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

فهرست مطالب

مشخصات کلی دوره تحصیلات تکمیلی ۲

فصل اول: برنامه و عناوین رشته‌های مهندسی شیمی ۲

۱-۱- دوره کارشناسی ارشد ۳

۱-۱-۱- دوره کارشناسی ارشد مهندسی شیمی (۱۱ گرایش) ۳

تعریف و هدف ۳

اهمیت و اولویت تاسیس دوره ۳

ارتباط دوره با سایر دوره‌ها ۳

شرایط پذیرش دانشجو ۳

طول دوره و برنامه آموزشی و تحقیقی ۴

نحوه اخذ واحدهای درسی در دوره کارشناسی ارشد ۴

نحوه کدگذاری ۵

دروس الزامی ۵

دروس اختیاری ۶

۱-گرایش پدیده‌های انتقال ۶

۲-گرایش پلیمر ۷

۳-گرایش ترموسینتیک و کاتالیست ۸

۴-گرایش صنایع غذایی ۹

۵-گرایش صنایع شیمیایی معدنی ۱۰

۶-گرایش طراحی فرایند ۱۱

۷-گرایش فرایندهای جداسازی ۱۲

۸-گرایش فرآوری و انتقال گاز ۱۳

۹-گرایش محیط زیست ۱۴

۱۰-گرایش مدل‌سازی، شبیه‌سازی و کنترل ۱۵

۱۱-گرایش نانوفناوری ۱۶

۱-۱-۲- دوره کارشناسی ارشد مهندسی شیمی-بیوتکنولوژی ۱۷

مقدمه ۱۷

تعریف و اهداف ۱۷

مدرک کارشناسی داوطلبان ۱۸

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای برنامه‌ریزی آموزش عالی

دروس جبرانی ۱۹
دروس الزامی ۲۰
دروس اختیاری ۲۱
سمینار ۲۱
پایان نامه ۲۱
۱-۱-۳- دوره کارشناسی ارشد مهندسی شیمی-زیست پزشکی ۲۲
مقدمه ۲۲
تعریف و اهداف دوره ۲۳
آزمون ورودی ۲۳
مدرک کارشناسی داوطلبان ۲۳
دروس جبرانی ۲۴
دروس الزامی ۲۴
دروس اختیاری ۲۵
سمینار ۲۵
پایان نامه ۲۵
۱-۱-۴- دوره کارشناسی ارشد مهندسی انرژی ۲۶
تعریف و هدف ۲۶
اهمیت و اولویت تاسیس دوره ۲۶
نقش و توانایی ۲۷
ارتباط دوره با سایر دوره‌های کارشناسی ارشد ۲۸
شرایط پذیرش دانشجو ۲۸
طول دوره و برنامه آموزشی و تحقیقی ۲۹
سمینار ۲۹
پایان نامه ۳۰
دروس جبرانی ۳۰
دروس الزامی ۳۱
دروس اختیاری ۳۲
۱-۲- دوره دکتری ۳۳
۱-۲-۱- دوره دکتری مهندسی شیمی ۳۳
تعریف و هدف ۳۳
نقش و توانایی ۳۳

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
برنامه ریزی آموزشی

شرایط پذرش دانشجو..... ۳۳
طول دوره و شکل نظام..... ۳۴
مرحله آموزشی..... ۳۴
ارزیابی جامع آموزشی و تحقیقی..... ۳۴
مرحله تدوین رساله..... ۳۴
دروس الزامی..... ۳۵
دروس اختیاری..... ۳۷
۱-۲-۲- دوره دکتری مهندسی شیمی-بیوتکنولوژی..... ۳۸
تعریف و هدف..... ۳۸
نقش و توانایی..... ۳۸
شرایط پذرش دانشجو..... ۳۸
طول دوره و شکل نظام..... ۳۹
مرحله آموزشی..... ۳۹
ارزیابی جامع آموزشی و تحقیقی..... ۳۹
مرحله تدوین رساله..... ۴۰
دروس الزامی..... ۴۱
دروس اختیاری..... ۴۱

فصل دوم: سرفصل دروس ۴۲

۲-۱- سرفصل دروس رشته مهندسی شیمی..... ۴۳
ترمودینامیک پیشرفته ChE۴۰۱۰۱..... ۴۳
طراحی راکتور پیشرفته ChE۴۰۱۰۲..... ۴۵
ریاضیات مهندسی پیشرفته ChE۴۰۱۰۳..... ۴۷
محاسبات عددی پیشرفته ChE۴۰۱۰۴..... ۴۹
مکانیک سیالات پیشرفته ChE۴۰۱۰۵..... ۵۱
انتقال حرارت پیشرفته ChE۴۰۱۰۶..... ۵۳
انتقال جرم پیشرفته ChE۴۰۱۰۷..... ۵۵
پدیده‌های انتقال در محیط‌های متخلخل ChE۴۰۲۰۱..... ۵۷
انتقال جرم چند جزئی ChE۴۰۲۰۲..... ۵۸
مدل‌سازی و مشابه سازی ChE۴۰۲۰۳..... ۵۹
بهینه‌سازی ChE۴۰۲۰۴..... ۶۰

دفتر توسعه علوم و تحقیقات و فناوری
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

شیمی-فیزیک پیشرفته پلیمرها ChE۴۰۳۰۱ ..... ۶۲
رئولوژی پیشرفته پلیمرها ChE۴۰۳۰۲ ..... ۶۴
مهندسی فرایندهای پلیمریزاسیون ChE۴۰۳۰۳ ..... ۶۸
ساختار و خواص فیزیکی و مکانیکی پلیمرها ChE۴۰۳۰۴ ..... ۷۱
فرایندهای شکل‌دهی پلیمرها ChE۴۰۳۰۵ ..... ۷۳
طراحی و تکنولوژی قطعات لاستیکی ChE۴۰۳۰۶ ..... ۷۶
پلاستیک‌های تقویت شده با الیاف (کامپوزیت) ChE۴۰۳۰۷ ..... ۷۹
پدیده‌های انتقال در سامانه‌های پلیمری ChE۴۰۳۰۸ ..... ۸۱
هویت شناسی پیشرفته پلیمرها ChE۴۰۳۰۹ ..... ۸۳
خواص مهندسی پلیمرها ChE۴۰۳۱۰ ..... ۶۶
ترمودینامیک محلول‌های الکترولیت ChE۴۰۴۰۱ ..... ۸۷
مدل‌سازی ترمودینامیکی سامانه‌های خاص ChE۴۰۴۰۲ ..... ۸۹
ترمودینامک آماری ChE۴۰۴۰۳ ..... ۹۱
ترمودینامیک محلول‌های غیر ایده‌آل ChE۴۰۴۰۴ ..... ۹۱
پدیده‌های انتقال در صنایع غذایی ChE۴۰۵۰۱ ..... ۹۲
طراحی عملیات فرایندهای صنایع غذایی ChE۴۰۵۰۲ ..... ۹۳
رئولوژی مواد غذایی ChE۴۰۵۰۳ ..... ۹۵
فرایندهای پیشرفته مواد غذایی ChE۴۰۵۰۴ ..... ۹۷
بیوتکنولوژی غذایی ChE۴۰۵۰۵ ..... ۹۸
میکروبیولوژی صنعتی و فرایندهای تخمیر ChE۴۰۵۰۶ ..... ۹۹
بسته بندی مواد غذایی ChE۴۰۵۰۷ ..... ۱۰۰
افزودنی‌ها، آلایندها و سموم مواد غذایی ChE۴۰۵۰۸ ..... ۱۰۱
آمار در فرایندهای مهندسی شیمی ChE۴۰۵۰۹ ..... ۱۰۳
تصفیه آب و فاضلاب صنایع غذایی ChE۴۰۵۱۰ ..... ۱۰۴
جداسازی پیشرفته در صنایع غذایی ChE۴۰۵۱۱ ..... ۱۰۵
فناوری آنزیم‌ها ChE۴۰۵۱۲ ..... ۱۰۶
مدل‌سازی و شبیه‌سازی در صنایع غذایی ChE۴۰۵۱۳ ..... ۱۰۷
اندازه‌گیری و ابزارهای دقیق در صنایع غذایی ChE۴۰۵۱۴ ..... ۱۰۸
روش‌های پیشرفته نگهداری مواد غذایی ChE۴۰۵۱۵ ..... ۱۰۹
آزمایشگاه تکمیلی فرایندهای غذایی ChE۴۰۵۱۶ ..... ۱۱۰
طراحی ماشین آلات صنایع غذایی ChE۴۰۵۱۷ ..... ۱۱۱

دارای اعتبار علمی پژوهشی برنامه ریزی آموزش علوم، تحقیقات و فناوری

روش‌های شناسایی و آنالیز مواد معدنی ChE۴۰۶۰۱ ..... ۱۱۱
طراحی آزمایش‌ها و آمار کاربردی ChE۴۰۶۰۲ ..... ۱۱۳
فناوری چسباننده‌های معدنی ChE۴۰۶۰۳ ..... ۱۱۵
فناوری صنایع شیمیایی معدنی ChE۴۰۶۰۴ ..... ۱۱۷
گرمایش و سرمایش در صنایع شیمیایی معدنی ChE۴۰۶۰۵ ..... ۱۱۹
نانو مواد معدنی ChE۴۰۶۰۶ ..... ۱۲۱
طراحی تجهیزات فرآیندی ChE۴۰۷۰۱ ..... ۱۲۳
طراحی پایه و تفصیلی فرآیندهای شیمیایی ChE۴۰۷۰۲ ..... ۱۲۵
بازیافت انرژی در فرایندهای شیمیایی ChE۴۰۷۰۳ ..... ۱۲۷
آنالیز اکسرژی فرآیندهای شیمیایی ChE۴۰۷۰۴ ..... ۱۲۹
بهینه‌سازی ChE۴۰۷۰۵ ..... ۱۲۹
افزایش مقیاس در فرآیندهای شیمیایی ChE۴۰۷۰۶ ..... ۱۳۳
مدل‌سازی و شبیه‌سازی فرایندهای شیمیایی ChE۴۰۷۰۷ ..... ۱۳۵
ایمنی درصنایع شیمیایی ChE۴۰۷۰۸ ..... ۱۳۷
استانداردسازی ChE۴۰۷۰۹ ..... ۱۳۹
کارآفرینی ChE۴۰۷۱۰ ..... ۱۴۱
پدیده‌های خشک کردن ChE۴۰۸۰۱ ..... ۱۴۵
فرایندهای جذب سطحی پیشرفته ChE۴۰۸۰۲ ..... ۱۴۸
غشاها و فرایندهای غشایی ChE۴۰۸۰۳ ..... ۱۵۱
پدیده‌های سطحی ChE۴۰۸۰۴ ..... ۱۵۳
تبلورسازی صنعتی ChE۴۰۸۰۵ ..... ۱۵۵
طراحی و شبیه‌سازی فرایندها صنعت گاز ChE۴۰۹۰۱ ..... ۱۶۰
عملیات فرآوری، انتقال و توزیع ChE۴۰۹۰۲ ..... ۱۶۲
دینامیک گازها ChE۴۰۹۰۳ ..... ۱۶۴
هیدرات‌های گازی ChE۴۰۹۰۴ ..... ۱۶۶
کنترل آلودگی هوا ChE۴۱۰۰۱ ..... ۱۶۸
مدیریت پسماندهای جامد ChE۴۱۰۰۲ ..... ۱۷۰
بیوتکنولوژی زیست محیطی ChE۴۱۰۰۳ ..... ۱۷۱
تصفیه آب و فاضلاب ChE۴۱۰۰۴ ..... ۱۷۲
کاربرد هوش مصنوعی در مهندسی شیمی ChE۴۱۱۰۱ ..... ۱۷۴
کنترل غیر خطی فرایندهای شیمیایی ChE۴۱۱۰۲ ..... ۱۷۶

دفتر برنامه‌ریزی آموزش علوم، تحقیقات و فناوری

کنترل تطبیقی ChE۴۱۱۰۳ ..... ۱۷۸
کنترل دیجیتال ChE۴۱۱۰۴ ..... ۱۸۰
کنترل مدرن و بهینه ChE۴۱۱۰۵ ..... ۱۸۲
پدیده‌های انتقال در نانوفناوری ChE۴۱۲۰۱ ..... ۱۸۴
مکانیک کوانتوم ChE۴۱۲۰۲ ..... ۱۸۶
ترمودینامیک آماری ChE۴۱۲۰۳ ..... ۱۸۷
پدیده‌های سطحی در مقیاس نانو ChE۴۱۲۰۴ ..... ۱۸۸
شبیه‌سازی مولکولی ChE۴۱۲۰۵ ..... ۱۸۹
مقدمه ای بر نانوفناوری ChE۴۱۲۰۶ ..... ۱۹۰
شیمی و فناوری نانو ChE۴۱۲۰۷ ..... ۱۹۲
ساخت و کاربرد نانو ChE۴۰۵۰۸ ..... ۱۹۳
روش‌های اندازه‌گیری در مقیاس نانو ChE۴۱۲۰۹ ..... ۱۹۴
۲-۲- سرفصل دروس رشته مهندسی شیمی-بیوتکنولوژی ۱۹۵
آزمایشگاه میکروبیولوژی و بیوشیمی ChEB۴۱۰۱ ..... ۱۹۵
میکروبیولوژی عمومی ChEB۴۱۰۲ ..... ۱۹۷
بیوشیمی عمومی ChEB۴۱۰۳ ..... ۱۹۹
مبانی ژنتیک مولکولی ChEB۴۱۰۴ ..... ۲۰۱
مقدمه ای بر بیوتکنولوژی ChEB۴۱۰۵ ..... ۲۰۳
پدیده‌های انتقال ChEB۴۱۰۶ ..... ۲۰۵
موازنه انرژی و مواد ChEB۴۱۰۷ ..... ۲۰۷
سینتیک و طراحی راکتور ChEB۴۱۰۸ ..... ۲۰۸
پدیده‌های انتقال در سامانه‌های زیستی ChEB۴۱۰۹ ..... ۲۱۰
سینتیک و طراحی بیوراکتور ChEB۴۱۱۰ ..... ۲۱۲
بازیافت و جداسازی مواد زیستی ChEB۴۱۱۱ ..... ۲۱۳
میکروبیولوژی صنعتی ChEB۴۱۱۲ ..... ۲۱۵
ریاضیات مهندسی پیشرفته ChEB۴۱۱۳ ..... ۲۱۷
آزمایشگاه بیوتکنولوژی ChEB۴۱۱۴ ..... ۲۱۹
ترمودینامیک محلول‌های غیر ایده آل ChEB۴۱۱۵ ..... ۲۲۰
طراحی آماری آزمایش‌ها ChEB۴۱۱۶ ..... ۲۲۱
بیوتکنولوژی محیط زیست ChEB۴۱۱۷ ..... ۲۲۳
مدل سازی و شبیه‌سازی فرایندهای زیستی ChEB۴۱۱۸ ..... ۲۲۵

آنزیم شناسی صنعتی ChEB۴۱۱۹ ..... ۲۲۷
بیوتکنولوژی تجاری ChEB۴۱۲۰ ..... ۲۲۹
بیوتکنولوژی غذایی ChEB۴۱۲۱ ..... ۲۳۱
سوخت‌های زیستی ChEB۴۱۲۲ ..... ۲۳۳
۲-۳- سرفصل دروس رشته مهندسی شیمی-زیست‌پزشکی ۲۳۶
بیوشیمی عمومی ChEBM۴۱۰۱ ..... ۲۳۶
فیزیولوژی و آناتومی عمومی ChEBM۴۱۰۲ ..... ۲۳۸
ایمونولوژی عمومی ChEBM۴۱۰۳ ..... ۲۴۰
مهندسی پلیمر ChEBM۴۱۰۴ ..... ۲۴۲
ریاضیات مهندسی پیشرفته ChEBM۴۱۰۵ ..... ۲۴۴
ترمودینامیک سامانه‌های زیستی ChEBM۴۱۰۶ ..... ۲۴۶
پدیده‌های انتقال در سامانه‌های زیستی ChEBM۴۱۰۷ ..... ۲۴۹
سامانه‌های رهایش کنترل شده دارو ChEBM۴۱۰۸ ..... ۲۵۰
مهندسی بافت ChEBM۴۱۰۹ ..... ۲۵۱
زیست موادها ChEBM۴۱۱۰ ..... ۲۵۳
بیوراکتور ChEBM۴۱۱۱ ..... ۲۵۵
طراحی آزمایش‌ها ChEBM۴۱۱۲ ..... ۲۵۷
آزمایشگاه کشت بافت ChEBM۴۱۱۳ ..... ۲۵۹
آزمایشگاه عمومی پلیمر ChEBM۴۱۱۴ ..... ۲۶۰
۲-۴- سرفصل دروس رشته مهندسی انرژی ۲۶۱
سینتیک و طراحی راکتورهای شیمیایی ChEE۴۱۰۱ ..... ۲۶۱
انتقال جرم ChEE۴۱۰۲ ..... ۲۶۳
اخلاق حرفه ای در مهندسی شیمی ChEE۴۱۰۳ ..... ۲۶۴
طراحی مفهومی فرآیندهای شیمیایی ChEE۴۱۰۴ ..... ۲۶۵
مدل‌سازی و شبیه‌سازی فرایندهای شیمیایی ChEE۴۱۰۶ ..... ۲۶۹
انتگراسیون گرما و توان ChEE۴۱۰۷ ..... ۲۷۱
تحلیل اکسرژی ChEE۴۱۰۸ ..... ۲۷۳
بهینه سازی فرآیندهای شیمیایی ChEE۴۱۰۹ ..... ۲۷۵
سینتیک و طراحی راکتور پیشرفته ChEE۴۱۱۰ ..... ۲۷۷
شبکه‌های تبادل جرم ChEE۴۱۱۱ ..... ۲۷۹
فناوری هیدروژن و پیل سوختی ChEE۴۱۱۲ ..... ۲۸۱

انرژی و محیط زیست ChEE۴۱۱۲ ..... ۲۸۴
پدیده‌های انتقال پیشرفته ChEE۴۱۱۳ ..... ۲۸۶
طراحی آزمایش‌ها و تحلیل آماری نتایج ChEE۴۱۱۵ ..... ۲۸۸
فناوری تولید زیست سوخت‌ها ChEE۴۱۱۶ ..... ۲۹۰
ممیزی انرژی در صنایع شیمیایی ChEE۴۱۱۷ ..... ۲۹۳
بازیافت انرژی در صنایع شیمیایی ChEE۴۱۱۸ ..... ۲۹۵
سوخت و احتراق ChEE۴۱۱۹ ..... ۲۹۷
مهندسی ایمنی و تحلیل ریسک ChEE۴۱۲۰ ..... ۲۹۹

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دبیرخانه شورای برنامه‌ریزی آموزشی

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:

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای برنامه ریزی آموزش عالی

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

۲- گرایش پلیمر

جدول دروس اختیاری کارشناسی ارشد گرایش پلیمر

کد درس	عنوان درس
ChE٤٠٣٠١	شیمی-فیزیک پیشرفته پلیمرها
ChE٤٠٣٠٢	رئولوژی پیشرفته پلیمرها
ChE٤٠٣٠٣	خواص مهندسی پلیمرها
ChE٤٠٣٠٤	مهندسی فرایندهای پلیمریزاسیون
ChE٤٠٣٠٥	ساختار و خواص فیزیکی و مکانیکی پلیمرها
ChE٤٠٣٠٦	فرایندهای شکل‌دهی پلیمرها
ChE٤٠٣٠٧	طراحی و تکنولوژی قطعات لاستیکی
ChE٤٠٣٠٨	پلاستیک‌های تقویت شده با الیاف (کامپوزیت)
ChE٤٠٣٠٩	پدیده‌های انتقال در سامانه‌های پلیمری
ChE٤٠٣١٠	هویت شناسی پیشرفته پلیمرها

۳- گرایش ترموسینتیک و کاتالیست

جدول دروس اختیاری کارشناسی ارشد گرایش ترموسینتیک و کاتالیست

کد درس	عنوان درس
ChE۴۰۴۰۱	ترمودینامیک محلول‌های الکترولیت
ChE۴۰۴۰۲	مدل‌سازی ترمودینامیکی سامانه‌های خاص
ChE۴۰۴۰۳	ترمودینامک آماری
ChE۴۰۴۰۴	مهندسی احتراق پیشرفته
ChE۴۰۴۰۵	کاتالیست‌های غیرهمگن
ChE۴۰۴۰۶	طراحی راکتورهای چند فازی غیر کاتالیستی
ChE۴۰۴۰۷	طراحی و تحلیل راکتورهای بسترسیال
ChE۴۰۴۰۸	پیش بینی خواص ترمودینامیکی سیالات
ChE۴۰۴۰۹	طراحی راکتورهای کاتالیستی
ChE۴۰۸۰۴	پدیده های سطحی

۴- گرایش صنایع غذایی

جدول دروس اختیاری کارشناسی ارشد گرایش صنایع غذایی

کد درس	عنوان درس
ChE٤٠٥٠١	پدیده‌های انتقال در صنایع غذایی
ChE٤٠٥٠٢	طراحی عملیات فرایندهای صنایع غذایی
ChE٤٠٥٠٣	رئولوژی مواد غذایی
ChE٤٠٥٠٤	فرایندهای پیشرفته مواد غذایی
ChE٤٠٥٠٥	بیوتکنولوژی غذایی
ChE٤٠٥٠٦	میکروبیولوژی صنعتی و فرایندهای تخمیر
ChE٤٠٥٠٧	بسته بندی مواد غذایی
ChE٤٠٥٠٨	افزودنی‌ها، آلاینده‌ها و سموم در مواد غذایی
ChE٤٠٥٠٩	طراحی ماشین آلات صنایع غذایی
ChE٤٠٥١٠	تصفیه آب و فاضلاب صنایع غذایی
ChE٤٠٥١١	جداسازی پیشرفته در صنایع غذایی
ChE٤٠٥١٢	فناوری آنزیم‌ها
ChE٤٠٥١٣	مدل‌سازی و شبیه‌سازی در صنایع غذایی
ChE٤٠٥١٤	اندازه‌گیری و ابزار دقیق در صنایع غذایی
ChE٤٠٥١٥	روش‌های پیشرفته نگهداری مواد غذایی
ChE٤٠٥١٦	آزمایشگاه تکمیلی فرایندهای غذایی
ChE٤٠٦٠٢	طراحی آزمایش ها و تحلیل آماری نتایج

