برنامه درسی

رشته : مهندسی شیمی

گرایش: جداسازی

دوره : کارشناسی ارشد

دانشکده : مهندسی

مصوب جلسه مورخ ۱۳۹۶/۱۰/۲۵ شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه

این برنامه براساس آیین نامه شماره۲۱/۲۳۸۰۶ وزارت علوم تحقیقات وفناوری در خصوص تفویض اختیارات برنامه ریزی درسی به دانشگاه های دارای هیات ممیزه توسط اعضای هیات علمی دانشکده مهندسی تدوین شده و در جلسه مورخ ۱۳۹۶/۱۰/۲۵ شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه به تصویب رسیده است.

مصوبه شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه فردوسی مشهد

رشته: مهندسی شیمی

گرایش: جداسازی

دوره: کارشناسی ارشد

برنامه درسی دوره کارشناسی ارشد که توسط اعضای هیات علمی گروه آموزشی مهندسی شیمی تدوین شده است با اکثریت آراء به تصویب رسید.

- این برنامه از تاریخ تصویب لازم الاجرا است.
- هر نوع تغییر در برنامه درسی مجاز نیست مگر آنکه به تصویب شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه برسد.

رضا پیش قدم
معاون آموزشی دانشگاه

مرتضی کرمی
مسئول کمیته تخصصی برنامه درسی دانشگاه

رأی صادره جلسه مورخ ۱۳۹۶/۱۰/۲۵ شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه در مورد بازنگری برنامه درسی مهندسی شیمی گرایش جدا سازی در مقطع کارشناسی ارشد صحیح است. به واحد ذیربط ابلاغ شود.

محمد کافی
رئیس دانشگاه

شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه

معاونت آموزشی

شورای برنامه‌ریزی درسی

برنامه درسی

دوره: کارشناسی ارشد

رشته: مهندسی شیمی

گرایش: جداسازی

فصل اول

مشخصات کلی

بسمه تعالی

تعریف رشته:

با توجه به اینکه محصول تولیدی در همه صنایع شیمیایی مخلوطی از مواد مختلف می‌باشد و در ادامه فرایند این مخلوط باید جداسازی و تخلیص شود، می‌توان گفت یکی از مهمترین بخش‌های تولید یک محصول فرآیندهای جداسازی و خالص سازی آن می‌باشد که منجر به تولید محصول با کیفیت و کمیت بهتر می‌شود. بدین منظور در سال ۱۳۸۷ مقطع ارشد با عنوان مهندسی شیمی- پدیده‌های انتقال و فرآیندهای جداسازی تاسیس گردید که در سال ۱۳۸۹ به مهندسی شیمی-جداسازی تغییر نام داد.

در سال ۱۳۹۶ به منظور ارتقاء کیفیت دروس ارائه شده برای دانشجویان ورودی به گرایش جداسازی در مقطع کارشناسی ارشد و کمک به فعالیت‌های پژوهشی ایشان، در طی ۶ ماه، دروس مربوطه توسط گروه مهندسی شیمی دانشگاه فردوسی بازنگری شد که به پیوست ارائه می‌شود.

هدف رشته:

هدف از ارائه این دوره تربیت طراحان و پژوهشگران صنایع شیمیایی، پتروشیمیایی و پالایشگاه‌ها می‌باشد. دانشجویان 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.

ضرورت و اهمیت رشته:

کشور جمهوری اسلامی ایران دارای منابع سرشار نفت، گاز و مواد بوده و تبدیل این منابع به مواد مصرفی مستلزم تنوع فوق‌العاده و وسعت صنایع شیمیایی می‌باشد، صنایع شیمیایی 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 است و نقش اساسی در اقتصاد کشور ایفا می‌نمایند. تمامی این صنایع در فرآیند تولید محصول خوب به مهندسین متخصص در حوزه جداسازی نیاز دارند که تربیت متخصصین کارشناسی ارشد را به نیاز مبرم آن‌ها تبدیل کرده است.

نقش، توانایی و شایستگی دانش آموختگان:

دانش آموختگان رشته مهندسی شیمی گرایش جداسازی دارای ویژگی های زیر خواهند بود:

دانشگاه فردوسی مشهد
کمیته برنامه ریزی درسی دانشگاه

۱- سطح بالای دانش و مهارت به شکل تخصصی برای بررسی عملکرد، طراحی و مدل سازی انواع فرآیندهای جداسازی پایه

۲- توانایی انجام روش‌های نوین جداسازی نظیر غشا، جذب سطحی روی مواد نانو ساختار، جداسازی واکنشی و حذف آلاینده های زیست محیطی

۳- آشنایی با روش‌های انجام پژوهش و نحوه استفاده از آن

۴- فارغ‌التحصیلان گرایش جداسازی قادر به درک و تحلیل اصول مهندسی شیمی و پدیده‌های انتقال و مسلط به طراحی فرآیندهای جداسازی هستند و اصول پژوهش در زمینه فرآیندهای جداسازی نوین و کاربردی را فرا گرفته‌اند.

طول دوره و شکل نظام:

شکل نظام آموزشی در این برنامه به صورت ترمی-واحدی خواهد بود و به شیوه آموزشی-پژوهشی، ارائه می‌شود. طول دوره ۴ نیمسال می‌باشد که شامل واحدهای نظری، سمینار و پایان‌نامه می‌باشد. هر نیمسال تحصیلی ۱۶ هفته و ۲ هفته امتحان پایانی خواهد بود. در این دوره دانشجویان تحصیلات تکمیلی موظفند علاوه بر یادگیری دروس نظری و تئوریک، قابلیت‌های خود را در زمینه موضوعات مهندسی شیمی جداسازی با گذراندن واحد پایان‌نامه پرورش دهند. حداقل طول دوره با احتساب پایان‌نامه ۳ نیم سال و حداکثر آن ۶ نیم سال خواهد بود.

تعداد و نوع واحدها درسی:

تعداد کل واحدهای لازم برای گذراندن این مجموعه ۳۲ واحد آموزشی-پژوهشی می‌باشد. واحدهای آموزشی شامل ۴ درس تخصصی (۱۲ واحد) و ۴ درس اختیاری (۱۲ واحد) است. دروس اختیاری با توجه به سوابق آموزشی دانشجو و پروژه تعریف شده و بوسیله‌ی اساتید راهنما تعیین می‌شود. تعداد واحدهای پژوهشی ۸ واحد است که ۲ واحد آن به شکل سمینار مشتمل بر مطالعات نظری، مروری بر کارهای انجام شده و تهیه پیشنهاد پژوهشی در ارتباط با موضوع پروژه می‌باشد و ۶ واحد آن اختصاص به پایان‌نامه دارد.

