الف: دروس کارشناسی ارشد

واحدهای درسی (۳۲- ۲۹ واحد)

ردیف	نوع واحد	تعداد واحد	ملاحظات
۱	دروس اجباری	۱۲	بر اساس جدول ذیربط از هر گرایش
۲	دروس اختیاری	۱۲-۹	بر اساس جدول ذیربط از هر گرایش
۳	سمینار و روش تحقیق	۲	
۴	پایان نامه	۶	

۲-۱ کارشناسی ارشد مهندسی پلیمر- فرآورش

جدول ۲-۱ :دروس اجباری

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	روش‌های محاسباتی در سامانه‌های پلیمری PE4000	۳
۲	شیمی فیزیک پیشرفته پلیمرها PE4001	۳
۳	فرآورش پیشرفته پلیمرها PE4007	۳
۴	رئولوژی پیشرفته پلیمرها PE4004	۳

جدول ۲-۲ دروس اختیاری

ردیف	نام درس	عداد واحد
۱	مهندسی فرآیندهای پلیمریزاسیون PE4003	۳
۲	پلاستیک های تقویت شده PE4101	۳
۳	خواص مهندسی پلیمرها PE4002	۳
۴	کامپوزیت های پیشرفته پلیمری	۳
۵	مهندسی رزین های پیشرفته پلیمری	۳
۶	طراحی و مهندسی فرآیند های پلیمری به کمک رایانه PE4102	۳
۷	پلیمرهای زیست سازگار PE4103	۳
۸	طراحی و مهندسی قطعات لاستیکی PE4105	۳
۹	مهندسی الیاف پیشرفته پلیمری PE4106	۳
۱۰	شیمی و فناوری پلی یورتان PE4107	۳
۱۱	مبانی چسبندگی PE4108	۳

۲-۴ کارشناسی ارشد مهندسی پلیمر- پلیمریزاسیون

جدول ۲-۷: دروس اجباری

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	روش‌های محاسباتی در سامانه‌های پلیمری PE4000	۳
۲	شیمی فیزیک پیشرفته پلیمرها PE4001	۳
۳	سنتز پیشرفته پلیمرها و سامانه های کاتالیستی PE4400	۳
۴	مهندسی فرایندهای پلیمریزاسیون PE4003	۳

جدول ۲-۸: دروس اختیاری

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	رئولوژی پیشرفته پلیمرها PE4004	۳
۲	هویت شناسی پیشرفته پلیمرها PE4006	۳
۳	تخریب و پایدار سازی پلیمرها PE4009	۳
۴	کنترل پیشرفته فرآیندهای پلیمری PE4401	۳
۵	مهندسی واکنش های پلیمریزاسیون ناهمگن PE4402	۳
۶	انتخاب مواد و طراحی محصول PE4403	۳
۷	خواص مهندسی پلیمرها PE4002	۳
۸	مواد پلیمری پیشرفته PE4404	۳
۱۰	پدیده های انتقال در سامانه های پلیمریزاسیون PE4405	۳

۲-۷ کارشناسی ارشد مهندسی پلیمر- طراحی مولکولی

جدول ۲-۱۳: دروس اجباری

ردیف	نام درس	د واحد
۱	روش‌های محاسباتی در سامانه‌های پلیمری PE4000	۳
۲	شیمی فیزیک پیشرفته پلیمرها PE4001	۳
۳	طراحی و معماری ماکرومولکولی PE4750	۳
۴	هویت شناسی پیشرفته پلیمرها PE4006	۳

جدول ۲-۱۴: دروس اختیاری

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	شیمی و سینتیک پیشرفته پلیمریزاسیون PE4701	۳
۲	فراورش پیشرفته پلیمرها PE4007	۳
۳	مهندسی واکنش های پلیمریزاسیون ناهمگن PE4008	۳
۴	رئولوژی پیشرفته پلیمرها PE4004	۳
۵	تخریب و پایدار سازی پلیمرها PE4009	۳
۶	فیزیک پلیمرها PE4705	۳
۷	کاربردهای جدید مواد پلیمری PE4706	۳
۸	مواد پلیمری پیشرفته PE4404	۳
۹	مدل‌سازی مولکولی PE6018	۳
۱۰	خواص مهندسی پلیمرهاPE4002	

ب : دروس دکتری

واحدهای درسی (۳۲ واحد)

ردیف	نوع واحد	تعداد واحد	ملاحظات
۱	دروس نظری	۱۸- ۱۵	بر اساس جدول ۱۷-۲ یا دروس مشترک
۲	رساله	۲۱-۱۸	

۱. عناوین دروس دوره دکتری مهندسی پلیمر در جدول ۲-۱۷ گردآوری شده اند.

جدول ۲- ۱۷: عناوین دروس

ردیف	نام درس	کد درس	عداد واحد
۱	پدیده های انتقال در سامانه های پلیمری	PE6000	۳
۲	کامپوزیت های پلیمری هوشمند	PE6001	۳
۳	کاربرد رایانه در تحقیقات و طراحی	PE6002	۳
۴	مکانیک ذره	PE6003	۳
۵	طراحی ماشین آلات چاپ	PE6004	۳
۶	ترمودینامیک محلول های پلیمری	PE6005	۳
۷	سنتز و سینتیک پیشرفته پلیمرها	PE6006	۳
۸	مهندسی واکنش های پلیمریزاسیون	PE6007	۳
۹	روش های نوین آنالیز پلیمرها	PE6008	۳
۱۰	روش های اصلاح پلیمرها	PE6009	۳
۱۱	چسبندگی	PE6010	۳
۱۲	راکتورهای پیشرفته پلیمری	PE6011	۳
۱۳	کنترل خوردگی	PE6012	۳
۱۴	مکانیک محیط های پیوسته	PE6013	۳
۱۵	ویسکوالاستیسیته و ویسکوپلاستیسیته	PE6014	۳
۱۶	اندازه گیری ظاهر اشیاء	PE6015	۳
۱۷	کلوئیدها و سطوح مشترک	PE6016	۳
۱۸	شیمی و تکنولوژی پوشش های پودری	PE6017	۳
۱۹	مدل سازی مولکولی	PE6018	۳
۲۰	رنگ های سرامیکی	PE6019	۳
۲۱	پلیمرهای هادی	PE6020	۳
۲۲	مکانیک کامپوزیت های پلیمری پرشده با ذره	PE6021	۳

۲۳	اختلاط در فرآیند های پلیمری	PE6022	۳
۲۴	معادلات اساسی سیالات پلیمری	PE6023	۳
۲۵	مباحث ویژه	PE6024	۳
۲۶	مکانیک سطح تماس و تریبولوژی پلیمرها	PE6025	۳

۱. برای دوره دکتری اخذ واحد اجباری پیش بینی نشده و دانشجو می تواند با تایید استاد راهنما و گروه مربوط از کلیه دروس اختیاری (از بسته های تخصصی مختلف) واحدهای آموزشی دوره دکتری را اخذ نماید.

۱ دانشجویان در طول دوره تحصیل و قبل از تاییدیه پیشنهاد رساله خود می توانند حداکثر یک درس به ارزش سه واحد تحت عنوان مباحث ویژه بگذرانند. هدف از این درس، ارائه و بررسی پیشرفته ترین مطالب و مباحث جدید در زمینه های تحقیقی است که امکان ارائه آن در قالب یک درس کلاسیک فراهم نیست، و یا هنوز برنامه درس به تصویب شورای برنامه ریزی نرسیده باشد. شماره درس با استفاده از جدول کدگذاری شماره دروس، آخرین شماره درس مقطع دکتری در گرایش مورد نظراست. عنوان و برنامه درس باید قبل از ثبت نام دانشجو به تصویب شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده رسیده باشد.

۲ اگر دانشکده‌ای مایل به ارائه یک یا چند درس اختیاری باشد که در فهرست دروس ارائه شده توسط وزارت نباشد، می باید عنوان و سیلابس درس پیشنهادی را پس از بررسی مراجع ذیصلاح دانشگاه برای بررسی وتصویب به دفتر برنامه ریزی درسی وزارت ارسال نماید.

۱-۳ مهندسی پلیمر- فرآورش

عنوان درس: روش‌های محاسباتی در سامانه‌های پلیمری (PE4000)

تعداد واحد:۳

نوع واحد: نظری، اصلی

پیشنیاز: ندارد

تعداد ساعت: ۴۸

اهداف:

- حل عددی معادلات دیفرانسیل به روش المان محدود
- بهینه‌سازی سامانه‌های پلیمری
- استفاده از طراحی آزمایش در پژوهش
- روندهای پژوهشی در مدل‌سازی و شبیه‌سازی سیستم‌های پلیمری

سرفصل درس:

مروری بر مبانی لازم

- دیدگاه‌های ماکروسکوپی، میکروسکوپی و مولکولی در فرمولبندی
- فرمولبندی با استفاده از معادلات دیفرانسیلی و انتگرالی قوانین پایستگی ممنتم، انرژی و ماده در مختصات کارتزین، استوانه‌ای و کروی و بردارهای یکه و روابط بین بردارهای یکه
- بردارها، تنسورها و توابع برداری، روابط دیفرانسیلی در محورهای مختصاتی متعامد کارتزین و خمیده (curvilinear) مانند دیورژانس، کرل و گرادیان
- نظریه‌های انتگرال‌گیری: انتگرالهای برداری شامل انتگرال توابع اسکالر و برداری بر روی خط و رویه، قضایای گرین، استوکس و دیورژانس در محورهای مختصات متعامد

مبانی روش المان‌های محدود و حجم‌های محدود

- مقدمه‌ای بر حساب دیفرانسیل و انتگرال تغییراتی (وردشی، Variational Calculus) و حل معادلات دیفرانسیل با آن
- روش المان محدود برای حل معادلات دیفرانسیل یک بعدی: فرم ضعیف شده، انتگرال‌گیری گوس، انواع توابع درونیابی، مسائل غیرخطی، آنالیز اندازه گام
- روش المان محدود و الگوریتم آن برای حل معادلات دیفرانسیل جزئی از نوع سهمی (انتقال گرمای جابجایی، جریان سیالات با گرانروی پایین، پیش بینی سطوح آزاد در فرآیندهایی مانند اختلاط و تورم دای و ...) مشتمل بر یادآوری روش‌های حل دستگاه معادلات دیفرانسیل شرایط اولیه و معادلات stiff
- روش المان محدود برای حل معادلات دیفرانسیل جزئی از نوع بیضی (نظیر انتقال گرمای هدایت، جریان در دای و ...)

- روش المان محدود و الگوریتم آن برای حل جریات سیالات به روش‌های ترکیبی (Mixed) و پنالتی
- مقدمه‌ای بر حل معادلات به روش حجم محدود
- برنامه‌نویسی و تبدیل الگوریتم به برنامه کامپیوتری در حل مسائل یک بعدی و چندبعدی با استفاده از یک زبان برنامه‌نویسی سطح بالا (مانند: MATLAB, Fortran, C++,...)
- استفاده از یک نرم افزار المان محدود (مانند: Abaqus, ANSYS, COMSOL, MATLAB) جهت حل مسائل مهندسی

بهینه‌سازی

- تعاریف اولیه، اصطلاحات، بیان ریاضی مسائل، فرموله کردن توابع هدف
- قیدهای تساوی و غیرتساوی، مشکلات روشهای بهینه‌سازی
- تئوری بهینه‌سازی کلاسیک، شرایط لازم و کافی برای مسائل بهینه‌سازی، ماتریس هسین، دترمینان و مقادیر ویژه
- روش‌های عددی تعیین نقطه بهینه نامقید و مقید

طراحی آزمایش‌ها

- مقدمات آمار و انواع توزیع‌ها با تاکید بر توزیع z و توزیع t
- آزمون فرضیه‌ها
- آزمایشهایی با یک عامل و تحلیل واریانس (ANOVA)
- آزمایش‌های با چند عامل و روش فاکتوریل کامل
- روش‌های فاکتوریل جزئی و بلوکهای تصادفی
- روش رویه (سطح) پاسخ
- بهینه‌سازی بر اساس پاسخ سطح

روندهای پژوهشی

- تحقیقات جدید در مدل‌سازی و شبیه‌سازی سامانه‌های پلیمری
- گروه آموزشی امکان تغییر تا ۲۰٪ از سیلابس، با توجه به ماموریت دانشگاه، را دارد.

منابع و ماخذ:

1. R. B. Bird, E. W. Stewart, E. N. Lightfoot, *Transport phenomena*, 2nd Ed., John Wiley & Sons, Inc. (2002)
2. E. Kreyszig, *Advanced engineering mathematics*, 10th Ed., John Wiley & Sons Inc. (2011)
3. J. N. Reddy, *An introduction to the finite element method*, 4th Ed., McGraw-Hill Inc. (2019)
4. O. Zienkiewicz, R. Taylor, and J. Z. Zhu, *The Finite Element Method: Its Basis and Fundamentals*, 7th Edition, Butterworth-Heinemann, (2013)
5. T. I. Zohdi, *A Finite Element Primer for Beginners The Basics*, Springer International Publishing, (2015)

۶. حمیدرضا قریشی، *مقدمه‌ای بر روش اجزای محدود در مهندسی شیمی و پلیمر*، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران، (۱۳۹۳)
7. T. F. Edgar, D. M. Himmelblau, and L. S. Lasdon, *Optimization of Chemical Processes*, 2nd Ed., McGraw-Hill Book Co. (2001)
8. D. C. Montgomery, *Design and Analysis of Experiments*, 9th Ed.,John Wiley & Sons Inc. (2017)
9. R. H. Myers, D. C. Montgomery, C. M. Anderson-Cook, *Response Surface Methodology: Process and Product Optimization Using Designed Experiments*, 4th Ed., Wiley Series in Probability and Statistics, (2016)
10. Z. R. Lazic, *Design of Experiments in Chemical Engineering*, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, (2004)
11. S. Park, *Robust Design and Analysis for Quality Engineering*, Chapmman-Hall, (1996)

عنوان درس: شیمی فیزیک پیشرفته پلیمرها (PE4001)

تعداد واحد:۳

نوع واحد: نظری، اصلی

پیشنیاز: ندارد

تعداد ساعت: ۴۸

هدف: ارایه نظریه های بنیادین و تبیین جایگاه کاربردی آنها در انعطاف پذیری زنجیر، ترمودینامیک انحلال و جدائی فازی پلیمرها، ساختار و دینامیک زنجیر در حالت شیشه ای و بلورینه و انتقال های فی مابین، سطح و فصل مشترک و ژلینگی پلیمرها می باشد.

۱- نظریه انعطاف پذیری زنجیر پلیمر

۱-۱ دوران داخلی و شکل فضائی زنجیر، ۱-۲ انعطاف پذیری ماکرومولکول ها، ۱-۳ نظریه کوانتم و ایزومری دورانی زنجیر

۲- ترمودینامیک محلول ها و مخلوط های پلیمری

۲-۱ نظریه شبکه محلول های کوچک مولکولی، ۲-۲ تعمیم روش شبکه به محلول پلیمری، نظریه فلوری- هاگینز، ۲-۳ مدل محلول منظم تراکم پذیر مایز (*Mayes*)، ۲-۴ معادله حالت فلوری- اوروال- ریج (*FOV*) و پنجره سازگاری

۳- جدائی فازی و توسعه مورفولوژی

۳-۱ تعیین مرز فازی از طریق انحلال، ۳-۲ شرایط فرآیند و توسعه مورفولوژی، ۳-۳ نانوذرات و سازگاری آلیاژهای پلیمری، ۳-۴ جدائی فازی در حین پلیمریزاسیون

۴- نفوذ از پلیمرها و نفوذ پلیمرها در یکدیگر

۴-۱ خود نفوذی حلال در سامانه‌های پلیمر- حلال لاستیکی، ۴-۲ نفوذ پلیمرها در یکدیگر، ۴-۳ هندسه زنجیر و نفوذ: ماکرومولکول های خطی در برابر حلقوی، ۴-۴ لایه شدن بین سطحی

۵- مبانی مولکولی انتقال شیشه‌ای

۵-۱ ناهمگونی دینامیک زنجیر، ۵-۲ مکانیک آماری و پیش بینی درجه حرارت انتقال شیشه‌ای مخلوط های پلیمری، ۵-۳ محصور شدن زنجیر در مقیاس نانومتری و انتقال شیشه‌ای آن، ۵-۴ خود تغلیظی زنجیر و انتقال شیشه ای موثر

۶- ترمودینامیک و سینتیک بلورینگی

۶-۱ افتاخیز چگالی: پدیده هسته‌گذاری در تبلور پلیمر، ۶-۲ ضخیم شدن لایه بلور در برابر رشد جانبی آن، ۶-۳ اثر توزیع شاخه‌های کوتاه بر سینتیک تبلور پلی اتیلن، ۶-۴ تسریع هسته گذاری بلور به کمک جدائی فازی با سازوکار تجزیه اسپینودال

۷- سطوح و فصول مشترک پلیمری

۷-۱ چسبندگی پلیمر، ۷-۲ تحرک پلیمر در فصل مشترک پلیمر/ هوا، ۷-۳ واخیسی فیلم آلیاژی پلیمر خطی/ پلیمر ستاره‌ای، ۷-۴ قطرات پلیمری بر سطوح نرم: از مثلث نیومن تا قانون یانگ

۸- ژله شدن و ژل های پلیمری

۸-۱ تابعیت انتقال سل- ژل به غلظت، ۸-۲ ژلینگی مذاب پلیمری در مراحل اولیه تبلور، ۸-۳ فروپاشی ساختار لاستیک های پرشده با اعمال کرنش

منابع و ماخذ:

1. L. H. Sperling, "Introduction to Physical Polymer Science", 4th Ed. John Wiley, New York, 2006.

2. G. H. Fredrickson, "The Equilibrium Theory of Inhomogeneous Polymers, Clarendon Press, Oxford, 2006.

3. M. Rubinstein and R. Colby, Polymer Physics, Oxford University Press, London, 2003.

4. S. F. Sun, "Physical Chemistry of Macromolecules", John Wiley, New York, 2004.

5. G Strobel; "The Physics of Polymers", Springer, New York, 2007

6. L. A. Utracki and A. M. Jamieson, "Polymer Physics: From Suspensions to Nanocomposites and Beyond", Wiley, New York, 2010.

عنوان درس: فراورش پیشرفته پلیمرها (PE4007)

تعداد واحد:۳

نوع واحد: نظری، اصلی

پیشنیاز: مبانی رئولوژی پلیمرها

تعداد ساعت: ۴۸

هدف: ایجاد توانایی ارایه مدل (راه حل) در مسائل مهندسی با تاکید بر فرآیند شکل‌دهی پلیمرها

سرفصل درس:

۱- مقدمه:

۱-۱- تبیین ریاضی معادلات بقا (جرم، نیرو و انرژی)

۱-۲- تبیین ریاضی معادلات حالت

۱-۳- حل مسئله روانکاری و قالب‌های ساده (Lubrication App.)

۲- اکسترودر با تک ماردون:

۲-۱- معرفی اجزای اکسترودر با تک ماردون، ۲-۲- ارایه و تحلیل مدل ناحیه پمپ، ۲-۳- ارایه و تحلیل مدل ناحیه حرکت جامد

۲-۴- ارایه و تحلیل مدل ناحیه ذوب

۲-۵- محاسبه انرژی و بالانس با حدیده

۳- خط تولید ورق:

۳-۱-معرفی تجهیزات تولید ورق، ۳-۲- ارایه و تحلیل مدل پیش قالب، ۳-۳- ارایه و تحلیل مدل دستگاه دو غلطک

۳-۴- ارایه و تحلیل مدل کشش ورق

۴- خط تولید فیلم چند لایه:

۴-۱- معرفی تجهیزات تولید فیلم، ۴-۲- ارایه و تحلیل مدل قالب فیلم چند لایه

۴-۳- ارایه و تحلیل مدل کشش و کشنده فیلم

۵- خط تولید کابل:

۵-۱-معرفی خط تولید کابل

۵-۲- ارایه و تحلیل مدل قالب تولید کابل

۶- خط پوشش دهی:

۶-۱-معرفی خطوط پوشش دهی (غلطکی، تیغه‌ای و آزاد)، ۶-۲- ارایه و تحلیل مدل غلطک و ورق، ۶-۴- ارایه و تحلیل مدل دستگاه تیغه و ورق

۶-۴- ارایه و تحلیل مدل پوشش دهی آزاد

۷- خط ریسندگی الیاف:

۷-۱-معرفی تجهیزات تولید الیاف، ۷-۲- ارایه و تحلیل مدل قالب، ۷-۴- ارایه و تحلیل مدل جریان

۷-۴- ارایه و تحلیل مدل کشش

۸- دستگاه تزریق پلاستیک:

۸-۱- معرفی دستگاه تزریق پلاستیک، ۸-۲- ارایه و تحلیل مدل رانر، ۸-۴- ارایه و تحلیل مدل قالب صفحه‌ای

۸-۴- ارایه و تحلیل مدل قالب دایره مرکزی

۸-۵- بالانس نمودن قالب چند حفره‌ای

۹- دستگاه ترموفرمینگ:

۹-۱- معرفی دستگاه ترموفرمینگ

۹-۲- ارایه و تحلیل مدل قالب ساده ترموفرمینگ

۱۰- دستگاه پرس:

۱۰-۱- معرفی دستگاه پرس

۱۰-۲- ارایه و تحلیل مدل قالب پرس (جریان از مرکز)

منابع و ماخذ:

1. J. M. Dealy, K. F. Wissburn, Melt Rheology and Its Role in Plastics Processing: Theory and Applications, Kluwer Academic Publishers, 2012.

2. Z Tadmor and C. G. Gogos, Principles of Polymer Processing, Wiley, 2013.

3. D. G. Baird and D.I. Collias, Polymer Processing Principle and Design, 2nd Ed., Butterworth-Heinemann (2014)

عنوان درس: رئولوژی پیشرفته پلیمرها (PE4004)

تعداد واحد:۳

نوع واحد: نظری، اصلی

پیش‌نیاز: ندارد

تعداد ساعت: ۴۸

هدف: توانایی درک خواص نهایی محصول با توجه به ساختار ایجاد شده در حین فرآیند

سرفصل درس:

۱-مقدمه:

۱،۱-مقدمه‌ای بر رئولوژی پلیمرها

۱،۲-وابستگی گرانروی به سرعت برشی (Power law, Yasuda, Cross, Carreau, ...)

۱،۳-تنسور تغییر شکل برای تغییر شکل‌های کوچک

۲- ویسکوالاستیسته خطی :

۲،۱-برش نوسانی با دامنه کم

۲،۲-بیان ریاضی انواع تغییر شکل‌های برشی و کششی تک محوره و دومحوره در تغییر شکل‌های خطی

۲،۳-تئوری‌های ملکولی بوش، زیم، و راز (Rouse, Zimm, Bueche)

۲،۴-مدل تیوب دویی و ادوارد (Doi-EdwardsTube، فرضیات(IAA, Rigorous)، زمان های استراحت)

۲،۵- سایر سازوکارهای رهایش از تنش

۲،۶- تعیین کیفی و کمی ساختارهای ملکولی با استفاده از ویسکوالاستیک خطی

۳-ویسکوالاستیک غیر خطی:

۳،۱- تنسور تغییر شکل کوشی، فینگر و غیرمتغیرهای آنها (Finger ،Cauchy)

۳،۲- بیان ریاضی انواع تغییر شکل‌های برشی و کششی تک محوره و دومحوره در تغییر شکل‌های غیرخطی

۳،۳-مدل سیال شبه لاستیکی لاج (Lodge Rubber-Like Liquid Model)

۳،۴-مدل سیال شبه لاستیکی در انواع تغییر شکل‌های برشی

۳،۵- مدل سیال شبه لاستیکی در انواع تغییر شکل‌های کششی

۳،۶- مدل BKZ در انواع تغییر شکل‌های برشی و کشش

۳،۷- معادله واگنر و تابع نرم شوندگی (Damping) با شرط تفکیک پذیری و ...

