

مبانی بلورینگی در پلیمرها

www.ketab.ir

تالیف:

دکتر مرتضی احمدی لاشکی

دکتر امیر کاوه

دکتر محمد رضا پورحسینی

سرشناسه:	احمدی لاشکی، مرتضی، ۱۳۵۲ -
عنوان و نام پدیدآور:	مبانی بلورینگی در پلیمرها/ تالیف مرتضی احمدی لاشکی، امیر کاوه، محمد رضا پورحسینی.
مشخصات نشر:	تهران: دانشگاه صنعتی مالک اشتر. انتشارات ۱۴۰۰.
مشخصات ظاهری:	[۱۳]، ح، ۲۴۲ ص.: مصور، نمودار، جدول.
شابک:	۹۷۸-۶۲۲-۷۳۵۲-۲۵-۲
وضعیت فهرست‌نویسی:	فپا.
یادداشت:	کتابنامه.
یادداشت:	واژه نامه.
موضوع:	تبلور.
موضوع:	بلورها.
موضوع:	پلیمرها.
شناسه افزوده:	کاوه، امیر، ۱۳۶۲ -
شناسه افزوده:	پورحسینی، محمد رضا، ۱۳۵۲ -
شناسه افزوده:	دانشگاه صنعتی مالک اشتر. انتشارات ۱۴۰۰
رده‌بندی کنگره:	QD ۵۴۸
رده‌بندی دیویی:	۵۴۸/۵
کتابشناسی ملی:	۷۵۹۵۰۶۴



www.ketab.ir

مجموعه کتابهای مواد و فناوری

عنوان کتاب:	مبانی بلورینگی در پلیمرها
تالیف:	مرتضی احمدی لاشکی - امیر کاوه - محمد رضا پورحسینی
ناشر:	انتشارات دانشگاه صنعتی مالک اشتر
طرح روی جلد:	جواد جلالی نژاد
لیتوگرافی، چاپ و صحافی:	دانشگاه صنعتی مالک اشتر
صفحه‌آرایی رایانه‌ای:	مهدی ملایی
ویراستار ادبی:	محسن ایزدپور
شمارگان:	۱۰۰۰ جلد
نوبت چاپ:	اول، بهار ۱۴۰۰
قیمت:	۷۵۰،۰۰۰ ریال

ISBN: 978-622-7352-25-2

کلیه حقوق چاپ برای ناشر محفوظ است.

نقل مطالب فقط با ذکر مشخصات کامل کتاب و با اشاره به نام ناشر مجاز است.
آدرس: تهران، لویزان، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، معاونت پژوهش و فناوری، مدیریت دانش،
انتشارات. تلفن: ۳۲۹۳۲۸۹۱

فهرست مطالب

پیشگفتار.....	۱
فهرست علائم اختصاری.....	ت
فصل اول: بلور.....	۳
۱-۱- فاصله تعادلی و حالت پایدار.....	۳
۱-۲- شبکه فضایی و سلول واحد.....	۳
۱-۳- مشخصات شبکه.....	۴
۱-۴- شبکه‌های صفحه‌ای و پرکننده فضایی.....	۵
۱-۵- بلورینگی در پلیمرها.....	۱۰
۱-۵-۱- جامدات بلوری و رفتار آن‌ها در مقابل اشعه ایکس.....	۱۱
۱-۵-۲- پلیمرها و پراش اشعه ایکس.....	۱۲
۱-۵-۳- درجه بلورینگی.....	۱۲
۱-۶- قابلیت بلورینگی در پلیمرها.....	۱۴
۱-۶-۱- علت بلورینگی در پلیمرها.....	۱۵
۱-۶-۲- بلورچه‌ها.....	۱۹
۱-۶-۳- نظم ساختاری و قابلیت بلورینگی.....	۱۹
۱-۶-۴- دیگر مشخصه‌های مؤثر در قابلیت بلورینگی.....	۲۱
۱-۶-۵- ساختارهای مارپیچی.....	۲۴
۱-۶-۶- گویچه‌ها.....	۲۶
۱-۶-۷- تک بلورهای پلیمری.....	۲۷
۱-۶-۸- تاخوردگی‌های ایجاد شده در حین بلورینگی ناشی از زنجیره پلیمر.....	۲۹
۱-۶-۹- تأثیر بلورینگی بر خواص پلیمرها.....	۳۰
مراجع.....	۳۲

