

۱۴۲۹.۲۵

مبانی شیمی پلیمر

ویژه دانشجویان رشته‌های مهندسی پلیمر، مهندسی شیمی و کلیه گرایش‌های
شیمی به انضمام مجموعه سوالات آزمون‌های مربوطه

تألیف:

دکتر محمدرضا فیروزمنش

(مدرس دانشگاه)

مهندس سیمین یزدان‌پناه

انجمن صنفی مهندسين پلیمر و شیمی ایران
انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر

سرشناسه

عنوان و نام پدیدآور

: فیروزمنش، محمدرضا، ۱۳۴۰ -

: مبنای شیمی پلیمر ویژه دانشجویان رشته‌های مهندسی پلیمر مهندسی شیمی...

مشخصات نشر

مشخصات ظاهری

شابک

وضعیت فهرست نویسی

یادداشت

موضوع

موضوع

شناسه افزوده

شناسه افزوده

رده‌بندی کنگر

رده‌بندی رئی

شماره کتابشناسی ملی

تالیف محمدرضا فیروزمنش، سیمین یزدان‌پناه.

: تهران: جهاددانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر، ۱۳۹۵.

: ۲۰۰ ص: مصور، جدول، نمودار.

: ISBN: 978-964-210-232-7 ۱۸۰۰۰۰ رال: 7

: فیفا

: واژه‌نامه.

: پلیمرها -- راهنمای آموزشی (عالی)

: Polymers -- Study and teaching (Higher)

: یزدان‌پناه، سیمین، ۱۳۴۵ -

: جهاددانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر

: QD۳۸۱ / ف۹م ۲ ۱۳۹۵

: ۵۴۷/۷

: ۴۴۳۸۸۳۳



انجمن صنعتی مهندسی پلیمر و شیمی

این کتاب در جلسه مورخ ۹۴/۱۱/۰۶ کمیته علمی و
نشریات، انجمن صنفی مهندسی پلیمر و شیمی
در جلسه مورخ ۹۵/۰۵/۱۳ شورای نشر کتاب
جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر پس از طی مراحل
ارزیابی علمی، مجوز چاپ و انتشار، دریافت نموده است.



واحد صنعتی امیرکبیر

کتاب شیمی پلیمر

تألیف: دکتر محمدرضا فیروزمنش، مهندس سیمین یزدان‌پناه

ناشر

مدیر مسؤول

نوبت چاپ

سال چاپ

قطع

شمارگان

قیمت

چاپخانه

دکتر مهدی ورسه‌ای

اول

: ۱۳۹۵

: وزیری

: ۵۰۰ نسخه

: ۱۸۰۰۰۰ رال

: اصیل



ISBN: 978-964-210-232-7

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۲۱۰-۲۳۲-۷

نمایشگاه و فروشگاه دائمی: تهران، خیابان حافظ، روبروی خیابان سمیه، جنب دانشگاه صنعتی امیرکبیر،
انتشارات جهاددانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر تلفن: ۹۸۲۱۶۶۹۵۰ + تلفکس: ۹۸۲۱۶۶۹۵۰ +
فروشگاه اینترنتی: www.jdamirkabir.ac.ir

سیاس و ستایش آفریدگاری را که هرچه آفرید درست و خوب آفرید و هر آنچه کرد بسنده و پسندیده کرد. آسمان را آفرید، قوت و در میان آنها زمین نهاد به حکمت، یکی را جنبش و یکی آرام و هر دو خواست و فرمان را برآورد.

مبانی شیمی پلیمر، به سرانجام آقای دکتر محمد رضا فیروز منش و همکاری خانم مهندس سیمین یزدان پناه، جهت آشنایی علاقه‌مندان به علم پلیمر ابتدا تعریف دقیقی از این مواد داشته و سپس کلیات آن را به بحث و بررسی گذاشته است تا بتواند به عنوان یک راهنمای مناسب امکان استفاده شاغلین بخش‌های مرتبط با مواد پلیمری، دانشجویان رشته‌های پلیمر، شیمی و مهندسی شیمی و همچنین اعضای هیأت علمی دانشگاه‌ها را فراهم سازد. با توجه به اهمیت بالای ارتباط مابین دانشگاه و صنعت و نیازهای علمی-فنی شاغلین و فارغ‌التحصیلان رشته مهندسی پلیمر، بهترین انگیزه جهت نگارش کتاب مبانی شیمی پلیمر ایجاد مرجعی مناسب و مکمل در کنار مباحث نظری مطرح شده در دروس دانشگاهی برای پاسخگویی این نیازها است.

