جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

شورای گسترش و برنامه ریزی آموزش عالی

برنامه درسی

رشته مهندسی پلیمر

دوره تحصیلات تکمیلی (کارشناسی ارشد و دکتری)

گروه: فنی و مهندسی

به استناد مصوبه جلسه ۱۴۴ تاریخ ۱۳۹۹/۰۴/۱۱ کمیسیون برنامه‌ریزی آموزشی

باسمه تعالی

نام رشته: مهندسی پلیمر

عنوان گرایش: کارشناسی‌ارشد:۱) فرآورش، ۲) رنگ، ۳)نانوفناوری، ۴)پلیمریزاسیون، ۵)بیوپلیمر، ۶)پوشش‌های حفاظتی، ۷)طراحی مولکولی، ۸)چاپ، ۹)لاستیک

گروه: فنی و مهندسی

دوره تحصیلی: تحصیلات تکمیلی (کارشناسی ارشد و دکتری)

کارگروه تخصصی: مهندسی پلیمر

نوع مصوبه: بازنگری

پیشنهادی دانشگاه: کارگروه تخصصی مهندسی پلیمر

به استناد مصوبه جلسه ۱۴۴ تاریخ ۱۳۹۹/۰۴/۱۱ کمیسیون برنامه‌ریزی آموزشی برنامه درسی بازنگری شده دوره تحصیلات تکمیلی(کارشناسی‌ارشد و دکتری) رشته مهندسی پلیمر با ۹ گرایش ۱) فرآورش، ۲) رنگ، ۳) نانوفناوری، ۴) پلیمریزاسیون، ۵) بیوپلیمر، ۶) پوشش‌های حفاظتی، ۷) طراحی مولکولی، ۸) چاپ، ۹) لاستیک در دوره کارشناسی‌ارشد و مهندسی پلیمر در دوره دکتری تصویب گردید:

ماده یک- این برنامه درسی برای دانشجویانی که از مهر ماه سال ۹۹ وارد دانشگاه‌ها و مراکز آموزش عالی می‌شوند، قابل اجرا است.

ماده دو- برنامه درسی بازنگری شده دوره تحصیلات تکمیلی (کارشناسی‌ارشد و دکتری) رشته مهندسی پلیمر با ۹ گرایش، ۱) فرآورش، ۲) رنگ، ۳) نانوفناوری، ۴) پلیمریزاسیون، ۵) بیوپلیمر، ۶) پوشش‌های حفاظتی، ۷) طراحی مولکولی، ۸) چاپ، ۹) لاستیک در دوره کارشناسی‌ارشد و مهندسی پلیمر در دوره دکتری از نیمسال اول سال تحصیلی ۱۴۰۰-۱۳۹۹، جایگزین برنامه درسی دوره تحصیلات تکمیلی (کارشناسی‌ارشد و دکتری) رشته مهندسی پلیمر با ۹ گرایش، ۱) فرآورش، ۲) رنگ، ۳) نانوفناوری، ۴) پلیمریزاسیون، ۵) بیوپلیمر، ۶) علوم پایه، ۷) کامپوزیت، ۸) چاپ در دوره کارشناسی‌ارشد و مهندسی پلیمر دوره دکتری مصوب جلسه ۴۵ تاریخ ۱۳۹۴/۰۶/۲۲ کمیسیون برنامه‌ریزی آموزشی می‌شود.

ماده سه- این برنامه درسی در سه فصل: مشخصات کلی، جدول‌های واحدهای درسی و سرفصل دروس تنظیم شده است و به تمامی دانشگاه‌ها و مؤسسه‌های آموزش عالی کشور که مجوز پذیرش دانشجو از شورای گسترش و برنامه ریزی آموزشی و سایر ضوابط و مقررات مصوب وزارت علوم، تحقیقات و فناوری را دارند، برای اجرا ابلاغ می‌شود.

ماده چهار- این برنامه درسی از شروع سال تحصیلی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ به مدت ۵ سال قابل اجرا است و پس از آن نیاز به بازنگری دارد.

دکتر محمدرضا آهنچیان

دبیر کمیسیون برنامه‌ریزی آموزشی

باسمه تعالی

جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

مشخصات کلی، برنامه و سرفصل دروس

دوره تحصیلات تکمیلی (کارشناسی ارشد و دکتری) مهندسی پلیمر

گروه فنی و مهندسی

مصوب جلسه ---------- شورای عالی برنامه ریزی و گسترش آموزش عالی

مورخ ----------

برنامه آموزشی دوره تحصیلات تکمیلی (کارشناسی ارشد و دکتری)

گروه : فنی و مهندسی　　کمیته تخصصی: مهندسی پلیمر

رشته: مهندسی پلیمر　　گرایش:

دوره: تحصیلات تکمیلی (کارشناسی ارشد و دکتری)　　کد رشته:

شورای عالی برنامه ریزی و آموزش عالی در ———— جلسه مورخ ———— بر اساس طرح دوره تحصیلات تکمیلی مهندسی پلیمر که توسط گروه فنی مهندسی تهیه شده و به تایید رسیده است، برنامه آموزشی این دوره را در سه فصل (مشخصات کلی، برنامه و سرفصل دروس) به شرح پیوست تصویب کرده و مقرر می دارد.

ماده ۱) برنامه آموزشی دوره تحصیلات تکمیلی مهندسی پلیمر از تاریخ تصویب برای کلیه دانشگاه ها و موسسات آموزش عالی کشور که مشخصات زیر را دارند، لازم الاجرا است.

الف: دانشگاه ها و موسسات آموزش عالی که زیر نظر وزارت علوم، تحقیقات و فناوری اداره می شوند.

ب: موسساتی که با اجازه رسمی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری و بر اساس قوانین تاسیس می شوند و بنابراین تابع مصوبات شورای گسترش آموزش عالی هستند.

ج: موسسات آموزش عالی دیگر که مطابق قوانین خاص تشکیل می شوند و باید تابع ضوابط دانشگاهی جمهوری اسلامی ایران باشند.

ماده ۲) این برنامه از تاریخ ———— برای دانشجویانی که از این تاریخ به بعد وارد دانشگاه می شوند لازم الاجرا است.

ماده ۳) مشخصات کلی، برنامه درسی و سرفصل دروس دوره تحصیلات تکمیلی در سه فصل مشخصات کلی، برنامه و سرفصل دروس برای اجرا به معاونت آموزشی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری ابلاغ می‌شود.

رای صادره ———— جلسه

شورای عالی برنامه ریزی و آموزش عالی

مورخ ————

در خصوص برنامه آموزشی دوره تحصیلات تکمیلی مهندسی پلیمر

۱) برنامه آموزش دوره تحصیلات تکمیلی مهندسی پلیمر که از طرف گروه فنی مهندسی پیشنهاد شده بود، با اکثریت آرا به تصویب رسید.

۲) این برنامه از تاریخ تصویب قابل اجرا است.

رای صادره ———————— جلسه شورای عالی برنامه ریزی و آموزش عالی مورخ ————————در مورد برنامه آموزشی دوره تحصیلات تکمیلی مهندسی پلیمر صحیح است و به مورد اجرا گذاشته شود.

دکتر .....

وزیر علوم، تحقیقات و فناوری

رونوشت: به معاونت محترم آموزشی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری خواهشمند است به واحدهای مجری ابلاغ فرمائید.

دکتر .....

دبیر شورای عالی برنامه ریزی و آموزش عالی

در تهیه این برنامه تعدادی از اساتید و کارشناسان محترم با شرکت در همایش برنامه ریزی و حضور در جلسات تخصصی و ارائه نقطه نظرات و نقدهای خود با کمیته برنامه ریزی مهندسی پلیمر، گروه فنی و مهندسی شورای عالی برنامه ریزی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری همکاری نموده اند که از زحمات ایشان قدردانی می‌شود.

فهرست مطالب:

فصل اول: مشخصات کلی ۵

فصل دوم: برنامه و عناوین دروس ۱۲

فصل سوم: سرفصل دروس کارشناسی ارشد ۲۴

۳-۱ فرآورش (Processing) ۲۵

۳-۲ رنگ (Paint) ۵۶

۳-۳ نانو فنآوری (Nanotechnology) ۸۵

۳-۴ پلیمریزاسیون (Polymerization) ۱۰۱

۳-۵ بیو پلیمر (Biopolymers) ۱۲۴

۳-۶ پوششهای حفاظتی (Protective Coatings) ۱۴۵

۳-۷ طراحی مولکولی (Molecular Tailoring) ۱۶۸

۳-۸ چاپ (Printing) ۱۹۲

۳-۹ لاستیک (Elastomer) ۲۱۵

فصل چهارم: سرفصل دروس دکتری ۲۴۱

فصل اول

مشخصات کلی

بسم الله الرحمن الرحیم

مشخصات کلی دوره تحصیلات تکمیلی مهندسی پلیمر

مقدمه:

رشد سریع و روز افزون علوم مختلف در جهان به ویژه در چند دهه اخیر، لزوم برنامه ریزی مناسب و تلاش مضاعف به منظور هماهنگی با پیشرفت های گسترده علمی و صنعتی را ضروری می سازد. بدون شک خودباوری و استفاده مطلوب از خلاقیت های انسانی و ثروت های ملی از مهم ترین عواملی است که در این راستا می توانند مثمرثمر واقع شوند و در حقیقت با برنامه ریزی مناسب و استفاده از ابزار و امکانات موجود می توان در مسیر ترقی و پیشرفت کشور گام نهاد.

بعد از پیروزی انقلاب اسلامی، در کشور ما خوشبختانه و به ویژه در برنامه های پنج سال اول تا چهارم توسعه اقتصادی، سرمایه‌گذاری‌های قابل توجهی در بخش های مختلف صنعت صورت گرفته که نتایج مثبت آن به تدریج نمایان شده است و نظر به روح حاکم در برنامه های سوم و چهارم، امید می رود که در سال های آینده بیشتر به ثمر برسد. بدیهی است سرمایه گذاری ها باید صرف ایجاد بستر مناسب به منظور تولید فناوری و نه انتقال آن شود، گرچه انتقال فناوری ممکن است در کوتاه مدت کارساز باشد ولی در دراز مدت مشکلات را حل نخواهد کرد.

بدون تردید پیشرفت صنعتی و حرکت به سوی استقلال و خود کفایی که از اهداف والای انقلاب اسلامی است، بدون توجه کافی به امر تحقیقات میسر نبوده، تحقق انجام آموزش در بالاترین سطح و پژوهش در مرزهای دانش و استفاده از فناوری پیشرفته را ایجاب می نماید. در این راستا، اجرای هر پروژه **صنعتی (تولید مواد اولیه، تولید محصولات گوناگون)** در مراحل مختلف مطالعات اولیه، طرح، اجرا و کنترل‌های بعدی، نیازمند برنامه ریزی مناسب و استفاده مطلوب از آموزش در سطوح مختلف است. آمارهای ارائه شده از جذب فارغ التحصیلان این مجموعه به وسیله وزارتخانه ها و ارگان های دولتی و بخش خصوصی، اهمیت والای آموزش در مقاطع تحصیلات تکمیلی را نشان می‌دهد.

گروه فنی و مهندسی شورای عالی برنامه ریزی با اتکال به خداوند متعال و با امید به فراهم شدن زمینه های لازم برای ارتقا در زمینه آموزش های فنی و مهندسی و با تجربیات پیشین در تهیه برنامه های درسی، اقدام به بازنگری کلی و اساسی مجموعه تحصیلات تکمیلی مهندسی پلیمر (مقاطع کارشناسی ارشد و دکتری) کرده، شرط موفقیت را مشارکت و حمایت شایسته از جانب دانشگاه ها در ارائه این دوره ها، تقویت و گسترش مراکز تحقیقاتی، تاسیس مراکز تحقیق و توسعه در صنعت و ارتباط منسجم آنها با دانشگاه ها می‌داند. دستیابی به بالاترین سطح از علم و فناوری گرچه دشوار است، لکن ضرورتی است که در سایه استعدادهای درخشان جوانان کشور، که تاریخ شاهد بروز شکوفایی آن در مقاطع مختلف بوده است، از یکطرف و اعتقاد عمیق مراکز صنعتی به ضرورت ارتقای کیفیت تولیدات خود از طرف دیگر به سادگی میسر می نماید. به امید آن که درآینده ای نزدیک مجدداً شاهد زعامت مسلمین در علوم و فناوری باشیم.

با توجه به سپری شدن چندین سال از آخرین دوره بازنگری کارشناسی ارشد و همچنین دکتری مهندسی پلیمر از یک طرف و رشد روز افزون علوم مهندسی در دنیا از طرف دیگر، بازنگری این دوره ها ضروری به نظر رسید. برای انجام این امر ضمن بررسی دقیق آموزش در دانشگاه های معتبر دنیا با نظرخواهی از متخصصان فعال در صنایع ذیربط کشور سعی شد تا نقطه ضعف های قبلی برطرف و پاسخگوی نیاز کشور به مواد اولیه پلیمری و تولید انواع محصولات از آنها باشد و در عین حال در مقایسه با دوره های مشابه سایر دانشگاه های معتبر دنیا نقطه قوت بیشتری داشته باشد. دوره های کارشناسی ارشد و دکتری حاضر در مقایسه با دوره های قبلی خود دارای انعطاف پذیری بیشتر است تا بتواند با پیشرفت های آینده هم راستا، و پاسخگوئی دامنه گسترده ای از سلیقه های مخاطبان باشد.

نظر بر اینکه برنامه تحصیلات تکمیلی رشته مهندسی پلیمر شامل دوره های کارشناسی ارشد و دکتری با در نظر گرفتن آئین نامه دوره های مصوب شورای عالی برنامه ریزی تدوین و بازنگری شده است، از ذکر مواد و تبصره های مندرج درآن آئین نامه خودداری شده است.

الف- دوره کارشناسی ارشد

۱- تعریف و هدف

دوره کارشناسی ارشد یکی از دوره های آموزشی و پژوهشی آموزش عالی است. این دوره، شامل تعدادی دروس نظری، کاربردی، آزمایشگاهی و برنامه تحقیقاتی برای افزایش اطلاعات متخصصان مهندسی پلیمر است که زمینه کافی برای درک و توسعه آنچه در مرزهای فن و اجرا در این رشته در زمان حال می گذرد را فراهم می‌آورد. هدف آن تربیت افرادی است که توانایی لازم برای طراحی و نظارت بر اجرای پروژه‌های تخصصی در زمینه گرایش مربوط را داشته باشند. ضمناً دانش‌آموختگان این دوره توان تحقیقاتی کافی برای حل مسائلی که در حرفهٔ خود با آن مواجه می شوند را دارا هستند. دوره کارشناسی ارشد مهندسی پلیمر متشکل از گرایش های مهندسی زیراست:

۱. فرآورش (Processing)
۲. رنگ (Paint)
۳. نانو فنآوری (Nanotechnology)
۴. پلیمریزاسیون (Polymerization)
۵. بیو پلیمر (Biopolymers)
۶. پوششهای حفاظتی (Protective Coatings)
۷. طراحی مولکولی (Molecular Tailoring)
۸. چاپ (Printing)
۹. لاستیک (Elastomer)

۲- نقش و توانایی

از فارغ التحصیلان دوره کارشناسی ارشد مهندسی پلیمر در گرایش های مختلف انتظار می رود در طرح های صنعتی، دفاعی، سلامت و عمرانی مهم کشور نقش بسیار موثر داشته، ضمن اشراف بر کلیه روش های علمی و فنی طرح و اجرای پروژه ها، بتوانند بهترین گزینه طراحی و اجرا را انتخاب و در بهترین کیفیت عملیاتی نمایند.

۳- طول دوره و شکل نظام

طول دوره و شکل نظام، مطابق آیین نامه کارشناسی ارشد و دکتری است.

۴- تعداد واحدهای درسی و پژوهشی

تعداد واحدهای درسی و پژوهشی این دوره ۳۲- ۲۸ واحد به شرح زیراست:

- **دروس تخصصی اجباری: ۱۲ واحد**
- **دروس اختیاری: ۱۲- ۹ واحد**
- **سمینار و روش تحقیق: ۲ واحد**
- **پایان نامه: ۶ واحد**

۵- نحوه اخذ واحدهای درسی در دوره کارشناسی ارشد

اخذ واحدهای درسی برای دوره کارشناسی ارشد باید طبق جداول دروس ارائه شده برای گرایش های مختلف در بخش دروس اجباری و اختیاری و همچنین مطابق بندهای زیر باشد.

۱. در دوره کارشناسی ارشد، در صورت تایید استاد راهنما و گروه مربوط، دانشجو می‌تواند حداکثر یک درس اختیاری خود را از سایر گرایش های مهندسی پلیمر یا سایر رشته های مرتبط اخذ نماید.

۲. پس از اخذ تعداد واحدها از سبد دروس اجباری، بقیه دروس می تواند به عنوان دروس اختیاری در همان گرایش در نظر گرفته شود.

۳. در دوره های کارشناسی ارشد آموزش محور، دانشجو موظف است درس سمینار و روش تحقیق را گذرانده، معادل واحد پایان نامه (۶ واحد)، درس اختیاری از گرایش مربوط به خود اخذ نماید.

۴. درس سمینار و روش تحقیق (۲ واحد) همانند سایر دروس دارای سیلابس بوده، اصول روش انجام تحقیق توسط استاد مربوط تدریس خواهد شد. هدف از این درس آشنایی با روش تحقیق، ایجاد توانمندی در دانشجو برای طرح پیشنهاد تحقیق و ارائه شفاهی آن است

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

۶. دانشجو می تواند از بسته دروس اختیاری مربوط به گرایش تحصیلی خود درس اخذ نماید و هیچ گونه محدودیتی از این بابت وجود ندارد. بسته های موجود دروس اختیاری بیشتر جنبه راهنمایی تخصصی برای دانشجو دارد.

ب: دوره دکتری

۱- تعریف و هدف

دوره دکتری مهندسی پلیمر بالاترین مقطع تحصیلی دانشگاهی در این زمینه است که به اعطای مدرک می انجامد و رسالت آن تربیت افرادی است که با نوآوری در زمینه های مختلف علوم و فناوری مهندسی پلیمر در گسترش مرزهای دانش و رفع نیازهای کشور موثر باشند. این دوره مجموعه ای هماهنگ از فعالیت های آموزشی و پژوهشی است و محور اصلی فعالیت های علمی دوره به تناسب موضوع، تحقیق نظری، تحقیق تجربی و یا تلفیقی از این دو است و آموزش وسیله برطرف ساختن کاستی های اطلاعاتی داوطلب و هموار ساختن راه حصول به اهداف تحقیقات است.

هدف از دوره دکتری مهندسی پلیمر، ضمن احاطه بر آثار علمی مهم در زمینه ای خاص از رشته، رسیدن به یک یا چند مورد از موارد زیر است:

- آشنا شدن با روش های پیشرفته تحقیق و کوشش برای نوآوری در این زمینه
- دستیابی به جدیدترین مبانی علمی، تحقیقاتی و فناوری
- نوآوری در زمینه های علمی، تحقیقی و کمک به پیشرفت و گسترش مرزهای دانش
- تسلط یافتن بر یک یا چند امر همچون ۱- تعلیم، تحقیق و برنامه ریزی؛ ۲- طراحی، اجرا، هدایت، نظارت و ارزیابی، ۳- تجزیه و تحلیل و حل مسائل علمی در مرزهای دانش و ۴- حل مشکلات عملی جامعه در یکی از زمینه‌های مهندسی پلیمر

۲- نقش و توانایی

از فارغ التحصیلان دوره دکتری انتظار می رود که ضمن اشراف به آخرین یافته های علمی و اجرایی تخصص مربوط به خود، در مواردی که در حین طرح و اجرای یک پروژه صنعتی، دفاعی، سلامت، و عمرانی مبتنی بر پلیمرها که راه حل مشخص و مدونی وجود ندارد قادر باشند با استفاده از آموزه‌های دوران تحصیل خود (بخش آموزشی و پژوهشی)، راه حل مناسب، بهینه و قابل قبول در سطح جامعه حرفه ای ارائه نمایند. بخش دیگری از فعالیت فارغ التحصیلان این دوره تدریس در دانشگاه ها و تربیت مهندسان پلیمر توانمند در دوره های کارشناسی و تحصیلات تکمیلی است که بالطبع انتظار می رود در تولید علم و تبدیل علم به ایده و ثروت نقش موثری داشته باشند.

۳- طول دوره و شکل نظام

دوره دکتری مهندسی پلیمر دارای دو مرحله آموزشی و پژوهشی (تدوین رساله) است. نحوه ورود و خاتمه هر مرحله و حداقل و حداکثر طول دوره مطابق آیین نامه دوره دکتری است. مجموع واحدهای دوره دکتری ۳۶ واحد آموزشی-پژوهشی است.

۴- مرحله آموزشی

در مرحله آموزشی دوره دکتری مهندسی پلیمر، گذراندن ۱۲ تا ۱۸ (بسته به اخذ واحد درس یا سمینارها) واحد درسی از دروس دوره های تحصیلات تکمیلی (علاوه بر واحدهای قبلی گذرانده شده در مقطع کارشناسی ارشد) اجباری است و دانشجو می باید در پایان مرحله آموزشی، علاوه بر واحدهایی که طبق مقررات به عنوان دروس اجباری و اختیاری در دوره کارشناسی ارشد گذرانده است از دروس تخصصی دوره دکتری (جدول ۲-۱۹) طبق ضوابط واحد درسی اخذ نماید. ضمنا تعداد واحد رساله دکتری ۱۸ تا ۲۱ است که بعد از گذراندن امتحان جامع قابل اخذ است.

تبصره: دانشجو موظف است در بدو ورود به دوره، استاد راهنمای خود را انتخاب نماید. در همین زمان کلیات زمینه تحقیقاتی دانشجو و ریز دروس مربوط باید توسط دانشجو و زیر نظر استاد راهنما تهیه و به تصویب شورای گروه و شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده برسد.

۵- امتحان جامع

دانشجویانی که حداقل ۱۲ واحد دروس مرحله آموزشی خود را با موفقیت گذرانده باشند لازم است در آزمون جامع که براساس آئین نامه موسسه برگزار می شود شرکت نمایند. این آزمون به صورت کتبی و شفاهی برگزار می شود. دانشجو حداکثر دو بار می تواند در آن شرکت نماید.

۶- دروس مرحله آموزشی دوره دکتری

دروس تخصصی تحصیلات تکمیلی قابل ارائه در دوره دکتری همان عناوین دروس ارائه شده در جدول ۲-۱۹ است که می تواند در تعیین دروس زمینه اصلی و فرعی مورد استفاده قرار گیرد. ضمناً دانشجویان در مقطع دکتری نباید دروسی را اخذ

نمایند که در دوره کارشناسی ارشد آن دروس را اخذ کرده اند اما امکان اخذ ۳تا۶ واحد از سبد دروس مشترک کارشناسی ارشد و دکترا با تایید گروه تخصصی امکان پذیر است.

نحوه شماره گذاری دروس دوره های مختلف مهندسی پلیمر:

شماره اختصاص یافته به دروس رشته مهندسی پلیمر در دوره های مختلف متشکل از ۶ حرف و عدد است. رقم سوم پس از دو حرف اول PE از سمت چپ نشانگر مقطع تحصیلی در این رشته است. این رقم برای دوره کارشناسی ارشد عدد ۴ و دوره دکتری عدد ۶ و عدد ۵ برای دروس مشترک دو مقطع تحصیلی است. رقم چهارم از سمت چپ، گرایش مربوط را مشخص می‌نماید. دو رقم پنجم و ششم نیز شماره درس در گرایش مربوط است که ظرفیت ۱۰۰ درس برای هر گرایش را فراهم می سازد. در جدول ۱-۱ شماره گذاری در نظر گرفته شده برای دروس دوره های مختلف رشته مهندسی پلیمر ارائه شده است.

