



انشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پس تشکیل تهران)

مبانی مهندسی

پلیمریزاسیون

(جلد اول)

تکنولوژی

پلیمرها

ویرایش دوم
با تجدید نظر کلی

تالیف

دکتر وحید حدادی اصل

استاد دانشکده مهندسی پلیمر

دانشگاه صنعتی امیر کبیر

دارنده نشان مدیریت در کیفیت



ISO 9001 - 2000

بسم الله الرحمن الرحيم

مبانی مهندسی پلیمریزاسیون

(جلد اول)

تکنولوژی پلیمرها

(با تجدیدنظر کلی)

تألیف

دکتر وحید حدادی اصل

استاد دانشگاه صنعتی امیرکبیر

(پلی تکنیک تهران)

زمستان ۱۳۸۷

سرشناسه	: دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)
عنوان و پدیدآور	: میانی مهندسی پلیمریزاسیون / تألیف وحید حدادی اصل.
مشخصات نشر	: تهران: دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)، ۱۳۸۵.
مشخصات ظاهری	: ۵ ج. مصور، جدول، نمودار.
شابک	: 964-463-118-8
یادداشت	: فهرست نویسی بر اساس اطلاعات فیبا.
یادداشت	: عنوان به انگلیسی: Principles of Polymerization Engineering.
یادداشت	: چاپ قبلی: دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)، ۱۳۸۰ (سه جلدی).
یادداشت	: چاپ چهارم: ۱۳۷۸
یادداشت	: کتابنامه.
یادداشت	: نمایه.
مندرجات	: ج. ۱. تکنولوژی پلیمرها.
موضوع	: پلیمریزاسیون.
موضوع	: پلیمرها.
شناسه افزوده	: حدادی اصل، وحید، ۱۳۴۳ -
رده بندی کنگره	: ۱۳۸۵ قح ۸ پ / TP۱۵۶
رده بندی دیویی	: ۶۶۸/۹
شماره کتابخانه ملی	: ۸۵-۲۳۴۱۵



انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)

عنوان کتاب	: مبانی مهندسی پلیمریزاسیون (جلد اول): تکنولوژی پلیمرها
مؤلف	: دکتر وحید حدادی اصل
ناشر	: انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)
لیتوگرافی، چاپ و صحافی	: انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)
چاپ چهارم	: زمستان ۱۳۸۷ (با تجدید نظر کلی)
تیراژ	: ۱۰۰۰ نسخه
قیمت	: ۱۱۵۰۰ تومان
شابک	: ۹۶۴-۴۶۳-۱۱۸-۸
تلفن مرکز پخش	: ۶۶۴۹۸۸۶۸
ISBN	: 964-463-118-8

آدرس: خیابان ولی عصر، رویروی خیابان بزرگمهر، فروشگاه کتاب مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)

حق چاپ برای ناشر محفوظ است

تقدیم به پدرم

معلمی دلوز و پدری فداکار

که زندگانی خود را در راه رشد و تعالی فرزندان خود سپری نمود.

امام زمان (عج):

«خدایا! بر علمای ما زهد و ورزیدن در دنیا و نصیحت کردن را تفضل فرما و بر

دانش‌پژوهان ما تلاش و اشتیاق به تحصیل، بر شنوندگان ما پیروزی و پندپذیری و بر

بیماران مسلمین شفا و آسایش و بر مردگان ما مهربانی و رحمت و بر بزرگان ما وقار

و آرامش نمایند کن و بر جوانان ما بازگشت و توبه و بر زنان ما حیا و عفت و بر

ثروتمندان ما تواضع و کفاحه‌دستی و بر تهیدستان ما صبر و قناعت ارزانی فرما.»

