جمهوری اسلامی ایران
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی برنامه‌ریزی

مشخصات کلی برنامه و سرفصل دروس

دورهٔ کارشناسی ارشد مهندسی پلیمر

گروه فنی و مهندسی

کمیته مهندسی پلیمر

در جلسه ۳۳۸ (فوق‌العاده) شورای سرپرستان مورخ ۱۳۸۱/۲/۲۹ که در ادامه جلسه ۴۱۴ شورای عالی برنامه‌ریزی تشکیل شد به تصویب رسید.

بسم‌الله الرحمن الرحیم

برنامه آموزشی دوره کارشناسی‌ارشد مهندسی پلیمر

گروه : فنی و مهندسی | **کمیته تخصصی : مهندسی پلیمر**
رشته : مهندسی پلیمر | **گرایش :**
دوره : کارشناسی‌ارشد | **کد رشته :**

شورای عالی برنامه‌ریزی در جلسه **۳۳۸** (فوق‌العاده) سرپرستان مورخ **۱۳۸۱/۲/۲۹** که در ادامه جلسه ۴۱۴ تشکیل شد براساس طرح دوره **کارشناسی‌ارشد مهندسی پلیمر** که توسط گروه فنی و مهندسی تهیه شده و به تأیید رسیده است، برنامه آموزشی این دوره را در سه فصل (مشخصات کلی، برنامه و سرفصل دروس) به شرح پیوست تصویب کرده، و مقرر می‌دارد:

ماده ۱) برنامه آموزشی دوره **کارشناسی‌ارشد مهندسی پلیمر** از تاریخ تصویب برای کلیه دانشگاهها و مؤسسات آموزش عالی کشور که مشخصات زیر را دارند لازم‌الاجرا است.

الف : دانشگاهها و مؤسسات آموزش عالی که زیر نظر وزارت علوم، تحقیقات و فنّاوری اداره می‌شوند.

ب : مؤسساتی که با اجازه رسمی وزارت علوم، تحقیقات و فنّاوری و براساس قوانین، تأسیس می‌شوند و بنابراین تابع مصوبات شورای عالی برنامه‌ریزی می‌باشند.

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

ماده ۲) این برنامه از تاریخ **۱۳۸۱/۲/۲۹** برای دانشجویانی که از این تاریخ به بعد وارد دانشگاه می‌شوند لازم‌الاجرا است. و با ابلاغ آن برنامه دوره کارشناسی‌ارشد مهندسی پلیمر مصوب جلسه ۱۶۳ مورخ ۱۳۶۸/۴/۲۵ برای این گروه از دانشجویان منسوخ می‌شود و دانشگاهها و مؤسسات آموزش عالی مشمول ماده ۱ می‌توانند این دوره را دایر و برنامه جدید را اجرا نمایند.

ماده ۳) مشخصات کلی، برنامه درسی و سرفصل دروس دوره **کارشناسی‌ارشد مهندسی پلیمر** در سه فصل مشخصات کلی، برنامه و سرفصل دروس برای اجرا به معاونت آموزشی وزارت علوم، تحقیقات و فنّاوری ابلاغ می‌شود.

رأی صادرهٔ جلسه ۳۳۸ (فوق‌العاده) شورای سرپرستان مورخ ۱۳۸۱/۲/۲۹،
(ادامه جلسه ۴۱۴ شورای عالی برنامه‌ریزی)
در خصوص برنامه آموزشی دوره کارشناسی‌ارشد مهندسی پلیمر

۱) برنامه آموزشی دوره کارشناسی‌ارشد مهندسی پلیمر که از طرف گروه فنی و مهندسی پیشنهاد شده بود، با اکثریت آراء به تصویب رسید.

۲) این برنامه از تاریخ تصویب قابل اجرا است

رأی صادره جلسه ۳۳۸ (فوق‌العاده) شورای سرپرستان مورخ ۱۳۸۱/۲/۲۹، در خصوص برنامه آموزشی دوره کارشناسی‌ارشد مهندسی پلیمر، صحیح است، به مورد اجرا گذاشته شود.

دکتر مصطفی معین

وزیر علوم، تحقیقات و فنّاوری

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

دکتر حسن خالقی

دبیر شورای علوم و آموزش عالی

برنامه دروس کارشناسی ارشد مهندسی پلیمر

۱-تعریف و هدف دوره

دوره کارشناسی ارشد مهندسی پلیمر مرکب از دروس نظری و تحقیقات در زمینه هـای علمـی و مهندسی و تکنولوژی تولید و تبدیل پلیمرها است. هدف از ایجـاد ایـن دوره تربیـت مهندسـینی است که با فعالیت تحقیقاتی و اجرایی در کلیه زمینه های پلیمر نظیر صنایع تولید پلیمر، صنایع لاستیک ، صنایع پلاستیک، صنایع الیاف مصنوعی، صنایع مواد مرکب ، صنایع پوشش سـطوح و غیره بنحو موثری پاسخگوی نیازها و کمبودهای کشور باشـند. فـارغ التحصیـلان ایـن دوره مـی توانند علاوه بر آموزش و یا پژوهش در دانشگاهها و مراکز تحقیقاتی پلیمر، در سطح وزارتخانه ها و سازمانهای مسئول اجرای طرحهای صنعتی و صنایع کشور فعالیت نمایند.

۲-اولویت تاسیس دوره

با توجه به وسعت و اهمیت اقتصادی صنایع پلیمر و وجـود منـابع عظیـم ذخـیره نفـت و گـاز و وابستگی شدید این صنایع به خارج، نیاز مبرمی به تحقیق در این صنعت می باشد. توسعه سـریع در صنایع پلیمر و تعداد مراکز تحقیقاتی در این زمینه کـه در اکـثر کشـورهای صنعتـی و حتـی جهان سوم مشغول بکار می باشند این رشته را بصورت یکی از فعالترین زمینه های تحقیقاتی در سطح بین الملل در آورده است. اهمیت و لزوم تربیت محقق در این زمینه در جمـهوری اسـلامی ایران زمانی روشنتر می گردد که پس از بررسی ارقام واردات در ایـن زمینـه نگرشـی بـه برنامـه ریزی برای ایجاد صنایع بزرگ، متوسط و کوچک در زمینه تولید و تبدیل و کاربرد مواد پلیمـری داشته باشیم.