شرایط و ضوابط ورود به دوره:

شرایط عمومی و مصوب شورای عالی برنامه‌ریزی

جنسیت: زن و مرد

رشته‌ها و دوره‌های کارشناسی مورد قبول: تمامی رشته‌های کارشناسی

تبصره: دانشکده مهندسی شیمی هر دانشگاه می‌تواند برای پذیرفته شدگان غیر از مهندسی شیمی با توجه به نیاز آن‌ها

دبیرخانه شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه

دروس پیش نیاز و جبرانی از دروس دوره کارشناسی مهندسی شیمی را پیش‌بینی نماید ولی تعداد کل آن‌ها نبایستی از ۱۸ واحد افزایش پیدا کند.

آزمون اختصاصی: آزمون طبق آئین نامه‌های مصوب وزارت علوم و فناوری انجام می‌گیرد.

فصل دوم:

واحدهای درسی و جداول دروس

جدول۱- دروس تخصصی

ردیف	نام درس	تعداد واحد			تعداد ساعات			پیشنیاز/ همنیاز
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع	
۱	ترمودینامیک پیشرفته	۳	۰	۳	۴۸	۰	۴۸	-
	سینتیک و طراحی راکتور پیشرفته							-
۲	انتقال جرم پیشرفته	۳	۰	۳	۴۸	۰	۴۸	-
۳	مکانیک سیالات پیشرفته	۳	۰	۳	۴۸	۰	۴۸	-
۴	ریاضیات مهندسی پیشرفته	۳	۰	۳	۴۸	۰	۴۸	-
	محاسبات عددی پیشرفته							-
جمع کل		۱۲	۰	۱۲	۱۹۲	۰	۱۹۲	-

* دانشجویان از بین دو درس ترمودینامیک پیشرفته و سینتیک و طراحی راکتور پیشرفته باید با صلاحدید استاد راهنما یک درس را به عنوان درس اصلی انتخاب کنند. در مورد دو درس ریاضیات مهندسی پیشرفته و محاسبات عددی پیشرفته نیز دانشجویان موظف به انتخاب یک درس به عنوان درس اصلی هستند.

جدول۲- دروس اختیاری

ردیف	نام درس	تعداد واحد			تعداد ساعات			پیشنیاز/ همنیاز
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع	
۱	انتقال حرارت پیشرفته	۳	۰	۳	۴۸	۰	۴۸	-
۲	فرآیندهای جداسازی غشایی	۳	۰	۳	۴۸	۰	۴۸	-
۳	روش‌های خاص جداسازی	۳	۰	۳	۴۸	۰	۴۸	-
۴	طراحی آزمایش و آمار کاربردی	۳	۰	۳	۴۸	۰	۴۸	-
۵	شبیه سازی فرآیندها	۳	۰	۳	۴۸	۰	۴۸	-
۶	جداسازی چند جزئی	۳	۰	۳	۴۸	۰	۴۸	-
۷	طراحی واحدهای تصفیه آب و پساب	۳	۰	۳	۴۸	۰	۴۸	-
۸	بهینه سازی	۳	۰	۳	۴۸	۰	۴۸	-

شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه

۹	دروس اصلی ردیف ۱ و ۴ جدول ۱ که گذرانده نشده است	۳	۰	۳	۴۸	۰	۴۸	-
جمع کل		۳۰	۰	۳۰	۴۸۰	۰	۴۸۰	

فصل سوم

سرفصل دروس

مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی) : **ترمودینامیک پیشرفته**			
عنوان درس (انگلیسی) : **Advanced Thermodynamics**			
نوع درس: تخصصی	پیشنیاز: دارد ◯	ندارد ●	عنوان پیشنیاز: -
تعداد واحد: ۳	نوع واحد : نظری		تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس:

آموزش مبانی و ترمودینامیک مولکولی و کاربرد ترمودینامیک کلاسیک و مولکولی در پیش بینی تعادلات فازی سیالات

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

دانشجو با گذراندن این درس دانش تعادلات فازی و نحوه‌ی محاسبات شرایط تعادلی یک سیستم چند فازی را می‌آموزند.

سرفصل درس:

- **مروری بر قوانین و فرضیه‌های ترمودینامیک کلاسیک**
  - قوانین اول، دوم و سوم ترمودینامیک
  - فرضیه‌های ترمودینامیک از دیدگاه کالن (Callen)
- **ترمودینامیک کلاسیک تعادلات فازی**
  - کاربرد ترمودینامیک در تعادلات فاری
  - سامانه‌های هموژنه بسته، سامانه‌های هموژنه باز
  - تعادل در سامانه‌های بسته ناهمگن
  - معادله گیبز – دوهم
  - قانون فاز
  - پتانسیل شیمیایی (Chemical Potential)
  - تعاریف فیوگاسیته و اکتیویته
- **خواص ترمودینامیکی از داده‌های حجمی**

شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه

- خواصی 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

- **مقدمه‌ای 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

- **فیوگاسیته مخلوط‌های گازی**
- قانون لوییس - فیوگاسیته - معادله حالت ویریال
- محاسبه ضرایب ویریال از توابع انرژی پتانسیل 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 ایده‌آل
- روابط اساسی توابع مازاد، اکتیویته، و ضرایب اکتیویته
- نرمالیزه نمودن ضرایب اکتیویته
- ضرایب اکتیویته محلول های دو جزئی با استفاده از توابع مازاد گیبز
- کاربرد معادله گیبز - دو هم برای به دست آوردن ضرایب اکتیویته
- سازگاری داده‌های آزمایشگاهی
- معرفی معادلات ویلسون، NRTL و UNIQUAC
- توابع مازاد و امتزاج جزئی

- **تئوری‌های محلول‌ها**
- تئوری ون لار

شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه

- 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 در مایعات
  - حلالیت گازها در مخلوط حلال‌ها
  - حلالیت جامدات در مایعات
- **ترمودینامیک الکترولیت‌ها**
- **تقطیر آزئوتروپیک**
- **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
- **جدایش فازی (Phase Separation)**

روش یاددهی- یادگیری:

استاد: استفاده از رش توضیحی جهت ارائه اطلاعات، نگرش‌ها و مهارت‌ها در ارتباط با محتوای درس

دانشجو:مشارکت فعال در مباحث کلاس و انجام تکالیف

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۱۰	٪۳۰	٪۶۰	–

تجهیزات و امکانات مورد نیاز:

کلاس مجهز به رایانه و ویدئو پروژکتور

شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه

فهرست منابع:

[۱]. Prausnitz, John M., Rudiger N. Lichtenthaler, and Edmundo Gomes de Azevedo (۱۹۹۸). *Molecular thermodynamics of fluid-phase equilibria*, 3rd Edition. Prentice Hall.

[۲]. Israelachvili, J. N. (2011). *Intermolecular and surface forces*. Academic press.

[۳]. Sandler, S. I. (2017). *Chemical, biochemical, and engineering thermodynamics*. John Wiley & Sons.

[۴]. Kontogeorgis, G. M., & Folas, G. K. (2009). *Thermodynamic models for industrial applications: from classical and advanced mixing rules to association theories*. John Wiley & Sons.