المصباح الكفعمی

فهرست مطالب

فصل اول: مبانی شیمی پلیمرها.....	۱
۱-۱ مقدمه.....	۱
۲-۱ مهندسی پلیمریزاسیون.....	۲
۳-۱ بررسی شیمی پلیمرها.....	۴
فصل دوم: پلیمرهای طبیعی.....	۱۷
۱-۲ مقدمه.....	۱۷
۲-۲ پلیمرهای طبیعی صنعتی.....	۱۸
۳-۲ پلیمرهای بیولوژیکی.....	۱۸
۴-۲ پلیمرهای با منشا گیاهی.....	۱۹
فصل سوم: واکنش‌های پلیمریزاسیون.....	۳۱
۱-۳ مقدمه.....	۳۱
۲-۳ واکنش‌های پلیمریزاسیون مرحله‌ای.....	۳۴
۳-۳ واکنش‌های پلیمریزاسیون زنجیره‌ای.....	۴۱
۴-۳ واکنش‌های غیرکلاسیک سنتز پلیمرها.....	۴۳
فصل چهارم: پلیمریزاسیون‌های رادیکال آزاد.....	۴۵
۱-۴ مقدمه.....	۴۵
۲-۴ پدیده‌های اصلی و فرعی در پلیمریزاسیون‌های رادیکال آزاد.....	۴۵
۳-۴ پلیمریزاسیون‌های زنجیره‌ای حلقه‌گشا.....	۵۶
۴-۴ واکنش‌های پلیمریزاسیون کاتالیزوری و فضاویژه.....	۵۷
۵-۴ پلیمریزاسیون زنجیره‌ای دی‌ان‌های مزدوج.....	۵۸
۶-۴ شبکه‌ای شدن در پلیمریزاسیون‌های زنجیره‌ای.....	۵۹
۷-۴ شبکه‌های پلیمری نفوذی.....	۵۹
فصل پنجم: پلیمریزاسیون‌های آنیونی.....	۶۳
۱-۵ مقدمه.....	۶۳

۶۴	۲-۵ واکنش‌های پلیمریزاسیون آنیونی.....
۷۶	۳-۵ هموپلیمرهای سفارشی.....
۷۷	۴-۵ نظم فضایی.....
۷۸	۵-۵ پلیمرهای امگا- عامل دار و ماکرومونومرها.....
۸۱	۶-۵ ماکرومونومرها.....
۸۶	۷-۵ پلیمرهای شاخه‌ای سفارشی.....
۸۷	۸-۵ پلیمرهای شانه‌ای.....
۸۸	۹-۵ پلیمرهای سفارشی شانه‌ای.....
۹۲	۱۰-۵ شبکه‌های مدل.....
۹۳	۱۱-۵ سنتز کوپلیمرهای قطعه‌ای.....
۹۹	۱۲-۵ کوپلیمرهای پیوندی.....
۱۰۳	فصل ششم: پلیمریزاسیون‌های کاتیونی.....
۱۰۳	۱-۶ مقدمه.....
۱۰۵	۲-۶ مقایسه پلیمریزاسیون کاتیونی و رادیکالی.....
۱۰۷	۳-۶ اجزای تشکیل دهنده پلیمریزاسیون‌های کاتیونی.....
۱۱۳	۴-۶ بررسی شیمیایی پلیمریزاسیون کاتیونی.....
۱۲۳	۵-۶ سینتیک پلیمریزاسیون کاتیونی.....
۱۲۵	فصل هفتم: کاتالیست‌های پلیمریزاسیون.....
۱۲۵	۱-۷ مقدمه.....
۱۲۷	۲-۷ کاتالیست‌های زیگلر- ناتا.....
۱۵۵	۳-۷ متالوسن‌ها.....
۱۷۳	فصل هشتم: روش‌های پلیمریزاسیون.....
۱۷۳	۱-۸ مقدمه.....
۱۷۳	۲-۸ پلیمریزاسیون توده‌ای.....
۱۷۵	۳-۸ پلیمریزاسیون محلولی.....
۱۷۷	۴-۸ پلیمریزاسیون تعلیقی.....
۱۸۲	۵-۸ پلیمریزاسیون امولسیونی.....