انجمن صنفی مهندسين پلیمر و شیمی ایران همواره تلاش کرده است تا با حمایت مالی معنوی انتشار کتاب‌های مرتبط با حوزه مهندسی شیمی و پلیمر و مستندسازی و انتقال تجربیات و دانش به نسل‌های بعدی، مسئولیت اجتماعی خود را برای روشن‌تر و هموارتر کردن مسیر توسعه ادا نموده و گامی موثر در جهت توسعه این رشته بردارد.

دکتر رامین خسروخاور

رئیس انجمن صنفی مهندسين پلیمر و شیمی ایران

پیشگفتار نویسندگان

پلیمرها همواره در اطراف ما وجود داشته‌اند. طبیعت، خیلی پیش از آنکه انسان بتواند پلیمرهای سنتزی را بسازد، پلیمرهای طبیعی مانند سلولز را ساخته بود. سلولز ماده اصلی تشکیل دهنده لیف چوب و پنبه است. از این سیر پلیمرهای طبیعی می‌توان به پروتئین‌ها، کائوچو، قیر، قطران و رزین‌ها اشاره کرد. انسان‌های اولیه با استفاده از پلیمرهای طبیعی ابزار و سلاح می‌ساختند که این خود دلالت بر قدمت استفاده از این مواد دارد. ولی علیرغم قدمت استفاده، بشر اولیه هیچ نوع شناخت علمی از این مواد نداشت. این موضوع - که یکی از دلایل دارد که علم پلیمر در مقایسه با سایر علوم بسیار جوان است ولی طی پنجاه سال گذشته توسعه‌ای بسیار سریع داشته و نقش و تأثیر آن در کلیه صنایع بر هیچکس پوشیده نیست. در کشور ما همیشه تقویت رابطه صنعت و دانشگاه امری ضروری بوده و مطالعات و بررسی‌های مختلف نشان داده است که علوم نظری مطروحه در دانشگاه‌های ما علیرغم این که از سطح بالائی برخوردارند به هیچ وجه نتوانسته‌اند پاسخگوی نیازهای شغلی و عملی دانشجویان و فارغ التحصیلان دانشگاه‌ها باشند. لذا لزوم دستیابی به کتب و مراجعی که بتواند خلا مذکور را پر نموده و ارتباطی تنگاتنگ میان علوم نظری و مهارت‌های عملی ایجاد نماید بیش از پیش احساس می‌شود.

از ویژگی‌هایی این کتاب امکان استفاده اقشار مختلف مردم از شاغلین بخش‌های مرتبط با مواد پلیمری تا دانشجویان رشته‌های مهندسی پلیمر، مهندسی شیمی و همچنین کلیه گرایش‌های شیمی می‌باشد. در این کتاب سعی شده است به منظور آشنایی علاقه‌مندان علم پلیمر با تعریف دقیقی از این مواد پرداخته و در ادامه، کلیات علم پلیمر به بحث و بررسی گذاشته شود. سپس به بررسی روش‌های مختلف نامگذاری پلیمرها و کمیت‌های وزن مولکولی و دمای انتقال شیشه‌ای پرداخته شده است. در فصول بعدی انواع مختلف کوپلیمرها بررسی شده و به فرآیند پخت به‌عنوان یکی از مهم‌ترین فرآیندهای علم پلیمر اشاره نموده‌ایم. سپس انواع پلیمریزاسیون افزایشی (رادیکالی و یونی) و تراکمی مورد بحث و تحلیل قرار گرفته و در ادامه به مهم‌ترین و متداول‌ترین پلیمرهای مورد استفاده در صنایع مختلف اشاره شده است. با این امید که اطلاعات این کتاب بتواند مورد استفاده بهینه کلیه علاقه‌مندان قرار گیرد.

