



جمهوری اسلامی ایران  
وزارت فرهنگ آموزش عالی  
شورای عالی برنامه ریزی

مشخصات کلی، برنامه و سرفصل دروس

## دوره کارشناسی مهندسی صنایع پلیمر



گروه فنی و مهندسی  
کمیته تخصصی مهندسی پلیمر

مصوب سیصد و چهل و سومین جلسه شورای عالی برنامه ریزی

مورخ: ۱۳۷۶/۴/۸



بسم الله الرحمن الرحيم

### برنامه آموزشی دوره کارشناسی مهندسی صنایع پلیمر

کمیته تخصصی: مهندسی پلیمر  
گرایش:  
کد رشته:

گروه: فنی و مهندسی  
رشته: مهندسی صنایع پلیمر  
دوره: کارشناسی

شورای عالی برنامه ریزی در سیصد و چهل و سومین جلسه مورخ ۱۳۷۶/۴/۸ بر اساس طرح دوره کارشناسی مهندسی صنایع پلیمر که توسط گروه فنی و مهندسی شورای عالی برنامه ریزی تهیه شده و به تایید این گروه 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 کارشناسی مهندسی صنایع پلیمر از تاریخ تصویب برای کلیه دانشگاهها و مؤسسات آموزش عالی کشور که مشخصات زیر را دارند لازم الاجرا است.  
**الف:** دانشگاهها و مؤسسات آموزش عالی که زیر نظر وزارت فرهنگ و آموزش عالی اداره می شوند.  
**ب:** مؤسساتی که با اجازه رسمی وزارت فرهنگ و آموزش عالی و بر اساس قوانین، تأسیس می شوند و بنابراین تابع مصوبات شورای عالی برنامه ریزی می باشند.  
**ج:** مؤسسات آموزش عالی دیگر که مطابق قوانین خاص تشکیل می شوند و باید تابع ضوابط دانشگاهی جمهوری اسلامی ایران باشند.

**ماده ۲)** از تاریخ ۱۳۷۶/۴/۸ کلیه دوره های آموزشی و برنامه های مشابه مؤسسات آموزشی در زمینه دوره کارشناسی مهندسی صنایع پلیمر در همه دانشگاهها و مؤسسات آموزش عالی مذکور در ماده ۱ منسوخ می شوند و دانشگاهها و مؤسسات آموزش عالی یاد شده مطابق مقررات می توانند این دوره را دایر و برنامه جدید را اجرا نمایند.

**ماده ۳)** مشخصات کلی، برنامه درسی و سرفصل دروس دوره کارشناسی مهندسی صنایع پلیمر در سه فصل برای اجرا به وزارت فرهنگ و آموزش عالی ابلاغ می شود.

رای صادره سیصد و چهل و سومین جلسه شورای عالی برنامه ریزی مورخ ۱۳۷۶/۴/۸  
در خصوص برنامه آموزشی دوره کارشناسی مهندسی صنایع پلیمر

(۱) برنامه آموزشی دوره کارشناسی 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.

رای صادره سیصد و چهل و سومین جلسه شورای عالی برنامه ریزی مورخ ۱۳۷۶/۴/۸ در مورد برنامه  
آموزشی کارشناسی مهندسی صنایع پلیمر صحیح است به مورد اجرا گذاشته شود.

دکتر مصطفی معین  
وزیر فرهنگ و آموزش عالی



مورد تأیید است.

علی رضا رهایی  
رئیس گروه فنی و مهندسی

رونوشت: به معاونت محترم آموزشی وزارت فرهنگ و آموزش عالی  
خواهشمند است به واحدهای مجری ابلاغ فرمایید.

دکتر سید محمد کاظم نائینی  
دبیر شورای عالی برنامه ریزی



بسم الله الرحمن الرحيم  
فصل اول  
دوره کارشناسی صنایع پلیمر  
رشته مهندسی پلیمر

مقدمه :

باتوجه به نیاز روزافزون صنایع پلیمرکشور(اعم از واحدهای تولید پلیمرخام، واحدهای تبدیل پلیمر) به کارشناس بهره برداری ودراجرای بندب اصل دوم و بند های ۳ و ۱۳ اصل سوم و ایجاد شرایط تحقق بند ۴ همین اصل و نیز اجرای اصل سی ام و بند ۱۷ اصل چهل و سوم و ایجاد شرایط تحقق بند های ۸ و ۹ این اصل و اصول دیگر قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران دوره آموزشی مجموعه کارشناسی صنایع پلیمر با مشخصات زیر در محدوده دوره کارشناسی تدوین شده است.

۱- تعریف و هدف :

مجموعه کارشناسی صنایع پلیمر یکی از مجموعه های آموزش عالی است که هدف آن آموزش و تربیت متخصصان بهره برداری در زمینه تولید مواد پلیمر خام و تبدیل مواد پلیمری به پلاستیک ، لاستیک ، پلیمرهای تقویت شده مواد اسفنجی ، رزین ، چسب ، الیاف مصنوعی و نظایر اینها است. دروس مجموعه بهره برداری صنایع پلیمر ترکیبی از دروس علوم پایه مهندسی ، مهندسی شیمی و دروس تخصصی در زمینه صنایع تولید و تبدیل مواد پلیمر، میباشد.

۲- طول دوره و شکل نظام :

دوره این مجموعه با کارآموزی ۴ سال است . کلیه دروس آن در ۸ ترم برنامه ریزی میشود و علاوه بر دروس کارگاه و پروژه دو دوره کارآموزی دو ماهه در طول تعطیلات تابستان نیز دارد. طول هر ترم ۱۷ هفته آموزش کامل است هر واحد درسی نظری بمدت ۱۷ ساعت و عملی بمدت ۵۱ ساعت و کارگاهی بمدت ۵۱ ساعت و کارآموزی بمدت ۸۰ روز کاری در طول دو ترم تابستانی تدریس میشود. کارآموزیها در واحدهای تولیدی ذیربط انجام میشود.

۳- واحد های درسی :

واحدهای درسی این دوره ۱۴۰ واحد درسی و صفر واحد کارآموزی بشرح زیر است :

۲۰ واحد	۳-۱- دروس عمومی
۳۲ واحد	۳-۲- دروس پایه
۴۵ واحد	۳-۳- دروس اصلی
۳۷ واحد	۳-۴- دروس تخصصی
۶ واحد	۳-۵- کارآموزی ، پروژه و کارگاه
۲ واحد	۳-۶- دروس انتخابی



۴- نقش و توانایی :

فارغ التحصیلان این دوره توانایی کافی در احراز مشاغل و ایفاء نقشهای زیر را دارند:

- ۴-۱- بهره برداری از صنایع موجود به وجه مطلوب ( از لحاظ اقتصادی )
- ۴-۲- ایجاد و بهره برداری از واحدهای تولیدی تبدیل پلیمر خام به مواد مصرفی (در مقیاس کوچک)
- ۴-۳- شناخت سیستم و ترکیبات مواد پلیمری ، فرمولاسیون کاربرد و تبدیل این مواد بر پایه ویژگیهای مورد نظر در صنایع لاستیک ، پلاستیک ، الیاف مصنوعی و کامپوزیتها و غیره ...
- ۴-۴- اشتغال در مجتمع های بزرگ تولید پلیمر خام

۵- ضرورت و اهمیت :

ضرورت و اهمیت این مجموعه آموزشی با توجه به نکات زیر آشکار میشود:

- ۵-۱- مواد پلیمری کاربردی وسیع در صنعت دارد. تولیدات آن مستقیماً یا بصورت مواد اولیه در سایر صنایع بکار برده میشود.
- ۵-۲- با توجه به ذخایر عظیم نفت و گاز طبیعی کشور و تاکید دولت جمهوری اسلامی ایران بر جایگزین ساختن صادرات نفت و گاز با تولیدات صنعتی ، نقش حساس محصولات صنایع پتروشیمی گسترش صنایع و تولید و تبدیل پلیمر در اقتصاد کشور روشن میگردد.

۵۳. با اتمام پروژه های تولید منومرد کشور سرمایه گذاری در زمینه صنایع تولید و تبدیل پلیمر از حجم واردات در این زمینه که امروزه رقم بسیار بزرگی را از لحاظ ارزی تشکیل میدهد کاسته میشود.

۵۴. با توجه به محدودیت صنایع جنگلی و معدنی کشور، تولید مواد پلیمری میتواند در تهیه بسیاری از وسائل و قطعات، جانشین چوب و فلزات شود و نقش مهمی در حفظ این منابع و جبران کمبودها داشته باشد.



مجموع واحد های دروس کارشناسی صنایع پلیمر  
( مهندسی پلیمر )

واحد	
۲۰	۱- دروس عمومی
۳۲	۲- دروس پایه
۴۵	۳- دروس اصلی
۳۷	۴- دروس تخصصی
۲	۵- دروس انتخابی
۲	۶- کارآموزی یا کارگاه
۳	۷- پروژه

۱۴۲

جمع



فصل دوم - برنامه

الف : دروس عمومی ( فرهنگ و معارف و عقاید اسلامی و آگاهیهای عمومی )

برای کلیه رشته های تحصیلی دوره های کارشناسی و کارشناسی ارشد پیوسته

شماره درس	نام درس	تعداد واحد	ساعت	
			نظری	عملی
۱	معارف اسلامی ۱	۲	۳۴	-
۲	معارف اسلامی ۲	۲	۳۴	-
۳	اخلاق و تربیت اسلامی	۲	۳۴	-
۴	انقلاب اسلامی و ریشه های آن	۲	۳۴	-
۵	تاریخ اسلامی	۲	۳۴	-
۶	متون اسلامی (آموزش زبان عربی)	۲	۳۴	-
۷	فارسی	۲	۵۱	-
۸	زبان خارجی	۳	۵۱	-
۹	تربیت بدنی ۱	۱	-	۳۴
۱۰	تربیت بدنی ۲	۱	-	۳۴
جمع		۲۰	۳۰۶	۶۸

• : هر یک از دروس زبان فارسی و زبان خارجی باید در هفته حداقل در دو جلسه تدریس شوند .





ب : دروس پایه

پیشنیاز (همنیاز)	ساعت			تعداد واحد	نام درس	کد درس
	عملی	نظری	جمع			
-	-	۶۸	۶۸	۳	ریاضی عمومی ۱	۰۱
۰۱	-	۶۸	۶۸	۳	ریاضی ۲	۰۴
-	-	۵۱	۵۱	۳	برنامه نویسی کامپیوتر	۰۶
۰۴ یا همزمان	-	۵۱	۵۱	۳	معادلات دیفرانسیل	۰۷
۰۷ و ۰۶	-	۳۴	۳۴	۲	محاسبات عددی	۰۸
۰۱ یا همزمان	-	۵۱	۵۱	۳	فیزیک ۱	۰۹
۰۴ یا همزمان	-	۵۱	۵۱	۳	فیزیک ۲	۱۱
۱۱ یا همزمان	۳۴	-	۳۴	۱	آزفیزیک ۱	۱۱-۱
-	-	۵۱	۵۱	۳	شیمی عمومی	۱۴
۱۴ یا همزمان	۵۱	-	۵۱	۱	آزوشیمی عمومی	۱۴-۱
۱۴	-	۵۱	۵۱	۳	شیمی آلی ۱	۱۷
۱۷ یا همزمان	۵۱	-	۵۱	۱	آزوشیمی آلی ۱	۱۷-۱
۱۷	-	۵۱	۵۱	۳	شیمی آلی ۲	۱۸
	۱۳۶	۵۲۷	۶۶۳	۳۲	جمع	





مجموعه کارشناسی صنایع پلیمر ( مهندسی پلیمر )

ج : دروس اصلی

پیشنیاز (همنیاز)	ساعت			تعداد واحد	نام درس	کد درس
	عملی	نظری	جمع			
ازترم هفتم	-	۵۱	۵۱	۳	اقتصاد و طرح مهندسی	۲۶
-	۵۱	۱۷	۶۸	۲	نقشه کشی صنعتی	۲۷
۰۹	-	۵۱	۵۱	۳	استاتیک و مقاومت مصالح	۳۴
ازترم سوم	-	۵۱	۵۱	۳	ترمودینامیک مهندسی	۳۵
۴۳, ۰۴	-	۵۱	۵۱	۳	مکانیک سیالات	۳۶
۳۶ یا همزمان	۵۱	-	۵۱	۱	آزمکاتیک سیالات	۳۶-۱
۳۶, ۳۵	-	۵۱	۵۱	۳	انتقال حرارت	۴۲
۴۲ یا همزمان	۵۱	-	۵۱	۱	آز انتقال حرارت	۴۲-۱
ازترم سوم	-	۵۱	۵۱	۳	موازنه انرژی و مواد	۴۳
۴۸	-	۵۱	۵۱	۳	عملیات واحد ۱	۴۴
۴۴	۵۱	-	۵۱	۱	آز عملیات واحد	۴۴-۱
۴۸	-	۵۱	۵۱	۳	سینتیک و طرح راکتور	۴۵
۴۴	-	۵۱	۵۱	۳	کنترل فرآیندها	۴۶
۴۶ یا همزمان	۵۱	-	۵۱	۱	آز کنترل فرآیندها	۴۶-۱
۳۵	-	۵۱	۵۱	۳	شیمی فیزیک	۴۷
۴۷ یا همزمان	۵۱	-	۵۱	۱	آز شیمی فیزیک	۴۷-۱
۴۲ یا همزمان	-	۵۱	۵۱	۳	انتقال جرم	۴۸
۴۸	-	۵۱	۵۱	۳	ریاضیات مهندسی	۵۰
۳۶	-	۳۴	۳۴	۲	روشهای اندازه گیری کمیتهای مهندسی	۵۲
	۳۰۶	۶۶۳	۹۶۹	۴۵	جمع	



مجموعه کارشناسی صنایع پلیمر (مهندسی پلیمر)

د : دروس تخصصی

کد درس	نام درس	تعداد واحد	ساعت			پیشیاز (همنیاز)
			جمع	نظری	عملی	
۶۲	شیمی فیزیک پلیمرها	۳	۵۱	۵۱	-	۲۷ و ۶۵
	آز شیمی فیزیک پلیمرها	۱	۵۱	-	۵۱	۶۲ با همزمان
۶۵	شیمی و سینتیک پلیمرزاسیون	۳	۵۱	۵۱	-	۱۸
۶۵-۱	آز شیمی و سینتیک پلیمرزاسیون	۱	۵۱	-	۵۱	۶۵ با همزمان
۶۶	وسائل اندازه گیری مشخصات ملکولی پلیمرها	۲	۳۴	۳۴	-	۶۲
۶۶-۱	آز روشهای اندازه گیری مشخصات پلیمرها	۱	۵۱	-	۵۱	۶۶ با همزمان
۶۷	مهندسی پلاستیک	۳	۵۱	۵۱	-	۲۲ همزمان با ۶۸
۶۷-۱	کارگاه پلاستیک	۱	۵۱	-	۵۱	۶۷ با همزمان
۶۸	رئولوژی پلیمرها	۳	۵۱	۵۱	-	۴۲
۶۹	اصول مهندسی پلیمرزاسیون	۳	۵۱	۵۱	-	۴۵ و ۶۵
۷۱	خواص فیزیکی و مکانیکی پلیمرها	۳	۵۱	۵۱	-	۶۴ و ۳۴
۷۱-۱	آز خواص فیزیکی و مکانیکی پلیمرها	۱	۵۱	-	۵۱	۷۱ با همزمان
۷۲	تکنولوژی و خواص فیزیکی الیاف	۲	۳۴	۳۴	-	از ترم هفتم به بعد
۷۶	مهندسی الاستومر	۳	۵۱	۵۱	-	همزمان با ۷۱
۷۶-۱	کارگاه الاستومر	۱	۵۱	-	۵۱	۷۶ با همزمان
۷۷	تکنولوژی کامپوزیتها	۳	۵۱	۵۱	-	۷۱
۷۷-۱	کارگاه کامپوزیتها	۱	۵۱	-	۵۱	۷۷ با همزمان
۷۹	خواص و کاربرد پلیمرهای طبیعی	۲	۳۴	۳۴	-	۶۵
جمع		۳۷	۸۶۷	۵۱۰	۳۵۷	

مجموعه مهندسی صنایع پلیمر ( مهندسی پلیمر )



• : دروس انتخابی

پیشنیاز (همنیاز)	ساعت			تعداد واحد	نام درس	کد درس
	عملی	نظری	جمع			
ازترم ششم	-	۳۴	۳۴	۲	ملبیت صنعتی	۸۰
زبان ۲	-	۳۴	۳۴	۲	زبان تخصصی	۸۱
ازترم هفتم	-	۳۴	۳۴	۲	مطالب ویژه	۸۲
ازترم هفتم	-	۱۷	۱۷	۱	پلیمرها و محیط زیست	۸۳
۰۴	-	۵۱	۵۱	۳	آمار و احتمالات	۸۴
۱۴	-	۵۱	۵۱	۳	شیمی تجزیه	۸۵
۸۵ بهامزمان	۵۱	-	۵۱	۱	آز شیمی تجزیه	۸۵-۱
۷۲ بهامزمان	۵۱	-	۵۱	۱	آز تکنولوژی و خواص الیاف	۷۲-۱



مجموعه کارشناسی صنایع پلیمر ( مهندسی پلیمر )

و - کارگاه و پروژه و کارآموزی

پیشنیاز (همنیاز)	صامت			تعداد واحد	نام درس	کد درس
	عملی	نظری	جمع			
	۵۱ -	-	۵۱	۱	کارگاه	
	معادل ۲ ماه کارآموزی تمام وقت			۲	کارآموزی	
				۳	پروژه	
				۲	درس انتخابی	
	۵۱	-	۵۱	۸	جمع	

ریاضی عمومی ۱  
( حساب دیفرانسیل و انتگرال ۱ )



تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد

سرفصل درس: ( ۵۱ ساعت )

مختصات دکارتی، مختصات قطبی، اعداد مختلط، جمع و ضرب و ریشه و نمایش هندسی اعداد مختلط، نمایش قطبی اعداد مختلط، تابع، جبر توابع، حد و قضایای مربوطه، حد بینهایت واحد در بینهایت، حد چپ و راست، پیوستگی، مشتق، دستورهای مشتق گیری، تابع معکوس و مشتق آن، مشتق توابع مثلثاتی و توابع معکوس آنها، قضیه رل، قضیه میانگین، بسط تیلر، کاربردهای هندسی و فیزیکی مشتق، منحنیها و شتاب در مختصات قطبی، کاربرد مشتق در تقریب ریشه های معادلات، تعریف انتگرال توابع پیوسته و قطعه قطعه پیوسته، قضایای اساسی حساب دیفرانسیل و انتگرال، تابع اولیه، روشهای تقریبی برآورد دانتگرال، کاربرد انتگرال در محاسبه مساحت و حجم و طول منحنی و گشتاور و مرکز ثقل و کارو... (در مختصات دکارتی و قطبی)، لگاریتم و تابع نمائی و مشتق آنها، تابعهای ملکولی، روشهای انتگرال گیری مانند تعویض متغیر، جزء به جزء و تجزیه کسرها، برخی تعویض متغیرهای خاص، دنباله و سری عددی و قضایای مربوطه، سری توان و قضیه تیلور با باقیمانده.