۸،۳- انواع توابع نرم شوندگی تجربی و تئوری

۴-مسایل متفرقه در رئولوژی پلیمرها:

۱،۴- وابستگی گرانروی به درجه حرارت

۲،۴-قانون کاکس- مرز (Cox-Merz Rule)

۳،۴- روش‌های عملی انجام آزمون‌های رئولوژیکی

۴،۴- پیشرفت‌های اخیر در رئومترهای برشی و کششی (تک محوره و دومحوره)

منابع و ماخذ:

1. J.M. Dealy, K.F. Wissbrun, *Melt Rheology and Its Role in Plastics Processing*, Van Nostrand Reinhold, (1999)
2. J.M. Dealy, R.G. Larson, *Structure and Rheology of Molten Polymers:From Structure to Flow Behavior and Back Again*, Hanser Gardner (2006)
3. J.M. Dealy, J. Wang, *Melt Rheology and its Application in the Plastics*, (2013)
4. R.B. Bird, R.C. Armstrong, O. Hassager, *Dynamics of Polymeric Liquids*, Vol 1, 2nd Ed. Wiley Interscience Publication (1987)
5. R.G. Larson, *Constitutive Equations for Polymer Melts and Solutions*, Butterworths, Boston (1988)

عنوان درس: خواص مهندسی پلیمرها (PE4002)

تعداد واحد:۳

نوع واحد: نظری، اختیاری

هم‌نیاز: کاربرد ریاضیات پیشرفته در مهندسی پلیمر

تعداد ساعت: ۴۸

هدف: معرفی خواص مهندسی پلیمرها و کامپوزیت‌های پلیمری با تاکید بر خواص مکانیکی آنها از طریق درک مفاهیم تنش و کرنش، معادلات مشخصه مواد الاستیک/ ویسکوالاستیک/پلاستیک، و سازوکارهای استحکامی و شکست این مواد

سرفصل درس:

۱-مقدمه:

۱،۱-تعریف پلیمرهای جامد و خواص آنها

۱،۲-نظریه محیط های پیوسته و مروری بر تنسورها

۲-تنش و کرنش در یک محیط پیوسته:

۲،۱-حرکت و تغییر شکل در محیط پیوسته از دیدگاه لاگرانژی و اویلری

۲،۲-تغییر شکل‌های کوچک و تنسورهای تغییر شکل و کرنش

۲،۳-قانون تجزیه قطبی و تنسورهای تغییر شکل بزرگ کوشی، فینگر و کرنش‌های لاگرانژی و اویلری

۲،۴-نیروهای داخلی در محیط پیوسته و مفهوم تنش

۲،۵- تنسورهای تنش کوشی و پیولا-کرکوف (Piola-Kirchhoff)

۳-معادلات حالت برای مواد الاستیک جامد:

۳،۱-جامدات الاستیک، همسانگرد (ایزوتروپیک)، و خطی

۳،۲-جامدات الاستیک و همسانگرد (ایزوتروپیک) تحت تغییر شکل‌های بزرگ

۳،۳-توابع انرژی کرنشی و روابط تنش-کرنش غیر خطی

۳،۴-مثال هایی از روابط تنش-کرنش غیر خطی در پلیمرهای غیر قابل تراکم

۴-خواص ویسکوالاستیک پلیمرهای جامد:

۴،۱-رفتار ویسکوالاستیک گذرا (خزش و آسودگی از تنش)

۲،۴-رفتار ویسکولاستیک شبه پایدار (رفتار دینامیکی-مکانیکی)
۳،۴-مدل های ویسکوالاستیک خطی و اصل برهمنهش بولتزمن
۴،۴-رفتار ویسکوالاستیک غیر خطی در کامپوزیت های پلیمری
۵،۴-اصل برهمنهش زمان و درجه حرارت

۵-رفتار پلاستیک پلیمرها:

۱،۵-رفتار تسلیم در مواد پلاستیک و معیارهای تسلیم ترسکا (Tresca) و وان- میسس (Von-Mises)
۲،۵-رفتار تسلیم در پلیمرها: اثر فشار هیدرواستاتیک و غیرهمگرایی
۳،۵-مقدمه‌ای بر معادلات حالت برای پلاستیک ها: پلاستیک ایده‌ال (Levy-Mises)، الاستوپلاستیک (Prandtal-Reuss)، پلاستیک واقعی (Hencky)

۶-رفتار شکست پلیمرها:

۱،۶-مکانیک شکست خطی و نظریه گریفیت (Griffith)
۲،۶-تحلیل تعیین نرخ انرژی آزاد شده کرنشی در شکست
۳،۶-تحلیل فاکتور شدت تنش در شکست
۴،۶-اندازه‌گیری انرژی پارگی و استحکام پارگی در پلیمرها

۷-مقاومت به ضربه و خستگی در پلیمرها:

۱،۷-مقاومت به ضربه در پلیمرها
۲،۷-مقاومت به خستگی تحت بارهای دینامیکی و حرارتی
۳،۷-معادلات رشد ترک در خستگی مکانیکی

۸- خواص الکتریکی و نوری پلیمرها

۱،۸- خواص الکتریکی
۲،۸- خواص نوری

منابع و ماخذ:

1. I.M. Ward, J. Sweeney, *An Introduction to Mechanical Properties of Solid Polymers*, 3nd Ed., JohnWiley & Sons, Ltd. (2010)

2- M Lai, E. Krempl, D. Ruben, *Introduction to Continuum Mechanics*, 4th Ed., Edition, Elsevier Inc. (2010)
4- L. E. Malvern, *Introduction to the Mechanics of a Continuous Medium*, Prentice-Hall, Inc. (1987)

عنوان درس: مهندسی فرآیند های پلیمریزاسیون (PE4003)

تعداد واحد: ۳

نوع واحـــد: نظری، اختیاری

پیشنیاز: مهندسی پلیمریزاسیون (کارشناسی)

سرفصل درس: (۴۸ ساعت)

هدف: : آشنایی با مفاهیم و اصول مدل سازی سینتیک و طراحی واکنش‌های پلیمریزاسیون

۱- مفاهیم اولیه در طراحی فرآیندهای پلیمریزاسیون

سطوح مختلف طراحی راکتورها، دسته‌بندی راکتورها از نظر عملکرد، دسته‌بندی راکتورها براساس تبادل انرژی و جرم، اختلاط در راکتورها، انتخاب نوع راکتور، عوامل مهم در انتخاب راکتورها

۲- مبانی سینتیک واکنش‌های شیمیایی پلیمرها

۳- راکتورهای ناپیوسته پلیمریزاسیون

راکتورهای ناپیوسته ساکن، راکتورهای ناپیوسته با اختلاط کامل (همزن‌دار)، اختلاط در راکتورهای همزن‌دار، آزمودن کارآیی اختلاط، انتقال حرارت در راکتورهای مخزنی همزن‌دار، طراحی بدنه راکتور، راکتورهای ناپیوسته با اختلاط کامل صنعتی، راکتورهای ناپیوسته پلیمریزاسیون لنگ‌چرخی، محاسبات سینتیکی در راکتورهای ناپیوسته، محاسبه زمان واکنش در راکتورهای ناپیوسته با اختلاط کامل همزن‌دار، محاسبات انتقال حرارت در طراحی راکتورهای ناپیوسته، مشخصات ویژه طراحی راکتورهای ناپیوسته پلیمریزاسیون.

۴- راکتورهای نیمه‌پیوسته پلیمریزاسیون

واکنش‌های هموپلیمریزاسیون، واکنش‌های کوپلیمریزاسیون

۵- راکتورهای پیوسته با اختلاط کامل پلیمریزاسیون

پدیده جدایش در راکتورهای پیوسته با اختلاط کامل، راکتورهای همزن‌دار جدایش‌یافته، راکتورهای پیوسته با اختلاط کامل در حالت پایا، مراحل پایا در تانک‌های همزن‌دار، شیوه‌های مرسوم سرمایش در راکتورهای پیوسته با اختلاط کامل، پلیمریزاسیون‌های آنیونی، پلیمریزاسیون‌های رادیکال آزاد، واکنش‌های هموپلیمریزاسیون، واکنش‌های کوپلیمریزاسیون، توزیع وزن مولکولی

پلیمریزاسیون‌های رادیکالی در راکتورهای پیوسته با اختلاط کامل، توزیع وزن مولکولی پلیمریزاسیون‌های مرحله‌ای در راکتورهای پیوسته با اختلاط کامل، دینامیک راکتورهای پیوسته با اختلاط کامل، دینامیک پیکربندی های راکتورهای دیگر، اتصال راکتورهای با اختلاط کامل هم حجم

۶- راکتورهای پیوسته لوله‌ای پلیمریزاسیون

عوامل مهم در تجزیه و تحلیل رفتار یک راکتور لوله‌ای، طویل شدن نمودار سرعت، گریز دمایی، تأثیر برآیند لوله‌های مختلف بر واکنش (برهم‌کنش لوله به لوله)، راکتورهای پیوسته لوله‌ای در حالت پایا، معادلات انتقال مومنتوم، حرارت و جرم، اتصال راکتورهای با جریان قالبی، راکتورهای پیوسته حلقه‌ای پلیمریزاسیون، راکتورهای پیوسته با اختلاط ساکن پلیمریزاسیون، مقایسه راکتورهای لوله‌ای با راکتورهای با اختلاط کامل، راکتورهای لوله‌ای اصلاح‌شده، راکتورهای پیوسته استوانه‌ای پلیمریزاسیون، معادلات راکتور لوله‌ای، مدل‌سازی متوسط‌های عددی و وزنی وزن مولکولی در راکتورهای لوله‌ای،

۷- دسته‌بندی راکتورها براساس محیط واکنش‌های پلیمریزاسیون

راکتورهای گاز- مایع، راکتورهای مایع- مایع،راکتورهای گاز- مایع- جامد، راکتورهای بستر ثابت، راکتورهای دوغابی، سامانه‌های دوفازی در راکتورهای پلیمریزاسیون، راکتورهای پلیمریزاسیون دوغابی، راکتورهای پلیمریزاسیون محلولی، راکتورهای پلیمریزاسیون فاز گازی، راکتورهای واکنش‌های کاتالیزوری جامد،

۸- فرآیندهای شکل‌دهی واکنشی پلیمریزاسیون

سینتیک در قالبگیری تزریقی واکنشی، انواع اختلاط در قالبگیری تزریقی واکنشی، فرآیند اکستروژن واکنشی، زمان اقامت و چگونگی توزیع آن، میزان انرژی لازم و عوامل مؤثر بر آن، توزیع درجه تبدیل در فرآیندهای اکستروژنی واکنشی، تابع توزیع تبدیل، پلیمریزاسیون‌های مرحله‌ای، مهندسی واکنش، راکتورهای دارای جریان کششی پیوسته، اکسترودر به عنوان یک راکتور، اکسترودر مورد استفاده به عنوان اکسترودر واکنشی، تحلیل جریان در اکسترودر دو پیچه همسوگرد، بررسی انواع مدل‌سازی های زمان اقامت در اکسترودرهای دوپیچه، توزیع زمان اقامت در اکسترودر دو پیچه همسوگرد، معیارهای اختلاط با استفاده از گرادیان‌های سرعت وتغییر شکل، روشهای تحلیلی میدان جریان،

۹- مدل‌سازی طرح راکتور

، تعریف نوع واکنش، طراحی، ساخت و راه‌اندازی یک واحد آزمایش، جمع‌آوری اطلاعات و تحلیل مراحل ساخت مدل ، به‌دست آوردن مکانیسم و سینتیک اولیه واکنش، مطالعه نکات ایمنی، تعیین نوع راکتور و هیدرودینامیک آن، هاداده تعیین جزئیات برای تکمیل مدل، انتخاب معادلات موازنه صحیح، انتخاب روش های ارزیابی، تعیین ساختار مدل و روش های حل آن، توسعه مدل اولیه، در نظر گرفتن جزئیات بیشتر برای مدل نهایی، توسعه مدل نهایی با عوامل تنظیم‌کننده، انجام عملیات بزرگ‌سازی و برقراری طراحی بهینه،

۱۰- افزایش مقیاس فرآیندهای پلیمریزاسیون

اهداف افزایش مقیاس، ملاحظات ضروری در فرآیند افزایش مقیاس، مراحل یک فرآیند تولیدی، مقیاس آزمایشگاهی، مقیاس کارگاهی، مقیاس نیمه‌صنعتی، واحد صنعتی، عوامل مؤثر در تعیین ظرفیت واحد، انتخاب راکتور، دلایل انتخاب فرآیندهای ناپیوسته، پدیده‌های مهم و تأثیرگذار بر طراحی راکتور، روشهای مختلف افزایش مقیاس راکتورهای شیمیایی، مهندسی معکوس و تحلیل رژیم جریانی، معادلات تجربی، تئوری اصولی، مشابه‌سازی، آنالیز ابعادی، قواعد سرانگشتی، افزایش مقیاس پارامترهای اختلاط، زمان‌های اختلاط و بزرگ‌سازی مقیاس، افزایش مقیاس راکتورهای پلیمری، راکتورهای مخزنی همزن‌دار پلیمریزاسیون، نسبت سطح به حجم، نسبت توان بر واحد حجم همزن، سرعت نوک پره، سرعت پمپ کردن بر واحد حجم، مباحث انتقال حرارت، سری‌کردن راکتورهای مخزنی همزن‌دار پلیمریزاسیون، اصول طراحی راکتورهای لوله‌ای، معادلات بزرگ‌سازی راکتورهای لوله‌ای، روش‌های بزرگ‌سازی برای راکتورهای لوله‌ای، مباحث انتقال حرارت در محاسبات بزرگ‌سازی راکتورهای لوله‌ای، مخلوط‌کن‌های ساکن، راکتورهای اکسترودری و شبه‌اکسترودری، مبانی ایمنی در تغییر افزایش مقیاس راکتورهای پلیمری، افزایش مقیاس در دیگر تجهیزات فرآیندی.

مراجع:

۱. مبانی مهندسی پلیمریزاسیون جلد چهارم "طراحی راکتورهای پلیمری"، وحید حدادی اصل، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر؛۱۳۹۱.

2. "Handbook of Polymer Reaction Engineering", by Meyer and Keurentjes, Wiley, 2005.

3. C. McGreavy, Polymer Reactor Engineering, Wiely (2005).

4. G.F. Froment, K.B. Bischoff and J. De Wilde, *Chemical Reactor Analysis and Design, 3rd Edition*. 2010: John Wiley & Sons.

عنوان درس: پلاستیک های تقویت شده (PE4101)

تعداد واحد:۳

نوع واحد: نظری، اختیاری

هم‌نیاز: خواص مهندسی پلیمرها

تعداد ساعت: ۴۸

هدف: معرفی مفاهیم پایه رفتار مکانیکی کامپوزیت ها به عنوان مواد سازه ای با تاکید بر کامپوزیت های پلیمری حاوی الیاف بلند و کوتاه، تک لایه و چند لایه و آشنایی با نانو کامپوزیت ها

سرفصل درس:

۱ مقدمه

۱-۱ پیشینه تاریخی تکامل تدریجی مواد

۱-۲ ملزومات اساسی سازه ها

۱-۳ تعاریف و تقسیم بندی کامپوزیت ها

۲ تحلیل میکروسکوپی و ماکروسکوپی کامپوزیت ها

۲-۱ تحلیل سفتی تک لایه،

۲-۲ تک لایه همسانگرد، تک لایه غیر همسانگرد و ارتوتروپیک

۲-۳ انتقال خواص الاستیک

۳ تحلیل استحکام تک لایه

۳-۱ تک لایه همسانگرد، تک لایه غیر همسانگرد و ارتوتروپیک،

۳-۲ معیار های ساقط شدگی و گزینش معیار مناسب

۴ تحلیل کامپوزیت های حاوی الیاف کوتاه

۴-۱ کامپوزیت های تقویت شده با الیاف

۴-۲ کامپوزیت های تقویت شده با ریبون

۵ چند لایه ها

۵-۱ انواع چند لایه‌ها

۵-۲ معادلات قانون مند (مشخصه) چند لایه ها

۵-۳ تحلیل سفتی چند لایه ها، تخمین خواص الاستیک

۵-۴ تحلیل استحکام چند لایه ها، اولین و آخرین تک لایه ساقط شده، تخمین استحکام چند لایه ها

۶ کرنش ها و تنش های حرارتی، رطوبتی و هردو باهم، تنش های پسماند

۷ نانو کامپوزیت ها

مراجع و ماخذ:

1. P.K. Mallick, *Fiber Reinforced Composites; Materials, Manufacturing and Design*, CRC Press Taylor and Francis Group, LLC, (2008)
2. V.V. Vasiliev, E. Morozov, *Advanced Mechanics of Composite Materials*, Elsevier, (2007)
3. J.H. Koo, *Polymer Nanocomposites; processing, Characterization, and applications*, McGraw-Hill, (2006)
4. B.D. Agarwal, L.J. Broutman, *Analysis and Performance of Fiber Composites*, 3rd Ed., Wiley, (2006)
5. Vikas Mittal, Optimization of polymer nanocomposite Properties, Wiley-VCH, (2010).

عنوان درس: کامپوزیت های پیشرفته پلیمری (PE4600)

تعداد واحد:۳

نوع واحد: نظری، اختیاری

پیشنیاز: ندارد

تعداد ساعت: ۴۸

هدف : تبیین مبانی علمی و کاربردی کامپوزیت های پیشرفته پلیمری در صنایع پیشرفته

سرفصل های درس :

۱- مقدمه

۲- مواد کامپوزیتی پیشرفته پلیمری و اجزاء آن

۳- ساخت و خواص کامپوزیت های پیشرفته پلیمری

۴- طراحی حالت محدود

۵- تقویت و تعمیر بتن به کمک کامپوزیت های لیفی

۶- تقویت کننده های کامپوزیت های پلیمری پیشرفته برایساخت بتن

۷- کاربردهای عمرانی و صنعت راه و ساختمان

۸- آینده کامپوزیت های پلیمری پیشرفته در مهندسی عمران (ژئومبیرین ها ، ...)

1. L. C. Hollaway and P. R. Head. Advanced Polymer Composites and polymers in the civil infrastructure, Elsevier Science and Technology, 2001.
2. B. Z. Jang, Advanced Polymer Composites: Principles and Applications, CRC Press, 1994.
3. Domenico Brigante, New Composite Materials: Selection, Design, and Application, Springer, 2015.

عنوان درس: **مهندسی رزین های پیشرفته پلیمری (PE4601)**

تعداد واحد:۳

نوع واحد: نظری، اختیاری

پیشنیاز: ندارد

تعداد ساعت: ۴۸

هدف : تبیین نقش رزین ها و معیارهای اصولی در انتخاب و استفاده از آنها در یک کاربرد خاص

سرفصل های درس :

۱-نقش و وظائف رزین ها در کامپوزیت های پلیمری

۲-انواع مختلف رزین ها

۳-خواص و نکات فرایندی رزین ها: پلی استر غیر اشباع، بیس فنل آ، وینیل استر، اپوکسی، فنلی، سیلیکون ها، پلی یورتانها

۴-معیارهای انتخاب یک رزین

۵-رفتار پختی و سینتیک پخت

۶-کمورئولوژی رزین ها

۷- نقش فشار- دما و زمان و چگونگی طراحی یک چرخه پخت

۸-نقش فصل مشترک و سازگاری رزین با تقویت کننده

1. D. Ratna, Handbook of Thermoset Resins, iSmithers, UK, 2009.
2. S. K. Mazumdar, Composites Manufacturing: Materials, Products, and Process Engineering, CRC Press, 2002.

عنوان درس: طراحی و مهندسی فرایندهای پلیمری به کمک رایانه (PE4102)

تعداد واحد:۳

نوع واحد: نظری، اختیاری

پیشنیاز: شکل‌دهی پیشرفته پلیمرها، روش‌های محاسباتی در سامانه‌های پلیمری

تعداد ساعت: ۴۸

هدف: معرفی روش‌های حل معادلات اصلی در شبیه سازی فرایندهای شکل دهی پلیمرها

سرفصل درس:

۱-معادلات اصلی پلیمرها

۲-انواع جریانات در فرایندهای شکل‌دهی

۳-معادلات تعیین کننده در شبیه‌سازی فرایندهای شکل دهی

۴-تعریف کلی روش حجم محدود در حل معادلات فرایندهای شکل‌دهی

۵-شبیه سازی مدل های متغیر در فضا توسط روش حجم محدود

۶-شبیه سازی مدل های متغیر در زمان توسط روش حجم محدود

۷-تعریف کلی روش اجزای محدود در شبیه سازی فرایندهای شکل‌دهی

۸- حل جریانات مواد غیر نیوتونی توسط روش اجزای محدود

۹-حل جریانات مواد ویسکوالاستیک توسط روش اجزای محدود

۱۰-آخرین پدیده‌ها در حل مشکلات جریانات مواد تابع زمان توسط روش اجزای محدود

مراجع:

[1] J.A. Pearson, *Computational Polymer Processing*, John Wiley & Sons Inc. (1985)

[2] S. Crochet, *Computational Fluid Dynamics*, Hanser Publisher (1992)

[3] H.K. Versteeg, W. Malalasekera, An Introduction to Computational Fluid Dynamics-The Finite Volume Method, Prentice Hall, 2007

[4]D.Kuzmin, J. Hamaainen, Finite Element Methods for Computational Fluid Dynamics: A Practical Guide, Siam Pub., 2014

عنوان درس: پلیمرهای زیست سازگار (PE4103)

نام درس: پلیمرهای زیست سازگار

تعداد واحد : ۳

نوع واحد: نظری، اختیاری

تعداد ساعت: ۴۸

اهداف:

سر فصل درس:

۱- زیست سازگاری و زیست تخریب پذیری تعریف زیست سازگاری و خون سازگاری تاثیر خواص پلیمرها بر روی زیست سازگاری و خون سازگاری نحوه تعامل سلول ها و بافت ها با سطوح پلیمری و روش های ارزیابی زیست سازگاری،روش های ارزیابی زیست سازگاری و خون سازگاری به صورت داخل بدنی و خارج بدنی سازوکار های تخریب در محیط های زیستی،نحوه تخریب زیستی پلیمرها، فرسایش سطحی و تخریب توده

۲- پلیمرهای زیست تخریب پذیر در مهندسی بافت پلی استرها پلی یورتان ها پلی انهیدریدها پلی فسفازین ها پلی اورتواسترها پلی امیدها پلی کربنات ها

۳- سینتیک و مکانیزم های زیست تخریب پذیری پلیمرها

۴- پلیمرهای طبیعی به عنوان داربست در مهندسی بافت کیتین و کیتوسان هیالورونیک اسید آلجینیک اسید کلاژن ژلاتین پلی ساکاریدها (سلولز)، روش های ساخت داربست های مهندسی بافت

۵- کاربرد پلیمرها در دارورسانی و زیست چسب های پلیمری

۶- کاربرد پلیمرها در دندان پزشکی، کاربرد پلیمرها در اورتوپدی و سیمان های استخوانی

۷- کاربرد پلیمرها در چشم پزشکی

۸- کاربرد پلیمرها در مهندسی بافت و ترمیم پوست

۹- خون سازگاری پلیمرها و کاربرد آنها در سیستم های قلبی عروقی

۱۰- روش های اصلاح سطوح پلیمرها زیست سازگار: روش های فیزیکی ، بیولوژیکی ، مکانیکی و شیمیایی و روش های شناسایی سطوح پلیمرهای زیست سازگار

۱۱- روش های ارزیابی درون تنی و برون تنی زیست سازگاری و روش های سترون سازی پلیمرها

مراجع

1. By Buddy D. Ratner, Allan S. Hoffman, Frederick J. Schoen, Jack E. Lemons, Biomaterials Science: An Introduction to Materials in Medicine, 3rd Ed. 2012.
2. J. Park, Biomaterials: An Introduction.
3. Anthony Atala, Robert Paul Lanza, Methods of Tissue Engineering.
4. Rachel Williams, Surface Modification of Biomaterials: Methods, Analysis and Applications, Woodhead Publishing Limited, 2011

عنوان درس: طراحی و مهندسی قطعات لاستیکی (PE4105)

تعداد واحد:۳

نوع واحد: نظری، اختیاری

پیشنیاز: ندارد

تعداد ساعت: ۴۸

هدف: معرفی مراحل طراحی، مهندسی، و ساخت قطعات لاستیکی و روش‌های اندازه‌گیری خواص مکانیکی، دینامیکی، استحکامی آنها. همچنین معرفی فناوری‌های موجود در ساخت محصولات لاستیکی مختلف

سرفصل درس:

۱- مقدمه‌ای بر آمیزه‌کاری لاستیک

۱،۱- الاستومرها، ۲،۱- ولکانش لاستیک، ۳،۱- پرکننده‌ها و دیگر مواد افزودنی

۲-مدول و خواص مکانیکی لاستیک های پر شده

۱،۲- خواص الاستیک غیرخطی لاستیک ها (هایپرالاستیسیته)

۲،۲- خواص ویسکوالاستیک غیرخطی لاستیک ها

۳- استحکام لاستیک

۱،۳- تقویت لاستیک با پرکننده‌های تقویتی

۲،۳- نانوکامپوزیت های لاستیکی

۳،۳- شکست، خستگی و ازکارافتادگی در لاستیک ها

۴،۳- عوامل هندسی و فرایندی در استحکام لاستیک

۴-دوام پذیری لاستیک ها

۱،۴- عوامل فیزیکی و شیمیایی در دوام پذیری لاستیک ها، ۲،۴- خزش، رهایی از تنش، و پسماند، ۳،۴- اثرات دما، عوامل شیمیایی و محیطی

۵- اصطکاک و سایش در لاستیک ها

۱.۵- سازوکار های اصطکاک در لاستیک ها

۲.۵- اثرات بار، سرعت و زبری سطح بر اصطکاک لاستیک ها

۳.۵- سازوکار های سایش در لاستیک ها

۴.۵- ارتباط سایش با شکست سطحی در لاستیک ها

۶- اصول طراحی قطعات لاستیکی

۱.۶- بوشینگ ها و ضربه گیرها در بارگیری فشاری و برشی (استاتیکی)

۲.۶- لرزه‌گیرها و جداگرهای دینامیکی

۷-طراحی قطعات لاستیکی با تحلیل المان های محدود

۱.۷- توانایی‌ها و عملکرد های تحلیل المان های محدود در طراحی قطعات لاستیکی

۲.۷- اجزاء یک مدل المان های محدود

۳.۷- مثال هایی از تحلیل المان های محدود برای کاربردهای لاستیکی

۸- آزمون های لاستیک

۱.۸- آزمون های کوتاه مدت برای خواص تنش-کرنش

۲.۸- آزمون هایی برای خواص دینامیکی لاستیک

۳.۸- آزمون های اندازه‌گیری اصطکاک وسایش لاستیک

۴.۸- آزمون های خزش، آسودگی از تنش، و پسماند مکانیکی در لاستیک

۹- ساختار و طراحی تایر

۱.۹- عملکرد های تایر

۲.۹- اجزاء اصلی تایر

۳.۹- کامپوزیت های لاستیک- الیاف

۱۰- تکنولوژی فرایند قطعات لاستیکی

۱،۱۰- تکنولوژی فرایند تسمه نقاله های لاستیکی، ۲،۱۰- تکنولوژی فرایند کابل ها و شیلنگ های لاستیکی، ۳،۱۰- تکنولوژی فرایند ضربه‌گیرها و جداگرهای لاستیکی، ۴،۱۰- تکنولوژی فرایند غلتک های لاستیکی، ۵،۱۰- تکنولوژی فرایند درزگیرها، چسب ها، لاتکس ها، و اسفنج های لاستیکی، ۶،۱۰- تکنولوژی فرایند وسایل ورزشی و زیره کفش لاستیکی

منابع و ماخذ:

1- A. N. Gent, *Engineering with Rubber-How to Design Rubber Components*, 2nd Ed., Hanser Publisher (2000)

2- P. C. Powell, *Engineering with Polymers*, Chapman and Hall (1983)

3- E. F. Gobel, *Rubber Spring Design*, John Wiley & Sons (1974)

4- A. K. Bhowmick, *Rubber Products Manufacturing Technology*, CRC Press (1994)

عنوان درس: مهندسی الیاف پیشرفته پلیمری (PE4106)

تعداد واحد:۳

نوع واحد: نظری، اختیاری

پیشنیاز: فرآورش پیشرفته پلیمرها

تعداد ساعت: ۴۸

هدف: معرفی اصول فرایند رشتن و مطالعه نظری و تجربی تعامل رئولوژی/مکانیک (رئومکانیک) آن

سرفصل درس:

۱- مقدمه

۲- تعریف رشتن و مقایسه عملکرد انواع روش‌های تولید الیاف مصنوعی

۳- اصول رشتن و معیار ارزیابی آن

۴- رئومکانیک رشتن الیاف مصنوعی

۵- مدل سازی پدیده رشتن

۶- سینتیک انجماد و تشکیل ساختمان نخ

۷- سامانه های رشتن تحقیقاتی و تولید صنعتی الیاف مصنوعی

۱۰- آخرین پدیده‌ها در حل مشکلات جریانات مواد تابع زمان توسط روش اجزای محدود

منابع و ماخذ:

1. A. Ziabecki, *Fundamentals of Fiber Formation* , John Wiely & Sons (1976)
2. Gupta and Kuthari, "Manufactured Fibre Technology", Chapman & Hall, London, 1997.
3. Zbigniew K. walczak, "Process of Fiber Formation", Elsevier, London, 2002.
4. Donald G. Baird and Dimitris I. Collias," Polymer Processing: Principles and Design" John Wiley and Sons, NewYork, 2004.
5. Tadmor and Gogoes, Principles of Polymer Processing, 2006.

