جمهوری اسلامی ایران
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

برنامه درسی

مقطع تحصیلات تکمیلی

(کارشناسی ارشد و دکتری)

مهندسی شیمی

گروه فنی و مهندسی

نسخه بازنگری مورخ ۴۲ مورخ ۹۴/۵/۱۱ کمیسیون برنامه ریزی آموزش عالی

مصوب جلسه شماره ۷۱۹ مورخ ۸۸/۲/۲۶، مصوب جلسه شماره ۳۵۸ مورخ ۷۷/۳/۱۰، مصوب جلسه ۲۵۷ مورخ ۷۲/۲/۱۹ و دکتری مهندسی شیمی مصوب جلسه ۳۴۳ مورخ ۷۶/۴/۸

بسم الله الرّحمن الرّحیم

مصوبه جلسه شماره ۴۲ مورخ ۹۴/۵/۱۱ کمیسیون برنامه ریزی آموزش عالی :

۱- با استناد به آیین نامه واگذاری اختیارات برنامه ریزی درسی مصوب۱۳۷۹ برنامه درسی دوره تحصیلات تکمیلی (ارشد و دکتری) مهندسی شیمی در جلسه مورخ ۱۱ /۹٤/٥ کمیسیون برنامه ریزی آموزش عالی بازنگری و تصویب شد.

۲- برنامه درسی بازنگری شده مذکوراز تاریخ تصویب جایگزین برنامه درسی تمامی رشته های کارشناسی ارشد رشته مهندسی شیمی (مهندسی شیمی –زیست پزشکی مصوب جلسه شماره ۷۱۹ مورخ ۸۸/۲/۲٦ ، دوره مهندسی شیمی – صنایع غذایی جلسه شماره ۳٥۸ مورخ ۰۷۷/۳/۱۰، دوره مهندسی شیمی مصوب جلسه ۲٥۷ مورخ ۷۲/۲/۱۹)و دکتری مهندسی شیمی (جلسه ۳٤۳ مورخ ۷٦/٤/۸) شورای عالی برنامه ریزی شد.

۳- برنامه درسی مذکور از تاریخ تصویب برای تمامی دانشگاه ها ومؤسسه های آموزش عالی و پژوهشی کشور که طبق مقررات مصوب وزارت علوم، تحقیقات و فناوری فعالیت می کنند برای اجرا ابلاغ می شود.

۴- برنامه درسی مذکور برای دانشجویانی که بعد از تاریخ تصویب برنامه، در دانشگاهها پذیرفته می شوند لازم الاجرا است.

۵- این برنامه درسی از تاریخ تصویب به مدت ٥ سال در قابل اجراست و پس از آن قابل بازنگری است.

عبدالرحیم نوه‌ابراهیم

دبیر شورای برنامه‌ریزی آموزش عالی

مشخصات کلی دوره تحصیلات

تکمیلی مهندسی شیمی

فصل اول

برنامه و عناوین رشته‌های مهندسی شیمی

۱-۱- دوره کارشناسی ارشد

۱-۱-۱- دوره کارشناسی ارشد مهندسی شیمی (۱۱ گرایش)

تعریف و هدف

تعریف: دوره کارشناسی ارشد مهندسی شیمی مشتمل بر دروس نظری پیشرفته مهندسی شیمی و پایان نامه تحقیقی در یکی از گرایش‌ها و یا موضوعات مربوط به مهندسی شیمی می‌باشد.

هدف: هدف از ارائه این دوره تربیت طراحان و تحقیقگران صنایع شیمیایی، پتروشیمیایی و پالایشگاه‌ها و سایر صنایع مرتبط می‌باشد. در امتداد اهداف آموزشی تربیت مربیان آموزشی و تحقیقی مراکز آموزشی و تحقیقاتی را نیز در بر می گیرد. فراگیران در ضمن آشنایی با اصول مهندسی شیمی در سطح پیشرفته و با تحقیق در یکی از موضوعات مهندسی شیمی قادر خواهند بود پاسخگوی نیازهای صنایع و مراکز صنعتی و تحقیقاتی کشور در زمینه‌های متنوع و مختلف تحقیقاتی در رابطه با مهندسی شیمی باشند.

اهمیت و اولویت تاسیس دوره

کشور جمهوری اسلامی ایران دارای منابع سرشار نفت، گاز و مواد بوده و تبدیل این منابع به مواد مصرفی مستلزم تنوع فوق العاده و وسعت صنایع شیمیایی می‌باشد، صنایع شمیایی شامل پالایشگاه‌های نفت و گاز، پتروشیمی، صنایع معدنی و صنایع پلاستیک سازی، صنایع غذایی و داروسازی، بیوتکنولوژی، مهندسی پزشکی، صنایع نظامی، محیط زیست و غیره از گستردگی زیادی برخوردار و نقش اساسی در اقتصاد کشور ایفا می نمایند. تربیت متخصصین کارشناسی ارشد مهندسی شیمی با عنایت به اینکه غالب این صنایع نیاز مبرمی به تحقیق و توسعه در جهت اخذ دانش فنی در زمینه‌های مربوط دارند از اولویت خاصی برخوردار است.

ارتباط دوره با سایر دوره‌ها

این دوره با طیف گسترده آموزشی و موضوعات تحقیقاتی مهندسی شیمی می‌تواند با دیگر دوره‌های کارشناسی ارشد فنی و مهندسی مرتبط باشد. به عنوان مثال می‌توان از رشته‌های مکانیک حرارت و سیالات و تبدیل انرژی و رشته مواد نام برد.

شرایط پذیرش دانشجو

الف: شرایط عمومی و مصوب شورای عالی برنامه ریزی

ب: جنسیت: زن و مرد

ج: رشته‌ها و دوره‌های کارشناسی مورد قبول:

تبصره:گروه مهندسی شیمی هر دانشگاه می‌تواند برای پذیرفته شدگان غیر از مهندسی شیمی با توجه به نیاز آن‌ها دروس پیش‌نیاز و جبرانی از دروس دوره کارشناسی مهندسی شیمی را پیش بینی نماید ولی تعداد کل آن‌ها نبایستی از ۱۲واحد بیشتر شود.

طول دوره و برنامه آموزشی و تحقیقی

طول دوره: مدت این دوره ۲ سال است. پذیرفته شدگان دارای درجه کارشناسی دوره‌های مهندسی شیمی می‌توانند در صورت دارا بودن فعالیت‌های مطلوب آموزشی در ۲ سال تحصیلی این دوره را به پایان رسانند.

نحوه اخذ واحدهای درسی در دوره کارشناسی ارشد

تعداد کل واحدهای لازم برای گذراندن این مجموعه ۳۲-۲۹ واحد آموزشی و تحقیقی است. واحدهای آموزشی شامل ۱۲ واحد اجباری و ۱۲ واحد اختیاری است. تعداد واحدهای تحقیقی ۸ واحد می‌باشد که ۲ واحد آن سمینار، شامل مرور بر نشریات و تهیه پیشنهاد تحقیقی در ارتباط با موضوع پایان نامه است و ۶ واحد آن به پایان نامه اختصاص دارد.