## ریاضی ۲



تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشیناز: ریاضی عمومی ۱

سرفصل درس : ( ۵۱ ساعت)

- ۱- بردارها، فضاها، برداری، استقلال خطی، ماتریس و جمع و ضرب ماتریسها، ترانسپوز ماتریس، ماتریسهای خاص، دستگاه معادلات خطی، حذف به روش گوس، دترمینان های از مرتبه ۲ و ۳.
- ۲- انتگرال دو گانه و کاربرد آنها: انتگرال دو گانه، انتگرال مکرر و برابری آنها با انتگرال دو گانه، مختصات قطبی و کروی و استوانه ای و تغییر متغیر انتگرال دو گانه در مختصات قطبی در حالت کلی، محاسبه مرکز ثقل، مرکز جرم، مساحت سطوح فضائی، گشتاور سطح و لنگرماند سطح.
- ۳- معادلات دیفرانسیل معمولی مرتبه اول: معادلات تفکیک پذیر، معادلات دیفرانسیل کامل، فاکتورهای انتگرالگیری معادلات دیفرانسیل خطی مرتبه اول، اپراتور، روش تکراریکارد، وجود و یکتائی جواب.
- ۴- معادلات دیفرانسیل معمولی از مرتبه های بالاتر: معادلات خطی همگن مرتبه دوم، ضرائب ثابت، جواب عددی ریشه های مختلط معادله مفرد و مسئله با مقدار اولیه، ریشه های دو گانه مفسر، نوسانات آزاد، معادله کوشی، وجود یکتائی جوابها، معادلات خطی همگن از مرتبه دلخواه و با ضرائب ثابت، معادلات خطی غیر همگن و روش حل آنها، روش مختلط برای یافتن جوابهای خصوصی و روش عمومی برای حل معادلات غیر همگن.
- ۵- جوابهای سری توانی معادلات دیفرانسیل: روش سری توانی معادله لژاندر، چند جمله ای لژاندر، معادله بسل، توابع بسل از مرتبه اول و دوم، مجموعه توابع متعامد، تعامد چند جمله ای لژاندر و توابع بسل.

## برنامه نویسی کامپیوتر



تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : ندارد

سرفصل درس : (۵۱ ساعت)

کامپیوتر و انواع آن ، زبانهای برنامه نویسی ، برنامه نویسی به زبان فورترن ۴ ، اعداد و نشانه ها، مقادیر ثابت و متغیر، عبارات محاسباتی ، توابع ریاضی ، عبارت ورودی و خروجی ، احکام گمارش ، شرطی ، اعلانی ، تکراری ، متغیرهای اندیس دار ، حافظه های مشترک و عمومی و کمکی ، زیر برنامه ها، چند برنامه کامپیوتری .



## معادلات دیفرانسیل

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

همیناز: ریاضی ۲

سرفصل دروس: (۵۱ ساعت)



طبیعت معادلات دیفرانسیل و حل آنها، خانواده منحنیها و مسیرهای قائم، الگوهای فیزیکی، معادله جداشدنی، معادله دیفرانسیل خطی مرتبه اول، معادله همگن، معادله خطی مرتبه دوم، معادله همگن با ضرایب ثابت، روش ضرایب نامعین، روش تغییر پارامترها، کاربرد تبادلات مرتبه دوم در فیزیک و مکانیک، حل معادله دیفرانسیل با سریها، توابع بسل و گاما چند جمله‌ای لزاندرا، مقدمه‌ای بردستگاه معادلات دیفرانسیل تبدیل لاپلاس و کاربرد آن در حل معادلات دیفرانسیل.

محاسبات عددی



تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ۵۴

مدت: ۳۲ ساعت

سرفصلهای درس:

خطاها و اشتباهات ، درون یابی و بیرون یابی ، یافتن ریشه های  
معادلات با روشهای مختلف ، مشتق گیری و انتگرال گیری عددی ، تفاوت های  
محدود ، روشهای عددی برای حل معادلات دیفرانسیل معمولی مرتبه ۱ و ۲ ،  
عملیات روی ماتریسها و تعیین مقادیر ویژه آنها ، حل دستگاههای معادلات خطی  
و غیر خطی ، روش حداقل مربعات .

## فیزیک ۱



تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : ریاضی عمومی ۱ یا همزمان

سرفصل درس : ( ۵۱ ساعت )

بردارها - تعادل یک ذره: مقدمه ، قانون اول نیوتن ، تعادل خشی ( پایدار و ناپایدار ) ، قانون سوم نیوتن ، تعادل ذره ، اصطکاک تعادل اجسام صلب : گشتاور نیرو ، شرط دوم تعادل ، مرکز ثقل ، کوپل .

حرکت در یک بعد: حرکت ، سرعت متوسط و لحظه ای ، شتاب متوسط و لحظه ای ، سرعت توسط انتگرال شتاب ، حرکت با شتاب یکنواخت ، سقوط آزاد ، حرکت با شتاب متغیر ، سرعت نسبی ، کشش ثقلی دو جسم .

حرکت در دو بعد ( صفحه ) : حرکت در صفحه ، سرعت متوسط لحظه ای ، شتاب متوسط لحظه ای ، مولفه های شتاب ، حرکت پرتابی ، حرکت دایره ای ، نیروی مرکزی ، حرکت دایره ای عمود بر افق ، حرکت ترمزها ، تاثیر دوران زمین در شتاب ثقل .

کاروانرژی : مقدمه ، کار ، انرژی جنبشی ، انرژی پتانسیل ثقل ، انرژی پتانسیل الاستیک ، بردارهای القایی و هدر شونده ، کار داخلی ، انرژی پتانسیل داخلی ، توان و سرعت ، تبدیل نسبی نیرو ، جرم در طول و عرض .

دوران : مقدمه ، سرعت زاویه ای ، شتاب زاویه ای ، دوران با شتاب زاویه ای متغیر ، دوران با شتاب زاویه ای ثابت ، رابطه بین شتابها و سرعتهای خطی و زاویه ای ، گشتاور و شتاب زاویه ای ( ممان اینرسی ) ، محاسبه ممان اینرسی ، انرژی جنبشی کار و توان ، ممتم زاویه ای ، دوران حول محوری در حال حرکت ( ژيروسکوپ ) .

حرکات هارمونیک : نیروهای الاستیک ، معادله حرکت هارمونیک ساده ، حرکت جسم آویخته ، آونگ ساده ، حرکت زاویه ای هارمونیک ، آونگ فیزیکی ( مرکب ) ، مرکز نوسان .

## فیزیک ۲



تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : ریاضی کاربردی ۱ ( یا همزمان )

سرفصل درس : ( ۵۱ ساعت )

بار و ماده : بار الکتریکی ، هادی ها ، عایق ها، قانون کولن .  
میدان الکتریکی : خطوط نیرو ، بار نقطه ای ، دو قطبی در میدان الکتریکی .  
قانون گوس : قانون گوس و ارتباط آن با قانون کولن ، شدت میدان الکتریکی ، برخی از کاربردهای قانون گوس .  
پتانسیل الکتریکی : پتانسیل الکتریکی ، پتانسیل بار نقطه ای ، پتانسیل دو قطبی ، انرژی پتانسیل الکتریکی ، محاسبه اختلاف پتانسیل .  
خازن ها : خواص و ظرفیت خازن ها ، بستن خازن ها ، محاسبه و انرژی آنها ، ضریب دی الکتریک و پرمیتوته .  
جریان برق و مقاومت الکتریکی : جریان الکتریکی ، مقاومت ، مقاومت و هدایت مخصوص ، قانون اهم ، انتقال انرژی در مدار الکتریکی .  
نیروی محرکه الکتریکی : نیروی محرکه الکتریکی و محاسبه شدت جریان، اختلاف پتانسیل ، مدارهای چند حلقه ای ، اندازه گیری جریان و اختلاف پتانسیل، مدارهای RL، بستن مقاومت ها و قوانین گیرشلف ، اساس کار ولت‌متر و آمپر‌متر، پتانسیومتر و تستون .  
میدان مغناطیسی : القاء مغناطیسی ، فلوی مغناطیسی ، نیزوی مغناطیسی وارد بر جریان ، اثر هال، باردر گردش .  
قانون آمپر: قانون آمپر، میدان مغناطیسی در نزدیکی سیم بلند ، خطوط میدان مغناطیسی، قانون فارادی و القاء : آزمایش فارادی ، قانون لنز ، القاء، میدانهای مغناطیسی متغیر، الکترو مغناطیس : تجزیه و تحلیل حرکت آونگ ساده، کمیت نوسانات الکترومغناطیسی، تغییر جریان الکترومغناطیسی .  
جریانهای متناوب : جریان متناوب ، مدار تک حلقه ای ، توان در مدارهای جریان متناوب ، یکسو کننده ها و صافیها و ترانسفورماتور.

## آزمایشگاه فیزیک ۱

تعداد واحد : ۱

نوع واحد : عملی

پیشنیاساز : فیزیک ۲ یا همزمان

سرفصل درس : ( ۲۴ ساعت )



شناسائی اسپلوسکوپ ، شناسائی گالوانمتر و طرز کار تبدیل آن به آمپر متروولت متروواتمتر - رسم منحنی مشخصه لامپهای دو قطبی و سه قطبی و دیود ترازیستور - اندازه گیری ظرفیت خازنها و تحقیق قوانین آنها - اندازه گیری مقاومت ظاهری سلف اندوکسیون (RL-RC). اندازه گیری مقاومت ، پل تار ، پل وتسون ، پل کلون ، رسم منحنی هیستریزس .

## آزمایشگاه فیزیک ۱



تعداد واحد : ۱

نوع واحد : عملی

پیش‌ساز : فیزیک ۲ یا همزمان

سرفصل درس : ( ۲۴ ساعت )

شناسایی اسیلوسکوپ ، شناسایی گالوانومتر و طرز کار تبدیل آن به آمپر متر ولت‌متر و وات‌متر - رسم منحنی مشخصه لامپهای دو قطبی و سه قطبی و دیود ترانزیستور - اندازه گیری ظرفیت خازنها و تحقیق قوانین آنها - اندازه گیری مقاومت ظاهری سلف اندوکسیون (RL-RC). اندازه گیری مقاومت ، پل تار ، پل وتسون ، پل کلون ، رسم منحنی هیستریزیس .

## شیمی عمومی



تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : ندارد

سرفصل درس : ( ۵۱ ساعت )

- ۱- مقدمه ای در مورد علم شیمی ، ماده ، وزن اتمی ، اتم گرم ، عدد آوگادرو ، انرژی ، دما ، ارقام معنی دار ، محاسبات شیمیایی .
- ۲- اتم : ماهیت الکتریکی ماده (تجربه تامسون - تجربه میلیکان) ساختمان اتم (تجربه راترفورد) ، تابش الکترو مغناطیس تشعشع جسم سیاه، میداه تئوری کوانتم (نظریه کلاسیک تابش ، اثر فتوالکتریک ، اتم بوهر، طیف اشعه X و عدد اتمی )، کوانتم مکانیک (دو گانگی ذره و موج ، طیف خطی طبل ، اصل عدم قطعیت ، معادله شرودینگر، ذره در جعبه ) ، اتم هیدروژن (اعداد کوانتم  $s, l, m, n$ ) ، اتمهای با بیش از یک الکترون و سطوح انرژی ، آرایش الکترونی ، اصل پاولی ، اصل آبقا شعاع اتمی ، انرژی یونیزاسیون ، شعاع بونی ، الکترون آفینیه ، حالت های اتمی (ترمهای راسل و ساندرز). شرح جدول تناوبی ، خواص تناوبی عناصر با توجه به محل آنها در جدول تناوبی و بررسی تغییرات کلی این خواص ، بار موثرهسته و نحوه محاسبه آن ، تغییر اندازه اتمهای تغییرات انرژی یونیزاسیون بر اساس بار موثرهسته ، الکترونگاتیویته ، مقیاسهای پولینگ ، مولیکن ، روکووساندرسن ، تعریف ظرفیت و عدد اکسیداسیون (اعداد اکسیداسیون عادی برای عناصر اصلی ، واسطه و واسطه داخلی) ، عناصر غیر فلزی ، عناصر گروه یک تا چهار ، فلزات انتقالی .
- ۳- پیوند های شیمیایی : پارامترهای ساختمان مولکولی ( انرژی اتصال ، الکترونگاتیویته ، طول و زوایای پیوند ، اسپکتروسکپی مولکولی ) نظریه پیوند های شیمیایی ، روش تعیین پارامترها ، نظریه اوربیتال مولکولی ( محاسبه انرژی ملکول و دانسیته الکترون در H ، تابع موج مولکولی هیدروژن ، نظریه پیوند ظرفیتی ، مقایسه این نظریه با نظریه اوربیتال مولکولی ، سازمان الکترونی ملکولها ، مولکولهای دو اتمی هم هسته ، همپوشانی ، سازمان الکترونی مولکولهای دو اتمی با هسته های مختلف ، پیوند در  $Lif$  ، ساختمانهای نقطه الکترون ، قاعده هشت تایی ، بارظاهری ، پیوندهای چند هسته ای ، پیوند فلزی

## آزمایشگاه شیمی عمومی



تعداد واحد : ۱

نوع واحد : عملی

پیشنیاز : شیمی عمومی یا همزمان

سرفصل درس : ( ۵۱ ساعت )

آشنائی با وسایل و مواد شیمیائی و رعایت موارد ایمنی در آزمایشگاه - تکنیک های محلول سازی به غلظت دلخواه ، رسوب گیری و توزین ، تیتراسیون ، تقطیر ( آب مقطر، اسانس گیری ) ، تبلور، اندازه نزول نقطه انجماد ، اندازه گیری دانسیته ، جرم اتمی ، تعیین فرمول یک جسم ( آلی و معدنی ) ، کاتیون شناسی و آنیون شناسی ، تعیین گرمای واکنش و سرعت واکنش ، نحوه تجزیه و تحلیل اطلاعات کسب شده در آزمایشها ، خطا در اندازه گیری و روش محاسبه آن ، میزان دقت دستگاههای اندازه گیری .



## شیمی آلی ۱

تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : شیمی عمومی

سرفصل درس : ۵۱ ساعت



مقدمه :

تاریخچه مختصر شیمی آلی ، اوربیتال اتمی کربن ، اوربیتال ملکولی ، تقارن اوربیتالی ، اشاره ای به پیوند ها و ملکولهای قطبی ، اسید ها و بازهای لوئیس ، نقطه جوش و نقطه ذوب ، ایزومری ئیدروکربورهای آلیفاتیک : ساختمان کلی و نامگذاری ، ساختمان ملکولی متان بعنوان نمونه ، خواص فیزیکی و شیمیایی آلکن ها ، واکنش ها لوژناسیون ، انرژیهای مختلف پیوند C-H در موقعیتهای اول ، دوم و سوم ، ترکیبات حلقوی آلیفاتیک ، نامگذاری ، خواص فیزیکی و شیمیایی ، بررسی حالت فضائی ، کنفورماسیون ، کنفیگوراسیون شکل قایق و صندلی سیکلوهگزان و نحوه تبدیل آن ، فشار داخلی حلقه ها و خواص شیمیایی ، ایزومری سیس و ترانس .  
آلکن ها: پیوند  $\pi$ ، ایزومری ساختمان و هندسی، نامگذاری، خواص فیزیکی و شیمیایی و طرق تهیه آلکن

هابراساس عمل حذفی  $E_1$ ،  $E_2$ ، حالت گذرادرواکنشها، خواص پیوند  $\pi$  (خاصیت بازی لوئیس) دیمیریزاسیون و الیگومریزاسیون در واکنشهای افزایشی هسته خواه، اثر اسید ها، آب و اسید ، هیپوهالیت ها، پرمنگنات ، تترواکسید اسمیوم ، افزایش رادیکالهای آزاد و مکانیسم های مربوطه ، هیدروژناسیون ، واکنشهای افزایشی ۱-۴ ، رزنانس ، واکنش Diels-Alder، آلکن ها، دی ان ها ، سیکلوآلکن ها.