عنوان درس: شیمی و فنآوری پلی یورتان (PE4107)

تعداد واحد:۳

نوع واحد: نظری، اختیاری

پیشنیاز: ندارد

تعداد ساعت: ۴۸

هدف: شناخت پلی یورتانها و گستره فرمولاسیون و خواص محصولات آنها اعم از الاستومر،چسب، فوم، رزین و روکش

مقدمه و تاریخچه

دسته بندی پلی یورتان ها

الاستومر ها، فوم ها، چسب ها، رنگ و روکش، مواد درزگیر،

اساس شیمی پلی یورتان

واکنشهای بین ملکولی انتقال هیدروژن(واکنش با آب، الکل،آمین،اسیدهای کربوکسیلیک،فنل ،آمید،اوره و یورتان)، واکنشهای خودافزایشی(پلیمرشدن خطی،تشکیل کاربودی ایمید،دی مرشدن،تری مر شدن)، واکنشهای متفرقه(واکنشهای فریدل کرافت، واکنش با ترکیبات غیراشباع، واکنش با هالوژن ها)

شیمی الاستومرهای پلی یورتان

مواد اولیه مورد نیاز، دی ایزوسیانات ها(آلیفاتیک،سیکلوآلیفاتیک،آروماتیک)، پلی ال ها(پلی استر،پلی اتر)، زنجیرافزاینده ها(دی الی و دی آمینی)، کاتالیزور ها(اسیدی،بازی،آلی فلزی)

سنتز الاستومر های پلی یورتان

مفاهیم اکی والان،محاسبه درصد NCOآزاد، محسبه عدد هیدروکسیل، اندیس ایزوسیانات،مفاهیم نسبت های مولی، محاسبه برای یک نمونه الاستومر پلی یورتان، ایجاد پیوند های عرضی،سورفکتانت ها(یونی و غیریونی)

روش های سنتز پلی یورتان ها

روش پیش پلیمری،روش نیمه پیش پلیمری، روش یک مرحله ای،پخت پلی یورتان ها (Curing)و(Post Curing)

طبقه بندی الاستومر های پلی یورتان

پلی یورتان های قابل ریخته گری، (روشهای تهیه،دمای واکنش،مواد بکار رفته)، پلی یورتان های غلطک پذیر(پخت گوگردی،پخت پراکسیدی،پخت ایزوسیاناتی)، پلی یورتانهای ترموپلاستیک(خطی،دارای پیوند عرضی جزیی)، نحوه سنتز وتهیه،روشهای فرایند، محصولات تجاری، پلی یورتانهای شفاف

ارتباط خواص وساختاردر پلی یورتان ها

ساختار مورفولوژیکی الاستومر های پلی یورتان، ارتباط خواص و ساختار شیمیایی، اثر ساختاری قسمت های نرم(اثرپلی اتر،اثر پلی استر)، اثر ساختاری قسمت های سخت(اثر دی ایزوسیاناتها، اثر زنجیر افزاینده ها)، اثر اندازه قسمت های نرم و سخت، اثر ایجاد پیوند عرضی(اثر آلوفانات،اثر بیوره،اثرایزوسیانورات)، مقایسه دی ال ها و دی آمین ها بر خواص، اثر پلاستی سایزرها

پایداری حرارتی پلی یورتان ها

عوامل پایداری حرارتی پلی یورتان ها، اثر ساختار مواد تشکیل دهنده ،اثر ساختاری دی ایزوسیاناتها، اثر پیوند عرضی، اثرساختار ایزوسیانورات، اثرساختاری زنجیر افزاینده ها(دی ال ها و دی آمین ها)، اثر قسمت های نرم

فوم های پلی یورتان

اصول اولیه تشکیل فوم(تشکیل حباب،رشد حباب،پایداری حباب)، روش های تهیه فوم(مکانیکی، فیزیکی)، انواع فوم (نرم، نیمه سخت،سخت)،روش های تولید، فوم هی سلول باز، فوم های سلول بسته، مواد تشکیل دهنده فوم(ماده پلیمری،مواد افزونی، مواد پف زا، مواد هسته ساز، سورفکتانت ها، کاتالیزور ها)، کاربرد فوم ها،بررسی خواص فوم ها، فناوریهای تولید

چسب های پلی یورتان

چسب های دوجزیی واکنشی، چسب های تک جزیی واکنشی،چسب های دو جزیی حلالی، چسب های تک جزیی حلالی، چسب های دیسپرشن آبی، هات ملت های یورتانی ،روش های تولید، موارد کاربرد

پلی یورتان های پایه آبی

مقدمه، ساختار پلی یورتان های توزیع شده در آب، انواع امولسیفایر ها(آنیونی،کاتیونی،غیریونی)، فرایندهای آماده سازی(فرایند استون، فرایند اختلاط پیش پلیمر، فرایند کتامین-کتازین، فرایند مذاب داغ)، کاربردها

آنالیز شیمیایی پلی یورتان ها

شناسایی ایزوسیانات ها، شناسایی پلی ال ها، شناسایی زنجیرافزاینده ها، اسپکتروسکوپی IR، تکنیک ATR، محاسبه در صد پیوند هیدروژنی، مطالعات DMTA، مطالعات DSC ، مطالعات اشعه X، مطالعات میکروسکوپ الکترونی(SEM)

خواص وکاربرد پلی یورتان ها

ترموپلاستیک های تجاری، مقایسه پلی یورتان ها با لاستیک ها، مقایسه با پلاستیک ها، مقایسه با فلزات، مزایا و معایب الاستومر های پلی یورتان، خواص جذب انرژی، دوام الاستومر های پلی یورتان، خواص سایشی، خواص محیطی، پایداری هیرولیتیکی،مقاومت شیمیایی، مقاومت نوری، کاربرد در صنایع حمل و نقل، لوازم ورزشی، صنایع کشاورزی، صنایع ساختمان، صنایع کفش، صنایع پزشکی، صنایع معدنی، صنایع نفت وگاز

خطرات مواد اولیه و توصیه های ایمنی

خطرات مواد شیمیایی، اثرات دی ایزوسیانات ها بربدن(تنفسی،پوستی،چشمی)، اثرات دی آمین ها و دی ال ها، مقادیر TLV،اقدامات ایمنی و پیشگیری، کمک های اولیه،

مراجع:

1) Polyurethanes,Chemistry,Technology and Application,by Zygmunt Wirpza,Publlisher :Ellis Horwood,1993
2) Proceeding of Seminars,UTECH,1986-2016
3) *Handbook of Polyurethane* by Linda Cartman on Amazon.com,February2015
4) *Polyurethane Polymers: Composites and Nanocomposites*,Polyurethane Polymers: Composites and Nanocomposites, by Sabu Thomas Janusz Datta Jozef Haponiuk Arunima Reghunadhan, 2017
5) Polyurethanes: Science, Technology, Markets, and Trends by Mark F. Sonnenschein,2014

۶) پلی یورتان (شیمی،خواص،کاربرد،زمان مندی)، تألیف مهدی باریکانی، انتشارات پژوهشگاه پلیمرایران، سال ۱۳۸۵

عنوان درس: مبانی چسبندگی (PE4108)

تعداد واحد:۳

نوع واحد: نظری، اختیاری

پیشنیاز: ندارد

تعداد ساعت: ۴۸

هدف: - تبیین مفاهیم چسبندگی و روش‌های بهبود و اندازه‌گیری آن

- ایجاد توانایی استفاده از چسبندگی و مفاهیم مرتبط در تحقیقات بین رشته‌ای

سرفصل درس:

۱- مفهوم، اهمیت و کاربرد چسبندگی

۱-۱ مقدمه

۱-۲ پدیده چسبندگی

۱-۳ کاربرد چسبندگی در صنایع و علوم گوناگون

۲- نیروهای چسبندگی

۲-۱ برهم‌کنش لیفشیتز - ون‌دروالس

۲-۲ پیوند هیدروژن

۲-۳ پیوند شیمیایی

۲-۴ سایر نیروها

۳- سازوکارهای چسبندگی

۳-۱ درهم‌تنیدگی مکانیکی

۳-۲ برهم‌کنش الکترواستاتیک

۳-۳ نفوذ

۳-۴ جذب سطحی

۳-۵ موئینگی

۴- ترمودینامیک چسبندگی

۴-۱ اندازه‌گیری زاویه تماس

۴-۲ تعیین انرژی آزاد سطح پلیمرها

۵- مکانیک چسبندگی

۵-۱ مکانیک شکست کشسان خطی

۵-۲ شکست جامدات گرانروکشسان

۶- روش‌های اندازه‌گیری چسبندگی

۶-۱ پوست‌کنی

۶-۲ تاول

۶-۳ برش

۶-۴ گوه

۶-۵ چسبناکی

۷- روش‌های بهبود چسبندگی

۷-۱ روش‌های اصلاح سطوح کم انرژی

۷-۲ روش‌های اصلاح سطح نانومواد

منابع و مآخذ:

1- da Silva L. F. M., Öchsner A., Adams R. D. (Ed.), *Handbook of Adhesion Technology*, 2nd Ed., Springer International Publishing AG, Part of Springer Nature: Cham, **2018**.

2- Israelachvili J. N., *Intermolecular and Surface Forces*, 3rd Ed., Elsevier Inc.: Waltham, **2011**.

3- Zeng H. (Ed.), *Polymer Adhesion, Friction, and Lubrication*, John Wiley & Sons, Inc.: New Jersey, **2013**.

4- Lee L. L. (Ed.), *Fundamentals of Adhesion*, Springer Science+Business Media: New York, **1991**.

5- Dillard D. A., Pocius A. V. (Ed.), *Adhesion Science and Engineering – I: The Mechanics of Adhesion*, Elsevier: Amsterdam, **2002**.

6- Kinloch A. J., *Adhesion and Adhesives: Science and Technology*, Springer Science+Business Media: Dordrecht, **2012**.

7- Chaudhury M., Pocius A. V. (Ed.), *Adhesion Science and Engineering – II: Surfaces, Chemistry & Applications*, Elsevier: Amsterdam, **2002**.

8- Creton C., Ciccotti M., "Fracture and Adhesion of Soft Materials: A Review" *Rep. Prog. Phys.* **2016**, *79*, 046601.

9- Mittal K. L. (Ed.), *Progress in Adhesion and Adhesives*, John Wiley and Sons Inc. New Jersey and Scrivener Publishing LLC Massachusetts: **2015**.

۳-۴ مهندسی پلیمر- پلیمریزاسیون

عنوان درس: روش‌های محاسباتی در سامانه‌های پلیمری (PE4000)

تعداد واحد:۳

نوع واحد: نظری، اصلی

پیشنیاز: ندارد

تعداد ساعت: ۴۸

اهداف:

- حل عددی معادلات دیفرانسیل به روش المان محدود
- بهینه‌سازی سامانه‌های پلیمری
- استفاده از طراحی آزمایش در پژوهش
- روندهای پژوهشی در مدل‌سازی و شبیه‌سازی سیستم‌های پلیمری

سرفصل درس:

مروری بر مبانی لازم

- دیدگاه‌های ماکروسکوپی، میکروسکوپی و مولکولی در فرمولبندی
- فرمولبندی با استفاده از معادلات دیفرانسیلی و انتگرالی قوانین پایستگی ممنتم، انرژی و ماده در مختصات کارتزین، استوانه‌ای و کروی و بردارهای یکه و روابط بین بردارهای یکه
- بردارها، تنسورها و توابع برداری، روابط دیفرانسیلی در محورهای مختصاتی متعامد کارتزین و خمیده (curvilinear) مانند دیورژانس، کرل و گرادیان
- نظریه‌های انتگرال‌گیری: انتگرالهای برداری شامل انتگرال توابع اسکالر و برداری بر روی خط و رویه، قضایای گرین، استوکس و دیورژانس در محورهای مختصات متعامد

مبانی روش المان‌های محدود و حجم‌های محدود

- مقدمه‌ای بر حساب دیفرانسیل و انتگرال تغییراتی (وردشی، Variational Calculus) و حل معادلات دیفرانسیل با آن
- روش المان محدود برای حل معادلات دیفرانسیل یک بعدی: فرم ضعیف شده، انتگرال‌گیری گوس، انواع توابع درونیابی، مسائل غیرخطی، آنالیز اندازه گام
- روش المان محدود و الگوریتم آن برای حل معادلات دیفرانسیل جزئی از نوع سهمی (انتقال گرمای جابجایی، جریان سیالات با گرانروی پایین، پیش بینی سطوح آزاد در فرآیندهایی مانند اختلاط و تورم دای و ...) مشتمل بر یادآوری روش‌های حل دستگاه معادلات دیفرانسیل شرایط اولیه و معادلات stiff
- روش المان محدود برای حل معادلات دیفرانسیل جزئی از نوع بیضی (نظیر انتقال گرمای هدایت، جریان در دای و ...)

- روش المان محدود و الگوریتم آن برای حل جریات سیالات به روش‌های ترکیبی (Mixed) و پنالتی
- مقدمه‌ای بر حل معادلات به روش حجم محدود
- برنامه‌نویسی و تبدیل الگوریتم به برنامه کامپیوتری در حل مسائل یک بعدی و چندبعدی با استفاده از یک زبان برنامه‌نویسی سطح بالا (مانند: MATLAB, Fortran, C++,...)
- استفاده از یک نرم افزار المان محدود (مانند: Abaqus, ANSYS, COMSOL, MATLAB) جهت حل مسائل مهندسی

بهینه‌سازی

- تعاریف اولیه، اصطلاحات، بیان ریاضی مسائل، فرموله کردن توابع هدف
- قیدهای تساوی و غیرتساوی، مشکلات روشهای بهینه‌سازی
- تئوری بهینه‌سازی کلاسیک، شرایط لازم و کافی برای مسائل بهینه‌سازی، ماتریس هسین، دترمینان و مقادیر ویژه
- روش‌های عددی تعیین نقطه بهینه نامقید و مقید

طراحی آزمایش‌ها

- مقدمات آمار و انواع توزیع‌ها با تاکید بر توزیع z و توزیع t
- آزمون فرضیه‌ها
- آزمایشهایی با یک عامل و تحلیل واریانس (ANOVA)
- آزمایش‌های با چند عامل و روش فاکتوریل کامل
- روش‌های فاکتوریل جزئی و بلوکهای تصادفی
- روش رویه (سطح) پاسخ
- بهینه‌سازی بر اساس پاسخ سطح

روندهای پژوهشی

- تحقیقات جدید در مدل‌سازی و شبیه‌سازی سامانه‌های پلیمری
- گروه آموزشی امکان تغییر تا ۲۰٪ از سیلابس، با توجه به ماموریت دانشگاه، را دارد.

منابع و ماخذ:

34. R. B. Bird, E. W. Stewart, E. N. Lightfoot, *Transport phenomena*, 2nd Ed., John Wiley & Sons, Inc. (2002)
35. E. Kreyszig, *Advanced engineering mathematics*, 10th Ed., John Wiley & Sons Inc. (2011)
36. J. N. Reddy, *An introduction to the finite element method*, 4th Ed., McGraw-Hill Inc. (2019)
37. O. Zienkiewicz, R. Taylor, and J. Z. Zhu, *The Finite Element Method: Its Basis and Fundamentals*, 7th Edition, Butterworth-Heinemann, (2013)
38. T. I. Zohdi, *A Finite Element Primer for Beginners The Basics*, Springer International Publishing, (2015)

۳۹. حمیدرضا قریشی، *مقدمه‌ای بر روش اجزای محدود در مهندسی شیمی و پلیمر*، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران، (۱۳۹۳)
40. T. F. Edgar, D. M. Himmelblau, and L. S. Lasdon, *Optimization of Chemical Processes*, 2nd Ed., McGraw-Hill Book Co. (2001)
41. D. C. Montgomery, *Design and Analysis of Experiments*, 9th Ed.,John Wiley & Sons Inc. (2017)
42. R. H. Myers, D. C. Montgomery, C. M. Anderson-Cook, *Response Surface Methodology: Process and Product Optimization Using Designed Experiments*, 4th Ed., Wiley Series in Probability and Statistics, (2016)
43. Z. R. Lazic, *Design of Experiments in Chemical Engineering*, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, (2004)
44. S. Park, *Robust Design and Analysis for Quality Engineering*, Chapmman-Hall, (1996)

عنوان درس: شیمی فیزیک پیشرفته پلیمرها (PE4001)

تعداد واحد:۳

نوع واحد: نظری، اصلی

پیشنیاز: ندارد

تعداد ساعت: ۴۸

هدف: ارایه نظریه های اصلی و تبیین جایگاه کاربردی آنها در انعطاف پذیری زنجیر، اصول ترمودینامیکی تجمع و جدائی فازی پلیمرها، دینامیک زنجیر در حالت شیشه ای و بلورینه و انتقال های فی مابین، سطح و فصل مشترک و ژلینگی پلیمرها می باشد.

۱- نظریه انعطاف پذیری زنجیر پلیمر

۱-۱ دوران داخلی و شکل فضائی زنجیر، ۱-۲ انعطاف پذیری ماکرومولکول ها، ۱-۳ نظریه کوانتم و ایزومری دورانی زنجیر

۲- ترمودینامیک محلول ها و مخلوط های پلیمری

۲-۱ نظریه شبکه محلول های کوچک مولکولی، ۲-۲ تعمیم روش شبکه به محلول پلیمری، نظریه فلوری- هاگینز، ۲-۳ مدل محلول منظم تراکم پذیر مایز (*Mayes*)، ۲-۴ معادله حالت فلوری- اوروال- ریچ (*FOV*) و پنجره سازگاری

۳- جدائی فازی و توسعه مورفولوژی

۳-۱ تعیین مرز فازی از طریق انحلال، ۳-۲ شرایط فرآیند و توسعه مورفولوژی، ۳-۳ نانوذرات و سازگاری آلیاژهای پلیمری، ۳-۴ جدائی فازی در حین پلیمریزاسیون

۴- نفوذ از پلیمرها و نفوذ پلیمرها در یکدیگر

۴-۱ خود نفوذی حلال در سامانه‌های پلیمر- حلال لاستیکی، ۴-۲ نفوذ پلیمرها در یکدیگر، ۴-۳ هندسه زنجیر و نفوذ: ماکرومولکول های خطی در برابر حلقوی، ۴-۴ لایه شدن بین سطحی

۵- مبانی مولکولی انتقال شیشه‌ای

۵-۱ ناهمگونی دینامیک زنجیر، ۵-۲ مکانیک آماری و پیش بینی درجه حرارت انتقال شیشه‌ای مخلوط های پلیمری، ۵-۳ محصور شدن زنجیر در مقیاس نانومتری و انتقال شیشه‌ای آن، ۵-۴ خود تغلیظی زنجیر و انتقال شیشه ای موثر

۶- ترمودینامیک و سینتیک بلورینگی

۶-۱ افتاخیز چگالی: پدیده هسته‌گذاری در تبلور پلیمر، ۶-۲ ضخیم شدن لایه بلور در برابر رشد جانبی آن، ۶-۳ اثر توزیع شاخه‌های کوتاه بر سینتیک تبلور پلی اتیلن، ۶-۴ تسریع هسته گذاری بلور به کمک جدائی فازی با سازوکار تجزیه اسپینودال

۷- سطوح و فصول مشترک پلیمری

۷-۱ چسبندگی پلیمر، ۷-۲ تحرک پلیمر در فصل مشترک پلیمر/ هوا، ۷-۳ واخیسی فیلم آلیاژی پلیمر خطی/ پلیمر ستاره‌ای، ۷-۴ قطرات پلیمری بر سطوح نرم: از مثلث نیومن تا قانون یانگ

۸- ژله شدن و ژل های پلیمری

۸-۱ تابعیت انتقال سل- ژل به غلظت، ۸-۲ ژلینگی مذاب پلیمری در مراحل اولیه تبلور، ۸-۳ فروپاشی ساختار لاستیک های پرشده با اعمال کرنش

منابع و ماخذ:

1. L. H. Sperling, "Introduction to Physical Polymer Science", 4th Ed. John Wiley, New York, 2006.

2. G. H. Fredrickson, "The Equilibrium Theory of Inhomogeneous Polymers, Clarendon Press, Oxford, 2006.

3. M. Rubinstein and R. Colby, Polymer Physics, Oxford University Press, London, 2003.

4. S. F. Sun, "Physical Chemistry of Macromolecules", John Wiley, New York, 2004.

5. G Strobel; "The Physics of Polymers", Springer, New York, 2007

6. L. A. Utracki and A. M. Jamieson, "Polymer Physics: From Suspensions to Nanocomposites and Beyond", Wiley, New York, 2010.

عنوان درس: سنتز پیشرفته پلیمرها و سامانه‌های کاتالیستی (PE4400)

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری، اصلی

پیشنیاز: ندارد

تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس: آشنایی با روش‌های نوین سنتز پلیمرها با ساختارهای معماری و مهندسی شده و جایگاه سامانه‌های کاتالیستی در این راستا

سرفصل درس:

۱) نقشه راه کاتالیست ایران: تعریف نقشه راه، کارکرد، کاربرد، معماری، بازیگران صنعت کاتالیست، اهمیت استراتژیک کاتالیست، فرآیندهای پتروشیمیایی، کاتالیست های پلیمری و غیر پلیمری، وضع تولید و دانش فنی کاتالیست های پلیمری و غیر پلیمری در ایران، روش های ساخت کاتالیست،

۲) تعریف کاتالیست، آشنایی با سیکل کاتالیز ، المان های سیکل کاتالیز

۳) آشنایی با پلی اتیلن و پلی پروپیلن: انواع، کاربرد، نظم ساختاری، مورفولوژی، مصارف، خواص،- تاریخچه توسعه، فرم های بلوری، اسفرولیت، ساختار کوپلیمر، ساختار فیزیکی ذرات پلی پروپیلن - عوامل موثر برمورفولوژی، Replication ،خواص شیمیایی و ترمودینامیکی

۴) پلیمریزاسیون با استفاده از کاتالیست های زیگلر – ناتا: سیسم کاتالیست زیگلر - ناتا ، کاتالیست - پایه کاتالیست، الکترون دهنده های داخلوی و خارجی، کمک کاتالیست، کاتالیست های پایه دار - نسل های فرآیند کاتالیست (اول ، دوم ، سوم ، چهارم، پنجم، ششم، هفتم، هشتم) - مکان های فعال ، مفهوم RGT، عامل انتقال زنجیر، ارزیابی کاتالیست، مکانیسم های واکنش، کوپلیمریزاسیون، پلیمریزاسیون دوغابی، پلیمریزاسیون در محیط رقیق، هموپلیمریزاسیون سوسپانسیونی، فرآیندهای پلیمریزاسیون سینتیک پلیمریزاسیون توسط کاتالیست های زیگلر - ناتا، کاتلیست های بدون پایه ، کاتالیست های پایه دار پلی پروپیلن، مورفولوژی ذرات، اثر دما مورفولوژی در لحظات اولیه - مقیاس پدیده ها، جذب مونومر - شکست کاتالیست - عوامل اصلی تخریت کاتالیست و تشکیل مورفولوژی نهایی - شکست لایه به لایه - شکست آنی - اثر حفرات داخلی بر نوع شکست - اثر کوپلیمریزاسیون بر نوع شکست - اثر نوع پایه - توزیع مکان ها روی پایه - پدیده تکرار - مکانیسم رشد ذره - ماهیت چند دانه ای پلیمر - تغییرات مورفولوژی - مدل ها رشد مورفولوژی (هسته جامد - جریان پلیمر - چند دانه ای) پیش پلیمریزاسیون - شکست کنترل شده - فعال شدن یکنواخت کاتالیست -

۵) پلیمریزاسیون با تابش نور UV: فناوری پوشش، بازار، فناوری UV و کاربردهای آن، مزایا و معایب

۶) فرآیند پخت UV : دستگاه های پخت نوری

۷) شروع کننده های نوری رادیکال آزاد و مکانیسم شروع: شیمی فرآیندهای فتو شیمیایی، شروع کننده های نوری، انواع، شکست همگون، جذب هیدروژن، حساس کننده های نوری، ممانعت از اکسیژن، سیستم های رادیکال آزاد، پلی استر غیراشباع / استایرن، پلی ان/ تیول، ترکیبات آکریلاتی، رقیق کننده ها، آکریلات های چند عاملی، اپوکسی ، یورتان و روغنهای آکریلات های الیگومری، یورتان آکریلات ها، پلی ال آکریلات های استری شده، روغن های آکریلاته، انقباض فیلم

۸) شروع کننده های نوری کاتیونی و مکانیسم شروع: نمک های اونیوم، نمک های دی آزونیوم و اسید های لوئیس، نمک های سولفونیوم و یدونیوم، اسید های برونشتد، ترکیبات الی فلزی، حساس کردن به نور، سیستم های اپوکسید سیکلوآلیفاتیک های کاتیونی، رقیق کننده های فعال، مکانیسم پلیمریزاسیون، پلی ال ها، اثر آب ، رطوبت و دما، اثر انرژی حرارتی اضافی، پیگمنت زدن، فرمولاسیون

۹) مکانیسم های پخت دوگانه: سیستم های رادیکال آزاد / کاتیونی، پخت تابشی / حرارتی، پخت دوگانه یورتان تابی / حرارتی، پخت تابشی / اپوکسید، پخت تابشی / تابشی، پخت تابشی / هواخشک

۱۰) فرمولاسیون، تحلیل اجزای مخلوط های مختلف تاش پز و بررسی عملکرد هریک از اجزاء، پوشش های چوب، مرکب چاپ، پوشش شیشه، پلی کربنات، فلز

عنوان درس: رئولوژی پیشرفته پلیمرها (PE4004)

تعداد واحد:۳

نوع واحد: نظری، اصلی

پیشنیاز: ندارد

تعداد ساعت: ۴۸

هدف: توانایی درک خواص نهایی محصول با توجه به ساختار ایجاد شده در حین فرایند

سرفصل درس:

۱-مقدمه:

۱،۱-مقدمه‌ای بر رئولوژی پلیمرها

۱،۲-وابستگی گرانروی به سرعت برشی (Power law, Yasuda, Cross, Carreau, ...)