جدول ۱-۱ شماره گذاری دروس دوره های مختلف رشته مهندسی پلیمر

مقطع تحصیلی	گرایش	کد تخصیص یافته	
		از	تا
کارشناسی ارشد مهندسی پلیمر	دروس مشترک	PE4000	PE4099
	فرآورش (Processing)	PE4100	PE4199
	رنگ (Paint)	PE4200	PE4299
	نانوفنآوری (Nanotechnology)	PE4300	PE4399
	پلیمریزاسیون (Polymerization)	PE4400	PE4499
	بیو پلیمر (Biopolymers)	PE4500	PE4599
	پوششهای حفاظتی (Protective Coatings)	PE4600	PE4699
	طراحی مولکولی (Molecular Tailoring)	PE4700	PE4799
	چاپ (Printing)	PE4800	PE4899
	لاستیک (Elastomer)	PE4900	PE4999
دکتری مهندسی پلیمر	مجموعه دروس	PE6000	PE6099
	مجموعه دروس مشترک کارشناسی ارشد- دکتری	PE5000	PE5099

فصل دوم

برنامه و عناوین دروس

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

۲-۲ کارشناسی ارشد مهندسی پلیمر- رنگ

جدول ۲-۳: دروس اجباری

ردیف	نام درس	عداد واحد
۱	**روش‌های** محاسباتی در سامانه‌های پلیمری PE4000	۳
۲	رئولوژی پیشرفته پلیمرها PE4004 یا شیمی فیزیک پیشرفته سطح PE4005	۳
۳	رنگ سنجی پیشرفتهPE4201	۳
۴	مهندسی خوردگی پیشرفته PE4202	۳

جدول ۲-۴: دروس اختیاری

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	مهندسی رزین های صنعتی PE4203	۳
۲	سینتیک و طراحی راکتور پیشرفته PE4204	۳
۳	رنگ و ساختار شیمیائی رنگزاهای آلی PE4205	3
۴	دای کروایزم PE4206	۳
۵	طیف سنجی پیشرفته PE4207	۳
۶	فنآوری ذره PE4209	۳
۷	تخریب پوشش های سطح PE4208	۳
۸	جوهرهای چاپ پیشرفته PE4210	۳
۹	پوشش های نوین حفاظت سطوح PE4211	۳

۲-۳ کارشناسی ارشد مهندسی پلیمر- نانوفناوری

جدول ۲-۵: دروس اجباری

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	روش‌های محاسباتی در سامانه‌های پلیمری PE4000	۳
۲	شیمی فیزیک پیشرفته پلیمرها PE4001	۳
۳	فرآیند های تولید و شکل دهی نانوکامپوزیت های پلیمری PE4300	۳
۴	تعیین خواص، مشخصات و کاربرد مواد نانوپلیمری PE4301	۳

جدول ۲-۶: دروس اختیاری

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	رئولوژی پیشرفته پلیمرها PE4004	۳
۲	نانوفناوری پوشش های پلیمری PE4302	۳
۳	تخریب و پایدار سازی پلیمرها PE4009	۳
۴	فناوری ذره در زمینه های پلیمری PE4303	۳
۵	مهندسی فصل مشترک در سامانه های تقویت شده PE4304	۳
۶	پلیمریزاسیون سامانه های نانوپلیمری PE4305	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

۲-۵ کارشناسی ارشد مهندسی پلیمر- بیوپلیمر

جدول ۲-۹: دروس اجباری

ردیف	نام درس	عداد واحد
۱	روش‌های محاسباتی در سامانه‌های پلیمری PE4000	۳
۲	شیمی فیزیک پیشرفته پلیمرها PE4001	۳
۳	پدیده های انتقال در سامانه های زیستی PE4504	۳
۴	کاربرد پلیمرها در مهندسی بافت و پزشکی بازساختی PE4501	۳

جدول ۲-۱۰: دروس اختیاری

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	رئولوژی پیشرفته پلیمرها PE4004	۳
۲	کاشت پلیمرها در سامانه های حیاتی PE4502	۳
۳	روش های اصلاح و شناسایی سطوح پلیمرهای زیست سازگار PE4503	۳
۴	زیست سازگاری و زیست تخریب پذیری PE4500	۳
۵	طراحی و مدلسازی سامانه های زیستی PE4505	۳
۶	بیوکامپوزیت های پلیمری PE4506	

۲-۶ کارشناسی ارشد مهندسی پلیمر- پوششهای حفاظتی

جدول ۲-۱۱: دروس اجباری

ردیف	نام درس	د واحد
۱	روش‌های محاسباتی در سامانه‌های پلیمری PE4000	۳
۲	شیمی فیزیک پیشرفته سطح PE4001	۳
۳	مهندسی خوردگی و پوششهای سطح PE4600	۳
۴	پوشش های نوین حفاظت از سطوح PE4601	۳

جدول ۲-۱۲: دروس اختیاری

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	کنترل و ارزیابی خوردگی PE4101	۳
۲	چسبندگی PE4603	۳
۳	رزین های پوشش سطوح پیشرفته PE4605	۳
۴	هویت شناسی پیشرفته پلیمرها PE4006	۳
۵	تخریب پوشش های سطح PE4208	۳
۶	رئولوژی پیشرفته پلیمرها PE4004	۳
۷	نانو پوششهای پلیمری PE4602	۳
۸	پوششهای تبدیلی PE4604	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	

۲-۸ کارشناسی ارشد مهندسی پلیمر- چاپ

جدول ۲-۱۵: دروس اجباری

ردیف	نام درس	عداد واحد
۱	روش‌های محاسباتی در سامانه‌های پلیمری PE4000	۳
۲	رنگ سنجی پیشرفته PE4201	۳
۳	رئولوژی پیشرفته پلیمرها PE4004 یا تعلیقی ها در چاپ PE4804	۳
۴	فرآیند های چاپ تماسی و غیرتماسی PE4800	۳

جدول ۲-۱۶: دروس اختیاری

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	پردازش و انتقال تصاویر PE4801	۳
۲	فرآیند های چاپ و گرافیک PE4802	۳
۳	مهندسی طراحی تولید و عملیات چاپ PE4803	۳
۴	شیمی فیزیک پیشرفته سطح PE4005	۳
۵	خواص فیزیکی و مکانیکی مرکب های چاپ PE4805	۳
۶	دوباره تولید سطوح چاپی PE4806	

۲-۹ کارشناسی ارشد مهندسی پلیمر- لاستیک

جدول ۲-۱۷: دروس اجباری

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	روش‌های محاسباتی در سامانه‌های پلیمری PE4000	۳
۲	شیمی فیزیک پیشرفته پلیمرها PE4001	۳
۳	رئولوژی و فراورش لاستیک PE4901	۳
۴	خواص مهندسی لاستیک PE4902	۳

جدول ۲-۱۸: دروس اختیاری

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	مکانیک لاستیک‌های پرشده PE4903	۳
۲	مکانیک کامپوزیت‌ها و نایر PE4904	۳
۳	طراحی و مهندسی قطعات لاستیکی PE4105	۳
۴	شیمی لاستیک PE4905	۳
۵	تحلیل اجزای محدود قطعات لاستیکی PE4906	۳
۶	هویت شناسی پیشرفته پلیمرها. PE4006	۳
۷	کامپوزیت‌های هوشمند لاستیکی PE4907	۳
۸	بیوکامپوزیت‌های لاستیکی PE4908	۳
۹	کارگاه و آزمایشگاه لاستیک PE4909	۳

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.

فصل سوم

سرفصل دروس کارشناسی ارشد

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- 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: 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

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

۳،۱-تنسور تغییر شکل برای تغییر شکل‌های کوچک

۲- ویسکوالاستیسته خطی :

۱،۲-برش نوسانی با دامنه کم

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

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

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

۵،۲- سایر سازوکارهای رهایش از تنش

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

۳-ویسکوالاستیک غیر خطی:

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

۲،۳- 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)

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

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

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

۷،۳- 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

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

۲-تنش و کرنش در یک محیط پیوسته:

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

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

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

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

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

۳-معادلات حالت برای مواد الاستیک جامد:

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

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

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

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

۴-خواص ویسکوالاستیک پلیمرهای جامد:

۱،۴-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 هیدرولیتیکی،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،کاربردزمان 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**.

۳-۲ مهندسی پلیمر- رنگ

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:

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

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

18. T. F. Edgar, D. M. Himmelblau, and L. S. Lasdon, *Optimization of Chemical Processes*, 2nd Ed., McGraw-Hill Book Co. (2001)
19. D. C. Montgomery, *Design and Analysis of Experiments*, 9th Ed.,John Wiley & Sons Inc. (2017)
20. 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)
21. Z. R. Lazic, *Design of Experiments in Chemical Engineering*, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, (2004)
22. S. Park, *Robust Design and Analysis for Quality Engineering*, Chapmman-Hall, (1996)

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-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(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 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:

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. R.B. Bird, R.C. Armstrong, Ö. Hassager, *Dynamics of Polymeric Liquids*, Vol 1, 2nd Ed. Wiley Interscience Publication (1987)
4. R.G. Larson, *The structure and rheology of complex fluids*, Oxford University Press (1999)
5. R.G. Larson, *Constitutive equations for polymer melts and solutions*, Butterworths (1988)

عنوان درس: شیمی فیزیک پیشرفته سطح (PE4005)

تعداد واحد:۳

نوع واحد: نظری، اجباری

هم‌نیاز: -

تعداد ساعت: ۴۸

هدف: طراحی و تحلیل سطوح و فصول مشترک پراکنه های زمینه/ذره

سرفصل درس:

فصل ۱ : الف) آشنائی با سطح، اهمیت آن و سطوح مایع و جامد، ب) کشش سطحی و موئینگی، پ) معادله یانگ- لاپلاس، ت) معادله کلوین و میعان موئینه

فصل ۲ : الف) ترمودینامیک فصل مشترک های مایع/مایع، ب) مفهوم ترمودینامیکی کمیت های اضافی (غلظت اضافی و ...)، پ) ترمودینامیک فصل مشترک و معادله گیبس، تک لایه های گیبس و لنگمر، ت) کشسانی و مدول کشسانی سطح، ث) فیلم سطحی بر مایع (پخش و اثر مارانگونی)، ج) روش های عملی مطالعه فیلم های سطحی، گرانروی سطحی، فیلم نازک و فشار واتصال

فصل ۳: الف) جنبه های الکتریکی سطح، توزیع بار الکتریکی در فضاء، ب) معادله پواسون، تقریب گوی- چپمن، معادله پواسون- بولتزمن، لایه الکتریکی دوگانه، لایه استرن، پتانسیل زتا، پ) سطوح جامد، اکسیدی و نقطه ایزوالکتریک

فصل ۴: سطح مشترک مایع- جامد و زاویه تماس و تر کردن، ب) هیستریسیس زاویه تماس، پ) کشش خطی و محاسبه انرژی سطحی جامدات از زاویه تماس

فصل ۵: جذب سطحی، ایزوترم جذب و جذب پلیمرها بر سطوح

فصل ۶: الف) اسفنج: ساختار و پایداری، ب) فیلم نازک در اسفنج

فصل ۷: هندسه فرکتال و جنبه های فرکتالی سطح

مراجع

1. A. W. Adamson, Physical Chemistry of Surfaces. Wiley and Sons, New York, USA, 1997.

2. H. J. Butt and M. Kappl, Surface and interfacial forces, wiley-VCH, 2010.

H. Y. Erbil, Surface Chemistry of Solid and Liquid Interfaces, Blackwell, 2006.

عنوان درس: رنگ سنجی پیشرفته (PE4201)

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری، اصلی

پیش‌نیاز: فیزیک رنگ

تعداد ساعت: ۴۸ ساعت

هدف: بیان مبانی علمی و کاربردی رفتار نوری مواد، پدیده های مختلف در فیزیک رنگ و رنگ سنجی کلاسیک و پیشرفته، بنابراین در این راستا مفاهیم و اصول مربوطه، نظریه های مرتبط، معادلات محاسباتی و دستگاه‌های اندازه گیری مورد بحث قرار می گیرد.

- مروری بر مبانی فیزیک رنگ.
- اصول مهم در رفتار نوری مواد، و آشنایی با نظریه های مربوطه.
- معادلات توصیف کننده رفتار نوری مواد (اثبات معادله کیوبلکا-مانک) . انعکاس سطحی و تاثیر آن.
- نظریه ها و معادلات مطرح در رنگ همانندی محاسباتی.
- رنگ همانندی اسپکتروفتومتری و کالریمتری در سیستم های مختلف رنگی.
- روشهای نوین در رنگ همانندی.
- مقدمه‌ای بر هوش مصنوعی و کاربرد آن در علم رنگ.
- مواد فلورسانس و رنگ همانندی رنگ های فلورسنت.
- معادلات اختلاف رنگ پیشرفته.
- متاماریزم و اندیسهای متاماریزم.
- نظریه های تجزیه طیفی.
- انتقال های تطبیق رنگی.
- پایداری رنگی و اندیس ناپایداری رنگی.
- شاخص ضریب تاثیر منبع نوری.
- مبانی مدل های ظاهر رنگی.
- محاسبات ریاضی بر فضای طیفی (نظیر فشرده سازی و بازسازی داده های طیفی).
- انواع براقیت، تاثیر آن بر ظاهر، روابط حاکم و روشهای اندازه گیری.
- دستگاه های اندازه گیری رنگ و ظاهر.

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)
- F. Grum (Editor), C. James Bartleson (Editor), Optical Radiation Measurements - Vol2: Color Measurement. 1980.
- 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.
- N. Ohta, A.R. Robertson, Colorimetry fundamentals and applications, Wiley, 1 Edition, 2006.
- J.S Schanda, Colorimetry_ Understanding the CIE System-Janos Schanda-Wiley-Interscience (2007)

عنوان درس: مهندسی خوردگی پیشرفته (PE4202)

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری، اصلی

پیش‌نیاز: ندارد

تعداد ساعت: ۴۸ ساعت

هدف: بررسی و مطالعه خوردگی فلزات و علل آنها وقتی که در محیط های خورنده واقع می شوند، مفاهیم پلاریزاسیونها، پارامترهای تاثیر گذار بر خوردگی فلزات، روشهای اندازه گیری و ارزیابی خوردگی، همچنین آشنائی با انواع خوردگی و بررسی مکانیزم آنها

سرفصل درس:

۱- اهمیت خوردگی با توجه به ضرر و زیان های وارده بر صنایع، ابعاد اقتصادی و غیر اقتصادی خوردگی

۲- لایه های دو گانه الکتریکی بر روی الکترود، مدل الکتریکی و محاسبه ثابت زمانی الکترود، آنالیز اطلاعات امپدانس

۳- ترمو دینامیک خوردگی و عوامل تاثیر گذار، پتانسیل تعادلی الکتروشیمیائی، معادله نرنست، ترسیم و تفسیر نمودارهای پوربه

۴- دانسیته تبادلی جریان الکتریکی، قانون فارادی و سینتیک خوردگی، پتانسیل اضافی

۵- تعریف و انواع پلاریزاسیون، پلاریزاسیون اهمی، پلاریزاسیون های فعالیتی و معادله تافل، پلاریزاسیون غلظتی، بررسی علل و پارامترهای تاثیر گذار بر پلاریزاسیون های فعالیتی و غلظتی، چگونگی تشکیل نمودارهای پلاریزاسیون و تفسیر آنها

۶- پتانسیل خوردگی، مناطق آندی و کاتدی الکترود، تئوری پتانسیل مختلط، محاسبه سرعت های خوردگی به روش های: کاهش وزن مرتبط با قانون فارادی؛ برون یابی تافل؛ مقاومت پلاریزاسیون خطی و معادله باتلر والمر

۷- الکترودهای مرجع و پارامترهای تاثیرگذار بر آنها، مشکلات مقاومت اهمی و روش های حذف آن

۸- عوامل موثر بر سرعت خوردگی فلزات، غلظت وتنوع الکترولیت، میزان اکسیژن، تاثیر دما و تشکیل لایه اکسیدی

۹- بررسی انواع خوردگی شامل : یکنواخت، گالوانیک، Differential aeration cell، شیاری، حفره ای، حبابی، میکروبی، ایمپلنت در داخل بدن انسان، SCC ، Fatigue، Stray current. خوردگی در محیط های متفاوت شامل آبی و حلالی

۱۰- پدیده روئین شدن فلزات وآلیاژها

مراجع:

1- D.A.Jones, Principle and Prevention of Corrosion Published by Prentice Hall, 1996
2-- D.Piron, The Electrochemistry of Corrosion, Published by NACE International, 1994
3- Allen J.Bard; Larry R.Faulkner, Electrochemical Methods; Fundamentals and Applications, Published by John Wiley, 2001
4- H.H.Uhlig, R.W.Revie, Corrosion and Corrosion Control, John Wiley & Sons, 1985
5- K.R.Trethewey, J.Chamberlain,Corrosion for Science and Engineering, Longman Scientific & Technical, 1995

عنوان درس: مهندسی رزین های صنعتی پیشرفته (PE4203)

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری،اختیاری

پیشنیاز: ندارد

ساعت درس: ۴۸ ساعت

هدف: آشنائی با طراحی هموپلیمرها، کوپلیمرها و رزین های کنترل شده، فرایندهای ساخت رزین و طراحی فرمولاسیونها

سر فصل درس

الف – مقدمه

۱- مقدمه و بیان اهمیت رزینها در صنایع رنگ و جایگاه رزینهای تولیدی به روش افزایشی و مکانیزم واکنشها

ب – طراحی

- همو پلیمرها :

۲- کینتیک واکنشهای افزایشی رادیکال آزاد و محاسبه نرخ مصرف مواد اولیه

۳- محاسبه اثر دما بر نرخ تولید و جرم ملکولی و محاسبه اثر CTA بر متوسط عددی درجه پلیمریزاسیون لحظه ای

۴- محاسبه اثر دما بر نرخ تولید و جرم ملکولی و محاسبه اثر CTA بر متوسط عددی درجه پلیمریزاسیون لحظه ای

۵- محاسبه آماری متوسط عددی درجه پلیمریزاسیون لحظه ای وتجمیعی

۶- محاسبه آماری توزیع جرم ملکولی واثر پارامترهای فرایندی بر آن

۷- محاسبات عملی در قالب حل چند مثال جامع

۸- محاسبات بر مبنای منطق ممان ها

- کوپلیمرها :

۹- کوپلیمرها و کینتیک حاکم بر آنها و محاسبه رابطه ترکیب کوپلیمر با میزان تبدیل

۱۰- محاسبات توالی حضور منومرها در کوپلیمر

۱۱- مباحث ترمودینامیکی حاکم بر ساخت رزین

- رزین های زنده یا کنترل شده

۱۲- روابط طراحی ساخت رزین به روش های ATRP، RAFT و NMP

ج – فرآیندهای ساخت رزین

۱۳- مقدمه : فرآیندهای توده ای، حلالی، سوسپانسیونی و امولسیونی

۱۴- فرآیند حلالی : عوامل مهم در ساخت رزین به روش فرآیند حلالی بویژه انتخاب حلال و سامانه های هیبریدی حلال ها

۱۵- فرآیند امولسیونی : عوامل مهم در ساخت رزین به روش فرآیند امولسیونی بویژه انتخاب عوامل فعال سطحی، شروع کننده ها و منومر ها و شرایط دمایی

۱۶- محاسبه سرعت و درجه پلیمریزاسیون امولسیونی و تعداد ذرات

۱۷- محاسبه جرم ملکولی وتوزیع آن در رزین سازی امولسیونی

د – مواد و طراحی فرمولاسیون

۱۸- فرایندهای ساخت، مواد، طراحی فرمولاسیون و کاربرهای رزینهایپلی اکریلاتها و کوپلیمرهای آنها

۱۹- فرایندهای ساخت، مواد، طراحی فرمولاسیون و کاربرهای رزینهایپلی متاکریلاتها و کوپلیمرهای آنها

۲۰- فرایندهای ساخت، مواد، طراحی فرمولاسیون و کاربرهای رزینهای پلی وینیل استاتی

۲۱- فرایندهای ساخت، مواد، طراحی فرمولاسیون و کاربرهای رزینهای مهم دیگر

مراجع :

1- Asua-Polymer Reaction Engineering-2007

2- Meyer-Handbook of Polymer Reaction Engineering (2005)

3- Matyjaszewski-Handbook of Radical Polymerization (2002)

4- Matyjaszewski-Polymer Science_ A Comprehensive Reference, 10 Volume Set. 3- (2012)

5- Tsarevsky-Fundamentals of controlled_living radical polymerization. (2013)

عنوان درس: سینتیک و طراحی راکتور پیشرفته (PE4204)

تعداد واحد:۳

نوع واحد: نظری، اختیاری

تعداد ساعت:۴۸

هدف: آشنائی با انواع راکتورهای شیمیائی و اصول حاکم بر طراحی آنها، بیان سینتیک و رفتار مواد واکنشگر و رابطه آنها با معادلات مرتبط

سر فصل درس:

۱- بیان اصول بنیادی سینتیک و طراحی اکتور
۲- مبانی وکاربرد راکتورهای نیمه ناپیوسته و معادلات طراحی مربوطه
۳- طراحی راکتورهای پیوسته در حالت گذار
۴- مبانی و نکات مهم برای انتخاب راکتور مناسب
۵- بررسی اثر دما بر واکنش های شیمیائی و طراحی راکتورهای غیر ایزوترمال
۶- بررسی انواع واکنشهای کاتالیزوری به همراه مثال های صنعتی
۷- بررسی واکنشهای کاتالیزوری ناهمگن و مدل سینتیکی لانگمیر- هنشلوود
۸- بررسی سینتیک واکنشهای شیمیائی در حضور کاتالیزورهای متخلخل
۹- بررسی مبانی واکنشهای ناهمگن غیر کاتالیزوری
۱۰- بررسی سینتیک و رفتار واکنشگرهای جامد با اندازه ثابت
۱۱- بررسی سینتیک و رفتار واکنشگرهای جامد با اندازه متغیر
۱۲- بررسی سینتیک سیستمهای واکنشی گاز- مایع
۱۳- بررسی سینتیک پخت رزین های ترموست
۱۴- بررسی مباحث سینتیکی متبط با رنگرزی(مطالعه موردی)
۱۵- بررسی مباحث سینتیکی با تصفیه پساب های رنگی (مطالعه موردی)
۱۶- بررسی مباحث سینتیکی مرتبط با خوردگی(مطالعه موردی)
۱۷- بررسی مباحث سینتیکی مربوط به پخت رزین های ترموست(مطالعه موردی)

مراجع:

1-Levenspiel O."Chemical Reaction Engineering", 32d ed., McGraw Hill, 1999
2-Smith J.S."Chemical Engineering Kinetics", McGraw-Hill, 1983
3-Missen R.W., Mims C.A and Saville B.A. "Introduction to Chemical Reaction Engineering and Kinetics", John Wiley, 1999
4-Fogler H.S. "Elements of Chemical Reaction Engineering", 5th ed., Printice Hall, 2016
5-Schmidt L.D. "The Engineering of Chemical Reactions", Oxford University Press, 1998
6-Habashh F. "Kinetics of Metallurgical Process", John Wiley and Sons, 2000
7-Clark M."Handbook of textile and industrial dyeing", Woodhead Publishing, 2011

عنوان درس: رنگ و ساختار شیمیایی رنگزاهای آلی (PE4205)

تعداد واحد:۳

نوع واحد: نظری، اختیاری

پیش نیاز: ندارد

تعداد ساعت: ۴۸ ساعت

هدف: اشنایی با تئوری های رنگ و ارتباط مواد رنگزا با ساختار شیمیایی آنها، جنبه های فیزیکی نور و بررسی کروموژن ها

سرفصل دروس:

۱- تئوری های رنگ

) یا تئوری رنگساز –رنگیار، تئوری ، تئوری آرمسترانگ (Witt's theory) شامل: تئوری ویت (Early theoriesتئوری های اولیه(

) یا تئوری بایر (Tautomeric theory)، تئوری تاتومری (Quinonoid's theory) یا تئوری کینونئید (Armstrong's theory(

)Bury's theory of colour) و تئوری رنگ باری (Baeyer's theory(

) یا تئوری رزوناس، تئوری اوربیتال (Valence bond theory) شامل: تئوری پیوند ظرفیت (Modern theoriesتئوری های مدرن (

) Dewar's rules و قاعده دوار(perturbation molecular orbital)، Molecular orbital theoryملکولی (

۲- مروی بر ویژگی های مواد رنگزای آلی

طبقه بندی مواد رنگزای آلی بر اساس ساختار شیمیایی، مواد رنگزای پلی ان و پلی متین، تری آریل کربونیوم، فتالوسیانین، آزو، کربونیلی و غیره.