۵- گرایش صنایع شیمیایی معدنی

جدول دروس اختیاری کارشناسی ارشد گرایش صنایع شیمیایی معدنی

کد درس	عنوان درس
ChE٤٠٦٠١	روش‌های شناسایی و آنالیز مواد معدنی
ChE٤٠٦٠٢	طراحی آزمایش‌ها و تحلیل آماری نتایج
ChE٤٠٦٠٣	فناوری چسباننده‌های معدنی
ChE٤٠٦٠٤	فناوری صنایع شیمیایی معدنی
ChE٤٠٦٠٥	گرمایش و سرمایش در صنایع شیمیایی معدنی
ChE٤٠٦٠٦	نانو مواد معدنی

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

۷- گرایش فرایندهای جداسازی

جدول دروس اختیاری کارشناسی ارشد گرایش فرایندهای جداسازی

کد درس	عنوان درس
ChE٤٠٨٠١	پدیده‌های خشک کردن
ChE٤٠٨٠٢	فرایندهای جذب سطحی پیشرفته
ChE٤٠٨٠٣	غشاها و فرایندهای غشایی
ChE٤٠٨٠٤	پدیده‌های سطحی
ChE٤٠٨٠٥	تبلورسازی صنعتی
ChE٤٠٨٠٦	جداسازی چندجزئی
ChE٤٠٨٠٧	استخراج فوق بحرانی
ChE٤٠٦٠٢	طراحی آزمایش ها و تحلیل آماری نتایج

۸- گرایش فرآوری و انتقال گاز

جدول دروس اختیاری کارشناسی ارشد گرایش فرآوری و انتقال گاز

کد درس	عنوان درس
ChE٤٠٩٠١	طراحی و شبیه‌سازی فرایندهای صنعت گاز
ChE٤٠٩٠٢	عملیات فرآوری، انتقال و توزیع
ChE٤٠٩٠٣	دینامیک گاز
ChE٤٠٩٠٤	هیدرات‌های گازی

شورای برنامه ریزی آموزش عالی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

۹- گرایش محیط زیست

جدول دروس اختیاری کارشناسی ارشد گرایش محیط زیست

کد درس	عنوان درس
ChE۴۱۰۰۱	کنترل آلودگی هوا
ChE۴۱۰۰۲	مدیریت پسماندهای جامد
ChE۴۱۰۰۳	زیست‌فناوری زیست محیطی
ChE۴۱۰۰۴	تصفیه آب و فاضلاب

۱۰- گرایش مدل‌سازی، شبیه‌سازی و کنترل

جدول دروس اختیاری کارشناسی ارشد گرایش مدل‌سازی، شبیه‌سازی و کنترل

کد درس	درس
ChE٤١١٠١	کاربرد هوش مصنوعی در مهندسی شیمی
ChE٤١١٠٢	کنترل غیر خطی فرایندهای شیمیایی
ChE٤١١٠٣	کنترل تطبیقی
ChE٤١١٠٤	کنترل دیجیتال
ChE٤١١٠٥	کنترل پیشرفته و بهینه
ChE٤٠٧٠٥	بهینه سازی فرایندها
ChE٤٠٧٠٧	مدل سازی و شبیه سازی فرایندها
ChE٤٠٧١٥	دینامیک سیالات محاسباتی CFD

۱۱- گرایش نانوفناوری

جدول دروس اختیاری کارشناسی ارشد گرایش نانوفناوری

کد درس	عنوان درس
ChE٤١٢٠١	پدیده‌های انتقال در نانوفناوری
ChE٤١٢٠٢	مکانیک کوانتومی
ChE٤١٢٠٣	ترمودینامیک آماری
ChE٤١٢٠٤	پدیده‌های سطحی در مقیاس نانو
ChE٤١٢٠٥	شبیه‌سازی مولکولی
ChE٤١٢٠٦	مقدمه ای بر نانوفناوری
ChE٤١٢٠٧	شیمی و نانوفناوری
ChE٤١٢٠٨	ساخت و کاربرد نانومواد
ChE٤١٢٠٩	روش‌های اندازه‌گیری در مقیاس نانو
ChE٤١٢١٠	نانوزیست‌فناوری

۱-۱-۲- دوره کارشناسی ارشد مهندسی شیمی-بیوتکنولوژی

مقدمه

هر چند عبارت زیست فناوری (بیوتکنولوژی) برای اولین بار در سال ۱۹۱۹ از سوی یک مهندس کشاورزی مجارستانی پیشنهاد شد، لیکن مهندسی زیست فرایند به مفهوم واقعی، از سال ۱۹۴۷ همزمان با تولید صنعتی پنی سیلین به روش تخمیر غوطه ور توسط شرکت مرک و نیوبرانسویک شروع شد. سپس این توسعه در دهه‌های ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ با سیری صعودی ادامه یافت. به ویژه در دهه ۶۰ همزمان با صنعتی شدن تولید پروتئین تک یاخته (SCP)، طراحی و ساخت بیوراکتورهای بسیار عظیم آغاز شد. توسعه مهندسی زیست فرایند در طی این سال‌ها به تولید صنعتی تعداد قابل توجهی از فرآورده‌های تخمیری صنعتی منجر شد. اغلب دستاوردهای مهندسی زیست فرایندها نیز در طی دهه‌های ۵۰ تا ۷۰ حاصل شد. در اوایل دهه ۷۰ و با تکیه بر دستاوردهای دانشمندان در دو دهه قبل از آن، اولین انتقال موفقیت آمیز ژن از یک موجود زنده به موجود زنده دیگر در سال ۱۹۷۳ در آمریکا روی داد. این امر به ظهور زیست فناوری نوین منجر شد. به دنبال این موفقیت‌های حیرت انگیز دانشمندان زیست شناسی، توسعه بی حد و حصر زیست فناوری در تمامی ابعاد آغاز شد. فراورده‌های زیستی جدید، در حجم و تنوع قابل توجهی در سطح آزمایشگاه‌ها با موفقیت تولید شد. از جمله نکات بسیار با اهمیت در این مرحله تولید اقتصادی این فراورده‌ها است که با توسعه زیست فرایندها، اعم از فرایندهای پیش از تخمیر، تخمیر و پس از تخمیر و یا کشت سلولی عملی شده است. به گونه ای که تحول همه جانبه و تازه‌های علمی جدید در این رشته را به صورت هفتگی و ماهیانه شاهد هستیم.

در ایران نیز زیست فناوری در طی دهه‌های ۶۰ و ۷۰ شمسی شروع و پایه گذاری شد و برای اولین بار رشته مهندسی شیمی – بیوتکنولوژی در اوایل دهه ۷۰ شمسی در دانشکده فنی مهندسی دانشگاه تربیت مدرس تاسیس شده است.

تعریف و اهداف

مهندسی شیمی با گرایش بیوتکنولوژی از جمله زمینه‌های مهم بیوتکنولوژی است، که به کاربرد عملی ریزاندامگان‌ها، سامانه‌ها، آنزیم‌ها و فرایندهای زیستی برای ارائه خدمات به صنایع تولیدی مربوط است و اصول این رشته در برگیرندهٔ پدیده‌های انتقال در سامانه‌های زیستی، واکنش‌های زیستی، فناوری‌های آنزیمی و میکروبی، جداسازی فراورده‌های میکروبی و سلول‌های حیوانی، رفع آلودگی‌های زیست محیطی، مهندسی سوخت و ساز و سایر مباحث جدید مانند مهندسی بافت و انتقال ژن در بیوتکنولوژی است. این رشته می‌تواند در تولید بسیاری از محصولات تجاری با ارزش افزودهٔ بالا، نقش کلیدی ایفا کند. تحولات در زمینهٔ زیست شناسی مولکولی فرصت‌های زیادی را برای بشر به وجود آورده است. بهره‌برداری از این فرصت‌ها به منظور تولید انبوه و اقتصادی، نیازمند مهندسین شیمی آموزش دیده در زمینه بیوتکنولوژی است. هدف از این دوره، تربیت مهندسینی است که چنین توانایی تخصصی را داشته باشند. فارغ التحصیلان این رشته می‌توانند در وزارتخانه‌ها، مراکز تحقیقاتی و صنایع مرتبط با زمینه‌های سنتی و یا پیشرفته بیوتکنولوژی (شامل صنایع دارویی، شیمیایی و غیره)

مشغول به کار می‌شوند. با توجه به تصویب سند ملی بیوتکنولوژی کشور و توجه ویژهٔ مسئولین، لازم است به تعداد کافی از این متخصصین در کنار متخصصین علوم زیستی محض برای بهینه سازی فرایندهای موجود، ایجاد صنایع تولید محصولات سنتی و گسترش کاربردهای صنعتی بیوتکنولوژی جدید تربیت شوند. هم اکنون در کشور صنایع مختلفی شامل غذایی، تولید انرژی، استخراج معادن، محیط زیست، کشاورزی و غیره به وجود این متخصصین شدیداً نیازمند هستند.

مواد امتحانی آزمون ورودی

میکروبیولوژی و بیوشیمی عمومی

زبان عمومی و تخصصی

انتقال جرم و عملیات واحد

مکانیک سیالات و انتقال حرارت

ترمودینامیک

ریاضیات مهندسی

* *ضرایب کلیه مواد امتحانی یکسان است.*

مدرک کارشناسی داوطلبان

داوطلبان با مدرک کارشناسی مهندسی شیمی و سایر رشته‌هایی که مقررات وزارت علوم، تحقیقات و فناوری مجاز می‌داند، می‌توانند در آزمون ورودی شرکت کنند.

دروس جبرانی*

جدول دروس جبرانی کارشناسی ارشد مهندسی شیمی-بیوتکنولوژی

کد درس	عنوان درس	تعداد واحد	ساعات ارائه	پیش‌نیاز/همنیاز	نوع درس
ChEB۴۱۰۱	آزمایشگاه میکروبیولوژی و بیوشیمی	۱	۳۲	میکروبیولوژی عمومی و بیوشیمی عمومی	عملی
ChEB۴۱۰۲	میکروبیولوژی عمومی	۱	۱۶	-	نظری
ChEB۴۱۰۳	بیوشیمی عمومی	۲	۳۲	-	نظری
ChEB۴۱۰۴	مبانی ژنتیک مولکولی	۲	۳۲	-	نظری
ChEB۴۱۰۵	مقدمه ای بر بیوتکنولوژی	۲	۳۲	-	نظری
ChEB۴۱۰۶	پدیده‌های انتقال	۲	۳۲	-	نظری
ChEB۴۱۰۷	موازنه انرژی و مواد	۲	۳۲	-	نظری
ChEB۴۱۰۸	سینتیک و طراحی راکتور	۲	۳۲	-	نظری
	مجموع	۱۴			

*دروس جبرانی با توجه به نظر گروه آموزشی تا سقف ۶ واحد اخذ می‌شود.

دروس الزامی

جدول دروس الزامی کارشناسی ارشد مهندسی شیمی-بیوتکنولوژی

کد درس	عنوان درس	تعداد واحد	ساعات ارائه	پیش‌نیاز/همنیاز	نوع درس
ChEB۴۱۰۹	پدیده‌های انتقال در سامانه‌های زیستی	۳	۴۸	-	نظری
ChEB۴۱۱۰	سینتیک و طراحی بیوراکتور	۳	۴۸	-	نظری
ChEB۴۱۱۱	بازیافت و جداسازی مواد زیستی	۳	۴۸	بیوشیمی عمومی	نظری
ChEB۴۱۱۲	میکروبیولوژی صنعتی	۳	۴۸	میکروبیولوژی عمومی	نظری
ChEB۴۱۱۳	ریاضیات مهندسی پیشرفته	۳	۴۸	-	نظری
ChEB۴۱۱۴	آزمایشگاه بیوتکنولوژی	۱	۳۲	-	عملی
	مجموع	۱۶			

دروس اختیاری

جدول دروس اختیاری کارشناسی ارشد مهندسی شیمی-بیوتکنولوژی

کد درس	عنوان درس	تعداد واحد	ساعات ارائه	پیش‌نیاز/همنیاز	نوع درس
ChEB۴۱۱۵	ترمودینامیک محلول‌های غیر ایده آل	۳	۴۸	-	نظری
ChEB۴۱۱۶	طراحی آماری آزمایش‌ها	۳	۴۸	-	نظری
ChEB۴۱۱۷	بیوتکنولوژی محیط زیست	۳	۴۸	-	نظری
ChEB۴۱۱۸	مدل سازی و شبیه‌سازی فرایندهای زیستی	۳	۴۸	-	نظری
ChEB۴۱۱۹	آنزیم شناسی صنعتی	۳	۴۸	بیوشیمی عمومی	نظری
ChEB۴۱۲۰	بیوتکنولوژی تجاری	۳	۴۸	-	نظری
ChEB۴۱۲۱	بیوتکنولوژی غذایی	۳	۴۸	-	نظری
ChEB۴۱۲۲	سوخت‌های زیستی	۳	۴۸	-	نظری

سمینار

نام درس	تعداد واحد	ساعات درس	پیشنیاز/همنیاز
سمینار	۲	۳۲	----

پایان نامه

نام درس	تعداد واحد	ساعات درس	پیشنیاز/همنیاز
پایان نامه	۶	---	----

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دفتر برنامه ریزی آموزش عالی

۱-۱-۳- دوره کارشناسی ارشد مهندسی شیمی-زیست پزشکی

مقدمه

تاریخچه مهندسی پزشکی به سال‌ها پیش برمی‌گردد. رازی (۹۲۳- ۸۵۰ میلادی) و بوعلی سینا (۱۰۳۷- ۹۸۰ میلادی) با قرار دادن پوششی روی دارو، عملکرد آن را مؤثر کردند. لئوناردو داوینچی (۱۵۱۸- ۱۴۵۲ میلادی) با تأکید خاص بر آناتومی، مبانی حرکت استخوان‌ها و ماهیچه‌ها را مورد بررسی قرار داد. ویلیامهاروی (۱۶۵۷- ۱۵۷۸ میلادی) سامانه گردش خون در بدن و عملکرد قلب به عنوان یک پمپ را مورد مطالعه قرار داد. سیلویوس (۱۶۷۲-۱۶۱۴ میلادی) بررسی‌های زیادی روی خواص شیمیایی مایعات بدن انجام داد و بر این اعتقاد بود که فعالیت‌های بدن بر مبانی شیمیایی استوار است.

هیلز (۱۷۶۱-۱۶۷۷ میلادی) با کار بر روی دینامیک سامانه گردش خون، سرعت و فشار خون در نقاط مختلف بدن را به دست آورد. نخستین دستگاه کلیه مصنوعی توسط ایبل، رونتر و ترنر (۱۹۱۳ میلادی) برای سگ ساخته شد و ۳۰ سال بعد برای انسان مورد بهره برداری کلینیکی قرار گرفت. نخستین دستگاه ریه مصنوعی در سال ۱۹۵۰ مورد بررسی قرار گرفت و در سال ۱۹۶۰ دریچه‌های قلب مصنوعی به جهان عرضه شد. همزمان با فعالیت‌های فوق الذکر و به دنبال آن‌ها، هر روزه افق‌های نوینی در دنیای مهندسی پزشکی گشایش یافته، راه حل‌هایی برای شناسایی و درمان موثر بسیاری از امراض ارائه داده می شود.

در این بین، مهندسی شیمی با ارائه سامانه‌های کنترل انتقال دارو توانسته است روشی ارائه کند که سرعت آزاد شدن دارو در بدن را بهینه نموده، اثرهای نامطلوب جانبی را کاهش داده، دارو را در نقاط عمل متمرکز کرده و لذا روش درمان را موثرتر نماید. اندام‌های مصنوعی مرتبط با مهندسی شیمی نظیر دریچه قلب مصنوعی، شنت‌های مورد استفاده در بدن، لنزهای چشمی، کلیه مصنوعی، ریه مصنوعی و کبد مصنوعی می‌توانند در موارد لزوم جایگزین اندام‌های طبیعی شوند و نقش آن‌ها را ایفا کنند. مهندسی بافت که شاخه‌ای از مهندسی شیمی است می‌تواند به طریقی بافت‌های معیوب بدن را ترمیم کرده، روش‌هایی برای درمان برخی از امراض ارائه داده و دستگاه‌های مورد استفاده در بدن را سازگار با بدن نماید. در نهایت با کمک مهندسی شیمی و مدل‌سازی بدن، می توان پدیده‌هایی را که در بدن رخ می دهد شناسایی کرده، عامل بسیاری از بیماری‌ها را تعیین نموده و روش‌های درمان موثرتری را ارائه نمود.

در ایران، رشته مهندسی پزشکی در سال ۱۳۷۷ برای اولین بار به صورت زیرمجموعه‌ای از مهندسی شیمی در دانشکده مهندسی شیمی و نفت دانشگاه صنعتی شریف برای مقطع کارشناسی ارشد و از سال ۱۳۷۸ برای مقطع دکتری ارائه شده است. با توجه به پیشرفت سریع این رشته در دنیا و نیاز روزافزون جامعه به متخصصان آن، ضرورت تأسیس این رشته در سایر دانشگاه‌ها به شدت احساس می شود. لذا پیشنهاد می شود تا گروه مهندسی پزشکی، به عنوان یک شاخه جدید در بخش مهندسی شیمی ایجاد شود.

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

تعریف و اهداف دوره

مهندسی شیمی-زیست پزشکی فصل مشترک رشته‌های مهندسی و پزشکی بوده و در واقع کاربرد رشته‌های متفاوت مهندسی در پزشکی است. این کاربردها می تواند در قالب مهندسی شیمی، مهندسی برق، مهندسی مکانیک و مهندسی مواد در پزشکی مطرح شود. در تمامی گرایش‌های فوق سعی بر این است تا با نگرشی مهندسی بر فرآیندهای بدن، سامانه‌ی را طراحی کرد که بتواند جایگزین اندام خاصی از بدن شود و یا اینکه با مدل کردن رفتار طبیعی بدن، امراضی را که بر اثر اختلال رفتاری اندام خاصی به وجود می آیند کشف و مداوا کرد. از دیگر اهداف مهندسی پزشکی، ساخت دستگاه‌هایی است که با روش‌های گوناگون، تشخیص بیماری را آسان کرده و یا با ارایه سامانه‌هایی، درمان را عملی و یا موثرتر نماید. بدیهی است که برای رسیدن به اهداف بالا، افزون بر آشنایی با مسائل فیزیولوژی و آناتومی، لازم است بر اصول مهندسی در سامانه‌های زنده و بدن انسان نیز کاملاً مسلط بود. در این بین، مهندسین شیمی با توجه به آشنایی با مفاهیمی همچون پدیده‌های انتقال جرم، حرارت و سیالات، ترمودینامیک، ترموسینتیک و خواص مهندسی پلیمرها، از پیشینه علمی قویتری جهت به کارگیری آن‌ها در راستای اهداف مهندسی پزشکی برخوردار می باشند. از جمله مهمترین کاربردهای مهندسی شیمی در پزشکی می توان به چهار گروه: سامانه‌های کنترل انتقال دارو در بدن، مدل‌سازی بدن، ساخت اندام‌های مصنوعی و مهندسی بافت اشاره نمود. هدف از این دوره تربیت مهندسینی است که چنین توانایی‌های تخصصی را داشته باشند. فارغ‌التحصیلان این رشته می‌توانند در وزارتخانه‌ها، مراکز تحقیقاتی و صنایع مرتبط با زمینه‌های سنتی یا پیشرفته پزشکی مشغول به کار شوند.

آزمون ورودی

داوطلبان این رشته از طریق آزمون عمومی کارشناسی ارشد مهندسی شیمی و کارشناسی ارشد مهندسی پلیمر گزینش می‌شوند.

مدرک کارشناسی داوطلبان

داوطلبان با مدرک کارشناسی مهندسی شیمی و سایر رشته‌هایی که مقررات وزارت علوم، تحقیقات و فناوری مجاز می داند، می‌توانند در آزمون ورودی شرکت نمایند.

دروس جبرانی*

دروس جبرانی رشته مهندسی شیمی – زیست پزشکی

کد درس	نام درس	تعداد واحد	ساعات درس	پیشنیاز
ChEBM۴۱۰۱	بیوشیمی عمومی	۲	۳۲	
ChEBM۴۱۰۲	فیزیولوژی و آنانومی	۲	۳۲	
ChEBM۴۱۰۳	ایمونولوژی عمومی	۲	۳۲	

* از دروس جبرانی بنا به نظر گروه آموزشی تا سقف ۶ واحد اخذ می‌شود.

دروس الزامی

دروس الزامی رشته مهندسی شیمی – زیست پزشکی

کد درس	نام درس	تعداد واحد	ساعات درس	پیشنیاز
ChEBM۴۱۰۴	مهندسی پلیمر	۳	۴۸	
ChEBM۴۱۰۵	ریاضیات مهندسی پیشرفته	۳	۴۸	
ChEBM۴۱۰۶	زیست مواد	۳	۴۸	
ChEBM۴۱۰۷	پدیده‌های انتقال در سامانه‌های زیستی	۳	۴۸	

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

دروس اختیاری

دروس اختیاری رشته مهندسی شیمی – زیست پزشکی

کد درس	نام درس	تعداد واحد	ساعات درس	پیشنیاز
ChEBM۴۱۰۸	سامانه‌های رهایش کنترل شده دارو	۳	۴۸	
ChEBM۴۱۰۹	مهندسی بافت	۳	۴۸	
ChEBM۴۱۱۰	ترمودینامیک سامانه‌های زیستی	۳	۴۸	
ChEBM۴۱۱۱	بیوراکتور	۳	۴۸	
ChEBM۴۱۱۲	طراحی آزمایش‌ها	۳	۴۸	
ChEBM۴۱۱۳	آزمایشگاه کشت بافت	۱	۱۶	
ChEBM۴۱۱۴	آزمایشگاه عمومی پلیمر	۱	۱۶	

سمینار

نام درس	تعداد واحد	ساعات درس	پیشنیاز/همنیاز
سمینار	۲	۳۲	----

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای برنامه ریزی آموزش عالی

پایان نامه

نام درس	تعداد واحد	ساعات درس	پیشنیاز/همنیاز
پایان نامه	۶	---	----

۱-۱-۴- دوره کارشناسی ارشد مهندسی انرژی

تعریف و هدف

برنامه آموزشی و تحقیقاتی کارشناسی ارشد "مهندسی انرژی" که یکی از رشته‌های مهندسی شیمی می‌باشد مشتمل بر دروس نظری پیشرفته و پایان نامه تحقیقی در یکی از موضوعات مربوط به آن است. هدف از ارایه این رشته تربیت کارشناسان ارشد آزموده برای طراحی فرایندهای شیمیایی جدید و بهینه‌سازی فرایندهای شیمیایی موجود در زمینه مدیریت مصرف انرژی می باشد.