۳-مدت رسمی دوره

مدت رسمی دوره ۲ سال بوده و نظام آموزشی آن مطابق آیین نامه و مصوبـات وزارت فرهنـگ و آموزش عالی است.

۴-شرایط پذیرش دانشجو

الف- مدارک کارشناسی مورد قبول: این دوره در اساس برای فارغ التحصیلات رشته مهندسی پلیمر برنامه ریزی شده است، لیکن فارغ التحصیلان دوره های کارشناسی مهندسی شیمی، شیمی نساجی و علوم الیاف، علوم و تکنولوژی رنگ مهندسی مکانیک، مهندسی مواد، شیمی کاربردی و فیزیک کاربردی می توانند در صورت قبولی در آزمون ورودی، با گذراندن دروس جبرانی لازم در این دوره شرکت نمایند.

ب- آزمون ورودی: آزمون ورودی بطور کتبی از دروس پایه و اصلی و تخصصی دوره کارشناسی صنایع پلیمر بعمل می آید.

ج- دانستن یک زبان خارجی علمی : تسلط بر یک زبان خارجی علمی به نحوی که دانشجو بتواند به سهولت از متون علمی آن زبان استفاده نماید، ضروری است. میزان این تسلط ممکن است بوسیله آزمون ورودی تعیین گردد.

د- مصاحبه تخصصی : گروه آموزشی با کسانیکه در آزمون ورودی موفق شده اند در زمینه های تخصصی مصاحبه شفاهی بعمل می آورد.

۵-برنامه آموزشی و پژوهشی

دانشجویان برای گذراندن دوره کارشناسی ارشد مهندسی پلیمر باید حداقل ۳۲ واحد درسی و تحقیقاتی را به شرح زیر بگذرانند.

- دروس اصلی دوره کارشناسی ارشد	۱۵ واحد
- دروس انتخابی	۶ واحد
- سمینار	۲ واحد
- پروژه	۹ واحد
جمع کل	۳۲ واحد

د ـ دروس جبرانی

دانشجویان قبول شده از میان دوره‌های کارشناسی مهندسی شیمی، شیمی نساجی و علوم الیاف، علوم و تکنولوژی رنگ، مهندسی مکانیک، مهندسی مواد، شیمی کاربردی و فیزیک کاربردی موظفند حداکثر ۲۰ واحد درسی از بین دروس تخصصی کارشناسی صنایع پلیمر را در یک نیمسال تحصیلی بگذرانند. انتخاب این دروس بنابر طبیعت دوره کارشناسی دانشجو و تشخیص شورای گروه آموزشی میباشد.

۶ ـ نمونه‌هایی از زمینه‌های تحقیقاتی در دوره

۱ ـ ساخت خانه‌های پیش‌ساخته از مواد مرکب برای بازسازی مناطق‌جنگزده و زلزله‌خیز.
۲ ـ ساخت قطعات پلاستیکی مورد نیاز معلولین و سایر نیازهای پزشکی
۳ ـ ساخت قطعات پلاستیکی مورد نیاز صنایع مختلف
۴ ـ ساخت قطعات لاستیکی هیدرولیکی هواپیما
۵ ـ تهیه و کاربرد الیاف تهی در تصفیه آب و کشاورزی
۶ ـ تهیه و کاربرد الیاف مصنوعی
۷ ـ تولید عدسیهای (داخل چشمی)
۸ ـ بازیابی ضایعات پلیمری

مواد و ضرایب آزمون ورودی

نام درس	ضرایب
زبان عمومی و تخصصی	۱
شیمی پلیمر (شیمی پلیمر ـ اصول مهندسی پلیمریزاسیون)	۲
ریاضیات مهندسی	۳
تکنولوژی پلیمر (الاستومر، پلاستیک، کامپوزیت)	۳
شیمی فیزیک پلیمرها خواص فیزیکی و مکانیکی پلیمرها	۲
پدیده‌های انتقال (رئولوژی، انتقال حرارت، انتقال جرم، مکانیک سیالات)	۲

جدول دروس اصلی دوره کارشناسی ارشد مهندسی پلیمر

کد درس	نام درس	تعداد واحد	ساعت		پیشنیاز یا زمان ارائه درس
			جمع	نظری	عملی	
۱	شیمی فیزیک پیشرفته پلیمرها	۳	۴۸	۴۸		
۲	خواص مهندسی پلیمرها	۳	۴۸	۴۸		
۳	مهندسی فرایند پلیمریزاسیون	۳	۴۸	۴۸		
۴	فرآیند شکل دادن پلیمرها	۳	۴۸	۴۸		
۵	ریاضیات پیشرفته در مهندسی پلیمر	۳	۴۸	۴۸		
جمع		۱۵				

جدول دروس انتخابی دوره کارشناسی‌ارشد مهندسی پلیمر

کد درس	نام درس	تعداد واحد	ساعت جمع	ساعت نظری	ساعت عملی	پیشنیاز یا زمان ارائه درس
۱	یک درس از دروس کارشناسی‌ارشد سایر و دانشکده‌ها با تصویب شورای گروه آموزشی	۳	۴۸	۴۸		
۲	کاربردهای جدید مواد پلیمری	۳	۴۸	۴۸		
۳	پلاستیک‌های تقویت شده	۳	۴۸	۴۸		
۴	آلیاژهای پلیمری	۳	۴۸	۴۸		
۵	پیشرفتهای جدید در فرایندهای شکل دادن مواد پلیمری	۳	۴۸	۴۸		
۶	طراحی و تکنولوژی تولید قطعات لاستیکی	۳	۴۸	۴۸		
۷	شیمی و تکنولوژی لاستیک	۳	۴۸	۴۸		
۸	مهندسی الیاف	۳	۴۸	۴۸		
۹	انتخاب مواد و طراحی محصول	۳	۴۸	۴۸		
۱۰	پدیده‌های انتقال در سیستمهای پلیمری	۳	۴۸	۴۸		
۱۱	هویت‌شناسی پیشرفته پلیمرها	۳	۴۸	۴۸		
۱۲	بیوپلیمرها	۳	۴۸	۴۸		
۱۳	تخریب و پایدارسازی پلیمرها	۳	۴۸	۴۸		
۱۴	کنترل پیشرفته فرآیندهای پلیمری	۳	۴۸	۴۸		
جمع		۴۲				

* : دانشجو باقیمانده واحدهای درسی خود را با نظر شورای آموزشی گروه و بنابر طبیعت پروژه از میان دروس جدول بالا انتخاب نماید.