پدیده های فلورسنس و فسفرسنس و اثر عوامل مختلف بر روی نشر، نمودار جابلونسکی.

۳- کاربردهای کمی تئوری اوربیتال مولکولی در تحریک الکترونی

اوربیتال های مولکولی و جذب نور

)FEMOتئوری اوربیتال مولکولی الکترون آزاد (

تئوری اوربیتال مولکولی هوکل

PPPMOتئوری اوربیتال مولکولی

۴- جنبه‌های فیزیکی جذب نور

فرآیند جذب تور

تبدیل انرژی در حالتهای تهییج یافته

تفارن الکترونی و شدتهای انتقال

تئوری اوربیتال مولکولی و محاسبه شدت‌ها

پلاریزه شدن نوارهای جذبی

شکل نوارهای جذبی و اثرات پیوند بین مولکولی بر روی طیفهای جذبی

۵- تاثیر گروه های شیمیایی مختلف بر طول موج حداکثر جذب رنگزاهای آلی

- شیفت باتوکرومی (Bathochromic shift)
- شیفت هیپسوکرومی (Hypsochromic shift)
- اثر هایپرکرومی (Hyperchromic effect)
- اثر هیپوکرومی (Hypochromic effect)
- اثر حلال بر رنگ ماده رنگزا (Solvatochromic effect)
- راههای افزایش طول موج ماکزیمم جذب رنگزاهای آلی
- ثابت استخلاف حمت (Hammett substituent constant)

۶- ارتباط رنگ و ساختار شیمیایی از نظر کیفی

طبقه بندی مولکولهای رنگزاهای آلی

تئوری رزونانس و رنگ

شکست تئوری رزونانس

تئوری اختلال اوربیتال مولکولی

۷- برزسی کروموژن نوع n^* ← n

n^* ویژگیهای عمومی نوارهای جذبی ←— n

گروههای مختلف شامل گروه کربونیل، گروه ایمینو، گروه آزو، گروه نیتروزو، گروه تیو نیتروزو و گروه تیوکربونیل

۸- کروموژنهای دهنده- گیرنده(گیرنده‌های ساده)

ویژگیهای عمومی کروموژنهای دهنده- گیرنده

ترکیبات نوع مروسیانین(گروه گیرنده کربونیل و نیترو)

نیترودی فنیل آمینها، نیترو فنیل هیدرازونها و گیرنده سیانو

۹- کروموژنهای دهنده- گیرنده (گیرنده‌های کمپلکس)

طبقه بندی ساختارهای گیرنده کمپلکس

کینونهای دارای استخلافهای دهنده

ترکیبات آزو دارای استخلافهای دهنده

مواد رنگزای اورتو هیدروکسی آزوی متال کمپلکس

کروموژنهای مواد رنگزای ایندیگوئید

کروموژنهای دوقطبی (zwitter ion)

۱۰- کروموژنهای بر پایه سیستمهای پلی ان غیر حلقوی و حلقوی

ویژگیهای عمومی

پلی ان های غیر حلقوی

ترکیبات بنزنوئید چند حلقه ای شامل آنیولینها و پرفیرینها

۱۱- کروموژنهای نوع سیانین

ویژگیهای عمومی

مواد رنگزای سیانین، مواد رنگزای دی و تری آریل متانها و هتروسیکلیکهای آنها

نیتروآنیونها بعنوان کروموژنهای نوع سیانین

مراجع:

1. Color and constitution of organic molecules, by John Griffits, 1976, Academic Press Inc.
2. Light Absorption of Organic Colorants: Theoretical Treatment and Empirical Rules, by Jürgen Fabian and H. Hartmann, 1980, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
3. The Molecular Orbital Theory of Organic Chemistry, by Michael J. S Dewar, 1969, McGraw-Hill, NY.
4. Color chemistry, by Heinrich Zollinger, 2003, Wiley- Vch.
5. Organic chemistry in colour, by Paul Francis Gordon and Peter Gregory, 1982, Blackley.
6. Industrial Dyes, Chemistry, Properties, Application, by Klaus Hunger, 2003, Wiley-Vch.
7. The physics and chemistry of color, by kurt Nassau, 2001, John Wiley and Sons, Inc.

عنوان درس: دای کروایزم (PE4206)

تعداد واحد:۳

نوع واحد: نظری، اختیاری

پیش نیاز: ندارد

تعداد ساعت: ۴۸ ساعت

هدف : آشنایی با مکانیزم و کاربردهای پدیده هایی که رنگ آنها توسط عوامل خارجی تغییر می کنند.

۱- تعریف کلی پدیده دی کروایزم- جنبه های کاربردی و حوزه های علمی مرتبط- مکانیزم های کلی ایجاد و تغییر رنگ شامل تهییج الکترونی ساده - انتقال بین میدان لیگاند- انتقال بین اربیتالهای ملکولی- انتقال بین باندهای انرژی- پدیده های هندسی و فیزیکی – معرفی عوامل کلی تغییر دهنده رنگ در پدیده های الکتروکرومیزم، فوتوکرومیزم، ترموکرومیزم، سولواتوکرومیزم، تریبوکرومیزم، مکانوکرومیزم،پیزوکرومیزم، یونوکرومیزم، هالوکرومیزم، متالوکرومیزم و گازوکرومیزم

۲- پدیده الکتروکرومیزم: تعریف ، سیستم های با خاصیت مشابه- ویژگی های کلی و خصیصه های عملکردی – معرفی اجزاء: شامل الکترود، لایه الکتروکروم، الکترولیت، لایه ذخیره کننده یون و نحوه ساخت- خواص الکتروشیمیایی مرتبط - مکانیزم و مواد مختلف شامل اکسیدهای معدنی ، ترکیبات آلی و پلیمر های هادی ، مشخصه یابی ، کاربردها

۳- پدیده فوتوکرومیزم: تعریف ؛ واکنش نور با مواد، شاخصه های مواد فوتوکرومیک- فاکتور های مهم در بررسی مواد فوتوکرومیک- تقسیم بندی انواع سیستم های فوتو کرومیک(برگشت پذیر و غیر برگشت پذیر، آلی، معدنی، هیبریدی)، مکانیزم و کاربردها

۴- پدیده ترموکرومیزم: تعریف ، رفتار مواد در برابر گرما - فاکتور های مهم در بررسی مواد ترموکرومیک، مشخصه یابی- تقسیم بندی انواع سیستم های ترموکرومیک در مواد آلی، آلی/ فلزی و معدنی و مکانیزم کلی تغییر رنگ هر سیستم ، مکانیزم ها و کاربرد

۵- سایر پدیده های رنگ متغیر شامل پیزوکرومیک ، سولواتوکرومیزم ، هالوکرومیزم، یونو کرومیزم، متالوکرومیزم، گازوکرومیزم ، به همراه کاربردها و مکانیزمهای هرکدام و مواد تشکیل دهنده انها

۶- سمینار درسی و تحقیق در ارتباط با زمینه های تولید و کاربرد پدیده های دی کرومیک.

مراجع:

1-P. Bamfield, Chromic Phenomena, The Technological Applications of Color Chemistry, RSC 2001
2- P.M.S. Monk, R.J. Mortimer and D.R. Rosseinsky, Electrochromism: Fundamentals and Applications, VCH, Weinheim, 1995
3-Kurt Nassau-The Physics and Chemistry of Color - The Fifteen Causes of Color-Wiley-Interscience (1983)

4- S. Maeda, in Organic Photochromic and Thermochromic Compounds, Volume 1, Main Photochromic Families, J.C. Crano and R.J. Guglielmetti (Eds.), Plenum Press, New York, 1999
5- P. Suppan and N. Ghoneim, Solvatochromism, Royal Society of Chemistry, Cambridge, 1997

عنوان درس: تخریب پوشش های سطح (PE4208)

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری، اختیاری

پیش‌نیاز: ندارد

تعداد ساعت: ۴۸ ساعت

هدف: یاد گرفتن اصول و تئوری ها و تاثیر فاکتورهای مهم در تخریب پوشش های الی و کاربرد انها در شرایط واقعی.

۱- تقسیم بندی اتمسفر: مقدمه، آب و هوای مایکرو و میکرو، تاثیر شرایط اتمسفری، تاثیر دما، رطوبت هوا، تشکیل شبنم و نقطه شبنم بر روی سطوح فلزی و پوشش های آلی.

۲- شیمی سطح: مقدمه، برهم کنش اسید و باز بین ترکیبات اکسیدی در سطح و ترکیبات آلی قطبی.

۳- تخریب پوشش های آلی: مقدمه، انواع تخریب، تخریب شیمیایی، تخریب آبی، تخریب گرمایی، تخریب مکانیکی، تخریب فتوشیمیایی و مکانیزم آن، تخریب بیولوژیکی

۴- تخریب پوشش های آلی: مقدمه ، تخریب ماکرو مولکولها در پوشش های شفاف، تخریب پوشش ها در حضور رنگدانه ها، مکانیزم رنگدانه اکسید تیتانیوم، پدیده گچی شدن و کاهش براقیت، ترک خوردن پوشش و جدا شدن ان از زمینه، مکانیزم رنگدانه های محافظتی در پوشش ها، تاثیر جذب آب، انتقال بخار آب، نفوذ اکسیزن، نفوذ یون های دیگر به داخل پوشش، عبور پذیری اب وابسته به ساختار بایندر و ترکیب پوشش، دمای انتقال شیشه ای، پوشش های مقاوم به محیط های اسیدی.

۵- چسبندگی پوشش های آلی بر فلزات: مقدمه، تئوری انواع چسبندگی، مکانیزم انواع چسبندگی، تاثیر عوامل موثر در کاهش چسبندگی بر سطوح فلزات مختلف، تاثیر عوامل موثردر پایداری چسبندگی پوشش، تاثیر اصلاح سطحی بر چسبندگی پوشش، کاهش چسبندگی بخاطر عبور پذیری آب، پدیده تاول زدن، مکانیزم تاول زدن اسمزی، مکانیزم تاول زدن الکترواندوسمزی و انواع دیگر تاول زدن .

۶- تنش در پوشش های آلی: مقدمه، تاثیر تشکیل فیلم، فرایند پخت، تبخیر حلال، تغییرات دما، رطوبت نسبی و اجزای تشکیل دهنده پوشش آلی.

۷- پایدارکننده های نوری در پوشش: مقدمه، رنگدانه های جاذب کننده تابش ماورابنفش، جاذب کننده های تابش ماورابنفش، انتی اکسیدان ها، امین های استتار شده، عوامل تجزیه کننده پراکسید، جاذب کننده های رادیکال آزاد و مکانیزم آنها در پوشش های سطوح.

۸- آزمون های تسریع کننده: مقدمه، انواع لامپ ها، تاثیر رطوبت، اشعه ماورابنفش و دما در ماندگاری پوشش ها، استانداردهای مرتبط.

۹- آزمون weatherometer

منابع

1-Corrosion control through organic coatings, Amy Forsgren , 2006

2- Selecting coatings for industrial and marine structures, Richard W.drisko , 2008. SSPC

3-Corrosion Prevention by Protective Coatings, Charles G.Munger 1999 NACE

4-Ccorrosion Control through Organic Coatings, OleQystein Knudsen and Amy Forsgren 2017

5-Rabek, Jan F. Polymer photodegradation: mechanisms and experimental methods. Springer Science & Business Media, 2012.

عنوان درس: جوهرهای چاپ پیشرفته

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری، اختیاری

پیش نیاز: ندارد

تعداد ساعت: ۴۸

هدف: آشنایی با تکنیک ها و جوهرهای پیشرفته و کاربرد آنها در فرآیند چاپ

سرفصل درس

۱. مقدمه
۲. آشنایی با مواد اولیه کاربردی در جوهرهای پیشرفته
۳. معرفی سیستم‌ها و تکنیک‌های چاپ پیشرفته
۴. روش‌های نوین آماده‌سازی سطح
۵. روش‌های جدید ساخت صفحات حامل تصویر
۶. تکنیک چاپ روتوگراور
۷. کاربرد نانوتکنولوژی در طراحی جوهرهای خاص
۸. چاپ پیشرفته امنیتی در کاربردهای ویژه
۹. مفاهیم پایه چاپ جوهرافشان
   ۹،۱. مقدمه
   ۹،۲. تشکیل قطره
   ۹،۳. کشش سطحی و ویسکوزیته
   ۹،۴. مکانیک سیالات در جوهرافشان‌ها
   ۹،۵. انواع فرآیندهای جوهرافشان
   ۹،۶. پلیمرهای کاربردی در چاپ جوهرافشان
   ۹،۷. کلوئیدها در فرمولاسیون جوهرافشان‌ها
۱۰. تکنیک‌های پیشرفته جهت آنالیز و مشخصه یابی جوهرها قبل و بعد از تشکیل فیلم

مراجع

- NIIR Board of Consultants & Engineers, Handbook on Printing Technology (Offset, Flexo, Gravure, Screen, Digital, 3D Printing) 3rd Revised Edition, 2017.
- NIIR Board, Modern Printing Technology, 1998.
- Stephen D. Hoath, Fundamentals of Inkjet Printing: The Science of Inkjet and Droplets, Wiley, 2016.
- Werner Zapka (Editor), Handbook of Industrial Inkjet Printing: A Full System Approach, Wiley, 2017
- Handbook of Print Media: Technologies and Production Methods, Helmut Kipphan, 2001, Springer
- The Printing Ink Manual, Robert Leach and Ray Pierce, 1999, Springer
- The Complete Book on Printing Technology, NIIR Board, 2003, Asia Pacific Business Press Inc.
- Printing on Polymers: Fundamentals and Applications, 2015, Elsevier
- Chris H Williams, The Printing Inks Handbooks
- Anthony Mortimer, Color reproduction in the printing industry, 1991.
- A. K. Rastogi, Printing Inks Manufacture, 1954.
- P. Laden, Chemistry and Technology of Water Based Inks, 1997.
- N. Underwood, The Chemistry and Technology of Printing Inks, 2010.
- Otto G. Piringer, Plastic Packaging: Interactions with Food and Pharmaceuticals, 2nd, Completely Revised Edition, 2008.

نام درس: طیف سنجی پیشرفته

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری، اختیاری

پیش نیاز: ندارد

تعداد ساعت: ۴۸ ساعت

هدف : آشنایی با تکنیک ها و روشهای مختلف طیف سنجی جهت انالیز و شناسائی مواد و نحوه اماده سازی

سر فصل دروس:

۱- مروری بر ساختار شیمیایی و فیزیکی و نقش کنفورماسیون بر خواص مواد پلیمری – پارامترهای موثر بر پایداری ساختاری و مورفولوژیکی و خواص مواد – ارتباط خواص و ساختارهای پلیمر ها و روکش های مختلف- ضرورت هویت شناسی مواد و سلمانه های پلیمری – هویت شناسی سطحی

۲- مبانی و اصول فیزیکی روشهای طیف سنجی الکترونیکی/تابش مواد پلیمری

۳- طیف سنجی فوتو الکترون و شناسایی کیفی و کمی گروههای عاملی سطحی X-ray Photoelectron Spectroscopy(XPS) و Secondary Ion Mass Spectroscopy(SIMS)

۴- طیف سنجی فلورسانس پرتو ایکس X-ray Fluorescence(XRF) و طیف سنجی طول موج پرتو ایکس X-ray Diffraction(XRD)

۵- طیف سنجی الکترونی راترفورد

۶- طیف سنجی تفرق پرتو ایکس

۷- طیف سنجی تفرق یون و کاربردهای انها در انالیز مواد پلیمری

۸- هویت شناسی فوتونیک

۹- طیف سنجی فوتو آکوستیک

۱۰- طیف سنجی مادون قرمز نفوذی

۱۱- طیف سنجی مادون قرمزدر سطح

۱۲- طیف سنجی رامان- هویت شناسی میکروسکوپی

۱۳- مبانی روشهای شناسایی میکروسکوپی الکترونی شامل میکروسکوپ روبشی و انتقالی Scanning Electron Microscopy(SEM), Transmission Electron Microscopy(TEM) و میدان اتمی Atomic Force Microscopy(AFM)

۱۴- مثالهایی از رزینها و فیلم های باایدون پیگمنت- مواد ترموست و ترموپلاست – افزودنی ها و مواد رنگی

مراجع:

1) Materials Characterization Techniques, Sam Zhang, Lin Li, Ashok Kumar, CRC Press, 2008

2) Materials Characterization: Introduction to Microscopic and Spectroscopic Methods, Yang Leng, Wiley, 2013

3) Advanced X-Ray Characterization Techniques, Zainal Arifin Ahmad, Trans Tech Publications, 2013

4) X-ray Characterization of Materials, Eric Lifshin, Wiley, 2008

5) Thin Films and Nanostructures, Edited by Subba Ramaiah Kodigala, Elsevier, 2010

6) Optical Techniques for Solid-State Materials Characterization, Rohit P. Prasankumar, Antoinette J. Taylor, CRC Press, 2011

7) Mechanical Tribology: Materials, Characterization, and Applications, George E. Totten, Hong Liang, CRC Press, 2004

عنوان درس: فناوری ذره

تعداد واحد:۳

نوع واحد: نظری، اختیاری

هم نیاز: ندارد

تعداد ساعت: ۴۸

هدف: آشنایی دانشجویان با مشخصات ذره، نحوه آنالیز و شناسایی و تعیین مشخصات ذره، آشنایی با رفتار ذرات در برهمکنش با یکدیگر و با بستر پلیمری

سر فصل درس:

۱- مقدمه و بیان کاربرد و اهمیت ذره در صنایع رنگ و پوشش

۲- تعریف ذره: ذره چیست و وجه تمایز آن با دیگر حالات مواد چیست؟

۳- مشخصات ذره و نحوه اندازه‌گیری مشخصات و آنالیز ذره: اندازه ذره، شکل ذره، سطح ذره، چیدمان ذرات در کنار یکدیگر، ساختار ذرات، توزیع اندازه ذره، دانسیته ذره

۴- مشخصات سطحی ذره و آمایش سطحی

۵- رفتار نوری ذره

۶- جریان شناسی ذره

۷- مکانیک ذره

۸- برهمکنش ذرات با یکدیگر و رفتارهای تجمعی ذرات و برهمکنش با بستر پلیمری

۸-۱- استحکام مرز مشترک ذره و ماتریس

۸-۲- جدایی ذره از ماتریس و مهاجرت به سطح یا عمق

۹- روش‌های تولید ذره

۹-۱- روش‌های مختلف بالا به پایین

۹-۲- روش‌های پائین به بالا

۱۰- خشک کردن ذرات

۱۱- نحوه نمونه‌گیری از پودرها

۱۲- نانوذره

مراجع:

1-Hiroaki Masuda, Ko Higashitani, Hideto YoshidaPowder technology handbook, Taylor & Francis Group, Third edition, 2006.
2- Terence Allen, Powder Sampling and Particle Size Determination, Elsevier, 1 st edition, 2003.
3-Makio Naito, Toyokazu Yokoyama, Kouhei Hosokawa, Kiyoshi Nogi, Nanoparticle Technology Handbook, Elsevier, Third edition 2018.

۳-۳ مهندسی پلیمر- نانو فنآوری

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:

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

۲۸. حمیدرضا قریشی، *مقدمه‌ای بر روش اجزای محدود در مهندسی شیمی و پلیمر*، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران، (۱۳۹۳)
29. T. F. Edgar, D. M. Himmelblau, and L. S. Lasdon, *Optimization of Chemical Processes*, 2nd Ed., McGraw-Hill Book Co. (2001)
30. D. C. Montgomery, *Design and Analysis of Experiments*, 9th Ed.,John Wiley & Sons Inc. (2017)
31. 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)
32. Z. R. Lazic, *Design of Experiments in Chemical Engineering*, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, (2004)
33. 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: فرآیند های تولید و شکل دهی نانوکامپوزیت های پلیمری (PE4300)

تعداد واحد:۳

نوع واحد: نظری، اصلی

پیشنیاز: -

تعداد ساعت: ۴۸

هدف: آشنایی با مبانی شکل دهی و تولید نانوکامپوزیت های پلیمری

سرفصل درس:

۱- مقدمه ای بر نانوفنآوری

۲- ساختار نانو در مواد پلیمری و رفتار پلیمرها در مقیاس نانو

۳- انواع فیلر ها/تقویت کننده ها: نانو رس، نانو لوله، نانو ذره و ...

۴- نحوه اثر گذاری نانو فیلر بر استحکام و دوام مواد

۵- روشهای اختلاط در تهیه نانوکامپوزیت ها: مبانی اختلاط، اختلاط سامانه های چند فازی، روشهای ارزیابی اختلاط، دینامیک و میکرورئولوژی، سامانه های نانوپلیمر/حلال، سامانه های سانوفیلر/مذاب، تجهیزات و دستگاهها، افزایش مقیاس در سامانه های اختلاط، جنبه های مکانیکی اختلاط

۶- فرآیند اکستروژن و کو اکستروژن، کاربرد در تهیه مواد نانولایه ای

۷- فرآیند قالبگیری تزریقی نانو کامپوزیت های پلیمری

۸- نانو الیاف: طراحی معین و تحت کنترل، استفاده از مخلوط ها

۹- فرآیند در مقیاس نانو: برق ریسی و روشهای کنترل آن

۱۰- مورفولوژی نانو کامپوزیت های پلیمری و روش های کنترل آن

منابع و ماخذ:

1. V. Mittal, In- Situ Synthesis of Polymer Nanocomposites, Wiley-VCH, New York 2012.

تعیین خواص، مشخصات و کاربرد مواد نانو پلیمری (PE4301)

تعداد واحد:۳

نوع واحد: نظری، اصلی

پیشنیاز: -

تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس: شناخت و کاربردهای نانو کامپوزیت های پلیمری ، خصوصیات ، ساختار ، مکانیک و میکرومکانیک آن ها، ارتباط ریز ساختار با خواص ویسکولاستیک و رئولوژیکی آنها و فاکتور های موادی و فرایندی موثر ، روش های آنالیز ساختاری.

سرفصل های درس:

۱- نانو تکنولوژی و مواد نانو ساختار

۲- نانو کامپوزیت های پلیمری

۳- مورفولوژی و ساختار ریز مولکولی نانوکامپوزیت های پلیمری

۴- خواص مکانیکی، حرارتی، غشائی، نوری، مواد نانوکامپوزیت پلیمر.

۵- رابطه بین خواص و مورفولوژی نانوکامپوزیت های پلیمری

۶- رابطه بین نوع و پارامترهای فرایند اختلاط پلیمر و نانو فیلر، فرایند های ترمومکانیکی با مورفولوژی نانوکامپوزیت.

۷- نانو ذرات : نوع ، ساختار، ترمودینامیک سطح.

۸- نقش ساختار نانوفیلر و سازگارکننده بر نوع مورفولوژی نانوکامپوزیت های پلیمری

۹- خواص ویسکوالاستیک و رابطه با مورفولوژی نانوکامپوزیت های پلیمری.

۱۰-میکرو ریولوژیکی و رابطه با مورفولوژی نانوکامپوزیت های پلیمری.