فصل دوم: بررسی نظریه تبلور در پلیمرها..... ۳۵

- ۱-۲- شواهد تجربی مرتبط با فرایند بلوری شدن..... ۳۵
- ۱-۱-۲- وابستگی ضخامت بلور به پارامتر دما در محلول‌های پلیمری..... ۳۵
- ۲-۱-۲- چگونگی رفتار پلیمرها در نقطه ذوب..... ۳۷
- ۳-۱-۲- ارتقای خواص در اثر عملیات حرارتی..... ۴۱
- ۴-۱-۲- سرعت بلورینگی..... ۴۲
- ۵-۱-۲- انتقال دمایی در پلیمرها..... ۴۴
- ۲-۲- طبقه‌بندی فرایند بلورینگی..... ۴۹
- ۳-۲- نظریه ساختاری بلورینگی پلیمرها..... ۵۴
- ۴-۲- دمای ذوب تعادلی..... ۶۱
- ۵-۲- نقطه ذوب بلورهای لایه‌ای..... ۶۵
- ۶-۲- ارتقاء خواص در اثر عملیات حرارتی..... ۶۸
- ۷-۲- برخی عوامل مؤثر بر نقطه ذوب..... ۷۸
- مراجع..... ۸۰

فصل سوم: بررسی سرعت فرایند بلورینگی در پلیمرها..... ۸۳

- ۱-۳- فرض‌های بیان‌شده در نظریه آورامی..... ۸۴
- ۲-۳- موارد استفاده از نظریه آورامی..... ۸۷
- ۳-۳- ارتباط بین سرعت تبلور و متغیرهای انتخاب‌شده در فرایند بلورینگی..... ۹۷
- ۴-۳- استفاده از روش‌های حرارتی در بررسی ساختگی بلورینگی..... ۱۰۶
- مراجع..... ۱۱۳

فصل چهارم: بررسی ساختار تبلور در پلیمرها..... ۱۱۷

- ۱-۴- بلورینگی..... ۱۱۷
- ۲-۴- تبلور لایه‌ای..... ۱۲۵
- ۳-۴- ساختار گویچه‌ها..... ۱۲۹
- ۴-۴- بلورینگی هسته‌گذاری شده ردیفی..... ۱۳۷

مراجع.....	۱۴۱
فصل پنجم: بررسی بلورینگی با استفاده از آزمایش پراش اشعه ایکس.....	۱۴۵
۱-۵- بررسی سلول واحد در بلور پلیمری.....	۱۴۵
۱-۱-۵- سلول واحد.....	۱۴۶
۲-۱-۵- شاخص میلر.....	۱۴۹
۲-۵- جهت‌ها و صفحات بلورشناسی در ساختار هگزاگونال.....	۱۵۲
۳-۵- پراش اشعه ایکس با زاویه کوچک.....	۱۵۴
۳-۱-۵- اجزای تشکیل‌دهنده سامانه پراش اشعه ایکس با زاویه کوچک ...	۱۶۰
۳-۳-۵- اصول اندازه‌گیری توزیع ذرات.....	۱۶۲
۳-۳-۵- آماده‌سازی نمونه برای فن SAXS.....	۱۶۳
۴-۵- پراش اشعه ایکس با زاویه پهن.....	۱۶۴
۴-۱-۵- پخش اشعه ایکس.....	۱۶۴
۴-۲-۵- شبکه وارون و شرایط براگ.....	۱۶۷
۴-۳-۵- فن‌های پراش اشعه ایکس.....	۱۷۰
۴-۴-۵- کاربردهای روش WAXS.....	۱۷۴
۴-۵-۵- بلورینگی.....	۱۷۵
۴-۶-۵- اندازه‌گیری اندازه بلوری.....	۱۷۵
۴-۷-۵- تحلیل بافت.....	۱۷۶
۵-۵- بررسی نحوه عکس‌العمل نمونه در مقابل برخورد اشعه ایکس.....	۱۷۶
۵-۱-۵- پراش اشعه ایکس تک‌بلور.....	۱۸۲
۵-۲-۵- پراش پودری اشعه ایکس.....	۱۸۲
۵-۶- پهن‌شدگی ناشی از اختلالات در شبکه بلور.....	۱۸۴
۵-۷- عوامل دستگاهی پهن‌شدگی قله.....	۱۸۷
۵-۸- بررسی آرایش یافتگی با استفاده از فیلم و یا نمایشگر حساس مکانی.....	۱۹۴
مراجع.....	۲۰۲