۱۸۵	۶-۸ روش پلیمریزاسیون رسوبی.....
۱۸۶	۷-۷ روش پلیمریزاسیون پراکنشی.....
۱۸۷	۸-۸ روش پلیمریزاسیون بین سطحی.....
۱۸۹	فصل نهم: فیزیک پلیمرها.....
۱۸۹	۱-۹ مقدمه.....
۱۹۱	۲-۹ پدیده انتقال شیشه‌ای در پلیمرها.....
۱۹۶	۳-۹ محلول‌های پلیمری.....
۲۱۰	۴-۹ مذاب‌های پلیمری.....
۲۱۳	فصل دهم: خواص مکانیکی پلیمرها.....
۲۱۳	۱-۱۰ مقدمه.....
۲۱۳	۲-۱۰ کرنش.....
۲۱۵	۳-۱۰ تنش.....
۲۱۶	۴-۱۰ مدول یانگ.....
۲۱۷	۵-۱۰ شکست در پلیمرها.....
۲۱۸	۶-۱۰ اندازه‌گیری مدول و استحکام پلیمرها.....
۲۲۰	۷-۱۰ عوامل مؤثر بر عملکرد نرم یا ترد پلیمر.....
۲۲۳	۸-۱۰ انواع استحکام.....
۲۲۵	۹-۱۰ تأثیر حالت سطح بر روی رفتار مکانیکی پلیمرها.....
۲۲۸	۱۰-۱۰ خواص ویسکوالاستیک پلیمرها.....
۲۶۲	۱۱-۱۰ خواص مکانیکی پلیمرهای تقویت شده.....
۲۶۵	فصل یازدهم: رئولوژی پلیمرها.....
۲۶۵	۱-۱۱ مقدمه.....
۲۶۶	۲-۱۱ طبقه‌بندی رفتار سیالات.....
۲۷۴	۳-۱۱ پارامترهای مهم در رئولوژی پلیمرها.....
۲۷۷	فصل دوازدهم: پلاستیک‌ها.....
۲۷۷	۱-۱۲ مقدمه.....
۲۷۸	۲-۱۲ پلی‌اولفین‌ها.....

۲۸۴	۳-۱۲ پلی تترافلورواتیلن.....
۲۸۴	۴-۱۲ نایلون‌ها.....
۲۸۶	۵-۱۲ پلی اتراترکتون.....
۲۸۶	۶-۱۲ پلی وینیل استات.....
۲۸۷	۷-۱۲ پلی وینیل اتیل اتر.....
۲۸۸	۸-۱۲ پلی وینیل آلکل.....
۲۸۸	۹-۱۲ پلی وینیلیدین کلراید.....
۲۸۹	۱۰-۱۲ پلی متیل متاکریلات.....
۲۸۹	۱۱-۱۲ پلی استایرن.....
۲۹۱	۱۲-۱۲ پلی وینیل کلراید.....
۲۹۲	۱۳-۱۲ پلی اتیلن ترفتالات.....
۲۹۳	۱۴-۱۲ کوپلیمر استایرن-آکریلونیتریل.....
۲۹۴	۱۵-۱۲ کوپلیمر (اکریلونیتریل - بوتادی ان - استایرن).....
۲۹۴	۱۶-۱۲ پلی استال.....
۲۹۴	۱۷-۱۲ پلی سولفون‌ها.....
۲۹۵	۱۸-۱۲ پلی کربنات.....
۲۹۷	۱۹-۱۲ فرآیندهای شکل دهی پلاستیک‌ها.....
۳۱۳	فصل سیزدهم: الاستومرها.....
۳۱۳	۱-۱۳ مقدمه.....
۳۱۵	۲-۱۳ رفتار فیزیکی و مکانیکی الاستومرها.....
۳۱۷	۳-۱۳ خواص ترمودینامیکی و استاتیکی الاستومرها.....
۳۲۲	۴-۱۳ طبقه‌بندی الاستومرها.....
۳۲۳	۵-۱۳ بررسی خواص انواع الاستومرها.....
۳۴۸	۶-۱۳ طبقه‌بندی الاستومرها از دیدگاه مقاومتی.....
۳۴۹	۷-۱۳ طبقه‌بندی الاستومرها بر اساس ساختار شیمیایی.....
۳۵۰	۸-۱۳ ترموپلاستیک‌الاستومرها.....
۳۵۸	۹-۱۳ فرآیندهای اختلاط و شکل دهی الاستومرها.....