۱۱-نانو کامپوزیت پلیمرهای پایه نانو خاک رس.

۱۲- مدل های پیشنهادی در رابطه با رفتار مکانیکی و خواص نانوکامپوزیت های پلیمری

۱۳- روش های آنالیز ساختار نانوکامپوزیت های پلیمری شامل:

DSC, TGA, Photoacoustic-IR, STEM, TEM, AFM, XPS, XRD

۱۴- نانوکامپوزیت های آلیاژ پلیمری.

۱۵- کاربردهای مواد نانو کامپوزیت پلیمر.

مراجع درس:

1. Nan particles and Environment , J.F. Banfield.
2. Polymer Clay Nancomposites, T.J.P. Pinnavaia , GW. beall, John Wiley & Sons, January 2000.
3. Nanomaterial Handbook. Yury Gogotsi.
4. Advanced polymer materials. Gabrielo. Shonaike.
5. Polymer Nancomposites handbook, Rakesh K.Gupta

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 فرم برای تغییر فرم‌های کوچک

۲- ویسکوالاستیسته خطی :

۲،۱-برش توسانی 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(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 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:

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) R.B. Bird, R.C. Armstrong, O. Hassager, *Dynamics of Polymeric Liquids*, Vol 1, 2nd Ed. Wiley Interscience Publication (1987)
4) R.G. Larson, *The structure and rheology of complex fluids*, Oxford University Press (1999)
5) R.G. Larson, *Constitutive equations for polymer melts and solutions*, Butterworths (1988

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:

۱- 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

۲- 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

۳- 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

۴- 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: پلیمریزاسیون سامانه های نانوپلیمری (PE4305)

تعداد واحد:۳

نوع واحد: نظری، اختیاری

پیشنیاز: -

تعداد ساعت: ۴۸

هدف: آشنایی با مبانی و روش های پلیمریزاسیون درجا درحضور نانوذرات

سرفصل درس:

۱- پلیمریزاسیون تعلیقی

۲- پلیمریزاسیون امولسیونی، میکروامولسیونی و خواص فازی آنها

۳- کوپلیمریزاسیون هسته- پوسته و مکانیسم هسته سازی نانو

۴- پلیمریزاسیون رسوبی و پراکنشی

۵- افزودنی های پلیمریزاسیون نانو پلیمرها

۶- پلیمریزاسیون در حضور نانو فیلرها و نانو لوله ها

۷- پلیمریزاسیون کاتالیستی نانو پلیمرها

۸- پلیمریزاسیونهای زیگلر– ناتا و متالوسنی نانو پلیمرها

۹- مکانیسم اختلاط و پدیده های انتقال در پلیمریزاسیون در حضور نانو پلیمرها

منابع و ماخذ:

1. V. Mittal, In- Situ Synthesis of Polymer Nanocomposites, Wiley-VCH, New York 2012.

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، کاتالیست 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

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

۳،۱-تنسور تغییر فرم برای تغییر فرم‌های کوچک

۲- ویسکوالاستیسته خطی :

۱،۲-برش نوسانی با دامنه کم

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

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

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

۵،۲- سایر سازوکارهای رهایش از تنش

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

۳-ویسکوالاستیک غیر خطی:

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

۲،۳- 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)

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

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

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

۷،۳- 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 روئیائی، 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 پلیمریزاسیونPE4405

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.*

۳-۵ مهندسی پلیمر- بیو پلیمرها

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:

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

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

51. T. F. Edgar, D. M. Himmelblau, and L. S. Lasdon, *Optimization of Chemical Processes*, 2nd Ed., McGraw-Hill Book Co. (2001)
52. D. C. Montgomery, *Design and Analysis of Experiments*, 9th Ed.,John Wiley & Sons Inc. (2017)
53. 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)
54. Z. R. Lazic, *Design of Experiments in Chemical Engineering*, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, (2004)
55. 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 کاربری 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.

پدیده های انتقال در سامانه های زیستی PE4504

تعداد واحد:۳

نوع واحد: نظری، اصلی

پیشنیاز: ندارد

تعداد ساعت: ۴۸

اهداف:

۱- انتقال حرارت و جرم

۲- پدیده های انتقال در سامانه های مختلف

- پستانداران، گیاهان، صنایع غذایی و تبدیل بیولوژیک، سیستم محیط زیست زنده
- نحوه فرموله کردن مسئله در پدیده های انتقال

۳- انتقال انرژی (حرارت)

- مرور مکانیسم ها، معادلات حاکم و شرایط مرزی، هدایت
- انتقال حرارت ناپایدار و جابه جایی
- انتقال حرارت همراه با تغییر فاز
- انتقال حرارت تابشی و مطالعات موردی
- انتقال حرارت در بدن، تعادل دما در بدن ماهی، انتقال حرارت در ساخت کمپوست، انتقال حرارت قبل از جراحی، تولید حرارت متابولیک و شرایط پایدار، از دست دادن حرارت حین ورزش، آنتقال حرارت در برگ درخت، استرلیزه کردن غذا به کمک اولتراسوند، تعادل بافت - خون، سرد کردن یک قلب دهنده، شروع لخته شدن حرارتی مغز، جراحت سوختن پوست، گرم کردن خون یخ زده

۴- انتقال جرم

- مرور مکانیسم ها، معادلات حاکم و شرایط مرزی، نفوذ
- (محیط متخلخل، موئینگی، نفوذ در غشاء سلول و محلول غیر همگن، نفوذ موئینگی، پخش شدن، جابه جایی)
- انتقال جرم ناپایدار و جابه جایی

- مطالعات موردی
- نفوذ اکسیژن در خاک، انتقال دارو از میان پوست، از دست دادن رطوبت مواد غذایی از میان بست بندی، نفوذ گاز از میان دیواره های لوله، انتقال اکسیژن از میان بافت بدن، نفوذ اکسیژن در قرنیه چشم، انتقال دارو به مغز، نفوذ در ژل آگار، خشک شدن گچ شکسته بندی، انتقال ناپایدار از میان پوست، حرکت نیتروژن در خاک، تبخیر آب از خاک مرطوب

۵- میکرو و نانو فلویدیک

۶- اصول جریان های میکرو و نانو

- مقیاس های طولی، تعریف سیال، جریان های فشاری، جریان های کم رینولدز، پدیده های الکتروکینتیکی، لایه دوگانه الکتریکی، طول دبای، پدیده های الکتروکینتیکی، انتقال و مکانیک سیالات همراه با هم

۷- فصل مشترک در سیستم های میکرو و نانو فلویدیک

- مقدمه ای بر سطوح، بار سطحی، آنرژی سطحی، ترمودینامیک سطوح، تشکیل لایه های صاف (فیزیکی، شیمیایی)، روش های مشخصه سازی سطح در ارتباط با میکرو و نانو سیال (غیر مستقیم، مستقیم)، جریان حاصل از کشش سطحی، فصل مشترک های دستکاهی

۸- مقدمه ای بر ساخت میکرو و نانو (Micro anrnano fabrication)

- روش های پیشرفته الگونگاری، مواد در میکرو و نانو فلویدیک، میکرو ولو و میکرو پمپ گاز،

Lab-on-a-chip و کاربردهای هدایت سیال

- هدایت سیال، میکرو و نانو ولو ،میکرو و نانو پمپ، جدا سازی و اختلاط روی تراشه (Chip)، سیستم های آنتقال و آنالیز DNA، بیو سنسورها، نانوپزشکی، نانوبیوتکنولوژی، ابزار دقیق و بسترها در مقیاس میکرو و نانو

۹- کاربردهای انرژی و زیست محیطی

- وسایل احتراقی، سلول های میکروسوختی، بقای انرژی الکتروکینتیکی، سنسورهای

مراجع

1. Microfuidics for biological applictions, W. Tian, E. Finehout,
2. Biological and bioenvironmental heat and mass transfer by: A.H. Datta, 2002
3. Micro and nanofluidics, by: clement Kleinstreuer, wiley, 2014
4. Microfluidics and nanofluidics handbook: chemmistry, physics and life science principles, By: S.K. Mitra and S. Chakraborty, CRC press, 2012
5. Nanofluidics and microfluidics systems and applications by: S. Prakash and J. Yeom, Elsvier, 2014

- ساختار، ویژگی ها و اجزا تشکیل دهنده بافت های نرم و غضروف
- خواص ویسکوالاستیک و بیولوژیک بافت های نرم
- اصول تئوریک طراحی و ساخت ایمپلنمت های پلیمری جایگزین بافت نرم مانند غضروف و ...
- معرفی پلیمرهای مورد استفاده در ایمپلنت های غضروفی
- فرایند های تولید و ساخت ایمپلنت های مصنوعی مورد مصرف در بافت نرم بدن
- معرفی ایمپلنت های غضروفی و مینیسک مصنوعی تجاری
- روشهای ارزیابی و بهینه سازی عملکرد ایمپلنت های مصنوعی مورد مصرف در بافت نرم بدن

۵- ایمپلنت های شنوایی

- مکانیسم کلی عملکرد سیستم شنوایی بدن و خواص مهندسی اجزا مختلف
- اصول تئوریک ساخت و طراحی ایمپلنت های شنوایی
- پلیمرهای رسانای الکتریکی در ساخت ایمپلنت های شنوایی
- معرفی ایمپلنت های شنوایی تجاری

۶- ایمپلنت های چشمی

- معرفی اصول تئوریک طراحی و ساخت ایمپلنت های چشمی
- معرفی خصوصیات اپتیکی و پلیمرهای مورد استفاده در ایمپلنت های چشمی
- معرفی لنزهای چشمی و داخل چشمی تجاری

۷- زیست تخریب پذیری ایمپلنت های پلیمری

Chandra Mauli Agrawal, Jack E. Parr, Steve T. Synthetic Bioabsorbable Polymers for Implants, Issue 1396

Nora Hild, Polymeric Implants for Biomedical Engineering: Tailoring, Functionalising and Applying, 2013.

Biodegradation Mechanisms on Polymeric Implants, 2007

روش های اصلاح و شناسایی سطوح پلیمرهای زیست سازگار PE4503

تعداد واحد:۳

نوع واحد: نظری، اختیاری

هم‌نیاز: ندارد

تعداد ساعت: ۴۸

اهداف:

سرفصل ها:

۱- **خواص سطحی پلیمرها**: بار سطحی، آبدوستی و کشش سطحی، مورفولوژی و زبری و ...

۲- **تاثیر خواص سطحی پلیمرها** بر برهمکنش های پلیمر-بافت

۳- **روش های فیزیکی اصلاح سطح پلیمر:** مانند روش های اصلاح سطح با روش ایجاد تک لایه های خود آرا، پلاسما، لیزر، پرتوهای گاما، الکترونی و ...

۴- **روش های مکانیکی اصلاح سطح پلیمر:** مانند روشهای SAM

۵- **روش های شیمیایی اصلاح سطوح پلیمری** : مانند روشهای سیلانه کردن، فلورینه کردن، پگیله گردن و ...

۶- **روش های بیولوژیکی** و تثبیت عوامل زیست فعال بر روی سطح پلیمرها

۷- **روش های شناسایی خواص سطحی پلیمرهای** زیست سازگار شامل: بررسی مورفولوژی با SEM,AFM, STM ، بررسی آبدوستی و آبگریزی، روش های بررسی خواص شیمیایی سطحی مانند SIMS, ESCA (XPS) و ...

مراجع

Rachel Williams, Surface Modification of Biomaterials: Methods, Analysis and Applications, 2011

By Buddy D. Ratner, Allan S. Hoffman, Frederick J. Schoen, Jack E. Lemons, Biomaterials Science: An Introduction to Materials in Medicine, 2012

Buddy D. Ratner, David G. Castner,Surface Modification of Polymeric Biomaterials, 1995

Paul K. Chu, Plasma-surface Modification of Biomaterials, 2002

کاربرد پلیمرها در مهندسی بافت و پزشکی بازساختی PE4504

تعداد واحد:۳

نوع واحد: نظری، اصلی

پیشنیاز: ندارد

تعداد ساعت: ۴۸

اهداف:

سرفصل ها:

۱. **معرفی پزشکی بازساختی و اصول مهندسی بافت** (داربست ها، سلول ها، فاکتورهای رشد و بیوراکتورها)

۲. **سازوکارهای بازسازی ترمیم بافت ها در پزشکی ترمیمی**

۳. **تاثیر خواص داربست های پلیمری بر روی رفتار ترمیمی**

۴. **تاثیر ریز ساختار و خواص پلیمر بر رفتار ترمیمی بافت ها**

۵. **طراحی داربست های متخلخل پلیمری برای مهندسی بافت**

۶. **روش های ساخت داربست های پلیمری:**

a. Freeze-drying,
b. solvent casting-particulate leaching,
c. TIPS, perforation,
d. Electrospinning,
e. Solid free form,
f. 3D printing and …

۷. **بهینه سازی ساختار داربست های حاصل بر اساس طراحی انجام شده**

۸. کاربرد پلیمرها ی زیست مقلد (**biomimetic polymers**) در پزشکی

۹. سلول رسانی و کاربرد پلیمرها در آن:

a. روشهای کپسوله کردن سلو ل ها در میکروذرات پلیمری.

b. روش های ساخت میکروذرات متخلخل.

c. کاربرد bioink ها در ساخت داربست های سه بعدی حاوی سلول

۱۰. آشنایی با راکتورهای مهندسی بافت

مراجع

Robert Lanza, Robert Langer, Joseph P. Vacant,Principles of Tissue Engineering, 4th Ed, 2014

Tissue Engineering: Engineering Principles for the Design of Replacement Organs and Tissues, Mark Saltzman, 2004

Rui L. Reis, Julio San Román,Biodegradable Systems in Tissue Engineering and Regenerative Medicine, 2004

John P. Fisher,Antonios G. Mikos, Joseph D. Bronzino, Tissue Engineering, 2007.

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-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(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 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:

11.J.M. Dealy, K.F. Wissbrun, *Melt Rheology and Its Role in Plastics Processing*, Van Nostrand Reinhold, (1999)

12.J.M. Dealy, R.G. Larson, *Structure and Rheology of Molten Polymers: From Structure to Flow Behavior and Back Again*, Hanser Gardner (2006)

13.R.B. Bird, R.C. Armstrong, O. Hassager, *Dynamics of Polymeric Liquids*, Vol 1, 2nd Ed. Wiley Interscience Publication (1987)

14. R.G. Larson, *The structure and rheology of complex fluids*, Oxford University Press (1999)

15. R.G. Larson, *Constitutive equations for polymer melts and solutions*, Butterworths (1988)

کاشتنی های پلیمرها در سامانه های حیاتی PE4502

تعداد واحد:۳

نوع واحد: نظری، اختیاری

هم‌نیاز: ندارد

تعداد ساعت: ۴۸

اهداف:

سرفصل:

۱- مقدمه ایی بر کاشتنی های پزشکی پایه پلیمری

۲- کاشتنی های پلیمری در کاربردهای قلبی عروقی

- ویژگی های مکانیکی و بیولوژیکی عروق و قلب
- اصول تئوریک در طراحی و ساخت ایمپلنت های قلبی عروقی
- پدیده های سطحی و فرایند های اصلاح سطوح ایمپلنت های قلبی عروقی
- معرفی پلیمرهای مورد استفاده در ساخت ایمپلنت های قلبی عروقی
- فرایند های تولید و ساخت ایمپلنت های قلبی عروقی
- روشهای ارزیابی عملکرد ایمپلنت های قلبی عروقی

۳- کاشتنی های پلیمری مورد استفاده در بافت های سخت

- خواص مکانیکی، ویسکوالاستیک و بیولوژیک بافت های سخت
- اصول طراحی و ساخت ایمپلنت های جایگزین استخوانی
- پلیمرهای مورد استفاده در ایمپلنت های استخوانی و بافت های سخت
- فرایند های تولید و ساخت ایمپلنت های استخوانی
- نانوفیلر های مورد استفاده در ساختار آمیزه های ایمپلنت های استخوانی
- روشهای ارزیابی عملکرد ایمپلنت های استخوانی

۴- ایمپلنت های پلیمری در بافت های نرم بدن

زیست سازگاری و زیست تخریب پذیری PE4500

تعداد واحد:۳

نوع واحد: نظری، اختیاری

هم‌نیاز: ندارد

تعداد ساعت: ۴۸

اهداف:

سرفصل ها:

۱- آشنایی با رفتار مکانیکی، فیزیکی و بیولوژیکی بافت ها و سلول ها

۱. ساختار سلول ها و بافت ها و نقش پلیمرها در ساختار ماتریس خارج سلولی
۲. انتقال جرم در محیط های زنده (سامانه گردش خون، ماتریس خارج سلولی و غشا سلولی)
۳. پلیمرهای طبیعی و نقش آنها در فرایندهای سیگنالی سلولی و اثر این فرایندها بر سرنوشت سلولی (مانند تمایز، تکثیر، مرگ)
۴. ساختار و ترکیب ماتریس خارج سلولی و بیومکانیک بافت های نرم
۵. ساختار و ترکیب ماتریس خارج سلولی و بیومکانیک بافت های سخت

۲- زیست سازگاری و خون سازگاری

۱. تاثیر خواص پلیمرها بر روی زیست سازگاری و خون سازگاری
۲. تاثیر خواص سطحی: آبدوستی /آبگریزی، مورفولوژی، بار سطحی، اصطکاک و سفتی و ترکیب شیمیایی سطح
۳. تاثیر خواص توده پلیمرها: رفتار مکانیکی و ویسکوالاستیک، زیست تخریب پذیری، ژئومتری و ...
۴. نحوه تعامل سلول ها و بافت ها با سطوح پلیمری و روش های ارزیابی زیست سازگاری
۵. سازوکار های جذب پروتئین ها بر روی سطوح پلیمری و اثر آن بر زیست سازگار ی و خون سازگاری

۳- روش های ارزیابی زیست سازگاری و خون سازگاری به صورت داخل بدنی و خارج بدنی

۴- زیست تخریب پذیری

۱.سازوکار های تخریب در محیط های زیستی:
۲.تخریب آنزیمی

۳. تخریب هیدرولیزی

۴. تخریب اکسیدی ناشی از پاسخ های سیستم ایمنی

۵. زیست سازگاری محصولات ناشی از تخریب

۵- نحوه تخریب زیستی پلیمرها:

۱. فرسایش سطحی

۲. تخریب توده

۳. تاثیر ریز ساختار و خواص پلیمرها بر نحوه و سرعت تخریب زیستی آنها

۴. تخمین سرعت تخریب، تعیین ضخامت بحرانی برای پیش بینی نحوه تخریب

۵. روش های ارزیابی تخریب به صورت خارج بدنی و داخل بدنی

مراجع

By Buddy D. Ratner, Allan S. Hoffman, Frederick J. Schoen, Jack E. Lemons, Biomaterials Science: An Introduction to Materials in Medicine, 2012

J. Park, Biomaterials: An Introduction

Surface and Interfacial Aspects of Biomedical Polymers, Vol. 2. Protein Adsorption. New York, NY: Plenum Press, 1985.

Biodegradation Mechanisms on Polymeric Implants, 2007

Nora Hild, Polymeric Implants for Biomedical Engineering: Tailoring, Functionalising and Applying, 2013.

طراحی و مدل سازی در سامانه های زیستی PE4505

تعداد واحد:۳

نوع واحد: نظری، اختیاری

هم‌نیاز: ندارد

تعداد ساعت: ۴۸

هدف: این درس باید ضمن ایجاد آشنایی با زیست سامانه ها ابزارهای مناسب ریاضی را معرفی و نحوه ارزیابی و راست آزمایی آنها را ارائه نماید.

سرفصل ها:

۱. مقدمه : شامل آشنایی با سامانه های بیولوژیک طبیعی و سنتزی و ارائه مدل های دینامیکی برای تعیین آنها

- آشنایی با سامانه های بیولوژیک و بیولوژیک سنتزی
- توصیف مدل سازی دینامیکی و نحوه اجرا و ضرورت آن
- مشخصات اصلی مدل های دینامیکی
- کاربرد مدل های دینامیکی زیست شناسی سلولی-مولکولی

۲. مدسازی شبکه واکنش های شیمیایی

- شبکه های واکنش های شیمیایی
- ساده سازی مدل با توجه به سرعت و رخدادها

۳. سینتیک واکنش های شیمیایی

- سینتیک واکنش های آنزیمی
- تنظیم فعالیت آنزیمی
- ترکیب مدل سازی واکنش و فرایند انتقال

۴. آنالیز مدل های دینامیکی

- آنالیز فازی
- پایداری
- تحلیل پاسخ ها و آنالیز حساسیت

- بدست آوردن پارامترهای مدل ها

۵. شبکه های قاعده مند ژن

- مدل سازی بیان ژنتیکی
- کلیدهای ژنتیکی
- شبکه های ژنتیکی نوسانی
- ارتباط بین سلولی
- محاسبات با استفاده از شبکه های تنظیم کننده ژنتیکی

۳-۶ مهندسی پلیمر- پوشش‌های حفاظتی

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:

R. B. Bird, E. W. Stewart, E. N. Lightfoot, *Transport phenomena*, 2nd Ed., John Wiley & Sons, Inc. (2002)

E. Kreyszig, *Advanced engineering mathematics*, 10th Ed., John Wiley & Sons Inc. (2011)

J. N. Reddy, *An introduction to the finite element method*, 4th Ed., McGraw-Hill Inc. (2019)

O. Zienkiewicz, R. Taylor, and J. Z. Zhu, *The Finite Element Method: Its Basis and Fundamentals*, 7th Edition, Butterworth-Heinemann, (2013)

T. I. Zohdi, *A Finite Element Primer for Beginners The Basics*, Springer International Publishing, (2015)

عنوان درس: مهندسی خوردگی و پوششهای سطح PE4600

تعداد واحد:۳

نوع واحد: نظری، اصلی

پیشنیاز: ندارد

تعداد ساعت: ۴۸

هدف: بررسی و مطالعه خوردگی فلزات و علل آنها وقتی که در محیط های خورنده واقع می شوند، مفاهیم پلاریزاسیون‌ها، پارامترهای تاثیر گذار بر خوردگی فلزات، روشهای اندازه گیری و ارزیابی خوردگی، پوششهای سطوح و عوامل تاثیر گذار، مکانیزم عملکردی و مدل سازی پوششهای آلی از طریق المانهای الکتریکی

سرفصل درس:

۱- اهمیت پوششهای آلی به جهت کاهش خوردگی سازه های فلزی در صنایع، ابعاد اقتصادی و عملکردی

۲- لایه های دو گانه الکتریکی بر روی الکترود، مدل الکتریکی و محاسبه ثابت زمانی الکترود، آنالیز اطلاعات امپدانس

۳- ترمو دینامیک خوردگی و عوامل تاثیر گذار، پتانسیل تعادلی الکتروشیمیائی، معادله نرنست، ترسیم و تفسیر نمودارهای پوربه

۴- دانسیته تبادلی جریان الکتریکی، قانون فارادی و سینتیک خوردگی، پتانسیل اضافی

۵- تعریف و انواع پلاریزاسیون، پلاریزاسیون اهمی، پلاریزاسیون های فعالیتی و معادله تافل، پلاریزاسیون غلظتی، بررسی علل و پارامترهای تاثیر گذار بر پلاریزاسیون های فعالیتی و غلظتی، چگونگی تشکیل نمودارهای پلاریزاسیون و تفسیر آنها

۶- پتانسیل خوردگی، مناطق آندی و کاتدی الکترود، تئوری پتانسیل مختلط، محاسبه سرعت های خوردگی به روش های: کاهش وزن مرتبط با قانون فارادی؛ برون یابی تافل؛ مقاومت پلاریزاسیون خطی و معادله یاتلر والمر

۷- الکترودهای مرجع و پارامترهای تاثیرگذار بر آنها، مشکلات مقاومت اهمی و روش های حذف آن