فصل ششم: پلیمرها در فاز بلور مایع.....	۲۰۵
۱-۶- تعریف بلور مایع.....	۲۰۵
۲-۶- ساختارهای شیمیایی میله‌ای شکل.....	۲۰۶
۳-۶- مزوفازهای بلور مایع.....	۲۰۷
۱-۳-۶- نحوه آرایش یافتگی ساختارهای مزوفاز.....	۲۰۷
۲-۳-۶- نمودار فازی.....	۲۰۹
۳-۳-۶- انتقال مرتبه اول.....	۲۰۹
۴-۶- طبقه‌بندی مواد بلور مایع.....	۲۱۳
۵-۶- ساختار شیمیایی پلیمرهای بلور مایع لیوتروپیک.....	۲۱۳
۶-۶- ساختار شیمیایی بلور مایع‌های ترموتروپ.....	۲۱۶
۷-۶- ساختار شیمیایی مواد بلور مایع دارای شاخه جانبی.....	۲۱۹
۸-۶- ترمودینامیک و نمودارهای فازی.....	۲۲۳
۱-۸-۶- جنبه‌های تاریخی.....	۲۲۳
۲-۸-۶- اهمیت معیار X_1	۲۲۴
۹-۶- مشخصه مزوفاز در پلیمرهای ترموتروپ.....	۲۲۶
۱۰-۶- تشکیل الیاف.....	۲۲۸
۱۱-۶- آرایش یافتگی مولکولی.....	۲۲۹
۱۲-۶- مقایسه ابعادی در انواع پلیمر.....	۲۳۰
۱-۱۲-۶- ریزساختار مولکولی.....	۲۳۰
۲-۱۲-۶- خواص پلیمر در حالت توده.....	۲۳۲
۱۳-۶- الزامات برای تشکیل بلورهای مایع.....	۲۳۲
مراجع.....	۲۳۴
واژه‌نامه.....	۲۳۹

پیشگفتار

علم پلیمر در اثر نیاز روزافزون بشر به ساخت و درک رفتار انواع جدید پلاستیک‌ها، لاستیک‌ها، چسب‌ها، رنگ‌ها و الیاف در آزمایشگاه‌های بزرگ صنایع متولد و سال‌ها بعد به مراکز دانشگاهی نیز راه یافت. تولد رسمی علم پلیمر و آغاز سنتز انواع مصنوعی آن در مقیاس صنعتی به اوایل قرن بیستم بازمی‌گردد. با توجه به وجود منابع نفتی و گازی در کشور پیشرفت‌های روزافزونی طی دهه‌های اخیر در صنایع پلیمر اعم از پایین‌دست و بالادست صورت گرفته است. در این راستا شناخت کافی دانشجویان و محققان رشته پلیمر و رشته‌های مرتبط با آن از مقوله بلور و بلورینگی در مواد پلیمری سبب آگاهی در زمینه به‌کارگیری این مواد است. این مجموعه سعی بر آن دارد که علاوه بر معرفی ساختار بلورها و مقایسه این مفاهیم در بین مواد، نحوه بلورینگی در پلیمرها و پارامتر مؤثر بر آن را با ایجاد تصاویری فضایی به‌طور کامل بیان نماید تا از این طریق درک کاملی در ذهن خواننده ایجاد شود. در فصول مختلف این کتاب به بررسی نظریه تبلور در پلیمرها و شواهد تجربی مرتبط با آن، بررسی سرعت تبلور در پلیمرها، مطالعه ساختار بلور در پلیمرها، روش‌های اندازه‌گیری پارامترهای بلور همچون تجزیه و تحلیل اشعه ایکس و در نهایت به بررسی مواد پلیمری بلور مایع پرداخته شده است که هر از این مباحث به تفصیل مورد بحث قرار گرفته‌اند. امید است خوانندگان این مجموعه با مطالعه آن بتوانند بینش کاملی از این مفهوم به لحاظ نظری پیدا کنند تا از این طریق کارایی خود را در به‌کارگیری شاخص‌های مؤثر در تشکیل و رشد بلور در مواد مختلف پلیمری و صنایع

پایین دست و بالادست افزایش دهند. در نهایت از تمامی عزیزانی که ما را در تدوین و تألیف این مجموعه یاری نموده‌اند کمال تشکر و قدردانی را به عمل می‌آوریم.