نوع درس	تعداد واحد
دروس الزامی	۱۲
دروس اختیاری	۱۲
سمینار	۲
پایان نامه	۶
جمع	۳۲

نحوه کدگذاری

کد اختصاص یافته به دروس مهندسی شیمی در دوره‌های مختلف به صورت یک کد چند حرفی و عددی است. حروف آغازین این کد، نوع رشته را مشخص می سازد. این حروف برای رشته مهندسی شیمی ChE، مهندسی شیمی-بیوتکنولوژی ChEB، مهندسی شیمی-زیست‌پزشکی ChEBM و برای مهندسی انرژی ChEE انتخاب شده است. اولین رقم پس از این حروف نشانگر مقطع بوده و برای کارشناسی ارشد ۴ و برای دکتری ۵ گزینش شده است. عدد پس از شناسه مقطع تا انتهای کد، شناسه درس محسوب می‌شود. کد هر درس در جدول دروس و همچنین سرفصل مربوطه ذکر شده است.

دروس الزامی

عناوین دروسی که کلیه دانشجویان در تمامی گرایش‌های مهندسی شیمی موظف به گذراندن آن‌ها می‌باشند به شرح جدول زیر است:

جدول دروس الزامی- کارشناسی ارشد مهندسی شیمی

کد درس	عنوان درس	تعداد واحد	واحد نظری	واحد عملی	نوع واحد	نوع درس	تعداد ساعت
ChE۴۰۱۰۱	ترمودینامیک پیشرفته	۳	۳	-	نظری	اجباری	۴۸
ChE۴۰۱۰۲	طرح راکتور پیشرفته	۳	۳	-	نظری	اجباری	۴۸
ChE۴۰۱۰۳	* ریاضیات مهندسی پیشرفته	۳	۳	-	نظری	اجباری	۴۸
ChE۴۰۱۰۴	* محاسبات عددی پیشرفته						
ChE۴۰۱۰۵	** مکانیک سیالات پیشرفته	۳	۳	-	نظری	اجباری	۴۸
ChE۴۰۱۰۶	** انتقال حرارت پیشرفته						
ChE۴۰۱۰۷	** انتقال جرم پیشرفته						

** درس ریاضی بنا به تشخیص گروه آموزشی اخذ می‌شود.*

*** از این سه درس، بنا به تشخیص گروه حداقل یک درس انتخاب می‌شود و یک یا دو درس باقیمانده می تواند به عنوان دروس اختیاری در گرایش های متفاوت اخذ شود*

دروس اختیاری

دانشکده های مهندسی شیمی می توانند بر حسب نیاز و تأیید کمیته تخصصی مهندسی شیمی شورای عالی برنامه ریزی درسی را به جدول دروس اختیاری هر گرایش اضافه کنند.

تبصره۱- درصورت تایید استاد راهنما و گروه مربوط، دانشجو می‌تواند حداکثر یک درس خود را از سایر گرایش‌های مهندسی شیمی یا سایر رشته‌های مرتبط اخذ نماید.

تبصره ۲- چناچه گروه بخواهد هر یک از دروس اختیاری فاقد سرفصل در این برنامه را ارائه کند؛ لازم است سرفصل پیشنهادی خود را با توجه به استانداردهای این برنامه تهیه و پس از تایید مراجع ذی صلاح دانشگاه برای تصویب به کمیته برنامه ریزی مهندسی شیمی وزارت متبوع ارسال نماید، بدیهی است سرفصل پیشنهادی پس از تصویب در کمیته قابل اجرا خواهد بود.

تبصره ۳- سرفصل درس مباحث ویژه با توجه به نیاز گرایش و موضوعات جدیدی در زمینه‌های مرتبط با گرایش تحصیلی توسط استاد مربوطه تهیه و پس از تصویب در گروه آموزشی دانشگاه برای حداکثر دو دوره قابل اجراء خواهد بود. پس از آن گروه آموزشی می‌بایست سرفصل درس را برای تصویب به کمیته برنامه ریزی مهندسی شیمی ارسال نماید تا عنوان درس و سرفصل آن به صورت درس اختیاری جدید در برنامه ثبت شود.

۱- گرایش پدیده‌های انتقال

جدول دروس اختیاری کارشناسی ارشد گرایش پدیده‌های انتقال

کد درس	عنوان درس
ChE۴۰۲۰۱	پدیده‌های انتقال در محیط‌های متخلخل
ChE۴۰۲۰۲	انتقال جرم چند جزئی
ChE۴۰۲۰۳	مدل‌سازی و شبیه‌سازی
ChE۴۰۲۰۴	بهینه‌سازی
ChE۴۰۲۰۵	دینامیک سیالات محاسباتی (CFD)
ChE۴۰۶۰۲	طراحی آزمایش ها و تحلیل آماری نتایج
ChE۴۰۸۰۱	پدیده‌های خشک کردن
ChE۴۰۸۰۴	پدیده های سطحی

۶- گرایش طراحی فرایند

جدول دروس اختیاری کارشناسی ارشد گرایش طراحی فرایند

کد درس	عنوان درس
ChE٤٠٧٠١	طراحی تجهیزات فرآیندی
ChE٤٠٧٠٢	طراحی پایه و تفصیلی فرآیندهای شیمیایی
ChE٤٠٧٠٣	بازیافت انرژی در فرایندهای شیمیایی
ChE٤٠٧٠٤	آنالیز اکسرژی فرآیندهای شیمیایی
ChE٤٠٧٠٥	بهینه‌سازی
ChE٤٠٧٠٦	افزایش مقیاس در فرآیندهای شیمیایی
ChE٤٠٧٠٧	مدل‌سازی و شبیه‌سازی فرایندهای شیمیایی
ChE٤٠٧٠٨	ایمنی درصنایع شیمیایی
ChE٤٠٧٠٩	استاندارد سازی
ChE٤٠٧١٠	کارآفرینی
ChE٤٠٧١١	یکپارچه سازی فرایند
ChE٤٠٧١٢	انرژی‌های پایدار
ChE٤٠٧١٣	کاهش ضایعات فرایندی
ChE٤٠٧١٤	طراحی به کمک کامپیوتر
ChE٤٠٧١٥	دینامیک سیالات محاسباتی (CFD)
ChE٤٠٦٠٢	طراحی آزمایش ها و تحلیل آماری نتایج

سرفصل دروس رشته مهندسی شیمی

ترمودینامیک پیشرفته ChE۴۰۱۰۱	تعداد واحد ۳	نوع درس	اجباری	درس پیش‌نیاز ترمودینامیک کارشناسی مهندسی شیمی
	تعداد ساعت ۴۸	نوع واحد	نظری	
	آموزشی تکمیلی عملی: دارد □ ندارد ■ سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه □			

هدف

هدف از درس آموزش مبانی و ترمودینامیک مولکولی و کاربرد ترمودینامیک کلاسیک و مولکولی در پیش بینی تعادلات فازی سیالات می‌باشد.

سر فصل درس

- مروری بر قوانین و فرضیه‌های ترمودینامیک کلاسیک: قوانین اول، دوم و سوم ترمودینامیک، فرضیه‌های ترمودینامیک از دید کالن (Callen)
- ترمودینامیک کلاسیک تعادلات فازی: کاربرد ترمودینامیک در تعادلات فازی، سامانه‌های هموژنه بسته، سامانه‌های هموژنه باز، تعادل در سامانه‌های بسته ناهمگن، معادله گیبز- دوهم، قانون فاز، پتانسیل شیمیایی (Chemical Potential)، تعاریف فیوگاسیته واکتیویته.
- خواص ترمودینامیکی از داده‌های حجمی: خواص ترمودینامیکی با متغیرهای مستقل P و T، فیوگاسیته یک جزء در یک مخلوط با فشارهای معمولی، فیوگاسیته یک مایع و یک جامد خالص، خواص ترمودینامیکی با متغیرهای مستقل V و T، فیوگاسیته یک جزء در یک مخلوط با استفاده از معادلات حالت حجمی، تعادلات فازی با استفاده از خواص حجمی سیالات.
- مقدمه ای بر نیروهای اندرکنشی مولکولی و تئوری حالت‌های متناظر بر نیروهای اندرکنشی، توابع انرژی پتانسیل مولکولی، تابع لنارد- جونز برای مولکول‌های غیر قطبی، نیروهای اندرکنشی شیمیایی، تئوری مولکولی حالت‌های متناظر.