۳۸۵	فصل چهاردهم: رزین‌های پلیمری
۳۸۵	۱-۱۴ مقدمه
۳۸۶	۲-۱۴ رزین‌های پلی‌استری
۳۸۹	۳-۱۴ رزین‌های آلکید
۳۹۰	۴-۱۴ رزین‌های اپوکسی
۳۹۲	۵-۱۴ رزین‌های فنول-فرمالدهید
۳۹۵	۶-۱۴ رزین‌های آمینوپلاست
۳۹۶	۷-۱۴ رزین‌های وینیل‌استر
۴۰۵	۸-۱۴ چسب‌های پلیمری
۴۲۱	فصل پانزدهم: الیاف
۴۲۱	۱-۱۵ مقدمه
۴۲۳	۲-۱۵ ساختار فیزیکی الیاف
۴۲۳	۳-۱۵ انواع فرآیندهای ریسندگی الیاف پلیمری
۴۳۳	فصل شانزدهم: کامپوزیت‌های پلیمری
۴۳۳	۱-۱۶ مقدمه
۴۳۶	۲-۱۶ کامپوزیت‌های پیشرفته
۴۳۷	۳-۱۶ بستر کامپوزیت‌ها
۴۴۲	۴-۱۶ الیاف تقویت کننده
۴۴۳	۵-۱۶ فرآیندهای کامپوزیت‌ها
۴۵۸	۶-۱۶ پخت کامپوزیت‌ها
۴۵۹	فصل هفدهم: فوم‌های پلیمری
۴۵۹	۱-۱۷ مقدمه
۴۶۲	۲-۱۷ ساختمان، خواص و کاربردها
۴۶۵	۳-۱۷ انواع فوم‌های پلیمری
۴۷۰	۴-۱۷ عوامل پفزا
۴۷۲	۵-۱۷ افزودنی‌های دیگر
۴۷۳	۶-۱۷ تکنولوژی فوم‌سازی

۴۹۹.....	۸-۱۷ ساخت فوم‌های چندلایه.....
۵۱۱.....	۹-۱۷ فوم پلیمرهای فلوئوری.....
۵۱۲.....	۱۰-۱۷ ساخت فوم از پلیمرهای مهندسی.....
۵۱۵.....	فصل هجدهم: آلیاژهای پلیمری.....
۵۱۵.....	۱-۱۸ مقدمه.....
۵۱۸.....	۲-۱۸ عوامل مؤثر بر آلیاژسازی.....
۵۳۷.....	فصل نوزدهم: پلیمریزاسیون پلیمرهای متداول.....
۵۳۷.....	۱-۱۹ مقدمه.....
۵۳۷.....	۲-۱۹ پلیمریزاسیون پلی اتیلن.....
۵۵۰.....	۳-۱۹ پلی پروپیلن.....
۵۵۴.....	۴-۱۹ پلی تترافلوئورواتیلن.....
۵۵۴.....	۵-۱۹ پلی وینیل استات.....
۵۵۶.....	۶-۱۹ پلی متیل متاکریلات.....
۵۵۷.....	۷-۱۹ پلی استایرن.....
۵۵۸.....	۸-۱۹ پلی وینیل کلراید.....
۵۵۹.....	۹-۱۹ پلی اتیلن ترفتالات.....
۵۶۱.....	۱۰-۱۹ پلیمرهای فرمالدهید.....
۵۶۲.....	۱۱-۱۹ پلی آکریلونیتریل.....
۵۶۳.....	۱۲-۱۹ پلی اکسی متیلن ها (پلی استال).....
۵۶۳.....	۱۳-۱۹ پلی وینیل الکل.....
۵۶۴.....	۱۴-۱۹ پلی وینیلیدین کلراید.....
۵۶۵.....	۱۵-۱۹ پلی بوتادی ان.....
۵۶۶.....	۱۶-۱۹ الاستومر استایرن-اکریلونیتریل.....
۵۶۶.....	۱۷-۱۹ الاستومر استایرن-بوتادی ان.....
۵۶۷.....	فصل بیستم: پلیمرهای زیست‌سازگار.....
۵۶۷.....	۱-۲۰ مقدمه.....
۵۶۸.....	۲-۲۰ بیومتریال‌ها.....

