۱۶: تهیه رزین‌های ابوکسی از ۲،۲-بیس (۴-هیدروکسی فنیل) پروپان
- ۶۱ (بیس فنول A) و اپی کلرو هیدورین
- ۶۴ آزمایش شماره ۱۷: تهیه یک پلی (هیدروکسی اتر) از بیس فنول A و اپی کلرو هیدورین
- ۶۷ گرمانرم‌ها
- ۶۸ پلیمریزاسیون رادیکالی
- ۷۰ پلیمریزاسیون توده
- ۷۱ آزمایش شماره ۱۸: تهیه پلی استایرن (PS) به روش پلیمریزاسیون توده
- آزمایش شماره ۱۹: تهیه پلی متیل متاکریلات یا پرسپک (PMMA) به روش
- ۷۲ پلیمریزاسیون توده
- آزمایش شماره ۲۰: واپلیم شدن پلی متیل متاکریلات یا پرسپک (PMMA) به روش تجزیه گرمایی
- ۷۳ روش تجزیه گرمایی
- ۷۵ آزمایش شماره ۲۱: تهیه یک ورقه شفاف از پلی متیل متاکریلات به روش توده
- ۷۸ آزمایش شماره ۲۲: تهیه پلی استایرن به روش پلیمریزاسیون محلول
- ۸۱ پلیمریزاسیون امولسیون
- ۸۴ آزمایش شماره ۲۳: تهیه پلی اکریلو نیتریل به روش امولسیون
- ۸۷ آزمایش شماره ۲۴: تهیه پلی وینیل استات به روش امولسیون
- ۹۰ پلیمریزاسیون سوسپانسیونی یا تعلیقی
- ۹۰ آزمایش شماره ۲۵: تهیه پلی متیل اکریلات به روش سوسپانسیونی یا تعلیقی

۱۴۹	پلی سولفیدها
۱۵۳	آزمایش شماره ۴۳: تهیه پلی سولفید، لاستیک تیوکول
۱۵۴	آزمایش شماره ۴۴: تهیه یک گلوله لاستیکی از لاستیک خام
۱۵۶	پلیمرهای طبیعی
۱۵۶	سلولز
۱۶۰	نیتروسلولز
۱۶۱	آزمایش شماره ۴۵: تهیه نیتروسلولز
۱۶۲	آزمایش شماره ۴۶: تهیه استات سلولز
۱۶۳	آزمایش شماره ۴۷: تهیه کربوکسی متیل سلولز (CMC)، روش اول
۱۶۴	آزمایش شماره ۴۸: تهیه کربوکسی متیل سلولز (CMC)، روش دوم
۱۶۶	شناسایی پلیمرها
۱۶۶	الف) روش های عمومی شناسایی پلیمرها
۱۶۹	آزمایش شماره ۴۹: آزمون تریز حرارتی (اشتغال پذیری)
۱۷۵	آزمایش شماره ۵۰: آزمون تجزیه حرارتی (پیرولیز)
۱۷۵	آزمایش شماره ۵۱: آزمون حلالیت
۱۷۶	آنالیز عنصری
۱۷۶	آزمایش شماره ۵۲: آزمون شناسایی هالوزن
۱۸۰	ب) روش های اختصاصی شناسایی پلیمرها
۱۸۰	آزمایش شماره ۵۳: آزمون شناسایی نترات سلولز
۱۸۰	آزمایش شماره ۵۴: آزمون شناسایی پلیمر سلولزی
۱۸۱	آزمایش شماره ۵۵: شناسایی پلی متیل متاکریلات
۱۸۲	آزمایش شماره ۵۶: آزمون شناسایی پلی وینیل استات
۱۸۳	آزمایش شماره ۵۷: آزمون شناسایی پلی وینیل الکل
۱۸۴	آزمایش شماره ۵۸: آزمون شناسایی پلی آکریلونیتریل (اورلون)
۱۸۴	آزمایش شماره ۵۹: آزمون شناسایی پلی وینیل کلرید (PVC)
۱۸۵	آزمایش شماره ۶۰: آزمون شناسایی اپوکسیدها
۱۸۶	آزمایش شماره ۶۱: آزمون شناسایی رزین های آلکید