شیمی فیزیک پیشرفته پلیمرها

تعداد واحد : ۳
نوع واحد : نظری
پیشنیاز

سرفصل درس : ۵۱ ساعت

۱ ـ زنجیر طویل و منعطف :

مشکل فضایی در حال سکون و حرکت ـ پرش تصادفی ـ زنجیر ایده‌آل تحت نیروی خارجی ـ زنجیر واقعی در حلال خوب دینامیک زنجیرهای پلیمری در حلال خوب و مذاب

۲ ـ تئوری و ترمودینامیک محلولهای پلیمری :

محلولهای ایده‌آل و غیر ایده‌آل ـ کیفیت ترمودینامیکی حلال ـ فشار بخار محلولهای پلیمری ـ فشار اسمزی و تورم ـ ضریب دوم ویریال ـ انرژی آزاد اختلاط پلیمر و حلال ـ پایداری ترمودینامیکی محلولهای پلیمری ـ تغییر حجم در اثر انحلال پلیمرها ـ تغییر کیفیت ترمودینامیکی حلال یا دما.

۳ ـ رفتار فازی آلیاژهای پلیمری :

محلولهای ایده‌آل و منظم ـ مدلهای شبکه‌ای محلولها ـ تئوری فلوری هاگینز ـ تئوری محلولهای پلیمری رقیق ـ تئوری آماری تورم شبکه‌های پلیمری ـ معایب و نقاط قوت تئوریهای موجود ـ تئوری فلوری و سانچز.

۴ ـ نفوذ از پلیمر و نفوذ پلیمرها در یکدیگر :

مدل‌های نفوذ فیکی ـ انتقال نفوذی در غشاءهای متورم ـ نفوذ از نوع دوم و غیر معمول *Anamolous* مفهوم تئوری حجم آزاد و انتقال از میان پلیمرها ـ نفوذ ماکروملکولها از میان غشاءهای متخلخل ـ نفوذ پلیمرها در خود نفوذ پلیمرها در سایر پلیمرها.

۵ ـ حالت کریستالی در پلیمرها :

روشهای تعیین ساختمان کریستالی ـ سلول واحد در پلیمرهای کریستالی ـ ساختمان پلیمرهای کریستالی ـ تبلور از مذاب ـ سینتیک تبلور (تئوریهای آورامی ـ کیت ـ هافمن) ـ مسئله دخول مجدد زنجیره در لامدا ـ ترمودینامیک ذوب.

۶ ـ انتقال شیشه ـ لاستیک رد پلیمرها :

روشهای اندازه‌گیری انتقالات ـ تئوریهای انتقال شیشه‌ای (حجم آزاد ـ سینتیک و ترمودینامیک) ـ مبنای مولکولی انتقال شیشه‌ای ـ معادله *WLF* ـ نقش عوامل داخلی و خارجی بر انتقال شیشه‌ای ـ تئوری ترمودینامیکی انتقال شیشه‌ای

۷ ـ پلیمرهای شبکه‌ای *Crosslinked* و کشسانی لاستیکی :

ساختمان پلیمرهای شبکه‌ای ـ مفاهیم کشسانی لاستیکی ـ معادله حالت ترمودینامیکی ـ ترمودینامیک آماری کشسانی لاستیکی ـ تئوریهای پیوستگی کشسانی لاستیکی ـ بهینه‌سازی تئوریهای مولکولی ـ معادله فلوری‌رینز.

۸ ـ ژلینگی و رفتار ژل‌های پلیمری :

ویسکوزیته الاستیسیته خطی، تنش زدایی و خزش، اصل انطباق زمان ـ درجه حرارت، مدلهای تجزیه و

تحلیل تنش زدایی و خزش، ویسکوزیته غیر خطی، تئوریهای مولکولی ویسکوالاستیسیته، جریان پلیمرهای مذاب و روش‌های شناسایی آنها.

مراجع :

1 - L.H. Sperling, Introduction to Physical Polymer Science, Wiley, 1992.

2 - U.Eisele, Introduction to Polmer Physics, Springer - Verlg, 1990.

3 - P.G.Degennes, Scaling Concepts in Polymer Physics, Cornell University Press, 1985.

4 - J.E.Mark, Physical Properties of Polymers, 1993.

خواص مهندسی پلیمرها

تعداد واحد :۳

نوع واحد :نظری

پیشنیاز : شیمی فیزیک پیشرفته پلیمرها – مهندسی فرآیند پلیمریزاسیون- فرآیند پلیمر

سرفصل درس : ۴۸ ساعت

مقدمه:

فصل اول : اصول مکانیک جامدات

۱- ۱-رفتار الاستیک و قانون هوک (HOOK LAN)

۲- ۱-حالات مختلف تنش و کرنش

۳- ۱-معادل انتقال برای تنشها و کرنشها

۴- ۱-روابط مستقل بین تنشها

۵- ۱-صفحات و تنشهای اصلی و کاربرد آنها در تجزیه تنشها

۶- ۱-قانون کلی هوک و ثابتهای مهندسی پلیمرها

فصل دوم : رفتار ویسکوالاستیک پلیمرها و رابطه آن با ساختار آنها

۱- ۲-خزش و افت تنش creep & Stress relaxation

۲- ۱-۲- مدلهای مکانیکی و کاربرد آنها در توجیه رفتار ویسکوالاستیک پلیمرها

۳- ۱-۲-مفهوم فیزیکی و بیان ریاضی طیف زمانهای افت تنش و زمانهای تاخیر

۴- ۱-۲-اصل انطباق بولتزمن (Boltzman) و کاربرد آن

۵- ۱-۲-اصل انطباق زمان با درجه حرارت و معادله (W.L.F) و کاربرد آن در تعیین عمر کارایی پلیمرها