۶۱۷.....	فصل بیست و یکم: نانوکامپوزیت‌های پلیمری.....
۶۱۷.....	۱-۲۱ مقدمه.....
۶۱۸.....	۲-۲۱ مزایای نانوکامپوزیت‌های پلیمری.....
۶۱۹.....	۳-۲۱ کاربردها:.....
۶۲۰.....	۴-۲۱ پرکننده‌های نانو (نانوفیلرها).....
۶۲۶.....	۵-۲۱ ساختارهای نانوکامپوزیت‌ها.....
۶۲۹.....	۶-۲۱ انواع پلیمرهای قابل استفاده در تهیه نانوکامپوزیت‌های پلیمر-خاک رس.....
۶۳۲.....	۷-۲۱ خواص نانوکامپوزیت‌ها.....
۶۴۱.....	۸-۲۱ روش‌های مطالعه خواص نانوکامپوزیت.....
۶۴۳.....	۹-۲۱ مورفولوژی و رفتار بلورینگی نانوکامپوزیت‌ها.....
۶۴۴.....	۱۰-۲۱ روش‌های تولید نانوکامپوزیت‌های پلیمری.....
۶۴۶.....	۱۱-۲۱ روش‌های سنتز نانوکامپوزیت پلیمر-خاک رس.....
۶۵۳.....	فصل بیست و دوم: پلیمرهای مقاوم حرارتی.....
۶۵۳.....	۱-۲۲ مقدمه.....
۶۵۳.....	۲-۲۲ پلی‌اوره‌ها.....
۶۵۵.....	۳-۲۲ پلی‌آمیدها.....
۶۶۹.....	۴-۲۲ پلی‌ایمیدها.....
۶۸۳.....	فصل بیست و سوم: هیدروژل‌های پلیمری.....
۶۸۳.....	۱-۲۳ مقدمه.....
۶۸۴.....	۲-۲۳ روش‌های مختلف تهیه هیدروژل‌ها.....
۶۸۵.....	۳-۲۳ عوامل شبکه‌ای‌کننده.....
۶۹۱.....	فصل بیست و چهارم: غشاهای پلیمری.....
۶۹۱.....	۱-۲۴ مقدمه.....
۶۹۲.....	۲-۲۴ غشاهای معدنی.....
۶۹۳.....	۳-۲۴ غشاهای فلزی.....
۶۹۳.....	۴-۲۴ غشاهای سرامیکی.....
۶۹۴.....	۵-۲۴ غشاهای پلیمری.....

۶۹۶.....	۶-۲۴ بررسی غشاها از لحاظ ساختار اندازه حفرات.....
۶۹۷.....	۷-۲۴ روش‌های مرسوم در چیدمانی غشاها.....
۷۰۴.....	۸-۲۴ فرآیندهای آماده‌سازی غشاهای پلیمری.....
۷۰۹.....	۹-۲۴ انواع روش‌های طراحی جداسازی با غشاها.....
۷۱۱.....	۱۰-۲۴ انتخاب مواد برای غشای متخلخل.....
۷۱۴.....	۱۱-۲۴ انتخاب مواد برای غشاهای غیرمتخلخل.....
۷۱۶.....	۱۲-۲۴ اسمز معکوس.....
۷۱۷.....	۱۳-۲۴ غشاهای سلولزی.....
۷۱۷.....	۱۴-۲۴ غشاهای پلی‌آمید آروماتیک.....
۷۱۸.....	۱۵-۲۴ کامپوزیت‌های فیلم نازک.....
۷۱۹.....	فصل بیست و پنجم: پلیمرهای هادی.....
۷۱۹.....	۱-۲۵ مقدمه.....
۷۲۰.....	۲-۲۵ پلیمرهای هادی الکتروسیسته.....
۷۴۱.....	فصل بیست و ششم: پلیمرهای بلورمایع.....
۷۴۱.....	۱-۲۶ مقدمه.....
۷۴۳.....	۲-۲۶ تاریخچه ساخت نمایشگرهای بلورمایع.....
۷۴۳.....	۳-۲۶ بررسی خواص بلورمایع‌ها.....
۷۴۵.....	۴-۲۶ انواع بلورهای مایع.....
۷۴۸.....	۵-۲۶ ایجاد یک نمایشگر بلورمایع ساده.....
۷۵۵.....	فصل بیست و هفتم: تأثیر تشعشعات بر پلیمرها.....
۷۵۵.....	۱-۲۷ مقدمه.....
۷۵۶.....	۲-۲۷ پرتو غیر یونیزه کننده.....
۷۵۶.....	۳-۲۷ پرتو یونیزه کننده.....
۷۵۶.....	۴-۲۷ تأثیر تابش بر خواص فیزیکی - مکانیکی پلیمرها.....
۷۷۹.....	فصل بیست و هشتم: بازیافت پلیمرها.....
۷۷۹.....	۱-۲۸ مقدمه.....
۷۷۹.....	۲-۲۸ صنایع بسته‌بندی با استفاده از مواد پلیمری.....