فراگیران از طریق آشنایی با اصول مهندسی انرژی مرتبط با فرآیندهای شیمیایی در سطح پیشرفته و با تحقیق در یکی از موضوعات این رشته قادر خواهند بود پاسخگوی نیازهای صنایع شیمیایی و تحقیقاتی کشور در زمینه‌های متنوع و مختلف تحقیقاتی به ویژه طراحی واحدهای شیمیایی و فناوری‌های مرتبط باشند.

اهمیت و اولویت تاسیس دوره

بخش انرژی در ایران دارای اهمیت ویژه ای است. از یک طرف صادارت انرژی اولیه مهمترین منبع کسب درآمد ارزی کشور است و از سوی دیگر، انرژی به عنوان یک عامل تولید در فرآیندهای تولیدی و خدماتی مورد نیاز می باشد. روند فزاینده مصرف انرژی در چند دهه گذشته، پایان پذیری منابع انرژی کشور و وابستگی نظام اقتصادی به درآمدهای حاصل از صادارت انرژی سبب شده تا تحولات در بخش انرژی تاثیرات گسترده ای بر توسعه کشور داشته باشد. در حال حاضر بهره برداری بهینه از منابع و فناوری‌های انرژی، کاهش وابستگی نظام اقتصادی به بازار جهانی انرژی و گسترش کاربرد منطقی انرژی و مدیریت جریان انرژی در کلیه بخش‌های جامعه به موضوع‌های مهم اجتماعی و توسعه جامعه تبدیل شده است.

برنامه آموزشی و تحقیقاتی کارشناسی ارشد مهندسی انرژی مجموعه ای است شامل دروس نظری لازم برای تربیت متخصصین مورد نیاز در این زمینه می باشد. هدف از ارایه این رشته آن است که کارشناسان آزموده برای طراحی فرایندهای شیمیایی جدید و بهینه‌سازی فرایندهای شیمیایی موجود در زمینه مدیریت مصرف انرژی می باشد.

تداوم فعالیت‌ها در کلیه فرآیندهای تولیدی و خدماتی در جامعه با مصرف انرژی امکان پذیر است و ترکیب انرژی مفید با عوامل تولید (کار، سرمایه، مواد و دانش فنی) در بخش‌های اقتصادی و اجتماعی مجموعه فناوری تولید را شکل می دهد. الزامی بودن جریان انرژی در فرایندها و توسعه پرشتاب نظام‌های اقتصادی و اجتماعی در سده گذشته و گسترش کاربرد فناوری‌های نوین تولید سبب شده است تا مصرف انرژی در جوامع مختلف سیر صعودی داشته باشد.

روند فزاینده تقاضای انرژی از طریق گسترش سامانه‌های عرضه انرژی و بهره برداری از منابع انرژی فسیلی تأمین می شود و این امر تا پایان قرن حاضر تداوم دارد. رشد سریع مصرف انرژی و سهم بالای انرژی‌های فسیلی در تأمین انرژی مورد نیاز جوامع، تسریع امر پایان پذیری منابع انرژی فسیلی و انتشار حجم زیادی از مواد آلاینده در محیط زیست را در پی داشته

است. علاوه بر موارد مزبور، وابستگی اقتصاد جمهوری اسلامی ایران به درآمدهای ناشی از صادرات منابع انرژی فسیلی، تاثیر پذیری نظام اقتصادی از تحولات بازار جهانی انرژی را موجب شده است.

جریان انرژی در یک جامعه مجموعه فرایندهای استخراج و استحصال، فرآورش، تبدیل، انتقال، توزیع و مصرف حامل‌های انرژی را شامل می شود و در هر یک از مراحل مزبور از فناوری‌های استخراج، فرآورش، تبدیل، انتقال و مصرف انرژی بطور گسترده بهره برداری می گردد. تحولات نظام اقتصادی و اجتماعی، سطح زندگی مردم و پیشرفت‌های علمی و فنی بر جریان انرژی تاثیر وسیعی می گذارد و گسترش هر یک از زیر بخش‌های انرژی دیگر اجزاء سامانه انرژی را متاثر می سازد.

ارتباط گسترده بخش انرژی با تحولات اقتصادی و اجتماعی و فنی و تاثیرات وسیع تحولات علمی و فنی بر فناوری‌های انرژی و همچنین آثار تولید و مصرف حامل‌های انرژی بر محیط زیست ایجاب می کند طراحی، توسعه و بهره برداری از سامانه‌های انرژی بر اساس نگرش نظام گرایانه و با تکیه بر شناخت ابعاد مختلف کنش و واکنش‌های سامانه انرژی با سایر زیر مجموعه‌های فنی، اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی صورت پذیرد. لذا تحلیل نظام گرایانه توسعه بخش انرژی و طراحی سامانه‌های انرژی بر اساس آن یک امر ضروری است و آموزش و تربیت کارشناسان ورزیده را لازم می نمایند.

مهندسی انرژی رشته ای است که طراحی، توسعه و بهره برداری از سامانه‌های انرژی مرتبط با فرآیندهای شیمیایی را مد نظر قرار می دهد و در دوره تحصیلات تکمیلی ارایه می شود.

شالوده مهندسی انرژی نگرش نظام گرایانه است و در این چارچوب تاکید بر آن است که طراحی، توسعه و بهره برداری از سامانه‌های انرژی در فرآیندهای مهندسی شیمی با ملحوظ نمودن اثرات اقتصادی، اجتماعی، زیست محیطی و فناوری انجام گیرد.

حل مسایل مزبور ایجاب می کند که کارشناس‌های ارشد ورزیده و مسلط به اصول مهندسی انرژی با زمینه تحصیلی مهندسی شیمی تربیت شوند. فارغ‌التحصیلان رشته مهندسی شیمی - انرژی متخصصینی خواهند بود که می‌توانند در پالایشگاه‌های نفت، گاز، پتروشیمی، نیروگاه‌ها، و کلیه صنایع مرتبط مانند صنایع پلاستیک، لاستیک، غذایی، شوینده‌ها و غیره فعالیت داشته باشند و نقش موثری در بهینه‌سازی مصرف انرژی در هر یک از این بخش‌ها ایفا نمایند.

نقش و توانایی

فارغ‌التحصیلان این دوره زمینه‌های تخصصی لازم جهت احراز مسئولیت‌های زیر را کسب خواهند نمود:

الف- طراحی فرایندهای جدید شیمیایی با در نظر گرفتن بهینه‌سازی مصرف انرژی، کنترل آلاینده‌های محیط زیست، و فناوری‌های بازیافت انرژی در آن‌ها

ب- مدیریت انرژی و محیط زیست در فرایندهای شیمیایی موجود

پ- انجام پروژه‌های تحقیقی در زمینه مهندسی انرژی مرتبط با صنایع شیمیایی

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دبیرخانه شورای برنامه ریزی آموزش

ت- پشتیبانی علمی- فنی- خدماتی نهادهای بخش انرژی (وزارت نفت، شرکت ملی گاز ایران، شرکت ملی صنایع پتروشیمی، سازمان حفاظت محیط زیست، وزارت نیرو و وزارت صنایع و معادن)

ارتباط دوره با سایر دوره‌های کارشناسی ارشد

با توجه به تنوع زمینه‌های تحقیقی موضوع این دوره و نیز ماهیت آن، ارتباط بسیار نزدیکی در سطح کارشناسی ارشد با گرایش‌های تخصصی مهندسی شیمی، مهندسی مکانیک، مهندسی نفت و مهندسی پلیمر دارد. این دوره با طیف گسترده آموزشی و موضوعات تحقیقی مهندسی شیمی می‌تواند با دیگر دوره‌های کارشناسی ارشد فنی و مهندسی مرتبط باشد. بعنوان مثال می‌توان از رشته‌های مهندسی مکانیک گرایش حرارت و سیالات و تبدیل انرژی نام برد.

شرایط پذیرش دانشجو

الف: شرایط عمومی و مصوب شورای عالی برنامه ریزی و مصاحبه حضوری

ب: جنسیت: محدودیت وجود ندارد.

ج: رشته‌ها و دوره‌های کارشناسی مورد قبول: رشته‌های مختلف کارشناسی مهندسی شیمی، مهندسی مکانیک می‌توانند از طریق آزمون ورودی پذیرفته شوند.

تبصره: گروه مهندسی شیمی- انرژی در هر دانشگاه می‌تواند برای پذیرفته شدگان غیر از مهندسی شیمی با توجه به نیاز آن‌ها دروس پیش نیاز و جبرانی از دروس دوره کارشناسی رشته را پیش بینی نماید ولی تعداد کل آن‌ها نباید از ۱۲ واحد بیشتر باشد.

د- آزمون اختصاصی: آزمون طبق آیین نامه‌های مصوب وزارت علوم، تحقیقات و فناوری انجام می‌شود.

مواد امتحانی آزمون	ضرایب
ترمودینامیک	۲
ریاضیات مهندسی	۲
انتقال حرارت	۲
مکانیک سیالات	۲
زبان تخصصی	۱

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

طول دوره و برنامه آموزشی و تحقیقی:

الف- طول دوره: مدت اسمی این دوره ۲ سال است. پذیرفته شدگان دارای درجه کارشناسی مهندسی شیمی و مکانیک (گرایش حرارت و سیالات) می‌توانند در صورت دارا بودن فعالیت‌های مطلوب آموزشی این دوره را در ۲ سال تحصیلی به پایان برسانند

ب- برنامه آموزشی و تحقیقی:

با توجه به ویژگی‌ها و تنوع موضوعات در گروه مهندسی انرژی، برنامه آموزشی و تحقیقی این دوره شامل مواد زیر می‌باشد:

۱- دروس الزامی: ۱۲ واحد از جدول دروس الزامی

۲- دروس اختیاری: ۱۲ واحد از جدول دروس انتخابی مرتبط با موضوع پروژه (با نظر استاد راهنما)

۳- سمینار: ۲ واحد فعالیت تحقیقی مرتبط با پایان نامه در یکی از زمینه‌های مهندسی انرژی فرآیندهای شیمیایی

۴- پایان نامه: ۶ واحد پروژه تحقیقی در یکی از موضوعات مربوط به مهندسی انرژی فرآیندهای شیمیایی

دانشجو با نظر استاد راهنما می‌تواند یکی از دو برنامه زیر را انتخاب نماید:

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

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای برنامه ریزی آموزشی

سمینار:

ارائه سمینار برای دانشجویان دوره کارشناسی ارشد مهندسی انرژی ضروری است. واحد سمینار در نیم‌سال دوم اخذ و در پایان همان نیم سال ارایه می گردد. موضوع سمینار توسط استاد راهنما در یکی از زمینه‌های مهندسی انرژی در فرآیندهای شیمیایی ارایه می گردد و حتی الامکان باید مرتبط با موضوع پروژه کارشناسی ارشد باشد. نتیجه سمینار باید به صورت یک گزارش تحقیقی به همراه ارایه شفاهی باشد.

بعنوان بخشی از فعالیت‌های مربوط به این دوره، دانشجو موظف است در کلاس سمینار به ارزش دو واحد ثبت نام نماید. چگونگی نحوه انجام سمینار توسط استاد یا گروه آموزشی دانشکده مجری اعلام می گردد.

پایان نامه

نگارش یک رساله تحقیقی در یکی از موضوع‌های مهندسی انرژی در فرآیندهای شیمیایی پایان نامه نامیده می‌شود. موضوع پایان نامه حتی الامکان جهت رفع مشکلات مبتلا به صنایع مختلف کشور در زمینه طراحی بهینه فرایندهای شیمیایی از نظر مصرف انرژی و محیط زیست، فناوری‌های بازیافت انرژی و یا نوآوری در یکی از موضوع‌های نظری، عملی و یا نظری- عملی مربوط به فناوری‌های انرژی و محیط زیست در صنایع شیمیایی باشد. دانشجو موظف است در یک زمینه تحقیقی در این رشته و تحت نظارت یک استاد راهنما، پایان نامه ای به ارزش ۶ واحد تنظیم، تدوین و ارایه نماید.

دروس جبرانی

جدول دروس جبرانی دوره کارشناسی ارشد مهندسی انرژی *

کد درس	نام درس	تعداد واحد	ساعات ارایه درس	پیشنیاز
ChEE۴۱۰۱	سینتیک و طراحی راکتور	۳	۴۸	
ChEE۴۱۰۲	انتقال جرم	۳	۴۸	
ChEE۴۱۰۳	اخلاق حرفه ای در فنی و مهندسی	۲	۳۲	

* در صورت نیاز، دانشجو می‌تواند با تشخیص گروه حداکثر ۶ واحد از دروس جبرانی را بگذراند.

دروس الزامی

جدول دروس الزامی دوره کارشناسی ارشد مهندسی انرژی

کد درس	نام درس	تعداد واحد	ساعات ارایه درس	پیش‌نیاز
ChEE۴۱۰۴	طراحی مفهومی فرآیندهای شیمیایی	۳	۴۸	—
ChEE۴۱۰۱۵	محاسبات عددی پیشرفته	۳	۴۸	—
ChEE۴۱۰۶	مدل‌سازی و شبیه‌سازی فرایندهای شیمیایی	۳	۴۸	—
ChEE۴۱۰۷	انتگراسیون گرما و توان	۳	۴۸	—

دبیرخانه شورای برنامه ریزی آموزشی معاونت علوم، تحقیقات و فناوری

دروس اختیاری

***جدول دروس اختیاری دوره کارشناسی ارشد مهندسی انرژی**

کد درس	نام درس	تعداد واحد	ساعات ارایه درس	پیش‌نیاز
ChEE۴۱۰۸	تحلیل اکسرژی	۳	۴۸	--
ChEE۴۱۰۹	طراحی راکتور پیشرفته	۳	۴۸	--
ChEE۴۱۱۰	بهینه سازی فرآیندهای شیمیایی	۳	۴۸	--
ChEE۴۱۱۱	شبکه‌های تبادل جرم	۳	۴۸	--
ChEE۴۱۱۲	فناوری هیدروژن و پیل سوختی	۳	۴۸	--
ChEE۴۱۱۳	انرژی و محیط زیست	۳	۴۸	--
ChEE۴۱۱۴	پدیده‌های انتقال پیشرفته	۳	۴۸	--
ChEE۴۱۱۵	طراحی آزمایش‌ها و تحلیل آماری نتایج	۳	۴۸	--
ChEE۴۱۱۶	فناوری‌های تولید زیست سوخت‌ها	۳	۴۸	--
ChEE۴۱۱۷	ممیزی انرژی در صنایع شیمیایی	۱+۲	۳۲+۳۲	دو واحد نظری و یک واحد آزمایشگاه
ChEE۴۱۱۸	بازیافت انرژی در صنایع شیمیایی	۱+۲	۳۲+۳۲	یک واحد گزارش بازدید علمی
ChEE۴۱۱۹	سوخت و احتراق	۳	۴۸	--
ChEE۴۱۲۰	مهندسی ایمنی و تحلیل ریسک	۳	۴۸	--

*دانشجو باید ۴ درس از دروس جدول فوق را به عنوان دروس اختیاری به پیشنهاد استاد راهنما در راستای پروژه بگذراند و از لیست دروس گرفتن درس طراحی راکتور پیشرفته از طرف استاد راهنما مورد تاکید قرار گیرد.

شورای برنامه ریزی آموزشی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

۱-۲- دوره دکتری

۱-۲-۱- دوره دکتری مهندسی شیمی

تعریف و هدف

دوره دکتری مهندسی شیمی بالاترین مقطع تحصیلی دانشگاهی است که به اعطای مدرک در این زمینه می انجامد و رسالت آن تربیت افرادی است که با نوآوری در زمینه ای خاص در گسترش مرزهای دانش و تحلیل جامع و رفع نیازهای کشور مؤثر باشند.
محور اصلی فعالیت‌های علمی دوره دکتری، به تناسب موضوع، تحقیق نظری، تحقیق تجربی و یا تلفیقی از این دو است و آموزش وسیله تکمیل دانسته‌های داوطلب و هموار ساختن راه حصول به اهداف تحقیق می‌باشد.
هدف از دوره دکتری مهندسی شیمی، ضمن احاطه یافتن بر آثار علمی مهم در یک زمینه خاص از این رشته، رسیدن به یک یا چند مورد از موارد زیر است.

- آشنا شدن با روش‌های پیشرفته تحقیق و کوشش بر نو آوری در این زمینه
- دستیابی به جدید ترین مبانی علمی، تحقیقاتی و فناوری
- نو آوری در زمینه‌های علمی، تحقیقی و کمک به پیشرفت و گسترش مرزهای دانش
- تسلط یافتن بر یک یا چند امر، همچون ۱- تعلیم، تحقیق و برنامه ریزی، ۲- طراحی، اجرا، هدایت، نظارت و ارزیابی، ۳- تجزیه و تحلیل و حل مسائل علمی در لبه دانش و ۴- حل جامع مشکلات علمی جامعه در یکی از زمینه‌های مهندسی شیمی

نقش و توانایی

از فارغ التحصیلان دوره دکتری انتظار می رود که ضمن اشراف به آخرین یافته‌های نظری و کاربردی تخصصی مربوط به خود، در مواردی که در حین طرح و اجرای یک پروژه، راه حل مشخص و مدونی وجود ندارد قادر باشند با استفاده از آموزه‌های دوران تحصیل خود (بخش آموزشی و تحقیقی)، راه حل مناسب، بهینه و قابل قبول در سطح جامعه حرفه ای ارائه نمایند. بخش دیگری از فعالیت فارغ التحصیلان این دوره تدریس در دانشگاه‌ها و تربیت مهندسین توانمند در دوره‌های کارشناسی و تحصیلات تکمیلی می‌باشد که بالطبع انتظار می رود در تولید علم و تبدیل علم به ایده و ثروت نقش مؤثری داشته باشند.

شرایط پذیرش دانشجو

شرایط ورود به دوره دکتری مهندسی شیمی مطابق با آئین نامه مصوب شورای برنامه ریزی آموزش عالی بوده و در این راستا موارد زیر مد نظر می‌باشد.
الف- داشتن مدرک کارشناسی ارشد در رشته مهندسی شیمی و یا سایر رشته‌های مهندسی و علوم پایه مرتبط با گرایش انتخاب شده

تبصره: پذیرفته شدگان می باید دروس جبرانی به پیشنهاد استاد راهنما و تأیید کمیته تحصیلات تکمیلی دانشکده را با حداقل نمره ۱۴ بگذرانند. تعداد واحد و نمره این دروس، در مرحله ی آموزشی و معدل دوره لحاظ نمی گردد.

ب- برگزاری امتحانات کتبی و شفاهی اختصاصی جهت ورود به دوره دکتری، تابع قوانین وزارت علوم، تحقیقات و فناوری می‌باشد.

ج- پذیرش، تشخیص و تأیید صلاحیت علمی داوطلب در ورود به دوره دکتری نهایتاً به عهده دانشکده پذیرنده و زیر نظر مدیریت دانشگاه و وفق مقرارت وزارت علوم، تحقیقات و فناوری انجام می‌شود.

طول دوره و شکل نظام

دوره دکتری مهندسی شیمی دارای دو مرحله آموزشی و تحقیقی (تدوین رساله) می‌باشد. نحوه ورود و خاتمه هر مرحله، و حداقل و حداکثر طول دوره مطابق آیین نامه دوره دکتری است.

مرحله آموزشی

در مرحله آموزشی دوره دکتری مهندسی شیمی، گذراندن حداقل ۱۴ واحد درسی از دروس تحصیلات تکمیلی (علاوه بر واحدهای قبلی گذرانده شده در مقطع کارشناسی ارشد) الزامی است، مجموع تعداد واحد این دروس در دوره‌های کارشناسی ارشد و دکتری به حداقل ۲۴ برسد.

تبصره: دانشجو موظف است در نیمسال اول ورود به دوره، اقدام به انتخاب استاد راهنمای (تحقیق) خود نماید. در همین زمان کلیات زمینه تحقیقاتی دانشجو و چارچوب دروس مربوطه توسط دانشجو و زیر نظر استاد راهنما تهیه و به تصویب شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده می رسد.

ارزیابی جامع آموزشی و تحقیقی

دانشجویانی که حداقل ۱۲ واحد دروس مرحله آموزشی خود را با موفقیت گذرانده باشند، لازم است در ارزیابی جامع که بر اساس آئین نامه مؤسسه برگزار می گردد شرکت نمایند. ارزیابی مرحله آموزشی به صورت کتبی و شفاهی برگزار شده و دانشجو حداکثر دو بار می‌تواند در ارزیابی جامع آموزشی و تحقیقی شرکت نماید.

مرحله تدوین رساله

دانشجویان بعد از تصویب زمینه کلی تحقیقاتی خود می‌تواند فعالیت‌های تحقیقی خود را آغاز نمایند. دانشجویانی که در ارزیابی جامع پذیرفته می‌شوند، در مرحله تدوین رساله ثبت نام می کنند. سقف تعداد کل واحدهای تحقیقی که دانشجو در مرحله تدوین رساله اخذ می کند ۲۲ می‌باشد به نحوی که مجموع واحدهای درسی و تحقیقی از ۳۶ کمتر نباشد. تمدید مراحل آموزشی و تحقیقی با توجه به سنوات دانشجو و مطابق رساله نیست و ارزیابی رساله مطابق با ضوابط آئین نامه دوره دکتری انجام می‌شود.