۱۸۷	آزمایش شماره ۶۲: آزمایش شناسایی برای لاستیک بوتیل (تیوب)
۱۸۹	اندازه‌گیری جرم مولکولی پلیمرها
۱۹۰	تعیین وزن مولکولی پلیمرها بوسیله سنجش گرانشی
۱۹۵	آزمایش شماره ۶۳: اندازه‌گیری جرم مولکولی ویسکوزیته
۱۹۸	ژله‌های پلیمری
۱۹۹	آزمایش شماره ۶۴: ژلاسیون پلی‌وینیل کلراید
۲۰۰	آزمایش شماره ۶۵: ژلاسیون با تغییر غلظت بورات
۲۰۱	آزمایش شماره ۶۶: تیتراسیون لعاب پلی‌وینیل الکل
۲۰۲	آزمایش شماره ۶۷: اندازه‌گیری ویسکوزیته ژل پلی‌وینیل الکل
۲۰۴	کوپلیمریزاسیون
۲۰۶	بررسی فاکتور تعادل مونومر (r) در کوپلیمریزاسیون
۲۰۹	آزمایش شماره ۶۸: سنجش واکنش‌پذیری
۲۱۲	آزمایش شماره ۶۹: تهیه مخلوط پلیمر: پلی‌وینیل الکل و پلی‌اکریل آمید
۲۱۳	آزمایش شماره ۷۰: تهیه مخلوط پلیمری پلی‌وینیل استات و پلی‌متیل متاکریلات
	آزمایش شماره ۷۱: تهیه کوپلیمر آماری پلی‌پارا - کلرو، تیل استایرن - کو - استایرن -
۲۱۴	روش اول
	آزمایش شماره ۷۲: تهیه کوپلیمر آماری پلی (پارا - متیل استایرن - کو - استایرن) -
۲۱۵	روش دوم
۲۱۶	آزمایش شماره ۷۳: تهیه کوپلیمر آماری پلی‌استایرن - کو - پلی‌وینیل متیل متاکریلات
۲۱۸	پلیمر زنده
۲۱۹	آزمایش شماره ۷۴: تهیه پلیمر زنده کاتیونی تتراهیدرو فوران (PTHF)
۲۱۹	آزمایش شماره ۷۵: تهیه پلیمر زنده کاتیونی ایزوبوتیل وینیل اتر (PIBVE)
۲۲۲	پلیمرهای معدنی
۲۲۷	آزمایش شماره ۷۶: تهیه پلی دی کلرو فسفاژن
۲۲۸	آزمایش شماره ۷۷: تهیه پلی [ایس (بنزیدینو) فسفاژن]
۲۲۹	آزمایش شماره ۷۸: تهیه پلی‌دی متیل سیلوکسان
۲۳۰	آزمایش شماره ۷۹: تهیه پلی (متیل فنیل سیلان)