دفتر برنامه ریزی آموزش عالی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

- فیوگاسیته مخلوط‌های گازی: قانون لویس- فیوگاسیته- معادله حالت ویریان، محاسبه ضرایب ویریال از توابع انرژی پتانسل مولکولی ضرایب ویریال از روابط تجربی حالت‌های متناظر، فیوگاسیته با استفاده از معادلات حالت، حلالیت جامدات و مایعات در گازهای متراکم.
- فیوگاسیته در مخلوط‌های مایعات (توابع مازاد): محلول ایداه آل، روابط اساسی توابع مازاد، اکتیویته، و ضرایب اکتیویته، نرمالیزه نمودن ضرایب اکتیویته، ضرایب اکتیویته محلول‌های دو جزئی با استفاده از توابع مازاد گیبز، کاربرد معادله گیبز- دوهم برای به دست آورده ضرایب اکتیویته، سازگاری داده‌های آزمایشگاهی معرفی معادلات ویلسونNRTL و UNIQUAC، توابع مازاد و امتزاج جزئی.
- تئوری‌های محلول‌ها: تئوری وان لارف تئوری- Hildebrand Scatchard، محاسبه انرژی از خواص مولکولی، تئوری فلوری-هاگینز، ضرایب اکتیویته محلول‌های مجتمع (Associated)
- حلالیت: حلالیت ایده آل گازها در مایعات: قانون هنری و اهمیت ترمودینامیکی آن، اثرات فشار بر حلالیت گازها، تخمین حلالیت گازها، حلالیت گازها در مخلوط حلال‌ها، حلالیت جامدات در مایعات.
- تعادلات فازی در فشارهای بالا: رفتار فازی در فشارهای بالا، آنالیز ترمودینامیکی، محاسبه تعادلات بخار و مایع در فشارهای بالا، تعادلات مایع، مایع و گاز- گاز

مراجع

- Thermodynamics, H. B. callen. John wlley & Son
- Molecular Thermodynamics of Fluid- Phase Equilibris, Second Edition, J. M. Prausnitz, R. N. Lichtenthaler, E. Gomes De Azevedo, Prentice- Hall.
- Thermodynamics, ۲Nd Ed., Revised by K. S. Pitzer And L. Brewer, McGrae- Hill Newyork.
- The Principles Of Chemical Equilibrium, K. Denbigh, Cambridge Univ. Perss (۳ rd Ed.)
- Classical Themodynamics of Non- Electrolyte Solutions, H. C. Van Ness, Pergomon Press.
- Thermodynamics And Its Applications, M. Modell And R.C. Reid, Prentice Hall Inc.

طراحی راکتور پیشرفته ChE۴۰۱۰۲	تعداد واحد	نوع درس	اجباری	درس پیش‌نیاز طراحی راکتور کارشناسی مهندسی شیمی
	۳			
	تعداد ساعت	نوع واحد	نظری	
	۴۸			
	آموزشی تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ■ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐			

هدف

آموزش مبانی سینتیک شیمیایی و طرح راکتور توسعه معادلات و حل آن‌ها برای راکتورهای دارای شرایط متفاوت

سر فصل درس

- مروری بر سینتیک واکنش‌ها و طراحی راکتورهای تک فاز
- اثرات دما و فشار در راکتورها: وابستگی سرعت واکنش به دما، درجه حرارت بهینه برای راکتورهای هم دما، اثرات فشار
- مدل‌های توزیع زمان اقامت در راکتورها، راکتورهای ناکامل
- راکتورهای ناپایدار: حالت گذر در راکتورهای مخلوط، راکتورهای لوله ای و غیره
- تئوری‌های انتقال جرم در سامانه‌های چند فازی
- سینتیک واکنش‌های چند فازی
- بررسی واکنش‌های چند فازی در راکتورهای ایده آل و ناکامل
- طرح راکتورهای ناهمگن: کاتالیزورهای ناهمگون
- ظرایب تیل (Thiele) و تأثیر عامل مؤثر (Effectiveness) در کاتالیزورهای جامد با اشکال هندسی مختلف
- انتقال حرارت و جرم در کاتالیزورهای جامد منخلخل، طراحی راکتورهای کاتالیزوری

مراجع

- chemical Reaction Engineering O. Levenspiel (۸/۱۱/۱۴ Chapters)
- chemical Engineering Kinetics. G. M. Smith (۱۰/۱۳) Chapters
- Fundamentals of Chemical Reaction Engineering C. D. Holland, R. G. Anthony (۱۱ Chapter)
- Chemical Reactor Design, E. B. Nauman (۴/۱۱ Vhapters)
- Chemical Reactor With Chemical Reaction G. Astarita (۲/۶ Chapters).

ریاضیات مهندسی پیشرفته ChE۴۰۱۰۳	تعداد واحد	نوع درس	اجباری	درس پیش‌نیاز ریاضیات مهندسی
	۳			
	تعداد ساعت	نوع واحد	نظری	
	۴۸			
	آموزشی تکمیلی عملی: دارد □ ندارد ■			
	سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه □			

هدف

هدف از این درس اموزش مباحث پیشرفته ریاضیات بخصوص حل معادلات دیفرانسیل غیر خطی برو تحلیلی می‌باشد.

سر فصل درس

- مروری بر تبدیل اپراتورها در سامانه‌های مختصات مختلف، انواع شرایط مرزی و انواع معادلات دیفرانسیل در مهندسی شیمی
- مروری بر ماتریس‌ها و خواص آن‌ها، تئوری اپراتور جهت حل دستگاه‌های معادلات دیفرانسیل
- مروری بر خواص حل معادلات خاص با رائب متغیر (معادلات بسل، لژاندر، لاگرانژ، هرمیت و چیبی شر) و بسط به سری‌های متعامد.
- حل معادلات دیفرانسیل پاره ای:
- جداسازی متغیرها، تبدیل معادلات غیر همگن، تبدیل شرایط مرزی همگن، نحوه حذف ترم‌ها جابجائی و منبع در معادلات دیفرانسیل پاره ای، روش‌های تبدیل انتگرالی (تبدیل سنوسی فوریه و تبدیل کسینوسی فوریه، تبدیل محدود سینوسی و محدوه کسینوسی، تبدیل لاپلاس، تبدیل هنگل)، استفاده از اصل Duhamel، مسائل بدون بعد، اصل برهمنهش (Superposition) و حل مسائل پیچیده خطی، معادلات لاپلاس در مختصات کارتزین (دو بعدی و سه بعدی)، حل معادلات لاپلاس در مختصات استوان‌های (دو بعدی و سه بعدی، حل معادله لاپلاس در مختصات کروی (۲ بعدی)، معادله پواسون.
- استفاده از روش‌های تابع گرین (Green) جهت حل معادلات دیفرانسیل معمولی و پارهای در مهندسی شیمی.