۸- عوامل موثر بر سرعت خوردگی فلزات، غلظت ونوع الکترولیت، میزان اکسیژن، تاثیر دما و تشکیل لایه اکسیدی

۹- بررسی خوردگی های یکنواخت، گالوانیک، Differential aeration cell، شیاری، ایمپلنت های داخل بدن انسان و Stray current Corrosion

۱۰- عوامل تشکیل دهنده پوششهای سطوح، خصوصیات ناشی از تغییرات غلظت حجمی پیگمنت

۱۱- مکانیزم حفاظتی پوششهای آلی و پتانسیل مدار باز

۱۲- رفتار پوششهای آلی با توجه به تشابهات در مدل های الکتریکی متشکل از مقاومت، خازن و سلونوئید

مراجع:

1 - D.A.Jones, Principle and Prevention of Corrosion Published by Prentice Hall, 1996
2 - D.Piron, The Electrochemistry of Corrosion, Published by NACE International, 1994
3 - Allen J.Bard; Larry R.Faulkner, Electrochemical Methods; Fundamentals and Applications, Published by John Wiley, 2001
4 - H.H.Uhlig, R.W.Revie, Corrosion and Corrosion Control, John Wiley & Sons, 1985
5 - K.R.Trethewey, J.Chamberlain,Corrosion for Science and Engineering, Longman Scientific & Technical, 1995

عنوان درس: پوشش های نوین حفاظتی برای سطوح PE4601

تعداد واحد:۳

نوع واحد: نظری، اصلی

پیشنیاز: ندارد

تعداد ساعت: ۴۸

سیلابس:

۱- پوشش های سطوح (دو هفته)
- ۱-۱- تعریف و طبقه بندی
- ۱-۲- شیمی پوشش و اجزاء تشکیل دهنده آن
- ۱-۳- مکانیزم تشکیل فیلم و روش های اعمال
- ۱-۴- خواص مختلف پوشش های سطوح

۲- اصول پوشش های ضد خوردگی (دو هفته)
- ۲-۱- طبقه بندی بر اساس ساختار شیمیایی
- ۲-۲- طبقه بندی بر اساس مکانیزم حفاظت و خواص مختلف
- ۲-۳- طبقه بندی بر اساس کاربرد

۳- ارزیابی خواص مختلف پوشش های ضد خوردگی (یک هفته)
- ۳-۱- خواص رئولوژیکی
- ۳-۲- خواص نوری و مورفولوژیکی
- ۳-۳- خواص فیزیکی / مکانیکی و شیمیایی
- ۳-۴- چسبندگی
- ۳-۵- خواص ضد خوردگی

۴- سیستم های پوششی ضد خوردگی نوین (یک هفته)
- ۴-۱- اصول پیشنهاد سیستم پوششی چند لایه
- ۴-۲- سیستم های پوششی نوین، ویژگی ها و کاربرد

۵- پوشش های ضد خوردگی نوین (ده هفته)
- ۵-۱- پوشش های عامل دار و هیبریدی (Functional and hybrid coatings)
  - ۵-۱-۱- پوشش های بر پایه ترکیبات شاخه ای و دندریمتریک (تئوری، روش ساخت، روش ارزیابی خواص، تکنولوژی ساخت)
  - ۵-۱-۲- پوشش های هیبریدی بر پایه hyper branched polymers (تئوری، روش ساخت، روش ارزیابی خواص، تکنولوژی ساخت)
  - ۵-۱-۳- خواص ضد خوردگی پوشش های چند عاملی
- ۵-۲- پوشش های نانوکامپوزیتی

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

T. F. Edgar, D. M. Himmelblau, and L. S. Lasdon, *Optimization of Chemical Processes*, 2nd Ed., McGraw-Hill Book Co. (2001)

D. C. Montgomery, *Design and Analysis of Experiments*, 9th Ed.,John Wiley & Sons Inc. (2017)

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)

Z. R. Lazic, *Design of Experiments in Chemical Engineering*, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, (2004)

S. Park, *Robust Design and Analysis for Quality Engineering*, Chapmman-Hall, (1996)

عنوان درس: شیمی فیزیک پیشرفته سطح (PE4005)

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری، اجباری

پیش نیاز: ندارد

تعداد ساعت: ۴۸ ساعت

هدف: آشنایی با معادلات حاکم بر سطوح مایع و جامد و استفاده از آنها برای طراحی و تحلیل سطوح مشترک مواد

۱- تعریف سطح و بیان ویژگی‌های سطوح مایع و جامد:
مویینه، ساختار کریستالی سطوح جامد، آسودگی‌ها و میعان و کلوین معادله لاپلاس، یانگ معادله مونینگی، و سطحی کشش بازسازی ساختار کریستالی سطوح

۲- طبیعت و ترمودینامیک فصل مشترک های مایع و جامد:
تعیین گیبس، لایه‌های گیبس، تک معادله و مشترک فصل ترمودینامیکی تعریف اضافی، کمیت‌های ترمودینامیکی مفهوم محل فصل مشترک، انرژی سطحی و کشش سطحی مایعات، ترمودینامیک سطوح جامد، کشش سطحی و انرژی سطحی جامدات و نقایص سطحی

۳- لایه الکتریکی مضاعف و سطوح باردار:
تعریف لایه الکتریکی مضاعف، تئوری پواسون-بولتزمن برای لایه مضاعف نفوذی، رابطه گراهام و ظرفیت لایه مضاعف، محدودیت‌های پواسون-بولتزمن، معرفی لایه استرن، انرژی آزاد گیبس لایه مضاعف، الکتروکاپیلاریتی، مثال‌های سطوح باردار، اندازه‌گیری دانسیته بار سطحی، پتانسیل زتا

۴- نیروهای سطحی:
نیروهای واندروالس، نیروهای لایه مضاعف الکتریکی، نیروهای کاپیلاری، نیروهای هیدرودینامیکی، نیروهای اطراف لایه نازک، depletion، نیروهای hydration و solvationنیروهای

۵- جذب سطحی:
مقدمات و تعاریف، ترمودینامیک جذب، ایزوترم‌های جذب، روش‌های آزمایشگاهی اندازه‌گیری جذب سطحی

۶- روش‌های اصلاح سطحی (یک هفته آموزشی):
ها، مایسل‌ها، امولسیون‌ها و فوم‌هاsurfactant، etching، جذب ماکروکولکول‌ها، CVDروش

۷- فیلم لایه نازک بر روی سطوح مایع:
تعاریف، روش‌های اعمال، روش‌های هویت‌سنجی

مراجع:

1- Butt, H.J., Graf, K. and Kappl, M., 2006. *Physics and chemistry of interfaces*. John Wiley & Sons.

2- Butt, H.J., Graf, K. and Kappl, M., 2010. *Surface and interfacial forces*. John Wiley & Sons.

3- Erbil, H.Y., 2006. *Surface chemistry of solid and liquid interfaces*. John Wiley & Sons.

4- Pashley, R. and Karaman, M., 2005. *Applied colloid and surface chemistry*. John Wiley & Sons.

5- Christmann, K., 2013. *Introduction to surface physical chemistry* (Vol. 1). Springer Science & Business Media.

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 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(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 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:

16.J.M. Dealy, K.F. Wissbrun, *Melt Rheology and Its Role in Plastics Processing*, Van Nostrand Reinhold, (1999)

17.J.M. Dealy, R.G. Larson, *Structure and Rheology of Molten Polymers:From Structure to Flow Behavior and Back Again*, Hanser Gardner (2006)

18.R.B. Bird, R.C. Armstrong, O. Hassager, *Dynamics of Polymeric Liquids*, Vol 1, 2nd Ed. Wiley Interscience Publication (1987)

19. R.G. Larson, *The structure and rheology of complex fluids*, Oxford University Press (1999)

20. R.G. Larson, *Constitutive equations for polymer melts and solutions*, Butterworths (1988)

۵-۲-۱- معرفی نانومواد و نانو ساختارها و طبقه بندی آنها

۵-۲-۲- روش های ساخت و تولید پوشش های نانو ساختار

۵-۲-۳- روش های ارزیابی خواص نانو ساختارها

۵-۲-۴- مکانیزم های مختلف حفاظتی پوشش های نانو ساختار

۵-۳- پوشش های هوشمند (Smart coatings)

۵-۳-۱- پوشش های خود ترمیم شونده (Self-healing)

۵-۳-۱-۱- تعریف و طبقه بندی پوشش های خود ترمیم شونده

۵-۳-۱-۲- روش های سنتز و تولید پوشش ها

۵-۳-۱-۳- مکانیزم های حفاظت

۵-۳-۲- پوشش های با عوامل فعال (تکنولوژی، روش ساخت و ارزیابی خواص)

۵-۳-۲-۱- بازدارنده های جدید ضد خوردگی (High efficiency inhibitors)

۵-۳-۲-۲- پیگمنت های ضد خوردگی فعال (New active pigments)

۵-۳-۲-۳- پلیمرهای هادی ضد خوردگی (Conductive polymers)

۵-۴- پوشش های فوق العاده آبگریز با کاربرد ضد خوردگی (Superhydrophobe coatings)
(تکنولوژی، روش ساخت و ارزیابی خواص)

۵-۴-۱- پوشش های مقاوم در برابر نفوذ آب و عوامل خورنده

۵-۴-۱-۱- افزودنی های آبگریز کننده سطح

۵-۴-۱-۲- افزودنی های بهبود دهنده مقاومت یونی پوشش

۵-۵- پوشش های با دانسیته شبکه ای بالا
(تکنولوژی، روش ساخت و ارزیابی خواص)

۵-۵-۱- تکنولوژی ساخت رزین های جدید با جرم مولکولی و قابلیت شبکه ای شدن بالا

۵-۵-۲- روش های نوین پخت پوشش ها (UV cure coatings)

۵-۶- پوشش های حاوی پیگمنت های ضد خوردگی نوین
(تکنولوژی، روش ساخت و ارزیابی خواص)

۵-۶-۱- اصلاح سطحی ذرات پیگمنت

۵-۶-۱-۱- سینتیک و ترمودینامیک اصلاح سطحی ذرات

۵-۶-۱-۲- روش ها و مکانیسم های اصلاح سطحی

۵-۶-۱-۳- انواع اصلاح سطحی بر حسب کاربرد (خواص پخش، سازگاری با ماتریس رزینی، پایداری، بهبود خواص ضد خوردگی)

۵-۶-۱-۴- انواع اصلاح سطحی بر حسب طبیعت سطحی ذرات و فصل مشترک ایجاد شده با ماتریس رزینی

۵-۷- پوشش های با درصد جامد بالا، پوشش های حاوی فلوئور، پلی یورتانها و پلی یوره آ، پوشش های سیلیکونی، پوشش های surface tolerant.

مراجع:

1- Zeno W. Wicks, JR. Frank, N.Jones, S. Peter Pappas, Douglas A. Wicks, Organic coatings; Science and Technology, ISBN 978-0-471-69806-7 (2007)
2- Amy Forsgren, Corrosion control through organic coating, ISBN 084937278X, 9780849372280 (2006)
3- Philip A. Scheweitzer, P.E., Pait and coatings, application and corrosion resistance, ISBN 1574447025, 9781574447026 (2005)
4- Theodor Provder, Jamil Baghdachi, Smart coatings, ISBN 0841274290, 9780841274297 (2007).
5- Advances in nanotechnology research and application, ISBN 978-1-4649-2058-5 (2011).
6- Jinsong Leng and Alan Kin-taklav, Multifunctional polymer nanocomposites, ISBN 978-1-4398-1686-0 (2011)
7- Advances in Marine Antifouling Coatings and Technologies, edited by C Hellio, D M Yebra, CRC Press, 2009

عنوان درس: کنترل و ارزیابی خوردگی PE4101

تعداد واحد: ۳ واحد

سیلابس:

بازدارنده های خوردگی: 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 یا محیط زیست، بررسی مکانیزمهای عملکردی بازدارنده ها و راندمان بازدارندگی، چگونگی ایجاد مدل جذب و ارزیابی مدلهای جذب متفاوت، پارامترهای قابل حصول از مدل های جذب، بازدارنده های طبیعی و مصنوعی در محیط های خورنده مختلف، بررسی رفتار نمودارهای پلاریزاسیون در حضور بازدارنده های خوردگی،

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

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 ، جلوگیری و کاهش خوردگی ناشی از جریان های سرگردان ، حفاظت کاتدی به همراه پوششهای آلی، پدیده جدایش کاتدیک (مکانیزم نوع و نفوذ یونها، پارامترهای تاثیرگذار بر میزان جدایش)

ارزیابی: مقاومت یونی در پوششهای آلی شامل یک لایه و چند لایه، نقش و مکانیزم پیگمنت های ضد خوردگی در پوششهای آلی و حفاظتی، اصول و عملکرد تکنیک غیر مخرب پلاریزاسیون و ایمپدانس الکتروشیمیائی، نقش مدیریت خوردگی بر کاهش معضل خوردگی، تاثیر اثر طراحی مهندسی سازه و موقعیت جغرافیائی تاسیسات بر خوردگی، تکنینک نویز الکتروشیمیائی

مراجع:

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- Z.W.Wicks et al., Organic Coatings: Science and Technology; Volumes 1 &2, Published by John Wiley & Sons, 1992

4- A.W.Peabody, Control of Pipeline Corrosion, Published by NACE International; The Corrosion Society, 2001
5- H.H.Uhlig; RWinston Revie, Corrosin and Corrosion Control, Published by John Wiley, 1985
6- 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- H.H.Uhlig; RWinston Revie, Corrosin and Corrosion Control, Published by John Wiley, 1985
6- W.Plieth, Electrochemistry for Materials Science، Published by Elsevier, 2008

عنوان درس: چسبندگی PE4603

تعداد واحد: ۳

سیلابس:

مقدمه ای بر مفاهیم چسبندگی ، چسبناکی ، و حوزه کاربردی درس

کاربردهای متنوع چسبندگی در علوم و فنون مختلف

ارتباط چسبندگی با سایر خواص فیزیکی و مکانیکی ، جوی

شرایط و چگونگی رخداد چسبندگی از دیدگاه سینتیکی و ترمودینامیکی

دیدگاههای مختلف در چسبندگی . شیمی سطح زمینه . مکانیک و خواص ویسکوالاستیک جامدات .

نیروی چسبندگی . کار چسبندگی. استحکام چسبندگی

مکانیزم ها و تئوریهای مختلف در ارتباط با چسبندگی

. مکانیزم چسبندگی الکتروستاتیکی ، تئوری DLVO و لایه دوگانه الکتریکی ، مدل دریاگوین

تئوری لایه مرزی ضعیف و دیدگاه فاز مشترک

تئوری پیوندهای شیمیایی و اتصالات پیوندی قوی ، مواد تقویت کننده چسبندگی سیلانی و تیتاناتی

چسبندگی از دیدگاه زمینه (Adherend) ، درگیری مکانیکی، ناهمواری سطح ، سطوح فرکتالی ، روشها ی آماده سازی سطوح مختلف ، تئوریهای ترشوندگی سطوح ناهموار

چسبندگی از دیدگاه مواد adhesive ، شیمی چسب ها ، مکانیزم عمل ، خواص ، مشخصات مولکولی ، پارامترهای تاثیرگذار، ترشوندگی ، زاویه تماس، محاسبه انرژی سطحی، مدل های تئوری چسبندگی محاسباتی و نظری

تاثیر عوامل محیطی بر روی چسبندگی، پایداری اتصالات چسبی

خواص مکانیکی در ارتباط با چسبندگی ، استحکام چسبندگی ، رابطه خواص فیزیکی و مکانیکی، تابع اتلاف، انرژی شکست ، روشهای ثبت استحکام چسبندگی، انالیز شکست و رشد ترک

چسبندگی خود به خود ، نفوذ متقابل ، چسبندگی به مواد دیگر، تاثیر عوامل وزن مولکولی، زمان ، رئولوژی

اندازه گیری چسبندگی (کمی و کیفی) ، دستگاهی ،کوتاه مدت و بلند مدت

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

عنوان درس: رزین های پوشش سطوح پیشرفته PE4605

تعداد واحد: ۳ واحد

سیلابس:

مروری بر مهندسی واکنش های پلیمریزاسیون: تراکمی، افزایشی و رادیکالی، تکنولوژی رزینهای: پایه آب، پایه حلال، پرجامد، پودری و UV پخت، شیمی و تکنولوژی سنتز و کاربرد: رزین های پلی استر اشباع، پلی استر غیر اشباع، رزین های اپوکسی، رزین های اپوکسی وینیل استر، رزین های پلی یورتان، رزین های سیلیکونی، رزین های پلی یورتان فلورینه، رزین های PVDF، رزین های پلی بوره آ، رزین های اپوکسی نوولاک، رزین های فنولیک و رزین های فوران

مراجع:

1- D. Stoye and W. Freitag (eds.), "Resin for Coatings: chemistry, properties and applications" Hanser Publishers, 1996.
2- M. Szycher "Handbook of Polyurethanes", CRC Press, 1999.
3- P.K.T. Oldering, N. Tuck, "Resins for Surface Coatings: Acrylics and Epoxies" SITA Technology Ltd., 2000.
4- P.K.T. Oldering, "Resins for Surface Coatings: Polyurethanes, polyamides, Phenolplast, Aminoplast, Maleic Resins", SITA Technology Ltd., 2001.
5- P.K.T. Oldering, N. Tuck, "Resins for Surface Coatings: Alkyds and Polyesters" SITA Technology Ltd., 2000.
6- A. tracton, "Coatings Technology Handbook" 3rd ed., CRC Press, 2005.
7- W. Heilen, "Silicone Resins and Their Combinations", Vincentz Network, 2005.
8- P.K.T. Oldering, "Waterborne and Solvent Based Surface Coatings, Resins and Their Applications: epoxies", SITA Technology Ltd., 1996.

عنوان درس: تخریب پوشش های سطح PE4208

تعداد واحد :۳

سیلابس:

تقسیم بندی اتمسفر ، آب و هوا مایکرو و میکرو ،تاثیر شرایط اتمسفری بر فلزات ، پرتو خورشید، دمای سطوح فلزی پوشش نشده ، رطوبت هوا ، تشکیل شبنم ، نقطه شبنم برروی سطح فلزات، آب و هوای خشک، آب و هوای طبیعی – آب و هوای ساحلی – آب و هوای صنعتی و گرمسیری.

انواع تخریب: تخریب شیمیایی، تخریب آبی، تخریب گرمایی، تخریب مکانیکی، فرایند های فتو فیزیکی، مکانیزم فرایند های تخریب فتوشیمیایی.

عوامل موثر بر تخریب پوشش ها : رطوبت هوا، تشکیل شبنم، دمای هوا، گاز های و یون های آلاینده ها در اتمسفر، تر بودن سطح فلز، اندازه گیری تری سطح فلز، دمای سطح فلز و دمای سطوح پوشش شده. نقش زمینه های فلزی در ماندگاری پوشش ها.

کاهش چسبندگی پوشش،نقش چسبندگی پوشش در ماندگاری آن، مروری بر تئوری های چسبندگی، نقش رنگدانه ها، مکانیزم رنگدانه ها در پوشش ها، تاثیر جذب آب و عبور پذیری بخار آب، ساختار شیمیایی رزین، ضخامت فیلم خشک، نقش حلال ها در پوشش، ترک خوردن و پوسته پوسته شدن. پدیده تاول زدن، مکانیزم تاول زدن اسمزی، طبیعت و منابع مواد حل شونده (نمک های معدنی)، محصولات واکنش خوردگی.، تاول زدن الکتروآندواسمزی، تاول زدن کاتدی، آنالیز تاول، زیر برش و جدا شدن پوشش توسط محصولات خوردگی.

پایدار کننده ها: رنگدانه های جذب کننده تابش ماورابنفش، جذب کننده های تابش ماورابنفش، گروه های جذب کننده تابش ماورابنفش، مکانیزم جذب کننده ها، جذب کنند های رادیکال آزاد، انتی اکسیدان ها، آمین های استتار شده، عوامل تجزیه کننده پراکسید. پایدار کننده ها در پوشش های خودرویی.

پدیده تنش در پوشش های آلی: تاثیر تشکیل فیلم ، فرایند پخت ، تاثیر تبخیر حلال ، تاثیر تغییرات دما ، تاثیر رطوبت نسبی ، تاثیر اجزا رنگ.

روش های ارزیابی پوشش ها: آزمون های تسریع کننده، لامپ های مختلف ، در حالت سیکل های خشک و تر مقایسه بین اتمسفر های طبیعی و آزمون های های تسریع کننده .اسپکتروسکوپی امپدانس الکتروشیمیایی.