محمدرضا فیروزمند - سیمین یزدان پناه

تابستان ۱۳۹۵

فہرست

فصل ۱: کلیات ۱۵

۱-۱-۱ ۱۵

۲-۱-۲ ۱۷

۳-۱-۳ ۲۵

۱-۳-۱ ۲۶

۲-۳-۱ ۲۶

۳-۳-۱ ۲۷

۴-۳-۱ ۲۹

۴-۱-۴ ۳۲

۵-۱-۵ ۳۴

۱-۵-۱ ۳۶

۲-۵-۱ ۳۶

۳-۵-۱ ۳۷

۶-۱-۶ ۳۷

۷-۱-۷ ۳۹

۸-۱-۸ ۳۹

۹-۱-۹ ۴۰

۱-۹-۱ ۴۱

۱۰-۱-۱۰ ۴۳

- ۴۵ ۱-۱۰-۱- الاستومرها یا لاستیک‌ها.
- ۴۶ ۲-۱۰-۱- پلاستیک‌ها.
- ۴۷ ۳-۱۰-۱- الیاف
- ۴۷ ۴-۱۰-۱- پلاستیک‌های تقویت شده.
- ۴۸ ۱۱-۱- انواع هموپلیمر
- ۴۸ ۱-۱۱-۱- هموپلیمرهای پلاستیکی
- ۴۹ ۲-۱۱-۱- هموپلیمرهای لیفی
- ۴۹ ۳-۱۱-۱- هموپلیمرهای الاستومری
- ۵۰ ۲-۱-۱- انواع توبلرها
- ۵۰ ۱۲-۱-۱- هموپلیمرهای الاستومری
- ۵۰ ۱۳-۱-۱- انواع تریپلیمرها
- ۵۰ ۱-۱۳-۱- تریپلیمرهای الاستومری
- ۵۲ ۱۴-۱- خلاصه فصل
- ۵۳ فصل ۲: درجه حرارت انتقال شیشه‌ای
- ۵۳ ۱-۲- مقدمه
- ۵۴ ۲-۱-۲- تعریف دوم T_g
- ۵۴ ۳-۱-۲- تعریف سوم T_g
- ۵۴ ۲-۲- T_g و مقاومت حرارتی
- ۵۴ ۳-۲- T_g و محیط
- ۵۵ ۴-۲- دماهای T_g و T_m
- ۵۷ ۵-۲- عوامل موثر بر T_g و T_m
- ۵۷ ۱-۵-۲- عوامل موثر بر T_g
- ۶۲ ۶-۲- روش‌های تغییر درجه حرارت انتقال شیشه‌ای
- ۶۲ ۱-۶-۲- روش فیزیکی
- ۶۲ ۲-۶-۲- روش شیمیایی

- ۶۳-۷-۲ صورت‌بندی و پیکربندی ۶۳
- ۶۴-۷-۲-۲ تعریف پیکربندی ۶۴
- ۶۴-۸-۲ تفاوت‌های تغییر در حالات صورت‌بندی با تغییر در حالات پیکربندی ۶۴
- ۶۴-۹-۲ عوامل موثر بر تغییر حالات صورت‌بندی ۶۴
- ۶۴-۹-۲-۱ نوع گروه‌ها و اتم‌های متصل به زنجیر اصلی پلیمر و تعداد آنها ۶۴
- ۶۶-۹-۲-۲ درصد شاخه‌های فرعی متصل به زنجیر اصلی پلیمر ۶۶
- ۶۶-۹-۲-۳ طول زنجیرهای پلیمری (وزن مولکولی) ۶۶
- ۶۷-۱۰-۲ انواع پلیمرها از نظر میزان آبدوستی ۶۷
- ۶۷-۱۰-۲-۱ پلیمرهای آبدوست و پلیمرهای آب‌گریز ۶۷
- ۶۷-۱۱-۲ انواع پلیمرها بر نظر وضعیت ساختمان فضایی ۶۷
- ۶۷-۱۱-۲-۱ پلیمرهای همبسته ۶۷
- ۶۸-۱۱-۲-۲ پلیمرهای نامرتب ۶۸
- ۶۸-۱۲-۲ انواع پلیمرها از لحاظ منی ۶۸
- ۶۹-۱۳-۲ روش‌های تهیه کریستال در پلیمرها ۶۹
- ۶۹-۱۳-۲-۱ ذوب کردن پلیمر ۶۹
- ۶۹-۱۳-۲-۲ انحلال پلیمر ۶۹
- ۶۹-۱۴-۲ پدیده تورم در پلیمرها و آثار مخرب آن ۶۹
- ۷۰-۱۵-۲ انواع پلیمرها از نظر رفتار حرارتی ۷۰
- ۷۰-۱۵-۲-۱ رزین‌های گرمانرم ۷۰
- ۷۰-۱۵-۲-۲ رزین‌های گرماسخت ۷۰
- ۷۱-۱۶-۲ انواع پلیمرها از نظر انرژی پیوندی ۷۱
- ۷۲-۱۷-۲ انواع پلیمرها از لحاظ حوزه پلیمر ۷۲
- ۷۲-۱۷-۲-۱ تقسیم‌بندی بر اساس نوع ماده ۷۲
- ۷۳-۱۸-۲ تقسیم‌بندی بر اساس نوع صنعت ۷۳
- ۷۳-۱۹-۲ تقسیم‌بندی بر اساس تکنولوژی تولید محصولات ۷۳