الکین ها : ساختمان پیوند  $C \equiv C$  ، خطی بودن  $H-C \equiv C-H$  مقایسه اسیدیته آن با C-H اولفین والکانها، خواص فیزیکی و ایزومری ، نامگذاری ، طرق تهیه ، خواص شیمیایی پیوند  $C \equiv C$  ، واکنش افزایشی ، خاصیت افزایشی حلقوی ، واکنشهای مشابه دیلز-آلدر .  
ترکیبات معطره : مقدمه ، قانون Huckel ، رزنانس ، ساختمان و نام چند ترکیب یک حلقه ای و چند حلقه ای ، روش نامگذاری مشتقات بتزن ، خواص فیزیکی .  
واکنشهای مختلف و مکانیزم آنها : تیتراسیون ، هالوژناسیون ، آلکیلاسیون ، آسیلاسیون و

## شیمی آلی ۱

تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیش‌باز : شیمی عمومی

سرفصل درس : ۵۱ ساعت



مقدمه :

تاریخچه مختصر شیمی آلی ، اوربیتال اتمی کربن ، اوربیتال ملکولی ، تقارن اوربیتالی ، اشاره ای به پیوند ها و ملکولهای قطبی ، اسید ها و بازهای لوئیس ، نقطه جوش و نقطه ذوب ، ایزومری فیدروکربورهای آلیفاتیک : ساختمان کلی و نامگذاری ، ساختمان ملکولی متان بعنوان نمونه ، خواص فیزیکی و شیمیائی آلکن ها ، واکنش ها لوژناسیون ، انرژیهای مختلف پیوند C-H در موقعتهای اول ، دوم و سوم ، ترکیبات حلقوی آلیفاتیک ، نامگذاری ، خواص فیزیکی و شیمیائی ، بررسی حالت فضائی ، کنفورماسیون ، کنفیگوراسیون شکل قایق و صندلی سیکلوهگزان و نحوه تبدیل آن ، فشار داخلی حلقه ها و خواص شیمیائی ، ایزومری سیس و ترانس .  
آلکن ها پیوند  $\pi$  ، ایزومری ساختمان و هندسی ، نامگذاری ، خواص فیزیکی و شیمیائی و طرق تهیه آلکن ها براساس عمل حذفی  $E_1$  و  $E_2$  ، حالت گذرادر واکنشها ، خواص پیوند  $\pi$  (خاصیت بازی لوئیس) دیمیرزاسیون و الیگومیرزاسیون در واکنشهای افزایشی هسته خواه، اثر اسید ها، آب و اسید ، هیوهالیت ها، پرمنگنات ، تترواکسید اسمیموم ، افزایش رادیکالهای آزاد و مکانیسم های مربوطه ، هیدروژناسیون ، واکنشهای افزایشی ۱-۴ ، رزنانس ، واکنش Diels-Alder ، آکن ها، دی ان ها ، سیکلوالکن ها.

الکین ها : ساختمان پیوند  $C \equiv C$  ، خطی بودن  $H-C \equiv C-H$  مقایسه اسیدیته آن با C-H اولفین والکانها، خواص فیزیکی و ایزومری ، نامگذاری ، طرق تهیه ، خواص شیمیائی پیوند  $C \equiv C$  ، واکنش افزایشی ، خاصیت افزایشی حلقوی ، واکنشهای مشابه دیلز-آلدر.

ترکیبات معطره : مقدمه ، قانون Huckel ، رزنانس ، ساختمان و نام چند ترکیب یک حلقه ای و چند حلقه ای ، روش نامگذاری مشتقات بنزن ، خواص فیزیکی .  
واکنشهای مختلف و مکانیزم آنها : تیتراسیون ، هالوژناسیون ، آکیلاسیون ، آسیلاسیون و

واکنشهای استخلافی - افزایشی ، اکسیداسیون حلقه ها ، آزولن ، انولن .  
 ایزومری نوری : بصورت مختصر ، اصطلاحات مزو ، انانتیومر ، راسمیک .  
 ترکیبات هالوژن دارآلی : آلکیل ها لیدها و واکنشهای هسته خواه ، نامگذاری ، تهیه ازالکها ،  
 هالوژناسیون مستقیم ، تهیه و بنیل و آلیل هالیدها، هالوژناسیون رادیکالی ، خلاصه ای از خواص  
 فیزیکی و شیمیایی آلکیل هالیدها ، تشریح واکنشهای هسته خواه و انواع عوامل هسته خواه ،  
 مکانیزم  $SN_1, SN_2$  و اثرات حلال و ساختمان در سرعت واکنش هسته خواه ، واکنشهای حذفی  $E_1, E_2$   
 و محدودیتهای فضائی و ساختمانی ، ترکیبات فلئوردار مهم و نقش آن در صنایع ، آریل هالیدها  
 و مقایسه بین آنها با الکیل هالیدها، خواص فیزیکی و شیمیایی ، طرز تهیه به روش هالوژناسیون  
 مستقیم و روش ساندمایر ، گرینارد...  
 اشاره مختصر به ترکیبات آلی فلزی : تعریف ، نامگذاری ، خواص ، مثال برای روشهای تهیه.



## شیمی آلی ۲



تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : شیمی آلی ۱

سرفصل درس : ( ۵۱ ساعت )

- ۱- طیف سنجی باختصار : مادون قرمز، رامان ، فرابنفش و مرئی ، رزونانس مغناطیسی هسته ، طیف جرمی.
- ۲- ساختمان شیمیائی : اصول نامگذاری ، خواص فیزیکی و شیمیائی و طیف سنجی ، طرق تهیه آزمایشگاهی و صنعتی و مصارف عمده موارد زیر :  
الکلها ، فنل ها ، اترها ، تئولها ، آلدئیدها ، ستن ها، اسیدهای کربوکسیلیک ، استرها ، آمیدها و اسیدهای چرب ( لیپیدها ، صابون و پاک کننده ها) ترکیب ازت دار آلی ( آمین ها ، نیتریل ها، هیدرازین ) ، هتروسیکل ها.
- ۳- پلیمرها و اصول پلیمریزاسیون ( بصورت خلاصه).

## اقتصاد و طرح مهندسی



تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشیاز : از ترم هفتم

سرفصل درس : ( ۵۱ ساعت )

### ۱- مقدمه

مفهوم طرح واحد از نظر مهندسی شیمی ، طرح و توسعه فرآیند، محاسبه ، قیمت تقریبی ، عوامل موثر روی سود سرمایه ، طرح بهینه و جنبه های عملی و نحوه طراحی .

### ۲- نحوه ایجاد فرآیند

طرح پروژه ، تهیه اطلاعات مربوط بطرح از مقالات علمی ، دیاگرام جریان ، طرح اولیه ، مقایسه فرآیندهای مختلف و مشخصات فنی .

### ۳- طرح کلی

محل واحد (جایابی) ، بهره برداری واحد و کنترل آن ، دستگاههای اندازه گیری دقیق، تعمیرات ، خدمات جنبی ، مخازن ، طرق حمل مواد ، جایابی مواد غیر قابل مصرف واحد، جلوگیری از آلودگی آب و هوا ، ایمنی.

### ۴- تخمین قیمت

عواملی که بر روی سرمایه و قیمت محصول اثر میگذارد ، سرمایه اولیه ، تخمین سرمایه اولیه، اندیکس های قیمت ، عوامل قیمت در سرمایه گذاری اولیه، روش تخمین سرمایه گذاری، تخمین قیمت کل محصول ، قیمت های تمام شده، قیمت تولید مستقیم هزینه های ثابت، مخارج پرسنل ، هزینه توزیع و بازاریابی ، هزینه توسعه و تحقیقات ، نحوه گرفتن سرمایه ، مقدار درآمد.

### ۵- بهره و سرمایه

انواع بهره ها ، بهره مداوم ، ارزش کنونی و تخفیف ، پرداخت سالیانه ، جریان سرمایه بطور مستمر، چگونگی ذخیره بهره ، اهمیت روابط جریان سرمایه به طور مستمر و بهره مستمر برای تحلیل سوددهی ، سهم قیمت محصول در اثر بهره سرمایه ، منبع سرمایه اولیه ، طرق اضافه نمودن ارزش سرمایه در تحلیل اقتصادی واحد.

۶- مالیاتها و بیمه

انواع مالیاتها ، بیمه و حدود وظائف آن .

۷- استهلاک

انواع استهلاک ، عمر خدمت دستگاه ، ارزش دستگاههای مستعمل ، ارزش کنونی و روشهای مختلف جهت محاسبه مقدار کاهش ارزش دارائی .

۸- سود آوری

سرمایه گذاری های گوناگون ، جابجائی ، استاندارد و سود آوری .



## نقشه کشی صنعتی

تعداد واحد : ۲

نوع واحد : نظری و عملی

پیشنیاز : ندارد

سرفصل درس : ۶۸ ساعت



الف : نظری ( ۱ واحد ۱۷ ساعت )

محتوی : مقدمه ای بر پیدایش نقشه کشی صنعتی و کاربرد آن ، تعریف تصویر ، رسم تصویر نقطه ، خط ، صفحه ، جسم بر روی یک صفحه تصویر ، معرفی صفحات اصلی تصویر ، اصول رسم سه تصویر ، رابط هندسی بین تصاویر مختلف ، وسائل نقشه کشی و کاربرد آنها ، ابعاد استاندارد کاغذهای نقشه کشی ، انواع خطوط و کاربرد آنها ، جدول مشخصات نقشه ، ترسیمات هندسی ، روشهای مختلف معرفی فرجه اول و سوم ، طریقه رسم سه تصویر یک جسم در فرجه سوم ، روش رسم شش تصویر یک جسم در فرجه اول ، تبدیل فرجه ، رسم تصویر مدلهای ساده ، اندازه نویسی و کاربرد حروف و اعداد ، رسم تصویر یک جسم به کمک تصاویر معلوم آن با روش شناسائی سطوح واحجام ، تعریف برش و قراردادهای مربوط به آن ، برش ساده (مقارن و غیر مقارن) ، برش شکسته ، برش شکسته شعاعی و مایل ، نیم برش ساده ، نیم برش شکسته ، برش موضعی ، برشهای گردشی و جابجا شده ، مستثنیات در برش ، تعریف تصویر مجسم و کاربرد آن ، طبقه بندی تصاویر مجسم ، تصویر مجسم قائم ( ایزومتریک ، دیمتریک ، تری متریک ) ، تصویر مجسم مایل شامل مایل ایزومتریک ( کاوالیر ) و مایل دیمتریک ( کابینت ) ، اتصالات پیچ و مهره ، پرچ ، جوش و طریقه رسم انواع آنها ، طریقه رسم نقشه های سوار شده باختصار .

ب : عملی ( ۱ واحد ۵۱ ساعت ) .

## استاتیک و مقاومت مصالح



تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : فیزیک ۱

سرفصل درس : ( ۵۱ ساعت )

تعریف نیرو و گشتاور، شناخت برداری نیرو و گشتاور، جمع نیروها و گشتاور بطریق ترسیمی و تحلیلی، تجزیه نیرو در سطح، انتقال نیرو و گشتاور، جمع نیروهای فضایی و تجزیه یک نیرو بر روی سه مولفه فضایی، تعریف تعادل و شرایط آن از طریق ترسیمی و تحلیلی، تعریف پیکرآزاد، تعریف کلی پایه ها، سیستمهای معین و نامعین استاتیکی - تعریف نیروهای داخلی و خارجی، خواص هندسی مقاطع - کلیات درباره اجسام صلب و الاستیک و مسائل مربوط به مقاومت مصالح، محاسبه عکس العمل در تکیه گاهها و تعریف تنش و کرنش، قانون هوک و تعمیم آن و تعریف ضریب پواسون، تنش حرارتی، بررسی مسایل یک بعدی نظیر میله ها و حل مسائل خرپاها و تعریف همسازی با استفاده از تغییر مکان خرپاها، پیچش مقاطع دایره ای توپر و توخالی و محاسبه زاویه پیچش و توزیع تنش، تئوری مقدماتی خمش تیرها و تعیین شیب و تغییر مکان بوسیله معادله دیفرانسیل و تعیین توزیع تنشهای محوری و برشی در مقاطع تیرها، حل مسائل هیبراستاتیک، فنرهای تیغه ای و مارپیچی - مخازن جدارنازک استوانه ای و کره ای، دایره مور برای تعیین تنشها.



## ترمودینامیک مهندسی



تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشیناز : از ترم سوم

سرفصل درس : (۵۱ ساعت)

فصل اول : مقدمه و تعاریف

تعریف و دورنمای ترمودینامیک و کاربرد آن در مهندسی شیمی ، کمیات اساسی ( زمان - طول - جرم - نیرو - درجه حرارت ) و کمیات ثانویه ( حجم - فشار - کار - انرژی - حرارت ) و آحاد هر یک در سیستمهای استاندارد و مهندسی .

فصل دوم : قانون اول ترمودینامیک

انرژی داخلی ، آزمایشهای ژول و رابطه بین کار و حرارت ، اصل اول ترمودینامیک در فرآیندهای بسته ، حالات ترمودینامیکی و توابع حالت ، تعادل ترمودینامیکی و برگشت پذیری ، آنتالپی و اصل اول ترمودینامیک در فرآیندهای باز یا جریان ، فرآیندهای برگشت ناپذیر ، قانون فازها، ظرفیت های حرارتی و رابطه آن با تغییر انرژی داخلی و آنتالپی.

فصل سوم : روابط فشار ، حجم ، درجه حرارت ( P-V-T ) سیالات خالص  
تعریف گازهای ایده آل ، قانون اول در مورد گازهای ایده آل در فرآیندهای بسته ایزوترم (دما ثابت یا هم دما) ایزوبار (هم فشار یا فشار ثابت) ، ایزومتریک ( هم حجم یا حجم ثابت ) ، آدیباتیک و پلی تروپیک .

گازهای حقیقی و روابط (P-V-T) آنها: معادلات ویریال و کاربرد آنها، روابط تجربی گازهای حقیقی نظیر روابط واندروالس (Van der Waals)، ردلیچ-وانگ (Kwong Redlich)، بندیکت - وب - رابین (Rubin Benedict - Welb) غیره.

ضریب تراکم پذیری و روابط کلی، اصل حالات متناظر ( همبسته )  
(Corresponding States)

رفتار مایعات خالص و روابط P-V-T برای آنها.



فصل چهارم : آثار حرارتی

ظرفیت حرارتی گازها، مایعات و جامدات و تابعیت آن از دما، حرارت استاندارد تشکیل، حرارت استاندارد احتراق، حرارت استاندارد واکنش شیمیایی، اثر دما و فشار روی گرمای واکنش، حرارت واکنش های صنعتی همراه با چند مثال، احتراق سوخت ها و چند مثال، آثار حرارتی در تغییر فاز ( حرارت نهان ذوب، حرارت نهان تبخیر و غیره ...) آثار حرارت انحلال و اختلاط.

فصل پنجم : قوانین دوم و سوم ترمودینامیک

محدودیت های تبدیل انرژی حرارتی به کار و بیان قانون دوم، برگشت ناپذیری و مفهوم آنتروپی، مقدمه ای بر ماشینها و سیکل های حرارتی و راندمان آنها در ارتباط با قانون دوم، مقیاس درجه حرارت گاز ایده آل، راندمان سیکل کارنو، تغییر قانون دوم از نظر ترمودینامیک آماری، صفر مطلق و قانون سوم ترمودینامیک.

فصل ششم : خواص و روابط ترمودینامیکی سیالات خالص

روابط بین انرژی داخلی، آنتالپی و آنتروپی، انرژی آزاد گیبس، انرژی آزاد هلمهولتز (Helmholtz) در سیستم های بسته و باز و در سیستم های یک فازی و چندفازی، روش های محاسبه خواص ترمودینامیکی سیالات خالص با استفاده از روابط فشار-حجم-دما... و خواص حرارتی سیالات، خواص اضافی (Excess Properties)، خواص ترمودینامیکی در حوزه های دویاسه فاز انواع دیگرام های ترمودینامیکی H-S, T-S, P-H (دیگرام مولیر)، جداول خواص ترمودینامیکی و روش استفاده از آنها، جداول بخار، جدول آمونیاک، متان، فریون و غیره، روابط کلی خواص ترمودینامیکی.