۱،۳-تنسور تغییر فرم برای تغییر فرم‌های کوچک

۲- ویسکوالاستیسته خطی :

۲،۱-برش نوسانی با دامنه کم

۲،۲-بیان ریاضی انواع تغییر شکل‌های برشی و کششی تک محوره و دومحوره در تغییر شکل‌های خطی

۲،۳-تئوری‌های ملکولی بوش، زیم، و راز (Rouse, Zimm, Bueche)

۲،۴-مدل تیوب دویی و ادوارد (Doi-Edwards) Tube (فرضیات(IAA, Rigorous)، زمانهای استراحت)

۲،۵- سایر سازوکارهای رهایش از تنش

۲،۶- تعیین کیفی و کمی ساختارهای ملکولی با استفاده از ویسکوالاستیک خطی

۳-ویسکوالاستیک غیر خطی:

۳،۱- تنسور تغییر شکل کوشی، فینگر و غیرمتغیرهای آنها(Cauchy، Finger)

۳،۲- بیان ریاضی انواع تغییر شکل‌های برشی و کششی تک محوره و دومحوره در تغییر شکل‌های غیرخطی

۳،۳-مدل سیال شبه لاستیکی لاج(Lodge Rubber-Like Liquid Model)

۳،۴-مدل سیال شبه لاستیکی در انواع تغییر شکل‌های برشی

۳،۵- مدل سیال شبه لاستیکی در انواع تغییر شکل‌های کششی

۳،۶- مدل BKZ در انواع تغییر شکل‌های برشی و کشش

۳،۷- معادله واگنر و تابع نرم شوندگی (Damping) با شرط تفکیک پذیری و ...

۸،۳- انواع توابع نرم شوندگی تجربی و تئوری

۴-مسایل متفرقه در رئولوژی پلیمرها:

۱،۴- وابستگی گرانروی به درجه حرارت

۲،۴-قانون کاک-مرز (Cox-Merz Rule)

۳،۴- روش‌های عملی انجام آزمون‌های رئولوژیکی

۴،۴- پیشرفت‌های اخیر در رئومترهای برشی و کششی (تک محوره و دومحوره)

منابع و ماخذ:

6. J.M. Dealy, K.F. Wissbrun, *Melt Rheology and Its Role in Plastics Processing*, Van Nostrand Reinhold, (1999)
7. J.M. Dealy, R.G. Larson, *Structure and Rheology of Molten Polymers:From Structure to Flow Behavior and Back Again*, Hanser Gardner (2006)
8. R.B. Bird, R.C. Armstrong, O. Hassager, *Dynamics of Polymeric Liquids*, Vol 1, 2nd Ed. Wiley Interscience Publication (1987)
9. R.G. Larson, *The structure and rheology of complex fluids*, Oxford University Press (1999)
10. R.G. Larson, *Constitutive equations for polymer melts and solutions*, Butterworths (1988)

عنوان درس: هویت شناسی پیشرفته پلیمرها (PE4006)

تعداد واحد:۳

نوع واحد: نظری، اختیاری

هم‌نیاز: خواص مهندسی پلیمرها

تعداد ساعت: ۴۸

هدف: - شناسایی و تعیین مشخصه های مولکولی/ ساختاری پلیمرها با استفاده از روش های مختلف نظیر طیف سنجی، گرانروی سنجی و کروماتوگرافی

- بررسی ویژگیهای دینامیکی پلیمرها با استفاده از روش های آنالیز حرارتی

سرفصل درس:

۱ مقدمه ای بر شیمی پلیمر

۱-۱- روش های مختلف سنتز پلیمرها

۱-۲- پلیمریزاسیون مونومرهای وینیلی

۱-۳- پلیمرهای تجاری: روش های سنتز، خواص و کاربرد

۱-۴- مشخصه های ساختاری و دینامیکی پلیمرها

۲ روش های مقدماتی شناسایی پلیمرها

۲-۱- تست حلالیت

۲-۲- تست چگالی

۲-۳- تعیین نقطه ذوب

۲-۴- تست شعله

۲-۵- تست پیرولیز

۳ طیف سنجی مادون قرمز (IR) ترکیبات آلی و پلیمرها

۳-۱- مبانی طیف سنجی مادون قرمز

۳-۲- آشنایی با مبانی طیف سنجی رامان

۳-۳-طیف سنجی مادون قرمز تبدیل فوریه (FT-IR)

۳-۴- شناسایی گروه های عاملی در ترکیبات آلی و پلیمرها

۳-۵- اثر انگشت در طیف سنجی مادون قرمز و تعیین ساختار ترکیبات آلی و پلیمرها

۳-۶- کاربردهای کمّی و کنترل کیفیت پلیمرها با طیف سنجی مادون قرمز تبدیل فوریه

۴-طیف سنجی تشدید مغناطیسی هسته (NMR) و هویت شناسی پلیمرها

۴-۱- مبانی فیزیکی تشدید مغناطیسی هسته

۴-۲- طیف سنجی تشدید مغناطیسی هسته تبدیل فوریه (FT-NMR)

۴-۳- مکان شیمیائی و کوپلاژ هسته ها در تشدید مغناطیسی هسته پروتون (^{1}H-NMR)

۴-۴- تفسیر طیف ^{1}H-NMR و برقراری ارتباط آن با ساختار ترکیبات آلی و پلیمرها

۴-۵- مکان شیمیائی و کوپلاژ هسته ها در ^{13}C-NMR

۴-۶- طیف سنجی ^{13}C-NMR واجفت شده از پروتون

۴-۷- مسائل انتگرال گیری در ^{13}C-NMR

۴-۸- تفسیر طیف ^{13}C-NMR و برقراری ارتباط آن با ساختار ترکیبات آلی و پلیمرها

۴-۹- کوپلاژ هسته کربن-۱۳ با سایر هسته ها

۴-۱۰- محاسبه مکان شیمیائی هسته های کربن-۱۳ در ترکیبات آلی با استفاده از جداول موجود

۴-۱۱- تکنیک تقویت بدون واپیچیدگی با انتقال قطبش (DEPT) در ^{13}C-NMR

۴-۱۲- آشنایی مقدماتی با طیف سنجی NMR دوبعدی

۴-۱۳- تعیین ساختار ترکیبات آلی و پلیمرها به کمک طیف سنجی های IR و NMR

۴-۱۴- کاربرد NMR در پلیمرها

۴-۱۵- NMR سایر هسته ها

۵ -تعیین وزن مولکولی و توزیع وزن مولکولی در پلیمرها

۵-۱- مبانی و مفاهیم وزن مولکولی در پلیمرها

۵-۲- تعیین وزن مولکولی متوسط عددی پلیمرها

۵-۳- تعیین وزن مولکولی متوسط وزنی پلیمرها

۵-۴- تعیین وزن مولکولی متوسط ویسکومتری پلیمرها با استفاده از روش ویسکومتری محلول پلیمرها

۵-۵- کروماتوگرافی تراوایی ژل (GPC) یا کروماتوگرافی اندازه طردی (SEC)

۶-آنالیز حرارتی پلیمرها

۶-۱- مقدمه ای بر مفاهیم خواص دینامیکی پلیمرها

۶-۲- مبانی و اصول روش های آنالیز حرارتی

۶-۳- عوامل موثر بر ترموگرام روش های آنالیز حرارتی

۶-۴- کاربردهای آنالیز حرارتی در پلیمرها

منابع و ماخذ:

۱۱ روش های ساده در شناسایی پلاستیک ها، بازنگری چهارم، نوشته: دیتریش براون، ترجمه: مهرداد کوکبی، کارآفرینان بصیر، ۱۳۸۰.

2. D. L. Pavia, G. M. Lampman, G.S. Kriz, J. R. Vyvyan, *Introduction to Spectroscopy*, 4th Edition, Brooks/Cole, Gengage Learning, (2009)

3. A. E. Tonelli, *NMR Spectroscopy & Polymer Microstructure:The Conformational Connection*, Wiley, (1989)

4. B. Stuart, *Polymer Analysis* (Chapter 4), John Wiley and Sons, Ltd. (2002)

5. T. Hatakeyama and F.X. Quinn, *Thermal Analysis: Fundamentals and Applications to Polymer Science*, 2nd Edition, John Wiley & Sons (1999)

عنوان درس: تخریب و پایدارسازی پلیمرها (PE4009)

تعداد واحد:۳

نوع واحد: نظری، اختیاری

هم‌نیاز: شیمی فیزیک پیشرفته پلیمرها

تعداد ساعت: ۴۸

هدف: معرفی ارتباط ساختار- پایداری پلیمرها، آشنایی با اصول، مکانیسم و سینتیک تخریب پلیمرها در برابر حرارت، اکسیژن، نور و پرتوهای پرانرژی و معرفی اصول و کاربردهای پایدارسازی و تخریب کنترل شده پلیمرها

سرفصل درس:

۵- ارتباط ساختار- پایداری پلیمرها

۱-۱- ساختار مولکولی پلیمرها و عوامل موثر بر پایداری آنها

۱-۲- عوامل محیطی و فرایندی موثر بر تخریب پلیمرها

۱-۳- تغییر خواص ناشی از تخریب پلیمرها

۱-۴- تکنیک‌های رایج مورد استفاده برای مطالعه مکانیسم و سینتیک تخریب و پایدارسازی پلیمرها

۱-۵- پیش‌گویی ماندگاری و عمر پلیمرها در شرایط عادی

۱-۶- بهره برداری مثبت از تخریب پلیمرها

۶- تخریب حرارتی پلیمرها

۲-۱- مکانیسم‌های تخریب حرارتی پلیمرها (حذف گروه جانبی، شکست زنجیر، واپلیمریزاسیون، شبکه ای شدن و ...)

۲-۲- روش های بازدارنده یا کند کننده سرعت تخریب حرارتی پلیمرها

۲-۳- انواع پایدارکننده های حرارتی و مکانیسم عملکرد آنها

۲-۴- بررسی مکانیسم و سینتیک واپلیمریزاسیون همدما

۲-۵- روش های تعیین پارامترهای سینتیکی تخریب پلیمرها با استفاده از تکنیک های آنالیز حرارتی

۲-۶- مروری بر مکانیسم تخریب حرارتی برخی از پلیمرها (لاستیک طبیعی، پلی اولفین ها، پلی استایرن، پلی (مت)اکریلاتها، پلی (وینیل کلرید و ...)

۲-۷- پلیمرهای مقاوم در برابر دمای بالا

۲-۸- بازیابی پلیمرها به روش تخریب حرارتی

۲-۹- تخریب حرارتی طی فرآورش پلیمرها

۷- تخریب اکسایشی پلیمرها

۳-۱- مکانیسم کلی اکسایش پلیمرها (واکنش های آغاز، انتشار و اختتام)

۳-۲- آنتی اکسیدان ها و مکانیسم عملکرد آنها در پایدار سازی پلیمرها

۳-۳- اکسایش کنترل شده پلیمرها به منظور اصلاح وزن مولکولی و خواص برخی از پلیمرها و مبارزه با آلودگی محیط زیست

۳-۴- تاثیر اکسیژن مولکولی و اتمی و ازن بر پلیمرها

۸- تخریب و پایدارسازی نوری و نوری- اکسایشی پلیمرها

۴-۱- اصول کلی فوتوشیمی

۴-۲- واکنشهای اصلی در تخریب نوری پلیمرها (واکنشهای زنجیر جانبی و زنجیر اصلی)

۴-۳- مکانیسم تخریب نوری پلیمرها

۴-۴- پایدارسازی پلیمرها در برابر تخریب نوری

۴-۵- مکانیسم تخریب نوری- اکسایشی هموپلیمرها و کوپلیمرها

۴-۶- مروری بر فوتوشیمی برخی از پلیمرها (پلیمرهای هیدروکربنی، پلیمرهای کتونی، پلی (مت)اکریلاتها، پلی (وینیل استات)، پلی (وینیل کلرید)، پلیمرهای تراکمی و ...)

۴-۷- فوتوفیزیک پلیمرها

۵ - تخریب پلیمرها در مقابل پرتوهای پرانرژی

۵-۱- مقدمه ای بر پرتوکافت (radiolysis) پلیمرها

۵-۲- برهمکنش پرتوی پر انرژیبا ماده

۵-۳- تئوری شبکه ای شده و تخریب پلیمرها در مقابل پرتوهای پرانرژی

۵-۴- شناسایی حدواسط ها در پلیمرهای پرتودهی شده و بررسی سینتیک تخریب

۵-۵- اثرات شیمیائی پرتو روی پلیمرهای جامد

۵-۶- خواص مکانیکی پلیمرهای پرتودهی شده

۵-۷- پرتودهی محلولهای پلیمری

۶- تخریب و پایدارسازی کنترل شده

۶-۱- تخریب زیستی پلیمرها

۶-۲- زیست تخریب پذیری پلیمرها

۶-۳- تخریب پلیمرها در برابر عوامل محیطی

۶-۴- پلیمرهای پزشکی و واکنشگرهای تشخیصی
۶-۵- رهایش کنترل شده دارو از پلیمرها
۶-۶- پلیمرهای تخریب پذیر با نور

منابع و ماخذ:

1- N. S. Allen, M. Edge, *Fundamentals of Polymer Degradation and Stabilisation*, Elsevier Applied Science, (1992)

2- S. Halim Hamid, *Handbook of Polymer Degradation*, 2th Edition, Marcel Dekker, Inc., (2000)

عنوان درس: کنترل پیشرفته فرآیندهای پلیمری (PE4401)

تعداد واحد:۳

نوع واحد: نظری، اصلی

پیشنیاز: ندارد

تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس:

۱-مروری بر مدل‌سازی دینامیک فرآیندها و روش‌های کلاسیک طراحی کنترلر

۲- روش‌های مدرن کنترل فرآیندها و سیستم‌های پلیمری

سیلابس:

۱- یادآوری کنترل خطی

۲- کنترل مدرن (روش فضای حالت)

۲-۱- مدل فضای حالت

۲-۲- شکل‌های کنونیکال در کنترل مدرن

۲-۳- نمودار حلقه بسته

۲-۴- طراحی رگولاتور عملکرد تنظیم‌کننده

۲-۵- طراحی رگولاتور عملکرد تعقیب‌کننده

۲-۶- تخمین حالتها

۲-۷- استفاده از انتگرال‌گیر

۲-۸- کنترل بهینه

۳- کنترل عددی

۳-۱- مبانی گسسته سازی

۳-۲- حلقه‌های کنترلی در حوزه گسسته

۳-۳- طراحی کنترلر عددی

۴- کنترل فازی

۴-۱- مفهوم فازی‌سازی

۴-۲- فازی‌سازی مقادیر دقیق

۴-۳- محاسبات در حوزه فازی

۴-۴- طراحی کنترلر

۵- ابزار دقیق و تخمین کمیت‌ها

۵-۱- اندازه‌گیری کمیت های مختلف فرآیندی

۵-۲- چگونگی تخمین کمیت های غیرقابل اندازه‌گیری

۵-۳- تعیین ارتباط با خواص محصول

۶- مباحث ویژه مانند کنترل هوشمند، غیرخطی و ...

در درس از مثال‌های کنترل پلیمریزاسیون، شکل‌دهی و ... استفاده خواهد شد.

مراجع:

۱- دینامیک و کنترل فرآیندها، مهدی رفیع‌زاده، مرکز نشر دانشگاه امیرکبیر ۱۳۹۳

1. Marlin T. E., "Process Control, Designing Processes and Control Systems for Dynamic Performance", McGraw-Hill Co., 1995

2. Coughanower D. R. and S. E. LeBlanc, "Process Systems Analysis and Control", 3rd Edition, McGraw-Hill Co., 2009

ترجمه شده توسط سید جاوید روشائی، سعید سلطانعلی و رضا احمدی پویا با عنوان "تحلیل و کنترل سیستم‌های فرآیندی" انتشارات اندیشه‌های گوهربار

3. Seborg, D. E., T. F. Edgar, D. A. Mellichamp andF. J. Doyle, "Process Dynamics and Control", 3rd Edition, John Wiley & Sons, Inc., 2011

4. Dorf R. C., R. H. Bishop, "Modern Control Systems", 9th edition, Prentice Hall, 2010

5. Franklin, G. F., J. D. Powell, A. Emami-Naeini, "Feedback Control of Dynamic Systems", Prentice Hall, 5th Edition, 2010

6. Tan W., J. Liu, T. Chen, and H. J. Marquez, " Comparison of some well-known PID tuning formulas", Computers and Chemical Engineering, 30, p. 1416–1423, 2006

عنوان درس: پلیمریزاسیون پیشرفته در محیط‌های ناهمگن (PE4402)

تعداد واحد:۳

نوع واحد: نظری، اختیاری

هم‌نیاز: مهندسی فرایندهای پلیمریزاسیون

تعداد ساعت: ۴۸

هدف: آشنایی با مبانی، انواع روش ها و سینتیک پلیمریزاسیون در محیط های ناهمگن/ کلوئیدی

سرفصل درس:

۱- مقدمه‌ای بر انواع پلیمریزاسیون‌های هتروژن و هتروفاز

۱-۱- پلیمریزاسیون هتروژن در سنتز پلیمرها (HIPS و ...)

۱-۲- پلیمریزاسیون‌های هتروفاز و اهمیت آنها در صنعت

۱-۳- انواع پلیمریزاسیون‌های هتروفاز: شباهت‌ها و تفاوت‌ها

۱-۴- فرایندها و اجزای پلیمریزاسیون امولسیونی

۱-۴-۱- پلیمریزاسیون امولسیونی رایج یا (ماکرو)امولسیون

۱-۴-۲- پلیمریزاسیون مینی امولسیون

۱-۴-۳ - پلیمریزاسیون میکروامولسیون

۱-۵- پلیمریزاسیون سوسپانسیونی

۱-۶- پلیمریزاسیون ترسیبی

۱-۷- پلیمریزاسیون پراکنشی

۱-۸- سایر پلیمریزاسیون‌های هتروفاز

۲- پلیمریزاسیون امولسیونی

۲-۱- اجزای پلیمریزاسیون امولسیونی

۲-۲- غلظت بحرانی مایسل (CMC) و توازن آبدوستی/چربی‌دوستی (HLB) امولسیفایرها

۲-۳- انواع فرایندهای هسته زایی ذره و روشهای تجربی تعیین تعداد ذرات هسته زایی شده

۲-۴- قوانین سینتیکی و ترمودینامیکی در سیستم‌های امولسیونی

۲-۵- پایداری سیستم‌های امولسیونی در برابر تجمع و انعقاد و قوانین حاکم بر آن
۲-۶- سه ناحیه I، II و III (هسته زایی و رشد ذرات) در پلیمریزاسیون امولسیونی
۲-۷- تئوری اسمیت- اوارت و سینتیک پلیمریزاسیون امولسیونی: معادلات بازگشتی
۲-۸- انواع مدلهای سینتیکی (حالت‌های ۱، ۲ و ۳) بر اساس تئوری اسمیت- اورات
۲-۹- سینتیک در ناحیه های II و III پلیمریزاسیون امولسیونی
۲-۱۰- سیستم‌های Ab initio و دانه‌ای (seeded) برای مطالعه مکانیسم و سینتیک واکنش
۲-۱۱- غلظت مونومر در ذرات لاتکس و روشهای نظری (معادله مورتون) تعیین آن
۲-۱۲- روشهای تجربی تعیین غلظت مونومر در ذرات لاتکس
۲-۱۳- تعیین غلظت مونومر در ذرات لاتکس با استفاده از داده های ناحیه III
۲-۱۴- رخدادهای انتقال فاز در پلیمریزاسیون امولسیونی (ورود، ورود حرارتی و خروج)
۲-۱۵- سرنوشت رادیکالهای آزاد واجذب شده
۲-۱۶- ناهمگنی در ذرات لاتکس (ناهمگنی در هموپلیمریزاسیونهای امولسیونی)
۲-۱۷- مورفولوژی هسته- پوسته در فرمولاسیون‌های کوپلیمریزاسیون امولسیونی
۲-۱۸- تئوری و سینتیک رشد ذره: سیستم صفر- یک
۲-۱۹- تئوری و سینتیک رشد ذره: سیستم شبه توده‌ای
۲-۲۰- تعیین ثابت سرعت ورود و خروج رادیکال به/از ذرات: روش شیب و عرض از مبدا
۲-۲۱- مدل ورود رادیکال به ذره
۲-۲۲- مدل خروج رادیکال از ذره و مدل واجذب رادیکال مونومری
۲-۲۳- مدلسازی سینتیک حد ۱ (اختتام کامل در فاز آبی) و ۲ (اختتام فاز آبی قابل اغماض)
۲-۲۴- مدلسازی سینتیک حد ۳: اختتام درون ذره‌ای تعیین کننده سرعت
۲-۲۵- کلیت‌بخشی به روش شیب و عرض از مبدا در مدلسازی سینتیک واکنش
۲-۲۶- تخمین نظری تعداد کل ذرات در سیستم امولسیونی
۲-۲۷- پیش بینی تعداد رادیکالهای در حال رشد بر ذره در پلیمریزاسیون امولسیونی
۲-۲۸- وزن مولکولی و توزیع وزن مولکولی در پلیمریزاسیون امولسیونی: روش ممانها
۲-۲۹- اندازه ذره و توزیع اندازه ذره در پلیمریزاسیون امولسیونی
۲-۳۰- سنتز درجای نانومواد و نانوکامپوزیت‌های هیبریدی آلی/ معدنی با فرایندهای پلیمریزاسیون امولسیونی

۳- پلیمریزاسیون سوسپانسیونی، ترسیبی و پراکنشی

۳-۱- اجزای اصلی پلیمزاسیون سوسپانسیونی
۳-۲- سینتیک پلیمریزاسیون: تبدیل واکنش، سرعت پلیمریزاسیون وزن مولکولی و توزیع آن

۳-۳- پلیمریزاسیون سوسپانسیونی وینیل کلرید و اتیلن
۳-۴- اختلاط و نقش آن
۳-۵- تشکیل، شکست و انعقاد ذرات
۳-۶- تاثیر شرایط فرایندی بر توزیع اندازه ذرات
۳-۷- پلیمریزاسیون پراکنشی: سینتیک فرایند
۳-۸- پلیمریزاسیون رسوبی: سینتیک فرایند
۳-۹- سنتز درجای نانومواد و نانوکامپوزیت‌های هیبریدی آلی/ معدنی

۴- مثالی از واحدهای صنعتی تولید پلیمرها

۴-۱- لاستیک‌های سنتزی بر پایه دی‌ان
۴-۲- پلی وینیل کلرید گرید امولسیونی و سوسپانسیونی
۴-۳- رزین‌های تبادل یون
۴-۴- پلیمرها و رزین‌های اکریلیک و اکریلیک- استایرن
۴-۵- رزین‌های بر پایه وینیل استات
۴-۶- پلاستیک‌های اصلاح شده با لاستیک‌ها
۴-۷- لاتکس‌های پلیمری با کاربردهای خاص و ویژه

منابع و ماخذ پیشنهادی:

1- R. G. Gilbert, *Emulsion Polymerization: A Mechanistic Approach*, 1995.

2- A. Kumar, R. K. Gupta, *Fundamental of Polymer Engineering*, 2nd Edition, 2003.

3- Meyer and, Keurentjes, *Handbook of Polymer Reaction Engineering*, 2005.

4- A.R. Mahdavian, M. Abdollahi and M. Ashjari, *From Emulsion Polymerization to Nanoemulsions: Concepts and Applications (In Persian)*, 2008.

5- P.A. Lovell and M.S. El-Aasser, *Emulsion Polymerization and Emulsion Polymers*, 1997.