۲۳۳	پلیمرهای رسانا
۲۳۹	کاربردهای پلیمرهای رسانای الکتریسیته
۲۴۶	آزمایش شماره ۸۰: تهیه پلی آنیلین رسانا (امرالدین هیدروکلرید)
	آزمایش شماره ۸۱: تهیه کاغذهای پوشش دهی شده توسط پلی آنیلین در
۲۴۷	محیطهای قلیایی و اسیدی
۲۴۸	آزمایش شماره ۸۲: تهیه پلی آنیلین نارسا (امرالدین بازی)
۲۴۹	آزمایش شماره ۸۳: تهیه پلی پیرول رسانا
	آزمایش شماره ۸۴: تهیه کاغذهای پوشش دهی شده توسط پلی پیرول در
۲۵۰	محیطهای قلیایی و اسیدی
۲۵۰	آزمایش شماره ۸۵: تهیه پلی پیرول با استفاده از پرکلرات آهن III، $Fe(ClO_4)_3 \cdot 9H_2O$
۲۵۱	آزمایش شماره ۸۶: تهیه پلی پیرول با استفاده از $Cu(ClO_4)_2 \cdot 6H_2O$
۲۵۲	آزمایش شماره ۸۷: تهیه پلی تیوفن با استفاده از $FeCl_3$
۲۵۳	آزمایش شماره ۸۸: تهیه پلی تیوفن با استفاده از پرکلرات آهن III آبدار
۲۵۴	آزمایش شماره ۸۹: تهیه پلی اندوا
۲۵۵	آزمایش شماره ۹۰: تهیه پلی کاربازول
۲۵۶	آزمایش شماره ۹۱: تهیه فیلم مخلوط پلی استایرن - پلی پیرول
۲۵۷	آزمایش شماره ۹۲: تهیه فیلم مخلوط پلی استایرن - پلی پیرول
۲۵۸	آزمایش شماره ۹۳: تهیه فیلم مخلوط پلی استایرن - پلی آنیلین، تهیه مخلوط فیزیکی
۲۵۹	آزمایش شماره ۹۴: تهیه فیلم مخلوط پلی استایرن - پلی آنیلین با استفاده از حلال
۲۶۰	آزمایش شماره ۹۵: تهیه مخلوط پلی وینیل کلرید - پلی آنیلین، تهیه مخلوط فیزیکی
۲۶۰	آزمایش شماره ۹۶: تهیه فیلم مخلوط پلی وینیل کلرید - پلی آنیلین با استفاده از حلال
۲۶۳	آزمایش شماره ۹۷: تهیه الکتروشیمیایی پلی پیرول
۲۶۴	آزمایش شماره ۹۸: تهیه الکتروشیمیایی پلی تیوفن
۲۶۵	آزمایش شماره ۹۹: تهیه الکتروشیمیایی پلی آنیلین
۲۶۶	آزمایش شماره ۱۰۰: تهیه کوپلیمر پیوندی کیتوسان - پلی آنیلین
۲۶۹	آلبوم تصاویر رنگی

پیشگفتار

هدف اصلی از تألیف این کتاب آشنا کردن دانشجویان شیمی، نساجی، پلیمر و غیره با روش‌های آزمایشگاهی تهیه مواد پلیمری و خواص آنها و تکمیل بخش تئوری درس مبانی شیمی پلیمر است. تمامی آزمایش‌ها با مقدمه مختصری جهت روشن شدن ذهن دانشجویان و ایجاد آگاهی قبلی از آنچه که می‌باید انجام شود، شروع می‌گردد. برخلاف کتب ارایه شده در ارتباط با سنتز مواد پلیمری که عموماً در آنها تجهیزات زیاد و پیچیده نیاز است، کوشش شده است تا تمامی آزمایش‌ها با حداقل وسایل و در کمترین زمان انجام پذیر باشد. در این کتاب سعی شده است از پیش‌های متنوعی در هر بخش پیشنهاد گردد تا هر دانشگاه یا مؤسسه آموزشی- پژوهشی بتواند با اسب با امکانات، زمان انجام دوره آموزشی، مقطع تحصیلی و رشته آموزشی مربوطه، آزمایش‌ها را مناسبی را انتخاب و ارایه کند. با توجه به این که کتاب حاضر یک کتاب آموزشی - پژوهشی محسوب می‌شود، لذا در آخر هر آزمایش سؤالاتی مطرح شده است که پاسخ به آنها دانشجو را در درک بهتر مباحث وارد ارایه شده یاری می‌رساند. ضمن این که در هر قسمت با ارایه منابع لازم سعی شده است تا مناسبی نیز جهت دسترسی آسان‌تر به پاسخ سؤالات برای دانشجویان و دانش‌پژوهان فراهم گردد.

در متن کتاب جداولی را که بنظر می‌رسد برای کارهای عملی شیمی و به ویژه عملیات مبانی شیمی پلیمر لازم و مفید است ذکر شده است.

در خاتمه لازم می‌دانم از مساعدتهای معاون محترم پژوهشی، شایسته جناب آقای دکتر سعادت، مدیریت خدمات علمی و مؤسسه چاپ و انتشارات آن دانشگاه که امر تصویب و چاپ این کتاب را تسهیل نمودند و نیز از سرکار خانم فرانک رضایی طراح جلد و سرکار خانم ناهید آقامیرزایی که با صبر و حوصله تمام، کار حروفچینی و صفحه‌آرایی این کتاب را به عهده داشته‌اند تشکر و قدردانی نمایم.

سید حسین حسینی

تأیستان ۸۶