[۵]. Tester, Jefferson W., and Michael Modell (1997). *Thermodynamics and its Applications*, 3rd Edition. Prentice Hall PTR.

شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه

مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی) : **سینتیک و طراحی راکتور پیشرفته**			
عنوان درس (انگلیسی) : **Advanced Kinetics and Reactor Design**			
نوع درس: تخصصی	پیشنیاز: دارد ◯	ندارد ●	عنوان پیشنیاز: -
تعداد واحد: ۳	نوع واحد : نظری		تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس:

آموزش مبانی سینتیک شیمیایی و طراحی راکتور، توسعه معادلات و حل آن‌ها برای راکتورهای دارای شرایط متفاوت.

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

دانشجو با گذراندن این درس توانایی تعیین مدل ریاضی یک راکتور شیمیایی را پیدا می‌کند.

سرفصل درس:

- **مروری بر سینتیک واکنش‌ها و طراحی راکتور تک فاز**
- **اثرات فشار و دما در راکتورها**
  - وابستگی سرعت واکنش به دما
  - درجه حرارت بهینه برای راکتورهای هم دما
  - اثرات فشار
- **مدل‌های توزیع زمان اقامت (RTD) در راکتورها**
  - مدل‌های پراکندگی
  - جریان آرام و مدل‌های همرفتی
  - مدل‌های مخازن سری
  - مدل‌های چند پارامتری
  - اثر جداسازی مایع بر رفتار راکتور
- **راکتورهای ناپایدار**
  - حالت گذر در راکتورهای مخلوط
  - راکتورهای لوله‌ای و غیره
- **سینتیک واکنش‌های چند فازی**

شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه

- **بررسی واکنش‌های چند فازی در راکتورهای ایده‌آل و غیر ایده آل**
- **طرح راکتور ناهمگن: کاتالیزورهای هتروژن**
- **مسائل ویژه در طراحی راکتور: واکنش‌های بیوشیمیایی، واکنش‌های پلیمریزاسیون و غیره**

روش یاددهی- یادگیری:

استاد: استفاده از رش توضیحی جهت ارائه اطلاعات، نگرش‌ها و مهارت‌ها در ارتباط با محتوای درس

دانشجو:مشارکت فعال در مباحث کلاس و انجام تکالیف

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۲۵	٪۳۰	٪۴۵	–

تجهیزات و امکانات مورد نیاز:

کلاس مجهز به رایانه و ویدئو پروژکتور

فهرست منابع:

[1]. Octave Levenspiel (1998). *Chemical reaction engineering*, 3rd Edition. John Wiley & Sons.

[2]. Fogler, H. Scott (1999). *Elements of chemical reaction engineering*. Prentice-Hall International Inc.

[3]. Smith, J. M. (1991). *Chemical engineering kinetics*, 2nd Edition. McGraw-Hill.

[4]. Missen, R. W., Mims, C. A., & Saville, B. A. (1999). *Introduction to chemical reaction engineering and kinetics*. J. Wiley.

[5]. Westerterp, K. R., Van Swaaij, W. P. M., Beenackers, A. A. C. M., & Kramers, H. (1987). *Chemical reactor design and operation*. Wiley.

[6]. Bischoff, K. B. (1990). *Chemical reactor analysis and design*, 2nd Edition. John Wiley & Sons Inc.

شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه

مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی) : **انتقال جرم پیشرفته**			
عنوان درس (انگلیسی) : **Advanced Mass Transfer**			
نوع درس: تخصصی	پیشنیاز: دارد ◯	ندارد ●	عنوان پیشنیاز: –
تعداد واحد: ۳	نوع واحد : نظری		تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس:

آشنایی با مبانی تئوری انتقال جرم و تعیین شرایط مرزی جهت حل مسائل انتقال جرم با استفاده از مبانی تئوری به منظور طراحی واحدهای عملیاتی.

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

دانشجو با گذراندن این درس توانایی تحلیل و پیش بینی رفتار مواد در فرآیندهای جداسازی و نحوه نفوذ در یکدیگر را بدست می‌آورد.

سرفصل درس:

- مروری بر نفوذ مولکولی
- نفوذ در لایه ساکن
- نفوذ متقابل
- نفوذ پایدار و ناپایدار در سیستم کارتزین
- نفوذ پایدار و ناپایدار در سیستم استوانه‌ای
- نفوذ پایدار و ناپایدار در سیستم کروی
- انتقال جرم در فیلم ریزان
- انتقال جرم همراه با حرکت سیال روی صفحه‌ی افقی
- انتقال جرم همراه با حرکت سیال روی سطح شیبدار
- انتقال جرم در جریان طبیعی از صفحه عمودی
- انتقال جرم همراه با واکنش شیمیایی
- جذب گاز بر روی لایه ساکن یا لایه جریان آرام

شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه

- انتقال جرم در بسترهای پرشده
- معادلات انتقال جرم در محیط‌های متخلخل و چگال
- مکانیسمهای انتقال جرم در غشا
- مکانیسم‌های ترکیبی عبور از غشا
- معادلات اساسی انتقال جرم از درون غشا

روش یاددهی- یادگیری:

استاد: استفاده از رش توضیحی جهت ارائه اطلاعات، نگرش‌ها و مهارت‌ها در ارتباط با محتوای درس

دانشجو:مشارکت فعال در مباحث کلاس و انجام تکالیف

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۱۰	٪۳۰	٪۶۰	–

تجهیزات و امکانات مورد نیاز:

کلاس مجهز به رایانه و ویدئو پروژکتور

فهرست منابع:

[1]. Skelland, Anthony Harold Peter (1974). *Diffusional mass transfer*. New York: Wiley.

[2]. Treybal R. E. (1980). *Mass Transfer Operations*, 3rd Edition. McGraw-Hill.

[3]. Bird, R. Byron, Warren E. Stewart, and Edwin N. Lightfoot (2007). *Transport phenomena*. John Wiley & Sons.

[4]. Sherwood, T. K., Pigford, R. L., & Wilke, C. R. (1975). *Mass transfer*. McGraw-Hill.

شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه

مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی) : **مکانیک سیالات پیشرفته**			
عنوان درس (انگلیسی) : **Advanced Fluid Mechanics**			
نوع درس: تخصصی	پیشنیاز: دارد ◯	ندارد ●	عنوان پیشنیاز: -
تعداد واحد: ۳	نوع واحد : نظری		تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس:

کسب توانمندی در توسعه و بکارگیری قوانین بقای اندازه حرکت بصورت دیفرانسیلی در جریان سیالات دو و سه بعدی برای یافتن توزیع سرعت و فشار

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

دانشجو با گذراندن این درس توانایی محاسبه توزیع سرعت و فشار در یک جریان سیال را بدست می‌آورد.