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای برنامه ریزی آموزشی

تبصره ۱: دانشجو موظف است حداکثر ظرف یک نیمسال پس از قبولی در ارزیابی جامع پیشنهاد رساله خود را با راهنمایی و همکاری اساتید راهنما و مشاور تهیه نماید تا با تأیید آنان، در کمیته تخصصی بررسی پیشنهاد رساله مطرح و از چار چوب کلی آن دفاع شود.

تبصره ۲: پس از تأیید پیشنهاد رساله در کمیته مربوطه، دانشجو موظف است به شکل منظم گزارش پیشرفت تحقیق خود را در حضور استاد راهنما و مشاورین ارائه نماید.

در راستای ارزیابی کارهای انجام شده، دانشجو گزارش پیشرفت کار رساله را در انتهای هر سال (از آغاز مرحله تحقیق) به کمیته تخصصی بررسی و هدایت رساله متشکل از استاد راهنما و مشاورین رساله و تعدادی (یا همه) از اساتید داخل و خارج از موسسه که توسط گروه تخصصی و تصویب شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده تعیین شده است، ارائه می نماید.

ج. توصیه می‌شود اعضاء حاضر در کمیته تخصصی بررسی و هدایت هر رساله از هیأت داوران آن رساله باشند.

تبصره ۳ : تغییر استاد راهنما و یا موضوع رساله، تنها یک بار و با تصویب کمیته تحصیلات تکمیلی دانشکده امکان پذیر می‌باشد. بدیهی است سنوات تحصیلی دانشجو نباید از حداکثر مدت مجاز تجاوز کند.

تبصره ۴ : پس از تکمیل و تدوین رساله در موعد تعیین شده و تأیید کیفیت علمی و صحت مطالب آن از طرف استاد راهنما، دانشجو موظف است از رساله دکتری خود در حضور هیأت داوری دفاع نماید.

جدول دروس پیشنهادی برای دوره دکتری مهندسی شیمی (هر درس به میزان ۳ واحد)

کد درس	عنوان درس
ChE۵۰۰۰۱	انتقال حرارت پیشرفته
ChE۵۰۰۰۲	مکانیک سیالات پیشرفته
ChE۵۰۰۰۳	کنترل پیشرفته
ChE۵۰۰۰٤	محاسبات عددی پیشرفته
ChE۵۰۰۰۵	جداسازی چندجزئی
ChE۵۰۰۰٦	بهینه سازی در مهندسی شیمی
ChE۵۰۰۰۷	مدل‌سازی و شبیه‌سازی فرایندها
ChE۵۰۰۰۸	ترمودینامیک مخلوطها
ChE۵۰۰۰۹	طراحی راکتورهای صنعتی و ویژه
ChE۵۰۰۱۰	پدیده‌های سطحی
ChE۵۰۰۱۱	رئولوژی پیشرفته و سیالات غیرنیوتنی

ChE۵۰۰۱۲	کاربرد مهندسی شیمی در پزشکی
ChE۵۰۰۱۳	طراحی مفهومی فرایندها
ChE۵۰۰۱۴	پدیده‌های انتقال پیشرفته
ChE۵۰۰۱۵	مهندسی بیوشیمیایی پیشرفته
ChE۵۰۰۱۶	مهندسی فرایندهای پلیمری
ChE۵۰۰۱۷	مهندسی آلودگی هوا
ChE۵۰۰۱۸	کنترل بهینه
ChE۵۰۰۱۹	مهندسی سیال شدن
ChE۵۰۰۲۰	استخراج فوق بحرانی
ChE۵۰۰۲۱	اصول فناوری تخمیر
ChE۵۰۰۲۲	افزایش مقیاس فرایندها
ChE۵۰۰۲۳	اکسرژی
ChE۵۰۰۲۴	بهینه سازی انرژی
ChE۵۰۰۲۵	مهندسی احتراق پیشرفته
ChE۵۰۰۲۶	انتقال جرم پیشرفته
ChE۵۰۰۲۷	مهندسی سیمان
ChE۵۰۰۲۸	مهندسی مخازن هیدروکربنی
ChE۵۰۰۲۹	تبلور صنعتی
ChE۵۰۰۳۰	تجزیه و تحلیل آماری فرایندها
ChE۵۰۰۳۱	تصفیه آب و فاضلاب پیشرفته
ChE۵۰۰۳۲	فناوری آنزیم‌ها
ChE۵۰۰۳۳	فناوری پینچ
ChE۵۰۰۳۴	تئوری لایه مرزی

دبیرخانه شورای برنامه ریزی آموزشی گروه علوم، تحقیقات و فناوری

ChE٥٠٠٣٥	مهندسی محیط زیست پیشرفته
ChE٥٠٠٣٦	جداسازی در سامانه‌های بیولوژیک
ChE٥٠٠٣٧	جراین‌های چندفازی
ChE٥٠٠٣٨	جریان‌های متلاطم
ChE٥٠٠٣٩	خواص مهندسی پلیمرها
ChE٥٠٠٤٠	دفع و مدیریت مواد زائد جامد
ChE٥٠٠٤١	روش اجزاء (المان‌های) محدود
ChE٥٠٠٤٢	روش‌های خاص جداسازی
ChE٥٠٠٤٣	مدل‌سازی و شبیه‌سازی
ChE٥٠٠٤٤	هیدرودیناسیک ماکرومولکول‌ها
ChE٥٠٠٤٥	سینتیک و راکتورهای پلیمریزاسیون
ChE٥٠٠٤٦	سینتیک و طراحی راکتورهای پیشرفته
ChE٥٠٠٤٧	طراحی به کمک کامپیوتر (CAD)
ChE٥٠٠٤٨	طراحی تجهیزات فرایندی
ChE٥٠٠٤٩	طراحی راکتورهای بیوشیمیایی
ChE٥٠٠٥٠	کنترل واحدهای صنعتی
ChE٥٠٠٥١	طراحی فرایندهای شیمیایی
ChE٥٠٠٥٢	فرایندهای پالایش پیشرفته
ChE٥٠٠٥٣	فرایندهای جداسازی غشایی
ChE٥٠٠٥٤	مطالب ویژه
ChE٥٠٠٥٥	سمینار دکتری **(۲ واحد)**
ChE٥٠٠٥٦	پروژه دکتری **(۲۴ واحد)**

۱-۲-۲- دوره دکتری مهندسی شیمی-بیوتکنولوژی

تعریف و هدف

دوره دکتری مهندسی شیمی- بیوتکنولوژی بالاترین مقطع تحصیلی دانشگاهی است که به اعطای مدرک در این زمینه می‌انجامد و رسالت آن تربیت افرادی است که با نوآوری در زمینه ای خاص در گسترش مرزهای دانش و تحلیل جامع و رفع نیازهای کشور مؤثر باشند.

محور اصلی فعالیت‌های علمی دوره دکتری، به تناسب موضوع، تحقیق نظری، تحقیق تجربی و یا تلفیقی از این دو است و آموزش وسیله تکمیل دانسته‌های داوطلب و هموار ساختن راه حصول به اهداف تحقیق می‌باشد.

هدف از دوره دکتری مهندسی شیمی- بیوتکنولوژی، ضمن احاطه یافتن بر آثار علمی مهم در یک زمینه خاص از این رشته، رسیدن به یک یا چند مورد از موارد زیر است.

- آشنا شدن با روش‌های پیشرفته تحقیق و کوشش بر نو آوری در این زمینه
- دستیابی به جدید ترین مبانی علمی، تحقیقاتی و فناوری
- نو آوری در زمینه‌های علمی، تحقیقی و کمک به پیشرفت و گسترش مرزهای دانش
- تسلط یافتن بر یک یا چند امر، همچون ۱- تعلیم، تحقیق و برنامه ریزی، ۲- طراحی، اجرا، هدایت، نظارت و ارزیابی، ۳- تجزیه و تحلیل و حل مسائل علمی در لبه دانش و ۴- حل جامع مشکلات علمی جامعه در یکی از زمینه‌های مهندسی شیمی- بیوتکنولوژی

نقش و توانایی

از فارغ التحصیلان دوره دکتری انتظار می رود که ضمن اشراف به آخرین یافته‌های نظری و کاربردی تخصص مربوط به خود، در مواردی که در حین طرح و اجرای یک پروژه، راه حل مشخص و مدونی وجود ندارد قادر باشند با استفاده از آموزه‌های دوران تحصیل خود (بخش آموزشی و تحقیقی)، راه حل مناسب، بهینه و قابل قبول در سطح جامعه حرفه ای ارائه نمایند. بخش دیگری از فعالیت فارغ التحصیلان این دوره تدریس در دانشگاه‌ها و تربیت مهندسین توانمند در دوره‌های کارشناسی و تحصیلات تکمیلی می‌باشد که بالطبع انتظار می رود در تولید علم و تبدیل علم به ایده و ثروت نقش مؤثری داشته باشند.

شرایط پذیرش دانشجو

شرایط ورود به دوره دکتری مهندسی شیمی- بیوتکنولوژی مطابق با آئین نامه مصوب شورای برنامه ریزی آموزش عالی بوده و در این راستا موارد زیر مد نظر می‌باشد.

شورای برنامه ریزی آموزشی گروه علوم، تحقیقات و فناوری

الف- داشتن مدرک کارشناسی ارشد در رشته مهندسی شیمی- بیوتکنولوژی یا مهندسی شیمی- صنایع غذایی یا مهندسی شیمی-زیست‌پزشکی

تبصره: پذیرفته شدگان می باید دروس جبرانی به پیشنهاد استاد راهنما و تأیید کمیته تحصیلات تکمیلی دانشکده را با حداقل نمره ۱۴ بگذرانند. تعداد واحد و نمره این دروس، در مرحله ی آموزشی و معدل دوره لحاظ نمی گردد.

ب- برگزاری امتحانات کتبی و شفاهی اختصاصی جهت ورود به دوره دکتری، تابع قوانین وزارت علوم، تحقیقات و فناوری می‌باشد.

ج- پذیرش، تشخیص و تأیید صلاحیت علمی داوطلب در ورود به دوره دکتری نهایتاً به عهده دانشکده پذیرنده و زیر نظر مدیریت دانشگاه و وفق مقرارت وزارت علوم، تحقیقات و فناوری انجام می‌شود.

طول دوره و شکل نظام

دوره دکتری مهندسی شیمی- بیوتکنولوژی دارای دو مرحله آموزشی و تحقیقی (تدوین رساله) می‌باشد. نحوه ورود و خاتمه هر مرحله، و حداقل و حداکثر طول دوره مطابق آیین نامه دوره دکتری است.

مرحله آموزشی

در مرحله آموزشی دوره دکتری مهندسی شیمی- بیوتکنولوژی، گذراندن حداقل ۱۴ واحد درسی از دروس تحصیلات تکمیلی (علاوه بر واحدهای قبلی گذرانده شده در مقطع کارشناسی ارشد) الزامی است، مجموع تعداد واحد این دروس در دوره‌های کارشناسی ارشد و دکتری به حداقل ۲۴ برسد.

تبصره:

دانشجو موظف است در نیمسال اول ورود به دوره، اقدام به انتخاب استاد راهنمای (تحقیق) خود نماید. در همین زمان کلیات زمینه تحقیقاتی دانشجو و چارچوب دروس مربوطه توسط دانشجو و زیر نظر استاد راهنما تهیه و به تصویب شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده می رسد.

ارزیابی جامع آموزشی و تحقیقی

دانشجویانی که حداقل ۱۲ واحد دروس مرحله آموزشی خود را با موفقیت گذرانده باشند، لازم است در ارزیابی جامع که بر اساس آئین نامه مؤسسه برگزار می گردد شرکت نمایند. ارزیابی مرحله آموزشی به صورت کتبی و شفاهی برگزار شده و دانشجو حداکثر دو بار می‌تواند در ارزیابی جامع آموزشی و تحقیقی شرکت نماید.

مرحله تدوین رساله

دانشجویان بعد از تصویب زمینه کلی تحقیقاتی خود می‌تواند فعالیت‌های تحقیقی خود را آغاز نمایند. دانشجویانی که در ارزیابی جامع پذیرفته می‌شوند، در مرحله تدوین رساله ثبت نام می کنند. سقف تعداد کل واحدهای تحقیقی که دانشجو در مرحله تدوین رساله اخذ می کند ۲۲ می‌باشد به نحوی که مجموع واحدهای درسی و تحقیقی از ۳۶ کمتر نباشد. تمدید مراحل آموزشی و تحقیقی با توجه به سنوات دانشجو و مطابق رساله نیست و ارزیابی رساله مطابق با ضوابط آئین نامه دوره دکتری انجام می‌شود.

تبصره ۱

دانشجو موظف است حداکثر ظرف یک نیمسال پس ازقبولی در ارزیابی جامع پیشنهاد رساله خود را با راهنمایی و همکاری اساتید راهنما و مشاور تهیه نماید تا با تأیید آنان، در کمیته تخصصی بررسی پیشنهاد رساله مطرح و از چار چوب کلی آن دفاع شود.

تبصره ۲

أ. پس از تأیید پیشنهاد رساله در کمیته مربوطه، دانشجو موظف است به شکل منظم گزارش پیشرفت تحقیق خود را با استاد راهنما و مشاورین ارائه نماید.

ب. در راستای ارزیابی کارهای انجام شده، دانشجو گزارش پیشرفت کار رساله را در انتهای هر سال (از آغاز مرحله تحقیق) به کمیته تخصصی بررسی و هدایت رساله متشکل از استاد راهنما و مشاورین رساله و تعدادی (یا همه) از اساتید داخل و خارج از موسسه که توسط گروه تخصصی و تصویب شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده تعیین شده است، ارائه می نماید.

ج. توصیه می‌شود اعضاء حاضر در کمیته تخصصی بررسی و هدایت هر رساله از هیأت داوران آن رساله باشند.

تبصره ۳

تغییر استاد راهنما و یا موضوع رساله، تنها یک بار و با تصویب کمیته تحصیلات تکمیلی دانشکده امکان پذیر می‌باشد. بدیهی است سنوات تحصیلی دانشجو نباید از حداکثر مدت مجاز تجاوز کند.

تبصره ۴

پس از تکمیل و تدوین رساله در موعد تعیین شده و تأیید کیفیت علمی و صحت مطالب آن از طرف استاد راهنما، دانشجو موظف است از رساله دکتری خود در حضور هیأت داوری دفاع نماید.

دروس الزامی

جدول دروس الزامی دوره دکتری مهندسی شیمی-بیوتکنولوژی

نام درس	تعداد واحد	ساعات ارایه درس	پیشنیاز
پدیده‌های انتقال در سامانه‌های بیولوژیک	۳	۴۸	
مهندسی بیوشیمیایی	۳	۴۸	
سمینار ۱	۱		
سمینار ۲	۱		

دروس اختیاری

جدول دروس اختیاری دوره دکتری مهندسی شیمی-بیوتکنولوژی

نام درس	تعداد واحد	ساعات ارایه درس	پیشنیاز
مهندسی ژنتیک	۳	۴۸	
یکی از دروس ارشد بیوتکنولوژی یا زیست پزشکی	۳	۴۸	

فصل دوم

سرفصل دروس

سرفصل دروس رشته مهندسی شیمی

ترمودینامیک پیشرفته ChE۴۰۱۰۱	تعداد واحد	نوع درس	اجباری	درس پیش‌نیاز ترمودینامیک کارشناسی مهندسی شیمی
	۳			
	تعداد ساعت	نوع واحد	نظری	
	۴۸			
	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.

شورای برنامه ریزی آموزشی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

- فیوگاسیته مخلوط‌های گازی: قانون لوییس- 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 ویلسون NRTL 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.

شورای برنامه ریزی آموزش علوم، تحقیقات و فناوری

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

دفتر برنامه ریزی آموزش علوم، تحقیقات و فناوری

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 ۳	نوع درس	اجباری	درس پیش‌نیاز ریاضیات مهندسی
	تعداد ساعت ۴۸	نوع واحد	نظری	
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 هنکل)، 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.

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

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.

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

محاسبات عددی پیشرفته ChE۴۰۱۰۴	تعداد واحد	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	۳			
	تعداد ساعت	نوع واحد	نظری	
	۴۸			
	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 دورن 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 برنامه‌ریزی 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

شورای برنامه ریزی آموزش عالی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

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

دبیرخانه شورای برنامه ریزی آموزشی 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.

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای برنامه ریزی آموزش عالی

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
سورای برنامه ریزی آموزش عالی

انتقال جرم پیشرفته ChE۴۰۱۰۷	تعداد واحد ۳	نوع درس	اجباری	درس پیش‌نیاز انتقال جرم کارشناسی
	تعداد ساعت ۴۸	نوع واحد	نظری	
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 همسوی 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 استوانه 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.

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

پدیده‌های انتقال در محیط‌های متخلخل ChE۴۰۲۰۱	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، فراهم آوردن دانش پایه‌های و پیشرفته در رابطه با اصول جریان سیال و انتقال جرم و حرارت در محیط متخلخل می‌باشد.

سرفصل درس

- مشخصه‌یابی محیط متخلخل؛ ویژگی‌های ماکروسکوپی، ویژگی‌های میکروسکوپی، مدل‌های شبکه‌ای
- جریان سیال در محیط متخلخل؛ جریان از طریق لوله مویین، جریان از طریق شبکه‌ای از مویین‌ها، جریان از طریق محیط متخلخل
- انتقال جرم در محیط متخلخل؛ مفاهیم و تعریف‌ها، ساز و کار انتقال جرم (فرایند نفوذ، فرایند پخش، فرایند جا به جایی، فرایند جذب سطحی و نگه‌داشت)، موازنه کلی انرژی، معادله پیوستگی
- انتقال حرارت در محیط متخلخل؛ مفاهیم و تعریف‌ها، ساز و کار انتقال حرارت (فرایند جا به جایی، فرایند هدایت)، موازنه کلی انرژی، معادله پیوستگی

مراجع

- Bird, B. R., Stewart, W. E., Lightfoot, E. L.,"Transport Phenomena", John Wiley & Sons, ۱۹۶۰.
- Prats, M.,"Thermal Recovery", SPE Monograph, ۱۹۸۲.
- Burmeister, L. C.,"Convective Heat Transfer", John Wiley & Sons, ۱۹۸۳.
- Green, D. W., Willhite, G. P.,"Enhanced Oil Recovery", SPE Monograph, ۱۹۹۸.

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دبیرخانه شورای برنامه‌ریزی آموزش عالی

انتقال جرم چند جزئی ChE۴۰۲۰۲	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، آشنایی دانشجویان با تئوری‌های جدید، مدرن و ابتکاری انتقال جرم چند جزئی می‌باشد.

سرفصل درس

- قوانین انتقال جرم فیک
- انتقال جرم ماکسول-استفان
- نیروهای محرکه
- مثال دو جزئی
- مثال سه جزئی
- غیر ایده آلیتی
- ضرایب انتقال
- الکترولیت

مراجع

- Goodarznia, Iraj, Multicompont Mass Transfer, Markaz-e-Nashr, ۲۰۰۷.

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دبیرخانه 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
سازمان 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
دبیرخانه 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.

پژوهشگاه علوم و تحقیقات و فناوری
دانشگاه خوارزمی برنامه ریزی آموزشی

شیمی-فیزیک پیشرفته پلیمرها ChE۴۰۳۰۱	تعداد واحد ۳	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	تعداد ساعت ۴۸	نوع واحد	نظری	
آموزشی تکمیلی عملی: دارد □ ندارد ■ سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه □				

دارای مجوز از شورای برنامه ریزی آموزش عالی وزارت علوم تحقیقات و فناوری

هدف

هدف از این درس آشنایی دانشجویان این رشته با اصول و مبانی علم شیمی و ساختار شیمیایی مواد است.

سرفصل درس

- اصول علمی شیمی فیزیک پلیمرها- نظریات اصولی وزن مولکولی و توزیع آن- اندازه و شکل فضایی و ارتباط آن با هیدرودینامیک پلیمرها
- اثر ساختار شیمیایی و خواص پلیمرها- اثر دما در پلیمرها- ارتباط ساختار پلیمرها با دما و کاربرد آن در ساخت
- وزن مولکولی، اندازه و شکل- اندازه و ذرات و ساختار فضایی پلیمرها- حجم آزاد و میزان بندی- گرانروی پلیمرها در محلول- حجم هیدرودینامیکی پلیمرها و استفاده از آن در معادلات محلول‌های پلیمری- نظریه‌های فلوری وهاگینز و مدل‌های گرانروی در پلیمرها
- وزن مولکولی پلیمرها- ویژگی‌های محلول‌های پلیمری- فوگاسیته و محاسبه وزن مولکولی از اسمومتری
- ترمودینامیک- ترمودینامیک و کاربرد آن در محاسبه وزن مولکولی- کروماتوگرافی ژلی (GPC) و محاسبات وزن مولکولی- اولتراسانتریفوژ و محاسبات وزن مولکولی- روش‌های توری (LS) و اندازه پلیمرها- کاربرد وزن مولکولی و اهمیت آن در ساخت و خواص
- ترمودینامیک محلول‌های پلیمری- محاسبه انرژی آزاد گیبس و گیبس-دوهم- تئوری شبکه فلوری و معادله فلوری وهاگینز- تئوری حجم آزاد و محاسبات انتالپی-انتروپی و اندرکنش-حلالیت در پلیمرها و تئوری و محاسبات آن- کاربرد ترمودینامیک محلول‌های پلیمری در ساخت سامانه‌های پلیمری و معادلات سنچز-لاکم (SLE)
- تئوری الاستیسیته- محاسبات مولکولی الاستیسیته- ارتباط مولکولی پلیمرها با کشش و تنش‌های الاستیسیته- ولکانیزاسیون در پلیمرها و تئوری آن- کاربرد و محاسبات الاستیسیته

- بلورینگی در پلیمرها- انرژی و سرعت بلورینگی- انتقال شیش‌های در پلیمرها ومعادلات ترمودینامیکی آن- کاربرد بلورینگی در ساخت و خواص پلیمرها
- نفوذ در پلیمرها- انتقال جرم در پلیمرها- محاسبات نفوذ در محلول‌های پلیمری و گازها و پلیمرها- نظریه ادواردز و دویی
- هیدرودینامیک و دینامیک پلیمرها-نظریات راز و ادواردز و دیجین- محاسبات راز و ویسکوزیته پلیمرها و گره خوردگی و بیشترین زمان استراحت در مولکول‌های پلیمری- محاسبه معادلات مولکولی گرانروی "راز" از معادلات پیوستگی- محاسبه انرژی ذخیره و اتلاف و کاربرد آن

مراجع

- A. Kumar and R. Gupta, Fundamentals of Polymers, MCG, ۱۹۹۸-۲۰۰۲.
- H.G. Ellias, An Introduction in Polymer Science, JW, ۱۹۹۹
- Other Texts: Sun, Physical Chemistry of Macromolecules, ۲۰۰۴.
- Probestein, Physiochemical Hydrodynamics, ۱۹۹۴.