۶- ۱-۲-مطالعه رفتار مکانیکی پلیمرها در شرایط دینامیک

۷- ۱-۲-اهمیت و کاربرد روشهای دینامیک مکانیکال در مطالعه رفتار ویسکوالاستیک پلیمرها و رابطه آن با ساختمان آنها

۸- ۱-۲-نقش وزن مولکولی- شبکه ای کردن- بلوری کردن - نرم کننـده هـا و کـوپلیمریزاسـیون درتعیین خواص ویسکوالاستیک پلیمرها (استاتیک و دینامیک)

۲-۲- رفتار ویسکوالاستیک غیر خطی پلیمرها :

۱-۲-۲-بیان رفتار ویسکوالاستیک غیر خطی از نظر طراحی

۲-۲-۲-قوانین توان دار برای رفتار ویسکوالاستیک غیر خطی

۳-۲-۲-بیان رولوژیکی ویسکوالاستیک غیر خطی

۴-۲-۲- انطباق بولتزمن

۵-۲-۲-بیان و اهمیت تنشها و کرنشهای بحرانی اجسام در طراحی محصولات

مهندسی فرآیند پلیمریزاسیون

تعداد واحد:۳

نوع واحد:نظری

پیشنیاز

سرفصل درس : ۴۸ساعت

۱-عملیات عمومی واحدهای پلیمریزاسیون شامل :اجزاء یک واحد پلیمریزاسیون، تحویل و انبار کردن مونومرها وحلالها، تحویل و انبار کردن مواد شیمیایی حد واسط و کاتالیستها، تخلیص و آماده سازی کاتالیستها و مواد حد واسط، تخلیص و آماده سازی مونومرها، توزین و تغذیه مواد مورد نیاز واکنشهای پلیمریزاسیون، تخلیه محصولات تولید شده، جداسازی و تخلیص محصولات ، افزون پایدار کننده شده ، روان کننده ها، سنگها و مواد افزودنی دیگر، حمل و انتقال پلیمرها از طریق نیوماتیکه بسته بندی.

۲-سیستمها و روشهای پلیمریزاسیون و مقایسه آنها از نظر واحدهای عمل کننده شامل : پلیمریزاسیون جرمی، پلیمریزاسیون حلالی، پلیمریزاسیون تعلیقی، پلیمریزاسیون امولسیونی، پلیمریزاسیون تراکمی ، پلیمریزاسیون کاتالیستی، پلیمریزاسیون رسوبی، پلیمریزاسیون بین دو سطح.

۳-فرآیندها و مقایسه تکنولوژی های تولید پلی الفینها شامل :انواع پلی اتیلن، پلی پروپیلن و کوپلیمرهای مربوطه.

۴-فرآیندهای پلیمریزاسیون پلی وینیل ها شامل : پلی وینیل کلرید (PVC) ، پلی وینیل استات ، پلی وینیل الکل، پلی وینیلیدین کلرید و کوپلیمرهای مربوطه.

۵-فرآیندهای پلیمریزاسیون استایرن ها شامل: انواع پلی استایرن ها شامل : انواع پلی استایرن و کوپلیمرهای مربوطه از قبیل SAN,ABS,HIPS و غیره.

۶-فرآیندهای پلیمریزاسیون رزین های اکریلیک و کوپلیمرهای مربوطه

۷-فرآیندهای پلیمریزاسیون پلی آمیدها، پلی ایمیدها شامل : نایلون و پلی آرامیدها.

۸-فرآیندهای پلیمریزاسیون رزین های ترموست شامل :پلی استرهای غیر اشباع و رزین های الکید، رزین های فنولیک، رزینهای اوره و ملامین فرم آلدئید و رزین های اپوکسی.

۹-فرآیندهای پلیمریزاسیون پلی الها و پلی یورتانها

۱۰-فرآیندهای پلیمریزاسیون الاستومرها شامل :SBR، کلرپرن، EPR و غیره.

فرایند شکل دادن پلیمرها

تعداد واحد :۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز :

سرفصل درس با ۴۸ ساعت

-**رئولوژی:** معادلات پیوستگی ، ممنتوم، انرژی ، مکانیکی سیالات نیوتونی ، معادلات رئولوژیکی، سیالات غیر نیوتونی، مکانیک سیالات غیر نیوتونی و غیر قابل تراکم، بستگی ویسکوزیته با درجه حرارت مقدمه ای بر ویسکوالاستیسیته .

-**جریان در لوله ها و کانالها:** جریان ایزوترم در لوله ها (نتایج ویژه). جریان ایزوترم (بررسی کلی). جریان غیر ایزوترم در لوله ها. اثرات انتهایی، جریان ایزوترم در کانالهای چهار گوش (Recangular channels) .جریان ایزوترم بین صفحات موازی، جریان ایزوترم بین دو سیلندر هم محور ، دای های مخصوص روکش سیم و دای های ورق.

-**انبساط و انقباض پلیمرهای آمورف:** مقدمه ، سینتیک انبساط پلیمرهای آمورف، محاسبه نمودارهای حجم، درجه حرارت، عملیات حرارتی (Annealing) برای پایداری ابعاد، معادله حرکت.

-**کریستالیزاسیون پلیمرها:**واحد سلولی ، فرمولهای پلیمرهای کریستالی، آرایش پذیری یا (Orientation) سختی و اصطکاک داخلی، سینتیک کریستالیزاسیون.

-**پدیده سطح:**ترمودینامیک چسبندگی، نیروهای بین مولکولی در چسبندگی، فعال نمودن سطحی پلیمرها، فعال نمودن سطح با روش روکش الکترون دادن (Corona discharg).

-**رفتاری دی الکتریک پلیمرها:** ثابتهای دی الکتریک و پلاریزاسیون، رفتار دی الکتریک، در یک میدان متناوب، خواص دی الکتریک پلیمرها، حرارت دادن دی الکتریک .

-**گرما و انرژی لازم در فرایند پلیمر** :ترمودینامیک یک پورسس پایدار (Steady Flow) .انتقال حرارت به روش هدایت و کاربرد آن. گرم و سرد کردن یک دیواره (Slab). انتقال حرارت به روش تشعشع و کاربرد آن، انتقال حرارت به روش جابجایی و کاربرد آن.