## مکانیک سیالات



تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : ریاضی ۲ - موازنه انرژی و مواد

سرفصل درس : ( ۵۱ ساعت )

فصل اول : مقدمه - سیالها ( نیوتنی و غیر نیوتنی ) - خواص مکانیکی سیالات - خواص ترمودینامیکی سیالات - آنالیز بعدی .

فصل دوم : استاتیک سیال - معادله استاتیک سیال - نیروی هیدرواستاتیک روی سطوح - پایداری اجسام غوطه ور .

فصل سوم : جریان سیال - قانون نیوتن - ویسکوزیته و انتقال گشتاور عملکرد سیال غیر نیوتنی - لایه مرزی - رابطه انرژی و معادله برنولی - معادلات حرکت Navier-Stokes واولر در سیستم محورها .

فصل چهارم : سیال تراکم ناپذیر نیوتنی در لوله ها و کانالها (Pipe flow)، عدد رینولدز و جریان سیال در لوله ها ، افت فشار تابعی از تنش سطحی (Shear stress) دیواره لوله ها - تغییرات تنش سطحی در یک لوله - ضریب اصطکاک و افت فشار تابعی از عدد رینولدز در لوله ها - افت فشار در اتصالات و لوله های منحنی شکل - قطر معادل برای لوله های غیر مدور - توزیع سرعت برای جریان آرام - توزیع سرعت برای جریان درهم در لوله - مختصات جریان تابعی از گرادیان سرعت در لوله - جریان در کانالهای باز - محاسبات مربوط به قدرت پمپ .

فصل پنجم : جریان سیال غیر نیوتنی تراکم ناپذیر در لوله ها - جریان سیال غیر نیوتنی مستقل از زمان در لوله ها - دبی سطحی (Shear-rate) در دیواره لوله ها برای سیال غیر نیوتنی مستقل از زمان - افت فشار در لوله ها برای جریان آرام و درهم سیال غیر نیوتنی مستقل از زمان .

فصل ششم : پمپ کردن سیالات ( مایعات ) - پمپ ها و پمپ نمودن System Heads - پمپ گریز از مرکز - روابط پمپ گریز از مرکز - پمپهای گریز از مرکز بطور سری و موازی - پمپ با تغییر مکان مثبت - بازده پمپها، عواملی که در انتخاب پمپ بکار میرود .

فصل هفتم : مخلوط کردن مایعات در مخازن - مخلوط کن و مخلوط نمودن - همزن - گروههای بدون بعد در مخلوط کردن - منحنی قدرت ، افزایش مقیاس در سیستم مخلوط کن مایعات

Purging سیستم در مخازن با بهم زن .

فصل هشتم : جریان سیال تراکم پذیر در کانالها و لوله هد روابط انرژی - معادلات حالت - سرعت صوت در سیالات - جریان ایزونرمال - گاز ایده آل در لوله افقی - جریان غیر ایزونرمال گاز ایده آل در لوله افقی - جریان آدیاباتیک - تراکم گازو کمپرسور - محاسبه نیروی لازم و مراحل مورد نیاز:

فصل نهم : جریان دو فازی بطور مختصر

فصل دهم : اندازه گیری جریان و فشار

فصل یازدهم : حرکت سیال با وجود ذرات جامد در آن - حرکت نسبی سیال و ذرات تغلیظ شده - جریان در بسترهای آکنده - فیلتراسیون.

فصل دوازدهم : مقدمه ای بر حالت Unsteady State زمان تخلیه سیال از یک مخزن .



## آزمایشگاه مکانیک سیالات



تعداد واحد : ۱

نوع واحد : عملی

پیشنیاز : مکانیک سیالات یا همزمان

سرفصل درس : ۵۱ ساعت

- ۱- بررسی عمل افت انرژی در نتیجه اصطکاک در لوله ها.
- ۲- اتصالات گوناگونی که معمولاً در مسیر جریان سیالات بکار برده میشود. مانند : شیرها ، صافیا - زانوئی با زوایای گوناگون .
- ۳- کوچک و بزرگ شدن ناگهانی و تدریجی قطر لوله ها.
- ۴- تاثیر زبری لوله در افت انرژی و همچنین تعیین ضرایب افت در بعضی از اتصالات نامبرده.
- ۵- آشنائی با بعضی وسایل رایج اندازه گیری دبی سیالات مانند: اریفیس - وانتوری ، انواع سرریزها و تعیین ضرایب آنها.
- ۶- بررسی رابطه برنولی در جریان سیالات.
- ۷- تعیین نیروی وارد بر جسم غوطه ور در سیال و محاسبه ترمز فشار هیدرواستاتیکی .
- ۸- بررسی پدیده کاویتاسیون در لوله ها و تاثیرات ناشی از آن .
- ۹- آزمایش بازده پمپهای محوری و گریزازمرکز و تعیین رابطه با سایر پارامترهای مشخصه پمپ مانند : دبی ، Head و توان.
- ۱۰- بررسی عملی دوران اجباری و سیال و مقایسه نتایج تئوری و عملی .
- ۱۱- بررسی نیروهای وارد بر اجسامی که در جریان سیالات قرار میگیرند و تعیین ضرایب دراگ برای چند مدل با اشکال گوناگون .
- ۱۲- معاین بصورت فیلم و قطره .
- ۱۳- زمان تخلیه مخزن با لوله خروجی .
- ۱۴- ضریب اصطکاک در لوله .
- ۱۵- جریان از روی اجسام کروی .
- ۱۶- توزیع سرعت در جریان مداوم .

## انتقال حرارت



تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : مکانیک سیالات ، ترمودینامیک مهندس

سرفصل درس : ۵۱ ساعت

فصل اول : مقدمه ، رابطه بین انتقال حرارت و ترمودینامیک ، قوانین انتقال حرارت ( هدایت ، جابجایی و تشعشع ).

فصل دوم : انتقال حرارت هدایتی ، مفهوم انتقال حرارت هدایتی ، تعیین معادلات انتقال هدایتی ، مقاومت هدایت در اشکال مختلف ، انتقال حرارت حالت پایا بصورت یک بعدی و دوبعدی ، انتقال حرارت در دیواره هابا منبع حرارتی و بدون آن ، انتقال حرارت در لوله هابا منبع حرارتی و بدون آن ، انتقال حرارت در اشکال کروی با منبع حرارتی و بدون آن ، انتقال حرارت در پره ها (Fins) با سطوح ثابت ، راندمان پره ها.

فصل سوم : انتقال حرارت جابجایی ، اساس و مفهوم جابجایی ، معادلات مربوط به جابجایی ، حل معادلات لایه مرزی به روش دیفرانسیلی و انتگرالی و تعیین ضرائب فیلمی ، انتقال حرارت با جریان در داخل لوله ها و کانالها.

فصل چهارم : جابجایی اجباری ، تعیین معادلات مربوطه ، روابط تجربی و کاربرد آنها.

فصل پنجم : جابجایی آزاد ، تعیین معادلات مربوطه ، روابط تجربی و کاربرد آنها ، انتقال حرارت در مخازن همزده ، انتقال حرارت در جریان متعامد روی سطوح .

فصل ششم : انتقال حرارت همراه با تغییر فاز ، جوش و تبخیر میعان فیلمی .

## آزمایشگاه انتقال حرارت



تعداد واحد : ۱

نوع واحد : عملی

پیشنیاز : انتقال حرارت یا همزمان

سرفصل درس : ( ۵۱ ساعت )

- ۱- توزیع درجه حرارت در جامدات
- ۲- انتقال حرارت توسط تشعشع
- ۳- انتقال حرارت توسط کنوکسیون
- ۴- ضریب انتقال حرارت در مبادله کننده های حرارتی ( بدون پره - با پره )
- ۵- توزیع حرارت در فیلم ساکن سیال
- ۶- ضریب انتقال حرارت در برجهای جدار مرطوب
- ۷- گرم کردن مایعات در مخازن
- ۸- ضریب انتقال حرارت در میعان

## موازنه انرژی و مواد



تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : از ترم سوم به بعد

سرفصل درس : ( ۵۱ ساعت )

فصل اول :

مقدمه، واحدها و ابعاد، واحد مول، متدهای آنالیز و اندازه گیری درجه حرارت، فشار، خواص فیزیکی و شیمیایی ترکیبات و مخلوطها، تکنیک حل مسائل، معادلات شیمیایی و استوکیومتری.

فصل دوم :

موازنه مواد، آنالیز مسائل و موازنه مواد، موازنه مواد با بکار گرفتن تکنیک ریاضی که مسائلی که دارای اجزا میباشد، محاسبات مربوط به برگشت ها (Recycles).

فصل سوم :

گازها، بخارها، مایعات و جامدات، قانون گازهای ایده آل، فشار بخار، اشباع، اشباع جزئی و رطوبت، موازنه مواد در تبخیر و میعان (Condensation)، پدیده فازها.

فصل چهارم :

موازنه انرژی، تعاریف و واحدها، ظرفیت حرارتی، معادله تغییرات انتالپی در تغییر فازها، موازنه کلی انرژی، فرآیند برگشت پذیر و موازنه مکانیکی انرژی، حرارت واکنش، حرارت انحلال و اختلاط.



## عملیات واحد ۱



تعداد واحد : ۳

نوع واحد: نظری

پیش‌ساز : انتقال جرم

سرفصل درس : (۵۱- ساعت)

### ۱- تقطیر

الف - مقدمه : تعادل بخارمایع، دیاگرامهای مربوط به فشار- دما- غلظت ، فراریت نسبی، مخلوطهای ایده آل ، انحراف ازایدآکته وانواع آن ، تشکیل آزنوتروپ ، روشهای محاسباتی تعادل بخارمایع ، تعادل در مجاورت نقطه بحرانی ، ( تعادل بخارمایع در فشاربائین درسیستم دو جزئی، روشهای (Pransnitz, Van Laar, Margules, Redlich-Kister) برای تعیین تعادل ، محاسبه برنامه تعادل مایع بخار در فشار متوسط توسط کامپیوتر، انتخاب مدل تعادلات مایع/مایع، مایع/مایع/بخار، تعادل مایع - بخار در فشاربالا ، محاسبات و روشهای پیشبینی نتایج تخمین منحنی تبخیر در فشار پائین ، تغییرات منحنی تبخیر بر اثر تغییرات فشار، روشهای ساده برای محاسبه نقاط جوش و شبنم ، استفاده از نمودارها جهت محاسبه تعادلها.

ب - تقطیر: دیاگرامهای آنتالپی، غلظت و خصوصیات آنها، مخلوطهای چند گانه، عملیات یک مرحله ای تبخیر یا تقطیر آبی ( فلاش ) ، تقطیر جزئی (differential) در مورد مخلوطهای دو جزئی و چند جزئی ، محاسبات مربوط به برجهای تقطیر سینی دار در سیستمهای دو جزئی ، روش Ponchon-Savarit ( کلیه محاسبات شامل تعیین محل خوراک ، مایع برگشتی کامل ، حداقل مایع برگشتی ، بهینه سازی ، نسبت مایع برگشتی و تعیین سینی ها ) ، روش Lewis، انواع جوش آورها، کاربرد بخار مستقیم در عمل تقطیر، محاسبه تعداد سینی ها از طریق روش McCabe & Smith تکرار کلیه مطالب یاد شده در مورد روش قبلی و مقایسه دو روش با هم، برجهای تقطیر با چند خوراک و جریانهای جانبی (میان تقطیر) ، انواع کندانسورها، تقطیر مخلوطهای چند جزئی ، محاسبات سینی به سینی و محاسبات از طریق روشهای کوتاه ، کلیاتی درباره انواع مختلف تقطیر از قبیل : تقطیر آزنوتروپی، تقطیر استخراجی ، تقطیر در فشار کم و تقطیر ملکولی بروشهای دیگر: McCabe، تقطیر یافته ، روش Tyrer، کاربرد در جدا سازی پیچیده، هموآزنوتروپی.



## ۲- استخراج مایع از مایع

موارد و کاربرد دستگاههای مربوط به شامل دستگاههای یک مرحله و چند مرحله ای ، مخازن مجهز به همزن ، تشکیل امولسیون و طرز جدا شدن فازها در دستگاههای ته نشین کننده ، دستگاههای استخراج چند مرحله ای شامل برجهای پاششی ، برجهای پرشده ، برجهای سینی دار و استخراج کننده ها که با نیروی گریزاز مرکز کار میکنند ، تعادل درسیستمهای مایع - مایع ، دیاگرامهای مثلثی و انواع آن ، بررسی سیستمهای مختلف حل شدن فازها در یکدیگر ، انتخاب حلال ، اعمال مرحله ای از نوع موازی همسو ، متقاطع ، موازی ناهمسو ، موازی ناهمسوتوام با مایع برگشتی و کلیه محاسبات مربوط به اعمال چند مرحله ای مذکور در فوق ، انتخاب دستگاه استخراج برای یک فرآیند.

## ۳- استخراج مایع از جامد

مقدمه ، اصول استخراج مایع از جامد ، انتقال جرم ، حالت آرمانی ، روشهای استخراج: عملیات یک مرحله ای ، چند مرحله ای با جریان همسو و جریان ناهمسو ، محاسبات مربوط به تعیین مشخصات و تعداد مراحل لازم و نمودارهای مربوطه ، تکنولوژی و دستگاههای استخراج مایع از جامد ، دستگاههای بستر ثابت ، بستر متحرک و باهمزن.

## آزمایشگاه عملیات واحد

تعداد واحد : ۱

نوع واحد : عملی

پیشنیاز : عملیات واحد ۱

سرفصل درس : ( ۵۱ ساعت )



### ۱- تقطیر

الف : بوج تقطیر سینی دار ، راه اندازی برج ، نمونه گیری از دو سینی متوالی و محاسبه راندمان سینی در حالت برگشت کامل .

ب : برج تقطیر آکنده ، راه اندازی برج ، اندازه گیری غلظت یک فاز در ابتدا و انتهای برج و مقایسه نتیجه با محاسبات نظری ، محصول گرفتن از یک برج تقطیر و بررسی تغییرات سیستم بر حسب زمان ، بیلان انرژی و مواد برای برجها.

### ۲- استخراج مایع از مایع

جداکردن یک مخلوط دو جزئی مایع دریک سیستم چندمرحله ای ناپیوسته توسط یک حلال اندازه گیری غلظتهای دو فاز در مراحل مختلف و مقایسه نتایج بدست آمده با محاسبات نظری.

### ۳- استخراج مایع از جامد

آزمایش استخراج یک عنصر از فاز جامد توسط یک حلال (مثلاً روغن کشی از دانه های جامد روغنی) ، اندازه گیری غلظت ها و مقایسه با محاسبات نظری ، آزمایش ته نشینی یک مخلوط مایع - جامد و اندازه گیری غلظتها بر حسب زمان و مقایسه با روابط نظری .

### ۴- جذب

راه اندازی یک برج جذب آکنده ، اندازه گیری مختلف دو فاز مایع و بخار در نقاط مختلف برج ( در صورت امکان) و یاد دو سر برج و مقایسه آن با نتایج نظری ، اندازه گیری مشخصه های مواد پرکننده برج ( سطح مخصوص ، درصد فضای خالی ) ، اندازه گیری تغییرات برج با افزایش دبی حلال.

۵- تبخیر و تبلور

تبخیر مخلوطهای دو یا چند جزئی از مایع ( تبخیر ساده )، اندازه گیری غلظتها در زمانهای مختلف و مقایسه با ارقام نظری تبخیرکننده های چند مرحله ای دو فاز مایع - جامد، بیلان انرژی و مواد، اندازه گیری غلظتها در زمانهای مختلف و مقایسه با ارقام نظری .



## سببیک و طرح راکتور



تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشیناساز : انتقال جرم

سرفصل درس : ( ۵۱ ساعت )

### الف - سببیک

- ۱- مقدمه در مورد لزوم و کاربرد درس طرح راکتور و طبقه بندی واکنشها بطور کلی
- ۲- بررسی سرعت واکنشهای متجانس شامل تقسیم بندی ، مدل‌های واکنشهای ابتدائی و غیر ابتدائی ، اثر دما.
- ۳- بررسی واکنشهای مختلف تعیین معادلات سرعت واکنشها با درجات مختلف ، روشهای انتگرال و دیفرانسیل واکنشهای کاتالیستی ، اتوکاتالیستی زنجیری ، موازی ، برگشت پذیر و بررسی راکتورهای ناپیوسته (Batch) با حجم متغیر.
- ب - طراحی راکتور
- ۴- مقدمات طراحی راکتور ها شامل تقسیم بندی و تعیین معادلات کلی بیلان مواد و انرژی .
- ۵- راکتورهای آرمانی و منفرد ، معادلات راکتورهای ناپیوسته، زمان پر شده و سرعت پر شدن ، راکتورهای مخلوط کننده (Mixed) و قالبی (Plug)
- ۶- طرح راکتورهای مداوم برای واکنشهای منفرد ، مقایسه کارآئی راکتور با یکدیگر و موارد استعمال هر یک ، منحنیهای طرح طراحی سیستمهای متشکل از چند راکتور ، راکتورهای دوره ای (Recycle) و موارد استعمال آنها در واکنشهای اتوکاتالیستی .
- ۷- طراحی راکتورهای مداوم برای واکنشهای چند گانه.
- ۸- اثرات دما و فشار ، روشهای ترسیمی طراحی راکتورها با دمای غیر یکنواخت ، تعیین مناسبترین مسیر تغییرات دما ، عملکرد آدیاباتیک ، بررسی واکنشهای گرمازا در راکتورهای مخلوط کننده ها.
- ۹- واکنشهایی که با دخالت کاتالیزورهای جامد انجام میشوند. تعیین معادلات سرعت واکنش با توجه به عوامل کنترل کننده ماکروسکپی ، تعریف ضریب تاثیر (Effectiveness Factor).