عنوان درس: پدیده های انتقال در سامانه های پلیمریزاسیون PE4405

تعداد واحد:۳،

نوع واحد: نظری،

پشنیاز: ندارد

هدف: ارائه مبانی مدلسازی انتقال های مومنتم، حرارت و جرم در علوم و مهندسی پلیمر

۱- مقدمه

۱-۱مرور روابط ریاضی مورد نیاز

۱-۲قوانین بقا و سطوح مختلف بررسی انتقال مومنتم، حرارت و جرم

۱-۳مدلسازی و چگونگی بیان پدیده ها به زبان ریاضی

۲- انتقال مولکولی و همرفتی مومنتم، حرارت و جرم

۲-۱ انتقال مولکولی: معادلات ساختاری

۲-۲ انتقال همرفتی (convective)

۲-۳ اعداد بدون بعد، شار کلی

۳- انتقال مومنتم

۳-۱ انتقال مولکولی مومنتم، تعمیم قانون ویسکوزیته نیوتن

۳-۲ انتقال همرفتی مومنتم

۳-۳ قوانین پیوستگی و حرکت

۴- کاربرد رئولوژی در تعیین ساختار پلیمرها

۴-۱ سیالات پلیمری و مدلهای ویسکوالاستیک خطی و غیر خطی

۴-۲ ویسکوزیته و رئولوژی سوسپانسیونها و امولسیونها

۴-۳ جریان های لایه ای و مغشوش (کاهش درگ با پلیمرها)

۵- انتقال حرارت

۵-۱ انتقال ملکولی و همرفتی حرارت

۵-۲ انتقال انرژی با سازوکار تشعشعی (مسائل ویژه در پلیمرها)

۵-۳ خواص حرارتی (هدایت و ظرفیت حرارتی)

۵-۴ انتقال حرارت بدون واکنشهای شیمیایی

۵-۵ انتقال حرارت همراه با واکنشهای شیمیایی

۶- انتقال جرم

۶-۱ انتقال ملکولی و همرفتی جرم

۶-۲ انتقال جرم بدون انجام واکنشهای شیمیایی
۶-۳ انتقال جرم همراه با واکنشهای پلیمری و شیمیایی
۶-۴ مدلسازی نفوذ در پلیمرها و عبور از غشاهای پلیمری
۶-۵ مدلسازی رهایش کنترل شده توسط پلیمرها

References:

1. Transport Phenomena, R. B. Bird, W. E. Stewart, E. Lightfoot, (Revised Second ed.), John Wiley & Sons, Inc., *2007.*
2. Modeling in Transport Phenomena: A Conceptual Approach, I. Tosun, Elsevier, *2007.*
3. Structure and Rheology of Molten Polymers: From Structure to Flow Behavior and Back Again, Dealy J. M. and Larson R. G., Hanser Gardner , *2006.*
4. Diffusion in and Through Polymers: Principles and Applications, W. R. Vieth, Hanser Gardner Publications, *1991.*
5. Transport Properties of Polymeric Membranes, S. Thomas, W. Runcy, A. Kumar, S. George, Elsevier, *2017.*

, Fundamental and Application Brian Conway , Springer 2014

2-Anodizing and Coloring of Al-Alloys , Metal Finishing , S.Kawai 2002

3-Nanostructured Thin Film and Coatings Functional properties , CRS , Sam Zhang 2010

۳-۷ مهندسی پلیمر- طراحی مولکولی

عنوان درس: روش‌های محاسباتی در سامانه‌های پلیمری (PE4000)

تعداد واحد:۳

نوع واحد: نظری، اصلی

پیشنیاز: ندارد

تعداد ساعت: ۴۸

اهداف:

- حل عددی معادلات دیفرانسیل به روش المان محدود
- بهینه‌سازی سامانه‌های پلیمری
- استفاده از طراحی آزمایش در پژوهش
- روندهای پژوهشی در مدل‌سازی و شبیه‌سازی سیستم‌های پلیمری

سرفصل درس:

مروری بر مبانی لازم

- دیدگاه‌های ماکروسکوپی، میکروسکوپی و مولکولی در فرمولبندی
- فرمولبندی با استفاده از معادلات دیفرانسیلی و انتگرالی قوانین پایستگی ممنتم، انرژی و ماده در مختصات کارتزین، استوانه‌ای و کروی و بردارهای یکه و روابط بین بردارهای یکه
- بردارها، تنسورها و توابع برداری، روابط دیفرانسیلی در محورهای مختصاتی متعامد کارتزین و خمیده (curvilinear) مانند دیورژانس، کرل و گرادیان
- نظریه‌های انتگرال‌گیری: انتگرالهای برداری شامل انتگرال توابع اسکالر و برداری بر روی خط و رویه، قضایای گرین، استوکس و دیورژانس در محورهای مختصات متعامد

مبانی روش المان‌های محدود و حجم‌های محدود

- مقدمه‌ای بر حساب دیفرانسیل و انتگرال تغییراتی (وردشی، Variational Calculus) و حل معادلات دیفرانسیل با آن
- روش المان محدود برای حل معادلات دیفرانسیل یک بعدی: فرم ضعیف شده، انتگرال‌گیری گوس، انواع توابع درونیابی، مسائل غیرخطی، آنالیز اندازه گام
- روش المان محدود و الگوریتم آن برای حل معادلات دیفرانسیل جزئی از نوع سهمی (انتقال گرمای جابجایی، جریان سیالات با گرانروی پایین، پیش بینی سطوح آزاد در فرآیندهایی مانند اختلاط و تورم دای و ...) مشتمل بر یادآوری روش‌های حل دستگاه معادلات دیفرانسیل شرایط اولیه و معادلات stiff
- روش المان محدود برای حل معادلات دیفرانسیل جزئی از نوع بیضی (نظیر انتقال گرمای هدایت، جریان در دای و ...)

- روش المان محدود و الگوریتم آن برای حل جریات سیالات به روش‌های ترکیبی (Mixed) و پنالتی
- مقدمه‌ای بر حل معادلات به روش حجم محدود
- برنامه‌نویسی و تبدیل الگوریتم به برنامه کامپیوتری در حل مسائل یک بعدی و چندبعدی با استفاده از یک زبان برنامه‌نویسی سطح بالا (مانند: MATLAB, Fortran, C++,...)
- استفاده از یک نرم افزار المان محدود (مانند: Abaqus, ANSYS, COMSOL, MATLAB) جهت حل مسائل مهندسی

بهینه‌سازی

- تعاریف اولیه، اصطلاحات، بیان ریاضی مسائل، فرموله کردن توابع هدف
- قیدهای تساوی و غیرتساوی، مشکلات روشهای بهینه‌سازی
- تئوری بهینه‌سازی کلاسیک، شرایط لازم و کافی برای مسائل بهینه‌سازی، ماتریس هسین، دترمینان و مقادیر ویژه
- روش‌های عددی تعیین نقطه بهینه نامقید و مقید

طراحی آزمایش‌ها

- مقدمات آمار و انواع توزیع‌ها با تاکید بر توزیع z و توزیع t
- آزمون فرضیه‌ها
- آزمایشهایی با یک عامل و تحلیل واریانس (ANOVA)
- آزمایش‌های با چند عامل و روش فاکتوریل کامل
- روش‌های فاکتوریل جزئی و بلوکهای تصادفی
- روش رویه (سطح) پاسخ
- بهینه‌سازی بر اساس پاسخ سطح

روندهای پژوهشی

- تحقیقات جدید در مدل‌سازی و شبیه‌سازی سامانه‌های پلیمری
- گروه آموزشی امکان تغییر تا ۲۰٪ از سیلابس، با توجه به ماموریت دانشگاه، را دارد.

منابع و ماخذ:

56. R. B. Bird, E. W. Stewart, E. N. Lightfoot, *Transport phenomena*, 2nd Ed., John Wiley & Sons, Inc. (2002)
57. E. Kreyszig, *Advanced engineering mathematics*, 10th Ed., John Wiley & Sons Inc. (2011)
58. J. N. Reddy, *An introduction to the finite element method*, 4th Ed., McGraw-Hill Inc. (2019)
59. O. Zienkiewicz, R. Taylor, and J. Z. Zhu, *The Finite Element Method: Its Basis and Fundamentals*, 7th Edition, Butterworth-Heinemann, (2013)
60. T. I. Zohdi, *A Finite Element Primer for Beginners The Basics*, Springer International Publishing, (2015)

۶۱. حمیدرضا قریشی، *مقدمه‌ای بر روش اجزای محدود در مهندسی شیمی و پلیمر*، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران، (۱۳۹۳)

62. T. F. Edgar, D. M. Himmelblau, and L. S. Lasdon, *Optimization of Chemical Processes*, 2nd Ed., McGraw-Hill Book Co. (2001)
63. D. C. Montgomery, *Design and Analysis of Experiments*, 9th Ed.,John Wiley & Sons Inc. (2017)
64. R. H. Myers, D. C. Montgomery, C. M. Anderson-Cook, *Response Surface Methodology: Process and Product Optimization Using Designed Experiments*, 4th Ed., Wiley Series in Probability and Statistics, (2016)
65. Z. R. Lazic, *Design of Experiments in Chemical Engineering*, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, (2004)
66. S. Park, *Robust Design and Analysis for Quality Engineering*, Chapmman-Hall, (1996)

عنوان درس: شیمی فیزیک پیشرفته پلیمرها (PE4001)

تعداد واحد:۳

نوع واحد: نظری، اصلی

پیشنیاز: ندارد

تعداد ساعت: ۴۸

هدف: ارایه نظریه های اصلی در انعطاف پذیری زنجیر، اصول ترمودینامیکی تجمع و جدائی فازی پلیمرها، دینامیک زنجیر در حالت شیشه ای و بلورینه و انتقال های فی مابین، سطح و فصل مشترک و ژلینگی پلیمرها

۱- نظریه انعطاف پذیری زنجیر پلیمر

۱-۱ دوران داخلی و شکل فضائی زنجیر، ۱-۲ انعطاف پذیری ماکرومولکول ها، ۱-۳ نظریه کوانتم و ایزومری دورانی زنجیر

۲- ترمودینامیک محلول ها و مخلوط های پلیمری

۲-۱ نظریه شبکه محلول های کوچک مولکولی، ۲-۲ تعمیم روش شبکه به محلول پلیمری، نظریه فلوری- هاگینز، ۲-۳ مدل محلول منظم تراکم پذیر مایز (*Mayes*)، ۲-۴ معادله حالت فلوری- اوروال- ریچ (*FOV*) و پنجره سازگاری

۳- جدائی فازی و توسعه مورفولوژی

۳-۱ تعیین مرز فازی از طریق انحلال، ۳-۲ شرایط فرآیند و توسعه مورفولوژی، ۳-۳ نانوذرات و سازگاری آلیاژهای پلیمری، ۳-۴ جدائی فازی در حین پلیمریزاسیون

۴- نفوذ از پلیمرها و نفوذ پلیمرها در یکدیگر

۴-۱ خود نفوذی حلال در سامانه‌های پلیمر- حلال لاستیکی، ۴-۲ نفوذ پلیمرها در یکدیگر، ۴-۳ هندسه زنجیر و نفوذ: ماکرومولکول های خطی در برابر حلقوی، ۴-۴ لایه شدن بین سطحی

۵- مبانی مولکولی انتقال شیشه‌ای

۵-۱ ناهمگونی دینامیک زنجیر، ۵-۲ مکانیک آماری و پیش بینی درجه حرارت انتقال شیشه‌ای مخلوط های پلیمری، ۵-۳ محصور شدن زنجیر در مقیاس نانومتری و انتقال شیشه‌ای آن، ۵-۴ خود تغلیظی زنجیر و انتقال شیشه ای موثر

۶- ترمودینامیک و سینتیک بلورینگی

۶-۱ افتاخیز چگالی: پدیده هسته‌گذاری در تبلور پلیمر، ۶-۲ ضخیم شدن لایه بلور در برابر رشد جانبی آن، ۶-۳ اثر توزیع شاخه‌های کوتاه بر سینتیک تبلور پلی اتیلن، ۶-۴ تسریع هسته گذاری بلور به کمک جدائی فازی با سازوکار تجزیه اسپینودال

۷- سطوح و فصول مشترک پلیمری

۷-۱ چسبندگی پلیمر، ۷-۲ تحرک پلیمر در فصل مشترک پلیمر/ هوا، ۷-۳ واخیسی فیلم آلیاژی پلیمر خطی/ پلیمر ستاره‌ای، ۷-۴ قطرات پلیمری بر سطوح نرم: از مثلث نیومن تا قانون یانگ

۸- ژله شدن و ژل های پلیمری

۸-۱ تابعیت انتقال سل- ژل به غلظت، ۸-۲ ژلینگی مذاب پلیمری در مراحل اولیه تبلور، ۸-۳ فروپاشی ساختار لاستیک های پرشده با اعمال کرنش

منابع و ماخذ:

1. L. H. Sperling, "Introduction to Physical Polymer Science", 4th Ed. John Wiley, New York, 2006.

2. G. H. Fredrickson, "The Equilibrium Theory of Inhomogeneous Polymers, Clarendon Press, Oxford, 2006.

3. M. Rubinstein and R. Colby, Polymer Physics, Oxford University Press, London, 2003.

4. S. F. Sun, "Physical Chemistry of Macromolecules", John Wiley, New York, 2004.

5. G Strobel; "The Physics of Polymers", Springer, New York, 2007

6. L. A. Utracki and A. M. Jamieson, "Polymer Physics: From Suspensions to Nanocomposites and Beyond", Wiley, New York, 2010.

عنوان درس: هویت شناسی پیشرفته پلیمرها (PE4006)

تعداد واحد:۳

نوع واحد: نظری، اصلی

هم‌نیاز: خواص مهندسی پلیمرها

تعداد ساعت: ۴۸

هدف: - شناسایی و تعیین مشخصه های مولکولی/ ساختاری پلیمرها با استفاده از روش های مختلف نظیر طیف سنجی، گرانروی سنجی و کروماتوگرافی

- بررسی ویژگیهای دینامیکی پلیمرها با استفاده از روش های آنالیز حرارتی

سرفصل درس:

۱ مقدمه ای بر شیمی پلیمر

۱-۱- روش های مختلف سنتز پلیمرها

۱-۲- پلیمریزاسیون مونومرهای وینیلی

۱-۳- پلیمرهای تجاری: روش های سنتز، خواص و کاربرد

۱-۴- مشخصه های ساختاری و دینامیکی پلیمرها

۲ روش های مقدماتی شناسایی پلیمرها

۲-۱- آزمون حلالیت

۲-۲- آزمون چگالی

۲-۳- تعیین نقطه ذوب

۲-۴- آزمون شعله

۲-۵- آزمون پیرولیز

۳ طیف سنجی مادون قرمز (IR) ترکیبات آلی و پلیمرها

۳-۱- مبانی طیف سنجی مادون قرمز

۳-۲- آشنایی با مبانی طیف سنجی رامان

۳-۳-طیف سنجی مادون قرمز تبدیل فوریه (FT-IR)

۳-۴- شناسایی گروه های عاملی در ترکیبات آلی و پلیمرها

۳-۵- اثر انگشت در طیف سنجی مادون قرمز و تعیین ساختار ترکیبات آلی و پلیمرها

۳-۶- کاربردهای کمّی و کنترل کیفیت پلیمرها با طیف سنجی مادون قرمز تبدیل فوریه

۴-طیف سنجی تشدید مغناطیسی هسته (NMR) و هویت شناسی پلیمرها

۴-۱- مبانی فیزیکی تشدید مغناطیسی هسته

۴-۲- طیف سنجی تشدید مغناطیسی هسته تبدیل فوریه (FT-NMR)

۴-۳- مکان شیمیائی و کوپلاژ هسته ها در تشدید مغناطیسی هسته پروتون (^{1}H-NMR)

۴-۴- تفسیر طیف ^{1}H-NMR و برقراری ارتباط آن با ساختار ترکیبات الی و پلیمرها

۴-۵- مکان شیمیائی و کوپلاژ هسته ها در ^{13}C-NMR

۴-۶- طیف سنجی ^{13}C-NMR واجفت شده از پروتون

۴-۷- مسائل انتگرال گیری در ^{13}C-NMR

۴-۸- تفسیر طیف ^{13}C-NMR و برقراری ارتباط آن با ساختار ترکیبات آلی و پلیمرها

۴-۹- کوپلاژ هسته کربن-۱۳ با سایر هسته ها

۴-۱۰- محاسبه مکان شیمیائی هسته های کربن-۱۳ در ترکیبات آلی با استفاده از جداول موجود

۴-۱۱- تکنیک تقویت بدون واپیچیدگی با انتقال قطبش (DEPT) در ^{13}C-NMR

۴-۱۲- آشنایی مقدماتی با طیف سنجی NMR دوبعدی

۴-۱۳- تعیین ساختار ترکیبات آلی و پلیمرها به کمک طیف سنجی های IR و NMR

۴-۱۴- کاربرد NMR در پلیمرها

۴-۱۵- NMR سایر هسته ها

۵ -تعیین وزن مولکولی و توزیع وزن مولکولی در پلیمرها

۵-۱- مبانی و مفاهیم وزن مولکولی در پلیمرها

۵-۲- تعیین وزن مولکولی متوسط عددی پلیمرها

۵-۳- تعیین وزن مولکولی متوسط وزنی پلیمرها

۵-۴- تعیین وزن مولکولی متوسط ویسکومتری پلیمرها با استفاده از روش ویسکومتری محلول پلیمرها

۵-۵- کروماتوگرافی تراوایی ژل (GPC) یا کروماتوگرافی اندازه طردی (SEC)

۶-آنالیز حرارتی پلیمرها

۶-۱- مقدمه ای بر مفاهیم خواص دینامیکی پلیمرها

۶-۲- مبانی و اصول روش های آنالیز حرارتی

۶-۳- عوامل موثر بر ترموگرام روش های آنالیز حرارتی

۶-۴- کاربردهای آنالیز حرارتی در پلیمرها

منابع و ماخذ:

۱) روش های ساده در شناسایی پلاستیک ها، بازنگری چهارم، نوشته: دیتریش براون، ترجمه: مهرداد کوکبی، کارآفرینان بصیر، ۱۳۸۰.

2. D. L. Pavia, G. M. Lampman, G.S. Kriz, J. R. Vyvyan, *Introduction to Spectroscopy*, 4th Edition, Brooks/Cole, Gengage Learning, (2009)

3. A. E. Tonelli, *NMR Spectroscopy & Polymer Microstructure: The Conformational Connection*, Wiley, (1989)

4. B. Stuart, *Polymer Analysis* (Chapter 4), John Wiley and Sons, Ltd. (2002)

5. T. Hatakeyama and F.X. Quinn, *Thermal Analysis: Fundamentals and Applications to Polymer Science*, 2nd Edition, John Wiley & Sons (1999)

عنوان درس: شیمی و سینتیک پلیمریزاسیون (PE4701)

تعداد واحد:۳

نوع واحد: نظری، اختیاری

پیش‌نیاز: مبانی مهندسی پلیمر

تعداد ساعت: ۴۸

هدف: آشنایی با روش‌های سنتز پلیمرها، مکانیسم و سینتیک واکنش‌های پلیمر، ریزساختار پلیمرها و واکنش‌های شیمیایی روی پلیمرها

سرفصل درس:

۱- مقدمه

۱-۱- مشخصات ساختاری همو- و کوپلیمرها

۱-۲- وزن مولکولی و توزیع وزن مولکولی پلیمرها

۱-۳- نظم فضایی در پلیمرها

۱-۴- واکنش‌های پلیمریزاسیون از نظر مکانیسم، محیط واکنش و نوع راکتور و نحوه خوراک‌دهی

۱-۵- ارتباط ساختار مولکولی و خواص پلیمرها

۲- پلیمریزاسیون رشد زنجیری (یا افزایشی)

۲-۱- پلیمریزاسیون رادیکالی

مکانیسم و سینتیک پلیمریزاسیون

محاسبه وزن مولکولی و توزیع وزن مولکولی

۲-۲- پلیمریزاسیون آنیونی

مکانیسم و سینتیک پلیمریزاسیون

محاسبه وزن مولکولی و توزیع وزن مولکولی

۲-۳- پلیمریزاسیون کاتیونی

مکانیسم و سینتیک پلیمریزاسیون

محاسبه وزن مولکولی و توزیع وزن مولکولی

۳- پلیمریزاسیون رشد مرحله‌ای (یا تراکمی)

مکانیسم و سینتیک پلیمریزاسیون

محاسبه وزن مولکولی و توزیع وزن مولکولی

پلیمریزاسیون غیرخطی و پدیده ژل شدن

۴- پلیمریزاسیون فضاویژه و نظم فضایی در پلیمرها

ارزیابی نظم فضایی پلیمرها (نظری و تجربی)

سنتز پلیمرها با کاتالیزورهای زیگلر- ناتا

سنتز پلیمرها با کاتالیزورهای متالوسن

سنتز پلیمرها با کاتالیزورهای فرامتالوسن

پلیمریزاسیون متاتیسیس حلقه‌گشا

۵- پلیمریزاسیون کنترل شده

۵-۱- پلیمریزاسیون رادیکالی کنترل شده: انواع روش‌ها

مکانیسم و سینتیک پلیمریزاسیون انواع روش‌ها

محاسبه وزن مولکولی و توزیع وزن مولکولی انواع روش‌ها

۵-۲- سایر پلیمریزاسیون‌های کنترل شده

۶- کوپلیمریزاسیون و ریزساختار کوپلیمرها

طبقه‌بندی کوپلیمرها بر مبنای ریزساختار و نحوه سنتز آنها

ترکیب کوپلیمر

نسبت‌های واکنش‌پذیری کومونومرها

توزیع توالی کومونومرها

مدلهای سینتیکی کوپلیمریزاسیون

۷- پلیمرهای عاملدار

۸- واکنش‌های شیمیایی روی پلیمرها

References

1. Paul C. Hiemenz, Tim Lodge, *Polymer Chemistry*, 2nd Edition, CRC Press, 2007
2. G. Odian, *Principles of polymerization*; 4th Edition; 2004
3. J.M. Asua, *Polymer Reaction Engineering*, 1st Edition, 2007
4. Rudin and Choi, *The Elements of Polymer Science & Engineering*- Third Edition, Elsevier , 2013.
5. Harry Allcock, Fred Lampe, James Mark, *Contemporary Polymer Chemistry*, 3rd Edition, 2004

عنوان درس: کاربردهای جدید مواد پلیمری PE4706

تعداد واحد:۳

نوع واحد: نظری، اصلی

پیشنیاز: ندارد

تعداد ساعت: ۴۸

هدف: معرفی کاربردهای جدید مواد پلیمری در صنایع نفت و انرژی، فضایی و نظامی، خودرو و تایر، ساختمان و عمرانی، بیوتکنولوژی و نانوتکنولوژی، صنایع الکترونیک و حسگرها/محرک‌ها و مواد هوشمند: با تاکید بر روش-های ساخت، میکروساختارها، و خواص فیزیکی-مکانیکی

سرفصل درس:

۱-مقدمه:

۱،۱-ساخت پلیمرهای مهندسی و خواص مکانیکی و دینامیکی آنها

۲،۱-ترمودینامیک مواد پلیمری

۲-کاربرد پلیمرها در صنعت نفت:

۱،۲- ازدیاد برداشت نفت و مسائل هیدرودینامیکی مربوط به آن، انتخاب پلیمرهای مناسب مانند اکریلات‌ها و ترکیبات مختلف پلیمری

۲،۲-تصفیه آب، ساخت و ترمودینامیک غشاهای پلیمری مانند الاستومرها، PVC، نشاسته، CMC، غشاءهای چند جزئی

۳-کاربرد پلیمرها در صنایع نظامی و فضایی:

۱،۳-عایق‌های مخصوص حرارتی و الکتریکی

۲،۳-پلیمرهای مخصوص سوخت موشک

۳،۳-پوشش‌های حفاظت فردی مانند لباس‌های ضد گلوله و ضد مواد شیمیایی

۴،۳-قسمت‌های منتخب سفینه‌ها و ایستگاه‌های فضایی

۴-کاربرد پلیمرها در صنایع خودرو و تایر:

۱،۴-پلیمرهای مهندسی و کامپوزیت‌های با استحکام بالا و مقاوم در برابر سایش

۲،۴-قطعات لاستیکی مقاوم در برابر شرایط سخت دمایی و مواد شیمیایی

۳،۴-تایرهای با عملکرد بالا و تایر سبز (پاک)

۵-کاربرد پلیمرها در صنایع ساختمانی و عمرانی: بتون‌های پلیمری، آسفالت‌های پلیمری، مصالح پلیمری تقویت خاک (Geo-synthetics)

۶-کاربرد پلیمرها در بیوتکنولوژی و بیومهندسی:

۱،۶-پلیمرهای مورد کاربرد در صنایع دارویی و رهایش دارو

۲،۶-پلیمرهای مورد استفاده در ساخت اندام‌های مصنوعی

۳،۶-پلیمرهای مورد کاربرد در زیست پزشکی و بیوتکنولوژی مانند ساخت باکتری‌های فتوسنتزی و فیزیکی

۷-کاربرد پلیمرها در نانوتکنولوژی، صنایع الکترونیک، و مواد هوشمند:

۱،۷-ساخت نانوکامپوزیت‌های پلیمری

۲،۷-ساخت حسگرها و محرک‌ها از مواد پلیمری و نانوکامپوزیت‌های هوشمند

۳،۷-میکروساختارهای پلیمری و کریستال‌های مایع

۴،۷- کاربرد پلیمرهای جدید در اپتیک و سلول‌های خورشیدی

۸-دیگر کاربردهای مواد پلیمری:

۱،۸ مواد پلیمری مقاوم به دماهای بالا مانند الیاف، پلی‌آمیدها و پلی‌ایمیدها

۲،۸ فیلم‌های پلیمری و کاربرد آن در صنایع بسته‌بندی

۳،۸ امولسیون‌ها، میکروامولسیون‌ها و نانوامولسیون‌های پلیمری در صنایع رنگ

منابع و ماخذ:

[1] G.O. Shonaike, S.G. Advani, *Advanced Polymeric Materials: Structure-Property Relationship*, 1st Ed., CRC Press (2003)

[2] A. De Souza Gomes, *New Polymers for Special Applications*, InTech Publisher (2012)

عنوان درس: مهندسی واکنش‌های پلیمریزاسیون ناهمگن (PE4402)

تعداد واحد:۳

نوع واحد: نظری، اختیاری

هم‌نیاز: مهندسی فرایندهای پلیمریزاسیون

تعداد ساعت: ۴۸

هدف: آشنایی با مبانی، انواع روشها و سینتیک پلیمریزاسیون در محیطهای ناهمگن/ کلوئیدی

سرفصل درس:

۱- مقدمه‌ای بر انواع پلیمریزاسیون‌های هتروژن و هتروفاز

۱-۱- پلیمریزاسیون هتروژن در سنتز پلیمرها (HIPS و ...)