-**آنالیز هیدرودینامیکی کالندرها:** مقدمه، تئوری جریان بصورت ساده شده، توزیعهای سرعت و فشار ، تئوری جریان غیر نیوتونی.

-**آنالیز هیدرودینامیکی پمپ های پیچی:**بررسی هندسی، معادلات دیفرانسیل جریان و توان، بردار سرعت سیال، اثر فاصله شعاعی، پروسس ایزوترم، پروسس آدیاباتیک، بزرگنمایی یا (Scaleup).

پمپ نمودن سیالات غیر نیوتونی، خلاصه معادلات جریان و توان.

-**اکسترودرهای نرم کننده:**مقدمه، انتقال جامدات، ذوب، مشخصه های عمل، اکسترودرهای چند پیچی.

-**مخلوط کردن:**مقدمه، یکنواختی یا درجه مخلوط شدن، مخلوط نمودن آرام ساده، مخلوط کردن در اکسترودرها، نیروها در مخلوط کردن توزیعی ، تولید تنش در مخلوط کردن توزیعی.

-**قالب ریزی تزریقی:**انقباض (Frozen Strain) ، قابلیت قالب ریزی یا (Moldibililty)، قالب ریزی تزریقی واکنشی .

-**عملیات اتصال پلیمرها:**اتصال حرارتی، ذوب و اتصالهای سطحی ، قابلیت اتصال، اتصال با روش هدایت، اتصال با روش گرمای دی الکتریک، روکش دادن با روش اکستروژن.

ریاضیات پیشرفته در مهندسی پلیمر

تعداد واحد:۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز : کاربرد ریاضیات در مهندسی پلیمر (دوره لیسانس)

سرفصل درس : ۴۸ ساعت

روشهای طراحی آزمایش

- انواع توزیع های آماری
- آزمون های t و F
- آزمایش های یک عاملی
- روشهای طراحی فاکتوریل
- روشهای پاسخ سطحی

روش المان های محدود

- مقدمه ای بر Variational Methodes
- معادلات دیفرانسیل معمولی از نوع مقدار مرزی و مقدار اولیه
- آنالیز خطا
- معادلات دیفرانسیل جزئی
- معادلات گذرا و متغیر با زمان
- مثال های مهندسی پلیمر

روشهای بهینه سازی فرآیندها

روشهای CAD/CAM و کاربرد آن در مهندسی پلیمر

کاربردهای جدید مواد پلیمری

تعداد واحد:۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز

سرفصل درس :۴۸ ساعت

۱-کاربرد پلیمرها در بیومهندسی شامل : دندان مصنوعی، عدسی داخل چشم، اندامهای مصنوعی (استخوان، کلیه، قلب، پیوندهای پوستی و غیره).

۲-کاربرد مواد پلیمری در صنایع فضایی و نظامی شامل :عایقهای مخصوص حرارتی و الکتریکی، پلیمرهای مخصوص سوخت موشک، لباسهای ضد گلوله و ضد مواد شیمیایی، قسمتهای منتخب سفینه ها، قطعات ساختمانی ایستگاهها فضایی و غیره .

۳-کاربردهای مواد پلیمری در صنایع استخراج نفت: تصفیه آبها، غشاءها و رزینها و غیره.

۴-کاربرد مواد پلیمری مقاوم در دمای بالا شامل :الیاف – پلی آیدها، پلی ایمیدها، گرافیت و غیره.

۵-صنایع ساختمانی و مکانیک شامل :بتونهای پلاستیکی ، آسفالت، خانه های پیش ساخته، کفپوشهای پلاستیکی، قطعات مکانیکی چرخ دنده ها ، تسمه نقاله و غیره.

۶-کاربرد پلیمرها در صنایع حمل و نقل قطارها ، هواپیماها ، کشتیها ، اتومبیل ها.

تذکر : محتوی این درس بنابر ضرورت و پیشرفتهای جدید هر ترم قابل تغییر خواهد بود.

پلاستیکهای تقویت شده

تعداد واحد:۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز:

سرفصل دروس :۴۸ساعت

۱-مقدمه- اهمیت پلاستیکهای تقویت شده در صنایع: اجسام ایزوتروپیک (Isotropic)، غیر ایزوتروپیک(Anisotropic)- ارتوتروپیک (OrthotropiC).

۲-انواع تقویت کننده ها:

الف- پلاستیکهای تقویت شده با الیاف (شیشه، کربن، گرافیت مصنوعی، بر، آسبت) بصورت بلند و کوتاه و بافته شده.

ب-پلاستیکهای تقویت شده بصورت ورقه ای (کاغذ و غیره)

ج) پلاستیکهای تقویت شده بصورت برگه ای (Flakes)- پرکننده ذره ای (Particulate Fillers – کروی (Spherical) – تک بلورین (Whisekers).

د- (CFRC) کربن تقویت شده با الیاف کربن

۳-روشهای ساخت:

الف-روشهای دستی

ب-روشهای مکانیکی

ج-طراحی قالب و محصول (قایق و بدنه خودرو و غیره)

د-کمپوزیتهای Low Projil

۴-مکانیک تقویت:

الف- میکرومکانیک و ماکرومکانیک (تک لایه Lamina و چند لایه Laminates).

ب-محاسبه خواص مکانیکی و مقایسه با نتایج عملی

ج-تاثیر آرایش بر خواص مکانیکی (Orientaion) .

د-تئوریهای خم شدن و چروک خوردگی (Buckling) و ارتعاش چند لایه ها.

۵-تقویت ترموپلاستیک و ترموست:با الیاف کوتاه

۶-چند لایه های ساندویچی (Sandwich Construction)

۷-اقتصاد، تولید قطعات کمپوزیت

مراجع:

-Handbook of Composites Lubin

-Fiberglass-Mohr &Rowe

-Fundamental Aspects of Fiber Reinforcement Plastic Composites-by :Schwartz-Unsaturated Polystar Technology-by:Bruins Reinforced Plastics-Gaylord.

-Mechnics of composites material-Jons

-Glass Rlinforced Plastic –Parkyns

-Handbook of technology & Engineering of Reinforced Plastics Compositestand

-Introduction to coposite material –Tsia &Halppin

-Analisis Performance of fiber composites –by: Aggiawal SPI

-Composite material –HalidaY.