## کنترل فرآیند ها

تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : عملیات واحد ۱



سرفصل درس ( ۵۱ ساعت )

یادآوری تبدیل لاپلاس ، عکس تبدیل لاپلاس ، خواص تبدیلهای ، نمایش سیستم با تابع و دیاگرام جعبه ای ، نمونه سیستمهای درجه اول ، خطی کردن ، سیستمهای درجه اول به صورت سری ، سیستمهای درجه دوم ، تاخیر انتقالی مشخصه های پاسخها برحسب زمان ، اجزای یک سیستم کنترل با مدار پسخور ، مکانیزم کنترل کننده شیب کنترل ، تابع تبدیل سیستم مدار بسته ، مشخصه های پاسخ گذرا ، بررسی پایداری به روش Routh بررسی سیستمهای کنترل به روش هندسی ریشه ها ، مشخصه های پاسخ فرکانسی به روش Bode در بررسی و طرح سیستمهای کنترل ، بررسی پایداری به روش نیکوسیت .

## آزمایشگاه کنترل فرآیندها



تعداد واحد : ۱

نوع واحد: عملی

پیشنیاز : کنترل فرآیندها یا همزمان

سرفصل درس : ( ۵۱ ساعت )

- ۱- سیستمهای الکترونیک مدار باز درجه اول سیستم الکترونیک مدار باز درجه دوم .
- ۲- عناصر کنترل کننده هوایی : سیستم کنترل قطع ووصلی هوایی، سیستم کنترل تناسبی، انتگرال هوایی.
- ۳- سیستمهای هوایی : سیستم هوایی مدار باز درجه اول، سیستم هوایی مدار باز درجه دوم .
- ۴- سیستم سطح مایع با اندازه گیری هوایی - الکترونیکی: سیستم مدار باز درجه اول، سیستم مدار باز درجه دوم، سیستم مدار باز درجه سوم، سیستم درجه اول با خازن کناری، سیستم درجه دوم با خازن کناری.
- ۵- سیستم درجه حرارت با اندازه گیری هوایی بصورت مدار باز.
- ۶- سیستم جریان مایع با اندازه گیری هوایی - الکترونیکی بصورت مدار باز.  
کنترل خود کار سیستم سطح مایع : پیدا کردن بهینه پارامترهای کنترل کننده :  
الف : به روش منحنی واکنش  
ب : به روش نوسانات دائم  
ج : مقایسه یافته های دو روش اخیر
- ۸- کنترل خودکار سیستم کنترل درجه حرارت : پیدا کردن بهینه پارامترهای کنترل کننده  
الف : به روش منحنی واکنش  
ب : به روش نوسانات دائم  
ج : مقایسه نتایج دو روش
- ۹- کنترل خودکار سیستم جریان مایع : پیدا کردن بهینه پارامترهای کنترل کننده :  
الف : به روش منحنی واکنش  
ب : به روش نوسانات دائم  
ج : مقایسه نتایج این دو روش

## شیمی فیزیک



تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : ترمودینامیک مهندسی

سرفصل درس : ( ۵۱ ساعت )

### ۱- تئوری جنبشی گازها:

توزیع سرعت‌های ملکولی ( ماکسول - بولتزمن ) ، احتمال سرعت‌های مولکولی ، انواع سرعت‌های متوسط ( سرعت متوسط معمولی با عددی - محتمل ترین سرعت - جذر متوسط مربع سرعتها (Root-Mean-Square) ، تئوریهای ملکولی پدیده های انتقال ( ویسکوزیته - ضریب هدایت حرارتی - ضریب دیفیوژن ) در گازها و مایعات.

### ۲- معیارهای ترمودینامیکی تعادل :

انرژی آزاد گیبس بعنوان معیار تعادل ، اثر درجه حرارت و فشار بر انرژی آزاد و انرژی آزاد مولی جزئی و پتانسیل شیمیایی ، فوگاسیته و ضریب فوگاسیته ، اکتیویته و ضریب اکتیویته و محاسبه آنها.

### ۳- تعادل فازها:

قانون فازها : تعداد فازها ، اجزاء شیمیایی و درجات آزادی در سیستمهای یک و چند جزئی ، بررسی کیفی و کمی تعادل فازی در سیستمهای خالص ، معادله کلازیوس - کلاپیرون ، دیاگرامهای فازها در سیستمهای یک و چند جزئی ( مایع - گاز و مایع - مایع - جامد ، جامد - جامد ) ، تشکیل مخلوطهای ازوتروپیک و اوتکتیک ، تشکیل جامدات قابل امتزاج ، دیاگرامهای فشار نشان دهنده ترکیب مایع - بخار ، دیاگرامهای جوش ، فشار بخار ملکولهای دو جزئی کامل و حقیقی ، دیاگرامهای فشار - دما برای سیستمهای یک جزئی ، فشاراسمزی ، مخلولهای کامل : قوانین هنری ، راولت ، لوئیس - راندال.



#### ۴- تعادل شیمیایی :

انرژی آزاد گیبس و رابطه آن با تعادل شیمیایی : اثر درجه حرارت و فشار روی انرژی آزاد گیبس و ثابت تعادل ، فوگاسیته و غیرایده آلی گازها، اکتیویته و ضریب اکتیویته ، ثابت تعادل در محلولها و نیز در طی واکنشهای حاوی اجسام جامد، رابطه بین ثابت تعادل و ترکیب اجسام شرکت کننده در واکنش ، تعادل در سیستم واکنشهای چند تایی .

#### ۵- پدیده های سطحی

شیمی سطوح ، فصول مشترک فازی تخت و منحنی ، سطوح مایع ، جذب سطحی و فشار بخار قطره ، لایه های سطحی روی مایعات ترمودینامیک لوله های موئین ، زاویه تماس و چسبندگی ، کشش سطحی مایع و معادله گیبس ، فشارسطوح ، جذب روی سطوح جامدات : تئوریهای لانگموئیر، BET ، وفریندولیک ، تعیین مساحت سطوح مواد جاذب و کاتالیزورها، کروماتوگرافی ، کلوندها.



## آزمایشگاه شیمی فیزیک



تعداد واحد : ۱

نوع واحد : عملی

پیشنیاز : شیمی فیزیک یا همزمان

سرفصل درس : ( ۵۱ ساعت )

- رسم دیاگرام فاز یک سیستم دو جزئی و سه جزئی ، تقطیر یک مخلوط آزنوتروپ با نقطه جوش ماکزیمم و یا مینیمم - اندازه گیری حجم های مولی در محلول دو جزئی .
- تعادل های یکنواخت ، تعیین ثابت تعادل با استفاده از قانون تعادل ، تعیین ثابت تعادل استری فیکاسیون ، تعیین به روش اسپکتروفتومتری .
- اندازه گیری ممان قطبی یک ملکول قطبی در محلول .
- جذب سطحی ، جذب سطحی اسید استیک توسط ذغال فعال .
- تعیین کشش سطحی مایعات - اندازه گیری فشار اسمزی .
- رفراکتومتری - تعیین ساختمان بلوری اجسام توسط اشعه ایکس ، تعیین وزن ملکولی به روش کریوسکپی ، طیف جذبی ماوراء بنفش و مادون قرمز ، طیف نشری هیدروژن ، طیف جذبی اتمی .
- فوتومتری شعله .

## انتقال جرم



تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشیناز : انتقال حرارت با همزمان

سرفصل درس : ( ۵۱ ساعت )

### فصل اول :

کلیات فرآیندهای انتقال جرم : شامل تقسیم بندی عملیات انتقال جرم - تماس مستقیم و غیرمستقیم فازها - عملیات پایا و ناپایا - عملیات مرحله ای - تعداد واحدهای تعادلی و غیره .  
فصل دوم :

نفوذ ملکولی در سیالات شامل : نفوذ مولکولی - معادله Fick - نفوذ مولکولی در گازها در حالات مختلف - نفوذ پذیری گازها - نفوذ مولکولی در مایعات - ضرائب نفوذ مایعات - موارد کاربرد نفوذ مولکولی - تشابه انتقال مومتم - حرارت و جرم در حالت جریان لایه ای سیالات .  
فصل سوم :

ضرائب انتقال جرم : ضرائب انتقال جرم درحالت جریان لایه ای - ضرائب انتقال جرم در مایعات - در جامدات و گازها - توری فیلم - نفوذ گردابی - توری عمقی - اطلاعاتی برای محاسبه اشکال ساده انتقال جرم .

### فصل چهارم :

انتقال جرم در فصل مشترک فازها - تعادل - نفوذ بین فازها - انتقال جرم موضعی بین دو فاز - ضرائب محلی موارد کلی - کاربرد ضرائب کلی محلی - ضرائب انتقال جرم کلی متوسط - عملیات پایدار باجریانهای موازی وهم جهت - جریانهای موازی و مختلف الجهت واحدها - عملیات هم جهت مداوم - عملیات ناپیوسته - مجموعه ها - مجموعه هائی با جریانهای متقاطع - مجموعه های مداوم با جریانهای معکوس - واحدها و شدت انتقال جرم .  
فصل پنجم :

دستگاه های مربوط به عملیات واحدهای صنعتی گاز- مایع - مخازن مجهزه همزن - برج های سینی دار- اصول طراحی برجهای سینی دار و محاسبات افت فشار درآنها راندمان سینی ها- ستونهای دیوار مرطوب ، پاششی و پرشده و محاسبات افت فشار در آنها.

فصل ششم :

جذب : حلالیت گازها در مایعات در حالت تعادل سیستمهای دوگانه و چند گانه -  
سیستمهای ایده آل و غیر ایده آل - انتخاب حلال در عمل جذب - محاسبات جریانهای معکوس  
و تعیین حداقل نسبت مایع برگاز در دستگاه جذب - جریانهای موازی و هم جهت - عملیات چند  
مرحله ای با جریانهای معکوس - مخلوطهای رقیق - ضریب جذب و استفاده از آن - محاسبه  
برجهای پر شده در عمل جذب شامل محاسبه تعداد واحدهای انتقال و ارتفاع یک واحد انتقال -  
جذب چند جزئی - جذب همراه با واکنش شیمیایی .

فصل هفتم :

برجهای خنک کننده - سیستم هوا و آب و دستگاههای دیگر.



## ریاضیات مهندسی



تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : انتقال جرم

سرفصل درس : ۵۱ ساعت

- ۱- مقدمه ای بر فرمولاسیون ریاضی مسائل مهندسی شیمی ، شرایط اولیه مرزی .
- ۲- مروری بر معادلات دیفرانسیل معمولی و روشهای حل آنها، کاربرد دیفرانسیل معمولی .
- ۳- روشهای عددی حل معادلات دیفرانسیل معمولی ، مسائل از نوع مقدار اولیه Initial Value و از نوع مقدار مرزی Boundary Value .
- ۴- توابع و انتگرالهای معین ( توابع خطا ، بتا ، گاما و غیره).
- ۵- روشهای عددی حل معادلات جبری خطی و غیر خطی :  
روشهای گرافیک ، روشهای چرخشی (Iteration)، روش نیوتن و روش رافسون .
- ۶- حل سیستم معادلات خطی و غیر خطی :  
مروری بر ماتریسها و دترمینانها، عملیات روی ماتریسها، کاربرد ماتریسها در مسائل مهندسی شیمی.
- ۷- تجزیه و تحلیل ارقام آزمایشی :  
مقدمه و تعاریف محاسبات آماری ، خطاها و روش محاسبه آنها ، اپتیمولاسیون ، اکستراپولاسیون ، مشتق گیری عددی ، انتگرال گیری عددی ( روشهای ذوزنقه ای ، سیمپسون و گوس ) و تطبیق ارقام با منحنی و توابع مختلف چند جمله ، نمایی ، لگاریتمی و غیره بروش حداقل مجذورخطا (Least Squares) و روش متوسط گیری ، روشهای طرح آزمایش .
- ۸- استفاده از Finite Differences در حل مسائل عملیات چند مرحله ای مهندسی شیمی .
- ۹- معادلات دیفرانسیل پاره ای :  
طبقه بندی معادلات (انواع پارابولیک والیپتیک ، هیپربولیک ) پایداری و همگرایی معادلات ، روش ترکیب متغیرها، روش تفکیک متغیرها: توابع ارتوگونال وروش بسط Eigen، ریشه های معادلات Eigen، روشهای عددی. Finite Differences برای حل معادلات دیفرانسیل پاره ای ، مثالهایی از مسائل مهندسی شیمی.

## روشهای اندازه گیری کمیتهای مهندسی



تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: مکانیک سیالات

هدف:

سرفصل دروس: (۳۴ ساعت)

اندازه گیری درجه حرارت:

نقاط استاندارد، ترموکوپلها، قوانین ترموالکتریک، اندازه ترموکوپلها، انتخاب ترموکوپلها، اتصال ترموکوپلها، لوله های محافظ، پیرومترهای تشعشعی و کاربرد آنها، حدود کار آنها، پیرومترهای چشمی، کاربرد آنها، حدود کار آنها، گرماسنجی مقاومتی، گرماسنجهای سیستم پره، رده بندی آنها، گرماسنجی دو فلزی، گرماسنجهای مایع در شیشه ای.

اندازه گیری فشار:

عناصر اندازه گیری مکانیکی، اندازه گیری فشارمطلق، اختلاف فشار، مانومترها، فشارسنجهای دیافراگمی، فشارسنج دم و فنی، فشارسنج خوردن، خلاءسنجها، خلاءسنج نودسن، فشارسنج هدایت حرارتی، فشارسنج ویسکومتری چرخشی، خلاءسنج یونیزاسیونی، خلاءسنج اشعه آلفا، فشارسنجهای الکتریکی، فشارسنجهای کششی، فشارسنجهای مقاومتی.

اندازه گیری جریان:

جریانسنجهای فشاری، صفحه اریفیس، نازل، لوله ونتوری، لوله پیتوت، جریانسنجهای اختلاف فشاری، جریانسنجهای فشاری برقی، جریانسنجهای نوع دم، لوله دل، جریانسنجهای نوع سطحی، روتامترهای نوع پیستونی، جریانسنجهای دورانی، جریانسنجهای سری.

اندازه گیری سطح مایع:

روش مستقیم، شناور تویی، شیر شناور، نوع قفسی، نوع مغناطیسی، نوع جابجاشونده، نوع هیدرواستاتیکی، نوع مانومترهای جیوه ای برای ظرف سرباز، برای ظرف سربسته، مانومترهای غیر هوایی.

اندازه گیری ترکیبات شیمیایی :

(اندازه گیری بر مبنای تشعشع الکترومغناطیسی ، بر مبنای جریان برق و ولتاژ ، بر مبنای انرژیهای حرارتی یا مکانیکی .

اندازه گیری PH

اندازه گیری به روش پتانسیومتری ، اندازه گیری برای کنترل PH اندازه گیری کمیتهای دیگر-از قبیل وزن ، وزن بر زمان چگالی و وزن مخصوص ، کنترل رطوبت گازها، رطوبت جامدات ، ویسکوزیته.



## شیمی فیزیک پلیمرها



تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشیناز : شیمی و سمبلیک پلیمریزاسیون و شیمی فیزیک

هدف :

سرفصل دروس :

الف : نظری ۳ واحد ( ۵۱ ساعت )

۱- مقدمه :

خواص شیمی فیزیکی پلیمرها ، انواع باندها در شیمی پلیمر ، نگرشی به خصوصیات شیمی فیزیکی پلیمرها.

۲- انعطاف پذیری زنجیر پلیمرها:

الف - گردش داخلی مولکولی

ب - کانفیگوراسیون کانفرماسیون مولکولی

ج - عوامل موثر بر انعطاف زنجیر

د - اهمیت علمی انعطاف زنجیر

۳- روشهای مطالعه ساختمان پلیمر:

الف - اشعه X ، اشعه X در کریستالها، اشعه X مایعات و جامدات بی شکل ، آنالیز دیفراکسیون الکترونی .

ب - مطالعه دیفراکسیون اشعه X پلیمرها، تعیین ساختمان کریستالی پلیمرها، پراکندگی اشعه X بازایه کم.

ج - روش میکروسکوپ الکترونی

د - بی فرجنس

ه - تعیین وزن مخصوص پلیمرها

۴- حالت های فیزیکی و ساختمان پلیمرها:

الف - حالت های فیزیکی و فازی مواد ، انتقال فازی ، کریستالیزاسیون و انتقال شیشه ای .