۲۰-۲	تقسیم‌بندی بر اساس ویژگی کاربری	۷۳
۲۱-۲	خلاصه فصل	۷۳
۳	فرآیند پخت رزین‌ها	۷۵
۱-۳	مقدمه	۷۵
۲-۳	انواع رزین‌ها	۷۶
۱-۲-۳	پخت و دما	۷۷
۲-۲-۳	پخت و فشار	۷۷
۳-۲-۳	پخت و کاتالیز	۷۸
۳-۳	اجل و آتش پخت	۷۸
۱-۳-۳	مرحله اول	۷۸
۲-۳-۳	مرحله دوم	۷۹
۳-۳-۳	مرحله سوم	۷۹
۴-۳	تعریف پیش‌پلیمر	۷۹
۵-۳	تعریف پیش‌پخت	۷۹
۶-۳	تعریف پس‌پخت یا پخت بعدی	۷۹
۷-۳	تعریف نقطه زل شدن	۸۰
۸-۳	فرآیندهای پخت	۸۰
۹-۳	سیکل پخت	۸۱
۱۰-۳	تجهیزات پخت توسط آون	۸۱
۱۱-۳	تجهیزات پخت توسط اتو کلاو	۸۲
۱۲-۳	خلاصه فصل	۸۳
۴	پلیمریزاسیون مرحله‌ای	۸۵
۱-۴	مقدمه	۸۵

۸۹.....	۲-۴- تفاوت رشد پلیمریزاسیون مرحله‌ای و زنجیره‌ای
۹۰.....	۳-۴- معادله کاروتز
۹۱.....	۱-۳-۴- متوسط عددی و متوسط وزنی طول زنجیر
۹۱.....	۲-۳-۴- شاخص پراکندگی (بسپاش)
۹۲.....	۳-۳-۴- پهنای توزیع وزن مولکولی
۹۳.....	۴-۴- مشخصه‌های پلیمریزاسیون مرحله‌ای
۹۴.....	۱-۴-۴- سهولت دسترسی به گروه‌های عاملی
۹۴.....	۴-۴- بدیده حلقه‌ای شدن در پلیمریزاسیون مرحله‌ای
۹۶.....	۵-۴- انواع پلیمریزاسیون مرحله‌ای
۹۶.....	۱-۵-۴- پلی‌مرینات
۹۶.....	۲-۵-۴- پلی‌آمید
۹۷.....	۳-۵-۴- پلی‌یورتان
۹۸.....	۴-۵-۴- پلی (وینیل کلراید)
۹۸.....	۵-۵-۴- پلی (متیل متاکریلات)
۹۸.....	۶-۵-۴- پلی (وینیل استات)
۹۸.....	۷-۵-۴- پلی‌تترافلوئورواتیلن
۹۹.....	۸-۵-۴- پلی‌سیلوکسان
۹۹.....	۹-۵-۴- پلی‌استال
۹۹.....	۱۰-۵-۴- پلی‌سولفید
۱۰۰.....	۱۱-۵-۴- ملامین فرمالدئید
۱۰۱.....	۱۲-۵-۴- اوره فرمالدئید
۱۰۱.....	۱۳-۵-۴- پلی‌بنزایمیدازول
۱۰۱.....	۶-۴- خلاصه فصل
۱۰۳.....	فصل ۵: پلیمریزاسیون افزایشی
۱۰۳.....	۱-۵- مقدمه

۱۰۴	۵-۲- طبیعت پلیمریزاسیون افزایشی (زنجیره‌ای)
۱۰۸	۵-۳- خلاصه فصل
۱۰۹	فصل ۶: انواع پلیمریزاسیون با تأکید بر پلیمریزاسیون رادیکالی
۱۰۹	۶-۱- مقدمه
۱۰۹	۶-۲- پلیمریزاسیون افزایشی رادیکالی
۱۰۹	۶-۳- انواع شکستن پیوند
۱۱۰	۶-۴- مراحل پلیمریزاسیون افزایشی رادیکالی
۱۱۰	۶-۴-۱- مرحله شروع زنجیر
۱۱۲	۶-۴-۲- مرحله پخش زنجیر
۱۱۲	۶-۴-۳- مرحله انتقال
۱۱۳	۶-۴-۴- مرحله اختتام زنجیر
۱۱۵	۶-۵- نکات اساسی در پلیمریزاسیون رادیکالی
۱۱۵	۶-۶- شرایط فرآیند
۱۱۵	۶-۷- روش‌های مختلف پلیمریزاسیون افزایشی رادیکالی
۱۱۶	۶-۸- پلیمریزاسیون‌های زنجیره‌ای حلقه گشا
۱۱۷	۶-۹- انواع پلیمریزاسیون رادیکالی
۱۱۷	۶-۹-۱- پلیمریزاسیون توده‌ای
۱۲۰	۶-۹-۲- پلیمریزاسیون محلولی
۱۲۳	۶-۹-۳- پلیمریزاسیون رسوبی (تشنینی)
۱۲۳	۶-۹-۴- پلیمریزاسیون تعلیقی
۱۲۵	۶-۹-۵- پلیمریزاسیون امولسیون
۱۲۷	۶-۱۰- مهم‌ترین نکات مربوط به این پلیمریزاسیون
۱۲۹	۶-۱۱- انواع روش‌های پلیمریزاسیون امولسیونی
۱۲۹	۶-۱۱-۱- پلیمریزاسیون امولسیونی بدون استفاده از عامل فعال سطحی