-Composite materials-Iiiff

-Experimental mechanics of Fiber Reinforced composite material Whiteny Daniel

-Coposite materials, Testing & desing –Astm

-Fiber Reinforced materials-Holister of Thomas

-Sandwich construction –N.J.Hoff

-Technology of carbon Fiber Composite-1)elmoute

-short Fiber Reinforced Thermoplastics- Follces

آلیاژهای پلیمری

فصل اول - مقدمه ای بر آلیاژهای پلیمری

- تعاریف
- دلائل و روشهای آلیاژسازی
- اصول توسعه آلیاژهای پلیمری
- سازگاری و تعادل فازی
- جریان و مورفولوژی حاصل از آن

فصل دوم- سازگاری در سیستم های پلیمر - پلیمر

- اصول کلی و محاسبات تعادل فازی
- تئوریهای مخلوط های حاوی پلیمر (تئوری فلوری- هاگینز، تئوری معادله حالت، تئوری سلول- حفره سیمها و ...)
- مکانیزم های جدائی فازی (هسته گذاری و رشد و تجزیه اسپینودال)
- آلیاژ پلیمرهای نیمه بلورین (تبلور در آلیاژهای سازگار، اثر جدائی فازی بر تبلور و مورفولوژی)
- تعیین سازگاری در آلیاژها (روش های تعادل فازی، اندازه گیری شاخص برهم کنش، روش های غیر مستقیم)
- ساختار بین فازی، نفوذ و سازگاری

فصل سوم -ریولوژی آلیاژهای پلیمری

- روابط اصلی (جریان مذاب، ویسکوالاستیسیته)

- مدل هـا (حـل مایعـات بـا وزن مولکولـی کـم ،آلیـاژ ماکرومولکولـهای همولـوگ، گرانـروی سوسپانسیونها، ریولوژی امولسیونها، کوپلیمرهای بلوکی)
- جریان نیوتونی آلیاژهای پلیمری (آلیاژهای سازگار، نواحی بحرانی ، سازگاری در اثر جریـان، آلیاژهای ناسازگار ، وارونگی فازی)
- میکروریولوژی (ناپایداری نخ مایع گرانروی، جریان برشی)
- جریان برشی دینامیکی (کرنش کوچک)

مرجع

"Polymer Alloys & Blends: Thermodynamics and Rheology " L.A.Utracki, Hanser 1990.

پیشرفتهای جدید در فرآیندهای شکل دادن مواد پلیمری

تعداد واحد :۳

نوع واحد :نظری

پیشنیاز : ندارد

سرفصل درس :۴۸ ساعت

۱-قالب ریزی تزریقی ترموست ها

Injection molding of thermosete

۲-انجام واکنش پلیمریزاسیون همزمان با قالب ریزی تزریقی

Reaction injection molding

۳-قالب ریزی تزریقی از نوع ساندویچی

Sandwich injection molding

۴-تهیه فیلمها و لوله های چند لایه ای از طریق کواکستروژن

۵-اکستروژن و قالب ریزی پلاستیکهای تقویت شده با الیاف کوتاه

۶-فرآیند ساخت تایرهای غیر بادی

۷- ساخت تایرهای پلی یورتان به روش پلیمریزاسیون در قالب

تذکر : محتوی این درس بنابر ضرورت و پیشرفتهای جدید قابل تغییر خواهد بود.

طراحی و تکنولوژی تولید قطعات لاستیکی

تعداد واحد:۳

نوع واحد:نظری

پیشنیاز : شیمی و تکنولوژی لاستیک

سرفصل درس :۴۸ساعت

۱-عملکرد مکانیکی الاستومرها

۲-ارتباط خواص مکانیکی و ریولوژیمی الاستومرها

۳-کاربرد مهندسی الاستومر

۴-تکنولوژی تولید رابر و تیوپ

۵-تکنولوژی تولید فوم

۶-تکنولوژی ساخت تسمه

۷-کاربرد قالب ریزی تزریقی برای ساخت قطعات لاستیکی

۸-تهیه فرآورده های اسفنجی لاستیکی

تذکر : برای این درس ۱ واحد کارگاه نیز ارائه می گردد.

مراجع:

-Theory of Practice of Engineering with rubber.

Freaky .Payne

-Hafez technology:evan.

شیمی و تکنولوژی لاستیک

تعداد واحد :۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز : مهندس الاستومر، خواص فیزیکی و مکانیکی پلیمرها

سرفصل دروس :۴۸ساعت

۱-تئوری الاستیسیته الاستومرها: ابعاد مولکولی - الاستیسیته واحد زنجیر الاستومر- الاستیسته شبکه زنجیر الاستومر- الاستیسیته از نظر ترمودینامیک.

۲-شیمی و تکنولوژی ولکانیزاسیون:سیستمهای ولکانیزاسیون و بررسی مکانیسم آنها - روشهای ولکانیزاسیون - چگونگی تشکیل شبکه های ولکانیزاسیون - اثرات ولکانیزاسیون بر روی خواص لاستیک- نقش فعال کننده ها و کند کننده ها

۳-تقویت لاستیک :مکانیسم تقویت - فاکتورهای موثر بر تقویت الاستومر- اثر تقویت کننده ها بر خواص لاستیک

۴-تخریب الاستومرها:مکانیسم تخریب - روشهای پایداری کردن الاستومر - فاکتورهای موثر بر تخریب الاستومر

۵-موارد ویژه در صنعت لاستیک سازی

مراجع:

1-Rubber Technology and Manufacture Blow

2-Rubber Technology:Mottin

3-Rubber Chemistry:Brydson

4-Developments in Rubber Technology: A.Whelan & K.S.Lee

مهندسی الیاف

تعداد واحد : ۳
نوع واحد : نظری
پیشنیاز :