ب - حالت های ویژه پلیمرهای آرایش یافته - قابلیت بلوری شدن پلیمرها، مکانیسم و کینتیک





بلوری شدن ، نقطه ذوب پلیمرها، حرارت و انتروپی ذوب.

ج - حجم آزاد و تراکم پلیمرها

د - اهمیت علمی تئوری فاز و حالت فیزیکی پلیمرها

هـ- محلولهای پلیمر واقعی : خواص ویژه محلول واقعی، حلالیت و تقدم پلیمرها، درجه و کبیتیک تورم، محلولهای دی الکتریک عوامل موثر بر حلالیت و تورم پلیمرها، کاربرد قانون فازها در مورد محلولهای پلیمرها و خواص کبیتیک محلولهای پلیمر ، جدا نمودن پلیمرها Fractionation اثر متقابل پلیمرها در حلال .

۶- ترمودینامیک محلولهای پلیمری : کمیت‌های جزء مولی ، محصولهای ایده آل و غیرایده آل، فشاربخار، محلولهای پلیمرها، فشاراسمزی ، فشار تورم ، حرارت های انتگرال محلول و رقت ، حرارت‌های دیفرانسیل محلول و رقت ، انتروپی مخلوط نمودن ، ترمودینامیک محلول و ساختمان پلیمر ، تعیین انعطاف زنجیر و دانسیته تراکم ، اثر حرارت روی حلالیت پلیمر انرژی داخلی مخلوط نمودن .

۷- تئوری محلولهای پلیمرها : تئوری فلوری - هاگین ، تئوری های مونی ، تئوری جدید فلوری .

۸- روشهای تعیین اندازه مولکولها و شکل آنها در محلول :

الف : روشهای تعیین جرم مولکولی شامل اسبومتری ، ویسکومتری دیفوژن ، سانتریفوژن ، پراکندگی نور ، تعیین توزیع جرم مولکولی پلیمرها ، منحنی های توزیع .

ب : اصول کرماتوگرافی پلی ، ژلها ، بررسی دستگاه کرماتوگرافی ژلی ، حلالها و روشهای تعیین وزن مولکولی از منحنی های Elusion Timel و تاثیر پارامترهای مختلف .

۹- نفوذ پذیری پلیمرها:

الف : نفوذ پذیری گازها، روش تعیین نفوذ پذیری ، نفوذ و طبیعت پلیمر ، اثر طبیعت گاز ، اثر فاکتورهای دیگر.

ب : جذب بخار بوسیله پلیمرها ، جذب بخارات بی اثر ، جذب بخارات با اثر ، محاسبه سطح ویژه جذب ، محاسبه حجم های خالی جذب .

۱۰ - تعویض کننده های یونی پلیمری : رزین های تعویض کننده یون ، ترمودینامیک تعویض یون، کاربرد رزینهای تعویض کننده یون

۱۱ - تخریب پلیمرها: اثر درجه حرارت های بالا، تبدیل های مکانو شیمیایی ، اثر نور و تشعشعهای یونیزه کننده ، تخریب شیمیایی .

## آزمایشگاه شیمی فیزیک پلیمرها



ب : عملی ۱ واحد ( ۵۱ ساعت )

۱- شناسایی کمی و کیفی پلیمرهای مختلف با استفاده از :

الف : روشهای اسپکتروسکوپی NMR Visible, UV, IR, T.G.A.

ب : روشهای حلالیت ، قابلیت اشتعال ، بو و رنگ شعله و PH بخار.

پ : تعیین نقطه ذوب و نقطه شیشه ای پلیمرها با روشهای میکروسکوپ پلاریزه و دستگاه نقطه ذوب .

ت : تعیین وزن مخصوص پلیمرها با روشهای مختلف

۲- تفکیک و شناسایی کمی و کیفی نرم کننده های مختلف با روشهای کروماتوگرافی ، گازی ، TLC

وزن مخصوص ، ریفراکتومتری و روشهای اسپکتروسکوپی N.M.R. Visible ,UV,IR

۳- تفکیک و شناسایی پر کننده ها ، پایدار کننده ها و مواد کمکی دیگر در پلیمرها

۴- کار با دستگاههای تعیین جرم مولکولی پلیمرها GPC,Viscometry OS, پخش نور و انتشار نور

V.P.O.,L,S,

این مجموعه مطالب آزمایشگاههای شیمی فیزیک و شناسایی است که به توصیه استاد

مربوطه به دو قسمت تقسیم میگردد.

## شیمی پلیمر و سینتیک پلیمر یزاسیون

تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : شیمی آلی ۲

هدف :

سرفصل دروس :



الف - نظری ۳ واحد ( ۵۱ ساعت )

فصل اول :

۱- مقدمه خواص عمومی واکنشهای پلیمریزاسیون : طبقه بندی واکنشهای سنتز ترکیبات پلیمری ، واکنشهای پلیمریزاسیون زنجیری و قابلیت پلیمریزاسیون یا اثر طبیعت مراکز فعال و مونومرها بر روی فعالیت پلیمریزاسیون رادیکالی و یونی : پلیمریزاسیون رادیکالی ، پلیمریزاسیون آنیونیک ، پلیمریزاسیون کاتیونیک ، پلی مریزاسیون یونیک یا قطبی از طریق شکستن حلقه های هتروسیکل و یا شکستن باند کربن اکسیژن ، روابط سینتیک ، پلیمریزاسیون رادیکالی که بتوسط یک شروع کننده I ، شروع شده و توسط واکنش درجه دوم اختتام یافته است ، روابط سینتیک پلیمریزاسیون یونیک روابط سینتیک پلیمریزاسیون کاتیونیک - ترمودینامیک پلیمریزاسیون واکنشهای تعادل بین مونومر و پلیمر در پلیمریزاسیون آنیونیک .

۲- واکنشهای پلی کندانساسیون : کلیات پلی کندانساسیون ، پلی کندانساسیون مونومرهای شامل دو عامل فعال ، تصویر سینتیک ، واکنشهای پلی کندانساسیون ، توزیع جرمهای مولکولی واکنشهای تعویض ، واکنشهای حلقوری شدن ، پلی کندانساسیون مونومرهای دارای بیش از دو عامل فعال ، تئوریهای شبکه ای شدن ، توزیع جرمهای مولکولی ، چند واکنش مهم پلی کندانساسیون ، بدون تغییر در ترکیب استوکیومتریک مورد پلی اورتان با تغییر ترکیب استوکیومتریک مورد پلی استرها.

۳- پلیمریزاسیون رادیکالی : حالت شیمیایی پلیمریزاسیون رادیکالی ، مرحله شروع ، مرحله رشد ، واکنشهای انتقال از زنجیر ، واکنش اختتام ، واکنش تاخیر دهنده ، واکنش جلوگیری کننده ، سینتیک پلیمریزاسیون رادیکالی ، روابط سینتیک ، ترمودینامیک پلیمریزاسیون رادیکالی و توزیع جرمهای مولکولی .

۴- پلیمریزاسیون آتیونیک: یادآوری بر روی ترکیبات ارگانومتالیک، پلیمریزاسیون آتیونیک، مونومرهای اتیلنیک، پلیمریزاسیون آتیونیک مونومرهای اتیلنی و هتروسیکلها، کاربرد پلیمریزاسیون آتیونیک در سنتز ماکرومولکولها، نتیجه گیری.

۵- پلیمریزاسیون کاتیونیک: واکنشهای شروع، واکنشهای رشد، واکنشهای انتقال در پلیمریزاسیون کاتیونیک، واکنشهای اختتام، کوپلیمریزاسیون.

۶- پلیمریزاسیون منظم فضائی: شکل و نظم فضائی ماکرومولکولها، خواص پلیمرهای منظم فضائی، پلیمریزاسیون آتیونیک Coordinate پلیمریزاسیون منظم مونومرهای وینیلیک، پلیمریزاسیون منظم دی ان ها، پلیمریزاسیون Sterco Selective اپوکسیدها و اپی سولفورها، پلیمریزاسیون کاتیونیک Coordinate پلیمریزاسیون کاتیونیک شروع شده به توسط کمپلکس فلزات حد واسط، پلیمریزاسیون کاتیونیک تنظیم الفینها به توسط کاتالیزورهای زیگلر-ناتا پلی مریزاسیون کاتیونیک منظم دی ان ها.

۷- کوپلیمریزاسیون: تعریف کوپلیمرهای آماری، کوپلیمرهای یک درمیان، کوپلیمرهای بلوک، کوپلیمرهای پیوندی، تهیه کوپلیمرهای آماری، کوپلیمرهای بلوک و پیوندی بعضی از خواص مشخصه کوپلیمرهای چند متال، کاربرد کوپلیمرها در صنعت پلیمرها و تجزیه پلیمرها و تجزیه حرارتی، تجزیه نوری و تجزیه توسط اکسیداسیون، تجزیه توسط تشعشعات یونیزه کننده، تجزیه مکانوشیمیائی، تجزیه بیولوژیک پلیمرها، طبقه بندی مواد پلیمری از پلاستیکها و الیاف.



آزمایشگاه شیمی سینتتیک پلیمریزاسیون :

تعداد واحد : ۱

نوع واحد : عملی

ب- عملی ( ۵۱ ساعت )

پلیمریزاسیون رادیکالی : درحلال پلیمریزاسیون ، در روی توده مونومر، پلیمریزاسیون قطره ای ، پلیمریزاسیون امولسیون ، پلیمریزاسیون اکریلونیتریل ، بررسی سینتتیک پلیمریزاسیون رادیکالی ، کوپلیمریزاسیون ، مونومرهای اتیلیک ، پلی کندانساسیون ، پلیمریزاسیون یونیک ، پلیمریزاسیون آنیونیک در حلال قطبی - پلیمریزاسیون آنیونیک در حلال غیر قطبی - پلیمریزاسیون کاتیونیک ، بررسی و تهیه فرمهای پلی اورتان ، بررسی و تهیه پلاستیکهای تقویت شده .



## وسائل اندازه گیری مشخصات مولکولی پلیمرها

تعداد : ۲

نوع واحد : نظری

پیشیناز : شیمی فیزیک پلیمرها

هدف :

سرفصل دروس :



الف - نظری ( ۳۴ ساعت )

- ۱- تئوری اسپکترومتری ، اشعه Visible UV,IR منابع تهیه ارتعاشات مولکولی ، تئوری محاسبه نمره موجی جذب برای اجسام با وزن مولکولی کم ، قانون انتخاب ، قانون بیرلامبرت و تجزیه کمی دستگاههای تجارتي ، طیف I.R. مواد شیمیائی مختلف آروماتیک و الیفاتیکی.
- ۲- رزونانس ، میدانهای مغناطیسی ، خصوصیات هسته ، تئوری طیف انرژی ، انتگراسیون ، خصوصیات و مشخصات منحنی ها، تعیین فرمول .
- ۳- حرارت ویژه ، انتالپی ، تغییر فاز فیزیکی و شیمیائی ، اصول و جزئیات دستگاههای تعیین نقطه شیشه ای و نقطه ذوب و نقطه تبخیر و تجزیه پلیمرها از قبیل TGA,DTA,DSC روشهای افزایش دقت اندازه گیری مواد معدنی مصرفی در پلیمرها.
- ۴- اصول کرماتوگرافی گازی - انواع ستونها و نگهدارنده ها، گازها ، آشکارسازها تاثیر پارامترهای مختلف .
- ۵- TLC کرماتوگرافی بر روی صفحه ، حلالها، نگهدارنده ها
- ۶- وزن مخصوص - روشهای مختلف اندازه گیری وزن مخصوص
- ۷- روشهای میکروسکپی ، انواع میکروسکوپهای نوری ، معمولی پلاریزه الکترونی و روش ریفراکتومتری اندازه گیری ضریب شکست پلیمرها و مایعات .
- ۸- کاربرد حلالیت ، قابلیت اشتعال ، بو و رنگ و شعله و بخاردرپلیمرها درشناسائی مواد پلیمری.

آزمایشگاه روشهای اندازه گیری مشخصات ملکولی پلیمرها

ب : عملی ( ۱ واحد ۵۱ ساعت )

کلیه دروس فوق توام با آزمایشگاه و عمل تدریس میشود.



## مهندسی پلاستیک



تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : انتقال حرارت همزمان با رئولوژی پلیمرها

هدف :

سرفصل دروس :

الف - نظری واحد ( ۵۱ ساعت )

۱- بررسی مواد ترموست و ترموپلاستیک و خواص آنها در مهندسی پلاستیک.

۲- کاربرد انتقال حرارت و ترمودینامیک در مهندسی پلاستیک :

موازنه انرژی کلی تولید انرژی با روشهای گرم شدن مقاومت الکتریکی گرم شدن دی الکتریک ، گرم شدن القایی ، گرم شدن در اثر اصطکاک سیالات.

۳- انبساط و انقباض پلیمرهای آمرف ، محاسبه منحنی های حجم درجه حرارت معادله حالت پلیمرها.

۴- اکستروژن مواد پلاستیک :

بیان پروسس اکستروژن ، اجزاء اکسترودر خلاصه ایی از عملیات انجام شده در اکسترودر ، اکسترودرهای ویژه.

- بدست آوردن معادلات جریان اکسترودر پیچی ، شکل شماتیک اکسترودر تک پیچی ، توزیع سرعت در کانال ، جریان نشی ، خلاصه ایی از معادلات اکسترودر پیچی ، توان مصرفی بوسیله پیچ.

- معادلات عمل اکسترودر برای مذاب :

حالت ایزوترم ، حالت آدیاباتیک .

- معادلات در انتقال مواد جامد.

- طراحی اکسترودرهای نرم کننده :

تئوری و طراحی ، نسبت طول به قطر ، توان مصرفی افزایش اندازه Scale-up

اکسترودرها کنترل اکسترودر.

- طراحی دای (Die) : تعریف دای ، روش ساده طراحی دای ، روشهای اساسی در طراحی دای

، روابط بین اکسترودر و دای ، انواع دای .



- سرد نمودن ، جمع نمودن محصول : سرد کردن ، جمع آوری ، محاسبات انتقال حرارت.
- ۵- ماشین قالب ریزی تزریقی : ماشین تزریقی و قسمتهای مختلف آن ، سیکل قالب گیری ، تغذیه دانه های پلاستیک و روشهای مختلف آن ، اثر اندازه ، شکل و عملیات انجام شده روی دانه های پلاستیک در تزریق ، سیلندر حرارتی ، طراحی سیلندر حرارتی ، کنترل درجه حرارت سیلندر و نازل ، قالب ماشین تزریقی اجزاء مختلف قالب ، ساختمان قالب ، نقش فشار ، درجه حرارت و زمان در ماشین تزریقی ، معادله حالت ، منحنی های فشار درجه حرارت ، قابلیت قالب گیری و ارزیابی آن .
- ۶- قالب گیری فشاری و قالب گیری انتقالی مواد ترموست . پرسهای قالب گیری فشاری و انتقالی ، قالب گیری دستی و اتوماتیک.
- ۷- شکل دادن ورقه های پلاستیک شامل روشهای مختلف و مواد گوناگون .
- ۸- روشهای گوناگون اتصال پلاستیک ها به یکدیگر.
- ۹- شکل دادن محصولات توخالی.
- ۱۰- مخلوط کردن
- ۱۱- ورق سازی (Calendring)



## کارگاه پلاستیک



ب : عملی ۱ واحد ( ۵۱ ساعت )  
کارگاه

- ۱- ماشین قالب ریزی تزریقی : آشنائی با کلیات ماشین شامل هیدرولیک ، الکترونیک تنظیم سیستم های پران ، نصب قالب و تنظیم آن ، تنظیم کلی ماشین از نظر هیدرولیک و الکترونیک ، تزریق به صورت دستی ، تزریق نیمه اتوماتیک ، تزریق کاملاً اتوماتیک مواد پلی استایرین و پلی اتیلن و تولید محصولات پلاستیکی .
  - ۲- ماشین یونی ملدر: آشنائی کلی ، نصب سیستم تزریق دستی و قالبهای آن و تزریق مواد ترموپلاستیک و ترموست ، قالب ریزی فشاری مواد ترموست.
  - ۳- ماشین ترمو فرمینگ : آشنائی کلی ، تنظیم ماشین و تعیین شرایط مناسب برای تولید محصولات پلاستیکی از مواد ترموپلاستیک و تکمیل محصول با استفاده از روشهای برش و مه کاری و محکم کاری .
  - ۴- ماشین اکسترودر : آشنائی کلی ، تنظیم ماشین ، تنظیم سیستم کشنده ، تنظیم سیستم برش لوله و سیستم جمع آور.
- نصب قالب و تنظیم قالب ، راه اندازی ماشین و تولید لوله پی وی سی اتصال لوله ها به یکدیگر ، مخلوط نمودن P.V.C ، روشهای بازیابی و استفاده مجدد از ضایعات .