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

رئولوژی پیشرفته پلیمرها ChE۴۰۳۰۲	تعداد واحد ۳	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	تعداد ساعت ۴۸	نوع واحد	نظری	
آموزشی تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ■ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐				

هدف

آشنایی دانشجویان با مسائل مرتبط با رئولوژی پلیمرها است.

سرفصل درس

- مقدمه‌ای بر رئولوژی پلیمرها
- وابستگی گرانروی به سرعت برشی (Power law, Yasuda, Cross, Carreau, ...)
- تنسور تغییر فرم برای تغییر فرم‌های کوچک

۱- ویسکوالاستیسته خطی :

- برش نوسانی با دامنه کم
- بیان ریاضی انواع تغییر شکل‌های برشی و کششی تک محوره و دومحوره در تغییر شکل‌های خطی
- تئوری‌های ملکولی (Rouse, Zimm, Bueche)
- مدل (Doi-Edwards) Tube (فرضیات(IAA, Rigorous)، زمان‌های ریلکسیشن)
- سایر ساز و کارهای رهایش از تنش
- تعیین کیفی و کمی ساختارهای ملکولی با استفاده از ویسکوالاستیک خطی

۲- ویسکوالاستیک غیر خطی:

- تنسور Cauchy، Finger، Invariants
- بیان ریاضی انواع تغییر شکل‌های برشی و کششی تک محوره و دومحوره در تغییر شکل‌های غیرخطی
- Rubber-Like Liquid (Lodge Model)
- Ruhber-Like Liquid در انواع تغییر شکل‌های برشی
- Rubber-Like Liquid در انواع تغییر شکل‌های کششی

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دفتر برنامه ریزی آموزش عالی

- مدل BKZ در انواع تغییر شکل‌های برشی و کشش
- معادله واگنر و تابع دمپینگ (تفکیک پذیری و ...)
- انواع توابع دمپینگ تجربی و تئوری

۳- مسایل متفرقه در رئولوژی پلیمرها:

- وابستگی گرانروی به درجه حرارت
- Cox-Merz Rule
- روش‌های عملی انجام آزمون‌های رئولوژیکی
- پیشرفت‌های اخیر در رئومترهای برشی و کششی (تک محوره و دومحوره)

مراجع

- Dealy J. M. and Wissbrun, K. F.; "Melt Rheology and Its Role in Plastics Processing"; Van Nostrand Reinhold: New York, (۱۹۹۹)
- Dealy J. M. and Larson R. G.; "Structure and Rheology of Molten Polymers:From Structure to Flow Behavior and Back Again" Hanser Gardner (۲۰۰۶)
- Bird R. B.; Armstrong R. C.; Hassager O.; "Dynamics of Polymeric Liquids"; ۲nd Ed. Wiley Interscience Publication (۱۹۸۷) Vol. ۱
- Larson R. G. "The structure and rheology of complex fluids" Oxford university Press (۱۹۹۹)
- Larson R. G. "Constitutive equations for polymer melts and solutions" Butterworths London (۱۹۸۸)

پژوهشگاه علوم، تحقیقات و فناوری

خواص مهندسی پلیمرها ChE۴۰۳۰۳	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 آشنایی با پلیمرها، اصول و خواص مختلف آن‌ها می‌باشد.

سرفصل درس

- مقدمه:
  - تعریف پلیمرهای جامد و خواص آن‌ها
  - نظریه محیط‌های پیوسته و مروری بر تنسورها
- تنش و کرنش در یک محیط پیوسته:
  - سینماتیک محیط پیوسته از دیدگاه لاگرانژی و اویلری
  - تغییر فرم‌های کوچک و تنسورهای تغییرفرم و کرنش
  - قانون تجزیه قطبی و تنسورهای تغییر فرم بزرگ کوشی، فینگر و کرنش‌های لاگرانژی و اویلری
  - تبروهای داخلی در محیط پیوسته و مفهوم تنش
  - تنسورهای تنش کوشی و پیولاکرکوف ۱و ۲
- معادلات حالت برای مواد الاستیک جامد:
  - جامدات الاستیک، ایزوتروپیک، و خطی
  - جامدات الاستیک و ایزوتروپیک تحت تغییر فرم‌های بزرگ
  - توابع انرژی کرنشی و روابط تنش-کرنش غیر خطی

- مثال‌هایی از روابط تنش-کرنش غیر خطی در پلیمرهای غیر قابل تراکم

- خواص ویسکوالاستیک پلیمرهای جامد:
  - رفتار ویسکوالاستیک گذرا (خزش و آسودگی از تنش)
  - رفتار ویسکولاستیک شبه پایدار (رفتار دینامیکی-مکانیکی)
  - مدل‌های ویسکوالاستیک خطی و اصل برهمنهش بولتزمن
  - رفتار ویسکوالاستیک غیر خطی در کامپوزیت‌های پلیمری
  - اصل برهم نهش زمان و درجه حرارت
- رفتار پلاستیک پلیمرها:
  - رفتار تسلیم در مواد پلاستیک و معیارهای تسلیم ترسکا و وان میسس
  - رفتار تسلیم در پلیمرها: اثر فشار هیدرواستاتیک و غیرهمگرایی
  - مقدمه ای بر معادلات حالت برای پلاستیک‌ها: پلاستیک ایده-ال
- رفتار شکست پلیمرها:
  - مکانیک شکست خطی و نظریه گریفیت
  - آنالیز تعیین نرخ انرژی آزاد شده کرنشی در شکست
  - آنالیز فاکتور شدت تنش در شکست
  - اندازه‌گیری انرژی پارگی و استحکام پارگی در پلیمرها
- مقاومت به ضربه و خستگی در پلیمرها:
  - مقاومت به ضربه در پلیمرها
  - مقاومت به خستگی تحت بارهای دینامیکی و حرارتی
  - معادلات رشد ترک در خستگی مکانیکی

مراجع

- Introduction to the Mechanics of a Continuous Medium, L. E. Malvern, Prentice-Hall, Inc., ۱۹۸۷.
- Mechanical Properties of Solid Polymers, I.M. Ward & D. W. Hadley, Wiley, ۲۰۰۵
- Introduction to Polymer Viscoelasticity, M.T. Shaw, ۲۰۰۵.
- Fracture Behavior of Polymers, A. J. Kinloch, Elsevier, ۱۹۸۵

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
سازمان برنامه ریزی آموزش عالی

مهندسی فرایندهای پلیمریزاسیون ChE۴۰۳۰۴	تعداد واحد	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	۳			
	تعداد ساعت	نوع واحد	نظری	
	۴۸			
	آموزشی تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ■ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐			

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
سازمان برنامه‌ریزی آموزش عالی

هدف

هدف از این درس آشنایی با واکنش‌های پلیمریزاسیون و انواع آن است.

سرفصل درس

- مروری بر واکنش‌های پلیمریزاسیون
  - تفاوت واکنش‌ها و راکتورهای پلیمر با کوچک مولکول‌ها
  - پلیمریزاسیون مرحل‌های: انواع، مراحل، سینتیک، فرضیات مثال‌هایی از پلیمرهای مرحله ای
  - پلیمریزاسیون زنجیره ای: رادیکالی، کاتیونی و آنیونی شامل مراحل، سینتیک، فرضیات و مثال‌هایی از پلیمرها زنجیره ای
  - کوپلیمریزاسیون: ترکیب، توزیع ترکیب، ترتیب و سینتیک
- مهندسی فرایندهای پلیمریزاسیون
  - معرفی متغیرهای فرایند- سامانه‌های فاز مایع، شرایط واکنش، نوع و شکل راکتورهای پلیمریزاسیون
  - مقدمه ای بر راکتورهای شیمیایی: موازنه جرم و انرژی در راکتورهای ناپیوسته، نیمه پیوسته، پیوسته CSTR و لوله‌ای
  - پلیمریزاسیون زنجیره‌ای در راکتورهای ناپیوسته و نیمه پیوسته: مسایل وبسکوزیته، انتقال حرارت، بهینه‌سازی

زمان واکنش

- پلیمریزاسیون فاز مایع استایرین در راکتورهای لوله‌ای: موازنه جرم و انرژی در جریان لایه‌ای، اثر دما و هندسه لوله بر کیفیت پلیمر
- پلیمریزاسیون زنجیره ای در راکتورهای پیوسته CSTR: موازنه جرم و انرژی، اثر اختلاط (HCSTR , SCSTR)، انتقال حرارت، و زمان اقامت بر کیفیت پلیمر

- مدل‌سازی ریاضی واکنش‌های پلیمریزاسیون در راکتور ناپیوسته

- مروری بر روش‌های مدل‌سازی و روش‌های نمایش وزن مولکولی، توزیع وزن مولکولی و ممان‌های آن
- حل دستگاه معادلات سینتیکی برای پلیمریزاسیون آنیونیک ایده ال، مرحله ای ایده ال، و زنجیره ای برای حصول، درجه تبدیل، وزن مولکولی، توزیع وزن مولکولی و ممان‌های آن بر اساس متغیرهای سامانه
- روش حل ممان
- روش انتگرال گیری مستقیم و تقریب متغیر پوسته
- روش تبدیل غیر پیوسته: معرفی توابع مولد و خواص آن
- کاربرد توابع مولد برای مثال‌هایی از انواع پلیمریزاسیون
- کاربرد توابع مولد برای مثال‌هایی از انواع پلیمریزاسیون
- کاربرد توابع مولد برای مثال‌هایی از انواع پلیمریزاسیون

- مدل‌سازی ریاضی واکنش‌های پلیمریزاسیون در راکتور پیوسته-اثر نوع و شکل راکتور

- راکتورهای HCSTR –معرفی زمان اقامت، توزیع زمان اقامت و عدد بدون بعد دامکهلر
- حل دستگاه معادلات سینتیکی برای پلیمریزاسیون آنیونیک ایده ال برای حصول، درجه تبدیل، وزن مولکولی، توزیع وزن مولکولی و ممان‌های آن و مقایسه با راکتور ناپیوسته
- حل دستگاه معادلات سینتیکی برای پلیمریزاسیون مرحله ای ایده ال برای حصول، درجه تبدیل، وزن مولکولی، توزیع وزن مولکولی و ممان‌های آن و مقایسه با راکتور ناپیوسته
- حل دستگاه معادلات سینتیکی برای پلیمریزاسیون رادیکالی برای حصول، درجه تبدیل، وزن مولکولی، توزیع وزن مولکولی و ممان‌های آن و مقایسه با راکتور ناپیوسته
- اختلاط در فرایندهای پلیمریزاسیون و معیارهای محاسبه اندازه و شدت جدایی فازها
- راکتورهای SCSTR –اثر جدایی فاز بر کیفیت پلیمر به روش آنیونیک ایده ال، مرحله ای ایده ال، و رادیکالی
- روش محاسبه درجه تبدیل، وزن مولکولی، توزیع وزن مولکولی، و ممان‌های آن در راکتور SCSTR
- مدل‌سازی در راکتورهای لوله‌ای PFR و تاثیر جریان برگشت
- مدل‌سازی در راکتورهای نیمه پیوسته برای پلیمریزاسیون مرحله ای با خروج محصول جانبی
- پارامترهای پیش بینی کیفیت پلیمرهای تولیدی در راکتورهای مختلف و مقایسه آن با نتایج تجربی

دبیرخانه شورای برنامه‌ریزی آموزش معاونت تحقیقات و فناوری وزارت علوم

- پلیمریزاسیون غیرهمگن
  - تعریف انواع پلیمریزاسیون‌های غیرهمگن
  - پلیمریزاسیون امولسیونی: شرح فرایند، مکانیزم، و اجزاء واکنش‌های رادیکالی
  - سینتیک، اندازه ذرات، توزیع اندازه ذرات و پیش بینی آن در راکتور ناپیوسته
  - سینتیک، اندازه ذرات، توزیع اندازه ذرات و پیش بینی آن در راکتور پیوسته CSTR

مراجع

- مبانی مهندسی پلیمریزاسیون-واکنش‌های پلیمریزاسیون، جلد دوم، تالیف دکتر وحید حدادی اصل، ۱۳۸۰.
- "Polymerization Process Modeling" by Dotson, Galvan, Laurence, and Tirrell, VCH, ۱۹۹۶.
- "Principles of Polymer Production Processes and Modeling", ۶th annual intensive short course, Greece, ۱۹۹۱.
- "Fundamentals of Polymers" by Kumar and Gupta, Mc. Graw-Hill, ۱۹۹۸.
- "On the Mathematical Modeling of Polymerization Reactors", by W. H. Ray, J. Macromol. Chem., C۸(۱), ۱-۵۶, ۱۹۷۲.

پژوهشگاه علوم، تحقیقات و فناوری
مرکز تحقیقات و برنامه ریزی آموزشی

ساختار و خواص فیزیکی و مکانیکی پلیمرها ChE۴۰۳۰۵	تعداد واحد ۳	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	تعداد ساعت ۴۸	نوع واحد	نظری	
آموزشی تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ■ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐				

هدف

آشنایی دانشجویان با اصول مکانیک جامدات و خواص فیزیکی پلیمرها می‌باشد.

سرفصل درس:

- مقدمه:اصول مکانیک جامدات
  - تعریف مواد مهندسی
  - پاسخ پلیمرها به محرک‌های مختلف
- تسلیم و ناپایداری در پلیمرها
  - رفتار تنش-کرنش
  - انتقال رفتار نرم-شکننده
  - گردنه ای شدن و تنش نهایی
  - معیارهای تسلیم
- تفسیر مولکولی و پیش بینی خواص پلیمرها
  - اصول ارتباط ساختارخواص پلیمرها
  - تبلور و اثر آن بر خواص پلیمرها
  - اثر ریزساختار بر ویسکوالاستیسیته پلیمرها

دفتر برنامه ریزی آموزشی معاونت پژوهش و فناوری وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

- مبانی مولکولی ترک خوردگی و تسلیم برشی پلیمرها
  - ترک خوردگی
  - تسلیم برشی
  - مقاومت به ترک خوردگی در اثر تنش‌های محیطی
- پدیده شکست
  - دیدگاه‌های مختلف به مسئله شکست پلیمرها
  - فاکتور شدت تنش
  - رفتار عمومی شکست پلیمرها
- خواص دینامیکی-مکانیکی پلیمرها
  - تاثیر جرم مولکولی، تبلور و مورفولوزی
  - تاثیر ترم کننده
  - تاثیر استحکام نیروهای بین مولکولی
  - انلافات ثانویه
- شبکه‌ها و ژل‌های پلیمری
  - ژل شدن: مفاهیم و تعاریف
  - نقطه ژل شدگی و ترکیب درصد سل-ژل
  - رابرالاستیسیتی
  - سازوکارهای اتلاف انرژی الاستومرها
- خواص فیزیکی پلیمرها
  - خواص حرارتی
  - خواص سطحی
  - خواص الکتریکی
  - خواص نوری

دارای مجوز از شورای برنامه ریزی آموزش علوم، تحقیقات و فناوری

مراجع

- An Introduction to the Mechanical Properties of Solid Polymers, I. M. Ward and J. Sweeney, Wiley, ۲th Edition, ۲۰۰۴.
- The Physics of Polymers: Concepts for Understanding their Structures and Behavior, G. Strobl, Springer, ۲۰۰۷.
- Polymer Physics, M. Rubinstein and R. H. Colby, Oxford University Press, ۲۰۰۳.
- Fracture Behavior of Polymers, A. J. Kinloch, Elsevier, ۱۹۸۵.
- Polymer Viscoelasticity: Bacics, Molecular Theories and Experiments, Y. H. Lin, World Scientific

Publishing Co., ۲۰۰۳.

فرایندهای شکل‌دهی پلیمرها **ChE۴۰۳۰۶**	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 آشنایی با شکل دهی پلیمرها و انواع مختلف آن می‌باشد.

سرفصل درس

- مقدمه:
  - تبیین ریاضی معادلات بقا (جرم، نیرو و انرژی)
  - تبیین ریاضی معادلات حالت
  - حل مسئله روانکاری و قالب‌های ساده (Lubrication App)
- اکسترودر با تک ماردون:
  - معرفی اجزای اکسترودر با تک ماردون
  - ارایه و آنالیز مدل ناحیه پمپ
  - ارایه و آنالیز مدل ناحیه حرکت جامد
  - ارایه و آنالیز مدل ناحیه ذوب
  - محاسبه انرژی و بالانس با حدیده
- خط تولید ورق:
  - معرفی تجهیزات تولید ورق
  - ارایه و آنالیز مدل پیش قالب

دبیرخانه شورای برنامه ریزی آموزش علوم، تحقیقات و فناوری

- ارایه و آنالیز مدل دستگاه دو غلطک
- ارایه و آنالیز مدل کشش ورق

- خط تولید فیلم چند لایه:
  - معرفی تجهیزات تولید فیلم
  - ارایه و آنالیز مدل قالب فیلم چند لایه
  - ارایه و آنالیز مدل کشش و کشنده فیلم
- خط تولید کابل:
  - معرفی خط تولید کابل
  - ارایه و آنالیز مدل قالب تولید کابل
- خط پوشش دهی:
  - معرفی خطوط پوشش دهی (غلطکی، تیغ‌های و آزاد)
  - ارایه و آنالیز مدل غلطک و ورق
  - ارایه و آنالیز مدل دستگاه تیغه و ورق
  - ارایه و آنالیز مدل پوشش دهی آزاد
- خط ریسندگی الیاف:
  - معرفی تجهیزات تولید الیاف
  - ارایه و آنالیز مدل قالب
  - ارایه و آنالیز مدل جریان
  - ارایه و آنالیز مدل کشش
- دستگاه تزریق پلاستیک:
  - معرفی دستگاه تزریق پلاستیک
  - ارایه و آنالیز مدل رانر
  - ارایه و آنالیز مدل قالب صفحه‌ای
  - ارایه و آنالیز مدل قالب دایره مرکزی
  - بالانس نمودن قالب چند حفره‌ای
- دستگاه ترموفرمینگ:
  - معرفی دستگاه ترموفرمینگ
  - ارایه و آنالیز مدل قالب ساده ترموفرمینگ
- دستگاه پرس:
  - معرفی دستگاه پرس

دبیرخانه شورای برنامه ریزی آموزش علوم، تحقیقات و فناوری

- ارایه و آنالیز مدل قالب پرس (جریان از مرکز)

مراجع

- Polymer Processing Principle and Design D. G. Baird and D.I. Collias, Butterworth-Heinemann, ۱۹۹۵
- Principles of Polymer Processing, ۲nd edition Z. Tadmor and C.G. Gogos, John Wiley & Sons, ۲۰۰۶.

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دفتر برنامه ریزی آموزش عالی

طراحی و تکنولوژی قطعات لاستیکی ChE۴۰۳۰۷	تعداد واحد	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	۳			
	تعداد ساعت	نوع واحد	نظری	
	۴۸			
آموزشی تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ■ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐				

هدف:

آشنایی با اصول و مبانی طراحی قطعات لاستیکی است.

سرفصل درس

- مقدمه‌های بر آمیزه‌کاری لاستیک
  - الاستومرها
  - واکنش لاستیک
  - پرکننده‌ها و دیگر مواد افزودنی
- مدول و خواص مکانیکی لاستیک‌های پر شده
  - خواص الاستیک غیرخطی لاستیک‌ها (هایپرالاستیسیته)
  - خواص ویسکوالاستیک غیرخطی لاستیک‌ها
- استحکام لاستیک
  - تقویت لاستیک با پرکننده‌های تقویتی
  - نانوکامپوزیت‌های لاستیکی
  - شکست، خستگی و ازکارافتادگی در لاستیک‌ها
  - عوامل هندسی و فرایندی در استحکام لاستیک
- دوام پذیری لاستیک‌ها

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

- عوامل فیزیکی و شیمیایی در دوام پذیری لاستیک‌ها
- خزش، رهایی از تنش، و پسماند
- اثرات دما، عوامل شیمیایی و محیطی

- اصطکاک و سایش در لاستیک‌ها
  - سازوکارهای اصطکاک در لاستیک‌ها
  - اثرات بار، سرعت و زبری سطح بر اصطکاک لاستیک‌ها
  - سازوکارهای سایش در لاستیک‌ها
  - ارتباط سایش با شکست سطحی در لاستیک‌ها
- اصول طراحی قطعات لاستیکی
  - بوشینگ‌ها و ضربه گیرها در بارگیری فشاری و برشی (استاتیکی)
  - لرزه‌گیرها و جداگرهای دینامیکی
- طراحی قطعات لاستیکی با آنالیز المان‌های محدود
  - توانایی‌ها و عملکردهای آنالیز المان‌های محدود در طراحی قطعات لاستیکی
  - اجزاء یک مدل المان‌های محدود
  - مثال‌هایی از آنالیز المان‌های محدود برای کاربردهای لاستیکی
- آزمون‌های لاستیک
  - آزمون‌های کوتاه مدت برای خواص تنش-کرنش
  - آزمون‌هایی برای خواص دینامیکی لاستیک
  - آزمون‌های اندازه‌گیری اصطکاک و سایش لاستیک
  - آزمون‌های خزش، آسودگی از تنش، و پسماند مکانیکی در لاستیک
- ساختار و طراحی تایر
  - عملکردهای تایر
  - اجزاء اصلی تایر
  - کامپوزیت‌های لاستیک- الیاف
- تکنولوژی فرایند قطعات لاستیکی
  - تکنولوژی فرایند تسمه نقاله‌های لاستیکی
  - تکنولوژی فرایند کابل‌ها و شیلنگ‌های لاستیکی
  - تکنولوژی فرایند ضربه‌گیرها و جداگرهای لاستیکی
  - تکنولوژی فرایند غلتک‌های لاستیکی
  - تکنولوژی فرایند درزگیرها، چسب‌ها، لاتکس‌ها، و اسفنج‌های لاستیکی
  - تکنولوژی فرایند وسایل ورزشی و زیره کفش لاستیکی

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
سازمان برنامه ریزی آموزش عالی

مراجع

- Engineering with Rubber-How to Design Rubber Components, ed. A. N. Gent, Hanser, ۲۰۰۰.
- Engineering with Polymers, P. C. Powell, ۱۹۸۳
- Mechanical Properties of Solid Polymers, I.M. Ward & D. W. Hadley, Wiley, ۲۰۰۴.
- Rubber Spring Design, E. F. Gobel, John Wiley, ۱۹۷۴.
- Rubber Products Manufacturing Technology, A. K. Bhowmick, M. Dekker, NY ۱۹۹۴.