سرفصل درس : ۴۸ ساعت

۱ ـ مقدمه ـ تعریف رشتن و انواع روشهای تولید الیاف مصنوعی
۲ ـ اصول کلی فرآیند رشتن و تعریف قابلیت رشتن (گسست، همدوسانه شکست مونینه)
۳ ـ رئولوژی در رشتن الیاف مصنوعی
۴ ـ مکانیک رشتن الیاف مصنوعی (جریان پلیمر در مجاری رشته‌ساز ـ منطقه خروجی ـ ورم حدیده‌ای ـ ناپایداری (شکست مذاب)
کشیده شدن شرابه *(jet)* (دینامیک و سینتیک آن)
۵ ـ سینتیک انجماد : اصول کلی ـ انتقال حرارت ـ توزیع دما ـ نفوذ ـ تبدیل فازها
۶ ـ تشکیل ساختمان نخ : آرایش ملکول ـ تبلور ـ ریزبنا *(Micro Structure)*
۷ ـ نظری به دستگاهها و کارخانجات صنایع تولید الیاف مصنوعی

مراجع :

- *Man Made Fibers, S. Atlas, Mark, A. cerina 3Vol. Johnwiley 1970 - 72*
- *Principels of filber processing A,Z, iabigki, Academic Press 1976.*
- *Man Made Fiber Processing, A Alexander, Noyes Date corp 1966.*

انتخاب مواد و طراحی محصول

تعداد واحد :۳

نوع واحد : نظری

سرفصل درس :۴۸ ساعت

مقدمه :

فصل اول – ویژگیهای خاص مواد پلیمری و کاربردهای آنها شامل : سلولز و مشتقات آن – پلی الفین ها- پلی اکریلیکها- پلی وینیل ها

پلیمرهای مهندسی شامل : پلیمرهای فلورکربن (P.T.F.F) و مشتقات آن- پلی استالها- نایلونها- پلی کربناتها- پلی فنیل اکسایدها- پلی سولفون ها- پلی یورتان ها- ترموپلاستیک الاستومرها- رزینهای فنولیک –رزینهای آمینه (اوره فرم آلدئید – ملامینها- رزینهای فوران)- رزینهای اپوکسی- رزینهای پلی استر- سیلیکونها و پلیمرهای ویژه و انواع پلاستیکهای تقویت شده .

فصل دوم – انواع محدودیتها در انتخاب مواد و فرآیندهای شکل دادن از نقطه نظر طراحی محصول شامل : بررسی اقتصادی مواد- قابلیت شکل پذیری مواد- رابطه بین عوامل رئولوژیکی در حالت مذاب و کیفیت محصول در فرآیندهای مختلف شکل دادن- نقش ابعاد و شکل هندسی محصول در تعیین نوع فرآیند شکل دادن- موازنه انرژی و اهمیت آن در طراحی محصول- انتخاب فرآیند مناسب برای شکل دادن محصولات مختلف.

فصل سوم – موارد مهم در طرح در فرآیندهای قالب ریزی و طرق بهینه سازی آنها شامل : تغییرات ابعاد در ضمن قالب ریزی و کنترل آن- نقش و شکل هندسی روی جریان پلیمر مذاب و اثر آن روی کیفیت محصول نهایی- نقش متناوب بودن مقاطع محصول- نقش و طرح نوع، اندازه و جایگاه دریچه ورود پلیمر مذاب در قالب (Gate) و اثر آن در خواص و کیفیت محصول با اشکال مختلف- انواع مختلف پران و اهمیت آن در طراحی محصول- مسائل مربوط به تعبیه ، سوراخ، حفره

کانال و تسمه بندی در محصول ضمن قالب ریزی از نقطه نظر طراحی محصول- انواع حدیده کردن محصول ضمن قالب ریزی در طراحی محصول- مسائل مربوط به عملیات تکمیل روی محصول.

فصل چهارم – مسائل مربوط به طراحی محصول از طریق فرآیند اکستروژن Extrusion

شامل :انتخاب نوع اکستروژن – بررسی مسئله ورم کردن و طرق بهینه سازی آن در رابطه با طرح محصول – انواع قالبها سراکستروژن

(Die) و نقش آن در کیفیت محصول – مسائل مربوط به شکل هندسی محصول (Profile) در طراحی محصول – انواع محدودیتها در ابعاد و شکل هندسی محصول (Profile).

هویت شناسی پیشرفته پلیمرها

تعداد واحد:۳

نوع واحد : نظری

ویسکومتری : ویسکومتری پلیمرهای محلول در حلال آلی- ویسکومتری پلی الکترولیت ها

ویسکومتری شانه دار- Single Point Viscometry

کروماتوگرافی : مبانی کروماتوگرافی – روشهای کروماتوگرافی

SEC: تئوری SEC، کالیبراسیون جهانی – محاسبه جرم مولکولی بر اساس کروماتوگرام تصحیح نشده – معادله GPC, Tung پلیمرهای محلول در آب – SEC کوپلیمرها و بدست آوردن CCD و MMD

اسپکتروسکوپی: تئوری NMR: شرح دستگاه NMR ،13C NMR پلیمرها شامل (تعیین تاکتیسیتی)

Copolymer Composition, End group analysis

تعیین جرم مولکولی ، Sequence distribution

و تعیین ration (reactivity)

IR: تئوری ، FTIR

آنالیزهای حرارتی: مبانی ، روشهای موجود

DSC، مبانی فاکتورهای موثر بر منحنی

DSC، کالیبراسیون و بررسی کینتیک واکنش با TG-DSC فاکتورهای موثر

کاربرد TG در پلیمرها (پایداری حرارتی نسبی – مقادیر additive و composite آلیاژ پلیمر و کوپلیمرها)

تخریب و پایدار سازی پلیمرها

تعداد واحد: ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز

سرفصل درس :۴۸ ساعت

مقدمه :

- مروری کلی به ساختار مولکولی پلیمرها و عوامل موثر بر پایداری آنها.
- معرفی انواع عوامل محیطی در شرایط عادی و فرآیند کردن پلیمرها که موجبات تخریب یک پلیمر را فراهم می آورند.
- مروری بر انواع تغییرات در خصوصیات پلیمرها که بر اثر تخریب شدن آنها حادث می گردند.
- معرفی تکنیک های رایج برای مطالعه تخریب نهایی پلیمرها بر اثر عوامل گوناگون و پایدارسازی آنها
- راههای کلی در امر پیشگویی نمودن عمر پلیمرها در شرایط عادی
- مروری بر زیان های ناشی از تخریب پلیمرها و همچنین بهره برداری های مثبتی که در زمینه های مختلف از تخریب پلیمرها صورت می پذیرند.