سرفصل درس:

- **سینماتیک**
  - Streamlines, Streaklines and Pathline
  - مختصات اولری (Eulerian) و لاگرانژی (Lagrangian)
  - تئوری انتقالی رینولدز (Reynolds Transport Theory)
- **معادلات اساسی مکانیک سیالات**
  - معادله پیوستگی
  - توابع جریان در مختصات کارتزین، استوانه‌ای و کروی
  - معادله حرکت
  - معادله انرژی
  - معادله برنولی
- **معادله ناویه استوکس (Navier-Stokes)**
- **آنالیز ابعادی و مشابه سازی**
- **جریان سیالات با عدد رینولدز پایین**
  - معادله استوکس (Stokes)

دانشگاه زنجان
شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه

- تقریب جریان خزنده (Creeping)

- **جریان پتانسیل دو بعدی و سه بعدی**
- **تئوری لایه مرزی**
  - تعریف ضخامت لایه مرزی
  - معادلات لایه مرزی
  - جریان در یک صفحه مسطح (آرام و آشفته)
  - جدایی لایه مرزی
- **جریان آشفته**
  - توزیع سرعت در جریان آشفته
  - نظریه طول اختلاط پرندتل
- **سیالات غیر نیوتونی**
  - نقش رئولوژی در مکانیک سیالات پیوسته
  - تشیم بندی رفتار سیالات
  - وابستگی سیالات غیر نیوتونی به زمان

روش یاددهی- یادگیری:

استاد: استفاده از رش توضیحی جهت ارائه اطلاعات، نگرش‌ها و مهارت‌ها در ارتباط با محتوای درس

دانشجو:مشارکت فعال در مباحث کلاس و انجام تکالیف

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۲۵	٪۳۰	٪۴۵	–

تجهیزات و امکانات مورد نیاز:

کلاس مجهز به رایانه و ویدئو پروژکتور

فهرست منابع:

[1]. White, F. M. (1991). *Viscous fluid flow*. McGraw-Hill International Editions, New York.

[2]. Bird, R. Byron, Warren E. Stewart, and Edwin N. Lightfoot (2007). *Transport phenomena*. John Wiley & Sons.

برنامه ریزی درسی

[3]. *Hinze, J. O. (1959). Turbulence: An introduction to its mechanisms and theory. Mechanical Engineering*.

[4]. Schlichting, H. (1968). *Boundary Layer Theory*, 6th Edition. McGraw-Hill.

[5]. Streeter, V. L., Wylie, E. B., & Bedford, K. W. (1998). *Fluid mechanics*. McGraw-Hill.

شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه

مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی) : **ریاضیات مهندسی پیشرفته**			
عنوان درس (انگلیسی) : **Advanced Engineering Mathematic**			
نوع درس: تخصصی	پیشنیاز: دارد ◯	ندارد ●	عنوان پیشنیاز: -
تعداد واحد: ۳	نوع واحد : نظری		تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس:

فراگیری روش‌های پیشرفته ریاضیات تحلیلی در عملیات برداری و تنسوری و نیز حل معادلات دیفرانسیل پاره‌ای حاصل از بکارگیری قوانین فیزیکی حاکم بر پدیده‌های مختلف موجود در سیستم‌های مهندسی شیمی .

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

دانشجو با گذراندن این درس توانایی محاسبه و حل مدل‌های ریاضی فرآیندهای مهندسی شیمی را بدست می‌آورد.

سرفصل درس:

- **مروری بر ماتریس‌ها**
- **معادلات دیفرانسیل عادی، خاص و حل بعضی از فرم‌های معادلات دیفرانسیل غیرخطی**
- **حل دستگاه معادلات دیفرانسیل معمولی**
- **مرور بر خواص و حل معادلات دیفرانسیل خاص با ضرایب متغیر**
  - معادله بسل لژاندر، لاگر، هرمیت و ..
  - بسط به سری متعامد
- **حل معادلات دیفرانسیل پاره‌ای**
  - تفکیک متغیرها
  - ترکیب متغیرها
  - تبدیل لاپلاس
  - تبدیل فوریه
  - تبدیل هنکل
- **اعداد مختلط و قضایای مربوطه، محاسبه انتگرال‌های حقیقی با محاسبه معکوس تبدیل لاپلاس و نگاشت همدیس**

دانشگاه آزاد اسلامی شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه

- **حساب تغییرات**

روش یاددهی- یادگیری:

استاد: استفاده از رش توضیحی جهت ارائه اطلاعات، نگرش‌ها و مهارت‌ها در ارتباط با محتوای درس

دانشجو:مشارکت فعال در مباحث کلاس و انجام تکالیف

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۲۰	٪۳۰	٪۵۰	–

تجهیزات و امکانات مورد نیاز:

کلاس مجهز به رایانه و ویدئو پروژکتور

فهرست منابع:

[1]. Burden & Faires, I. T. P (1998). *Numerical Methods*, 2nd Edition.

[2]. Gerald and Wheatly (1999). *Applied Numerical Analysis*, 6th Edition. Addison Wesely Longman.

[3]. P. Wers, D. L. (1987). *Boundary Value Problems*, 3rd Edition. Academic Press.

[4]. Trim, D. W. (1990). *Applied partial differential equations.* Boston, MA: PWS-Kent Publishing Company.

شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه

مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی) : **محاسبات عددی پیشرفته**			
عنوان درس (انگلیسی) : **Advanced Numerical Analysis**			
نوع درس: تخصصی	پیشنیاز: دارد ○	ندارد ●	عنوان پیشنیاز: -
تعداد واحد: ۳	نوع واحد : نظری		تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس:

آموزش روش‌های محاسباتی برای حل عددی مسائل مهندسی شیمی.

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

دانشجو با گذراندن این درس توانایی حل مدل‌های ریاضی پیچیده‌ی فرآیندهای مهندسی شیمی را بدست می‌آورد.

سرفصل درس:

- **خلاصه‌ای از مسائل اولیه**
  - تخمین و خطا
  - سیستم معادلات جبری خطی
  - تقسیم بندی معادلات
- **حل معادلات دیفرانسیل خطی**
  - روش گوسین
  - روش گوس جردن
  - سامانه‌های سه قطری
  - روش معکوس ماتریس‌ها
- **تکنیک‌های تجزیه ماتریس**
- **دستکاری ماتریس Sparse**
  - کاربرد ماتریس Sparse در پدیده‌های انتقال و جداسازی
- **معادلات غیر خطی**
  - خلاصه‌ای از تکنیک‌های اولیه برای حل یک معادله غیر خطی
  - محاسبه ریشه‌های حقیقی و مختلط یک چند جمله‌ای

شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه

- سیستم معادلات جبری غیرخطی

- **تکنیک‌های انتگرال گیری، مشتق گیری و درون‌یابی عددی**
  - خلاصه‌ای از تکنیک‌های درون‌یابی معمولی
  - مدلسازی و برازش داده‌ها
  - روش‌های درون یابی چند جمله‌ای
  - روش مکعب Spline
  - نیوتون رافسون
  - عملگرهای مختلف
  - مشتق‌گیری و درون‌یابی عددی با استفاده از عملگرهای مختلف
  - روش‌های انتگرال‌گیری Quadrature
- **روش تفاوت محدود (Finite Difference Method)**
  - روش‌های بسط معادلات (Discretization)
  - روش‌های Shooting
  - روش‌های Relaxation
  - مش بندی (Grid Spacing)
  - روش‌های صریح و ضمنی
- **روش المان‌های محدود (Finite Element Method)**
  - روش گالرکین (Galerkin)
  - روش باقیمانده‌های وزنی (Weighted Residuals)
  - روش Collocation
  - روش Moment
  - روش‌های بسط معادلات (Discretization)
  - روش صریح و ضمنی
- **معادله دیفرانسیل معمولی (ODE)**
  - روش‌های چند مرحله‌ای
  - سیستم ODE و Stiff ODE
  - روش‌های Multi Value
  - روش‌های Orthogonal Collocation برای ODE

شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه

- **معادله دیفرانسیل جزئی (PDE)**
  - انواع مختلف PDE
  - حل PDE با استفاده از تفاضل محدود
  - حل PDE با استفاده از Orthogonal Collocation
- **روش‌های عددی در شبیه‌سازی مولکولی**

روش یاددهی- یادگیری:

استاد: استفاده از رش توضیحی جهت ارائه اطلاعات، نگرش‌ها و مهارت‌ها در ارتباط با محتوای درس

دانشجو:مشارکت فعال در مباحث کلاس و انجام تکالیف

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۱۰	٪۲۵	٪۶۵	–

تجهیزات و امکانات مورد نیاز:

کلاس مجهز به رایانه و ویدئو پروژکتور

فهرست منابع:

[1]. Golub, G. H., & Van Loan, C. F. (1996). Matrix computations 3rd edition The John Hopkins University Press. Baltimore, MD.

[2]. Wesseling, P. (2009). Principles of computational fluid dynamics. Springer Science & Business Media.

[3]. Press, et al. (1992). Numerical Recipes (the art of scientific computing), 2nd Edition.

[4]. Gill, P. E., Murray, W., & Wright, M. H. (1981). Practical optimization.

[5]. Michalewicz, Z. Genetic Algorithms, Data Structures & Evolution Programs, 1992.

[6]. Constantinides, A., & Mostoufi, N. (1999). Numerical Methods for Chemical Engineers with MATLAB Applications with Cdrom. Prentice Hall PTR.

[7]. Lapidus, L., & Pinder, G. F. (2011). Numerical solution of partial differential equations in science and engineering. John Wiley & Sons.

شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه

مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی) : **انتقال حرارت پیشرفته**			
عنوان درس (انگلیسی) : **Advanced Heat Transfer**			
نوع درس: اختیاری	پیشنیاز: دارد ◯	ندارد ●	عنوان پیشنیاز: -
تعداد واحد: ۳	نوع واحد : نظری		تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس:

افزایش توان دانشجویان در مدلسازی ریاضی و تحلیل انتقال حرارت در واحدهای عملیاتی مختلف استخراج و کاربری معادلات موازنه انرژی در مختصات مختلف، آشنائی با مفاهیم و اهمیت نسبی هر یک از ترم‌های معادلات و نهایتاً تحلیل منطبق بر درک دقیق پدیده انتقال حرارت از نیازهای اساسی در افزایش قابلیت یاد شده

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

دانشجو با گذراندن این درس توانایی محاسبه توزیع دما در تجهیزات را بدست می‌آورد.

سرفصل 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 چایدار یک بعدی هدایت
  - ترموکوپل اصل انطباق
  - سری‌های توانی
  - تابع بسل و خواص آن
  - سطوح توسعه یافته (پره‌ها، پره‌های میخی و مارپیچ)

شورای برنامه ریزی درسی

- **انتقال حرارت دوبعدی و سه بعدی در حالت پایدار**
  - جداسازی متغیرها
  - توابع ارتوگونال
  - مسائل ارزش مرزی
  - مسائل ارزش مشخصه اورتوگونالیته
  - تابع مشخصه
  - بسط یک تابع در یک سری تابع ارتوگونال
  - سری فوریه
  - حالت دو بعدی استوانه‌ای پایدار
  - حل به روش سری فوریه
  - حالت سه بعدی پایدار
- **انتقال حرارت در حالت ناپایدار – روش تبدیل لاپلاس**
- **انتقال حرارت جابجایی**
  - بدست آوردن معادلات انرژی، مومنتوم و پیوستگی
  - معادلات انرژی، مومنتوم و پیوستگی در لایه مرزی
  - جابجایی اجباری در جریان آرام
  - حل مسائل از طریق مشابهت
  - جابجایی اجباری در جریان درهم

روش یاددهی- یادگیری:

استاد: استفاده از رش توضیحی جهت ارائه اطلاعات، نگرش‌ها و مهارت‌ها در ارتباط با محتوای درس

دانشجو:مشارکت فعال در مباحث کلاس و انجام تکالیف

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۱۰	٪۳۰	٪۶۰	–

شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه دانشگاه زنجان

تجهیزات و امکانات مورد نیاز:

کلاس مجهز به رایانه و ویدئو پروژکتور

فهرست منابع:

[1]. Bird, R. Byron, Warren E. Stewart, and Edwin N. Lightfoot (2007). *Transport phenomena*. John Wiley & Sons.

[2]. Arpaci, Vedat S., and Poul Scheel Larsen (1984). *Convection heat transfer*. Prentice Hall.

[3]. Arpaci, Vedat S. (1966). *Conduction heat transfer*.

[4]. Holman, J. P. (1986). *Heat transfer*. McGraw–Hill.

شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه

مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی) : **فرآیندهای جداسازی غشایی**			
عنوان درس (انگلیسی) : **Membrane Separation Processes**			
نوع درس: اختیاری	پیشنیاز: دارد ○	ندارد ●	عنوان پیشنیاز: -
تعداد واحد: ۳	نوع واحد : نظری		تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس:

آشنایی دانشجویان تحصیلات تکمیلی با مبحث مهم و کاربردی جداسازی غشایی

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

انتظار می‌رود که با توجه به سرفصل‌های ارائه شده، گذراندن این درس پایه‌های تئوری لازم را برای دانشجویان جهت انجام تحقیقات پیشرفته در خصوص جداسازی غشایی فراهم سازد.