پلاستیک‌های تقویت شده با الیاف (کامپوزیت) ChE۴۰۳۰۸	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 آشنایی با کامپوزیت‌ها و تحلیل انواع مختلف آن‌ها است.

سرفصل درس

- پیشینه تاریخی تکامل تدریجی مواد، ملزومات اساسی سازه‌ها، تعاریف و تقسیم بندی کامپوزیت‌ها
- تحلیل میکروسکوپی و ماکروسکوپی کامپوزیت‌ها، تحلیل سفتی تک لایه، تک لایه همسانگرد، تک لایه غیر همسانگرد و ارتوتروپیک، انتقال خواص الاستیک
- تحلیل استحکام تک لایه، تک لایه همسانگرد، تک لایه غیر همسانگرد و ارتوتروپیک، معیارهای ساقط شدگی، گزینش معیار مناسب
- تحلیل کامپوزیت‌های حاوی الیاف کوتاه، کامپوزیت‌های تقویت شده با ریبون
- چند لایه‌ها، انواع، معادلات قانون‌مند (مشخصه) چند لایه‌ها
- تحلیل سفتی چند لایه‌ها، تخمین خواص الاستیک
- تحلیل استحکام چند لایه‌ها، اولین و آخرین تک لایه ساقط شده، تخمین استحکام چند لایه‌ها
- کرنش‌ها و تنش‌های حرارتی، رطوبتی و هردو باهم، تنش‌های پسماند
- روش‌های جدید شکل دهی و طراحی کامپوزیت‌ها
- نانو کامپوزیت‌ها

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دفتر برنامه ریزی آموزش عالی

مراجع

- Agarwal, B.D., and Broutman, L.J., Analysis and Performance of Fiber Composites, ۲nd Edition, Wiley, ۱۹۹۰.
- Jones, R.M., Mechanics of Composite Materials, ۲nd Edition, Library of Congress Cataloging-in-publication Data, ۱۹۹۹.
- Matthews, F.L., and Rawlings, R.D., Composite Materials; Engineering and Science, Chapman & Hall, ۱۹۹۴.
- Mallick, P.K., Fiber Reinforced Composites; Materials, Manufacturing and Design, CRC Press Taylor and Francis Group, LLC, ۲۰۰۸.

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

پدیده‌های انتقال در سامانه‌های پلیمری ChE۴۰۳۰۹	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 آشنایی دانشجویان با پدیده‌های انتقال در سامانه‌های پلیمری و اصول و مبانی آن‌هاست.

سرفصل درس

- بردارها و تنسورها (یارآوری)
  - تعاریف بردار و تنسور (notation)
  - بردارهای مکان
  - توابع برداری
- خواص انتقال در پلیمرها
  - خواص حرارتی
  - خواص پخت
  - خواص رئولوژیکی
  - نفوذ و ضرایب آن
  - خواص سایشی
- انتقال جرم
  - انتقال جرم در سامانه‌های پلیمری
  - انتقال جرم در سامانه‌های پلیمری در حضور الیاف و پرکننده
  - نفوذ و ساز و کارهای انتقال جرم

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
مرکز برنامه ریزی آموزش عالی

- انتقال بین سطحی در سامانه‌های چند جزیی
- انتقال ممنتوم
  - ساز و کارهای انتقال ممنتوم
  - سیالات نیوتنی و غیر نیوتنی
- انتقال انرژی
  - ارتباط شار حرارتی و گرادیان درجه حرارت
  - هدایت حرارتی و مکانیسم انتقال انرژی
  - شرایط مرزی حرارتی
  - انتقال انرژی و پخت
  - گرمایش و سرمایش در سامانه‌های پلیمری
- قوانین Constitutive و کاربردهای آن‌ها
  - سینتیک واکنش، شار حرارتی، ویسکوزیته، تنش و نرخ کرنش
- ابرسازی (Foaming)
  - مقدمه
  - مکانیسم‌های ایجاد ابر
  - خواص
- مخلوط‌های پلیمری
  - مقدمه و مکانیسم‌های پایداری
  - ترمودینامیک مخلوط‌های پلیمری

مراجع

- Polymer Processing-Modeling and Simulation, Tim A. Osswald, Juan P. Hernandez-Ortiz, HANSER, Munich ۲۰۰۶.
- Process Modeling in Composites Manufacturing, Suresh G. Advani, E. Murat Sozer, Marcel Dekker Inc., New York, ۲۰۰۳.
- Transport Phenomena, R. Byron Bird, Warren E. Stewart, Edwin N. Lightfoot, John Wiley & Sons, Inc. Second Edition, ۲۰۰۲.
- Polymer Blends, Encyclopedia of polymer science and technology, ۲۰۰۵ John Wiley & Sons.
- Polymeric Foams, Mechanisms and Materials, S. T. Lee, N. S. Ramesh, CRC Press, ۲۰۰۴

دبیرخانه شورای برنامه‌ریزی آموزش علوم، تحقیقات و فناوری

هویت شناسی پیشرفته پلیمرها ChE۴۰۳۱۰	تعداد واحد	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	۳			
	تعداد ساعت	نوع واحد	نظری	
	۴۸			
آموزشی تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ■ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐				

هدف

آشنایی با انواع مختلف پلیمرها و آشنایی با ساختار آن‌ها می‌باشد.

سرفصل درس

- مقدمه ای بر شیمی پلیمر
  - روش‌های مختلف سنتز پلیمرها
  - پلیمریزاسیون مونومرهای وینیلی
  - پلیمرهای تجاری: روش‌های سنتز، خواص و کاربرد
  - پلی اولفین‌ها
  - پلیمرهای وینیلی
  - پلیمرهای تراکمی
  - کوپلیمرها
  - مشخصه‌های ساختاری و دینامیکی پلیمرها
- روش‌های مقدماتی شناسایی پلیمرها
  - آزمایش حلالیت
  - آزمایش چگالی
  - تعیین نقطه ذوب
  - آزمایش شعله
  - آزمایش پیرولیز

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
سازمان برنامه و بودجه آموزش عالی

- طیف سنجی مادون قرمز (IR) ترکیبات آلی و پلیمرها
  - مبانی طیف سنجی مادون قرمز
  - آشنایی با مبانی طیف سنجی رامان
  - طیف سنجی مادون قرمز تبدیل فوریه (FT-IR)
  - شناسایی گروه‌های عاملی در ترکیبات آلی و پلیمرها
  - اثر انگشت در طیف سنجی مادون قرمز و تعیین ساختار ترکیبات آلی و پلیمرها
  - کاربردهای کمّی و کنترل کیفیت پلیمرها با طیف سنجی مادون قرمز تبدیل فوریه
  - تعیین نوع کومونومر و بررسی میزان شاخه دار شدن در پلی اولفین‌ها
  - تعیین نسبت اتیلن به پروپیلن و مقدار دی آن در EPR و EPDM
  - تعیین ترکیب کوپلیمر در EVA، NBR و ...
  - تعیین ریزساختار (سیس/ترانس/وینیل) در لاستیک‌های BR و SBR
  - تعیین میزان مالئیک انیدرید در پلی اتیلن و پلی پروپیلن مالئیکه
  - سایر کاربردهای کمّی
- طیف سنجی تشدید مغناطیسی هسته (NMR) و هویت شناسی پلیمرها
  - مبانی فیزیکی تشدید مغناطیسی هسته
  - طیف سنجی تشدید مغناطیسی هسته تبدیل فوریه (FT-NMR)
  - مکان شیمیائی و کوپلاژ هسته‌ها در تشدید مغناطیسی هسته پروتون (^{1}H-NMR)
  - تفسیر طیف ^{1}H-NMR و برقراری ارتباط آن با ساختار ترکیبات آلی و پلیمرها
  - مکان شیمیائی و کوپلاژ هسته‌ها در ^{13}C-NMR
  - طیف سنجی ^{13}C-NMR واجفت شده از پروتون
  - مسائل انتگرال گیری در ^{13}C-NMR
    - تقویت هسته ای اورهاوزر (NOE)
    - فرایند آسایش هسته‌های کربن
  - تفسیر طیف ^{13}C-NMR و برقراری ارتباط آن با ساختار ترکیبات آلی و پلیمرها
  - کوپلاژ هسته کربن-۱۳ با سایر هسته‌ها
  - محاسبه مکان شیمیائی هسته‌های کربن-۱۳ در ترکیبات آلی با استفاده از جداول موجود
  - روش تقویت بدون واپیچیدگی با انتقال قطبش (DEPT) در ^{13}C-NMR
    - مبانی DEPT و انواع روش‌های آن
    - تعیین نوع کربن (متیل، متیلن، متین و کربن نوع چهارم)
  - آشنایی مقدماتی با طیف سنجی NMR دوبعدی
  - تعیین ساختار ترکیبات آلی و پلیمرها به کمک طیف سنجی‌های IR و NMR

- کاربرد NMR در پلیمرها
- تعیین ساختار هموپلیمرها و کوپلیمرها
- آنالیز گروه‌های انتهایی
- بررسی ساز و کار واکنش پلیمریزاسیون
- محاسبه وزن مولکولی پلیمر
- تعیین ترکیب کوپلیمر و محاسبه نسبت واکنش پذیری کومونومرها
- تعیین الگوی افزایش مونومرها (سر به دم، دم به دم)
- بررسی تاکتیسیتی در پلیمرها (ایزوتاکتیک، سندیوتاکتیک و اتاکتیک)
- بررسی ریزساختار پلیمرهای حاوی پیوند غیراشباع (ایزومرهای سیس/ترانس/وینیل)
- تعیین وزن مولکولی بر حسب تبدیل در پلیمریزاسیون‌های زنده/ کنترل شده
- آزمایش online ^{1}H-NMR و بررسی سینتیک واکنش‌های همو- و کوپلیمریزاسیون (محاسبه نسبت واکنش پذیری کومونومرها و تعیین ثوابت سینتیکی واکنش)

- تعیین توزیع ترکیب کوپلیمر یا توالی کومونومرها (دی اد، تری اد و...) در کوپلیمر
- بررسی شاخه ای شدن در پلیمرها
- سایر کاربردها
- NMR سایر هسته‌ها
- تعیین وزن مولکولی و توزیع وزن مولکولی در پلیمرها
- مبانی و مفاهیم وزن مولکولی در پلیمرها
- تعیین وزن مولکولی متوسط عددی پلیمرها
- آنالیز گروه انتهایی
- خواص کلگاتیو (Colligative properties)
- فشار اسمزی
- تعیین وزن مولکولی متوسط وزنی پلیمرها
- پراکندگی نور استاتیک (SLS)
- اولتراسانتریفوژ و ترسیم نمونه
- تعیین وزن مولکولی متوسط ویسکومتری پلیمرها با استفاده از روش ویسکومتری محلول پلیمرها
- کروماتوگرافی تراوایی ژل (GPC) یا کروماتوگرافی اندازه طردی (SEC)
- مبانی GPC یا SEC
- تئوری کالیبراسیون جهانی GPC یا SEC
- محاسبه انواع وزن مولکولی و توزیع وزن مولکولی با استفاده از کروماتوگرام GPC
- کروماتوگرافی کوپلیمرها و تعیین توزیع وزن مولکولی و توزیع ترکیب شیمیائی کوپلیمر

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

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

مراجع

- روش‌های ساده در شناسایی پلاستیک‌ها، بازنگری چهارم، نوشته: دیتریش براون، ترجمه: مهرداد کوکبی
- Pavia, Lampman, Kriz, *Introduction to Spectroscopy*, ۴th Edition.
- Silverstein and Webster, Spectrometric Identification of Organic Compounds, ۷th Edition.
- Tonelli, NMR Spectroscopy & Polymer Microstructure:The Conformational Connection, ۱۹۸۹.
- Sun, *Physical Chemistry of Macromolecules*, ۲nd Edition (Chapters of "Molecular Weight Distribution" and "Viscometry").
- Carraher, *Polymer Chemistry*, ۷th Edition.
- Stuart, *Polymer Analysis*, ۲۰۰۳ (Chapter ۴).
- Hatakeyama and Quinn, Thermal Analysis: Fundamentals and Applications to Polymer Science, ۲nd Edition.

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
سازمان امور دانشجویان

ترمودینامیک محلول‌های الکترولیت ChE۴۰۴۰۱	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 آشنایی دانشجویان با نحوه مدل‌سازی ترمودینامیکی محلول‌های الکترولیت است.

سرفصل درس

- مقدمه بر کاربرد سامانه‌های الکترولیت.
- آشنایی با مبانی سامانه‌های الکترولیت (پتانسیل شیمیایی، ضریب اکتیویته، ضریب اسمزی، خواص کالیگاتیو ...).
- روش‌های اندازه‌گیری ضرب اکتیویته الکترولت و حلال.
- مروری بر مدل‌های ضریب اکتیویته سامانه‌های الکترولیت (دبای هوکل، MSA، اغتشاشی، کرک وود باف، پیتزر، یونیکواک توسعه یافته، NRTL-E، گوگن‌هایم، میسنر،...
- تعادل ترمودینامیکی در حضور الکترولیت‌ها (تعادل جامد - مایع، تعادل بخار مایع)
- معادلات حالت سامانه‌های الکترولیت.
- مدل‌سازی سامانه‌های الکترولیت ضعیف.

مراجع

- Robinson and Stocks, Electrolyte solution
- K. S. Pitzer, in Activity Coefficients in Electrolyte Solutions, ed. CRC, Boca Raton,
- ۱۹۹۱, ۱۵۷.
- J. M. Prausnitz, R. N. Lichtenthaler and E. Gomes de Azevedo, in *Molecular*
- *Thermodynamics of Fluid-Phase Equilibrium*, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, ۱۹۹۹.
- P. Debye and E. Hückel, Physik Z., ۱۹۲۳, ۲۴, ۱۸۵.
- C. C. Chen and L. B. Evans, AIChE J., ۱۹۸۲, ۲۸, ۴. ۱۱ H. Renon and J. M. Prausnitz, AIChE J., ۱۹۶۸, ۱۴, ۱۳۵. ۱۲ W. Fürst and H. Renon, AIChE J., ۱۹۹۳, ۳۹, ۳۳۵.
- L. Blum, Mol. Phys., ۱۹۷۵, ۳۰, ۱۵۲۹
- J. P. Simonin, L. Blum and P. Turq, J. Phys. Chem., ۱۹۹۶, ۰۷۰, ۷۷۰۴.
- L. Blum and J. S. Hoye, J.Phys.Chem., ۱۹۷۷, ۸۱, ۱۳۱۱.
- Aspen Technology Inc., in ASPEN PLUS Electrolytes Manual, Cambridge, MA, ۲۰۰۶

مدل‌سازی ترمودینامیکی سامانه‌های خاص ChE۴۰۴۰۲	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 آشنایی دانشجویان با نحوه مدل‌سازی ترمودینامیکی سامانه‌های خاص است.

سرفصل درس

- مقدمه بر کاربرد برش‌های نفتی.
- نحوه تعیین مشخصات برش‌های نفتی.
- آزمایش‌های تعیین مشخصات نفت خام و گاز.
- شبیه‌سازی رفتار نفت خام.
- آشنایی با مدل‌های ترمودینامیکی تشکیل واکس.
- آشنایی با مدل‌های ترمودینامیکی تشکیل آسفالتین.
- آشنایی با مدل‌های ترمودینامیکی تشکیل هیدرات.
- آشنایی با نحوه مدل‌سازی ترمودینامیکی سامانه‌های الکترولیت ضعیف.
- آشنایی با مدل‌های تشکیل رسوب.

مراجع

- Phase Behavior, Curtis H. Whitson, Michael R. BrulØ, enry L. Doherty Memorial Fund of AIME, Society of Petroleum Engineers Inc., Richardson, Texas ۲۰۰۰
- Related Papers in each subject.
- Aspen Technology Inc., in ASPEN PLUS Electrolytes Manual, Cambridge, MA, ۲۰۰۶.

ترمودینامک آماری ChE۴۰۴۰۳	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 آشنایی دانشجویان با رویکرد آماری در ترمودینامیک سامانه‌ها و محاسبات آن می‌باشد.

سرفصل درس

- مروری بر مکانیک کوانتومی و مکانیم کلاسیک
- بررسی مجموعه سامانه‌ها و احتمال
- محاسبه کمیت‌های ترمودینامیکی با استفاده از احتمال
- ترمودینامیک اماری کلاسیک
- غیر ایده آل بودن گازها از ترمودینامیک آماری
- محاسبه خواص برای مولکول‌های تک اتمی و دو اتمی و چند اتمی
- تعادل شیمیایی با استفاده از ترمودینامیک آماری
- فضای فازی
- اثر میدان مغناطیسی و الکتریکی
- مکانیک آماری کوانتومی
- تابع توزیع شعاعی
- توابع همبستگی
- بررسی رفتار مایعات
- نظریه اغتشاش
- بررسی جامدات

- بررسی خواص انتقالی

پدیده‌های انتقال در صنایع غذایی ChE۴۰۵۰۱	تعداد واحد	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	۳			
	تعداد ساعت	نوع واحد	نظری	
	۴۸			
	آموزشی تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ■ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐			

هدف

آشنایی با کاربرد اصول پدیده‌های انتقال در فرآوری مواد غذایی

سرفصل درس

- جنبه‌های نظری پدیده‌های انتقال، خواص مورد نیاز مواد غذایی جهت استفاده از معادلات طراحی مهندسی شامل خواص حرارتی، نفوذ و جذب سطحی، پدیده‌های انتقال محصولات مایع شامل انتقال حرارت و جرم در جریان لوله ای غیر نیوتنی و سامانه‌های مخلوط شده، پدیده‌های انتقال در مواد غذایی جامد شامل انتقال همزمان حرارت و جرم، معادلات انتقال با یک ترم منبع مانند واکنش‌های آنزیمی، تجزیه شیمیائی و اثرات حرارتی و الکتریکی، مدل‌های مورد استفاده برای طراحی دستگاه‌های فرآوری شامل روابط انتقال حرارت در مبدل‌های حرارتی و بیوراکتورها، کاربرد پدیده‌های انتقال در طراحی عملی

مراجع

- Transport Phenomena of Foods and Biological Materials, V. Gekas, CRC Press

طراحی عملیات فرایندهای صنایع غذایی ChE۴۰۵۰۲	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 اصلی این درس آشنایی دانشجویان با فرایندهای مختلف صنایع غذایی و اصول طراحی این فرایندها می‌باشد. در این درس به اصول، محاسبات و دستگاه‌های عملیات واحدهای حرارتی در صنایع غذایی پرداخته می شود.

سرفصل درس

- مقدمه‌ای بر فرایندهای صنایع غذایی: تقسیم بندی انواع فرایندها، دسته‌بندی انواع عملیات واحدها، خصوصیات فیزیکی مواد غذایی
- فرایند بلانچینگ: تئوری بلانچینگ، اثر آن بر مواد غذایی، تجهیزات و طراحی
- فرایند پاستوریزاسیون: هدف از پاستوریزاسیون، انواع پاستوریزاسیون، آزمایش‌های پاستوریزاسیون، کیفیت مواد غذایی پاستوریزه شده، تجهیزات پاستوریزاسیون، طراحی فرایند پاستوریزاسیون
- سینتیک فرآوری حرارتی: مقاومت حرارتی میکروارگانیسم‌ها، اندازه گیری مقاومت حرارتی، سینتیک غیرفعال شدن، منحنی‌های بقای میکروبی، احتمال فساد
- فرایند سترون سازی: سترون سازی درون قوطی، فرایندهای فرا دما، اثر آن بر مواد غذایی، بهینه‌سازی سترون سازی
- وسایل و تجهیزات انتقال حرارت در صنایع غذایی: مخازن همزندار، وسایل گرمایش مستقیم، وسایل گرمایش خاص و مبدل‌های حرارتی
- مبدل‌های حرارتی: دسته بندی مبدل‌های حرارتی، انتخاب مبدل‌های حرارتی، اصول کلی طراحی مبدل‌های حرارتی، روش طراحی مبدل حرارتی، نرم افزارهای شبیه‌سازی و طراحی مبدل‌های حرارتی، مبدل‌های حرارتی لوله‌ای، اجزاء مبدل‌های حرارتی پوسته و لوله، روش‌های طراحی مبدل‌های حرارتی پوسته و لوله، مبدل‌های حرارتی صفحه ای،

آرایش‌های جریان در مبدل‌های حرارتی صفحه ای، اجزاء مبدل‌های صفحه ای، روش‌های طراحی مبدل‌های حرارتی صفحه ای

- تغلیظ مواد غذایی: تغلیظ با روش تبخیر، تغلیظ با روش اسمز معکوس، تغلیظ با روش انجماد
- فرایند تبخیر: اصول تبخیر، کاربردهای تبخیر، خصوصیات مواد غذایی و عملکرد تبخیر کننده، انواع تبخیر کننده، طراحی تبخیر کننده، طراحی تبخیر کننده با قابلیت تراکم مجدد بخار، طراحی تبخیرکننده فیلم ریزان
- فرایند سردسازی: روش‌های سرد سازی، مواد سردساز، سردسازی مکانیکی، محاسبات سردسازی و طراحی تجهیزات

مراجع

- Food Processing Technology (P.J. Fellow)
- Introduction to Food Engineering (R.P. Singh & D.R. Heldman)
- Handbook of Food Preservation (M. Shafiur Rahman)
- Engineering aspects of Thermal Food Processing (R. Simpson)
- Mathematical Modeling of Food Processing (S. Thorne)
- Heat Exchanger Design Handbook (D. Brian Spalding & J. Taborek)
- Food Processing Technology- Principles and Practice, P. J. Fellows, Ellis Horwood
- Food Engineering Operations, Third Edition, J. G. Brennan, J. R. Butters, N. D. Cowell and A. E. V. Lilley, Elsevier Science Publishers
- Food Procese Engineering, D. Heldman and P. Singh, AVI Publishing Co.s
- کتب تخصصی در ارتباط با فرایندهای غذایی مختلف

رئولوژی مواد غذایی ChE۴۰۵۰۳	تعداد واحد	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	۳			
	تعداد ساعت	نوع واحد	نظری	
	۴۸			
آموزشی تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ■ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐				

هدف

- آشنایی با سیالات غیرنیوتنی و انواع معادلات موجود برای بیان رفتار سیال غیرنیوتنی.
- بررسی روش‌های مختلف ویسکومتری جهت اندازه‌گیری ویسکوزیته سیالات غیرنیوتنی.
- آشنایی با مبانی جریان‌های برشی و کششی در سیالات غیرنیوتنی.
- آشنایی با رفتار ویسکوالاستیک در سیالات غیرنیوتنی.