۱-۲- پلیمریزاسیون‌های هتروفاز و اهمیت آنها در صنعت

۱-۳- انواع پلیمریزاسیون‌های هتروفاز: شباهت‌ها و تفاوت‌ها

۱-۴- فرایندها و اجزای پلیمریزاسیون امولسیونی

۱-۴-۱- پلیمریزاسیون امولسیونی رایج یا (ماکرو)امولسیون

۱-۴-۲- پلیمریزاسیون مینی امولسیون

۱-۴-۳ - پلیمریزاسیون میکروامولسیون

۱-۵- پلیمریزاسیون سوسپانسیونی

۱-۶- پلیمریزاسیون ترسیبی

۱-۷- پلیمریزاسیون پراکنشی

۱-۸- سایر پلیمریزاسیون‌های هتروفاز

۲- پلیمریزاسیون امولسیونی

۲-۱- اجزای پلیمریزاسیون امولسیونی

۲-۲- غلظت بحرانی مایسل (CMC) و توازن آبدوستی/چربی‌دوستی (HLB) امولسیفایرها

۲-۳- انواع فرایندهای هسته زایی ذره و روشهای تجربی تعیین تعداد ذرات هسته زایی شده

۲-۴- قوانین سینتیکی و ترمودینامیکی در سیستم‌های امولسیونی
۲-۵- پایداری سیستم‌های امولسیونی در برابر تجمع و انعقاد و قوانین حاکم بر آن
۲-۶- سه ناحیه I، II و III (هسته زایی و رشد ذرات) در پلیمریزاسیون امولسیونی
۲-۷- تئوری اسمیت- اوارت و سینتیک پلیمریزاسیون امولسیونی: معادلات بازگشتی
۲-۸- انواع مدلهای سینتیکی (حالت‌های ۱، ۲ و ۳) بر اساس تئوری اسمیت- اورات
۲-۹- سینتیک در ناحیه های II و III پلیمریزاسیون امولسیونی
۲-۱۰- سیستم‌های Ab initio و دانه‌ای (seeded) برای مطالعه مکانیسم و سینتیک واکنش
۲-۱۱- غلظت مونومر در ذرات لاتکس و روشهای نظری (معادله مورتون) تعیین آن
۲-۱۲- روشهای تجربی تعیین غلظت مونومر در ذرات لاتکس
۲-۱۳- تعیین غلظت مونومر در ذرات لاتکس با استفاده از داده های ناحیه III
۲-۱۴- رخدادهای انتقال فاز در پلیمریزاسیون امولسیونی (ورود، ورود حرارتی و خروج)
۲-۱۵- سرنوشت رادیکالهای آزاد واجذب شده
۲-۱۶- ناهمگنی در ذرات لاتکس (ناهمگنی در هموپلیمریزاسیونهای امولسیونی)
۲-۱۷- مورفولوژی هسته- پوسته در فرمولاسیون‌های کوپلیمریزاسیون امولسیونی
۲-۱۸- تئوری و سینتیک رشد ذره: سیستم صفر- یک
۲-۱۹- تئوری و سینتیک رشد ذره: سیستم شبه توده‌ای
۲-۲۰- تعیین ثابت سرعت ورود و خروج رادیکال به/از ذرات: روش شیب و عرض از مبدا
۲-۲۱- مدل ورود رادیکال به ذره
۲-۲۲- مدل خروج رادیکال از ذره و مدل واجذب رادیکال مونومری
۲-۲۳- مدلسازی سینتیک حد ۱ (اختتام کامل در فاز آبی) و ۲ (اختتام فاز آبی قابل اغماض)
۲-۲۴- مدلسازی سینتیک حد ۳: اختتام درون ذره‌ای تعیین کننده سرعت
۲-۲۵- کلیت‌بخشی به روش شیب و عرض از مبدا در مدلسازی سینتیک واکنش
۲-۲۶- تخمین نظری تعداد کل ذرات در سیستم امولسیونی
۲-۲۷- پیش بینی تعداد رادیکالهای در حال رشد بر ذره در پلیمریزاسیون امولسیونی
۲-۲۸- وزن مولکولی و توزیع وزن مولکولی در پلیمریزاسیون امولسیونی: روش ممانها
۲-۲۹- اندازه ذره و توزیع اندازه ذره در پلیمریزاسیون امولسیونی
۲-۳۰- سنتز درجای نانومواد و نانوکامپوزیت‌های هیبریدی آلی/ معدنی با فرایندهای پلیمریزاسیون امولسیونی

۳- پلیمریزاسیون سوسپانسیونی، ترسیبی و پراکنشی

۳-۱- اجزای اصلی پلیمزاسیون سوسپانسیونی
۳-۲- سینتیک پلیمریزاسیون: تبدیل واکنش، سرعت پلیمریزاسیون وزن مولکولی و توزیع آن
۳-۳- پلیمریزاسیون سوسپانسیونی وینیل کلرید و اتیلن

۳-۴- اختلاط و نقش آن

۳-۵- تشکیل، شکست و انعقاد ذرات

۳-۶- تاثیر شرایط فرایندی بر توزیع اندازه ذرات

۳-۷- پلیمریزاسیون پراکنشی: سینتیک فرایند

۳-۸- پلیمریزاسیون رسوبی: سینتیک فرایند

۳-۹- سنتز درجای تانومواد و نانوکامپوزیت‌های هیبریدی آلی/ معدنی

۴- مثالی از واحدهای صنعتی تولید پلیمرها

۴-۱- لاستیک‌های سنتزی بر پایه دی‌ان

۴-۲- پلی وینیل کلرید گرید امولسیونی و سوسپانسیونی

۴-۳- رزین‌های تبادل یون

۴-۴- پلیمرها و رزین‌های اکریلیک و اکریلیک- استایرن

۴-۵- رزین‌های بر پایه وینیل استات

۴-۶- پلاستیک‌های اصلاح شده با لاستیک‌ها

۴-۷- لاتکس‌های پلیمری با کاربردهای خاص و ویژه

منابع و ماخذ:

1- R. G. Gilbert, *Emulsion Polymerization: A Mechanistic Approach*, 1995.

2- A. Kumar, R. K. Gupta, *Fundamental of Polymer Engineering*, 2nd Edition, 2003.

3- Meyer and, Keurentjes, *Handbook of Polymer Reaction Engineering*, 2005.

4- A.R. Mahdavian, M. Abdollahi and M. Ashjari, *From Emulsion Polymerization to Nanoemulsions: Concepts and Applications (In Persian)*, 2008.

5- P.A. Lovell and M.S. El-Aasser, *Emulsion Polymerization and Emulsion Polymers*, 1997.

عنوان درس: تخریب و پایدارسازی پلیمرها (PE4009)

تعداد واحد:۳

نوع واحد: نظری، اختیاری

هم‌نیاز: شیمی فیزیک پیشرفته پلیمرها

تعداد ساعت: ۴۸

هدف: معرفی ارتباط ساختار- پایداری پلیمرها، آشنایی با اصول، مکانیسم و سینتیک تخریب پلیمرها در برابر حرارت، اکسیژن، نور و پرتوهای پرانرژی و معرفی اصول و کاربردهای پایدارسازی و تخریب کنترل شده پلیمرها

سرفصل درس:

۹- ارتباط ساختار- پایداری پلیمرها

۱-۱- ساختار مولکولی پلیمرها و عوامل موثر بر پایداری آنها

۱-۲- عوامل محیطی و فرایندی موثر بر تخریب پلیمرها

۱-۳- تغییر خواص ناشی از تخریب پلیمرها

۱-۴- تکنیک‌های رایج مورد استفاده برای مطالعه مکانیسم و سینتیک تخریب و پایدارسازی پلیمرها

۱-۵- پیش‌گویی ماندگاری و عمر پلیمرها در شرایط عادی

۱-۶- بهره برداری مثبت از تخریب پلیمرها

۱۰- تخریب حرارتی پلیمرها

۲-۱- مکانیسم‌های تخریب حرارتی پلیمرها (حذف گروه جانبی، شکست زنجیر، واپلیمریزاسیون، شبکه ای شدن و ...)

۲-۲- روش های بازدارنده یا کند کننده سرعت تخریب حرارتی پلیمرها

۲-۳- انواع پایدارکننده های حرارتی و مکانیسم عملکرد آنها

۲-۴- بررسی مکانیسم و سینتیک واپلیمریزاسیون همدما

۲-۵- روش های تعیین پارامترهای سینتیکی تخریب پلیمرها با استفاده از تکنیک های آنالیز حرارتی

۲-۶- مروری بر مکانیسم تخریب حرارتی برخی از پلیمرها (لاستیک طبیعی، پلی اولفین ها، پلی استایرن، پلی (مت)اکریلاتها، پلی (وینیل کلرید و ...)

۲-۷- پلیمرهای مقاوم در برابر دمای بالا

۲-۸- بازیابی پلیمرها به روش تخریب حرارتی

۲-۹- تخریب حرارتی طی فرآورش پلیمرها

۱۱- تخریب اکسایشی پلیمرها

۳-۱- مکانیسم کلی اکسایش پلیمرها (واکنش های آغاز، انتشار و اختتام)

۳-۲- آنتی اکسیدان ها و مکانیسم عملکرد آنها در پایدار سازی پلیمرها

۳-۳- اکسایش کنترل شده پلیمرها به منظور اصلاح وزن مولکولی و خواص برخی از پلیمرها و مبارزه با آلودگی محیط زیست

۳-۴- تاثیر اکسیژن مولکولی و اتمی و ازن بر پلیمرها

۱۲- تخریب و پایدارسازی نوری و نوری- اکسایشی پلیمرها

۴-۱- اصول کلی فوتوشیمی

۴-۲- واکنشهای اصلی در تخریب نوری پلیمرها (واکنشهای زنجیر جانبی و زنجیر اصلی)

۴-۳- مکانیسم تخریب نوری پلیمرها

۴-۴- پایدارسازی پلیمرها در برابر تخریب نوری

۴-۵- مکانیسم تخریب نوری- اکسایشی هموپلیمرها و کوپلیمرها

۴-۶- مروری بر فوتوشیمی برخی از پلیمرها (پلیمرهای هیدروکربنی، پلیمرهای کتونی، پلی (مت)اکریلاتها، پلی (وینیل استات)، پلی (وینیل کلرید)، پلیمرهای تراکمی و ...)

۴-۷- فوتوفیزیک پلیمرها

۵ - تخریب پلیمرها در مقابل پرتوهای پرانرژی

۵-۱- مقدمه ای بر پرتوکافت (radiolysis) پلیمرها

۵-۲- برهمکنش پرتوی پر انرژی با ماده

۵-۳- تئوری شبکه ای شده و تخریب پلیمرها در مقابل پرتوهای پرانرژی

۵-۴- شناسایی حدواسط ها در پلیمرهای پرتودهی شده و بررسی سینتیک تخریب

۵-۵- اثرات شیمیائی پرتو روی پلیمرهای جامد

۵-۶- خواص مکانیکی پلیمرهای پرتودهی شده

۵-۷- پرتودهی محلول های پلیمری

۶- تخریب و پایدارسازی کنترل شده

۶-۱- تخریب زیستی پلیمرها

۶-۲- زیست تخریب پذیری پلیمرها

۶-۳- تخریب پلیمرها در برابر عوامل محیطی

۶-۴- پلیمرهای پزشکی و واکنشگرهای تشخیصی
۶-۵- رهایش کنترل شده دارو از پلیمرها
۶-۶- پلیمرهای تخریب پذیر با نور

منابع و ماخذ:

1- N. S. Allen, M. Edge, *Fundamentals of Polymer Degradation and Stabilisation*, Elsevier Applied Science, (1992)

2- S. Halim Hamid, *Handbook of Polymer Degradation*, 2th Edition, Marcel Dekker, Inc., (2000)

عنوان درس: طراحی و معماری ماکرومولکولی PE4750

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری، اصلی

پیش‌نیاز: شیمی پلیمر (کارشناسی)، شیمی فیزیک پلیمرها (کارشناسی)

تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس:

- آشنایی با روش‌های رایج و نوین سنتز برای طراحی پلیمرها (ماکرومولکول‌ها/ درشت‌مولکول‌ها) با (ریز)ساختارهای معماری و مهندسی شده
- ارتباط ساختار با خواص پلیمرها

سرفصل درس:

۱) مقدمه‌ای بر طراحی و سنتز پلیمرها/ ماکرومولکول‌ها
- مقدمه‌ای بر جنبه‌های معماری ماکرومولکولی: توپولوژی، ترکیب شیمیایی و عاملیت، پلیمرها و نانواشیا با اشکال کنترل شده
- ارتباط ساختار- خواص پلیمرها
- اهمیت و ضرورت طراحی و سنتز پلیمرها با (ریز)ساختارهای کنترل شده

۲) طراحی و سنتز پلیمرها با توپولوژی مشخص
- سنتز و خواص پلیمرهای ماکروسیکلی
- پلیمرهای با ساختارهای ستاره‌ای: سنتز و خواص
- دندریمرها (درخت‌سان‌ها): سنتز و خواص
- پلیمرهای پرشاخه (Hyperbranched): روش‌های سنتز، خواص و معماری‌های پلیمری پیچیده
- برس‌های مولکولی (Molecular brushes)
- برس‌های پلیمری کروی
- شبکه‌های الگو و هم‌شبکه‌های (co-network) عاملدار
- نانوژل‌ها و میکروژل‌های پلیمری

۳) طراحی و سنتز پلیمرها با ترکیب شیمیائی و عاملیت مشخص
- عاملدار کردن کنترل شده انتهای زنجیرها (شامل تلکلیک‌ها، Telechelics)
- روشهای نوین و کارامد سنتز ماکرومولکول‌های عاملدار
- ترکیب شیمیائی کنترل شده: کوپلیمرهای آماری، گرادیانی و متناوبی

- طراحی کوپلیمرهای قطعه‌ای well defined
- کوپلیمرهای پیوندی و هموپلیمرهای شانه‌ای شکل
- پلیمرهای هیبریدی بیولوژیک-سنتزی
- پلیمرهای سوپرامولکولی (supramolecular polymers) دینامیک
- پلی‌اولفین‌های عاملدار: سنتز و خواص
- شیمی کلیک در طراحی پلیمرهای عاملدار

۴) پلیمرها و نانواشیای با اشکال کنترل شده
- پلیمرهای کایرال با ساختار فضایی کنترل شده
- طراحی وابسته به صورتبندی کوپلیمرهای عاملدار سنتزی
- کوپلیمرهای سخت- منعطف و میله- کویل
- نانواشیای منفرد حاصل از چینش سلسله مراتبی (Hierarchical assembly) قطعات ساختمانی پلیمر
- سنتز و خودچینش (self-assembly) پلیمرهای سوپرامولکولی (supramolecular) از طریق پیوندهای هیدروژنی
- نانوساختارهای پلیمری عاملدار تهیه شده به روش خود چینش
- پلیمرهای پاسخگوی سنتز شده با طراحی مولکولی

مراجع:

References:

1. Macromolecular Architectures and Soft Nano-Objects (Volume 6) in: "Polymer Science: A Comprehensive Reference", Matyjaszewski and Muller, Editors, vol. 6, 2012, Elsevier.

2. "Complex Macromolecular Architectures: Synthesis, Characterization, and Self-Assembly", by: Hadjichristidis, Hirao, Tezuka and Du Prez 2011, Wiley.

3. "Principles of Polymer Design and Synthesis", by: Su, 2013, Springer.

عنوان درس: خواص مهندسی پلیمرها (PE4002)

تعداد واحد:۳

نوع واحد: نظری، اختیاری

هم‌نیاز: کاربرد ریاضیات پیشرفته در مهندسی پلیمر

تعداد ساعت: ۴۸

هدف: معرفی خواص مهندسی پلیمرها و کامپوزیت‌های پلیمری با تاکید بر خواص مکانیکی آنها از طریق درک مفاهیم تنش و کرنش، معادلات مشخصه مواد الاستیک/ ویسکوالاستیک/پلاستیک، و سازوکارهای استحکامی و شکست این مواد

سرفصل درس:

۱-مقدمه:

۱،۱-تعریف پلیمرهای جامد و خواص آنها

۱،۲-نظریه محیط های پیوسته و مروری بر تنسورها

۲-تنش و کرنش در یک محیط پیوسته:

۲،۱-حرکت و تغییر شکل در محیط پیوسته از دیدگاه لاگرانژی و اویلری

۲،۲-تغییر شکل‌های کوچک و تنسورهای تغییر شکل و کرنش

۲،۳-قانون تجزیه قطبی و تنسورهای تغییر شکل بزرگ کوشی، فینگر و کرنش‌های لاگرانژی و اویلری

۲،۴-نیروهای داخلی در محیط پیوسته و مفهوم تنش

۲،۵- تنسورهای تنش کوشی و پیولا-کرکوف (Piola-Kirchhoff)

۳-معادلات حالت برای مواد الاستیک جامد:

۳،۱-جامدات الاستیک، همسانگرد (ایزوتروپیک)، و خطی

۳،۲-جامدات الاستیک و همسانگرد (ایزوتروپیک) تحت تغییر شکل‌های بزرگ

۳،۳-توابع انرژی کرنشی و روابط تنش-کرنش غیر خطی

۳،۴-مثال هایی از روابط تنش-کرنش غیر خطی در پلیمرهای غیر قابل تراکم

۴-خواص ویسکوالاستیک پلیمرهای جامد:

۴،۱-رفتار ویسکوالاستیک گذرا (خزش و آسودگی از تنش)

۲،۴-رفتار ویسکولاستیک شبه پایدار (رفتار دینامیکی-مکانیکی)
۳،۴-مدل های ویسکوالاستیک خطی و اصل برهمنهش بولتزمن
۴،۴-رفتار ویسکوالاستیک غیر خطی در کامپوزیت های پلیمری
۵،۴-اصل برهمنهش زمان و درجه حرارت

۵-رفتار پلاستیک پلیمرها:

۱،۵-رفتار تسلیم در مواد پلاستیک و معیارهای تسلیم ترسکا (Tresca) و وان- میسس (Von-Mises)
۲،۵-رفتار تسلیم در پلیمرها: اثر فشار هیدرواستاتیک و غیرهمگرایی
۳،۵-مقدمه‌ای بر معادلات حالت برای پلاستیک ها: پلاستیک ایده‌ال (Levy-Mises)، الاستوپلاستیک (Prandtal-Reuss)، پلاستیک واقعی (Hencky)

۶-رفتار شکست پلیمرها:

۱،۶-مکانیک شکست خطی و نظریه گریفیت (Griffith)
۲،۶-تحلیل تعیین نرخ انرژی آزاد شده کرنشی در شکست
۳،۶-تحلیل فاکتور شدت تنش در شکست
۴،۶-اندازه‌گیری انرژی پارگی و استحکام پارگی در پلیمرها

۷-مقاومت به ضربه و خستگی در پلیمرها:

۱،۷-مقاومت به ضربه در پلیمرها
۲،۷-مقاومت به خستگی تحت بارهای دینامیکی و حرارتی
۳،۷-معادلات رشد ترک در خستگی مکانیکی

۸- خواص الکتریکی و نوری پلیمرها

۱،۸- خواص الکتریکی
۲،۸- خواص نوری

منابع و ماخذ:

1. I.M. Ward, J. Sweeney, *An Introduction to Mechanical Properties of Solid Polymers*, 3nd Ed., JohnWiley & Sons, Ltd. (2010)

عنوان درس: بیوکامپوزیت‌های لاستیکی PE4908

تعداد واحد:۳

نوع واحد: عملی

پیش‌نیاز: ندارد

تعداد ساعت: ۴۸

هدف: آشنایی با مبانی طراحی زیستی الاستومرها؛ حصول زیست‌سازگاری، زیست تخریب‌پذیری و مصرف چرخه‌ای آن‌ها

۱- توسعه پایدار و تاثیر مواد پلیمری بر محیط زیست، مدیریت پسماندهای پلیمری، جریان ضایعات پلیمری در طبیعت، چرخه بازگشت و بازیافت

۲- طراحی سبز اجزای مورد استفاده در آمیزه‌های لاستیکی: روغن‌ها، الاستومرها و تقویت‌کننده‌های با منشا زیستی

۳- کاربردهای زیست‌پزشکی آلیاژها و کامپوزیت‌های لاستیکی: معرفی مبانی زیست‌سازگاری، آزمون‌ها و کاربرد الاستومرها

۴- ارتباط ساختار-خواص در کامپوزیت‌های چوب-لاستیک

1. Azapagic, A., A. Emsley, and I. Hamerton, *Polymers: The Environment and Sustainable Development*. 2007: Wiley.
2. Wool, R. and X.S. Sun, *Bio-Based Polymers and Composites*. 2011: Elsevier Science.
3. Visakh, P.M., et al., *Advances in Elastomers II: Composites and Nanocomposites*. 2013: Springer Berlin Heidelberg.

فصل چهارم

سرفصل دروس دکتری

عنوان درس: پدیده‌های انتقال در سیستم‌های پلیمری (PE6000)

تعداد واحد:۳

نوع واحد: نظری، اصلی

پیشنیاز: ندارد

تعداد ساعت: ۴۸

رئوس مطالب:

۱-مبانی مکانیک محیط پیوسته

۲- نتقال جرم در سیستم‌های پلیمری

۳- انتقال حرارت در سیستم‌های پلیمری

۴- مکانیک سیالات غیرنیوتنی

۵- تئوری انتقال جامدات

۶- استفاده از تانسورها در پدیده‌های انتقال

۷- کاربرد در سیستم‌های پلیمری

منابع اصلی:

1- J. Welty, C. E. Wicks, G. L. Rorrer, R. E. Wilson, Fundamentals of Momentum, Heat and Mass Transfer, 5nd Edition, Wiley, 2008.

2- T. L. Bergman, A. S. Lavine, F. P. Incropera, D. P. DeWitt, Fundamentals of Heat and Mass Transfer, Wiley, 2011

3- R. B. Bird, W. E. Stewart, E. N. Lightfoot, Transport Phenomena, 2nd Edition, Wiley, 2001

عنوان درس: ترمودینامیک محلول های پلیمری (PE6005)

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری، اصلی

پیشنیاز: ندارد

تعداد ساعت: ۴۸

هدف: تبیین و پیش بینی رفتار ترمودینامیکی، دستیابی به نمودارهای فازی معتبر و جدائی فازی منجر به تحول مورفولوژیکی سامانه های پلیمری

فصل اول: مباحث نظری و توسعه فنآوری با پلیمرها

فصل دوم: غیر ایده آل بودن سیالات پیچیده (ماده نرم): نقطه نظرات شیمیائی، شبه شیمیائی و فیزیکی

فصل سوم: مدلسازی سیالات پیچیده: ۳-۱ مدلهای دو حالتی، ۳- ۲ مدل محلول منظم تراکم پذیر، ۳-۳ نظریه سیال خوشه ای، ۳- ۴ تمایز در اشغال حجم آزاد، ۳- ۵ برهم کنش های بین مولکولی و سازگاری، و ۳-۶ نظریه های اغتشاش ترمودینامیکی

فصل چهارم: نمودار فازی سیالات پیچیده: ۴- ۱ پیش بینی های نظری و نتایج تجربی، ۴- ۲ سازگاری و همزیستی فازی، ۴- ۳ معادلات حالت و نتایج تجربی

فصل پنجم: جدائی فازی در سیالات پیچیده: ۵- ۱ جدائی فازی ویسکوالاستیک، ۵-۲ شیوه های تحول چند مرحله ای

فصل ششم: تعامل ترمودینامیک توده و سطح: تغلیظ سطحی و ترمودینامیک توده

فصل هفتم: میدان های خارجی و ترمودینامیک سیالات پیچیده: جدائی فازی القائی با میدان های تنش، میدان های الکتریکی

References

1. V. J. Klenin, Thermodynamics of Systems Containing Flexible-Chain Polymers, Elsevier, Amsterdam, 1999.

2. R. Koningsveld, W. H. Stockmayer and E. Nies, Polymer Phase Diagrams, Oxford University Press, New York, 2001.

3. T. Teraoka, Polymer Solutions: an Introduction to Physical Properties, John Wiley, New York, 2002.

4. P. G. deGennes, Scaling Concepts in Polymer Physics, Cornell University Press, Ithaca, 1991.

5. G. H. Fredrickson; the Equilibrium Theory of Inhomogeneous Polymers, Clarendon Press: Oxford, U. K., 2006.

6. Over 60,000 annually published papers in different aspects of polymer science.

7. G. H. Fredrickson, "The Equilibrium Theory of Inhomogeneous Polymers, Clarendon Press, Oxford, 2006.

8. L. A. Utracki and A. M. Jamieson, "Polymer Physics: From Suspensions to Nanocomposites and Beyond", Wiley, New York, 2010.