سرفصل درس:

- مقدمه‌ای بر جداسازی غشایی
- جنس غشا
- ساختار و پیکربندی غشا
- تمیزکردن شیمیایی غشا
- روش‌های آماده سازی غشاهای معدنی
- روش‌های آماده سازی غشاهای پلیمری
- مشخصه یابی غشا
- فرآیندهای غشایی با نیرومحرکه اختلاف فشار
- فرآیند دیالیز و الکترودیالیز
- تراوش تبخیری، جداسازی گاز و غشا مایع
- طراحی و محاسبات واحدهای میکروفیلتراسیون
- طراحی و محاسبات واحدهای اولترافیلتراسیون
- طراحی و محاسبات واحدهای نانوفیلتراسیون

دانشگاه زنجان
شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه

- طراحی و محاسبات واحدهای میکروفیلتراسیون
- طراحی و محاسبات واحدهای اسمز معکوس
- طراحی و محاسبات واحدهای تراوش تبخیری
- طراحی و محاسبات واحدهای جداسازی گاز

روش یاددهی- یادگیری:

استاد: استفاده از رش توضیحی جهت ارائه اطلاعات، نگرش‌ها و مهارت‌ها در ارتباط با محتوای درس

دانشجو:مشارکت فعال در مباحث کلاس و انجام تکالیف

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	٪۳۰	٪۵۰	٪۲۰

تجهیزات و امکانات مورد نیاز:

کلاس مجهز به رایانه و ویدئو پروژکتور

فهرست منابع:

[1]. Baker, R. W. (2004). Membrane technology and applications. Membrane Technology. Wiley.

[2]. Mulder, J. (2012). Basic principles of membrane technology. Springer Science & Business Media.

[3]. Li, N. N., Fane, A. G., Ho, W. W., & Matsuura, T. (Eds.). (2011). Advanced membrane technology and applications. John Wiley & Sons.

[4]. Strathmann, H., Giorno, L., & Drioli, E. (2011). Introduction to membrane science and technology. Weinheim: Wiley-VCH.

[5]. Schäfer, A. I., Fane, A. G., & Waite, T. D. (Eds.). (2005). Nanofiltration: principles and applications. Elsevier.

[6]. Journal of Membrane Science (Elsevier)

شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه

مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی) : **روش‌های خاص جداسازی**			
عنوان درس (انگلیسی) : **Special Separation Processes**			
نوع درس: اختیاری	پیشنیاز: دارد ◯	ندارد ●	عنوان پیشنیاز: -
تعداد واحد: ۳	نوع واحد : نظری		تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس:

آشنایی دانشجویان با روش‌های جداسازی که در مباحث درسی کمتر مورد بررسی قرار گرفته است.

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

انتظار می‌رود که با توجه به سرفصل‌های ارائه شده، دانشجویان با روش‌های جداسازی خاصی که در سایر دروس مهندسی شیمی به آن‌ها کمتر پرداخته می‌شود آشنا شوند.

سرفصل درس:

- مقدمه‌ای بر جذب و جاذب
- اصول اولیه تعادل جذب مواد خالص
- ایزوترم جذب و توزیع اندازه حفره
- جذب چند جزئی
- تعادل جذب هتروژن
- سینتیک جذب، نفوذ و جذب در محیط متخلخل
- جاذب‌های کربنی صنعتی و تکنیک‌های تولید آن‌ها
- تکنیک‌های مشخصه یابی
- استخراج سیال فوق بحرانی
- فرآیندهای جداسازی جامدات
- استخراج با آب فوق داغ
- تقطیر غشایی
- تقطیر نوسان فشاری

شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه

روش یاددهی- یادگیری:

استاد: استفاده از رش توضیحی جهت ارائه اطلاعات، نگرش‌ها و مهارت‌ها در ارتباط با محتوای درس دانشجو:مشارکت فعال در مباحث کلاس و انجام تکالیف

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	٪۳۰	٪۴۰	٪۳۰

تجهیزات و امکانات مورد نیاز

کلاس مجهز به رایانه و ویدئو پروژکتور

فهرست منابع:

[1]. *Do, D. D. (1998). Adsorption analysis: equilibria and kinetics (Vol. 2, pp. 1-18). London: Imperial college press.*

[2]. Ruthven, D. M. (1984). *Principles of adsorption and adsorption processes*. John Wiley & Sons.

[3]. Yang, R. T. (2003). *Adsorbents: fundamentals and applications*. John Wiley & Sons.

[4]. Lowell, S., Shields, J. E., Thomas, M. A., & Thommes, M. (2012). *Characterization of porous solids and powders: surface area, pore size and density*. Springer Science & Business Media.

[5]. Gregg, S., & Sing, K. (1982). *Adsorption, Surface Area and Porosity*. Academic, New York.

[6]. Allen, T. (2013). *Particle size measurement*. Springer.

[7]. Xu, R. (2001). *Particle characterization: light scattering methods*. Springer Science & Business Media.

[8]. Podczeck, F. (1998). *Particle-particle adhesion in pharmaceutical powder handling*. Imperial College Pr.

[9]. ASTM Committee E-29 on Particle and Spray Characterization. (1998). *Manual on Test Sieving Methods (ASTM Manual Series, Manual 32)*. ASTM.

[10]. King, C. J. (2013). *Separation processes*. Courier Corporation.

[11]. Rousseau, E. R. W. (2009). *Handbook of separation process technology*. John Wiley & Sons.

[12]. Schweitzer (1998). *Handbook of Separation Technology for Chemical Engineering.*

[13]. Seader, J. D., Henley, E. J., & Roper, D. K. (1998). *Separation process principles.*

مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی) : **طراحی آزمایش و آمار کاربردی**			
عنوان درس (انگلیسی) : **Experiment Design and Applied Statistics**			
نوع درس: اختیاری	پیشنیاز: دارد ◯	ندارد ●	عنوان پیشنیاز: -
تعداد واحد: ۳	نوع واحد : نظری		تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس:

آشنا نمودن دانشجویان با مفاهیم آمار و آنالیز آماری داده‌ها، مطالعه روش‌های طراحی آماری آزمایش و پیش‌بینی نتایج بر اساس روش‌های آماری و در مجموع ارتقای مهارت دانشجویان در طراحی صحیح آزمایش‌ها و تحلیل مناسب نتایج.

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

انتظار می‌رود که با توجه به سرفصل‌های ارائه شده، دانشجویان بتوانند با طراحی کمترین تعداد آزمایش بهترین پیش بینی را برای یک فرآیند انجام دهند.

سرفصل درس:

- مقدمه
- تعاریف
- آمار توصیفی
- احتمال و توزیع احتمال
- نظریه حد مرکزی
- تخمین
- آزمون فرض
- برازش خطی ساده
- برازش خطی چندگانه
- آزمایش با یک عامل
- مقدمه ای بر طراحی فاکتوریل
- طراحی فاکتوریل

شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه

- طراحی فاکتوریل جزئی
- روش سطح پاسخ
- طرح های انبوه و تقسیم شده
- برازش غیر خطی
- طراحی به کمک نرم افزار

روش یاددهی- یادگیری:

استاد: استفاده از رش توضیحی جهت ارائه اطلاعات، نگرش‌ها و مهارت‌ها در ارتباط با محتوای درس

دانشجو:مشارکت فعال در مباحث کلاس و انجام تکالیف

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۲۰	٪۳۰	٪۵۰	–

تجهیزات و امکانات مورد نیاز:

کلاس مجهز به رایانه و ویدئو پروژکتور

فهرست منابع:

[1]. Montgomery, D. C. (2001). *Design and analysis of experiments.* John wiley & sons.