۷۸۱	.....	۳-۲۸	خطر زیست محیطی پلیمرها.....
۷۸۲	.....	۴-۲۸	ضایعات پلیمری.....
۷۸۵	.....	۵-۲۸	بازیافت پلیمرها.....
۷۹۲	.....	۶-۲۸	سازگاری پلیمرها.....
۷۹۴	.....	۷-۲۸	بازیافت شیمیایی.....
۷۹۷	.....	۸-۲۸	انرژی حاصل از ضایعات پلیمرها.....
۸۰۳	.....		منابع و مراجع.....
۸۰۹	.....		راهنمای کلمات.....

مبانی شیمی پلیمرها

پلیمرها دسته‌ای از مواد هستند که از تکرار واحدهای کوچک به نام واحدهای تکراری تشکیل شده‌اند. این واحدها می‌توانند به صورت زنجیرهای مستقیم یا شاخه‌دار باشند. پلیمرها در طبیعت و صنعت به وفور یافت می‌شوند. پلیمرها می‌توانند به صورت جامد، مایع یا گاز وجود داشته باشند. پلیمرها در صنایع مختلف از جمله پزشکی، کشاورزی، صنایع نساجی و صنایع پلاستیکی کاربرد دارند. پلیمرها می‌توانند به صورت طبیعی یا مصنوعی باشند. پلیمرها می‌توانند به صورت ترموپلاستیک یا ترموستیک باشند. پلیمرها می‌توانند به صورت آمورف یا کریستال باشند. پلیمرها می‌توانند به صورت همبند یا نهمبند باشند. پلیمرها می‌توانند به صورت متبل یا نمتبل باشند. پلیمرها می‌توانند به صورت متبل یا نمتبل باشند.

Principle of Polymerization Engineering

Polymers Technology

by

Dr. Vahid Haddadi Asl

Associated Professor of Amirkabir University of Technology

Amirkabir University of Technology

Tehran Polytechnic Press

www.aku-press.com

2006

Principles of
Polymerization
Engineering (I)

Polymer Technology

Prof. Vahid Haddadi-Asl

امروزه باید به این نکته اذعان کرد که دانش پلیمری یکی از شاخه های علمی است که نسبت به رشته های علمی دیگر پیشرفت قابل ملاحظه ای کرده است. رشد سریع این علم به دلیل کاربردهای فراوان مواد پلیمری در بسیاری از ابعاد زندگانی بشر بوده است. شاید بتوان دنیای آینده را همچون مجسمه ای با مغزی از دانش کامپیوتری و بدنی از مواد پلیمری تجسم کرد. سبکی، ارزانی، مقاومت شیمیایی بالا و خواص فیزیکی - مکانیکی مناسب باعث شده است که پلیمرها جایگزین بسیار مناسبی برای فلزات و غیر فلزات باشند.

علم مهندسی واکنشهای پلیمری پیچیدگی و وسعت بسیار زیاد دارد و کتاب حاضر نیز سر آغازی بر دستیابی به دانش مذکور است. این کتاب در پنج جلد، با عناوین "تکنولوژی پلیمرها"، "واکنشهای پلیمریزاسیون"، "روشهای پلیمریزاسیون"، "طراحی راکتورهای پلیمری" و "طراحی فرآیندهای پلیمری"، برای تدریس در مقاطع کاردانی، کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکترا تهیه شده است.

این کتابها با شناخت اولیه شیمی و مبانی سینتیک پلیمرها و همینطور روشهای عمومی تولید این مواد آغاز و تا مدل سازی واکنشها، مباحث انتقال حرارت، طراحی راکتورهای پلیمری و سرانجام طراحی فرآیندهای تولیدی پلیمرها ادامه میابند.

اگرچه هدف، تدوین کتابی درسی برای دانشجویان مقاطع مختلف علوم، تکنولوژی و مهندسی شیمی، پلیمر، نساجی و شیمی کاربردی بوده، سعی فراوان شده است که مطالب روان نوشته شوند و، برای استفاده مهندسان صنایع مختلف پلیمری، به یکدیگر وابسته نباشند.

ISBN:978-964-463-118-4



9 789644 631184