## رئولوژی پلیمرها



تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : انتقال حرارت

هدف :

سرفصل دروس : ۳ واحد (۵۱- ساعت)

- ۱- طبقه بندی سیالات غیر نیوتنی : تعریف و مشخصات ( ویسکوزیته سیالات نیوتنی - ویسکوزیته سیالات غیر نیوتنی ) سیالات غیر نیوتنی مستقل از زمان Time Independent سیالات غیر نیوتنی تابع زمان Time Dependent ، سیالات ویسکوالاستیک آنالوگ - مکانیکی با سیالات ویسکوالاستیک (Voigt body ,Moxwell body)
- ۲- اندازه گیری مشخصات سیالات غیر نیوتنی : روشهای اندازه گیری مشخصات سیالات مستقل از زمان - اندازه گیری مشخصات سیالات تابع زمان به وسیله ویسکومترهای چرخشی ( ویسکومتر با سیلندرها ی هم محور- ویسکومتر (Cone & Plate) اندازه گیری سیالات مستقل از زمان در کاتیفای ویسکومتر - اندازه گیری مشخصات مواد ویسکوالاستیک با استفاده از Moxwell body , Voigt body
- ۳- جریان مواد غیر نیوتنی درلوله ها و کانالها: رابطه اختلاف فشار برای جریان آرام در لوله های مدور برای مواد غیر نیوتنی - منحنی سرعت درجریان آرام - جریان ناآرام برای سیالات تابع زمان در لوله های مدور - جریان آرام مواد غیر نیوتنی در Annulus (حلقه) اکستروود کردن مواد پلیمری
- ۴- انتقال حرارت مواد غیر نیوتنی : انتقال حرارت درجریان آرام لوله ها - انتقال حرارت با جریان آرام درلوله ها.
- ۵- مخلوط کردن سیالات غیر نیوتنی Mixing مروری بر مخلوط کردن مواد نیوتنی - عکس العمل مواد نیوتنی درمقابل عمل مخلوط کردن - پره های مختلف برای مخلوط کردن مواد غیر نیوتنی - زمان تجربی لازم عمل مخلوط کردن مواد جامد با معادلات غیر نیوتنی - محاسبه قدرت لازم برای مخلوط کردن مواد غیر نیوتنی .
- ۶- وسائل اندازه گیری و ویسکومترها Cappilar tube ویسکومتر - ویسکومترهای چرخشی (بروگ) فیلدسینگرو - الکتریک ویسکومتر - فرانتی - شرلی Cone Plate ویسکومتر ربرت - و اپتیزبرگ رئوگونومتر

## اصول مهندسی پلیمریزاسیون

تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : شیمی و سینتیک پلیمریزاسیون - سینتیک و طرح راکتور

هدف :

سرفصل دروس : ( ۵۱ ساعت )



۱- توزیع وزن مولکولی پلیمرها

توزیع و متوسط وزن مولکولی

ممانهای وزن مولکولی

۲- پلیمریزاسیون مرحله ای

شیمی واکنشها

درجه تبدیل

متوسط عددی طول زنجیر

معادله کارولرز

اتصالات عرضی

کیتیک پلیمریزاسیون

مبحث تعادل ( سیستمهای باز و بسته )

روشهای کنترل وزن مولکولی پلیمر

توزیع وزن مولکولی (روش لحظه ای : آماری و کیتیک)

۳- پلیمریزاسیون رادیکال آزاد

شیمی واکنشهای اصلی (شروع ، رشد، پایان و انتقال)

کیتیک کلاسیک پلیمریزاسیون

کاهش حجم

طول زنجیر کیتیک و درجه پلیمریزاسیون

توزیع وزن مولکولی (روش لحظه ای : آماری و کیتیک)



خواص کلی

واکنشهای کنترل شده بوسیله نفوذ (انژل ، اثر شیشه )

تغییرات عمومی سرعت واکنش

۴- پلیمریزاسیون امولسیون

مکانیزم پلیمریزاسیون (هارکینز و اسمیت - اوارت )

کینتیک پلیمریزاسیون

نحوه محاسبه  $[M_p]$

نحوه محاسبه  $n$  (بررسی حالت‌های سه گانه Casel,I,II,III و تاثیر انژل)

نحوه محاسبه  $N_p$

معادلات عمومی سرعت

توزیع و متوسطهای وزن مولکولی

۵- کوپلیمریزاسیون رادیکال آزاد

معادله ترکیب کوپلیمریزاسیون (بر اساس مدل گروههای انتهایی)

ساختمان کوپلیمرها(اتفاقی ، تناوبی قطعه ای )

تغییرات ترکیب کوپلیمر با تبدیل

ترکیب کلی کوپلیمر

جلوگیری از انحراف ترکیب

معادله سرعت کوپلیمریزاسیون (روش عمومی و روش شبه کینتیک)

تغییرات حجم

توزیع و متوسط های وزنی مولکولی

توزیع طول توالی

کوپلیمریزاسیون امولسیون

۶- طراحی راکتورهای پلیمریزاسیون

تکنولوژیهای پلیمریزاسیون

شاخصهای واکنشهای پلیمریزاسیون

انواع راکتورهای پلیمریزاسیون : ویژگیها و طراحی راکتورهای نوبتی، نیمه پیوسته و پیوسته برای انواع واکنشهای پلیمریزاسیون (مرحله ای ، همو و کوپلیمریزاسیون رادیکال آزاد)

## خواص فیزیکی و مکانیکی پلیمرها



تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : استاتیک و مقاومت مصالح - شیمی فیزیک پلیمرها

هدف :

سرفصل دروس : ( ۵۱ ساعت )

الف - نظری ۳ واحد ( ۵۱ ساعت )

- ۱- تعاریف اولیه مربوط به خواص مکانیکی مانند نیرو ، تنش ، تغییر طول ، مدولهای مختلف .. تعاریف اولیه مربوط به خواص نوری ، الکتریکی .
- ۲- مقدمه ای بر رابطه ساختمان ، خواص و کاربرد مواد پلیمرها.
- ۳- ساختمان درونی مولکولی ، ترکیب شیمیائی مولکول پلیمر وجود منوورها در ترکیب نهائی پلیمرها.
- ۴- ساختمان مولکولی ، اندازه مولکول و شکل آن ، قابلیت پروسس نمودن ، خواص مکانیکی ، خواص حرارتی ، خواص الکتریکی ، خواص نوری ، خواص شیمیائی ، میزان خواص .
- ۵- قابلیت انعطاف مولکولی ، ساختمان مولکولی و رابطه آن با قابلیت انعطاف مولکولی و خواص حاصل از آن و کاربرد آن .
- ۶- ساختمان بین مولکولی ، حالت های آمرف ، بلوری ، آرایش یافتگی .
- ۷- اتصال های بین مولکولی ، نیروهای توزیع لندن ، دیپلهای القایی ، دیپلهای دائمی ، بندهای هیدروژنی ، تبلور ، بندهای ینی ، اتصالهای عرضی .
- ۸- ساختمان مجتمع مولکولی ، همگونی شیمیائی و ناهمگونی فیزیکی ساختمانهای کوچک .
- ۹- بررسی مواد پلیمری و کاربرد آنها.
- ۱۰- بررسی خستگی ، پارگی ، سایش ، سختی ، خزش ، افت استرس رابرا الاستیسیتی ، ویسکوالاستیسیتی خطی ، تئوری انطباق زمان و درجه حرارت تاثیر حرارت بر خواص مکانیکی .

## آزمایشگاه خواص فیزیکی و مکانیکی پلیمرها



ب - عملی ۱ واحد ( ۵۱ ساعت )

بررسی نرم شدن و جریان PVC در دستگاه برابندر

تعیین نقطه ذوب پلاستیکهای با درجه تبلور بالا

اندازه گیری دانسیته - تست متیلن کلراید ، تست تنش کششی فیلمهای پلاستیک آزمایش مقاومت

به ضربه مطابق DIN 53453

آزمایش سقوط وزنه و تست خمش ، اندازه گیری سختی ، بررسی پایداری ابعاد ، رفتار لوله های

سخت بعد از عملیات حرارتی و پایداری ابعاد آن. تست همگونی، تست اشتغال DIN 51960 ،

آزمایش جذب آب ، تعیین شاخص ذوب MELT INDEX ASTM D 1238، تعیین دانسیته بالک مواد

بودری ، دانه بندی ، آزمایش خواص فرآیندی دانه ها ، رنگ آمیزی مواد

## تکنولوژی و خواص فیزیکی الیاف

تعداد واحد : ۲

نوع واحد : نظری

پیشیناز : از ترم هفتم به بعد

هدف :

سرفصل دروس : ( ۳۴ ساعت )



الف : نظری ۲ واحد ( ۳۴ ساعت )

مقدمه :

در درس فیزیک الیاف ابتدا راجع به ارتباط ساختمان و خواص فیزیکی ، روشهای تشخیص ، ساختمان داخلی بحث خواهد شد. سپس ساختمان داخلی الیاف مختلف بویژه پنبه ، پشم ، نایلون پلی استر ، اکریلیک و الیاف مصنوعی دیگر مورد توجه قرار خواهد گرفت سپس خواص فیزیکی الیاف بشرح زیر داده میشود.

طول الیاف ، تغییرات طولی الیاف گوناگون ، اهمیت فنی طول الیاف ، توزیع های طولی و دیاگرامهای نشان دهنده طول ، طول متوسط الیاف پنبه و روشهای اندازه گیری طول .

- ۱- ضخامت و یا قطر الیاف : روابط بین اضلاع ، اهمیت فنی ظرافت ، تغییرات ظرافت در الیاف مختلف ، روشهای اندازه گیری شامل توزین ، استفاده از عبور هوا ، وپیرسکپ .
- ۲- جرم مخصوص الیاف : اهمیت ، روشهای اندازه گیری ، تاثیر رطوبت جذب شده بر جرم مخصوص و ارتباط جرم مخصوص با ساختمان داخلی الیاف .
- ۳- جذب آب بوسیله الیاف : اهمیت ، رطوبت نسبی ، رطوبت بازیافتی ، رطوبت محتوی ، تعادل رطوبت الیاف با محیط ، روشهای اندازه گیری رطوبت بازیافتی ، ارتباط بین رطوبت محیط و رطوبت بازیافتی .
- ۴- حرارت جذب رطوبت : اهمیت حرارت جزئی جذب ، حرارت کلی جذب ، اثرات حرارت ایجاد شده ، روشهای اندازه گیری ، آماده سازی نمونه ها.





- تورم : اهمیت ، روشهای اندازه گیری تورم ، مقایسه تورم الیاف مختلف .  
تئوریهای جذب رطوبت : روابط بین جذب رطوبت ، تورم و خواص الاستیکی .  
۵- خواص مکانیکی الیاف در جهت طول : پارامترهایی که در نتایج آزمایشهای اندازه گیری خواص موثرند ، مدول اولیه ، استحکام نقطه تسلیم ، ازدیاد طول تا حد گسستگی ، کار تا حد پارگی ، روشهای اندازه گیری مقایسه الیاف از نظر خواص مکانیکی .  
۶- اثرات ناپکناختی بر خواص مکانیکی : تاثیر طول نمونه نمونه های مرکب ، تغییرات نمونه در حین آزمایش .  
۷- قابلیت بازگشت الاستیک : روشهای اندازه گیری ، آماده سازی مکانیکی ، تغییر خواص در اثر کشش .  
۸- اثرات زمان در اندازه گیری ها : خزش و مقایسه خزش در الیاف مختلف ، افت استرس اندازه گیری و مقایسه الیاف مختلف آزمایشهای دینامیکی ، مدول دینامیکی ، صوتی مدول مجازی ، روشها و نتایج برای الیاف مختلف .  
۹- مطالعه نیروهای وارد بر الیاف در جهات مختلف : خمش الیاف تاب و پیچش الیاف برشی ، خواص مکانیکی و ساختمان داخلی .  
۱۰- خواص الکتریکی الیاف : خواص دی الکتریکی الیاف ، تاثیر فرکانس ، رطوبت و حرارت ، روشهای اندازه گیری ، مقاومت الکتریکی روشهای اندازه گیری ، الکتریسته ساکن ، توضیح پدید آمدن الکتریسته ساکن ، روشهای آزمون و نتایج .  
۱۱- خواص نوری : شکست نور ، جذب و انعکاس در الیاف ، روشهای اندازه گیری ضریب شکست و نتایج برای الیاف مختلف ، ارتباط خواص نوری و ساختمان داخلی .  
۱۲- خواص حرارتی الیاف : حرارت مخصوص ، هدایت حرارت ، تغییر ابعاد در اثر حرارت ، درجه حرارت تبدیل شیشه ای ، ذوب ، تغییر ساختمان داخلی الیاف در اثر حرارت ، تثبیت حرارتی اصطکاک در الیاف ، قوانین مربوطه ، اصطکاک استاتیک و کینتیک . روشهای اندازه گیری ماهیت اصطکاک ، نتایج تجربی ، اصطکاک در الیاف پشم .

## مهندسی الاستومر



تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : همزمان با خواص فیزیکی و مکانیکی پلیمرها

هدف :

سرفصل دروس :

الف : نظری ۳ واحد ( ۵۱ ساعت )

- ۱- تعریف الاستومرها - مقدمه و تاریخچه کاربرد و تکنولوژی الاستومرها
- ۲- مروری کوتاه بر پلیمریزاسیون دی الفین ها و تهیه الاستومرهای مهم
- ۳- روشهای مستیکاسیون الاستومرها
- الف - تعریف و مکانیزم مستیکاسیون
- ب - روشهای مستیکاسیون
- پ - کلندرلاستیک
- ت - فاکتورهای موثر بر سرعت مستیکاسیون
- ۴- رئولوژی و خواص مهندسی الاستومرها
- الف - خواص ویسکوالاستیکی الاستومرها
- ب - الاستیسیته لاستیکی
- ت - تئوریهای تغییر شکل الاستومرها
- ث - خواص فیزیکی الاستومرها و روشهای اندازه گیری آنها
- ج - خواص دینامیکی و ضربه گیری الاستومرها و کاربرد عملی آن
- ۵- روشهای ولکانیزاسیون
- الف - روشهای ولکانیزاسیون
- ب - مکانیزم و کینیتیک ولکانیزاسیون
- پ - تسریع کننده ها ، فعال کننده ها ، تاخیر دهنده ها و مکانیزم عملکرد آنها
- ت - سیستم های ولکانیزاسیون گوگردی و غیر گوگردی



- ث - روشهای مختلف اندازه گیری مشخصات ولکانیزاسیون
- ج - رابطه سیستم های ولکانیزاسیون و خواص فیزیکی
- ۶ - روشهای کامپاندینگ
- الف - فرمولاسیون ترکیبات الاستومری
- ب - روشهای اختلاط مواد ولکانیزاسیون ، مواد افزونی و الاستومر
- ۷- مواد آفزایشی و تقویت الاستومرها
- الف - تاثیر پرکننده ها ، نرم کننده ها و روان کننده ها، روشها Peptiyers و مواد افزودنی دیگر بر خواص فیزیکی
- ب - مشخصات پرکننده های کلئیدی و معدنی از قبیل سیلیکاتها و سیلیکون ها اکسیدهای آهن و تیتان
- پ - تئوریهای تداخل و اثرات متقابل الاستومر و پر کننده
- ت - حد تقویت پر کننده ها
- ث - خواص مکانیکی الاستومرهای تقویت شده
- ج - تاثیر ساختمان پر کننده ها بر خواص الاستومرها
- چ - جنبه شیمیایی تقویت
- ح - ساختمان دوده ها و تئوریهای تقویت توسط دوده ها ، روشهای تهیه دوده ها
- خ - اثر ساختمان دوده بر خواص فیزیکی
- د - فرمولاسیون و انتخاب الاستومرها جهت کاربرد و خواص ویژه
- ۸ - شکل دادن الاستومرها
- الف - تئورها و اصول شکل دادن الاستومرها با روشهای اکستروژن ، قالب ریزی تزریقی کالندرینگ و قالب ریزی فشاری .
- ب - تئورها و اصول مخلوط کن های بانبوری
- ۹- روشهای ساخت برخی فرآورده های مهم الاستومری
- الف - تسمه ، شلنگ ، پروفیل و محصولات دیگر
- ب - فرمولاسیون و شرایط پخت
- پ - آزمایشات خواص فیزیکی مورد نیاز فرآورده
- ت - اصول طراحی محصولات الاستومری
- ث - فرمولاسیون قالب گیری ، خواص و کاربرد لاتکس و اسفنجهای الاستومری
- ج - چسبندگی الاستومرها بر فلزات و اجسام دیگر ، تهیه چسبهای الاستومری



- ۱۰- تجزیه الاستومرها
- الف - مکانیزم تجزیه الاستومرها
- ب - ترکیبات مدل جهت مطالعه اکسیداسیون الاستومرها
- پ - روشهای اندازه گیری سرعت اکسیداسیون
- ت - تاثیر و مکانیزم واکنش اوزون هوا بر الاستومرها
- ث - روشهای مقاوم کردن الاستومرها و کاربرد مواد ضد اکسیداسیون ، ضد اوزون و تئوریهها و عملکرد آنها
- ج - فرسودگی الاستومرها در اثر نیروهای مکانیکی ( فتیگ )
- چ - تاثیر حلالها بر الاستومرها
- ح - آزمایشات فرسوده ساختن سریع الاستومرها
- ۱۱- احیاء الاستومرها
- الف - روشهای متداول احیاء الاستومرها از محصولات فرسوده و ضایعات
- ب - تئوریههای دی و لکانیزاسیون الاستومرها
- پ - خواص الاستومرهای احیاء شده
- ت - فرمولاسیون و ولکانیزاسیون الاستومرهای احیاء شده
- ۱۲- تهیه و خواص ابونیت
- ۱۳- روشهای شیمیائی و فیزیکی آنالیز و شناسائی کمی و کیفی انواع الاستومرها و مواد پر کننده مواد پختی و روغنهای محصولات الاستومری
- ۱۴- روشهای ساخت تایر
- الف - الاستومرها ، دوده ها و روشهای مختلف قالب گیری مورد استفاده در تهیه تایر و تیوپ
- ب - تهیه خواص ، ساختمان و اهمیت اجزاء مختلف تایراز قبیل Beads , Chafer ,Carcass
- تاج ، جدار خارجی و لایه های داخلی سیلندر سوار کردن اجزاء مختلف و تهیه تایر خام
- پ - بررسی و طراحی ساختمان داخلی تایر بر حسب کاربرد. تفاوت انواع تایرهای رادیال Bios-Belted, Cross-Ply
- مورد استفاده الیاف مصنوعی ریون ، ناپلون و پلی استروالیاف فلزی و نقش آنها در استحکام ساختمان تایر.
- ت - آزمایش خواص مهم تایرها از قبیل مقاومت دینامیکی در آب و هوای متغیر ، تولید صدا ، مقاومت در برابر سایش ، ترک خوردن خراش و پارگی ، تولید حرارت و مصرف سوخت و مصرف سوخت وسیله نقلیه ، نفوذ پذیری هوا ، قابلیت کشش
- ث - جنبه های اقتصادی و بررسی مشکلات عمده تولید تایر.