[2]. Ryan, T. P., & Morgan, J. P. (2007). *Modern experimental design.*

[3]. D. C. Montgomery, G. C. Runger (2011). *Applied Statistics and Probability for Engineering'*, 5th Edition. John Wiley & Sons.

[4]. Roy, R. K. (1990). *A primer on the Taguchi method.* Society of Manufacturing Engineers.

شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه

مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی) : **شبیه سازی فرایندها**			
عنوان درس (انگلیسی) : **Simulation of Processes**			
نوع درس: اختیاری	پیشنیاز: دارد ◯	ندارد ●	عنوان پیشنیاز: -
تعداد واحد: ۳	نوع واحد : نظری		تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس:

آشنایی دانشجویان با روش‌های مدل‌سازی و شبیه سازی تجهیزات در یک فرآیند شیمیایی

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

انتظار می‌رود که با دانشجویان بتوانند با استفاده از نرم افزارهای مهندسی شیمی رفتار تجهیزات و فرایند را پیش بینی کنند.

سرفصل درس:

- **مقدمه**
  - تعاریف و کاربردهای مدل‌سازی و شبیه‌سازی
  - روش‌های عددی حل معادلات جبری
- **مدل‌سازی و شبیه‌سازی راکتورهای شیمیایی**
  - راکتورهای ناپیوسته
  - راکتورهای پیوسته
  - راکتورهای با بستر ثابت کاتالیستی
  - بیوراکتورها
- **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

شورای برنامه ریزی درسی

- کوره‌های پالایشگاهی
- دیگ‌های بخار

- **مدل‌سازی مبدل‌های حرارتی**
  - مبدل‌های پوسته و لوله
  - مبدل‌های دو لوله
  - مبدل‌های پرشده با بستر ثابت و متحرک

روش یاددهی- یادگیری:

استاد: استفاده از رش توضیحی جهت ارائه اطلاعات، نگرش‌ها و مهارت‌ها در ارتباط با محتوای درس

دانشجو:مشارکت فعال در مباحث کلاس و انجام تکالیف

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۴۰	٪۲۰	٪۴۰	–

تجهیزات و امکانات مورد نیاز:

کلاس مجهز به رایانه و ویدئو پروژکتور

فهرست منابع:

[1]. Jana, A. K. (2018). *Chemical process modelling and computer simulation.* PHI Learning Pvt. Ltd.

[2]. Boyadjiev, C. (2010). *Theoretical Chemical Engineering: Modeling and Simulation.* Springer Science & Business Media.

[3]. Dobre, T. G., & Marcano, J. G. S. (2007). *Chemical engineering: Modeling, simulation and similitude.* John Wiley & Sons.

[4]. Babu, B. V. (2004). *Process plant simulation*. Oxford University Press, USA.

شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه

مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی) : **جداسازی چند جزئی**			
عنوان درس (انگلیسی) : **Multicomponent Separation**			
نوع درس: اختیاری	پیشنیاز: دارد ◯	ندارد ●	عنوان پیشنیاز: -
تعداد واحد: ۳	نوع واحد : نظری		تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس:

آشنایی دانشجویان با عملیات جداسازی و روش‌های آن در سیستم‌های چند جزئی

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

انتظار می‌رود که با دانشجویان بتوانند برای یک سیستم چند جزئی بهترین روش جداسازی رو انتخاب و طراحی نمایند.

سرفصل درس:

- **مفاهیم اساسی**
- **توضیحات کلی انواع فرآیندهای جداسازی**
  - تبخیر
  - تقطیر
  - استخراج و ...
- **ترمودینامیک عملیات جداسازی**
  - مدل‌های مورد استفاده برای تعادل‌ها در تعادل‌های فازی
- **مفاهیم نفوذ و انتقال جرم**
- **مختصری از فرآیندهای جداسازی دو جزئی**
  - جذب
  - دفع
  - تبخیر
  - تقطیر
  - استخراج
  - خشک کردن
  - تبلور

دانشگاه شیراز
شیرازی برنامه ریزی درسی دانشگاه

- **فرآیندهای جداسازی چند جزئی**
- **روش‌های تقریبی جداسازی چند جزئی**
  - جذب
  - دفع
  - استخراج و ...
- **روش‌های دقیق جداسازی در تقطیر**
  - نرم افزارهای مورد استفاده
- **مدل‌های مبتنی بر تعادل در تقطیر چند جزئی**
- **مدل‌های مبتنی بر سرعت در تقطیر چند جزئی**
- **تقطیر ناپیوسته**
- **جداسازی غشایی**

روش یاددهی- یادگیری:

استاد: استفاده از رش توضیحی جهت ارائه اطلاعات، نگرش‌ها و مهارت‌ها در ارتباط با محتوای درس

دانشجو:مشارکت فعال در مباحث کلاس و انجام تکالیف

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۱۰	٪۳۰	٪۵۰	٪۱۰

تجهیزات و امکانات مورد نیاز:

کلاس مجهز به رایانه و ویدئو پروژکتور

فهرست منابع:

[1]. Poole, C. F., Cooke, M., & Wilson, I. D. (2000). *Encyclopedia of Separation science.*

[2]. Khoury, F. M. (2004). *Multistage separation processes*. CRC Press.

[3]. Jean-Pierre Wauquier. *Petroleum Refining Volume 2: Separation Processes.*

[4]. Svarovsky, L. (2001). *Introduction to solid-liquid separation.*

[5]. Thomas, W. J., & Crittenden, B. D. (1998). *Adsorption technology and design.* Butterworth-Heinemann.

[6]. Seader, J. D., Henley, E. J., & Roper, D. K. (1998). *Separation process principles.*

شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه

مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی) : **طراحی واحدهای تصفیه آب و پساب**			
عنوان درس (انگلیسی) : **Design of Water and Wastewater Treatment Units**			
نوع درس: اختیاری	پیشنیاز: دارد ◯	ندارد ●	عنوان پیشنیاز: -
تعداد واحد: ۳	نوع واحد : نظری		تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس:

آشنایی با خصوصیات آب و آشنایی با روش‌های متداول و پیشرفته تصفیه آب‌های صنعتی و طراحی واحدهای تصفیه آب و پساب.

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

دانشجویان پس از گذراندن این درس قادر خواهند بود تا با توجه به نتایج آنالیز آب و پساب روش مناسب برای تصفیه را انتخاب و طراحی نمایند.