سرفصل درس

- مقدمه‌ای بر رفتار سیال و تعریف سیال غیرنیوتنی، بررسی انواع مدل‌های ریاضی موجود برای بیان سیالات غیرنیوتنی، بررسی سیالات وابسته و مستقل از زمان، معرفی انواع ویسکومترهای لوله‌ای و بدست آوردن معادلات حاکم بر آن برای سیالات نیوتنی و غیرنیوتنی (معادله Rabinowitsch-Mooney)، بررسی پروفیل سرعت در لوله برای سیالات غیرنیوتنی در جریان آرام، محاسبه میزان تصحیح افت فشار در ویسکومترهای لوله‌ای (ضریب تصحیح Bagley)، بدست آوردن معادلات حاکم در ویسکومترهای صفحه‌ای برای سیالات نیوتنی و غیرنیوتنی، طراحی خط لوله برای محاسبه توان پمپ در سیالات غیرنیوتنی، معرفی انواع ویسکومترهای چرخشی و بدست آوردن معادلات حاکم بر ویسکومترهای استوانه‌ای هم محور (Concentric cylinder viscometer)، بررسی پروفیل سرعت چرخشی در ویسکومترهای چرخشی استوانه‌ای هم محور در جریان آرام، معرفی ویسکومترهای چرخشی (Cone and Plate) و (Parallel Plate) و بدست آوردن معادلات حاکم بر آن‌ها، ویسکومتر اختلاطی (Mixer Viscometer) و بدست آوردن معادلات حاکم بر آن، محاسبه تنش تسلیم (Yield Stress) با استفاده از روش بادنما (Vane Method)، مبانی جریان کششی (جریان یک‌سویه و دوسویه)، جریان از میان قالب، روش‌های Opposing Jets.Empirical و Spinning برای اندازه‌گیری ویسکوزیته کششی، مبانی اولیه رفتار ویسکوالاستیک و بررسی مدل‌های مکانیکی ماکسول و کلوین،

آزمایش خزش و رهایی تنش در مدل‌های مکانیکی ماکسول و کلوین برای بیان رفتار ویسکوالاستیک، آزمایش نوسانی (Oscillatory Testing) برای بررسی پارامترهای ویسکوالاستیک.

مراجع

- Steffe, James F. ۱۹۹۶. Rheological Methods in Food Process Engineering, Second Edition. Freeman Press, East Lansing, MI
- Rheology of Foods, R. Borwankar and C. F. Shoemaker, Elsevier Applied Science

فرایندهای پیشرفته مواد غذایی ChE۴۰۵۰۴	تعداد واحد	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	۳			
	تعداد ساعت	نوع واحد	نظری	
	۴۸			
	آموزشی تکمیلی عملی: دارد □ ندارد ■ سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه □			

هدف

آشنایی با آخرین تحولات در صنایع لبنیات، کنسرو سازی، غلات، روغن، قند، گوشت، آبمیوه، نوشابه، سیب زمینی و غیره

سرفصل درس

- مثال‌های استفاده از فرایندهای پیشرفته در صنایع غذایی مختلف به منظور بهینه سازی فرایند از دیدگاه اقتصادی یا زیست محیطی یا تولید محصولات جدید (مثال‌ها بر اساس آخرین تحولات در زمینه یافته‌های تحقیقاتی و توسعه ای بیان و ارائه می گردد.

بیوتکنولوژی غذایی ChE۴۰۵۰۵	تعداد واحد ۳	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	تعداد ساعت ۴۸	نوع واحد	نظری	
آموزشی تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ■ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐				

هدف

آشنایی با کابرد اصول و فن آوری بیوتکنولوژی در صنایع غذایی

سرفصل درس

- طراحی بیوراکتور
- اثر اصلاحات ژنتیکی، شیمیایی و آنزیمی بر روی خواص عملکردی (functionality) پروتئین‌ها
- پلی سلکاریدهای جدید و اصلاح شده
- آنزیم‌ها در صنایع غذایی، آنزیم‌های مورد استفاده در سم‌زدایی
- تولید زیستی اسیدهای آمینه، طعم دهنده‌ها و ویتامین‌ها

مراجع

- Food Biotechnology- Volumes ۱ and ۲, R. D. King and P. S. j. Cheetham. Elsevier Science Publishers
- Comprehensiv Biotechnology, Editor- in Chief Murray Moo-Young, Pergamon Press
- Food Biotechbology- microorganisms- Y. H. Hiu and G. G. Khachatourians (eds), VCH, New York
- King, R.D., Cheetham, P.S.G., Food Biotechnology, Vol I & II, ۱۹۸۷, Elsevier
- Lee, B., Fundamentals of Food Biotechnology, ۱۹۹۶, VCH
- Gerhartz, W., Enzymes in Food Industry, ۱۹۹۵, C.H.

میکروبیولوژی صنعتی و فرایندهای تخمیر ChE٤٠٥٠٦	تعداد واحد ۳	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	تعداد ساعت ۴۸	نوع واحد	نظری	
آموزشی تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ■ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐				

هدف

آشنایی با ریز اندامگان‌های صنعتی و چگونگی سازوکار آن‌ها در فرایندهای تخمیری و فرآورده‌های زیست فناورانه

سرفصل درس

- نتیک رشد میکروبی و آنزیمی در سامانه‌های مختلف- انتخاب، جداکردن، توسعه و نگه‌داری میکروارگانیزم‌های صنعتی، فرمول بندی محیط کشت در فرمنتورهای صنعتی، روش‌های جداسازی میکروارگانیزم‌های صنعتی، کشت روش‌های نگه‌داری میکروارگانیزم‌های صنعتی و نو، فرآورده‌های بیوتکنولوژی در مقیاس صنعتی از قبیل اسیدهای آلی، اسیدهای آمینه SCP، آنتی بیوتیک‌ها و غیره

مراجع

- Comprehensive Biotechnology, M, Moo Young (Ed), Pergamon Press
- Principles of Fermentalion Technology, Second Edition, P. F. Stanbury an A. Whitaker and S. J. Hall, Elsevier Science
- Biotechnology: a text book of industrial microbiology, W. Crueger and A. Crueger
- Microbial Biotechnology, Fundamentals of Applied Microbiology, A. N. Ghazer and H. Nikaido, W. H. Freeman and Company, New York.

بسته بندی مواد غذایی ChE۴۰۵۰۷	تعداد واحد	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	۳			
	تعداد ساعت	نوع واحد	نظری	
	۴۸			
	آموزشی تکمیلی عملی: دارد □ ندارد ■ سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه □			

هدف

- فراگیری کلی در ارتباط با ساز و کارهای تخریب در ماده غذایی و روش‌های مقابله با آن
- آشنایی با روش‌های مختلف بسته بندی جهت ازدیاد زمان ماندگاری ماده غذایی
- استفاده از سامانه‌های مختلف بسته‌بندی مواد غذایی با توجه به نوع ماده غذایی جهت افزایش زمان ماندگاری آن

سرفصل درس

- مقدمه‌ای بر بسته‌بندی مواد غذایی، بررسی ساز و کارهای تخریب در مواد غذایی، مواد مورد استفاده در بسته‌بندی مواد غذایی، لاکرها و فرآیندهای لاکر زنی، روش‌های تولید انواع بسته‌های پلیمری مورد مصرف در بسته‌بندی مواد غذایی، بررسی عبورپذیری و روش‌های اندازه‌گیری و محاسبه آن در پلیمرهای مورد مصرف در بسته‌بندی مواد غذایی، بسته‌بندی محصولات لبنی، بسته‌بندی محصولات کشاورزی (سبزیجات و میوه‌جات)، بسته‌بندی فرآورده‌های گوشتی (گوشت قرمز، مرغ و ماهی) و تخم مرغ، بسته‌بندی غلات، پاستاها و سریال‌ها، فرایندهای صنعتی ضدعفونی بسته (سامانه‌های اسپتیک)، بسته‌بندی دارای قابلیت میکروویو.

مراجع

- Handbook of Food Packaging, F.A. Pain and, H. Y. Paine (Ed), Blackie Academic and Professianl
- Principles of Food Packging, Second Edition, S. Sacherow and R. C. Griffin Jnr, AVI Publishing Co.
- Gordon L. Robertson, Food packaging, Marcel Dekker Inc., ۱۹۹۳

افزودنی‌ها، آلاینده‌ها و سموم مواد غذایی ChE۴۰۵۰۸	تعداد واحد ۳	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	تعداد ساعت ۴۸	نوع واحد	نظری	
آموزشی تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ■ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐				

هدف

آشنایی با انواع افزودنی‌ها در مواد غذایی و نیز حضور ترکیبات طبیعی نامطلوب در مواد غذایی ضمن اشاره به نقش سموم و آلاینده‌ها و ارتباط بسته بندی و غذا

سرفصل درس

- افزودنی‌های غذایی (رنگ‌ها- نگهدارنده‌ها- آنتی اکسیدآن‌ها- امولسیوفایرها و غیره)
- مواد باقیمانده پس از عملیات صنعتی و روش بررسی و استفاده از آن‌ها
- سموم دفع آفات و اثرات آن در روی مواد غذایی و انسان
- نیترات‌ها
- پیدایش اتفاقی در صنایع فلزات سمی مانند (جیوه- سرب- پلی کلرو بی‌فنیل (PCBs) و هیدروکربورهای آروماتیک (پلی سیلیک) و مسومیت‌های مزمن در اثر آن‌ها
- مایکوتوکسین‌ها
- افلاتوکسین
- رادیو اکتیوبته و غذا
- اشاره ای به مواد غذایی گیاهی که جنبه دارویی دارند
- بسته بندی در نگهداری و حفظ غذا و مواد مجازی که برای بسته بندی‌ها به کار می برند و نقش آن‌ها در نگهداری و غذا

مراجع

- Analysis of Food Contaminants, John Gilbert (Ed), Elsevier Applied Science
- Food Cgemistry, Second Edition, O. R. Fennema (ed), Marcell Dekker
- Antimicrobials in Foods, Second Edition, P. M. Davidson and A.L. Branen (ed), Marcel Dekker

طراحی ماشین آلات صنایع غذایی ChE۴۰۵۰۹	تعداد واحد ۲	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	تعداد ساعت ۳۲	نوع واحد	عملی	
آموزشی تکمیلی عملی: دارد □ ندارد ■ سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه □				

هدف

هدف آشنایی با دستگاه‌های مرتبط با صنایع غذایی و طراحی آن‌ها می‌باشد.

سرفصل درس

- خشک کن‌ها: مداوم، غیرمداوم
- مخلوط کن‌ها: انتقال سیال، حرارت و جرم
- تبخیر کننده‌ها: اتمسفری و خلأ
- دستاوری مواد جامد
- جداکننده‌های مایع-مایع و گاز-مایع
- محفظه‌ها
- تغذیه کننده‌ها، شستشو کننده‌ها و دستگاه‌های تفکیک کننده

مراجع:

- Chemical process equipment, Wallace
- R.K. Sinnot, Coulson and Richardson Volume ۶, Chemical Engineering Design, ۴th edition, Butterworth-Heinemann, ۲۰۰۹

تصفیه آب و فاضلاب صنایع غذایی ChE۴۰۵۱۰	تعداد واحد	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	۳			
	تعداد ساعت	نوع واحد	نظری	
	۴۸			
	آموزشی تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ■ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐			

هدف

آشنایی با فرایندهای مختلف تصفیه آب و پساب و طراحی سیازمایشم‌های تصفیه با تأکید بر روش‌های زیستی

سرفصل درس

- خصوصیات فاضلاب: جریان فاضلاب-کیفیت فاضلاب-مشخصه سازی فاضلاب
- فرآیندها و عملیات واحد در تصفیه فاضلاب:سامانه‌های تصفیه مایع-فرآوری و دفع لجن
- ته نشین سازی اولی: -انواع زلال ساز-عوامل طراحی
- تصفیه زیستی فاضلاب: اصول تصفیه زیستی فاضلاب-تصفیه زیستی رشد معلق- تصفیه زیستی رشد چسبیده- سازندگان تجهیزات فرآیندهای تصفیه زیستی فاضلاب
- تثبیت لجن: هضم بی هوازی -هضم هوازی-فرآیندهای دیگر تثبیت لجن
- دفع لجن: انواع روش‌های دفع لجن-مدیریت دفع لجن-طراحی و راه اندازی واحدهای دفن لجن‌های تصفیه خانه‌های شهری

گروه برنامه ریزی آموزشی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

جداسازی پیشرفته در صنایع غذایی ChE۴۰۵۱۱	تعداد واحد	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	۳			
	تعداد ساعت	نوع واحد	نظری	
	۴۸			
آموزشی تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ■ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐				

هدف

آشنایی باروش‌های جداسازی جدید که در صنایع غذایی مورد استفاده قرار گرفته اند.

سرفصل درس

- مقدمه، فرایندهای جداسازی غشایی (شامل اسمز معکوس، اولترافیلتراسیون، اسمز مستقیم میکرو فلیتراسیون) روش استخراج سیال فوق بحرانی و کاربرد آن در صنایع غذایی، فرایندهای جداسازی مواد جامد، جداسازی چربی‌ها، روش‌های جداسازی جدید در فرایندهای زیستی (شامل جذب بستر گسترش یافته و روش‌های جداسازی کروماتوگرافی مثل کروماتوگرافی غشایی و ژل) و دیگر فرایندهای جداسازی جدید در صنایع غذایی

مراجع

- Separation Processes in the Food and Biotechnology Industries: Principles and Applications, A. S. Grandison and M. J. lewis (eds), Woodhead Publishing.

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

فناوری آنزیم‌ها ChE۴۰۵۱۲	تعداد واحد ۳	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	تعداد ساعت ۴۸	نوع واحد	نظری	
آموزشی تکمیلی عملی: دارد □ ندارد ■ سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه □				

هدف

آشنایی با مبانی و کاربرد صنعتی بالقوه و بالفعل آنزیم و تولید آن در مقیاس صنعتی

سرفصل درس

- شیمی، زیست‌شناسی آنزیم‌ها، سینتیک واکنش‌های آنزیمی. تولید آنزیم‌ها با روش تخمیر، روش‌های آزمایشگاهی در بازیابی آنزیم‌ها، فنون صنعتی و در مقیاس بالا در بازیابی آنزیم‌ها، مهندسی ژنتیک در رابطه با آنزیم‌ها، تثبیت آنزیمی، سنتز آنزیم‌ها، مهندسی واکنش‌های زیست‌کاتالیستی، کاربرد آنزیم‌ها (در مواد غذایی انسان، غذایی دام و حیوان، در صنایع شیمیایی و داروئی) روش‌های تشخیص آنزیمی و کاربرد آن در سنجش‌های بالینی و محیط زیست، ایمنی در فناوری آنزیمی. (در حد مورد نیاز جهت دانشجویان کارشناسی ارشد صنایع غذایی)

مراجع

- Enzymes, D. Dixon and M. Webb, Academic Press
- Biotechnology, Volume ۷a, H. J.Rehm and G. Reed, VCH

مدل‌سازی و شبیه‌سازی در صنایع غذایی	تعداد واحد	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	۳			
	تعداد ساعت	نوع واحد	نظری	
	۴۸			
ChE۴۰۵۱۳	آموزشی تکمیلی عملی: دارد □ ندارد ■ سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه □			

هدف

آشنایی با اصول مدل سازی و شبیه‌سازی و کاربرد آن در ارتباط با عملیات و فرایندهای غذایی

سرفصل درس

- کمیت‌های اسکالرو تانسور- تبدیل انتگرال سطحی به حجمی و حجمی به خطی- اثبات معادلات پیوستگی، مومنتوم، انرژی، بیلان جمعیت – روش‌های مختلف مدل سازی (کنترل حجمی- دیفرانسیلی)- مدل‌سازی فرایندهای گوشت از نظر حرارتی و شکل دهی- مدل سازی فرایندهای غشایی- مدل سازی فرایندهای خشک کردن (در سینی‌ها- کوره‌های دوار و بسترهای سیال شده)- مدل سازی روش‌های تغلیظ (تبخیرکننده ای معمولی و تبخیر کننده‌های فیلمی)- مدل سازی فرایند تخمیر-مدل سازی فرایندهای سترون‌سازی- مدل سازی فرایندهای استخراج فوق بحرانی و فرایند تبلورسازی، مدل‌سازی سامانه‌های میکربی از طریق بیلان جمعیتی- مدل سازی در فرایندهای اختلاط

مراجع

- Mathematical Modelling of Food Processing Operation (۱۹۸۲), Edited by Stuart Thorne, Elsevier Applied Science

اندازه‌گیری و ابزارهای دقیق در صنایع غذایی ChE۴۰۵۱۴	تعداد واحد ۲	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	تعداد ساعت ۳۲	نوع واحد	نظری	
آموزشی تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ■ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐				

هدف

آشنایی با اصول و تئوری روش‌های تجزیه با دستگاه‌ها از نظر کمی و کیفی در صنایع غذایی

سرفصل درس

طیف بینی جذبی مولکولی در نواحی فرا بنفش، مرئی و نزدیک مادون قرمز- طیف بینی جذب اتمی بر اساس اتمیزه کردن به وسیله شعله با روش حرارتی- طیف بینی رزونانس مغناطیسی هسته- اسباب‌های رنگ سنجی- اصول جداسازی به روش کروماتوگرافی- طیف بینی جرمی- روش‌های مختلف سنجش نوری شامل رفرکتومتری و پلاریمتری-روش‌های الکتروشیمیایی

مراجع

- Analytical Chemistry of Foods, C. S. James, Chapman and Hall
- Food Process Monitoring Systems, A. C. Pinder and G. Godfrey, Blakie Academic and Professional
- Instrumentation and Sensors for the Food Industry, Erika Kerss- Rogers (Editors), Butterworth-Heinemann
- Food Analysis:theory and practice, Second Edition, Y. Pomeranz and C. E. Meloan Van Nostrand Reinhold.

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

روش‌های پیشرفته نگهداری مواد غذایی ChE۴۰۵۱۵	تعداد واحد ۲	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	تعداد ساعت ۳۲	نوع واحد	نظری	
آموزشی تکمیلی عملی: دارد □ ندارد ■ سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه □				

هدف

آشنایی با روش‌های جدیدی که جهت اصلاح روش‌های سنتی نگهداری مواد غذایی ارائه شده اند.

سرفصل درس

- روش‌های دستیابی به پایداری میکربی و ایمنی غذایی (شامل HACCP, hurdle technology)، ترکیبات ضد میکربی طبیعی گرفته شده از ریزاندامگان‌ها، حیوانات و گیاهان، پرتو افکنی مواد غذایی، فرآوری توسط میکرو ویو، عمل آوری غذا توسط فشار هیدرواستاتیکی، نگهداری توسط روش‌های ترکیبی (مانند استفاده از حرارت و امواج ماورای صوتی)، روش‌های حرارتی غیر معمول مثل روش‌های حرارت دادن توسط تعادلات الکتریکی و روش پالش ولتاژ بالا، نگهداری توسط آلاینده زدائی میکربی (مانند عمل آوری سطح گوشت توسط اسیدهای آلی)، تحولات در فرآوری اسپتیک، پیشرفت‌ها در بسته بندی تحت جو اصلاح شده.