شورای برنامه ریزی آموزشی علوم، تحقیقات و فناوری

مراجع

- Partial Differential Equations for Scientists And Engineers, S. J. Farlow, John- Wiley & Sins, Inc./ N. Y., ۱۹۸۲
- Mathematical Methods In Chemical Engineering/ V.G. Jenson &G. v. Jeffreys, Acadamic Press, N. Y., ۱۹۷۲
- Mathematical Methods in Chemical Engineering/ Vd./ &۲, R. Aris And N.R. Amundson, Prentic-Hall, Inc./N.J./۱۹۳۷
- Partial Differntial Equations, P. Duchateau. And D.W. Zachmann, Mc Graw- Hill, Inc/N.Y./ ۱۹۸۶.

محاسبات عددی پیشرفته ChE۴۰۱۰۴	تعداد واحد ۳	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	تعداد ساعت ۴۸	نوع واحد	نظری	
آموزشی تکمیلی عملی: دارد □ ندارد ■ سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه □				

هدف

آموزش روش‌های محاسباتی پیشرفته برای حل مسائل مهندسی شیمی و تحقیق

سرفصل درس

- مقدمه: معادلات دیفرانسیل در مهندسی شیمی، تقسیم بندی معادلات، کمبود روش‌های تحلیلی حل معادلات دیفرانسیل پاره ای غیر خطی.
- حل معادلات دیفرانسیل خطی: روش گوس (Gauss)، گوس جردن (Gauss- Jordan)، سامانه‌های سه قطری (Tri-diagonal)، روش معکوس ماتریس‌ها و غیره.
- روش‌های درون یابی و انتگرال: روش‌های درون یابی چند جمله ای (Polynomial)، روش مکعب Spline روش درون یابی دو بعدی و سه بعدی، روش‌های انتگرال (Bracketing & Bisection)، نیوتون رفسون (Newton- Raphson) و غیره.
- روش تفاوت محدود (Finite Difference)، معادلات معمولی ارزش مرزی، معادلات دیفرانسیلی حاکم بر پدیده‌های انتقال، روش‌های بسط معادلات (Discretization)، روش‌های Shooting، روش‌های Relaxation، حل معادلات هدایت گرمایی، مش بندی (Grid Spacing)، شرایط فلوی مرزی مشترک، روش‌های صریح و ضمنی، جریان‌های دو بعدی و سه بعدی در انتقال حرارت، حل معادلات دیفرانسیل با عبارت‌های جابجایی، روش‌های Upwind، Hybrid، Power Exponential، حل معادلات مکانیک سیالات بروش تفاوت محدود، عبارت افت فشار در معادله حرکت و غیره.

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای برنامه ریزی آموزش عالی

- روش المان‌های محدود (Finite Element)، متد گالرکین (Galerkin)، متد باقیمانده‌های وزنی (Weighted residuals)، متد Collocation، متد Moment، روش‌های بسط معادلات (Discretization) متد صریح و ضمنی، روش‌های انتگرال زمانی، روش حل معادلات ناویر استوکس و غیره.

مراجع

- Principles of Computational Fluid Dynamics (Springer Series in Computational Mathematics) by Dr. Ir. Pieter Wesseling, ۲۰۰۹
- Numerical Methods for Chemical Engineers with MATLABApplications by Alkis Constantinides and Navid Mostoufi (Paperback- Apr. ۲۶, ۱۹۹۹)
- Numerical Solution of Partial Differential Equations in Science and Engineering, L. Lapidus and C. F. Pinder/ Wiley and Sons, New York, ۱۹۸۲

مکانیک سیالات پیشرفته ChE۴۰۱۰۵	تعداد واحد ۳	نوع درس	اجباری	درس پیش‌نیاز مکانیک سیالات کارشناسی ریاضیات مهندسی
	تعداد ساعت ۴۸	نوع واحد	نظری	
آموزشی تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ■ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐				

شورای برنامه ریزی آموزشی گروه علوم، تحقیقات و فناوری

هدف

آموزش مبانی نظری مکانیک سیالات، انشقاق معادلات و روش‌های حل آن‌ها برای مسائل کاربردی سیالات در مهندسی شیمی

سر فصل درس

- سینماتیک (خطوط جریان، خطوط مسیر، (Streaklines)، مختصات اولری (Eulerian) و لاگرانژی (Lagrangian)، مشتق ماده (Material Derivative)، تئوری انتقالی رینولدز (Reynolds Transport Theory).
- معادلات اساسی مکانیک سیالات: معادل پیوستگی، توابع جریان در مختصات کارتزین، استوان‌های و کروی، معادله حرکت، سیالات کاملاً چسبنده، معادله انرژی، معادله برنولی.
- معادله ناویه استوکس (Navier- Stokes).
- انشقاق معادله، فرم بدون بعد معادله، آنالیز بعدی و مشابه سازی.
- سیالات غیر نیوتونی: نقش رئولوژی در مکانیک سیالات پیوسته، تقسیم بندی رفتار سیالات، وابستگی سیالات غیر نیوتونی به زمان معادلات قانونمند سیالات (constitutive Equation)
- جریان سیالات با عدد پایین رینولدز: معادله استوکس (Stokes)، تقریب جریان خزنده (Creeping)
- تئوری روان‌کاری (Lubrication Theory)
- جریان‌های غیر چسبنده (Inviscid): معادله اولر، تابع جریان و گرداب (Vorticity) و جریان پتانسیل دو بعدی، تابع پتانسیل، انطباق جریان پتانسیل، جریان یکنواخت، منبع، گرداب (Vortex)، جریان اطراف استوانه، جریان اطراف کره و غیره.
- تئوری لایه مرزی: تعاریف ضخامت‌های لایه مرزی، معادلات لایه مرزی، تقریب انتگرال مومنتوم (آنالیزوان کارمن)، جریان در یک صفحه مسطح (آرام و متلاطم)، جدایی لایه مرزی و غیره.

- جریان متلاطم: معادله متوسط زمانی پیوستگی، تنش‌های رینولدز، گران‌روی Eddy، جریان متلاطم در لوله، تئوری K-E جریان متلاطم، جریان متلاطم لایه مرزی.
- جریان اجسام غوطه ور: نیروهای درگ (Drag) و بالابر (Lift)، دراگ اجسام متقارن دو بعدی و سه بعدی، درگ جریان آرام و متلاطم.
- جریان دو فازی: الگوهای مختلف جریان دو فازی، جریان صفحات موازی، جریان در لوله، روش Lockhart- Martinelli

مراجع

- Transport Phenomena, Brid, Stewart, Lightfoot, Wiley (۲،۳،۴ Chapters)
- Fluid Mechanics, F. M. White, Second Edition, Mc Graw- Hill (۳،۴،۵،۶،۷،۸ Chapters)
- Process Fluid Mechanics, M. M. Denn, Peentice- Hall (۱۱،۱۲،۱۳،۱۶،۱۸ Chapters)
- Vectors, Tensors. And The Basic Equations of Fluid Mechanics, R, Aris (۱،۲،۳،۴ Chapters)
- Fundamental Mechanicsof Fluids, I.G. Curric, Mc Graw- Hill (۱،۲،۳ Chapters)
- Boundary Layer Theory, Schlichting, ۷th Edition.

دبیرخانه شورای برنامه ریزی آموزش عالی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

انتقال حرارت پیشرفته ChE۴۰۱۰۶	تعداد واحد	نوع درس	اجباری	درس پیش‌نیاز انتقال حرارت و آزمایشگاه
	۳			
	تعداد ساعت	نوع واحد	نظری	
	۴۸			
آموزشی تکمیلی عملی: دارد □ ندارد ■ سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه □				

هدف

هدف از این درس آشنایی دانشجویان با روش‌های انتقال حرارت و اصول آن است.