عنوان درس: مهندسی واکنش های پلیمریزاسیون (PE6007)

تعداد واحد: ۳

نوع واحـــد: نظری

پیشنیـــــاز: مهندسی پلیمریزاسیون (دوره کارشناسی)

اهداف:

سرفصل درس: (۴۸ ساعت)

۱- مهندسی و معماری مولکولی در محیط‌های همگن و ناهمگن در واکنش‌های پلیمریزاسیون

۲- مهندسی اختلاط در واکنش‌های پلیمریزاسیون

۳- مدل سازی پلیمریزاسیون‌های توده‌ای

۴- مدل سازی پلیمریزاسیون‌های محلولی

۵- معماری عوامل فعال سطحی

۶- مدل سازی پلیمریزاسیون‌های تعلیقی

پلیمریزاسیون تعلیقی مرواریدی، پلیمریزاسیون تعلیقی پودری- رسوبی، پلیمریزاسیون تعلیقی توده‌ای، نقش مکانیک سیالات در پلیمریزاسیون‌های تعلیقی، رفتار ذرات در پلیمریزاسیون تعلیقی، نقش عوامل فعال سطحی در پلیمریزاسیون های تعلیقی، سینتیک و روش‌های شبیه‌سازی سینتیکی ، بزرگ‌سازی مقیاس.

۷- مدل سازی پلیمریزاسیون‌های امولسیونی

غلظت بحرانی مایسل، تغییر رفتار محلول‌ها در CMC، اثر دما بر CMC، تأثیر الکترولیت بر CMC، مایسل‌ها، شکل فضایی مایسل‌ها، شکل مایسل‌ها، مایسلهای وارون، تراکم بحرانی، تأثیر هندسه عوامل فعال سطحی بر شکل مایسل، شکل‌گیری مایسل ها، حل شدن مواد غیرقطبی در مایسل ها، خواص مایسل ها، عوامل مؤثر بر تشکیل مایسل و CMC، ترمودینامیک تشکیل مایسل ها، سینتیک تشکیل مایسل ها، نیروی محرک تشکیل مایسل، اندازه ذرات در پلیمریزاسیون های امولسیونی، اختلافات

اساسی پلیمریزاسیون‌های تعلیقی و امولسیونی، لاتکس های پلیمری، کلوییدهای پلیمری، مکانیسم‌های تشکیل ذره، پلیمریزاسیون‌های مینی‌امولسیونی، پلیمریزاسیون میکروامولسیونی، پلیمریزاسیون‌های امولسیونی پیکرینگ، پلیمریزاسیون امولسیونی تولید نانوکامپوزیت‌های پلیمری به روش پلیمریزاسیون درجا، پلیمریزاسیون امولسیونی وارون، پلیمریزاسیون امولسیونی دانه‌دار، پلیمریزاسیون‌های امولسیونی بدون استفاده از عوامل فعال سطحی، عوامل مختلف مؤثر بر کنترل اندازه ذره در پلیمریزاسیون‌های امولسیونی، تئوریهای موجود مرتبط با مکانیسم پلیمریزاسیون امولسیونی، مکانیسم هارکینز و تئوری اسمیت- اوارت، سینتیک واکنش، درجه تبدیل، توزیع وزن مولکولی،کوپلیمریزاسیون‌های امولسیونی، فرآیندهای پلیمریزاسیون امولسیونی، نمونه‌های صنعتی پلیمریزاسیون های امولسیونی.

۸- مدلسازی کوپلیمریزاسیون‌های امولسیونی هسته-پوسته

بررسی مباحث ترمودینامیکی و مباحث سینتیکی، تأثیر عوامل فرآیند پلیمریزاسیون در کنترل مورفولوژی ذره، اثرات سازگاری و آب‌دوستی پلیمر و مونومر و تنش بین سطحی پلیمر- مونومر، تغییر آب‌دوستی سطح ذره، واکنش کوپلیمریزاسیون با افزایش تحرک پلیمر، واکنش کوپلیمریزاسیون در دمای پایین، ذرات چندلایه، نمونه‌های صنعتی از کوپلیمریزاسیون‌های هسته-پوسته.

۹- مدلسازی کوپلیمریزاسیون‌های امولسیونی هسته-پوسته با شبکه‌های درهم‌نفوذکرده پلیمری

۱۰- خواص فازی امولسیون‌ها

۱۱-مدل سازی پلیمریزاسیون در سامانه‌های ناهمگن وارون

۱۲- مدل سازی پلیمریزاسیون‌های رسوبی

پلیمریزاسیون های توده‌ای- رسوبی، پلیمریزاسیون های محلولی- رسوبی، پلیمریزاسیون های تعلیقی- رسوبی، مراحل پلیمریزاسیون های رسوبی، اختلاف مکانیسم پلیمریزاسیون های رسوبی با مکانیسم دیگر انواع پلیمریزاسیون‌ها، تئوری انسداد،کوپلیمریزاسیون با رادیکال‌های زنده، پلیمریزاسیون‌های مرحله‌ای رسوبی، مکانیسم و سینتیک پلیمریزاسیون های محلولی- رسوبی، توسعه مدل سینتیکی، وزن مولکولی و توزیع آن.

۱۳- مدل سازی پلیمریزاسیون‌های پراکنشی

عوامل فعال سطحی در پلیمریزاسیون‌های پراکنشی، پایدارسازی ذرات پلیمری در سامانه‌های غیرآبی، شرایط پایدارسازی، مکانیسم پلیمریزاسیون پراکنشی غیرآبی، هسته‌سازی و رشد، سینتیک واکنش، محاسبه تغییرات غلظت مونومر در سامانه، محاسبه تغییرات غلظت پلیمر در سامانه.

مراجع:

۱. مبانی مهندسی پلیمریزاسیون جلد سوم "**روشهای پلیمریزاسیون**"، وحید حدادی اصل، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر؛۱۳۹۱

2. P. A. Lovel & M. S. El-Aassr, Emulsion Polymerization and Emulsion Polymers, John Wiley & Sons, (1997).
3. T. Meyer & J. Keurentjes, Handbook of Polymer Reaction Engineering, Wiley-VCH, (2005).

عنوان درس: روش‌های نوین آنالیز پلیمرها PE6008

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیش‌نیاز: هویت‌شناسی پیشرفته پلیمرها (کارشناسی ارشد)

سرفصل درس (۴۸ ساعت):

هدف: آشنایی با روش‌های نوین شناسایی و آنالیز مواد پلیمری

۱. شناسایی ریزساختار پلی‌الفین‌ها (پلی اتیلن و پلی پروپیلن: انواع گریدها)

۱-۱. مقدمه‌ای بر شستشوی جزء به جزء با افزایش دما (TREF)

۱-۲. عملکرد و مشخصه‌های TREF

۱-۳. کاربردهای TREF

۱-۳-۱. ریزساختار پلیمر و کاتالیست پلیمریزاسیون

۱-۳-۲. آنالیز TREF و GPC کوپل شده

۱-۴. سایر فنون

۱-۴-۱. جزء به جزء کردن بر مبنای بلوری شدن (Crystaf)

۱-۴-۲. گرماسنجی پویشی تفاضلی (DSC)

۱-۴-۳. DSC با دمای مدوله شده (Modulated Temperature)

۲. پراکنش نور ایستا (SLS) و پویا (DLS)

۲-۱. مقدمه‌ای بر پراکنش نور

۲-۲. روابط پراکنش ایستا و پویا

۲-۳. روش‌های تجربی

۲-۴. آنالیز داده‌ها در پراکنش ایستا و پویا

۲-۵. مثالها و کاربردها

۲-۵-۱. پراکنش ایستا و کروماتوگرافی ژل تراوایی (SLS/GPC)

۲-۵-۲. برهمکنش‌ها و تجمعات بین مولکولی (Intermolecular Association)

۲-۵-۳. پراکنش در گونه‌های باردار

۳. تشدید مغناطیسی هسته (NMR) پلیمرها در محلول

۳-۱. آنالیز گروه انتهایی

۳-۱-۱. پلیمرهای پرشاخه (Hyperbranched): شناسایی نسلهای مختلف و موقعیت گروههای عاملی انتهایی

۳-۲. دیمری شدن و الیگومری شدن

۳-۳. دیمری شدن اکریلیک اسید

۳-۴. الیگومری شدن استایرن و متیل متاکریلات

۳-۵. ریزساختار پلیمرها: مثالهای موردی

۳-۵-۱. افزایش سر به دم در برابر سر به سر و دم به دم

۳-۵-۲. مکان‌گزینی (Regioselectivity) در پلیمرها

۳-۵-۳. فضاگزینی (Stereoselectivity) (نظم فضایی) در پلیمرها

۳-۵-۴. ایزومری شدن در زنجیرهای پلیمری دی‌ان

۳-۵-۵. پلیمرهای وینیلی با زنجیرهای جانبی فعال نوری

۳-۵-۶. پلیمرهایی با مراکز نامتقارن در زنجیر اصلی

۳-۵-۷. شاخه‌ای شدن و شبکه‌ای شدن

۳-۵-۸. توزیع توالی کومونومرها (توزیع ترکیب شیمیائی) در کوپلیمرها

۳-۵-۹. انواع دیگری از ایزومری شدن‌ها

۳-۶. ساختار پلیمرها در محلول

۳-۶-۱. صورتبندی (conformation) زنجیر

۳-۶-۲. تجمع بین مولکولی پلیمرها

۴. تشدید مغناطیسی هسته (NMR) حالت جامد و دینامیک پلیمرها

۴-۱. مقدمه ای بر NMR حالت جامد

۴-۲. دینامیک پلیمرها در محلول

۴-۲-۱. مدلسازی دینامیک مولکولی پلیمرها

۴-۲-۲. مشاهده آسایش پلیمر در محلول

۴-۳. دینامیک پلیمر در حالت جامد

۴-۳-۱. مقدمه

۴-۳-۲. دینامیک پلیمرهای شبه‌بلورین

۴-۳-۳. دینامیک پلیمرهای بی‌شکل

۴-۳-۴. دینامیک آمیزه‌های پلیمری

۴-۳-۵. دینامیک سامانه‌های پلیمری چندفازی

۵. طیف سنجی دی الکتریک (Dielectric spectroscopy) و دینامیک پلیمرها

۵-۱. مبانی نظری

۵-۱-۱. قطبش جهت‌یافته در میدان الکتریکی ایستا

۵-۱-۲. میدان الکتریکی متناوب

۵-۱-۳. توابع توزیع زمان‌های آسایش

۵-۱-۴. سهم و مشارکت هدایت

۵-۲. تحلیل طیف‌های دی‌الکتریک

۵-۳. پیشرفت‌های اخیر در حوزه دی‌الکتریک‌ها

۵-۳-۱. فشار و منشا انتقال شیشه‌ای

۵-۳-۲. مقیاس‌بندی ترمودینامیکی دینامیک مولکولی در سیستم‌های گرانرو

۵-۳-۳. نقش حجم مونومر و packing موضعی بر دینامیک انتقال شیشه‌ای

۵-۳-۴. دینامیک تحت confinement

۵-۳-۵. طیف‌سنجی نانودی‌الکتریک با میکروسکوپی میدان الکتریکی

۵-۳-۶. دینامیک پلی‌پپتید

مراجع

1- R. A. Petrick and J. V. Dawkins, Modern Techniques for Polymer Characterization, John Wiley and Sons, 1999.

2- Frank A. Bovey and Peter A. Mirau, NMR of Polymers, Academic Press, 1996.

3- G. Floudas, Dielectric Spectroscopy, in: Polymer Science: A Comprehensive Reference, Volume 2, 2012.

4- T.R. Crompton, Introduction to Polymer Analysis, Smithers Rapra, 2009.

عنوان درس: روش های اصلاح پلیمرها PE6009

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد

هدف: تبیین جنبه های علمی، فنی و اقتصادی اهمیت و لزوم اصلاح توده و سطح پلیمرها و ارائه راهکارهای اصلاح پلیمرها در زمینه ها و کاربردهای مختلف

۱.مقدمه

۱-۱.ضرورت اصلاح پلیمرهای موجود در کنار سنتز پلیمرهای جدید

۱-۲.جنبه های عمومی اصلاح پلیمرها

۲.پیوند زنی

۲-۱.پیوند زنی رادیکال آزاد و یونی

۲-۲. پیوند زنی تحت تابش های پرانرژی

۲-۳. پیوند زنی نوری-شیمیایی

۲-۴. پیوند زنیآنزیمی

۳.اصلاحات پسا-پلیمریزاسیونی (Post-polymerization modification)

۳-۱.پلی اولفینها

۳-۲. پلی ساکاریدها

۳-۳. برس های پلیمری (polymer brushes)

۴.اصلاح بیولوژیکی

۴-۱.جنبه های ویژه اصلاح بیولوژیکی

۴-۲.درگیرسازی مولکول ها با سطح زیست مولکول ها (PEGylation)

۴-۳.تثبیت ترکیبات فعال زیستی بر سطح

۵.فرایند تبادل یونی

۵-۱.ساختار، سنتز و ویژگی های عمومی تبادل کننده هایونی

۵-۲.غشاهای تبادل یونی

۵-۳.تهیه و استفاده از تبادل کننده هایونی درکاتالیز نمودن واکنش ها

۶.اصلاح سطح

۶-۱.پدیده های سطحی (انرژی سطحی، زاویه تماس، مرطوب شوندگی و...)

۶-۲.روش های شیمیایی اصلاح سطح

۶-۳.روش های فیزیکی اصلاح سطح

۷.تحلیل کمی و کیفی اصلاح پلیمرها

۷-۱.روش های میکروسکوپی

۷-۲.روش های اسپکتروسکوپی

References:

1. Polymer Modification: Principles, Techniques, and Applications,J. Meister, Taylor & Francis, *2000.*

2. Functional Polymers by Post-Polymerization Modification: Concepts, Guidelines, and Applications,Theato, Patrick, Klok, Harm-Anton, Eds., Wiley, *2012.*

3. Polymer Surface Modification and Characterization, C. M. Chan, Hanser Publishers, *1994.*

4. Biomaterials Science: An Introduction to Materials in Medicine, B. D. Ratner,

A. S. Hoffman, F. J. Schoen, J. Lemons, Eds., Elsevier, *2004.*

5. Ion Exchange Technology: Theory and Materials, Inamuddin, M. Luqman, Eds., Springer, *2012.*

6.Physics and Chemistry of Interfaces, H. Butt, K. Graf, M. Kappl, Wiley, *2003.*

عنوان درس: چسبندگی PE6010

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیش‌نیاز: پیش نیاز ندارد- گذراندن شیمی فیزیک پیشرفته سطح در مقطع ارشد رشته رنگ توصیه می شود

تعداد ساعت: ۴۸ ساعت

هدف: آشنائی دانشجویان به مباحث دیدگاهی و مکانیزم های چسبندگی و عوامل تاثیر گذار بر اتصالات و نحوه اندازه گیری آنها

سرفصل:

۱- مقدمه ای بر مفاهیم چسبندگی ، چسباکی ، و حوزه کاربردی درس- تعاریف اولیه و اصطلاحات
۲- کاربردهای متنوع چسبندگی در علوم و فنون مختلف و جایگاه درس در رشته پلیمر و رنگ
۳- شرایط و چگونگی رخداد چسبندگی از دیدگاه سینتیکی و ترمودینامیکی – قوانین حاکم بر هر دیدگاه
۴- دیدگاههای مختلف در چسبندگی . شیمی سطح زمینه . مکانیک و خواص ویسکوالاستیک جامدات .
۵- نیروی چسبندگی . کار چسبندگی. استحکام چسبندگی – معادلات ریاضی تعیین کار چسبندگی
۶- مکانیزم ها و تئوریهای مختلف در ارتباط با چسبندگی
۷- مکانیزم ترمودینامیکی چسبندگی و تئوری تر شوندگی- تاثیر عوامل مختلف- زاویه تماس و نحوه بدست اوردن کار ترمودینامیکی چسبندگی از طریق تئوریهای ریاضی تک و دوپارامتری
۸- . مکانیزم چسبندگی الکتروستاتیکی . تئوری DLVO و لایه دوگانه الکتریکی . مدل دریاگوین- معادله تعیین استحکام چسبندگی از طریق مدل صفحه خازن
۹- تئوری لایه مرزی ضعیف و دیدگاه فاز مشترک - اشکالات و نقاط قوت و ضعف تئوری – مصادیق لایه مرزی ضعیف- تئوری بیکرمن
۱۰ تئوری پیوندهای شیمیایی و اتصالات پیوندی قوی ، مواد تقویت کننده چسبندگی سیلانی و تیتاناتی
۱۱ چسبندگی از دیدگاه زمینه (Adherend) . درگیری مکانیکی. ناهمواری سطح . سطوح فرکتالی . روشها ی آماده سازی سطوح مختلف- معادلات ونزل و کیسی- بکستر -
۱۲ چسبندگی از دیدگاه مواد adhesive . شیمی چسب ها . مکانیزم عمل ، خواص ، مشخصات مولکولی ، پارامترهای تاثیرگذار
۱۳- تاثیر عوامل محیطی بر روی چسبندگی، پایداری اتصالات چسبی- ارتباط چسبندگی با سایر خواص فیزیکی و مکانیکی ، جوی
۱۴- خواص مکانیکی در ارتباط با چسبندگی ، استحکام چسبندگی ، رابطه خواص فیزیکی و مکانیکی، تابع اتلاف، روشهای ثبت استحکام چسبندگی، انالیز شکست و رشد ترک
۱۵- چسبندگی خود به خود ، نفوذ متقابل ، چسبندگی به مواد دیگر، تاثیر عوامل وزن مولکولی، زمان ، رئولوژی- تئوریهای نفوذ- معادلات ریاضی تعیین استحکام چسبندگی از طریق نفوذ- اسودگی زنجیر و وابستگی به وزن مولکولی و زمان
۱۶- اندازه گیری چسبندگی (کمی و کیفی) ، دستگاهی ،کوتاه مدت و بلند مدت
۱۷- چسبندگی در مقیاس نانو و مولکولی، تخمین چسبندگی پلیمر های جامد ، استراتژی های نیمه تجربی برای پیشگویی چسبندگی، چسبندگی ذرات به یکدیگر

مراجع

1- Adhesion Promotion Techniques : Technological applications, K.L. Mittal, A. Pizzi, 1999
2- Adhesion and Adhesive Technology: an introduction, Alphonsus V. Pocius, 2002
3- ADHESION SCIENCE AND ENGINEERING I , editedby D.A. Dillard and A.V. Pocius, , THE MECHANICS OF ADHESION, - 2002, Elsevier
4- ADHESION SCIENCE AND ENGINEERING – II, SURFACES, CHEMISTRY AND APPLICATIONS, Edited by M. Chaudhary and A.V. Pocius, 2002, Elsevier
5- Handbook of Adhesion Second Edition, D. E. Packham, Wiley, 2005
6-Handbook of Adhesive and Sealants, Edward M. Petrie, 2000

7- Polymer Adhesion: Physico-chemical Principles,V.L. Vakula, L.M. Prytkin , 1991
8- Physical Chemistry of Adhesion, D.H. Kaelble, 1971
9- Adhesion of Polymers, R.A. Veselovsky, V. N. Kestelman, 2002
10- Polymer Adhesion: Physico-chemical Principles,V.L. Vakula, L.M. Prytkin , 1991
11- Physical Chemistry of Adhesion, D.H. Kaelble, 1971
12- Adhesion of Polymers, R.A. Veselovsky, V. N. Kestelman, 2002

عنوان درس: کنترل خوردگی PE6012

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیش‌نیاز: مهندسی خوردگی پیشرفته

تعداد ساعت: ۴۸ ساعت

هدف: آشنائی با روشهای کنترل کننده خوردگی در صنایع شامل بازدارنده های خوردگی، پوششهای آلی، حفاظت آندی و حفاظت کاتدی، ایزوترمهای جذب و تاثیرات حفاظت کاتدی بر روی پوششهای آلی و پدیده جدایش کاتدی

۱- **بازدارنده های خوردگی و پوششهای آلی**

انواع مختلف خوردگی و مکانیزمهای عملکردی، شیمی فیزیک فلز، پلاریزاسیون و روشهای اندازه گیری سرعتهای خوردگی شامل برون یابی تافل، مقاومت پلاریزاسیون خطی و معادله باتلر والمر، مقایسه روشهای ارزیابی سرعت خوردگی با یکدیگر، بازدارنده های متفاوت خوردگی شامل آندی، کاتدی ، مخلوط و سازگار با محیط زیست، بررسی مکانیزمهای عملکردی بازدارنده ها و راندمان بازدارندگی، چگونگی ایجاد مدل جذب و ارزیابی مدلهای جذب متفاوت، پارامترهای قابل حصول از مدلهای جذب، بازدارنده های طبیعی و مصنوعی در محیط های خورنده مختلف، بررسی رفتار نمودارهای پلاریزاسیون در حضور بازدارنده های خوردگی، دیسپرسیون بازدارنده های خوردگی و پیگمنتهای ضد خوردگی درپوششهای آلی و بررسی مکانیزم آنها، تاثیر طراحی مهندسی سازه بر روی فرایند خوردگی

۲- **حفاظت آندیک**

نمودار پلاریزاسیون و پدیده روئین شدن فلزات، پدیده خوردگی موضعی، مکانیزم عملکرد، طراحی مدل حفاظتی و پارامترهای تاثیر گذار برای این روش حفاظتی

۳- **حفاظت کاتدیک**

مکانیزم با توجه به نمودارهای ترمودینامیکی و سینتیکی پلاریزاسیون، انواع روشهای حفاظت(آندهای فداشونده و اعمال جریان الکتریکی)، تشریح عملکرد هر کدام از روشها با استفاده از آند فدا شونده و اعمال جریان الکتریکی، راندمان آندهای فدا شونده، طراحی و محاسبه مدل حفاظتی بر اساس معیارها و پارامترهای تاثیرگذار، خوردگی جریانهای سرگردان ناشی از تلاقی میدانهای الکتریکی با یکدیگر ، حفاظت کاتدی به همراه پوششهای آلی، پدیده جدایش کاتدیک (مکانیزم و پارامترهای تاثیر گذار)

1- V.S.Sastri, Green Corrosion Inhibitors: theory and practice, Published by John Wiley & Sons, 2011
2- Philip A.Schweitzer, Paint and Coatings(Application and Corrosion Resistance), Published by Taylor & Francis group, 2006
3- W.Plieth, Electrochemistry for Materials Science ،Published by Elsevier, 2008
4- A.W.Peabody, Control of Pipeline Corrosion, Published by NACE International; The Corrosion Society, 2001
5- Pierre R.Roberge, "Corosion Engineering (Principles and Practice)", McGraw-Hill,2008

عنوان درس: مکانیک محیط های پیوسته PE6013

تعداد واحد:۳

نوع واحد: نظری، اصلی

پیشنیاز: ندارد

تعداد ساعت: ۴۸

هدف:

- ارایه نظریه های اصلی مکانیک محیط پیوسته مورد نیاز در دیگر دروس اصلی دوره دکتری مهندسی پلیمر
- معرفی و تبیین روابط تنش و کرنش خطی و غیر خطی
- معرفی و تبیین مبانی معادلات اساسی ویسکوز، الاستیک و ویسکوالاستیک خطی و غیر خطی

سرفصل درس:

۱- مقدمه:

۱-۱-تعریف محاسبات اندیسی

۱-۲-ریاضیات برداری بر پایه اندیس

۱-۳- تعریف پروژه‌ها ویسکوالاستیک غیرخطی

۲- کرنش:

۲-۱-تعریف مختصات اویلری

۲-۲- تعریف مختصات لاگرانژی

۲-۳- تعریف مختصات غیر خطی

۳- تنش:

۳-۱-تعریف مختصات اویلری

۳-۲- تعریف مختصات لاگرانژی

۳-۳- تعریف مختصات غیر خطی

۴- کار و انرژی:

۴-۱- قانون اول و دوم ترمودینامیک

۴-۲- کار

۴-۳- جایگاه بازگشت‌پذیری

۴-۴- انتروپی

۵- الاستیسیته:

۵-۱-رابطه کار با انرژی برگشت‌پذیر

۵-۲- حالت کلی معادله الاستیک

۵-۳- حالات خاص کامپوزیت‌ها

۶- مواد غیر الاستیک:

۶-۱-رابطه کار با انرژی برگشت‌ناپذیر

۶-۲- تعاریف در مختصات اویلری

۶-۳- تعاریف در مختصات لاگرانژی

۶-۴- تعریف مختصات غیر خطی

۶-۵- تبدیل معادلات دیفرانسلی به انتگرالی

۷- ارایه پروژه‌ها:

۷-۱- ارایه مبانی مکانیک آماری

۷-۲- معادلات اساسی ملکولی و مقایسه آنها با مبانی محیط های پیوسته

منابع و ماخذ:

1- Continuum Mechanics, T. J. Chung, Prentice-Hall, 1988.
2- Computational Continuum Mechanics, A.A. Shabana, Cambridge Univ. Press, 2008.
3- Dynamics of Polymeric Liquids Vol.1&2, R.B. Bird, C.F. Curtiss, R.C. Armstrong, O. Hassager, John Wiley and sons, 1987.
4- RHEOLOGY Principles, Measurements, and Applications, C.W. Macosko, John Wiley and sons, 1987.
5- Ahmed A. Shabana, Computational Continuum Mechanics (3rd ed), John Wiley, Hoboken (USA) (2018)

عنوان درس: مکانیک کامپوزیت‌های پلیمری پر شده با ذره PE6021

تعداد واحد:۳

نوع واحد: نظری، اصلی

پیشنیاز: ندارد

تعداد ساعت: ۴۸

هدف:

- ارایه نظریه های اصلی میکرو مکانیک کامپوزیت های پلیمری پر شده با ذره
- معرفی و تبیین مبانی معادلات اساسی ویسکوز، الاستیک و ویسکوالاستیک خطی و غیر خطی در کامپوزیت های پر شده با ذره

سرفصل درس:

قسمت الف: مفاهیم پایه

۱. مقدمه:

۱،۱ میکرو و ماکرو مکانیک مواد ناهمگون

۱،۲ کامپوزیت‌های پلیمری به عنوان سازه‌های کلوئیدی

۱،۳ مشخصات اولیه و انواع پرکننده‌های ذره‌ای

۱،۴ چینش ذرات و تاثیر آن بر خواص کامپوزیت

۱،۵ طبیعت شیمیایی انواع پرکننده‌های ذره‌ای و اصلاح سطح آنها

۲. نیروهای بین ذرات و سطوح

۲،۱ شباهت‌ها و تفاوت‌ها بین نیروهای بین ذرات و نیروهای بین مولکولی

۲،۲ نیروهای واندروالس بین ذرات و سطوح

۲،۳ نیروهای الکتروستاتیکی بین سطوح در مایعات

۲,۴ نیروهای انحلالی، ساختاری، و هیدراسیون

۲,۵ نیروهای ممانعت فضایی (واسطه پلیمری) و نوسانات حرارتی

۳. مبانی چسبندگی و ترشوندگی

۳,۱ انرژی سطحی و بین سطحی

۳,۲ زاویه تماس و ترشوندگی

۳,۳ چسبندگی بین ذرات جامد

۳,۴ نیروهای اصطکاک و روانکاری

۳,۵ نقشه‌های ترشوندگی–چسبندگی و کاربرد آنها در کامپوزیت‌های پلیمری پر شده با ذره

قسمت ب: تحلیل میکرو مکانیکی

۴. تاثیر ذرات بر خواص زنجیرهای پلیمری

۴,۱ تاثیرات ساختاری، سینتیکی، ترمودینامیکی و شیمیایی

۴,۲ تاثیرات شیمیایی و سینتیکی بر واکنش‌های ایجاد اتصالات عرضی

۴,۳ تاثیرات سینتیکی بر دینامیک زنجیرهای پلیمره

۴,۴ روش‌های شبیه‌سازی دینامیک مولکولی و اندازه‌گیری خواص در فاز میانی

۵. میکروساختار نامنظم پرکننده‌های ذره‌ای

۵,۱ تحلیل برخال (فراکتال) ساختار نامنظم تجمعات پرکننده‌های ذره‌ای

۵,۲ تجمع، تداخل، و ایجاد شبکه در پرکننده‌های ذره‌ای

۵,۳ مکانیزم سینتیکی تجمع خوشه–خوشه

۵,۴ تقویت مکانیکی توسط پرکننده‌های نامنظم

قسمت پ: رفتار ویسکوالاستیک و دی‌الکتریک

۶. خواص ویسکوالاستیک پلیمرهای پرشده با ذره-رویکرد منابع تحقیق

۵،۱ ویسکوالاستیک خطی و تغییرات دمای انتقال شیشه‌ای

۵،۲ تاثیر اصلاح سطح پرکننده بر خواص ویسکوالاستیک

۵،۳ رفتار ویسکوالاستیک غیرخطی و نقش شبکه پرکننده

۷. خواص الکترومغناطیسی پلیمرهای پرشده با ذره-رویکرد مبانی نظری

۷،۱ مقدمه‌ای بر الکترومغناطیس: نظریه محیط موثر ماکسول-گارنت

۷،۲ تاثیرات شکلی ذرات

۷،۳ پلیمریزاسیون بین سطحی: نظریه ماکسول-واگنر-سیلارس

۶،۴ اثر تداخل ذرات در کامپوزیت‌های بسیار پرشده

مراجع اصلی:

1- R.N. Rothon, ed., "*Particulate-Filled Polymer Composites*", Second Edition, Rapra Technology Limited, Shawbury, UK, 2003.
2- J.N Israelachvili, "*Intermolecular and Surface Forces*", Third Edition, Elsevier, USA, 2011.
3- J. Karger-Kocsis, S. Fakirov, "Nano- and Micro-Mechanics of Polymer Blends and Composites", Hanser, Munchen, 2010.
4- G.H. Michler, F.J. Balta-Caleja, "Nano- and Micro-Mechanics of Polymers: Structure Modification and Improvements of Properties", Hanser Publication, Munchen, 2012.