۱-تخریب حرارتی پلیمرها (Thermal Degradation of Polymers)

- بررسی مکانیسم های کلی تخریبی و شرایط به وقو ع پیوستنی آنها با توجه به ساختار مولکولی پلیمرها

(chain scission, crosslinking, Depolymerization, Side chain reactions)

- طرق جلوگیری از تخریب حرارتی پلیمرها و کند نمودن سرعت تخریب حرارتی پلیمرها.
- معرفی انواع پایدار کننده های حرارتی با ارائه مکانیسم عملکرد آنها.

- مروری بر آخرین مکانیسم های ارائه شده در مورد تخریب حرارتی بعضی از پلیمرها مثل PET ، PVC و پلی الفین های رایج.

۲-تخریب اکسایشی پلیمرها (Polymer Oxidation Degradation)

- بررسی انواع واکنش هایی که توالی یکدیگر در اکسایش یک پلیمر با اکسیژن هوا به وقوع می پیوندد. عوامل موثر در سرعت بخشیدن به اکسایش پلیمرها.
- مطالعه انواع آنتی اکسیدان ها برای پایدار ساختن پلیمرها در برابر تخریب و بررسی مکانیسم های عملکرد آنها.
- بهره گیری از اکسایش پلیمرها در اصلاح جرم مولکولی و خواص بعضی از پلیمرها مبارزه با آلودگی محیط زیست.

۳-تخریب نوری پلیمرها (Polymer Photodegradation)

- مقدمه ای پیرامون جذب تشعشعات الکترومغناطیسی توسط مواد شیمیایی و بررسی طیف های جذبی .
- تئوری اربیتالهای مولکولی و انتقالات الکترونی و انواع واکنش های فتوشیمیایی.
- تئوری لومی نسانس، طیف های لومی نسانس. لومی نسانس پلیمرها.
- فرونشانی حالات برانگیخته به طروق مختلف. انتقال انرژی در پلیمرها.
- تخریب نوری و تخریب نوری – اکسایشی پلیمرها (Photoxidation of Polymers) و مکانیسم های ارائه شده در این مورد برای پلیمرها Homochains و پلیمرهای Heterochains.

۴-پایدارسازی نوری پلیمرها (Photostabilisation of Polymers)

- مکانیسم های پایدارسازی نوری پلیمرها و معرفی انواع کلی پایدار کننده ها.
- فاکتورهای کنترل کننده در انتخاب پایدارکننده های نوری
- بررسی اثرات Antigonism, Synergism پایدار کننده های نوری – حرارتی

۵-پلیمرهای تخریب پذیر با نور و پلیمرهای زیست تخریب پذیر

(Biodegradable and Photodegradable Polymers)

- تعریف علمی زیست سازگار تخریب پذیری عوامل ساختمانی و محیطی موثر بر تخریب پلیمرها در برابر قارچ ها، کپک ها ،yeasts یا مخمرها و ...
- ضررها و معایب زیست تخریب پذیری پلیمرها به ویژه از نظر اقتصادی و مزایا و بهره برداری هایی که از پلیمرهای زیست تخریب پذیر بعمل می آید و در راس آنها در مبارزه با آلودگی و زباله های پلاستیکی .
- پلاستیک های حساس به نور و ویژگیهای ساختمانی آنها ، افزودنی های حساس به نور، طروق مختلف حساس نمودن مواد پلیمری به تخریب شدن در مقابل نور.

۶-تخریب با ازن

- معرفی ازن و مولکول آن، مکانیسم های ارائه شده در تخریب پلیمرها با ازن و در راس آنها لاستیک ها.
- تغییرات خواص از پلیمرها که به ویژه از تخریب با ازن ناشی می شوند.
- راههای مقابله با تخریب توسط ازن.
- معرفی انواع تکنیک های رایج در ارتباط با تحقیق بر روی تخریب لاستیک ها با ازن .

تخریب پلیمرها در مقابل تشعشعات پر انرژی و یونیزه کننده.

- معرفی اصلاحات و واحدهای مورد استفاده در شیمی تشعشعی
- توضیح عمومی در مورد تغییراتی که بر اثر تشعشعات پر انرژی در پلیمرها رخ می دهند و مکانیسم های ارائه شده و راههای مربوط به حفاظت پلیمرها

۸-تخریب مکانیکی پلیمرها (Mechanical Degradation of Polymers)

- روشهای بررسی تخریب مکانیکی پلیمرها

- مکانیسم های مولکولی و تئوریها
- عوامل موثر بر تخریب مکانیکی پلیمرها

۹-تخریب پلیمرها با مواد شیمیایی

نام درس : کنترل پیشرفته فرآیندهای پلیمری

ارزش واحد : سه واحد

عناوین :

۱-مروری بر کنترل کلاسیک مانند تابع تبدیل، پایداری، مکان ریشه ها، پاسخ فرکانسی و...

۲- تجهیزات و ابزار دقیق در صنایع پلیمری Instrumentation

۳- معرفی و گروه بندی متغیرهای کنترل در فرآیندهای پلیمری

۴-استفاده از نرم افزار MATLAB و SIMULINK

۵-روش های کنترل پیشرفته پس خور، چند حلقه ای، نسبتی ، پیش خور، وفقی، ضمنی و مدل داخلی

۶-روش فضای حالت State Space

۷-بیان دینامیک فرآیندهای پلیمری در شکل معادلات فضای حالت

۸-روش های کنترل چند ورودی و چند خروجی MIMO

۹-اتوماسیون و کاربرد کامپیوتر درکنترل فرآیندهای پلیمری

۱۰-طراحی کنترل های عددی

۱۱- دینامیک و کنترل فرآیند اکستروژن

۱۲- مدل سازی دینامیکی و کنترل فرآیند قالب گیری تزریقی

۱۳-کاربرد کنترل در دیگر فرآیندهای فراورش پلیمرها (تزریق بادی، پوشش دهی سیم و ...)

۱۴- مدل سازی و کنترل متغیرهای موثر بر راکتورهای پلیمریزاسیون

۱۵-پیشرفت های اخیر درکنترل فرآیند های پلیمری

۱۶-روش های صنعتی کنترل در فرآیندهای پلیمری