## کارگاه الاستومر

ب : عملی ( ۵۱ ساعت )

- بررسی و انتخاب بهترین شرایط جهت پخت کامپاندهای الاستومری با فرمولاسیونهای مختلف با-استفاده از دستگاههای ریومتر و ویسکومتری مونی .
- اندازه گیری خواص کششی ، کمپرسی ، سختی و مقاومت درمحیط اوزون و حلالها و روغنها و دگرداسیون سریع کامپاندها و بررسی رابطه این خواص با مواد پرکننده و مواد ضد دگرداسیون.
- تهیه فرمولاسیون الاستومرها و مواد تعاونی و مخلوط کردن آنها با استفاده از دستگاههای دو غلطکی و بانووری
- فرآیند فرمولاسیونهای الاستومری با دستگاههای اکستروژن ، قالبریزی تزریقی و فشاری ، کالندرینگ و قالبریزی از لاتکس و تهیه اسفنجها و فومهای الاستومری
- روشهای مخلوط کردن ترکیبات الاستومری با استفاده از دستگاههای دو غلطکی و مخلوط کردن کارگاهها و قالب گیری فشاری ترکیبات الاستومری .
- مطالعه و تهیه گزارش از جزئیات تولید تایر وسائط نقلیه در کارخانه های معتبر کشور

## تکنولوژی کامپوزیتها

تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : خواص فیزیکی و مکانیکی پلیمرها

هدف :

سرفصل دروس :



الف : نظری ( ۵۱ ساعت )

### تکنولوژی

تعاریف اولیه ، انواع الیاف معدنی ، سلولزی و مصنوعی که در تقویت پلیمرها بکار میروند و تئوریهای تقویت ، الاستیسیته ، استحکام و شکست کامپوزیتها، تاثیر آرایش و اندازه الیاف بر خواص مکانیکی و شیمیایی ، تقویت ترموپلاستیکها ، اقتصاد تولید محصولات کامپوزیت ، انواع رزینها، خواص انواع کاتالیستها و تسریع کننده ها و تهیه و خواص انواع الیاف شیشه ، پارچه های بافته شده از الیاف شیشه ، الیاف دیگر از قبیل آسبست ، نایلون سلولز ، پرکننده ها. تهیه و خواص پلی استرهای اشباع نشده ، روغنهای قالبها ، مواد ضد اشتعال ، فرمولاسیون پلی استرها، دستگاههای مورد استفاده برای پلی استرها از قبیل مخلوط کن ، پرسها اسپری ، قالبها و طراحی آنها، روشهای متداول تهیه محصولات کامپوزیت از قبیل روشهای دستی ، پرسی ، قالبی، فیلامنت و ایندینگ ویلتروژن ، رزینهای BMC, SMC و روشهای فرآیند آنها. قالبریزی تزریقی ، ترمو فورمینگ و قالبگیری چرخشی ترموپلاستیکهای تقویت شده با الیاف شیشه، کاربرد کامپوزیتها ، مثالهایی از محصولات کامپوزیت ، کامپوزیتهای رزین های اپوکسی ، فنل و ترموستهای مهم دیگر از قبیل سیلیکون و ملامین ، سطح تماس رزین و الیاف شیشه ، رفتار یک لیف شیشه منفرد ، خواص فیزیکی و شیمیایی کامپوزیتها ، خواص الکتریکی کامپوزیتها ، ساختمان و چسبندگی بین فازها و فرمهای تقویت شده .

### تکنولوژی روکشها:

تعریف روکشها : روشهای مختلف روکش دادن فلزات و اجسام دیگر با ترموپلاستیکها ، ترموستها والاستومرها، روکشهای پلاستیکی اکریلیک ، سلولز، اپوکسی ، ملامین ، فنلی، پلی اتیلن ، نایلون ، پلی پروپیلن ، پی وی سی ، روکشهای لاستیکی ، کاربرد روکشها در صنایع مختلف ، روشهای



آزمون خواص روکشها ، کنترل کیفیت و ویژگیها.  
تکنولوژی اسفنجها:

تکنولوژی اسفنجها شامل مکانیزم تشکیل اسفنجها ، شیمی و مواد خام اسفنجهای پلی اورتان نرم و پلی اورتان سخت ، فرآیندهای ساخت اسفنجهای پلی اورتان ، ساختمان پلیمر و خواص آن در اسفنجهای نرم و نیمه سخت ، کاربرد اسفنجهای پلی اورتان ، پلی استایرین و اسفنجهای مربوط به آن و روشهای تولید آن ، قالب گیری اسفنجهای پلی استایرین و اکستروژن آنها.

مواد خام ، فرآیند ساخت و خواص اسفنجهای فنی ، اوره فرم آلدئید ، اسفنجهای رزینهای اپوکسی ، اسفنجهای لاستیک و لاتکس و ولکانیزه نمودن آنها.  
مواد خام و روش تولید اسفنجهای پلی الفین ها ، پلی وینیل کلراید ، سیلیکونها اسفنجهای جدید پلی ایزوسیانات ، پلی ایمیدها و کاربرد آنها ، اسفنجهای غیر آلی .  
تکنولوژی چسب :

تعریف چسب ، پلیمرهای مصنوعی که در چسب سازی بکار میروند. اتصالات ، خیس نمودن سطوح و زاویه تماس ، انرژی سطحی مواد مختلف .  
تئوریهای جذب فیزیکی ، جذب شیمیایی ، نفوذی ، مکانیکی مربوط به چسبندگی مکانیزم شکست چسبندگی . انواع چسبهای اپوکسی ، رقیق کننده ها و نرم کننده ها مخلوط اپوکسی با رزینهای دیگر ، فرمولاسیونهای چسبهای اپوکسی سخت کننده ها تهیه و خواص چسبهای مذاب ، چسبهای اورتان ، چسبندگی فلزات بر فلزات بر پلاستیکها ، چسبندگی پلاستیکها ، چسبندگی الاستومرها ، چسبندگی چوب ، چسبهای الاستومری ، چسبندگی شیشه و سرامیکها ، آماده سازی سطوح و اهمیت آن در چسبندگی ، آماده سازی سطوح فلزی و پلاستیکی و سایر سطوح ، کاربرد چسبها در صنایع اتومبیل سازی ، فضا نوردی ، ساختمان ، بسته بندی الکتریکی ، روشهای آزمون تخریبی و غیر تخریبی ، خواص مکانیکی ، شیمیایی ، حرارتی ، چسبندگی کنترل کیفیت ویژگیها.

## کارگاه کامپوزیتها

ب - عملی ( ۵۱ ساعت )

- ۱- تهیه اسفنجهای اورتان ، پلی استایرین و پی وی سی و بررسی تاثیر فورمولاسیون بر خواص آنها.
- ۲- تهیه چسبهای چوب ، چسبهای اپوکسی ، چسبهای فنلیک و آزمایش استحکام آنها
- ۳- تهیه روکشهای پلاستیکی بر فلزات با استفاده از پلی اتیلن ، پلی پروپیلن ، پی وی سی و پلاستیکهای ترموست .
- ۴- تهیه محصولات GRP با استفاده از الیاف و پشم شیشه و رزین پلی استر اشباع نشده آزمایش و خواص آنها.
- ۵- روشهای اره کردن ، سوراخ کردن و تراش دادن ، جوش دادن ، آبکاری و دکوراسیون پلاستیکها.





## خواص و کاربرد پلیمرهای طبیعی

تعداد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشیناز: شیمی و سببیک پلیمریزاسیون

هدف:

سرفصل دروس: (۳۴ ساعت)



۱- پلیمرهای معدنی و آلی معدنی: ترکیبات ماکرومولکولی معدنی Compose, Macromolecule aires Minera MX، ترکیبات ساده پلیمری، ترکیبات ماکرومولکولی معدنی، ترکیبات با ساختمان خطی، ترکیبات با ساختمان صفحه ای، شبکه های ماکرومولکولی ۳ بعدی، کلروفسفونیتریل سیلیکات و آلومینوسیلیکات، انیدرید بریک و براتها.

۲- ترکیبات ماکرومولکولی (آلی معدنی) Organomineraux پلیمرهای سیلیسی آلی، پلیمرهای بایاند Si-O-Si، پلیمرهای سیلیسی آلی گوناگون، پلی ارگانوسیلوکسانها، پلیمرهای اورگانوبوریک و ارگانوفسفریک، پلیمرهای ارگانومتالیک گوناگون، پلی شلاتها.

۳- ترکیبات ماکرومولکولی طبیعی - کائوچو و Gutta-Percha خواص عمومی، استخراج ولکانیزاسیون، کائوچوهای اصلاح شده Balatec, Percha Gutta سلولز: اساس و ساختمان سلولز، خواص فیزیکی، خواص شیمیایی، استخراج و تخلیص، اثر آب و محلولهای نمکی، اثر بازهای آلكالین و بازهای آلی اثر اسیدها، اثر اکسیدها، چند شکلی بلورسلولزی، مشتقات سلولز: ۱- نترات سلولز، تهیه، خواص، کاربرد ۲- استات سلولز، استیلاسیون در محیط همگون، استیلاسیون جزئی، الیاف پنبه، خواص، کاربرد

۴- اثرهای سلولزی مختلف: ویسکوز، استرهای سلولزی، متیل سلولز و اتیل سلولز، بنزیل سلولز، هیدروکسی اتیل سلولز، اسید سلولز گلیکولیک، سیانواتیل سلولز، اثرهای آمبیه، آمیدونها، پلی هولوزیدهای متفرقه، گلیکوژن، اینولین، پتوزوهگروزانهای متفرقه، کتیرا: فرمول شیمیایی، استخراج، تخلیص، کاربرد.

## شیمی تجزیه



تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : شیمی عمومی

سرفصل درس : (۱۱ ساعت)

کلیاتی درباره حلال ، پدیده انحلال ، تفکیک الکترولیت ها ، قانون اثر جرم ، تعادلهای شیمیایی ، غلظت ، فعالیت و محاسبه ضریب فعالیت .

اسید و باز : قدرت نسبی اسیدها و بازها ، مفهوم و محاسبه  $P_h$  ، محلولهای بافر، شناساگرهای اسید و باز ، منحنیهای ختی شدن .

تعادلهای اکسیداسیون و احیا : انواع شناساگرها ، تشریح منحنیهای تیتراسیون . کمپلکسها : کلیاتی درباره لیگندها ، پایداری کمپلکسها، محاسبه ثابتهای تعادل مشروط ، پدیده استفاده از استتار و حذف آن ، شناساگری کمپلکس متری و تاثیر عوامل مختلف بر فعالیت آنها، تیتراسیونهای کمپلکس متری .

واکنشهای رسوبی : حلالیت و حاصل ضرب حلالیت ، محاسبه حلالیت در سیستمهای چند تعادلی ، تاثیر عوامل مختلف ، رسوبهای کلوئیدی ، ساختمان و جذب یونها در سطح رسوبهای کلوئیدی ، بررسی دو پدیده هم رسوبی و نه نشینی انتخابی ، انواع رسوب دهنده های معدنی و آلی تیتراسیونهای رسوبی و اصول گراویمتری .

مقدمه ای بر روشهای تجزیه الکتروشیمیایی : واکنشهای اکسیداسیون و احیا پتانسیل الکترود، رابطه نرنست ، پتانسیل استاندارد، محاسبه پتانسیل تعادل محلولهای مختلف ، الکتروود لیدروژن نرمال ، الکتروود کالومل ، ثابتهای تعادل ، تعریف انواع پیلهای الکتروشیمیایی ، پتانسیل الکترود و اثر غلظت بر آن ، تشکیل کمپلکس و رسوب بر روی الکترود ، الکترودهای شامد

روشهای مختلف پتانسیومتری : سیستمهای الکترودی و تقسیم بندی الکترودها ، روشهای تیتراسیومتری ، کاربرد پتانسیومتری در اندازه گیری های اکسیدی و احیایی ، کمپلکس متری اسید باز و رسوبی ، اندازه گیری  $P_h$  و  $P_h$  متری ، الکتروولیز و روشهای مختلف آن .

کولومتری : روشهای مختلف کولومتری و کاربردهای آن در تیتراسیون . پلاروگرافی : اساس روش، دستگاہای مورد نیاز ، شدت جریانهای مهاجرت ، انتشار و حد ،

جریان سیستیکی، پتانسیل نیمه موج و طرز استفاده از پلاگرامهای ارزش خاص، پلاروگرافی از نظر تجزیه مواد معدنی و آلی.

آپرومتری: اساس عمل و وسائل مورد نیاز، روشهای مختلف، کاربرد بعنوان روش شناساگر در اندازه گیریهای مختلف و متوالی مقایسه آپرومتری با سایر روشهای تیتراسیون.

کانداکتومتری: هدایت الکتریکی در دستگاههای بکار رفته برای اندازه گیری آن، کاربرد هدایت سنجی در اندازه گیریهای اسید و باز، ته نشینی و پیدایش کمپلکس.

روشهای حرارتی تجزیه: کلیاتی درباره تئوری تجزیه تفاضلی حرارتی و دستگاههای تجزیه تفاضلی حرارتی و کاربرد آنها.



## آزمایشگاه شیمی تجزیه



تعداد واحد : ۱

نوع واحد : عملی

پیشنیاز : شیمی تجزیه یا همزمان

سرفصل دروس : ( ۵۱ ساعت )

کلیاتی در مورد کاربرد روشهای آماری در ارزیابی نتایج آزمایشها ، انواع خطاها و روش تشخیص و اندازه گیری آنها.

شناسایی کیفی و کمی کاتیونها و آنیونها، اسیدیمتری ، آلکالیمتری ، کمپلکس متری ، گراویمتری ، PH متری ، تعیین عدد انتقال به روش مرز متحرک ، پتانسیل استاندارد ، یدومتری ، منگانیمتری ، پتانسیومتری ، پلاروگرافی ، آمپرومتری ، کولومتری ، الکتروگراویمتری ، کانداکتومتری ، روشهای تجزیه بوسیله کرماتوگرافی در فاز گاز ، اندزه گیری سختی آب و آزمایشهای تجزیه مشابه بر روی آنها و پس آنها.

## پروژه



تعداد واحد: ۳ واحد (۱۶۲ ساعت)

نوع واحد: انفرادی

پیشیناز: ندارد

هدف: در آخرین مرحله دانشجویان موظفند پروژه ای را در یکی از زمینه های مربوط به صنایع پلیمری اعم از تولید یا صنایع تبدیلی پلیمر با در نظر گرفتن آخرین تحولات علمی در این زمینه انجام دهند.

دانشجویان موظفند علاوه بر تکنولوژی جدید بر جنبه های اقتصادی پروژه نیز تاکید کنند.

## کارآموزی

کارآموز در یکی از صنایع تولید پلیمر، لاستیک، پلاستیک، الیاف مصنوعی، اسفنج، چسبها، پلاستیکهای تقویت شده به مدت یک ترم کامل ارائه میگردد و دانشجو با انواع وسایل مورد استفاده مانند راکتورهای شیمیایی تولید پلیمر، تبدیل پلیمر، ماشین آلات تبدیل پلیمر، نگهداری وسایل، وسایل اندازه گیری و وسایل انتقال مواد مانند شیرها، لوله ها، پمپها آشنا گردیده و نسبت به تعمیر آنها اطلاعات لازم را کسب میکند و همچنین لازم است دانشجو با موارد ایمنی در کارخانه مانند نگهداری مواد شیمیایی، انبار کردن کالا، خطرات آتشگیری مواد آشنا گردیده و در پایان گزارشی از کارآموزی ارائه دهد.