مراجع:

1-Durability of organic coatings Schmit , 1990

2-Corrosion control through organic coating Amy forsgren 2006

3- Light Stabilizers for Paints, Andreas Valet 1997

4- Corrosion Prevention by Protective Coatings, Charles G. Munger – NACE 1999

5-Protective coatings, Fundamental of Chemistry and Composition Clive H.hare SSPC 1994

6- Selecting Coatings for Industrial and Marine structures Richard W.Drisko-SSPC 2008

7- Paint and Coating Testing Manual Joseph V. Koleske

ASTM Manual Series 1995

8-Hand book of environmental degradation of materials , Myer Kutz 2005

عنوان درس: نانوپوشش‌های پلیمری PE4602

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری، اختیاری

پیش‌نیاز: ندارد

تعداد ساعت: ۴۸

هدف: آشنائی با انواع، عملکرد و مکانیسمهای نانو پوشش های پلیمری

سر فصل درس:

۱- یاداوری مباحث مقدماتی پوشش های سطح پلیمری و اجزای ان شامل رزینها و مکانیزم تشکیل فیلم- پیگمنتها – مواد افزودنی – حلال – سامانه های کاربردی و محدودیت های هرکدام – نیاز برای ورود فناوریهای جدید

۲- مقدمه ای بر خواص نانو مواد از دیدگاه هندسی و کوانتوم مکانیک – تعریف بعد - تکیه بر مقیاس اندازه/جرم/زمان - ابعاد صفر/یک/دو/سه بعدی - تعریف بعد از منظر هندسی و الکترونی - تغییر خواص با تغییر ابعاد- تعاریف محدویت های الکترونی در تغییر خواص- اصول اولیه در شناخت رفتار نانوساختارها- نیروها در مقیاسهای مختلف-

۳- چگونگی تغییر خواص الکتریکی- رنگی- مکانیکی- حلالیت- نقطه ذوب- سطح تماس- نقطه انتقال شیشه ای و تحرک پذیری- مونیینگی- انرژی سطحی- شعاع انحناء- خواص شیمیایی- خواص نوری-خواص کریستالی در ابعاد نانو

۴- روشهای ساخت نانو مواد از طریق متد های "بالا-به-پایین" و "پایین-به-بالا"- ایمنی در ساخت نانو ذرات و نانوساختارها- نانوساختارهای آلی /معدنی/آلی – معدنی/فلزی

۵- متدهای ساخت نانو مواد مختص پوشش های لایه نازک و پلیمری – روشهای اعمال و ساخت – روشهای شناسایی

۶- نحوه ساخت پوشش های هیبریدی و آلی-معدنی- متد سل ژل و سایر روشهای تر

۷- نانوذرات مورد استفاده در نانوپوشش های پلیمری- اماده سازی سطح- اهمیت فصل مشترک – ضریب شکست- خواص اپتیک – مکانیکی - الکتریکی

۸- چسبدگی در لایه های نازک- تقویت کننده های چسبندگی سیلانی و غیر سیلانی- نیروهای اتمی و مولکولی- چسبندگی در نانوذرات

۹- نانو پوشش های با خواص اپتیکی متداول و پیشرفته مانند لیزر- اپتیک غیر خطی – هدایت کننده موج - فوتوکرومیک

۱۰- پوشش های نانویی حاوی مواد جاذب اشعه یو وی و فوتو کاتالیستها و نحوه عملکرد – مکانیزم فوتوکاتالیستی

۱۱- پوشش های ضد خراش و مکانیزم افزایش خواص خش پذیری در نانو پوشش ها – خواص ویسکوالاستیک در مواد نانوساختار- ازمون دندانه گذاری نانو – سایر ازمونها در شناسایی رفتار مکانیکی در نانوپوشش ها

۱۲- پوشش های نانویی با شیمی سطح کنترل شده – پوشش های ابدوست و ابگریز- ترشوندگی و تمیزشوندگی

۱۳- پوشش های نانو با خواص ضدخوردگی – مکانیزمهای مواد نانو ساختار و نانوپوشش های پلیمری در پدیده خوردگی- معرفی نانو مواد ضدخوردگی یا ساختارهای مختلف

۱۴- پوشش های نانو با کاربردهای بهداشتی –ضد میکروبی و ضدباکتری – دافع بو- محصولات خانگی

۱۵- شش های نانویی با عبور پذیری کم در برابر اکسیژن- رطوبت و گازها – کاربرد در بسته بندی موادغذایی-

۱۶- تحقیق بر روی یکی از زمینه های فوق الذکر بصورت سمینار از مقالات دو سال اخیر

مراجع:

۱- محسن محسنی ،شیمی و فرآیند سل ژل و کاربرد آن در نانو پوشش های هیبریدی آلی-معدنی - انتشارات دانشگاه امیرکبیر- ۱۳۹۲

2- Stefan Sepeur , NanoTechnology, Nora Larcya; Stefan Goedicke; Frank Gross; Technical Basic and Applications, Vincents Publication. 2008

3- Mahmood Aliofkhazraei, Nanocoatings: Size Effect in Nanostructured Films , Springer, Pub. 2001

4- Steven Abbott, Nigel Holmes , Nanocoatings: Principles and Practice: From Research to Production, DEStech Pub, 2013

5- Prashant Jindal , High Strain Rate Behavior of Nanocomposites and Nanocoatings, Springer Publication, 2015

6- Vikas Mittal , Polymer Nanocomposite Coatings, CRC Press, TAYLOR AND FRANCIS, New York, 2014

عنوان درس: پوشش‌های تبدیلی PE4604

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری، اختیاری

پیش‌نیاز: ندارد

تعداد ساعت: ۴۸

هدف: آشنائی و بررسی لایه های پوششی نازک و میانی بر روی سطوح

سرفصل درس:

پوشش تبدیلی فسفاته : مقدمه ، انواع پوشش های فسفاته؛ شیمی و موازنه کردن محلول فسفاته ، تسریع کننده ها در فرایند فسفاته ، کنیتیک تشکیل فسفاته ، تئوری الکتروشیمیایی تشکیل فسفاته ، تاثیر شرایط عملی بر پوشش ، مکانیزم هسته زایی و رشد کریستال ، ساختار و ترکیب پوشش فسفاته ، چسبندگی پوشش به زمینه های فلزی ، خواص شیمیایی پوشش ، خواص فیزیکی پوشش ، پایداری پوشش ، ماهیت زمینه فلزی در پوشش ، عملیات بعداز پوشش فسفاته ، پوشش های نوین ، پوشش زیرکونیوم

پوشش تبدیلی آنودایزینگ ، روش های آنودایزینگ ، ترمودینامیک و کنیتیک لایه اکسیدی ، ترکیب لایه اکسیدی ، لایه درونی و خارجی لایه اکسیدی ، عوامل موثر بر تشکیل لایه ، ضخامت لایه بر اساس پتانسیل اعمالی ، مکانیزم تشکیل منافذ ، چگالی و بار لایه اکسیدی خواص شیمیایی و مکانیکی لایه اکسیدی ، روش های سیل کردن لایه ، مکانیزم سیل کردن ، رنگ آمیزی لایه اکسیدی توسط ترکیبات آلی و معدنی ، آنودایزینگ کردن تیتانیوم ،تولید نانو تیوب های تیتانیوم و الومینوم به روش آنودایزینگ ، کاربرد های صنعتی.

پوشش تبدیلی کروماته : شیمی محلول کرماته کردن ، مکانیزم تشکیل کروماته کردن، عوامل موثر در خواص مکانیکی پوشش ، پایداری گرمایی پوشش ، انواع کروماته کردن، ترکیب لایه کروماته ، مکانیزم حفاظت از خوردگی ،چسبندگی لایه های بعدی ، پوشش های عاری از کروماته ، پوشش سل –ژل ، پوشش های نوین جاگزین کروماته کردن ، پوشش مولیبدات ، پوشش سریم ،پوشش های تبدیلی سیلان .

پوشش های الکترودپوزیشن ، پوشش آندی الکترودپوزیشن ، پوشش کاتدی الکترودپوزیشن ،

مکانیزم تشکیل پوشش ، عوامل موثر بر خواص پوشش ،

مراجع:

1- Modern Aspect of Electrochemistry , Electrodeposition and Surface Finshing

, 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 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:

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

۱،۲-ترمودینامیک مواد پلیمری

۲-کاربرد پلیمرها در صنعت نفت:

۲،۱- 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:

۳،۱-عایق‌های مخصوص حرارتی و الکتریکی

۳،۲-پلیمرهای مخصوص سوخت موشک

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

۳،۴-قسمت‌های منتخب سفینه‌ها و ایستگاه‌های فضایی

۴-کاربرد پلیمرها در صنایع خودرو و تایر:

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

۴،۲-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-دیگرکاربردهای 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 پلیمریزاسپون‌های 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 سوسپانسونی

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 کارآمد 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)

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)

۳-۸ مهندسی پلیمر- چاپ

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:

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

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

73. T. F. Edgar, D. M. Himmelblau, and L. S. Lasdon, *Optimization of Chemical Processes*, 2nd Ed., McGraw-Hill Book Co. (2001)
74. D. C. Montgomery, *Design and Analysis of Experiments*, 9th Ed.,John Wiley & Sons Inc. (2017)
75. 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)
76. Z. R. Lazic, *Design of Experiments in Chemical Engineering*, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, (2004)
77. S. Park, *Robust Design and Analysis for Quality Engineering*, Chapmman-Hall, (1996)

عنوان درس: رنگ سنجی پیشرفته (PE4201)

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری، اصلی

پیش‌نیاز: فیزیک رنگ

تعداد ساعت: ۴۸ ساعت

هدف: بیان مبانی علمی و کاربردی رفتار نوری مواد، پدیده های مختلف در فیزیک رنگ و رنگ سنجی کلاسیک و پیشرفته، بنابراین در این راستا مفاهیم و اصول مربوطه، نظریه های مرتبط، معادلات محاسباتی و دستگاه‌های اندازه گیری مورد بحث قرار می گیرد.

سرفصل درس

- مروری بر مبانی فیزیک رنگ.
- اصول مهم در رفتار نوری مواد، و آشنایی با نظریه های مربوطه.
- معادلات توصیف کننده رفتار نوری مواد (اثبات معادله کیوبلکا-مانک) . انعکاس سطحی و تاثیر آن.
- نظریه ها و معادلات مطرح در رنگ همانندی محاسباتی.
- رنگ همانندی اسپکتروفتومتری و کالریمتری در سیستم های مختلف رنگی.
- روشهای نوین در رنگ همانندی.
- مقدمه‌ای بر هوش مصنوعی و کاربرد آن در علم رنگ.
- مواد فلورسانس و رنگ همانندی رنگ های فلورسنت.
- معادلات اختلاف رنگ پیشرفته.
- متاماریزم و اندیسهای متاماریزم.
- نظریه های تجزیه طیفی.
- انتقال های تطبیق رنگی.
- پایداری رنگی و اندیس ناپایداری رنگی.
- شاخص ضریب تاثیر منبع نوری.
- مبانی مدل های ظاهر رنگی.
- محاسبات ریاضی بر فضای طیفی (نظیر فشرده سازی و بازسازی داده های طیفی).
- انواع براقیت، تاثیر آن بر ظاهر، روابط حاکم و روشهای اندازه گیری.
- دستگاه های اندازه گیری رنگ و ظاهر.

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)
- F. Grum (Editor), C. James Bartleson (Editor), Optical Radiation Measurements - Vol2: Color Measurement. 1980.
- 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.
- N. Ohta, A.R. Robertson, Colorimetry fundamentals and applications, Wiley, 1 Edition, 2006.
- J.S Schanda, Colorimetry_ Understanding the CIE System-Janos Schanda-Wiley-Interscience (2007)

عنوان درس: رئولوژی پیشرفته پلیمرها (PE4004)

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری، اصلی

همنیاز: روش‌های محاسباتی در سامانه‌های پلیمری

تعداد ساعت: ۴۸ ساعت

هدف: مطالعه جریان های برشی و کششی، مدل های سیالات متفاوت و معادلات آنها، بررسی سیستم های امولسیونی، سوسپانسیونی و دیسپرسیونی حاوی ذرات میکرونی و نانو

۱- مبانی مکانیک محیط‌های پیوسته

۱-۱ مروری بر عملیات برداری و تنسوری

۱-۲ مروری بر معادلات انتقال

۲- توابع موادی

۲-۱- جریان برشی

۲-۱-۱- جریان برشی پایدار

۲-۲-۲- جریان برشی ناپایدار

۲-۳- جریان کششی

۲-۳-۱- جریان کششی پایدار

۲-۳-۲- جریان کششی ناپایدار

۳- معادلات متشکله سیالات

۳-۱- مدل‌های سیالات ویسکوز

۳-۲- مدل‌های سیالات ویسکوالاستیک

۳ ۳-۲-۱- ویسکوالاستیک خطی

۳-۲-۱-۱- مدل‌های خطی دیفرانسیلی - مدل‌های خطی انتگرالی

۳-۲-۲- ویسکوالاستیک غیرخطی

مدل‌های غیر خطی دیفرانسیلی - مدل‌های غیر خطی انتگرالی

۳-۳- نگرش‌های دیگر بر معادلات متشکله

۳-۳-۱- نگرش پیوسته

۳-۳-۲- نگرش مولکولی- مدل‌های متشکله پلیمری

۴- رئولوژی سیستم‌های دوفازی (مایع-مایع)

۴-۱- مدل‌های ارائه شده برای پیش بینی ویسکوزیته سیستم‌های دوفازی

۴-۲- مدل‌های امولسیونی (ویسکوالاستیک) بر مبنای مدل Palierne

۴-۳- مدل‌های Coarse-grained بر مبنای مدل Doi-Ohta

۵- رئولوژی سیستم‌های پرشده

۵-۱- مقدمه

۵-۱-۱- انواع فیلرها

۵-۱-۲- برهمکنش فیلر- پلیمر

۵-۲- تئوری‌ها و معادلات متشکله سوسپانسیون‌ها

۵-۲-۱- مدل های ساختاری

۵-۳- مشخصه‌های جریان سوسپانسیون‌ها

۵-۳-۱- ویسکوزیته برشی پایدار

۵-۳-۲- الاستیسیته حاصل از جریان برشی پایدار

۵-۳-۳ خواص ویسکوالاستیک در جریان برشی، نوسانی با دامنه کوتاه

۶- رئولوژی سیستم پر شده با فیلرهای کروی نانو

۶-۱- رئولوژی سیستم‌های پرشده با فیلرهای صفحه‌ای نانو

۶-۲-۱ مدل های بر پایه ارایش یافتگی

۷- آشنایی با سایر قابلیت‌ها و کاربردهای رئولوژی

۷-۱- Chemo-rheology

۷-۲- رئولوژی محلول‌ها و ژل‌ها

مراجع:

1. **Dynamics of Polymeric Liquids: R. Byron Bird , 1987**
2. **Structure and Rheology of Molten Polymers: M. Deely, G. Larson ,2005**
3. **Understanding Rheology: F. A. Morrison , 2001**
4. **Colloidal Suspension Rheology: J. Mewis, N. J. Wagner , 2011**

عنوان درس: تعلیقی ها در چاپ (PE4804)

تعداد واحد:۳

نوع واحد: نظری، اختیاری

هم نیاز: ندارد

تعداد ساعت: ۴۸

هدف: آشنایی دانشجویان با مبانی پخش ذرات پودری در بستر جوهرهای چاپ

سر فصل درس:

۱۳- مقدمه و اهمیت فرایند دیسپرسیون ذرات
۱۴- مبانی اولیه دیسپرسیون
۱۵- نیروهای عمل کننده بین ذرات
۱۶- مبانی ترشوندگی
۱۷- پارامترهای تاثیرگذار در دیسپرسیون شامل اندازه ذرات- ویسکوزیته ماده میانی- دما- وزن مولکولی- کشش سطحی - زمان
۱۸- مبانی پخش ذرات
۱۹- چسبندگی ذرات به یکدیگر
۲۰- ضریب فشردگی ذرات
۲۱- چسبندگی در ذرات نرم و سخت
۲۲- مدلهای ریاضی چسبندگی ذرات شامل مدل JKR- MYD- DMT
۲۳- سازوکارهای لخته ای شدن
۲۴- مبانی نفوذ ماتریس در بستر پودر
۲۵- قانون لوکاس – واشبورن
اثر عامل دیسپرس کننده بر ترمودینامیک و سینتیک ترشوندگی

پایداری انتروپیک- پایداری انتالپیک
پایداری در محیط های غلیظ و رقیق
نحوه اندازه گیری پایداری

۲۶- شیمی انواع ترکننده‌ها

۲۷- مکانیسم های پایدارسازی دیسپرسیون

۸-۱- ممانعت فضایی

۸-۲- الکترواستاتیک

تئوری تشکیل لایه دوگانه سطحی، اجزای آن

تئوری DLVO

۲۸- شیمی انواع عوامل دیسپرس کننده (پایدار کننده‌ها)

۲۹- ته نشینی

۱۷-۱- مبانی رئولوژی دیسپرسیون‌ها

۱۷-۲ اثر رئولوژی بر ترشوندگی، پایداری دیسپرسیون و ته نشینی

۳۰- تجهیزات دیسپرس کردن پیگمنت در جوهرهای چاپ

مراجع:

1-Tharwat F. Tadros, Dispersion of Powders in Liquids and Stabilization of Suspensions, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2012.

2- Temple C. Patton, paint flow and pigment dispersion: A rheological approach to coating and ink technology, Wiley and interscience publisher, second edition 1978.

3-Tharwat F. Tadros, Rheology of Dispersions Principles and Applications, Wiley-VCH Verlag & Co. KGaA,, 1 st edition 2010.

4-Robert B. McKay Technological Applications of Dispersions, edited by Robert B. McKay - 1994

5- Robert Leach , The Printing Ink Manual, VNR Int. Publication , 1988

عنوان درس: فرایندهای چاپ تماسی و غیر تماسی (PE4800)

تعداد واحد:۳

نوع واحد: نظری، اصلی

پیش نیاز و یا همنیاز: دیسپرسیون در چاپ

تعداد ساعت: ۴۸ ساعت

هدف : آشنائی با انواع فرایندهای چاپ، تجهیزات مورد استفاده در صنعت چاپ و مرکب های متفاوتی که استفاده می شوند.

سرفصل درس

۱- مقدمه ای بر فرایند چاپ سنتی

۲- مقدمه ای بر فرایند چاپ دیجیتال

۳- مرکب های چاپ سنتی و دیجیتال

۴- مرکب های چاپ نوین

۴-۱- تجیهزات و مرکب های هوشمند

۴-۲- تجهیزات و مرکب های امنی

۴-۳- تجهیزات و مرکب های بایو

۴-۴- تجهیزات و مرکب های نانو

۴-۵- تجهیزات و مرکب های سه بعدی و چهار بعدی

۴-۶- تجهیزات و مرکب های مواد غذایی

۴-۷- تجهیزات و مرکب های ادوات اپتوالکترونیک و سلول های خورشیدی

۵- کنترل کیفیت مرکب های چاپ نوین

۶- بسته بندی و چاپ

۶-۱- مقدمه ای بر بسته بندی

۶-۲- بسته بندی های هوشمند

۶-۳- بسته بندهای زیست تخریبی پذیر

۶-۴- بسته بندی های نوین

۷- چاپ و نساجی

۷-۱- مقدمه ای بر چاپ نوین منسوجات

۷-۲- منسوجات هوشمند

مراجع

1- Bio and Nano Packaging Techniques for Electron Devices,Advances in Electronic Device Packaging, Editors: Gerlach, Gerald, Wolter, Klaus-Jürgen (Eds۲۰۱۲

2- Bioprinting in Regenerative Medicine,Editors: Turksen, Kursad (Ed.)2015

3- Food Contact Materials and Articles, Printing Inks: Check Lists for Compliance in Industry and Trade and Control by Food Inspection (TemaNord(by Gitte Alsing Pedersen (Author), Nordic Council of Ministers (Author(۲۰۱۵

4- Modern Technology of Printing and Writing Inks by NIIR, 2017

5- Organic Optoelectronics,Wenping Hu , Fenglian Bai , Xiong Gong , Xiaowei Zhan , Hongbing Fu , Thomas Bjornholm,2012

6- Manufacturing Flexible Packaging: Materials, Machinery, and Techniques, Thomas Dunn,2014

عنوان درس: شیمی فیزیک پیشرفته سطح (PE4005)

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری، اجباری

پیش نیاز: ندارد

تعداد ساعت: ۴۸ ساعت

هدف: آشنایی با معادلات حاکم بر سطوح مایع و جامد و استفاده از آنها برای طراحی و تحلیل سطوح مشترک مواد

۱- تعریف سطح و بیان ویژگی‌های سطوح مایع و جامد:
مویینه، ساختار کریستالی سطوح جامد، آسودگی‌ها و میعان و کلوین معادله لاپلاس، یانگ معادله موتینگی، و سطحی کشش بازسازی ساختار کریستالی سطوح

۲- طبیعت و ترمودینامیک فصل مشترک های مایع و جامد:
تعیین محل گیبس، لایه‌های گیبس، تک معادله و مشترک فصل ترمودینامیکی تعریف اضافی، کمیت‌های ترمودینامیکی مفهوم فصل مشترک، انرژی سطحی و کشش سطحی مایعات، ترمودینامیک سطوح جامد، کشش سطحی و انرژی سطحی جامدات و تقایص سطحی

۳- لایه الکتریکی مضاعف و سطوح باردار:
تعریف لایه الکتریکی مضاعف، تئوری پواسون-بولتزمن برای لایه مضاعف نفوذی، رابطه گراهام و ظرفیت لایه مضاعف، محدودیت‌های پواسون-بولتزمن، معرفی لایه استرن، انرژی آزاد گیبس لایه مضاعف، الکتروکاپیلاریتی، مثال‌های سطوح باردار، اندازه‌گیری دانسیته بار سطحی، پتانسیل زتا

۴- نیروهای سطحی:
نیروهای واندروالس، نیروهای لایه مضاعف الکتریکی، نیروهای کاپیلاری، نیروهای هیدرودینامیکی، نیروهای اطراف لایه نازک، depletion، نیروهای hydration و solvationنیروهای

۵- جذب سطحی:
مقدمات و تعاریف، ترمودینامیک جذب، ایزوترم‌های جذب، روش‌های آزمایشگاهی اندازه‌گیری جذب سطحی

۶- روش‌های اصلاح سطحی (یک هفته آموزشی):
ها، مایسل‌ها، امولسیون‌ها و فوم‌هاsurfactant، etching، جذب ماکروکولکول‌ها، CVDروش

۷- فیلم لایه نازک بر روی سطوح مایع:
تعاریف، روش‌های اعمال، روش‌های هویت‌سنجی

مراجع:

1- Butt, H.J., Graf, K. and Kappl, M., 2006. *Physics and chemistry of interfaces*. John Wiley & Sons.

2- Butt, H.J., Graf, K. and Kappl, M., 2010. *Surface and interfacial forces*. John Wiley & Sons.

3- Erbil, H.Y., 2006. *Surface chemistry of solid and liquid interfaces*. John Wiley & Sons.

4- Pashley, R. and Karaman, M., 2005. *Applied colloid and surface chemistry*. John Wiley & Sons.

5- Christmann, K., 2013. *Introduction to surface physical chemistry* (Vol. 1). Springer Science & Business Media.

عنوان درس: پردازش و انتقال تصویر (PE4801)

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری،اصلی

پیشنیاز: آشنایی با یکی از زبان های برنامه نویسی

ساعت درس: ۴۸ ساعت

هدف: آشنایی با تصاویر رقومی، تصویر پردازی، پردازش و بهسازی تصاویر که برای کاربرد در صنعت چاپ و پوشش استفاده می گردد.

سرفصل:

۱- تصاویر رقومی
۲- بینایی و تشکیل تصاویر رقومی
۳- آشنایی با سیستمهای تصویر پردازی
۴- انتقالهای تصویری و رروشهای محاسباتی
۵- هندسه تصویر پردازی
۶- فضاهای تصویرپردازی (RGB, HIS, CMY,...)
۷- فشرده سازی تصاویر
۸- پردازش تصویر در حوزه مکان و حوزه فرکانس
۹- انتقال ها نظیر انتقال فوریه
۱۰- هیستوگرام تصویر
۱۱- انواع بهسازی تصاویر (انواع رفع نویز، افزایش تباین و ...)
۱۲- روشهای لبه یابی
۱۳- تقطیع و شناسایی الگو در تصویر
۱۴- بافتار بصری و روشهای تحلیل بافتار در تصاویر
۱۵- نگاهی بر پردازش تصاویر رنگی
۱۶- مثال های کاربردی از پردازش تصویر در رنگ، پوشش و چاپ

مراجع:

1. R.C. Gonzalez, R. E. Woods, Digital Image Processing, Pearson; 4ed 2017.
2. M. Sonka, V. Hlavac, R. Boyle, Image Processing, Analysis and Machine Vision, Springer US, 1993.
3. W. K. Pratt, Digital Image Processing: PIKS Scientific Inside, John Wiley & Sons, Inc. 4ed, 2007
4. A. K. Jain, Fundamentals of Digital Image Processing, Prentice Hall, 1989.
5. D. A. Forsyth and J. Ponce, Computer Vision: A Modern Approach, 2nd Edition, Prentice Hall, 2003

عنوان درس: فرایندهای چاپ و گرافیک (PE4802)

تعداد واحد:۳

نوع واحد: نظری، اختیاری

پیش نیاز: دوباره تولد سطوح چاپ

تعداد ساعت: ۴۸ ساعت

هدف: بررسی مفاهیم و نمایش رنگ دیجیتال، فضا رنگ ها و الگوریتم های نگاشت رنگ با توجه به مزایا و معایب هر کدام

سرفصل درس

۱- مقدمه ای بر اصول درک رنگ که در ان بخش مفاهیم رنگ سنجی، اثرات منبع نوری، چشم، توابع رنگ همانندی ، محاسبه مختصات رنگ و معادلات اختلاف رنگ مورد بررسی قرار میگیرند.

۲- مفاهیم پایه‌ای در نمایش رنگ دیجیتال (PPI, Dithering & Print Size ،Bit Depth)

۳- آشنایی با اصول کار وسایل دوباره تولید رنگ (دوربین، نمایشگر، اسکنر، چاپگر)

۴- اصول مدیریت رنگ

۵- ساختار ها ICC پروفایل ها، CMM ها

۶- آشنایی با فضا رنگ‌ها و تبدیل فضا رنگها

۷- نگاشت محدوده‌های رنگی- الگوریتم ها نگاشت رنگ از قبل Perceptual، relative، absolute و saturation نحوه اجرا و مزایا و معایب هر کدام مورد بررسی واقع می شود.

۸- مدیریت رنگ ICC- جنبه های اجرای مدیریت رنگ بر پایه سیستم های ICC و نحوه اعمال الگوریتم ها طرح شده در مباحث قبل تحت قالب پروفایل ICC مورد بررسی قرار می گیرد.