سر فصل درس

- فرمولاسیون کلی، انتگرال و دیفرانسیل: مروری بر تعاریف قوانین عمومی، فرمولاسیون انتگرال و دیفرانسیل معادله هدایت، شرایط اولیه و شرایط مرزی، روش فرمولاسیون، معادله انرژی (معادله تغییرات).
- روش‌های حل (استفاده از معادله انرژی): مسائل در حالت پایدار یک بعدی هدایت، پره، ترموکوپل اصل انطباق، سری‌های توانی، تابع بسل و خواص آن، سطوح توسعه یافته (پره‌ها، پره‌های میخی و مارپیچ).
- مسائل دو بعدی و سه بعدی در حالت پایدار: جداسازی متغیرها، تابع اورتوگونال، مسائل ارزش مرزی، مسائل ارزش مشخصه اورتوگونالیته، تابع مشخصه، بسط یک تابع در یک سری تابع اورتوگونال، سری فوریه، حالت دو بعدی سیلندری پایدار، حل به روش سری فوریه، حالت سه بعدی پایدار.
- مسائل در حالت ناپایدار - لاپلاس.
- جابجائی: به دست آوردن معادلات انرژی، مومنتم و پیوستگی، معادلات انرژی، مومنتم پیوستگی در مورد لایه مرزی، جابجایی اجباری در جریان آرام، حل مسائل از طریق مشابهت، جابجایی اجباری در جریان درهم.
- تابشی: مفاهیم فیزیک تابشی، ضریب شکل هندسی، صفحات حقیقی، تابشی گازها

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای برنامه ریزی آموزش عالی

مراجع

- Transport Phenomena, R. B. Bird, W. E. Stewart, E. N. Lightfoot.
- Conduction Heat Transfer, V. S. Arpachi
- Conduction Heat Transfer, M. N. Ozisik
- Conduction Heat Transfer, L. C. Bumeister
- Conduction Heat Transfer, A. Bejan
- Conduction Heat Transfer, Kakac and Yener

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
سازمان سمت برنامه ریزی آموزش عالی

انتقال جرم پیشرفته ChE۴۰۱۰۷	تعداد واحد	نوع درس	اجباری	درس پیش‌نیاز انتقال جرم کارشناسی
	۳			
	تعداد ساعت	نوع واحد	نظری	
	۴۸			
	آموزشی تکمیلی عملی: دارد □ ندارد ■ سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه □			

هدف

هدف از این درس آشنایی دانشجویان با مبانی و اصول انتقال جرم است.

سر فصل درس

- مروری بر نفوذ مولکولی، نفوذ مولکولی در حالت ناپایدار (درکره و در سطح) ساز و کار انتقال جرم (مروری بر نظریه دو فیلمی)
- نظریه نفوذ عمقی، نظریه نفوذ عمقی با تجدید سطوح اتفاقی، نظریه فیلم، نفوذ عمقی.
- انتقال جرم در جریان آرام: لایه مرزی روی صفحه سطح. جابجایی آرام در صفحه عمودی، انتقال جرم بین دو جریان همـــوی غیر قابل انحلال، انتقال جرم در فیلم سقوط آزاد مایعات، انتقال جرم بین فاز گازی و فیلم سقوط آزاد مایعات در لوله‌ها، انتقال جرم بین دو صفحه سطح موازی انتقال جرم بین دو اسـتوانه هم محور.
- انتقال جرم در جریان درهم: لایه مرزی در صفحه و سطح، جابجایی طبیعی روی صفحه عمودی، انتقال جرم در سقوط آزاد فیلم، مشابهت بین انتقال جرم و انتقال مومنتم.
- انتقال همزمان جرم و حرارت
- انتقال همزمان جرم و واکنش شیمیایی
- عملکرد را فرمانی دستگاه‌های انتقال جرم: طراحی ستون‌های آکنده، سینی دار، مخازن مجهز به همزن، برج‌های خنک کننده.

پژوهشگاه علوم، تحقیقات و فناوری
دبیرخانه شورای برنامه ریزی آموزشی

مراجع

- Transport Phenomena, Bird, Stewart, And Lightfoot, John Wiley
- Diffusion: Mass Transfer In Fluid Systems, E. L.Cussler, Cambridge University Press.
- Diffusicnal Mass Transfer, by A. H. P. Skelland
- Mass Transfer, by T. K. Sherwood & R. L. Piford Mc grow Hill ۱۹۷۵.

شورای برنامه ریزی آموزش عالی

مدل‌سازی و مشابه سازی ChE۴۰۲۰۳	تعداد واحد ۳	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز کاربرد ریاضیات در مهندسی شیمی
	تعداد ساعت ۴۸	نوع واحد	نظری	
آموزشی تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ■ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐				

هدف

هدف از این درس، فراهم آوردن دانش کلی از مدل‌سازی ریاضی و شبیه‌سازی کامپیوتری مسائل مهندسی شیمی می‌باشد. در این درس تأکید بر شبیه‌سازی دینامیکی است اما با این وجود شبیه‌سازی حالت پایا نیز مدنظر قرار می‌گیرد. در این درس به جای استفاده از نرم افزارهای تجاری، بر کد نویسی متمرکز می‌شود.

سرفصل درس

- مقدمه‌ای بر مدل‌سازی و شبیه‌سازی؛ اهمیت شبیه‌سازی در آنالیز مسائل مهندسی شیمی، سامانه‌های متمرکز (Lumped) و توزیع یافته (distributed)، سامانه‌های حالت پایا و گذار، برنامه‌نویسی چند-سطحی.
- مروری بر روش‌های عددی حل دستگاه معادلات جبری و دیفرانسیلی
- ساختار مدل‌های ریاضی؛ مدل‌سازی پای‌های، اصول مدل‌سازی، الگوریتم cause-and- effect، فلو دیاگرام
- ساختار macro-program برای شبیه‌سازی دینامیکی مسائل مهندسی شیمی
- محاسبات پای‌های تعادل بخار –مایع شامل نقطه جوش، نقطه شبنم، فلش و مایع کردن (condensation)
- مثال و مطالعه موردی سامانه‌های دینامیک سیال، سینتیک واکنش و طراحی راکتور

مراجع

- R. G. E. Franks, "Modeling and Simulation in Chemical Engineering", Wiley, ۱۹۷۲.
- W. Luyben, "Modeling, Simulation and Control in Chemical Engineering", ۲nd Ed., McGraw-Hill, ۱۹۹۰.

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دبیرخانه شورای برنامه‌ریزی آموزش عالی

بهینه‌سازی ChE۴۰۲۰۴	تعداد واحد	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز کاربرد ریاضیات در مهندسی شیمی
	۳			
	تعداد ساعت	نوع واحد	نظری	
	۴۸			
	آموزشی تکمیلی عملی: دارد □ ندارد ■ سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه □			

هدف

هدف از این درس، ایجاد مهارت کافی در دانشجویان در بهینه‌سازی مسائل مهندسی شیمی می‌باشد. مطالب ارائه شده در این درس کمک خواهد کرد تا دانشجویان بتوانند بر مبنای مدل‌سازی، تعریف تابع هدف و یافتن روشی جهت بهینه‌سازی استاتیکی و دینامیکی عمل کنند.