دیگر مراجع مورد استفاده:

5- Paul C. Hiemenz, "*Principles of Colloid and Surface Chemistry*", Third Edition, California State Polytechnic University, Marcel Dekker, Inc., 1997.
6- Y.S. Lipotove, "*Polymer Reinforcement*", ChemTech Publishing, Toronto, 1995.

عنوان درس: اختلاط در فرایند های پلیمری PE6022

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری، تخصصی

پیشنیاز: ندارد

تعداد ساعت: ۴۸

اهداف:

- **درک مبانی و مفاهیم اختلاط به عنوان مهمترین و پیچیده ترین بخش از فرایند های پلیمری**
- **توانایی توسعه مفاهیم پایه ای اختلاط در انواع روش های شکل دهی پلیمرها به منظور طراحی و ساخت آمیخته ها، آمیزه ها و آلیاژ ها، کامپوزیت ها، نانوکامپوزیت ها و محصولات جدید**

سرفصل درس:

۱ مفاهیم پایه و مکانیسم های اختلاط

۲ مشخصه یابی حالت و کیفیت مخلوط (- تبیین آماری اختلاط/ یکنواختی مخلوط/بافت، - مقیاس و شدت تجزی/ پروفایل مقیاس و شدت تجزی، - روش های اندازه گیری اختلاط)

۳ مشخصه یابی فرایند اختلاط

۴ ضخامت نوار و اختلاط آرام (جریان کششی صفحه ای، جریان کششی تک جهته، جریان برش ساده، کاهش ضخامت نوار از دیدگاه سینماتیک)

۵ توزیع زمان اقامت و کرنش (اختلاط آرام در هندسه های ساده، توزیع زمان اقامت، توزیع کرنش)

۶ عمومی سازی توابع توزیع

۷ نوسانات ترکیب نسبت به زمان

۸ اختلاط پراکنشی (پراکنش خوشه ها، پراکنش مایع- مایع)

۹ ترمودینامیک اختلاط (اختلاط نامنظم و مغشوش)

۱۰ هدف عملیات مختلف اختلاط

۱۱ دسته بندی مخلوط کن ها

۱۲ اختلاط در اکسترودر تک پیچه (تحلیل فرایند و عملیات واحد، قوانین حاکم بر واحدهای اختلاط توزیعی و پراکنشی، انواع واحد های اختلاط توزیعی، انواع واحد های اختلاط پراکنشی، اکسترودر های چرخ دنده ای منظومه ای)

۱۳ اختلاط در اکسترودر با پیچ دارای حرکت همزمان چرخشی و رفت و برگشتی (کونیدر)

۱۴ مخلوط کن های چند پیچه (اکسترودر های دو پیچه همسانگرد مدول ساز درهم رونده، اکسترودرهای دو پیچه ناهمسانگرد مدول ساز، در هم رونده و مماسی، اکسترودر های چند پیچه مدول ساز مماسی)

۱۵ مخلوط کن های داخلی و خارجی (مخلوط کن های پیمانه ای با برش بالا، مخلوط کن بنبوری، مخلو کن های استاتیک (بدون المان متحرک)، اختلاط در مخلوط کن داخلی پیوسته، اختلاط در مخلوط کن های دو یا چند غلتکی)

۱۶ اختلاط در مخلوط کن های دیسکی همسانگرد

۱۷ اختلاط در مخازن همزن دار

References:

1. C. Rauwendaal: Mixing in Polymer Processing, Marcel Dekker, Inc., N.Y. 1991.

2. C. Rauwendaal: Polymer Extrusion, Hanser Publishers, Munich, 1994.

3. C. Rauwendaal: Polymer Mixing: A Self-Study Guide, Hanser Publishers, Munich, 1998.

4. D.G. Baird & D.I. Collias; Polymer Processing Principles & Design, 2nd Ed., John Wiley and Science, Canada,2014.

5. Z. Tadmor& C.G. Gogos; Principles of Polymer Processing, John Wiley & Sons, Inc., New Jersey, 2006.

6. I. Manas-Zoloczower, Mixing and Compounding of Polymers; Theory and Practice, Carl Hanser Verlag, Munich, 2009.

عنوان درس: معادلات اساسی سیالات پلیمری PE6023

تعداد واحد: ۳ واحد

نوع واحد: نظری

پیش نیاز: رئولوژی پیشرفته پلیمرها

هدف درس: بیان مدل‌های غیرخطی دیفرانسیلی و انتگرالی و کاربرد آنها در حل مسائل دینامیکی سیالات

توابع ماده برای سیالات پلیمری

بسط حرکت تأخیری

۱- مشتقات هم رفتی برای سرعت تنش کرنش
۲- بسط حرکت تأخیری

معادلات اساسی مشتقی

۱- مشتق هم رفت تنسور تنش
۲- مدل های مشتقی شبه خطی
۳- مدل های مشتقی غیر خطی
۴- مسائل جریان در ریسندگی الیاف برای سیال وایت- متزنر

معادلات اساسی تک انتگرالی

۱- تنسور کرنش محدور
۲- مدل انتگرال شبه خطی
۳- معادلات اساسی غیر خطی انتگرالی

توابع میرا و رهایش از قید زنجیر برای جریان تک و دو محوره

۱- پیش بینی مدل دویی ادواردز
۲- کنترل طول کشش و تنسور شعاع ژیراسیون
۳- مدل رهایش از قید و توابع میرا
۴- رهایش از تنش دو محوره
۵- رهایش از تنش برشی
۶- کشش تک محوره

معادلات توابع میرا برای معادله BKZ

۱- نظری
۲- توابع میرا در جریان های کششی و برشی
۳- معادلات PSM ،LT ،WD برای توابع میرای h

مراجع:

1. R. B. Bird, R.C. Armstrong, O. Hassager, *"Dynamics of Polymeric Liquids, vol.1,Fluid Mechanics"*, Wiley-Interscience Publication, **1987.**
2. R.G. Larson, *Constitutive Equations for Polymer Melts and Solutions*, Butterworths, Boston, **1988.**
3. J.M. Dealy, J. Wang, Melt Rheology and its Application in the Plastics, (2013)
4. Papers

عنوان درس: اندازه گیری ظاهر اشیاء PE6015

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیش‌نیاز: رنگ سنجی پیشرفته

تعداد ساعت: ۴۸ ساعت

هدف: هدف از این درس بیان مبانی علمی و کاربردی در فیزیک رنگ پیشرفته و اندازه گیری ویژگی های ظاهری مواد می باشد. در این راستا به مطالعات نوین در زمینه داده های طیفی، بازسازی آنها، منابع نوری و اهمیت آنها در ظاهر اجسام، پارامترهای ظاهر نظیر براقیت، بافتار و ... و همچنین روشهای شناسایی غیر تخریبی رنگدانه ها با استفاده از طیف سنجی و دیگر مباحث پیشرفته در اندازه گیری رنگ و ظاهر پرداخته می شود.

۱- بازسازی داده های طیفی، تصویر برداری طیفی و ...
۲- مدل های مختلف در توصیف رنگی چابگرها نظیر نگوبیر، یول نلسن و ...
۳- معادلات اختلاف رنگ ظاهر رنگی، نظریه های نوین در این ارتباط
۴- مفهوم بافتار، اندازه گیری و تاثیر آن در ظاهر اجسام
۵- براقیت اندازه گیری و تاثیر آن در ظاهر اجسام
۶- بررسی و اندازه گیری دیگر پارامترهای ظاهر
۷- رنگدانه های با اثر ویژه، پارامترهای ظاهری حاصل و ...
۸- شناسایی رنگدانه ها با روشهای اسپکتروفتومتری
۹- نظریه ها و معادلات نوین در تطبیق و پایداری رنگی و بکارگیری عملی آنها
۱۰- شاخصهای جدید در بررسی تاثیر منبع نوری بر رنگ اجسام نظیر CIECRI اصلاح شده، CQS و ...

مراجع

- R. Mcdonald, Colour Physics for Industry, Society of Dyers and Colourists, 1997.
- Application of Light Scattering to Coatings_ A Users Guide-Michael P. Diebold (auth.)-Springer International Publishing (2014)
- Raimo Silvennoinen, Kai-Erik Peiponen and Kari Muller, Specular Gloss, Elsevier, 2008.
- G Wyszecki, W. S. Stiles, Color Science: Concepts and Methods, Quantitative Data and Formulae, 2nd Edition, 2000.
- H. R Kang, Computational Color Technology, SPIE—The International Society for Optical Engineering, 2006.
- G. A. Klein, Industrial Color Physics, Springer, 2010.
- P. Green, L. MacDonald, Colour Engineering, Wiley, 2002.
- M. D. Fairchild, Color Appearance Models, John Wiley & Sons Ltd, England, 2005.
- R. W. G. Hunt, The Reproduction of Colour, Wiley; 6ed, November 8, 2004
- H-Ch Lee, Introduction to Color Imaging Science, Cambridge University Press 2005

- R.C. Gonzalez, R. E. Woods, Digital Image Processing, Pearson; 4ed 2017.
- M. Sonka, V. Hlavac, R. Boyle, Image Processing, Analysis and Machine Vision, Springer US, 1993.

عنوان درس: شیمی و تکنولوژی پوشش‌های پودری PE6017

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیش‌نیاز: ندارد

تعداد ساعت: ۴۸ ساعت

هدف: اشنائی با فرایند تهیه و تولید پوشش های پودری، روشهای اعمال، بررسی خواص و آزمونهای مرتبط و بررسی عیوب وراههای برطرف کردن آنها

۱- مقدمه: روند پیدایش و توسعه پوشش‌های پودری

۱-۱ مقدمه

۱-۲ بازار پوشش‌های پودری

۱-۳ مزایای پوشش‌های پودری

۱-۴ معایب پوشش‌های پودری

۱-۵ نتیجه‌گیری

۲- فرایند تهیه و تولید پوشش‌های پودری (مواد اولیهٔ و فرایند ساخت)

۲-۱ مقدمه

۲-۲ مواد اولیه تشکیل دهنده یک پوشش پودری

۲-۳ فرآیند و تکنولوژی تهیه پوشش‌های پودری

۳- آماده‌سازی سطح پیش از اعمال پوشش‌های پودری

۳-۱ مقدمه

۳-۲ روش های آماده‌سازی سطوح

۳-۳ تمیز کردن سطح فلزات آهنی (فولاد (نورد گرم و سرد) و فولاد گالوانیزه)

۳-۴ تمیز کردن و آماده‌سازی سطح فلزات غیر آهنی (آلومینیوم)

۴- فرآیند و روش‌های اعمال پوشش‌های پودری

۴-۱ اصول چسبندگی در پوشش های پودری

۴-۲ باردارسازی کرونا

۴-۳ باردارسازی ترایبوالکتریک (سایشی)

۴-۴ تفنگ‌های پاشش

۴-۵ فرایند بستر سیالی

۴-۶ فرآیند بستر سیالی الکترواستاتیک

۴-۷ روش شعله افشانی

۴-۸ مقایسه روش‌های اعمال

۴-۹ رئولوژی پوشش های پودری

۴-۱۰فرایند تشکیل فیلم در پوشش های پودری

۴-۱۱فرایندهای ترکیب سازی و مهندسی تولید پودرهای پوششی

۵- نو آوری‌ها در پوشش‌های پودری

۵-۱ مقدمه

۵-۲ بازارهای جدید

۵-۳ توسعه و نو آوری در تولید

۵-۳-۱ فرآیند VAMP

۵-۳-۲ رویه های شفاف اتومبیلی بر پایهٔ رزین‌های اکریلیکی

۵-۳-۳ تولید پودرهای متالیک با خواص و دوام بهتر

۵-۴ توسعه‌های تکنولوژی و بهبود سیستم‌های اعمال پودر

۵-۴-۱ بهبود خواص و ترکیب مواد اولیه

۵-۴-۲ فرآیند پخت و مطالعه سینتیکی و ترمودینامیکی آن

۵-۴-۳ امکان پوشش‌دهی زیرآیندهای حساس به دما

۵-۵ شیمی و فناوری رزین های مصرفی در پودرهای پوششی

۵-۶ پوشش‌های پودری پخت شونده با پرتوهای UV

۵-۷-۱ تشکیل فیلم و فرآیند پخت

۵-۷-۲ شیمی پوشش‌های UVPC

۵-۷-۳ بازارهای پودرهای UV پخت شونده

۶- پارامترهای موثر و روش‌های کنترل ضایعات پوشش‌های پودری در هنگام مصرف

۶-۱ مقدمه

۶-۲ راندمان انتقال

۶-۳ روش پاشش الکتروستاتیک و مشکلات تفنگ‌های پاشنده

۶-۴ فضا یا قفس فارادی

۶-۵ عوامل موثر بر ایجاد فضای فارادی و راندمان انتقال

۶-۶ محاسبه هزینهٔ پوشش دهی و پودر مصرفی

۷- آزمون‌های ویژه تعیین خواص پوشش‌های پودری

۷-۱ مقدمه

۷-۲ خواص عمومی و آزمون‌های ویژهٔ پودرهای پوششی

۷-۳ ارزیابی پودر در مرحلهٔ اعمال (مرحله پاشش)

۷-۴ آزمون‌های ویژهٔ فیلم های پوشش‌های پودری

۸- عیوب و راه‌های برطرف کردن آنها

۸-۱ مقدمه

۸-۲ آماده‌سازی به عنوان یک منشا خطا

۸-۳ عیوب بوجود آمده در پودرهای پوششی

۸-۴ وجود معایب در پوشش پودری پخت شده

۸-۵ نقایص سطحی

مراجع

1. Powder Coatings Chemistry & Technology, Emmanouil Spyrou, 3rd edition, 201 2014.
2. Powder Coatings Chemistry & Technology, Pieter Gillis de Lange, 2nd edition, 2012.
3. Powder Coatings: Chemistry and Technology, 1st Edition, Tosko Aleksandar Misev (Author).
4. D. M. Howell, "Powder Coatings: The Technology, Formulation and Application of Powder Coatings, Edited by: Sanders J. D., Volumes 1 and 2, Publisher: John Wiley & Sons, London UK, 2000.
5. B. Utech, "A Guide to High-performance Powder Coating", Society of Manufacturing Engineers, Michigan, 2002.

۶. "شیمی و تکنولوژی پوشش‌های پودری"، الکساندر میسو، ترجمه ش پازکی‌قرد و م میرعابدینی، انتشارات پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران، تهران، ۱۳۸۳.

۷. "مبانی و کاربرد پوشش‌های پودری، م. میرعابدینی، انتشارات فرگستر بهاران، ۱۳۸۵.

8. Gregory J. Bocchi, Powder coating, in: N.P. Liberto (Ed.), The Complete Finisher's Handbook, The Powder Coating Institute, 1996.
9. D.A. Bate, The Science of Powder Coatings, Vol. 1, SITA Technology, 1990.
10. G.D. Crapper, Synthesis and properties of epoxy/polyester based powder coatings, Ph.D. Thesis, UMIST, Material Science Centre, 1993.
11. N. Liberto (Ed.), User's Guide to Powder Coating, fourth ed., Society of Manufacturing Engineers, Michigan, 2003.
12. J. Hess, Powder powder everywhere, "Coat. World", 36, 1999.
13. I.M. Ward, D.W. Hadley, An Introduction to the Mechanical Properties of Solid Polymers, John Wiley & Sons, Chichester, UK, 1993.
14. [12] Z.W. Wicks, F.N. Jones, S.P. Pappas, Organic Coatings, Science & Technology, second ed., Wiley– Interscience Publ., New York, 1999.

۱۵. خواص فیزیکی و مکانیکی پوشش‌های پلیمری، م میرعابدینی، م .اسفنده، انتشارات پژوهشگاه پلیمر وپتروشیمی ایران، ۱۳۹۵

عنوان درس: کلوئیدها و سطوح مشترک PE6016

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیش‌نیاز: شیمی سطح

تعداد ساعت: ۴۸ ساعت

هدف: آشنائی با سطوح مشترک و پدیده های مرتبط، نیروهای اثر گذار و برهم کنشهای موجود در سیستمهای کلوئیدی

۱- مقدمه و تعریف کلوییدها، سطوح و سطوح مشترک
۲- محدوده های کاری علم شیمی کلویید و سطوح مشترک
۳- رفتار فرکتالی در سامانه های کلوییدی
۴- رسوب کردن و نفوذ
۵- ترمودینامیک محلولها: پدیده های اسمزی و دونان
۶- ریولوژی پراکنه ها، اثرات الکتروویسکوز و ویسکوالکتریک
۷- اعداد بدون بعد در سامانه های کلوییدی
۸- نیروهای واندروالس
۹- نیروهای الکترواستاتیک
۱۰-برهم کنشهای دیگر در سیستمهای کلوییدی
۱۱-پدیده های الکتروکینتیک
۱۲-انبوهش و پایدارسازی در سامانه های کلوییدی

مراجع:

1- *Principles of Colloid and Surface Chemistry*, Hiemenz, P.C. and Rajagopalan R., Dekker, 1997.

2- *Emulsions, Foams and Suspensions-Fundamentals and Applications*, Schramm, L.L., Wiley-VCH, 2005.

3- *Surface and Colloid Chemistry, Principles and Applications*, Birdi K. S., CRC Press, 2010.

4- *Surfaces, Interfaces and Colloids*, Myres D., Wiley-VCH, 2nd Edition, 1999.

5- Applied Colloid and Surface Chemistry, Pashley, R.M. and Karaman, M.E., John Wiley, 2004.

عنوان درس: مدل سازی مولکولی PE6018

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیش‌نیاز: ندارد

تعداد ساعت: ۴۸ ساعت

هدف: درس مدل‌سازی مولکولی مواد مقدمه‌ای از روش‌های مختلف مدل‌سازی و شبیه‌سازی در مقیاس‌های مولکولی، که پوشش دهنده مقدماتی از روش‌های مدلسازی مکانیک کوانتومی، مدل‌سازی در مقیاس اتمی (مانند دینامیک مولکولی) و همچنین مدلسازی‌های دانه‌درشت، را فراهم می‌آورد. شبیه‌سازی‌های مولکولی و اتمی به عنوان یک الگوی جذاب و نوین در علوم مواد، ابزارهای توانمندی در توسعه و طراحی مواد نو به حساب می‌آیند. این روش‌ها با استفاده از طراحی از پایین یا بالا (bottom-up design) مواد، امکان پیش‌بینی خواص مختلف آنها را به سادگی ممکن ساخته‌اند و افق‌های جدیدی برای طراحی موادی سبکتر، مستحکم‌تر، سازگارتر با محیط زیست و ارزان‌تر را گشوده‌اند. کاربرد این روش‌ها به خصوص در مواد پلیمری و رنگ‌ها اهمیت دو چندان می‌یابد، چنانکه با چیدمان بلوک‌های ساختاری فراوان این مواد در کنار یکدیگر و مطالعه تاثیر طراحی‌های مختلف مولکولی بر خواص نهایی، هزینه تولید و بهینه‌سازی ساختاری را در این دسته از مواد بسیار کاهش می‌دهد. به همین صورت در سامانه‌های رنگی که سیالاتی متشکل از اجزای بسیار زیاد و متنوع و در برگیرنده برهمکنش‌های سطحی پیچیده هستند، به شناخت مکانیزم‌های این برهمکنش‌ها و در نهایت به پیش‌بینی رفتارهای این سامانه‌ها کمک شایانی خواهد کرد. از این رو، در این درس دانشجویان علاوه بر مجهز شدن به دانش بنیادی روش‌های مدل‌سازی و شبیه‌سازی مولکولی، به توانایی‌های اجرایی در این عرصه نیز دست خواهند یافت.

سرفصل‌ها:

۱- اهمییت مدلسازی و شبیه سازی در علوم مواد

۲- شبیه سازی دینامیک مولکولی

- مقدمات روش دینامیک مولکولی
- توسعه تئوری‌های دینامیک مولکولی
- الگوریتم‌های و ساختارهای مورد استفاده در دینامیک مولکولی
- برهم‌کنش‌ها در دینامیک مولکولی
- Ensemble های مختلف در دینامیک مولکولی
- روش‌های تحلیل داده‌های بدست آمده از شبیه‌سازی‌های دینامیک مولکولی
- روش‌های دانه درشت (coarse-grained methods)

- کاربردهای دینامیک مولکولی برای مواد پلیمری
  - پیش‌بینی خواص مختلف پلیمرها
  - محلول‌های پلیمری
  - سامانه‌های کلوئیدی رنگی
  - برهمکنش‌ها در سطوح مشترک
  - کاربرد روش دینامیک مولکولی برای تولید پوشش‌های پلی‌یورتانی

۳- مقدمات شبیه‌سازی به روش مونت‌کارلو

- مقدمات مکانیک آماری
- روش مونت‌کارلو
- الگوریتم‌های مورد استفاده در روش مونت‌کارلو
- Ensemble های مختلف در روش مونت‌کارلو
- روش‌ها و الگوریتم‌های مونت‌کارلو در سامانه‌های پلیمری
- کاربردهای روش مونت‌کارلو برای واکنش‌های

۴- مقدمات شبیه‌سازی به روش Brownian dynamics

- مقدمات برهمکنش‌های سامانه‌های کلوئیدی
- روش Brownian dynamics
- کاربردهای روش Brownian dynamics برای کلوئیدهای رنگی

۵- مقدمات مدل‌سازی کوانتومی و روش مکانیک آماری

- مقدمه‌ای بر مکانیک کوانتومی
- تکنیک‌های *ab initio*
- Density functional theory
- روش‌های semi-empirical

مراجع

1- Hinchliffe, Alan. *Molecular modelling for beginners*. John Wiley & Sons, 2005.
2- Frenkel, Daan, and Berend Smit. *Understanding molecular simulation: from algorithms to applications*. Vol. 1. Elsevier (formerly published by Academic Press), 2002.
3- Sholl, David, and Janice A. Steckel. *Density functional theory: a practical introduction*. John Wiley & Sons, 2011.
4- Binder, Kurt, ed. *Monte Carlo and molecular dynamics simulations in polymer science*. Oxford University Press, 1995.

5- Gujrati, Purushottam D., and Arkady I. Leonov, eds. *Modeling and Simulation in Polymers*. John Wiley & Sons, 2010.