۱۲۹	۶-۱۱-۲- پلیمریزاسیون امولسیون معکوس
۱۳۰	۶-۱۱-۳- پلیمریزاسیون مینی امولسیون
۱۳۰	۶-۱۱-۴- پلیمریزاسیون میکرو امولسیون
۱۳۰	۶-۱۱-۵- پلیمریزاسیون امولسیون دانه دار
۱۳۱	۶-۱۱-۶- پلیمریزاسیون امولسیون پیکرینگ
۱۳۱	۶-۱۲- مراحل پلیمریزاسیون امولسیونی
۱۳۳	۶-۱۳- آغازگرها (بحث تفصیلی)
۱۳۳	۶-۱۳- آغازگرهای رادیکالی
۱۳۶	۶-۱۴- سینتیک واکنش های پلیمریزاسیون رادیکال آزاد
۱۳۸	۶-۱۵- متوسط طول سینتیک زنجیر
۱۴۰	۶-۱۶- خلاصه فصل
۱۴۱	فصل ۷: مراحل پلیمریزاسیون آب-تأثیر بر پلیمریزاسیون یونی
۱۴۱	۷-۱- مقدمه
۱۴۲	۷-۲- پلیمریزاسیون آنیونی
۱۴۵	۷-۲-۱- گروه اول
۱۴۵	۷-۲-۲- گروه دوم
۱۴۵	۷-۳- عوامل موثر بر سرعت رشد در پلیمریزاسیون آنیونی
۱۴۷	۷-۴- سینتیک واکنش پلیمریزاسیون افزایشی آنیونی زنده
۱۴۸	۷-۵- خلاصه فصل
۱۴۹	فصل ۸: پلیمریزاسیون کاتیونی
۱۴۹	۸-۱- مقدمه
۱۵۰	۸-۲- آغازگرهای پلیمریزاسیون کاتیونی
۱۵۱	۸-۳- سینتیک پلیمریزاسیون کاتیونی

۱۵۵	۴-۸- پلیمرهای زنده
۱۵۶	۵-۸- پلیمریزاسیون کئوردینانسی
۱۵۶	۶-۸- مقایسه پلیمریزاسیون‌های رادیکالی و یونی
۱۵۷	۷-۸- خلاصه فصل
۱۵۹	فصل ۹: مهم‌ترین نمونه‌های پلیمری مورد مصرف
۱۵۹	۱-۹- مقومه
۱۵۹	۱-۱-۹- گروه اول) پلیمرهایی که با تولید کوچک مولکول همراهند
۱۶۲	۲-۹- نموهام از پلیمرهای تشکیل شده طی پلیمریزاسیون یونی
۱۶۲	۱-۲-۹- پلیمریزاسیون آنیونی
۱۶۳	۲-۲-۹- پلیمریزاسیون کاتیونی
۱۶۴	۳-۹- نمونه‌هایی از پلیمرهای تشکیل شده طی پلیمریزاسیون رادیکالی
۱۶۵	۱-۳-۹- پلی‌آکریلونیتریل
۱۶۵	۲-۳-۹- پلی‌اتیلن
۱۶۵	۴-۹- خلاصه فصل
۱۶۷	پیوست الف: ساختار پلیمرهای متداول
۱۷۱	فرهنگ اصطلاحات و اختصارات
۱۷۱	پیوست ب: فرهنگ اصطلاحات و اختصارات
۱۷۹	پیوست ج: نمونه سوالات
۱۹۵	منابع و مراجع
۱۹۵	الف) منابع لاتین
۱۹۹	ب) منابع فارسی