سرفصل درس:

- **آب**
  - مقدمه‌ای بر اهمیت آب، منابع آن و موارد مصرف
  - گزارش آنالیز آب
  - تکنولوژی تصفیه آب‌های صنعتی
  - تصفیه فیزیکی و مقدماتی
  - حذف مواد معلق و حذف مواد کلوئیدی
  - تصفیه شیمیایی
  - رسوب دادن شیمیایی
  - روش‌های پیشرفته تصفیه آب
  - تعویض کننده یونی و تهیه آب خالص
  - تصفیه آب به روش اسمز معکوس
  - تصفیه آب به روش الکترو دیالیز

شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه

- ضدعفونی کردن آب، کاربرد اوزون و فرابنفش در تصفیه آب

- **پساب**
  - تعریف مفاهیم اولیه
  - معرفی پساب و انواع آن
  - مشخصات پساب
  - استانداردهای زیست محیطی
  - تصفیه فیزیکی
  - آشغال گیری
  - دانه گیری
  - متعادل سازی
  - شناور سازی
  - ته نشینی
  - تصفیه زیستی
  - اصول تصفیه بیولوژیکی هوازی و بی هوازی
  - تعیین ضرایب بیو سینتیکی
  - انواع راکتورهای بیولوژیکی
  - فرآیندهای بیولوژیکی
- **فرآیند جداسازی غشایی**
  - طراحی واحدهای میکرو، اولترا و نانو فیلتراسیون
  - طراحی واحدهای اسمز معکوس
  - طراحی واحدهای الکترو دیالیز
- **سامانه‌های متداول تصفیه بیولوژیکی**
  - برکه تثبیت
  - لاگون با هوادهی
  - لجن فعال
  - صافی چکنده
  - بسترهای چرخنده بیولوژیکی
- راکتورهای بی‌هوازی تصفیه پساب

شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه

- **تصفیه نهایی (پیشرفته)**
  - گندزدایی
  - حذف ازت و فسفر
  - زدایش مواد معلق و تخم انگل
  - زدایش مواد غیر قابل تجزیه بیولوژیکی
- **تصفیه لجن مازاد**
  - مشخصات لجن
  - مقدار لجن مازاد
  - تشریح فرآیندهای تغلیظ

روش یاددهی- یادگیری:

استاد: استفاده از رش توضیحی جهت ارائه اطلاعات، نگرش‌ها و مهارت‌ها در ارتباط با محتوای درس

دانشجو:مشارکت فعال در مباحث کلاس و انجام تکالیف

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۱۰	٪۲۵	٪۵۰	٪۱۵

تجهیزات و امکانات مورد نیاز:

کلاس مجهز به رایانه و ویدئو پروژکتور

فهرست منابع:

[1]. Davis, M. L., & Cornwell, D. A. (2008). *Introduction to environmental engineering*. McGraw-Hill Companies.

[2]. Metcalf & Eddy, Burton, F. L., Stensel, H. D., & Tchobanoglous, G. (2003). *Wastewater engineering: treatment and reuse.* McGraw Hill.

شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه

مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی) : **بهینه سازی**			
عنوان درس (انگلیسی) : **Optimization**			
نوع درس:اختیاری	پیشنیاز: دارد ◯	ندارد ●	عنوان پیشنیاز: -
تعداد واحد: ۳	نوع واحد : نظری		تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس:

ایجاد مهارت کافی در دانشجویان در بهینه سازی مسائل مهندسی شیمی

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

مطالب ارائه شده در این درس کمک خواهد کرد تا دانشجویان بتوانند بر مبنای مدل‌سازی، تعریف تابع هدف و یافتن روشی جهت بهینه سازی استاتیکی و دینامیکی عمل کنند.

سرفصل درس:

- مقدمه‌ای بر فرمولاسیون بهینه سازی
- مروری بر ریاضیاتی که دانست آن‌ها برای بهینه سازی ضروری است.
- روش‌های بهینه سازی استاتیکی بدون اعمال قید
- روش‌های بهینه سازی استاتیکی با اعمال قید
- بهینه‌سازی دینامیکی، Variational approach
- کاربرد و مطالعه موردی
- مباحث پیشرفته

روش یاددهی- یادگیری:

استاد: استفاده از رش توضیحی جهت ارائه اطلاعات، نگرش‌ها و مهارت‌ها در ارتباط با محتوای درس

دانشجو:مشارکت فعال در مباحث کلاس و انجام تکالیف

شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۱۰	٪۳۰	٪۵۰	٪۱۰

تجهیزات و امکانات مورد نیاز:

کلاس مجهز به رایانه و ویدئو پروژکتور

فهرست منابع:

[1]. Rao, S. S., & Rao, S. S. (2009). *Engineering optimization: theory and practice.* John Wiley & Sons.

[2]. Edgar, T. F., Himmelblau, D. M., & Lasdon, L. S. (2001). *Optimization of chemical processes.* McGraw-Hill.

[3]. Denn, M. M. (1969*). Optimization by variational methods*. McGraw Hill, NY.

[4]. Pontryagin, L. S., Boltyanskii, V. G., Gamkrelidze, R. V., & Mishchenko, E. (1962). *The mathematical theory of optimal processes (International series of monographs in pure and applied mathematics).* Interscience, New York.

[5]. Pike, R. W. (1986). *Optimization for engineering systems*. Van Nostrand Reinhold Company.

[6]. Wright, S., & Nocedal, J. (1999). *Numerical optimization.* Springer Science.

فصل چهارم:

جدول ترم بندی دروس

ترم:اول

ردیف	نام درس	تعداد واحد			پیشنیاز / همنیاز
		نظری	عملی	جمع	
۱	ترمودینامیک پیشرفته	۳	–	۳	-
	سینتیک و طراحی راکتور پیشرفته				-
۲	محاسبات عددی پیشرفته	۳	–	۳	-
	ریاضیات مهندسی پیشرفته				–
۳	مکانیک سیالات پیشرفته	۳	–	۳	–
۴	یک درس اختیاری	۳	–	۳	-
جمع کل		**۱۲**	**–**	**۱۲**	

ترم:دوم

ردیف	نام درس	تعداد واحد			پیشنیاز / همنیاز
		نظری	عملی	جمع	
۱	انتقال جرم پیشرفته	۳	–	۳	–
۲	یک درس اختیاری	۳	–	۳	-
۳	یک درس اختیاری	۳	–	۳	-
۴	یک درس اختیاری	۳	–	۳	-
جمع کل		**۱۲**	**–**	**۱۲**	

شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه
دانشگاه آزاد اسلامی

ترم:سوم

ردیف	نام درس	تعداد واحد			پیشنیاز/ همنیاز
		نظری	عملی	جمع	
۱	سمینار	-	۲	۲	-
۲	پایان نامه	-	۶	۶	-
جمع کل		-	۸	۸	

ترم:چهارم

ردیف	نام درس	تعداد واحد			پیشنیاز/ همنیاز
		نظری	عملی	جمع	
۱	پایان نامه	-	۶	۶	-
جمع کل		-	۶	۶	