مراجع:

1. *Digital Printing of Textiles, H. Ujiie, CRC, 2006.*
2. *Digital Color Management, Jan-Peter Homann, Springer, 2009.*
3. *Handbook of print media, Helmut Kipphan, Springer, 2001.*
4. *Mastering digital color, David Saffir, Thomson, 2007.*

عنوان درس: مهندسی طراحی تولید و عملیات چاپ (PE4803)

تعداد واحد:۳

نوع واحد: نظری، اختیاری

پیش نیاز: فرایند چاپ تماسی و غیر تماسی

تعداد ساعت: ۴۸ ساعت

هدف: آشنائی با فناوری های پیش از چاپ سنتی و دیجیتال و همچنین پس از چاپ سنتی و دیجیتال،

روشهای نوین در پردازش وتولید مجدد تصویر

سرفصل درس

۱- مقدمه ای بر فرایند چاپ

۲-مقدمه‌ای بر فرآیند پیش از چاپ و پس از چاپ

۳- فناوری‌های پیش از چاپ سنتی، بررسی روشهای نوین تولید کلیشه، روشهای معمول و CTP، بررسی مواد اولیه جدید در تولید کلیشه، فوتوپلیمرها و آلیاژهای مصرفی در تولید کلیشه و تاثیر مواد اولیه بر کیفیت ظهور کلیشه و محصول چاپی (بررسی پدیده های سطحی، شیمی سطح کلیشه)، روشهای نوین در پردازش و تولید مجدد تصویر (روش فتومکانیک)، انواع روشها مزایا و محدودیت‌ها، فناوری تولید مجدد الکترونیک ، روشهای مونتاژ فایل چاپی

۴- فناوری‌های پیش از چاپ دیجیتال، توصیف پروفایل‌های مدیریت رنگ، توصیف ویژگیهای رنگی دستگاههای دیجیتال رنگی (مانیتور، پرینتر و ...)، تکنیک های جدید تصویربرداری دیجیتال، افزایش تعداد کانال های رنگی تصویر دیجیتال، روشهای نوین دیجیتال کردن تصاویر اولیه، روشهای سنتی (لیتوگرافی و چاپگرهای لیزری) و تصادفی (چاپگرهای عرضی (Large Format))، روشهای مونتاژ صفحه و چیدمان آنها، RIP- Raster Image Processor: نحوه تبدیل تصاویر RGB به CMYK، بررسی انواع محیط های ذخیره فایل‌ها، انواع فرمت های تصویر، مزایا و معایب

۵-فناوریهای پس از چاپ سنتی و دیجیتال

مراجع

1- Handbook of Print Media, Helmut Kipphan, 2002
2- Printing Technology, David D. Faux, 1996
3- Screen Printing, Samuel B. Hoff, 1997
4- Modern Technology of Printing & Writing Inks, 2017,by NIIR

عنوان درس: خواص فیزیکی مکانیکی مرکب‌های چاپ

تعداد واحد:۳

نوع واحد: نظری، اختیاری

پیش نیاز: ندارد

تعداد ساعت:۴۸ ساعت

هدف: بررسی خواص فیزیکی و مکانیکی مرکبها و رفتار ویسکوالاستیک آنها، همچنین مطالعه و اندازه گیری خواص مرتبط با فیلم های چاپ شده بر روی زیرایند

سر فصل درس:

۱- خواص فیزیکی-مکانیکی محمل و مرکبهای های چاپ

خزش در پراکنش‌های چاپ

رفتار تنش- کرنش مرکبهای چاپ

ویسکوالاستیک و ارتباط آنها با انتقال مرکب به زیرآیند، سرعت چاپ و کیفیت تصویر

آزمونهای چسبناکی و ارتباط آن با مدولهای الاستیک و ویسکوز

پراکنش رنگدانه در محمل و تاثیر آن بر خواص ویسکوالاستیک

بررسی مرفولوژی و اندازه ذرات بر خواص رئولوژیکی

چسبندگی مرکب به زیرآیند و برهمکنش‌های آنها: بررسی ترکیب فرمولاسیون و جنس زیرآیند

درصد جامد و دانه‌بندی مرکبهای چاپ

کشش سطحی و انرژی سطح

خواص نوری مرکبهای چاپ

۲- خواص فیزیکی- مکانیکی فیلم های چاپی

خواص دینامیک مکانیکی-حرارتی فیلم

خواص مکانیکی استاتیک فیلم

خواص سایشی

خواص مقاومت به خراش

چسبندگی فیلم

میزان اصطکاک فیلم

خواص نوری فیلم های چاپی

ویژگیهای سطحی (شیمی سطح، توپولوژی)

مراجع:

1. Dynamic Mechanical Analysis: A Practical Introduction, Second Edition, Kevin P. Menard, 2008
2. The Rheology Handbook: For Users of Rotational and Oscillatory Rheometers, Thomas G. Mezger, 2006
3. Rheology of Dispersions: Principles and Applications, Tharwat F. Tadros, 2010
4. Rheology of Particulate Dispersions and Composites, Rajinder Pal, 2007
5. Printing ink manual, R. H. Leach, 1993
6. Handbook of print media, Helmut Kipphan, 2001
7. Mechanical properties of polymers and composites, Lawrence E. Nielsen, 1994
8. Encyclopedia of Surface and Colloid Science, P. Somasundara, 2006
9. Applied Colloid and Surface Chemistry, R. Pashley, M. Karaman, 2005

عنوان درس: دوباره تولید سطوح چاپی (PE4806)

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری، اصلی

پیشنیاز: فیزیک رنگ و یا نظر مدرس

تعداد ساعت: ۴۸ ساعت

هدف: بیان مفاهیم، معادلات و دستگاه های مورد نیاز در بازتولید مناسب رنگ در چاپ دیجیتال، لذا در این راستا توصیف رنگی، بدست آوردن محدوده رنگی و مدیریت رنگ دستگاه های مختلف تصویر پردازی و همچنین مدل های پیشگویی رنگ در چاپ دیجیتال، مورد بررسی و بحث خواهد بود.

سرفصل درس:

۱- کالیبره کردن و توصیف ادوات اندازه گیری و نمایش رنگ (پویشگرها، دوربین های دیجیتالی، نمایشگرها، چاپگرها).

۲- تعیین محدوده رنگی ادوات اندازه گیری و نمایش رنگ (پویشگرها، دوربین های دیجیتالی، نمایشگرها، چاپگرها).

۳- تبدیل محدوده های رنگی دستگاه‌ها ی اندازه‌گیری و دوباره تولید رنگ و تبادل داده میان آنان.

۴- فضاهای رنگی و فضاهای طیفی، محدودیت‌ها و مزایا.

۵- اصول و نظریه های فیزیک رنگ در چاپ دیجیتالی:

پیشگویی رنگ با استفاده از:

الف: مدل های فیزیکی (مدل Murray-Davies، مدل Yule-Nielsen، مدل Yule-Clapper و مدل Neugebauer و مدل های اصلاح شده آنان)،

ب: مدل های عددی و روش های مقایسه ای،

تخمین اولیه ها با حل معادله Neugebauer در حالت معکوس.

۶- معادلات اختلاف رنگ پیشرفته.

۷- مدل های ظاهر رنگی.

مراجع:

1. R. W. G. Hunt, The Reproduction of Colour, Wiley; 6ed, November 8, 2004
2. H-Ch Lee, Introduction to Color Imaging Science, Cambridge University Press 2005

3. Jan-Peter Homann, Digital Color Management Principles and Strategies for the Standardized Print Production, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2009.
4. M.Rosen, N. Ohta, Color Desktop Printer Technology, Taylor & Francis, 2006.
5. Ján Morovič, Color Gamut Mapping, Wiley, 2008.
6. M. D. Fairchild, Color Appearance Models, John Wiley & Sons Ltd, England, 2005.
7. H. R Kang, Computational Color Technology, SPIE—The International Society for Optical Engineering, 2006.
8. G. Sharma, Digital Color Imaging hand book, CRC Press LLC, 2003.
9. P. Green, L. MacDonald, Colour Engineering, Wiley, 2002.
10. L.W. MacDonald, M.R. Luo, "Colour Imaging: Vision and Technology", Wiley, 1999.

۳-۹ مهندسی پلیمر- لاستیک

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:

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

۸۳. حمیدرضا قریشی، *مقدمه‌ای بر روش اجزای محدود در مهندسی شیمی و پلیمر*، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران، (۱۳۹۳)
84. T. F. Edgar, D. M. Himmelblau, and L. S. Lasdon, *Optimization of Chemical Processes*, 2nd Ed., McGraw-Hill Book Co. (2001)
85. D. C. Montgomery, *Design and Analysis of Experiments*, 9th Ed.,John Wiley & Sons Inc. (2017)
86. 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)
87. Z. R. Lazic, *Design of Experiments in Chemical Engineering*, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, (2004)
88. 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 خـود تغلیظـی 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 بـه غلظـت، ۸-۲ ژلینگـی مـذاب پلیمـری در مراحـل اولیـه تبلـور، 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: رئولوژی و فراورش لاستیک PE4901

تعداد واحد:۳

نوع واحد: نظری، اصلی

پیش‌نیاز: ندارد

تعداد ساعت: ۴۸

هدف: آشنایی با انواع فرآیندهای اختصاصی شکل‌دهی الاستومرها و استفاده از مفاهیم رئولوژی در مدل‌سازی فرایندهای اختلاط و شکل‌دهی آن‌ها

سرفصل درس:

۱ -مقدمه:

مرور اجتمالی بر ترکیب‌بندی و اجزای مورد استفاده در آمیزه‌های لاستیکی

۲- رئومتری الاستومرها و آمیزه‌های لاستیکی

مقدمه، سینماتیک جریان ، قوانین حرکت کوشی و پاسخ‌های تنش به جریان، دستگاه‌های متداول در رئولوژی الاستومرها: رئومتر ساندویچی (sandwich rheometer)، رئومتر دو مخروطی، رئومتر مونی با دیسک برشی، رئومتر لوله مویینی، دستگاه‌های با جریان کششی، کشش تک جهته، تورم حبابی، دستگاه های با جریان فشاری

۳-مطالعات و مدل‌های رئولوژیکی الاستومرها و آمیزه‌های لاستیکی

مدل‌های رئولوژیکی یک بعدی الاستومرهای برنشده: سیال نیوتنی، مدل ماکسول، انتگرال انطباقی بولتزمن، ویسکوزیته برشی غیرخطی، مدل‌های رئولوژیکی آمیزه‌های پرشده: مدل‌های ویسکوز-پلاستیک، مدل‌های ویسکوالاستیک-پلاستیک، مدل‌های تیکسوتروپیک، مدل‌های سه بعدی پلاستیک-ویسکوز برای جریان برشی: سیال نیوتنی، سیال غیرنیوتنی ویسکوز، سیالات ویسکوز-پلاستیک، مدل‌های سه بعدی سیال ویسکوالاستیک در کرنش‌های بالا، مدل‌های دیفرانسیلی، مدل‌های انتگرالی، معادلات حرکت و تحلیل ابعادی سیالات غیرنیوتنی، معادله ی انرژی و جریان غیرهمدما

۴- دستگاه های اختلاط لاستیک

معرفی غلتک و مخلوط کن داخلی و مخلوط‌کن‌های پیوسته در صنعت لاستیک، جریان و رژیم‌های جریان روی غلتک، جریان حرکت مواد در مخلوط کن داخلی، ماشین‌های با روتورهای در هم رونده، شبیه‌سازی جریان و اختلاط در مخلوط‌کن های داخلی و آسیاب های دو غلتکی

۵-اکستروژن لاستیک

معرفی و مطالعات تجربی پیرامون اکستروژن لاستیک، شبیه‌سازی جریان در اکسترودر لاستیک: مدل سیال نیوتنی، اثر پارامترهای هندسی پیچ، مدل سیالات غیرنیوتنی، مدل سیالات پلاستیک، اثرات حرارتی اتلاف ویسکوز، معرفی انواع حدیده شامل پوشش دهی کابل، آنولار، پروفایل، رولر، مدل‌سازی جریان در حدیده، جریان سیال نیوتنی ، غیرنیوتنی و پلاستیک در دای پروفایل، مدل-سازی جریان در سایر انواع حدیده‌ها

۶-کلندرینگ لاستیک

معرفی استفاده از کلندرینگ در فرآیند شکل دهی الاستومر، مطالعات تجربی پیرامون کلندرینگ، شبیه‌سازی و تحلیل جریان در کلندرینگ

۷-فرآیند قالب گیری در لاستیک

معرفی فرآیند قالب گیری در لاستیک، مطالعات تجربی پیرامون قالب گیری لاستیک، شبیه‌سازی عملیات قالب‌گیری

منابع و ماخذ:

[1] J.E. Mark, B. Erman, M. Roland, The science and technology of rubber, Academic press2013.

[2] J.L. White, Rubber Processing: Technology, Materials, Principles, Hanser Publishers1995.

[3] J.L. White, Elastomer Rheology and Processing, Rubber Chemistry and Technology 42(1) (1969) 257-338.

[4] B.G. Crowther, Rubber Extrusion: Theory and Development, Rapra Technology1997.

[5] J.A. Lindsay, Rubber Injection Moulding: A Practical Guide, Rapra Technology2012.

عنوان درس: خواص مهندسی لاستیک PE4902

تعداد واحد:۳

نوع واحد: نظری، اصلی

تعداد ساعت: ۴۸

پیش‌نیاز: ندارد

هدف: معرفی خواص مهندسی لاستیک‌ها با تاکید بر رفتار مکانیکی

سرفصل درس:

۱-مقدمه:

۱،۱-تعریف لاستیک‌ها و خواص آنها

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

۲-تنش و کرنش در یک محیط پیوسته:

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

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

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

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

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

۳-معادلات حالت برای مواد الاستیک جامد:

۱،۳-جامدات الاستیک خطی

۲،۳-جامدات الاستیک تحت تغییر شکل‌های بزرگ (رفتار هایپرالاستیک)

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

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

۴-خواص ویسکوالاستیک جامدات لاستیکی:

۱،۴-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-اصل برهمنهش زمان و درجه حرارت

۵-رفتار شکست و خستگی درلاستیک‌ها:

۱،۵-مکانیک شکست خطی و نظریه گریفیت (Griffith)
۲،۵-تحلیل تعیین نرخ انرژی آزاد شده کرنشی در شکست
۳،۵-اندازه‌گیری انرژی پارگی و استحکام پارگی در لاستیک‌ها
۴،۵-مقاومت به خستگی تحت بارهای دینامیکی و حرارتی
۵،۵-سینتیک رشد ترک در خستگی مکانیکی

۶-رفتار الکترومکانیکی لاستیک‌ها

۱،۶-مقدمه‌ای بر خواص دی الکتریک و الکترواستریکشن
۲،۶-مقدمه‌ای بر محرک‌های لاستیکی دی‌الکتریک
۳،۶-تنش ماکسول در مواد هایپرالاستیک
۴،۶-خواص فیزیکی و شیمیایی لاستیک‌های دی‌الکتریک
۵،۶-مدلسازی در محرک‌های لاستیکی دی‌الکتریک

منابع و ماخذ:

[1] Introduction to Continuum Mechanics, W. Michael Lai, Fourth Edition, Pergamon Press, 2010.
[2] Engineering with Rubber: How to Design Rubber Components, ed. A. N. Gent, Hanser, 2001.
[3] Introduction to Polymer Viscoelasticity, M.T. Shaw, 2005.
[4] Fracture Behavior of Polymers, A. J. Kinloch, Elsevier, 1985
[5] Dielectric Elastomers as Electromechanical Transducers, Federico Carpi, Amazon, 2007

عنوان درس: مکانیک لاستیک‌های پرشده PE4903

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری، اختیاری

پیش‌نیاز: خواص مهندسی لاستیک

تعداد ساعت: ۴۸

هدف: درک نقش تقویت‌کننده‌های ذره‌ای و الیاف کوتاه بر تغییر رفتار مکانیکی کامپوزیت‌های لاستیکی با مطالعه‌ی ریزساختاری اجزا و شناخت فیزیک حاکم بر پدیده‌ها

سرفصل درس

۱-مقدمه:

آشنایی با مفهوم تقویت‌کنندگی در کامپوزیت‌ها و نانوکامپوزیت‌های پلیمری، معرفی انواع تقویت‌کننده‌های مورد استفاده در صنعت لاستیک، مشخصه‌های فیزیکی، شیمیایی و سطحی و همچنین فرآیندهای تولید دوده و سیلیکا، فرایندهای اصلاح سطح سیلیکا، الیاف کوتاه سنتزی و طبیعی

۲-تاثیرپذیری رفتار مکانیکی لاستیک از پدیده‌های مرتبط با تقویت‌کننده‌های ذره‌ای

تاثیرگذاری تقویت‌کننده بر خواص مکانیکی، دینامیکی و رفتار ویسکوالاستیک غیرخطی (کاهش مدول ذخیره با کرنش)، معرفی دو دیدگاه شبکه‌ی پرکننده و شبکه‌ی پلیمر-پرکننده در تقویت‌کنندگی، مفهموم لاستیک جذب‌شده (bound rubber)، پارامترهای موثر بر لاستیک جذب شده، برهمکنش پلیمر-پرکننده و پرکننده-پرکننده و تاثیرگذاری آن بر خواص مکانیکی-دینامیکی

۳- برهمکنش زنجیره‌ی لاستیکی با سطح جامد در فصل مشترک

صورتبندی پلیمر در حالت بالک و در فصل مشترک با جامدات، تئوری تغییر دینامیک پلیمری در فیلم‌های نازک، روش‌های شناسایی کم‌نحرکی در سامانه‌های لاستیکی(روش‌های حرارتی، میکرروسکوپی و طیف‌سنجی)، ناهمگونی لایه‌های سطحی

۴- مدل‌سازی خواص الاستیک کامپوزیت‌های لاستیکی پرشده

معرفی مدل‌های دو فازی انیشتن، گوث-گولد-هالپین-سای (Halpin and Tsai)، کرنر (Kerner)، نیلسن (Nielsen)، مونی (Mooney)، مدل سه فازی جی (Ji)، تاثیر شکل فرکتال (fractal) ذره، معرفی فاکتور تشدید کرنش (strain amplification factor)

۵-مدل‌سازی فرآیند نرم‌شدگی متاثر از کرنش در الاستومرهای پرشده

نظریه اتصال شبکه (Network Junction Theory)، مدل تشکیل و شکست کلوخه کراس (Kraus Deagglomeration–Reagglomeration Model)، تصحیح اولمر (Ulmer) بر مدل کراس، مدل تجمع انبوهه کلویل (Cluster–Cluster Aggregation Model, Klüppel)، مدل لیون (Lion) بر نرم‌شدگی لاستیک-مدل مایر و گوریتس (Maier and Göritz Model)

۶- اثر مولینز

معرفی اثر مولینز و نظریات فیزیکی پیرامون، استفاده از مدل‌های ریزساختاری مانند مدل انباشتگی دینامیکی کلوپل (Dynamic Flocculation model) در تحلیل این رفتار

۷- مکانیک کامپوزیت‌های لاستیک‌های پرشده با الیاف کوتاه و رشته‌الیاف (Cord)

معرفی حداقل طول الیاف و حداقل نسبت منظر، تاثیرگذاری کسرحجمی، مدول بستر و نسبت مدول بستر به الیاف بر طول موثر الیاف، معادلات هالپین-سای برای کامپوزیت‌های حاوی الیاف کوتاه، تصحیح نیلسن بر معادلات هالپین-سای، مفهوم تنش میانگین موری-تاناکا (Mori–Tanaka's Average stress)، الیاف کوتاه در الاستومرها

منابع و ماخذ:

[1] M.-J. Wang, Effect of polymer-filler and filler-filler interactions on dynamic properties of filled vulcanizates, Rubber Chem. Technol. 71(3) (1998) 520-589.
[2] V. Mittal, Optimization of polymer nanocomposite properties, John Wiley & Sons2009.
[3] J.L. Leblanc, Filled polymers: science and industrial applications, CRC Press2009.
[4] G. Heinrich, M. Klüppel, T.A. Vilgis, Reinforcement of elastomers, Curr. Opin. Solid State Mater. Sci. 6(3) (2002) 195-203.
[5] S. Sternstein, A.-J. Zhu, Reinforcement mechanism of nanofilled polymer melts as elucidated by nonlinear viscoelastic behavior, Macromolecules 35(19) (2002) 7262-7273.

[6] A.N. Gent, J.D. Walter, U.S.N.H.T.S. Administration, U.o. Akron, U.o.A.D.o.P. Science, The Pneumatic Tire, 2005.

[7] J. Karger-Kocsis, S. Fakirov, Nano- and Micro-mechanics of Polymer Blends and Composites, Hanser2009.

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: شیمی لاستیک PE4905

(Chemistry of Elastomers)

تعداد واحد:۲

نوع واحد: نظری، اختیاری

تعداد ساعت: ۴۸

پیش‌نیاز: ندارد

هدف: معرفی شیمی واکنش‌های دخیل در سنتز و آمیزه‌سازی، پخت و بازیافت الاستومرها

سرفصل درس:

۱-شیمی و مکانیزم اثر افزودنی‌ها در لاستیک

معرفی ساختار-خواص لاستیک طبیعی و انواع لاستیک‌های سنتزی، پایدارکننده‌ها، اجزای سامانه ولکانش، افزودنی‌های آمیزه-کاری، مبانی آمیزه‌کاری، ملزومات زیست محیطی مرتبط با آمیزه‌کاری

۲- ارتباط شیمی الاستومرها و شیمی سطح (نانو)ذرات با خواص آمیزه‌های لاستیکی

معرفی انواع (نانو)ذرات مورد استفاده در آمیزه‌های لاستیکی، شیمی سطح (نانو)ذرات، مهندسی سطح (نانو)ذرات از طریق اصلاح آنها، فاز میانی و نقش آن در خواص آمیزه‌های لاستیکی، اثر اصلاح سطح نانوذرات و اصلاح الاستومرها بر خواص آمیزه‌های لاستیکی

۳-شیمی ولکانش

معرفی ولکانش، اثر ولکانش بر خواص آمیزه‌ی پخت شده، ارزیابی فرایند پخت، پخت گوگردی بدون شتاب‌دهنده، پخت گوگردی در حضور شتاب‌دهنده، پخت با عوامل فنولی و مشتقات بنزوکینون، پخت با عمل اکسیدهای فلزی، پخت با عمل پراکسیدهای آلی، پخت دینامیکی، سازوکارهای مربوط به واکنش‌های پخت، تاثیر حضور پرکننده بر ولکانش

۴-تخریب و پایدارسازی در لاستیک

ارتباط ساختار-خواص، تخریب حرارتی ، تخریب اکسایشی، تخریب و پایداری نوری و نوری-اکسایشی پلیمرها، تخریب در مقابل پرتوهای پرانرژی، تخریب و پایدارسازی کنترل شده

۵-شیمی بازیافت لاستیک

بازیابی رویه تایر، بازیافت قطعات پخت‌شده‌ی لاستیکی، روش احیای پیوندی (reclaim)، اصلاح سطحی، آسیاب‌کردن و پودرسازی، روش سوزاندن و پیرولیز، استفاده از لاستیک‌های بازیافتی در کاربردهای مختلف

منابع و مآخذ:

[1] J. A. Brydson, Rubber chemistry. Applied Science Publishers, 1978.

[2] J.E. Mark, B. Erman, M. Roland, The science and technology of rubber, Academic press, 2013.

[3] B. Rodgers, *Rubber Compounding: Chemistry and Applications*. CRC Press, 2004.

[4] J. E. Mark, B. Erman, and M. Roland, *The science and technology of rubber*. Academic press, 2013.

[5] F. R. Eirich, *Science and Technology of Rubber*. Elsevier Science, 2012.