سرفصل درس

- مقدمه‌ای بر فرمولاسیون بهینه‌سازی
- مروری بر ریاضیاتی که دانست آن‌ها برای بهینه‌سازی ضروری است.
- روش‌های بهینه‌سازی استاتیکی بدون اعمال قید
- روش‌های بهینه‌سازی استاتیکی با اعمال قید
- بهینه‌سازی دینامیکی، Variationalapproach
- کاربرد و مطالعات موردی
- مباحث پیشرفته

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای برنامه‌ریزی آموزش عالی

مراجع

- Rao, S. S.," Optimization, Theory & Applications", ۳rd Ed., Wiley Eastern Ltd., Reprint: ۲۰۰۴.
- Edgar, T. F. and D. M. Himmelblau," Optimization of Chemical Processes", McGraw-Hill Int., ۱۹۸۴.
- Denn, M. M.," Optimization by Variational Methods", McGraw-Hill, NY, ۱۹۶۹.
- Pontryagin, L. S., et al, "The Mathematical Theory of Optimal Processes", Wiley & Sons, NY, ۱۹۶۲.
- Pike, R. W., "Optimization for Engineering Systems", Van Nostrand Reinhold Co. Inc., ۱۹۸۶.
- Nocedal, J. and Wright, S. J., "Numerical Optimization" Secaucus, N. J., USA: Springer-Verlag NY, Inc., ۱۹۹۹.

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای برنامه ریزی آموزش

طراحی تجهیزات فرایندی ChE۴۰۷۰۱	تعداد واحد	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	۳			
	تعداد ساعت	نوع واحد	نظری	
	۴۸			
	آموزشی تکمیلی عملی: دارد □ ندارد ■ سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه □			

هدف

هدف از این درس آموزش تخصصی دانشجویان در رابطه با مباحث طراحی پایه فرآیندی و مکانیکی تجهیزات فرایندی از قبیل برج‌ها، مبدل‌ها، مخازن و غیره در عمل می باشد. همچنین آموزش استانداردهای طراحی، آشنایی با انواع جنس تجهیزات، تهیه جدول اطلاعات تجهیزات از دیگر اهداف این درس می باشد.

سرفصل درس

- استانداردها و کدها طراحی تجهیزات فرآیند -استانداردهایی همچون : API، ASME، ASTM
- طراحی انواع تانک‌های ذخیره سازی کروی و استوانه ای - انتخاب نوع مخزن ذخیره بر حسب ماده، طراحی پایه مخزن، انتخاب جنس ساخت، طراحی تجهیزات جانبی مورد نیاز، طراحی نازل‌های مخزن، تهیه جدول اطلاعات اولیه
- طراحی برج‌های تقطیر و استخراج انتخاب شرایط عملیاتی، انتخاب ماده مبرد و ماده حرارت دهنده، جایگاه استفاده از مبدل‌های فناوری پینچ پمپ حرارتی، طراحی دمایی و مکانیکی میعان کننده و جوش آور برج، محاسبه پارامترهای اندازه ای برج، طراحی پارامترهای مکانیکی، طراحی تجهیزات جانبی مورد نیاز، طراحی نازل‌های مخزن، تهیه جدول اطلاعات برج و سینی
- طراحی مخازن و درام‌ها (Drum) کاربرد مخازن و درام‌ها در فرایند، طراحی فرآیندی مخازن و درام‌ها بر اساس نصب افقی یا عمودی، طراحی پایه مخزن، انتخاب جنس، طراحی تجهیزات جانبی مورد نیاز، طراحی نازل‌های مخزن ، تهیه جدول اطلاعات اولیه
- طراحی مبدل‌های حرارتی بر استاندارد TEMA طراحی مبدل‌های حرارتی پوسته- لوله، کولرهای هوایی و مبدل‌های حرارتی صفحه ای
- استفاده از نرم افزارهای مجموعه Aspen Tech جهت طراحی برج و مبدل حرارتی

مراجع

- D .W. Green and R. H. Perry, "Perry's Chemical Engineers' Handbook, ٨th Ed., Mc Graw Hill, ٢٠٠٨.
- J. R. Couper and S. M. Walas,"Chemical Process Equipment",٣rd Ed., Elsevier,٢٠١٠.
- C. Matthews,"Engineers' Guide to Pressure Equipment", Professional Engineering Publishing Limited,٢٠٠١,
- Coulson & Richardson's Chemical Engineering, Butterworth-Heinemann, ٣rd Ed., Vol. ۶, ١٩٩٩.
- E. Ludwig," Applied Process Designing for Chemical and Petrochemical Plants",٣rd Ed., Gulf, ١٩٩٩.

طراحی پایه و تفصیلی فرآیندهای شیمیایی ChE۴۰۷۰۲	تعداد واحد ۳	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	تعداد ساعت ۴۸	نوع واحد	نظری	
آموزشی تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ■ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐				

هدف

هدف از این درس آموزش تخصصی مباحث و مبانی طراحی پایه و تفصیلی در واحدهای نفت، گاز و پتروشیمی می باشد. این مباحث شامل انتقال و یا تولید دانش فنی، انجام محاسبات، تهیه مدارک مهندسی، نمودار جریان فرایندی(PFD)، نمودارهای لوله و ابزاردقیق (P&ID)، چیدمان تجهیزات، جداول اطلاعاتی تجهیزات، و ... می باشد.

سرفصل درس

- مراحل طراحی فرآیندهای شیمیایی
- طراحی از نظر کلی، تشریح فرآیندهای تولیدی شیمیایی، سازماندهی در یک فرآیند مهندسی شیمی، طبقه بندی مدارک و مستندات پروژه،کدها و استانداردها، فاکتورهای اصلی در ایمنی، واحدهای اندازه گیری، درجه آزادی در طراحی، بهینه‌سازی
- مدارک مهندسی پایه
- مبانی طراحی پروژه، نمودار جریان فرآیندی، دیاگرام لوله کشی و ابزار دقیق، خطوط لوله وابزار دقیق، جانمایی، دستورالعمل راه اندازی و بهره برداری
- مدارک مهندسی تفصیلی
- نقشه‌های تفصیلی اجرایی، مشخصات فنی، درخواست خرید تجهیزات، خدمات مهندسی
- مبانی طراحی و ترسیم نقشه‌های پایه ای فرآیندی
- نمودار جریان فرآیندی(PFD)، نمودار جریان بلوکی (BFD)، محاسبات جانمایی کل واحد
- مبانی طراحی و ترسیم نمودارهای لوله و ابزاردقیق (P&ID)
- نمادها، انتخاب شیرها، افت فشار در لوله‌ها و محاسبات اندازه خطوط، شماره گذاری تجهیزات و خطوط، لوپ‌های کنترل

و اینترلاک‌ها، شیرهای کنترل و on-off

- جداول اطلاعاتی تجهیزات
- جداول اطلاعاتی تجهیزات ابزاردقیق فرآیندی، جداول اطلاعاتی تجهیزات دوار و ثابت فرآیندی

مراجع

- D. W . Green and R. H. Perry, "Perry's Chemical Engineers' Handbook, ۸nd Ed., McGraw Hill, ۲۰۰۸.
- C. R. Branan, "Rules of Thumb for Chemical Engineers", ۴nd Ed., Gulf Professional Publishing, ۲۰۰۵.
- R. K. Sinnott, "Coulson & Richardson's Chemical Engineering series-Chemical Engineering Design", Butterworth-Heinemann, ۴nd Ed., Vol. ۶, ۲۰۰۵.