عنوان درس: مکانیک کامپوزیت‌ها و تایر PE4904

تعداد واحد:۳

نوع واحد: نظری، اختیاری

تعداد ساعت: ۴۸

پیش‌نیاز: خواص مهندسی لاستیک

هدف: آشنایی با ساختار و مکانیک کامپوزیت‌ها و اصول طراحی تایر، معرفی نیروها، گشتاورها، تغییرشکل‌ها و تنش‌ها در تایر، مکانیک فوت پرینت (Footprint)، تحلیل خواص تایر

سرفصل درس:

۱- مروری بر ساختار و مکانیک کامپوزیت‌ها و تکنولوژی تایر

مروری بر ریزساختار کامپوزیت‌های لاستیک-رشته‌الیاف در تایر و سایر قطعات لاستیکی، تحلیل مکانیکی مواد همسان‌گرد، ارتوتروپیک و ناهمسان‌گرد خطی، نقش اجزا در خواص کامپوزیت، رفتار ماکرومکانیکی تک لایه و چند لایه‌های کامپوزیتی، رفتار اتلافی و ویسکوالاستیک کامپوزیت‌های لاستیک-رشته‌الیاف، آشنایی با ساختار تایر، معرفی کامپوزیت‌ها و لایه‌های لاستیکی مورد استفاده در تایر، تایر رادیال و بایاس، خواص فیزیکی رشته الیاف تایر (رشته الیاف پلی استر، فولادی، نایلون، پلی‌آمید، رایون)، اثر پیچش بر خواص الیاف، اتصال رشته الیاف به لاستیک (انواع روش‌های اتصال، سازوکارهای چسبندگی، اصلاح الیاف)

۲-نیرو و گشتاورها در تایر

تعاریف اولیه و تاثیرگذاری متغیرهای سرویس‌دهی تایر بر نیروها و گشتاورها، پاسخ تغییرشکلی تایر به متغیرهای سرویس‌دهی، تحلیل تایر در حالت چرخش غلتش آزاد، در حالت پیشروی (driving) یا ترمزگیری در خط مستقیم، تحلیل تایر در حالت ترکیب چرخش، ترمزگیری یا پیشروی، تحلیل تایر در حالت گذرا، تاثیر پارامترهای محیطی بر نیروها و گشتاورها، مدل‌های تحلیلی اولیه تایر، تحلیل نتینگ (netting) و محدودیت‌های آن، تحلیل غشائی (Membrane) و محدودیت‌های آن، تحلیل پوسته نازک (thin shell) و محدودیت‌های آن، روش‌های تجربی اندازه‌گیری کرنش سطحی، کرنش درونی، بار رشته الیاف، نیروی طوقه (bead)

۳-پدیده‌های جاپا (Footprint) در تایر

هندسه و محور جاپا، تعاریف جابجایی و تنش در جاپا، توزیع فشار نرمال و مماسی از رویکرد تجربی و نظری، تجهیزات و روش‌های تحلیل جاپا شامل مشاهده بصری، تجهیزات اندازه‌گیری تنش، روش‌های اندازه‌گیری جابجایی، دما در جاپا، توپوگرافی ترد در جاپا، فیزیک جاپا براب تایر بدون الگوی رویه و با الگوی رویه، لغزش (slip) بین تایر و جاده

۴- اصطکاک و سایش در تایر

کشانش و ترمزگیری در تایر، ارتباط بین آزمون‌های تجربی و کشانش تایر، **نیروهای تایر** سطوح خشک و مرطوب، برابری بار-لغزش، اثر شرایط جاده و ساخت تایر بر نیروهای جانبی، معرفی سایش و **الگوهای سایشی**، وابستگی سایش به بار اعمالی، سرعت، دما، شرایط محیطی، سایش تایر و تئوری‌های مربوطه، وابستگی سایش به بار و **لغزش**، **سایش** غیریکنواخت تایر

۵- مقاومت غلتشی تایر

معرفی مقاومت غلتشی، **روابط** مقاومت غلتشی برای غلتش در شرایط مختلف، **فیزیک مقاومت** غلتشی، اثر بار، دما، لغزش، سرعت، زاویه لغزش، ارتباط با **قانون اول** ترمودینامیک، مدل‌سازی مقاومت غلتشی، **آزمون‌های تجربی** مربوطه، اثرگذاری مقاومت غلتشی بر مصرف سوخت

۶-ارتعاش و نوفه‌ی صوتی در تایر

ارتعاشات تایر، تداخلات ارتعاشی و نوفه‌ای متاثر از پدیده‌های داخلی و خارجی تایر، **مدل**‌سازی رفتار ارتعاشی، رفتار سیستم تایر و خودرو در فرکانس‌های مختلف ارتعاش

۷- تحلیل دینامیکی تایر

مشخصه‌های تایر با تمرکز بر پایداری و هدایت خودرو، اصول پایه‌ای در مدل‌سازی تایر، دینامیک درون صفحه‌ای تایر (tire in-plane dynamics) در فرکانس کم و بالا، حرکت حالت پایا، نظریه نیرو و **گشتاور لغزشی** تولیدی در حالت پایا، مدل‌های نیمه-تجربی تایر، مدل جادویی تایر (The Magic Tyre Model)، مدل‌های غیرپایای خارج صفحه‌ای تایر، مدل‌های گذرای تایر با تماس تک نقطه‌ای، کاربرد مدل‌های گذرای تایر، مدل تایر در طول‌موج‌های کم و محدوده‌ی فرکانسی بالا، پاسخ تایر به ناهمواری-های سطح جاده

منابع و ماخذ:

[1] A.N. Gent, J.D. Walter, U.S.N.H.T.S. Administration, U.o. Akron, U.o.A.D.o.P. Science, The Pneumatic Tire, 2005.

[2] H. Pacejka, Tire and vehicle dynamics, Elsevier2005.

[3] S.K. Clark, Mechanics of pneumatic tires, US Government Printing Office1981.

عنوان درس: تحلیل اجزای محدود قطعات لاستیکی PE4906

تعداد واحد:۳

نوع واحد: نظری، اختیاری

تعداد ساعت: ۴۸

پیش‌نیاز: ندارد

هدف: ارائه رویکردی کاربردی در آشنایی با روش المان محدود و استفاده از آن در طراحی قطعات لاستیکی و تایر

سرفصل درس:

۱-مقدمه‌ای بر تحلیل خطی المان محدود

مرور اجمالی فرمول‌بندی و تدوین معادلات المان محدود، توابع شکلی مشتقات و انتگرال‌گیری، همگرائی نتایج، محاسبه ماتریس-های المان‌محدود ایزوپارامتری، انواع روش‌های انتگرال‌گیری

۲- تحلیل غیرخطی المان محدود

مقدمه‌ای بر تحلیل غیرخطی، فرمول‌بندی فشار- جابجایی برای کرنش‌های بالا، تراکم‌ناپذیری در رفتار الاستیک خطی و غیرخطی، مواد نسبتا تراکم‌ناپذیر، انتگرال انتخابی و کاهش یافته، روش حل تکراری برای مسائل مختلط، شرایط تماس، حل معادلات غیرخطی،

۳- تکنیک‌ها عملی در نرم‌افزارهای المان محدود

آشنایی با قابلیت‌ها و کارکردهای انواع کدهای المان محدود، تعیین خواص مواد با استفاده از آزمون‌های تجربی، انواع مدل‌های المان محدود، ساخت مدل، شرایط مرزی، انواع روش‌های حل، راستی‌آزمائی مدل، آسیب و ازکارافتادگی، روش‌های تحلیل تماس، رویکردهای حل، شبکه‌بندی انطباقی، عملیات پس پردازش (Post-processing)، سابروتین‌نویسی و لینک‌کردن ریزبرنامه به مجموعه‌های نرم‌افزاری

۴- ملاحضات طراحی المان محدود انواع قطعات لاستیکی

مدل‌سازی اورینگ تحت بار فشاری، مدل‌سازی تسمه تایم، مدل‌سازی ضربه‌گیرهای عرشه کشتی، گردگیرهای لاستیکی (rubber boot) ، درزپرکن‌های درون چاهی (down hole packer)، مدل‌سازی دسته موتور (rubber mount) لاستیکی، مدل‌سازی درزبند در خودرو (door seal)، شیلنگ‌های لاستیکی

۵-مدل‌سازی دوبعدی و سه بعدی تایر

مدل‌سازی المان‌محدود کامپوزیت‌های لبقی، تعریف مدل تایر، شرایط مرزی، بارگذاری و تماس در حالت غلتش حالت پایا، کاربرد مدل در پیش‌بینی برهمکنش تایر- جاده، تغییر دمای تایر در سرویس، پایداری و ازکارافتادگی

۶-مدل‌سازی المان محدود پخت تایر

مبانی نظری انتقال حرارت در فرآیند پخت، سینتیک پخت، مدل‌سازی المان محدود پخت

منابع و ماخذ:

[1] K.-J. Bathe, Finite element procedures, Klaus-Jurgen Bathe2006.

[2] M.H.R. Ghoreishy, G. Naderi, Three dimensional finite element modelling of truck tyre curing process in mould, Iranian Polymer Journal 14(8) (2005) 735-743.

[3] M.H.R. Ghoreishy, A state of the art review of the finite element modelling of rolling tyres, Iranian Polymer Journal 17(8) (2008) 571-597.

[4] A.N. Gent, Engineering with rubber: how to design rubber components, Carl Hanser Verlag GmbH Co KG, Germany, 2012.

[5] M. Marc, Nonlinear finite element analysis of elastomers, Technical paper (2005).

[6] O.C. Zienkiewicz, R.L. Taylor, R.L. Taylor, J. Zhu, Finite Element Method: Its Basis and Fundamentals, Elsevier, Incorporated2013.

عنوان درس: هویت شناسی پیشرفته پلیمرهاPE4006

تعداد واحد:۳

نوع واحد: نظری، اختیاری

تعداد ساعت: ۴۸

پیش‌نیاز: شیمی لاستیک

هدف: آشنائی با انواع روش‌های آزمایشگاهی و دستگاهی مورد استفاده در شناسایی پلیمرها

۱-روش های مقدماتی شناسایی پلیمرها

تست حلالیت، تست چگالی، تعیین نقطه ذوب، تست شعله، تست پیرولیز

۲-طیف سنجی مادون قرمز (IR) ترکیبات آلی و پلیمرها

مبانی طیف سنجی مادون قرمز، آشنایی با مبانی طیف سنجی رامان، طیف سنجی مادون قرمز تبدیل فوریه (FT-IR)، شناسایی گروه های عاملی در ترکیبات آلی و پلیمرها، اثر انگشت در طیف سنجی مادون قرمز و تعیین ساختار ترکیبات آلی و پلیمرها، کاربردهای کمّی و کنترل کیفیت پلیمرها با طیف سنجی مادون قرمز تبدیل فوریه، تعیین نوع کوموتومر و بررسی میزان شاخه دار شدن در پلی اولفین ها، تعیین نسبت اتیلن به پروپیلن و مقدار دی ان در EPR و EPDM، تعیین ترکیب کوپلیمر در EVA، NBR و ...، تعیین ریزساختار (سیس/ترانس/وینیل) در لاستیک های BR و SBR، تعیین میزان مالئیک انیدرید در پلی اتیلن و پلی پروپیلن مالئیکه، سایر کاربردهای کمّی

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

مبانی فیزیکی تشدید مغناطیسی هسته، طیف سنجی تشدید مغناطیسی هسته تبدیل فوریه (FT-NMR)، مکان شیمیائی و کوپلاژ هسته ها در تشدید مغناطیسی هسته پروتون (^{1}H-NMR)، تفسیر طیف ^{1}H-NMR و برقراری ارتباط آن با ساختار ترکیبات آلی و پلیمرها، مکان شیمیائی و کوپلاژ هسته ها در ^{13}C-NMR، طیف سنجی ^{13}C-NMR واجفت شده از پروتون، مسائل انتگرال گیری در ^{13}C-NMR، تقویت هسته ای اورهاوزر (NOE)، فرایند آسایش هسته های کربن، تفسیر طیف ^{13}C-NMR و برقراری ارتباط آن با ساختار ترکیبات آلی و پلیمرها، کوپلاژ هسته کربن-۱۳ با سایر هسته ها، محاسبه مکان شیمیائی هسته های کربن-۱۳ در ترکیبات آلی با استفاده از جداول موجود، تکنیک تقویت بدون واپیچیدگی با انتقال قطبش (DEPT) در ^{13}C-NMR، مبانی DEPT و انواع روش های آن، تعیین نوع کربن (متیل، متیلن، متین و کربن نوع چهارم)، آشنایی مقدماتی با طیف سنجی NMR دوبعدی، تعیین ساختار ترکیبات آلی و پلیمرها به کمک طیف سنجی های IR و NMR، کاربرد NMR در پلیمرها، تعیین ساختار هموپلیمرها و کوپلیمرها، آنالیز گروه های انتهایی، بررسی مکانیسم واکنش پلیمریزاسیون، محاسبه وزن مولکولی پلیمر، تعیین ترکیب کوپلیمر و محاسبه نسبت واکنش پذیری کومونومرها، تعیین الگوی افزایش مونومرها (سر به دم، دم به دم)، بررسی تاکتیسیتی در پلیمرها (ایزوتاکتیک، سندیوتاکتیک و اتاکتیک)، بررسی ریزساختار پلیمرهای حاوی پیوند غیراشباع (ایزومرهای سیس/ترانس/وینیل)، تعیین وزن مولکولی بر حسب تبدیل در پلیمریزاسیون های زنده/ کنترل شده، آزمایش online ^{1}H-NMR و

بررسی سینتیک واکنش های همو- و کوپلیمریزاسیون (محاسبه نسبت واکنش پذیری کومونومرها و تعیین ثوابت سینتیکی واکنش)، تعیین توزیع ترکیب کوپلیمر یا توالی کومونومرها (دی اد، تری اد و...) در کوپلیمر، بررسی شاخه ای شدن در پلیمرها، سایر کاربردها، NMR سایر هسته ها

۴-تعیین وزن مولکولی و توزیع وزن مولکولی در پلیمرها

مبانی و مفاهیم وزن مولکولی در پلیمرها، تعیین وزن مولکولی متوسط عددی پلیمرها، آنالیز گروه انتهایی، خواص کلگاتیو (Colligative properties)، فشار اسمزی، تعیین وزن مولکولی متوسط وزنی پلیمرها، پراکندگی نور استاتیک (SLS)، التراسانتریفوژ و ترسیب نمونه، تعیین وزن مولکولی متوسط ویسکومتری پلیمرها با استفاده از روش ویسکومتری محلول پلیمرها، کروماتوگرافی تراوایی ژل (GPC) یا کروماتوگرافی اندازه طردی (SEC)، مبانی GPC یا SEC، تئوری کالیبراسیون جهانی GPC یا SEC، محاسبه انواع وزن مولکولی و توزیع وزن مولکولی با استفاده از کروماتوگرام GPC، کروماتوگرافی کوپلیمرها و تعیین توزیع وزن مولکولی و توزیع ترکیب شیمیائی کوپلیمر

۵-آنالیز حرارتی پلیمرها

مقدمه ای بر مفاهیم خواص دینامیکی پلیمرها، مبانی و اصول روش های آنالیز حرارتی، DSC، DMA/DMTA، TGA، عوامل موثر بر ترموگرام روش های آنالیز حرارتی، کاربردهای آنالیز حرارتی در پلیمرها، تعیین دمای انتقال شیشه ای و محاسبه ظرفیت حرارتی پلیمرها، بررسی رفتار ذوب و بلوری شدن پلیمرها، تعیین میزان بلورینگی در پلیمرهای بلوری، بررسی سینتیک واکنش های پلیمریزاسیون، بررسی سینتیک پخت، بررسی پایداری حرارتی و تخریب پلیمرها، تعیین مقدار افزودنی و ترکیب درصد اجزا در کامپوزیت ها، آمیزه ها و آلیاژهای پلیمری، سایر کاربردها

مراجع اصلی

۱- روشهای ساده در شناسایی پلاستیک ها، بازنگری چهارم، نوشته: دیتریش براون، ترجمه: مهرداد کوکبی

2- Pavia, Lampman, Kriz, *Introduction to Spectroscopy*, 4th Edition.

3- Silverstein and Webster, *Spectrometric Identification of Organic Compounds*, 7th Edition.

4-Tonelli, *NMR Spectroscopy & Polymer Microstructure:The Conformational Connection*, 1989.

5-Sun, *Physical Chemistry of Macromolecules*, 2nd Edition (Chapters of "Molecular Weight Distribution" and "Viscometry").

7- Stuart, *Polymer Analysis*, 2003 (Chapter 4).

8-Hatakeyama and Quinn, *Thermal Analysis: Fundamentals and Applications to Polymer Science*, 2nd Edition.

عنوان درس: کامپوزیت‌های هوشمند لاستیکی PE4907

تعداد واحد:۳

نوع واحد: نظری، اختیاری

پیش‌نیاز: ندارد

تعداد ساعت: ۴۸

هدف: آشنایی با مبانی طراحی، فیزیک حاکم بر عملکرد کامپوزیت‌های هوشمند لاستیکی و نقش طراحی شیمیایی اجزا در کارایی نهایی

سرفصل درس:

۱- اصول فیزیکی حاکم بر دی‌الکتریک‌ها: مفهوم قطبیدگی پلیمرها در میدان‌های الکتریکی پایا و شبه‌پایا،

۲- ترمودینامیک آسایش‌های دی‌الکتریک، وابستگی ساختاری خواص دی الکتریک پلیمرها در میدان‌های ثابت و متغیر، آسودگی دی‌الکتریک در دماهای بالای Tg

۳- آزمون‌های تجربی در گستره‌ی زمان و بسامد، معرفی مدل‌های تجربی نمایش خواص دی‌الکتریک و کاربرد آنها

۴- محرک‌ها، مولدها و حسگرهای الکتریکی

۵- تقویت خواص دی‌الکتریک در پلیمرها :تاثیرگذاری پرکننده بر گذردهی دی الکتریک، اتلاف دی الکتریک و شکست دی الکتریک

۶- معرفی مبانی فیزیک حاکم بر رفتار مغناطیسی مواد

۷- الاستومرهای حساس به میدان مغناطیسی: روش‌های اندازه‌گیری تحریک‌پذیری، مدل‌ها و کاربردها

1. Carpi, F., et al., *Dielectric Elastomers as Electromechanical Transducers: Fundamentals, Materials, Devices, Models and Applications of an Emerging Electroactive Polymer Technology*. 2011: Elsevier Science.
2. Riande, E. and R. Diaz-Calleja, *Electrical Properties of Polymers*. 2004: Taylor & Francis.
3. Li, Y., et al., *A state-of-the-art review on magnetorheological elastomer devices*. Smart materials and structures, 2014. **23**(12): p. 123001.
4. Seanor, D.A., *Electrical Properties of Polymers*. 2013: Elsevier Science.

عنوان درس: کارگاه و آزمایشگاه لاستیکPE4909

تعداد واحد:۳

نوع واحد: عملی

پیش‌نیاز: ندارد

تعداد ساعت: ۴۸

هدف: آشنایی با استانداردها، روش‌ها و آزمون‌های تجربی مرتبط با طراحی و ارزیابی عملکرد قطعات لاستیکی

سرفصل درس:

۱- معرفی و مرور اجمالی مهمترین استانداردهای طراحی و آزمون قطعات لاستیکی با تاکید بر جلد اول از بخش ۹ استانداردهای ASTM

۲- کارگاه لاستیک: معرفی و تهیه‌ی آمیزه‌های لاستیکی با استفاده از دستگاه‌های اختلاط شامل مخلوط‌کن داخلی، آسیاب دو غلتکه، پرس‌های پخت، رئومتری پخت

۳- کارگاه لاستیک: آشنایی با نحوه‌ی عملکرد دستگاه‌ها و تجهیزاتی از قبیل آزمون کشش-فشار-برش، تحلیل‌گر فرآیند لاستیک (RPA)، آزمون خستگی، آزمون جهندگی، آزمون مانایی فشار، آزمون سایش-آزمون اندازه‌گیری ضریب اصطکاک، آزمون اندازه‌گیری مقاومت غلتشی

۴- آزمایشگاه شناسایی اجزا در آمیزه‌های لاستیکی (نوع پلیمر-محتوای تقویت‌کننده مورد استفاده، نوع روغن فرآیندی و مقدار آن) با استفاده از آزمون‌های گرماسنجی، طیف‌سنجی و به‌کارگیری فنون استخراج در حلال و پیرولیز

۵- بازید از صنعت لاستیک، آشنایی با خط تولید تایر، دستگاه‌های فرآیندی و آزمون‌های مربوطه

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 شبه‌بلوربن

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)

مراجع

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 WD، LT، PSM 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.

عنوان درس: مطالب ویژه PE6024

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیش‌نیاز: ندارد

تعداد ساعت: ۴۸ ساعت

هدف: ارائه درس جدید با توجه به پیشرفت علوم در حوزه ای خاص که مفید جهت دانشجویان رشته مهندسی پلیمر- رنگ باشد.

محتوای این درس بر مبنای متقاضی درس جدید تعریف می شود بطوریکه درس جدیددر قالب درس مطالب ویژه حداقل در دو ترم تحصیلی ارائه خواهد شد. پس از ارائه محتوای درس جدید به شکل مطالب ویژه، چنانچه ارزیابی کمی و کیفی مورد تائید قرار گیرد پس از داوری علمی می تواند بعنوان درس جدید، نام خاص خود را گرفته و در دوره تحصیلات تکمیلی برای دانشجویان ارائه گردد.

عنوان درس: مکانیک سطح تماس و تریبولوژی پلیمرها PE6025

تعداد واحد:۳

نوع واحد: نظری، اختیاری

تعداد ساعت: ۴۸

پیش‌نیاز: ندارد

هدف: آشنایی با مقدمه‌ای بر مکانیک سطح تماس مواد، برهمکنش‌ها در سطح تماس مواد، سازوکارهای چسبندگی و اصطکاک در لاستیک‌ها، روانکاری سطوح جامد، و سایش لاستیک

سرفصل درس:

۱-مقدمه‌ای بر مکانیک سطح تماس

میدان‌های تنش در فرورفتگی‌های الاستیک، نظریه و معادلات هرتز در تماس عمودی الاستیک، تماس عمودی الاستیک غیر هرتزی، سختی سنجی و روش‌های آن، بارگذاری افقی و تماس لغزش، تماس غلتشی اجسام الاستیک

۲-توپوگرافی سطوح

مشخصه‌یابی توپوگرافی سطوح با روش‌های آماری، مشخصه‌یابی توپوگرافی سطوح چند مقیاسه با روش‌های فوریه و برخال، مدل-های تماس بین سطوح زبر توسط روش‌های آماری و برخال

۳-تریبولوژی پلیمرها

چسبندگی بین سطوح، سازوکارهای اصطکاک در پلیمرها: چسبندگی، درگیری مکانیکی و اتلاف انرژی، سازوکارهای فرسایش در پلیمرها: چسبندگی، سایشی، خستگی

۴-تریبولوژی الاستومرها

سازوکار اصطکاک در لاستیک‌ها، روانکاری در لاستیک‌ها، فرسایش لاستیک‌ها، تریبولوژی قطعات لاستیکی، مدلسازی اصطکاک خشک و تر کامپوزیت‌های لاستیکی روی سطوح زبر جاده، رویکردهای چند مقیاسه در اصطکاک لاستیک بر روی سطوح زبر، شبیه سازی اصطکاک غلتشی لاستیک توسط تحلیل المان محدود

منابع و ماخذ:

1. A. C. Fischer-Cripps, Introduction to Contact Mechanics, Springer, USA, 2007

2. K. L. Johnson, Contact Mechanics, Cambridge University Press, Cambridge, 1985

3. S. K. Sinha, B. J. Briscoe, Polymer Tribology, Imperial College Press, London, 2009

4. G. W. Stachowiak, A. W. Bachelor, Engineering Tribology, Elsevier, New York, 2005

5. D. Besdo, B. Heimann, M. Kluppel, Elasomer Friction, Springer, Berlin, 2010

6.D.F. Morew, The Friction and Lubrication of Elastomers, Pergamon Press, New York, 1972