بازیافت انرژی در فرایندهای شیمیایی **ChE۴۰۷۰۳**	تعداد واحد ۳	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	تعداد ساعت ۴۸	نوع واحد	نظری	
آموزشی تکمیلی عملی: دارد □ ندارد ■ سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه □				

هدف

ارائه روش‌های قانونمند جهت بهینه‌سازی اقتصادی سامانه‌های انرژی در فرآیندهای شیمیایی و آموزش تخصصی روش‌های طراحی شبکه مبدل‌های حرارتی بر اساس تکنولوژی پینچ از اهداف این درس می باشد.

سرفصل درس

- مقدمه
- تاریخچه آنالیز پینچ، درجه بندی طراحی فرآیند، سرمایه گذاری در شبکه مبدل‌های حرارتی و تأسیسات جانبی
- اهداف انرژی
- اصول بازیافت حرارتی، بازیافت حرارتی در فرآیندهای چند جریانه، منحنی‌های ترکیبی و پینچ
- روش‌های طراحی شبکه مبدل حرارتی جهت دستیابی به اهداف انرژی
- نمودارهای شبکه مبدل حرارتی، روش طراحی پینچ، مسائل آستانه ای، پینچ ترکیبی
- طراحی و آنالیزسامانه‌های پشتیبانی فرآیند
- منحنی‌های ترکیبی گرند(Grand Composite)، انتخاب سامانه‌های پشتیبانی، انتگراسیون حرارتی موتورها و پمپ‌های گرمایی، پینچ بازیافت انرژی، الگوریتم محاسباتی برای یافتن اهداف انرژی
- هدف گیری‌های اقتصادی طراحی شبکه مبدل حرارتی فرآیند
- حداقل سازی تعداد مبدل‌های حرارتی، حداقل سازی سطح و تعداد پوسته درمبدل حرارتی، بهینه‌سازی شبکه مبدل، طراحی شبکه با معیارهای هزینه ای متفاوت
- ابزارهای طراحی شبکه مبدل حرارتی
- ماتریس CP، تقسیم جریان، شکستن حلقه‌ها، ترسیم نمودار نیروی پیش برنده ،آنالیز مبدل‌های قطع کننده پینچ، روش Topology Trap

- مطالعات رتروفیت
- مسائل رتروفیت، مشخصات داده ای فرآیند، محرک‌ها و اهداف رتروفیت، آنالیز اقتصادی و روش طراحی، استفاده بازیافت مبدل حرارتی در رتروفیت
- ملاحظات افت فشار
- تاثیر افت فشار در تعیین سطح مبدل، طراحی Grass-Root، رتروفیت برای ذخیره سازی
- انرژی، رتروفیت برای شکستن محدود کننده‌های فرآیندی
- انتگراسیون حرارتی واحدهای عملیاتی
- راکتورها، برج‌های تقطیر، تبخیر کننده‌ها، خشک‌کن‌ها، پمپ‌های حرارتی و یخچال‌ها

مراجع

- ۱I. C. Kemp, "Pinch Analysis and Process Integration", Butterworth-Heinemann Press, ۲nd Edition, ۲۰۰۷.
- R. Smith,"Chemical Process Design and Integration", John Wiley & Sons, ۲nd Edition, ۲۰۰۷.
- W. O. Sieder, S. D. Scade and D. R. Lewin, "Process Design Principles", John Wiley, ۲۰۰۴.
- R. Smith, "Chemical Process Design", McGraw Hill,۱nd Ed., ۱۹۹۵.

آنالیز اکسرژی فرآیندهای شیمیایی ChE۴۰۷۰۴	تعداد واحد	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	۳			
	تعداد ساعت	نوع واحد	نظری	
	۴۸			
	آموزشی تکمیلی عملی: دارد □ ندارد ■ سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه □			

هدف

ارائه روش‌های قانونمند جهت بررسی کیفی و کمی اکسرژی در تجهیزات فرآیندهای شیمیایی و آشنایی با روش‌های آنالیز اکسرژی از اهداف این درس می باشد.

سرفصل درس

- مقدمه
- تاریخچه آنالیز اکسرژی، جایگاه کاربرد اکسرژی در فرآیندهای شیمیایی
- بررسی کیفی اکسرژی
- منال‌های فیزیکی، تعاریف اصول حاکم بر اکسرژی، مفاهیم قانون دوم ترمودینامیک، نمودارهای انتروپی- درجه حرارت، اکسرژی حرارتی، اکسرژی جریان‌های فرآیندی
- اصول آنالیز اکسرژی
- تغییرات اکسرژی از انتالپی، نگرش " از میان واحد "، فرمول دما، فرمول فشار، فرمول برای اختلاط و جداسازی، راندمان قانون دوم
- آنالیز اکسرژی تجهیزات عملیاتی
- آنالیزاکسرژی مصرف کننده انرژی(تجهیزات انتقال سیال) و تولید کننده کار(توربین)، آنالیز اکسرژی مبدل‌های حرارتی و کوره‌ها، آنالیزاکسرژی برج‌های تقطیر، جذب و استخراج
- آنالیز اکسرژی واکنش‌ها و راکتورها
- اکسرژی واکنش‌های شیمیایی، موازنه اکسرژی برای راکتورها
- هدررفت‌های قابل اجتناب و غیر قابل اجتناب

- هدر رفت‌های غیر قابل اجتناب راکتورها و تجهیزات فرآیندی، هدر رفت‌های قابل اجتناب تجهیزات فرآیندی، جلوگیری از هدر رفت‌ها با صرف هزینه‌های سرمایه گذاری محدود
- آنالیز اکسرژی فرآیندهای شیمیایی
- آنالیزاکسرژی فرآیند رطوبت زنی و خشک کردن، آنالیزاکسرژی نیروگاه‌های حرارتی، آنالیزاکسرژی فرآیندهای سرما ساز، آنالیزاکسرژی فرآیندهای نفتی و.....

مراجع

- I. Dincer and M. A. Rosen,"Exergy: energy, environment, and sustainable development" , Elsevier Press, ۱nd Ed., ۲۰۰۷.
- J. Szargut, "Exergy Method: Technical and Ecological Applications", WIT Press, Southampton,Boston, ۲۰۰۵.
- C. J. Cleveland, "Encyclopedia of Exergy", Elsevier Press, ۲nd Ed., ۲۰۰۴.

بهینه‌سازی ChE۴۰۷۰۵	تعداد واحد ۳	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	تعداد ساعت ۴۸	نوع واحد	نظری	
آموزشی تکمیلی عملی: دارد □ ندارد ■ سقر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه □				

هدف

هدف از این درس ایجاد مهارت کافی در دانشجویان در بهینه‌سازی مسائل مهندسی شیمی می باشد. مطالب این درس کمک مناسبی خواهد بود که دانشجو بتواند برمبنای سه محور مدل‌سازی، تعریف تابع هدف و یافتن روشی جهت بهینه‌سازی استاتیکی و یا دینامیکی عمل کند.

سرفصل درس

- مقدمه
- مفاهیم اولیه در بهینه‌سازی (متغیر طراحی، تابع هدف، انواع قیود ، بهینه‌سازی پیوسته و بهینه‌سازی گسسته، بهینه‌سازی محلی و بهینه‌سازی سراسری، بهینه‌سازی با اعمال قید و بدون اعمال قید، مسائل خطی و غیر خطی، الگوریتم‌های بهینه‌سازی، درجه آزادی در حل مسائل بهینه‌سازی، بهینه‌سازی از طریق طراحی آزمایش‌ها، نمودارهای کانتور (هم پاسخ) ،مروری بر عملیات ماتریسی، اکسترمم توابع، تقعر، ماتریس هسین
- بهینه‌سازی بدون اعمال قید
- بهینه‌سازی بدون قید یک بعدی، روش‌های مستقیم برای مسائل یک بعدی (سرعت همگرایی، روش نیوتن، روش سکانت)، بهینه‌سازی بدون قید چند بعدی، روش‌های تکراری برای مسائل چند بعدی، روش‌های مستقیم برای مسائل چند بعدی (روش جستجوی Simplex، روش جستجوی تک متغیره، روش جستجوی مزدوج، روش پاول ،روش‌های غیر مستقیم برای مسائل چند بعدی (روش گرادیان، روش نیوتن، روش سکانت)
- بهینه‌سازی با اعمال قید
- روش لاگرانژ، شرط لازم و کافی برای قیود تساوی و نانساوی، تعبیر ترسیمی شرایط لازم و کافی
- برنامه ریزی خطی

- برنامه ریزی خطی از دیدگاه هندسی، روش سیمپلکس، روش سدی، تحلیل حساسیت، کاربرد نرم افزار Excel در برنامه ریزی خطی
- برنامه ریزی غیرخطی با قید
- روش جایگزینی مستقیم، روش تعمیم یافته کاهشی گرادیانی، روش تابع پنالتی، روش سدی، روش افزایشی لاگرانژی، برنامه ریزی درجه دوم متوالی
- برنامه ریزی روی اعداد صحیح یا مخلوط اعداد صحیح و پیوسته
- فرمول بندی مسئله به صورت NLP، فرمول بندی مسئله به صورت برنامه ریزی روی اعداد صحیح، روش شاخه و مرز، برنامه ریزی خطی روی مخلوط اعداد صحیح و پیوسته، برنامه ریزی غیر خطی روی مخلوط اعداد صحیح و پیوسته
- برنامه ریزی دینامیکی
- مثال‌های کاربردی بهینه‌سازی در مهندسی شیمی و استفاده از نرم افزار MATLAB

مراجع

- K. J. Beers," Numerical Methods for Chemical Engineering Applications in MATLAB ",Cambridge University Press, ۲۰۰۷.
- S. S. Rao, "Optimization Theory and Applications", ۲nd edition, John Wiley & Sons, New Delhi, ۲۰۰۴.
- T. F. Edgar, D. M. Himmelblau, and L. S. Lasdon, "Optimization of Chemical Processes", ۲nd ed., Mc Graw-Hill, New York, ۲۰۰۱.
- J. Nocedal and S. J. Wright, "Numerical Optimization" Secaucus, N.J., Springer-Verlag, NY, ۱۹۹۹
- L. S. Pontryagin and, V. G. Boltyanskii, Gamkrelidze R.V., Mishchenko E.F., "The Mathematical Theory of Optimal Processes", Wiley & Sons, NY, ۱۹۶۲.
- R. W. Pike,"Optimization for Engineering Systems",Van Nostrand Reinhold Inc., ۱۹۸۶.

افزایش مقیاس در فرآیندهای شیمیایی ChE۴۰۷۰۶	تعداد واحد ۲	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	تعداد ساعت	نوع واحد	نظری	
آموزشی تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ■ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐				

هدف

این درس برای تقویت توانایی دانشجویان مقطع کارشناسی ارشد جهت افزایش مقیاس تجهیزات فرآیندی، از ابعاد آزمایشگاهی به ابعاد صنعتی، در نظر گرفته شده است.

سرفصل درس

اصول و مبانی روش‌های افزایش مقیاس

- آنالیز ابعادی و تئوری مدل‌ها، محدوده کاربرد پذیری آنالیز ابعادی، تئوری تقریب و تشبیه، مدل‌سازی و شبیه‌سازی ریاضی، مهارت‌های آزمایشگاهی در فرآیند افزایش مقیاس

گروه‌های بدون بعد

تئوری Buckingham، ایجاد گروه‌های بدون بعد به صورت فضای π یا استفاده از ماتریس تبدیل، تغییر ناپذیری ابعاد فضای π، استفاده از کمیت‌های حد واسط، تقلیل فضای π ، ارتباط ابعاد فیزیکی فرآیند با فضای π آنالیز ابعادی با استفاده مدل‌های ریاضی

- توضیح اصول و مبانی، تعریف کمیت‌های مرجع، بازنویسی معادلات در قالب گروه‌های بدون بعد، اثر گذاری ابعاد فیزیکی، شرایط عملیاتی و رژیم جریان بر تغییر ماهیت معادلات ریاضی، افزایش مقیاس در شرایط تشابه جزئی، ارائه مثال‌های صنعتی

آنالیز ابعادی در غیاب مدل‌های ریاضی

- گروه‌های بدون بعد با خواص فیزیکی ثابت، گروه‌های بدون بعد با خواص فیزیکی متغیر، نحوه اثرگذاری ثوابت فیزیکی و شیمیائی بر فرآیند افزایش مقیاس، تقلیل خطا در فرآیند افزایش مقیاس، بهینه سازی شرایط انجام فرآیند با توجه به ملاحظات افزایش مقیاس، ارائه مثال‌های صنعتی

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

ارائه مثال‌هایی صنعتی از افزایش مقیاس تجهیزات فرآیندی در مهندسی شیمی

- فرآیندهای عملیات واحد، انتقال جرم، انتقال حرارت و راکتورهای شیمیایی

مراجع

- M., Zlokarnik, "Scale-up in Chemical Engineering", Wiley-VCR, ۲۰۰۶.
- A., Bisio and R.L. Kable, "Scale-up of Chemical Processes", Wiley-Interscience, ۱۹۸۵.

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
برنامه‌ریزی آموزش عالی

مدل‌سازی و شبیه‌سازی فرایندهای شیمیایی ChE۴۰۷۰۷	تعداد واحد	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	۳			
	تعداد ساعت	نوع واحد	نظری	
	۴۸			
	آموزشی تکمیلی عملی: دارد □ ندارد ■ سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه □			

هدف

هدف از ارئه این درس آشنایی دانشجویان با روش‌های مدل‌سازی و شبیه‌سازی تجهیزات فرایندی در یک فرایند شیمیایی می‌باشد.

سرفصل درس

مقدمه

- تعاریف و کاربردهای مدل‌سازی و شبیه‌سازی
- روش‌های عددی عددی حل معادلات جبری
- فصل دوم: مدل‌سازی و شبیه‌سازی راکتورهای شیمیایی
- راکتورهای ناپیوسته، راکتورهای پیوسته، راکتورهای با بستر ثابت کاتالیستی، بیو راکتورها

مدل‌سازی و شبیه‌سازی برج‌های جداسازی

- مدل ریاضی موازنه انرژی و مواد در برج‌ها
- برج جداسازی بوتان در پالایشگاه
- برج‌های جداسازی در واحد اولفین

مدل‌سازی و شبیه‌سازی کوره‌ها و دیگ‌های بخار

- کوره‌های شکست حرارتی، کوره‌های پالایشگاهی، دیگ‌های بخار

مدل‌سازی مبدل‌های حرارتی

- مبدل‌های پوسته و لوله

- مبدل‌های دولوله
- مبدل‌های پر شده با بستر ثابت و متحرک

مراجع

- Chemical Process Modelling and Computer Simulation, Amiya Jana, PHI, ۲۰۰۸
- Theoretical Chemical Engineering: Modelling and Simulation, Christo Boyadjieve, ۲۰۱۰.
- Chemical Engineering: Modelling and Simulation and Similitude, T. G. Dobre, J.G. S. Marcano, Wiley-VCH, ۲۰۰۷
- Process Plant Simulation, B.V. Babu, Oxf. Univ. Press, ۲۰۰۴