مراجع

- New Methods of Food Preservation, G. W. Gould (Ed), Blackie Academic and Professional

آزمایشگاه تکمیلی فرایندهای غذایی ChE۴۰۵۱۶	تعداد واحد	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	۲			
	تعداد ساعت	نوع واحد	عملی	
	۳۲			
	آموزشی تکمیلی عملی: دارد ■ ندارد □ سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه ■			

هدف

آشنایی با تعدادی از واحدهای عملیاتی در صنایع غذایی و بررسی متغیرهای اصلی جهت کنترل محصولات حاصل از این فرایندها و آشنایی با بعضی روش‌های اندازه‌گیری خواص مواد غذایی و سنجش مربوطه

سرفصل درس

- انجام آزمایش‌ها بر روی بعضی عملیات واحد مورد استفاده در صنعت غذا مثل خشک کن‌ها (مانند خشک کن پاششی) تبخیر کننده‌ها (مثل تبخیر کننده‌های فیلمی)، فیلترها، سانتریفوژ، اکسترودر، خشک‌کن انجمادی، انجماد، بلاچینگ، پاستوریزاسیون و سترون سازی
- انجام آزمایش‌ها کنترل کیفی بر روی مواد غذایی جهت کنترل محصولات حاصل از عملیات واحد مانند اندازه‌گیری رطوبت و رسم نمودار جذب هم دمایی، اندازه‌گیری کیفیت مواد غذایی مانند اندازه‌گیری قندها، پروتئین‌ها، املاح و مواد معدنی
- اندازه‌گیری خواص فیزیکی (مثل بافت دانسیته)، حرارتی* (مثل هدایت حرارتی) فیزیکی- شمیایی (مانند رنگ)، بیوفیزیکی (مثل جذب اکسیژن) و رئولوژیکی (مثل گران‌روی)
- اندازه‌گیری متغیرهای مربوط به رشد و مرگ میکربی در غذاها و فرایندهای غذایی
- استفاده از روش‌های آنزیمی جهت سنجش و فرآوری (مثل استفاده از آنزیم گلوکزاکسیداز جهت اندازه‌گیری یا حذف اکسیژن و قند در مواد غذایی)

روش‌های شناسایی و آنالیز مواد معدنی ChE۴۰۶۰۱	تعداد واحد ۳	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	تعداد ساعت ۴۸	نوع واحد	نظری	
آموزشی تکمیلی عملی: دارد □ ندارد ■ سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه □				

هدف

آشنا نمودن دانشجویان با مفاهیم و دسته‌بندی روش‌های شناسایی و آنالیز مواد، مطالعه مهمترین روش‌های شناسایی و آنالیز مواد و در مجموع ارتقای قابلیت‌های پژوهشی دانشجویان

سرفصل درس

- مقدمه و تعاریف (اهداف درس، جایگاه درس)
- آشنایی با عناصر و کانی‌های موجود در پوسته زمین
- تقسیم‌بندی روش‌های شناسایی و آنالیز مواد
- مهمترین روش‌های آنالیز عنصری:
  - طیف سنجی جذب اتمی
  - طیف سنجی نشر اتمی
  - فلورسانس اشعه X
- آنالیز فازی (پراش سنجی اشعه X)
- روش‌های آنالیز حرارتی:
  - وزن‌سنجی حرارتی (TGA)
  - وزن‌سنجی حرارتی دیفرانسیلی (DTG)
  - آنالیز حرارتی افتراقی (DTA)
  - گرماسنجی روبشی افتراقی (DSC)
- روش‌های آنالیز ریز ساختار (میکروسکوب الکترونی روبشی (SEM)، میکروسکوب الکترونی عبوری (TEM))

- روش‌های آنالیز سطح (اندازه‌گیری سطح ویژه (BET)، تخلخل سنجی جیوهای (MIP))
- روش‌های تعیین اندازه ذرات (روش پراکندگی استاتیک نور لیزر (SLS)، روش پراکندگی دینامیکی نور (DLS))

مراجع

- Y. Lang, Material Characterization: Introduction to Microscopic and Spectroscopic Methods, ۳rd Edition, Wiley-VCH, ۲۰۱۳.
- M. Sardela (Ed.), Practical Materials Characterization, Springer, ۲۰۱۴.
- S. Zhang, L. Li, A. Kumar, Materials Characterization Techniques, Taylor & Francis, ۲۰۰۹.
- C.R. Brundle, C.A. Evans, Sh. Wilson, Encyclopedia of Materials Characterization: Surfaces, Interfaces, Thin films, Gulf Professional Publishing, ۱۹۹۲.
- E. Lifshin, X-ray Characterization of Materials, Wiley-VCH, ۱۹۹۹.
- S. Lowell, J.E. Shields, M.A. Thomas, M. Thommes, Characterization of Porous Solids and Powders: Surface Area, Pore Size and Density, Particle Technology Series, Vol. ۱۶, Springer, ۲۰۰۴.
- H.G. Merkus, Particle Size Measurements: Fundamentals, Practice, Quality, Particle Technology Series, Vol. ۱۷, Springer, ۲۰۰۹.
- E.F. Vansant, P. Van Der Voort, K.C. Vrancken, Characterization and chemical modification of the silica surface, Studies in Surface Science and Catalysis, Vol. ۹۳, Elsevier, ۱۹۹۵.
- Zh.L. Wang (Ed.), Characterization of Nanophase Materials, Wiley-VCH, ۲۰۰۰.

طراحی آزمایش‌ها و تحلیل آماری نتایج ChE۴۰۶۰۲	تعداد واحد	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	۳			
	تعداد ساعت	نوع واحد	نظری	
	۴۸			
	آموزشی تکمیلی عملی: دارد □ ندارد ■ سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه □			

هدف

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

سرفصل درس

- مقدمه (اهداف درس، جایگاه درس)
- تعاریف (آمار توصیفی، فراوانی، توزیع فراوانی،...)
- آمار توصیفی (پارامترهای شکلی توزیع، شاخص پراکندگی، انحراف معیار ادغام شده)
- احتمال (تعاریف، آزمایش تصادفی، نمودار، احتمال، قوانین احتمال، احتمال روی فضای نامتناهی،...)
- متغیر تصادفی (انواع فضای نمونه، تابع توزیع تجمعی، تابع چگالی، محاسبات، ...)
- توابع احتمال (تابع چگالی احتمال، تابع احتمال توام، امید ریاضی، خواص امید ریاضی، ...)
- توابع توزیع گسسته (توابع توزیع خاص، تابع یکنواخت، متغیر تصادفی دو جمله ای، واریانس و ...)
- توابع چگالی احتمال خاص (متغیر تصادفی گاما، توزیع کای دو، توزیع t-student، توزیع فیشر، ...)
- آزمون فرض (فرض آماری، انواع آزمون فرض، ناحیه بحرانی، طریقه تعیین ناحیه بحرانی، ...)
- طراحی و تحلیل آماری آزمایش (مزایای طراحی، اصول طراحی آماری، تصادفی سازی، بلوک بندی، ...)
- طراحی فاکتوریل کامل (رویه پاسخ، مدل اثرات ثابت، آنالیز آماری مدل، ANOVA، مجموع مربعات، ...)
- طراحی فاکتوریل جزئی (کسر ۱/۲ ، generator ، رابطه تعریف، ترکیب خطی، هم اثر، کسر مکمل، ...)
- طراحی تاگوچی (اصول طراحی، انواع فاکتور، آرایه متعامد، گراف خطی، طرح مخلوط، تحلیل نتایج، ...)
- طراحی به کمک نرم افزار (آشنایی با نرم افزار minitab ، انتخاب طرح، ورود داده‌ها، پردازش نتایج، ...)

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
سازمان مرکزی برنامه ریزی آموزشی

مراجع

- D.C. Montgomery, Design and Analysis of Experiments, John Wiley & Sons, ۲۰۰۱.
- T.S. Ryan, Modern Experimental Design, John Wiley & Sons, ۲۰۰۷.
- D.C. Montgomery, G.C. Runger, Applied Statistics and Probability for Engineers, ۵th Edition, John Wiley & Sons, ۲۰۱۱.
- R.K. Roy, A Primer on the Taguchi Method, Society of Manufacturing Engineers; ۱st Edition,۱۹۹۰.

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

فناوری چسباننده‌های معدنی ChE۴۰۶۰۳	تعداد واحد	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	۳			
	تعداد ساعت	نوع واحد	نظری	
	۴۸			
	آموزشی تکمیلی عملی: دارد □ ندارد ■ سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه □			

هدف

آشنایی با نقش راهبردی و کلیدی چسباننده‌های معدنی در فرایند توسعه صنعتی، مطالعه مفاهیم علمی مرتبط با چسباننده‌های معدنی بالاخص سیمان پرتلند و فراگیری اصول علمی و مهندسی فناوری‌های رایج در فرایندهای مربوطه

سرفصل درس

- مقدمه (اهداف درس، جایگاه درس، انواع چسباننده‌های معدنی و اهمیت آن‌ها)
- تاریخچه چسباننده‌های معدنی و سیر تحول کیفی این مواد
- سیر تحول فناوری در فرایند تولید سیمان (مقایسه ابتدائی‌ترین و مدرن‌ترین فناوری‌ها)
- شناخت مقدماتی سیمان پرتلند و کلیات فرایند تولید
- انواع مواد اولیه مصرفی در فرایند تولید سیمان پرتلند (اکسیدهای اصلی و فرعی)
- نحوه آماده‌سازی فیزیکی و شیمیایی مخلوط مواد خام (پارامترهای کیفی و اهمیت و نقش آن‌ها)
- تحولات کمی و کیفی مواد در فرآیند پخت (فاکتورهای موثر بر قابلیت پخت مواد)
- مشخصات و خواص فازهای اصلی سیمان پرتلند (تقسیم بندی انواع سیمان پرتلند)
- هیدراتاسیون فازهای سیمان (نقش گچ در تنظیم زمان گیرش، عوامل موثر بر استحکام مکانیکی سیمان)
- انواع فرایندهای تولید سیمان (مقایسه مزایا و معایب)
- عملیات‌های اصلی فرایند خشک
- عملیات‌های آماده سازی مواد اولیه و تجهیزات مربوطه (سازوکار عملکرد و اصول طراحی)
- عملیات پخت مواد و تولید کلینکر و تجهیزات مربوطه (سازوکار عملکرد و اصول طراحی)
- عملیات آسیاب‌کردن کلینکر و تولید سیمان و تجهیزات مربوطه (سازوکار عملکرد و اصول طراحی)

- سامانه‌های کنترل کیفی در فرآیند تولید سیمان
- آشنایی با گچ، محصولات جانبی، کاربردها و فرایند تولید آن
- آشنایی با آهک، کاربردها و فرایند تولید آن
- آشنایی با فناوری‌های غبارگیری در صنایع شیمیایی معدنی

مراجع

- J.I. Bhatty, F.M. Miller, and S.H. Kosmatka, Innovations in Portland Cement Manufacturing, Portland Cement Association, ۲nd Edition, Illinois ۶۰۰۷۷-۱۰۸۳, ۲۰۱۱.
- S.N. Ghosh, Cement and Concrete Science and Technology, Vol. ۱, Part ۱, ۱st Edition, ABI Books Private Ltd., India, New Dehli, ۱۹۹۱.
- W.H. Duda, Cement Data Book, Vol.۱, ۳rd Edition, Bauverlag GMBH, Germany, Wiesbaden, ۱۹۸۵.
- O. Labahn, B. Kohlhaas, Cement Engineers Handbook, ۴th Edition, ۱۹۸۶.
- D.H. Sampson (Editor), Gypsum: Properties, Production & Applications, Nova Science Publishers Inc, New York, ۲۰۱۱.
- J.A.H. Oates, Lime and Limestone: Chemistry and Technology, Production and Uses, WILEY-VCH Verlag GmbH, ۱st edition, ۱۹۹۸.

فناوری صنایع شیمیایی معدنی ChE۴۰۶۰۴	تعداد واحد ۳	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	تعداد ساعت ۴۸	نوع واحد	نظری	
آموزشی تکمیلی عملی: دارد □ ندارد ■ سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه □				

هدف

آشنایی با جایگاه و نقش راهبردی مهمترین صنایع کانی غیر فلزی (به جز چسباننده‌های معدنی) در فرایند توسعه صنعتی، مطالعه مفاهیم علمی مرتبط با فناوری‌های مواد سرامیکی و شیشه و فراگیری اصول علمی و مهندسی فناوری‌های رایج در فرایندهای مربوطه

سرفصل درس

- مقدمه (اهداف درس، جایگاه درس، انواع سرامیک و شیشه و اهمیت آن‌ها)
- فرایندهای سرامیکی و محصولات سرامیکی
- شیمی سطح و محاسبات مربوطه
- مواد اولیه سرامیک‌ها
- مواد شیمیایی افزودنی (اضافه شونده‌های خاص)
- رفتارها و مشخصات مواد سرامیکی
- ترکیب شیمیایی و فازی مواد معدنی
- دانه بندی و توزیع اندازه ذرات
- دانسیته، سطح مخصوص، دانسیته ظاهری، دانسیته مطلق
- محلول‌های مورد استفاده، عوامل مرطوب کننده، عوامل تعلیق، عوامل ته‌نشینی، عوامل اتصال، عوامل ضد کف، عوامل ضد کیک، عوامل پلاستیک‌کننده گل‌ها، عوامل روغن‌کاری
- مشخصات توده ذرات و محاسبات مربوطه
- رئولوژی دوغاب‌ها و خمیرهای معدنی و محاسبات مربوطه

- آماده سازی مواد اولیه شامل: توزین و اختلاط، گرانول سازها و گرانول سازی، خمیر سازها، طراحی آن‌ها
- شکل دادن سرامیک‌ها شامل: پرس، شکل‌دادن خمیرهای پلاستیک، ریخته گری دوغاب‌ها، اکسترودرها، طراحی آن‌ها
- خشک نمودن، فرایند شکل‌دادن روی سطح قطعه خشک، کوره‌های پخت، طراحی آن‌ها
- لعاب‌کاری و پخت نهایی
- سرامیک‌های تک‌پخت
- کنترل کیفی سرامیک‌ها
- لعاب: انواع، خواص، کاربرد و فرایند تولید
- شیشه: انواع، خواص، کاربرد و فرایند تولید

مراجع

- J.S. Reed, Principles of Ceramic Processing, ۲nd Edition, John Wiley & Sons, ۱۹۹۵.
- A.G. King, Ceramic Processing and Technology: A Practical Working Guide, ۱st Edition, William Andrew Publishing, ۲۰۰۲.
- W.D. Kingery, H.K. Bowen, D.R. Uhlmann, Introduction to Ceramics, Wiley Series, ۱۹۷۶.
- J. Benbow, J Bridgwater, Paste Flow and Extrusion, Oxford Series, ۱۹۹۳.
- J.E. Shelby, Introduction to Glass Science and Technology, ۲nd Edition, Royal Society of Chemistry, ۲۰۰۵.
- F.V. Tooley, The Handbook of Glass Manufacture, Ashlee Publishing Company, ۱۹۸۴.
- F.W. Hodkin, A. Cousen, A Textbook of Glass Technology, D. Van Nostrand, ۱۹۲۵.

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای برنامه ریزی آموزش عالی

گرمایش و سرمایش در صنایع شیمیایی معدنی ChE۴۰۶۰۵	تعداد واحد ۳	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	تعداد ساعت ۴۸	نوع واحد	نظری	
آموزشی تکمیلی عملی: دارد □ ندارد ■ سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه □				

هدف

آشنایی با انواع فناوری‌های گرمایش و سرمایش در صنایع شیمیایی معدنی، مطالعه مفاهیم علمی مرتبط با گرمایش و سرمایش در صنایع شیمیایی معدنی و فراگیری اصول فنی- مهندسی فناوری‌های رایج در عملیات‌های مربوطه

سرفصل درس

- مقدمه (اهداف درس، جایگاه درس)
- اصول موازنه جرم و انرژی
- اصول انتقال حرارت، رسانش، همرفت و تابش، ترکیب سه پدیده انتقال حرارت در سامانه‌های حرارتی
- تقسیم بندی کوره‌ها و خنک‌کننده‌ها با توجه به صنایع مختلف، پیوسته یا مرحل‌های بودن فرآیند، روش‌های صرفه جویی در انرژی
- اجزا تشکیل دهنده یک کوره یا خنک‌کننده، مشعل‌ها، دمنده‌ها، کانال‌ها و دودکش
- مواد و مصالح ساخت کوره‌ها، خنک‌کننده‌ها، عایق‌ها، نسوزها
- کوره، پیش‌گرمکن و خنک‌کن در صنعت سیمان
- کوره‌های صنعت کاشی و سرامیک
- کوره و ریجنراتور در صنعت شیشه
- کوره، پیش گرمکن و خنک‌کن در صنعت آجرپزی
- کوره‌های احیا سنگ معدن مانند کوره بلند ذوب آهن
- فرآیند تشویه و کوره‌های تشویه
- کوره‌های برقی: انواع، کاربرد و طراحی

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
سازمان پژوهش برای آموزش عالی

مراجع

- W. Trinks, Industrial Furnaces, ۶th Edition, John Wiley and Sons, ۲۰۰۴.
- P. Mullinger, B. Jenkins, Industrial and Process Furnaces: Principles, Design and Operation, ۲nd Edition, Elsevier Ltd. & Book Aid Int., ۲۰۱۴.
- J.I. Bhatty, F.M. Miller, and S.H. Kosmatka, Innovations in Portland Cement Manufacturing, Portland Cement Association, ۳rd Edition, Illinois ۶۰۰۷۷-۱۰۸۳, ۲۰۱۱.
- F.V. Tooley, The Handbook of Glass Manufacture, Ashlee Publishing Company, ۱۹۸۴.
- A.G. King, Ceramic Processing and Technology: A Practical Working Guide, ۱st Edition, William Andrew Publishing, ۲۰۰۲.
- J.H. Strassburger, Blast Furnace: Theory and Practice, Gordon and Breach, New York, 1969.
- J.D. Gilchrist, Fuels, Furnaces, and Refractories, ۱st Edition, Pergamon Press, New York, ۱۹۷۷.
- M.A. Glinkov, G.M. Glinkov, A General Theoru of Furnaces, Mir Publishing Company, ۱۹۸۰.

نانومواد معدنی ChE۴۰۶۰۶	تعداد واحد ۳	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	تعداد ساعت ۴۸	نوع واحد	نظری	
آموزشی تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ■ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐				

هدف

آشنا نمودن دانشجویان با مفهوم فناوری نانو، مطالعه روش‌های مختلف سنتز و تهیه نانو مواد، کاربردهای نانو مواد در صنایع مختلف و روش‌های مشخصه‌یابی دستگاهی نانو مواد

سرفصل درس

- مقدمه و تعاریف (اهداف و جایگاه درس، مفاهیم اولیه نانو فناوری، خواص مواد، تغییر خواص با اندازه)
- تقسیم‌بندی روش‌های سنتز نانو مواد
- روش‌های فیزیکی سنتز نانو مواد
- روش‌های شیمیایی سنتز نانو مواد
  - روش رسوب‌دهی
  - روش سل- ژل
  - روش میکروامولسیون
  - روش سنتز احتراقی
  - روش پیرولیز پاششی
  - روش سونوشیمیایی
  - استحصال نانو مواد از منابع معدنی
- روش‌های مشخصه یابی نانو ذرات:
  - پراش سنجی اشعه ایکس

- میکروسکوپ الکترونی
- میکروسکوپ پروب روبشی
- روش‌های تعیین اندازه ذرات
- آنالیز سطح

- دیسپرس کردن نانو مواد:
  - معرفی رفتار توزیع و کلوخه شدن نانو ذرات
  - حرکت براونی و ترشوندگی نانو ذرات
  - نانو سیالات (معرفی، روش‌های تهیه یک و دو مرحله ای، پایداری، انتقال حرارت بهبود یافته در نانو سیالات)
  - نانو ذرات کلوئیدی
- بررسی برخی کاربردهای نانو مواد:
  - صنایع ساختمانی و نانو سیلیس
  - نانومواد مغناطیسی
  - محیط زیست (نانو جاذب‌ها، نانو فوتوکاتالیست‌ها، نانو فیلتراسیون)
  - انرژی (سلول خورشیدی، باتری‌ها، پیل سوختی، مواد ترموالکتریک، مواد فوتو ولتائیک، شکافت آب و تولید هیدروژن)
  - دیرگدازها
  - نانو پوشش‌ها
  - نانو بیوتکنولوژی (نانو بیو سرامیک، دارو رسانی هدفمند، حسگرها)

مراجع

- M. Hosokawa *et al* (Ed.), Nanoparticle Technology Handbook, Elsevier, Netherlands, ۲۰۰۷.
- Ch.P. Poole, Introduction to Nanotechnology, Wiley, ۲۰۰۳.
- S. Ernest (Ed.), Advances in Nanoporous Materials, Elsevier, ۲۰۱۰.
- R.K. Leach, Fundamental Principles of Engineering Nano Metrology, Elsevier, ۲۰۱۰.
- R.L. Johnston, J.P. Wilcoxon, Metal Nanoparticles and Nanoalloys, Frontiers of Nanoscience, Vol. ۳, Elsevier, ۲۰۱۲.
- L. Theodore, Nanotechnology: Basic Calculations for Engineers and Scientists, John Wiley & Sons, ۲۰۰۶.
- Zh.L. Wang (Ed.), Characterization of Nanophase Materials, Wiley-VCH, ۲۰۰۰.
- G. Schmidt (Ed.), Nanoparticles: From Theory to Application, Wiley- VCH, ۲۰۰۴.
- S. Logothetidis (Ed.), Nanostructured Materials and their Applications, Springer, ۲۰۱۲.

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 فرآیندی 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 فرایندی 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

دفتر برنامه ریزی آموزش وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

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.

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

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
- مثال‌های 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	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 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 مدل سازی، 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.

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

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

دفتر برنامه‌ریزی آموزشی 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.

مدل‌سازی و شبیه‌سازی فرایندهای شیمیایی ChE۴۰۷۰۷	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 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 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

ایمنی درصنایع شیمیایی ChE۴۰۷۰۸	تعداد واحد	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	۲			
	تعداد ساعت	نوع واحد	نظری	
آموزشی تکمیلی عملی: دارد □ ندارد ■ سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه □				

هدف:

هدف از این درس آموزش تخصصی مشخصات محیط‌های خطرناک، مواد آتش زا، قابل انفجار و سمی در صنایع نفت، گاز و پتروشیمی می باشد. همچنین فراگیری موارد ایمنی، ذخیره مواد خطرناک، راه‌های پیشگیری از خطر از دیگر اهداف این درس می باشد.

سرفصل درس

- ایمنی فرآیندهای شیمیایی
- برنامه‌های ایمنی، ریسک قابل قبول، ماهیت حوادث، ایمنی ماندگار و حوادث بزرگ
- مواد خطرناک و شرایط خطر
- اشتعال پذیری، مثلث آتش، احتراق، انفجار، الکتریسیته ساکن، تمایل به واکنش، سمی بودن
- آنالیز ایمنی در فرآیند
- آنالیز خطر، آنالیز ریسک
- منابع تولید احتراق
- احتراق توسط شعله، احتراق اتوماتیک، منبع الکتریکی، منبع فیزیکی، واکنش‌های شیمیایی
- خطرات سامانه‌های الکتریکی
- تجهیزات الکتریکی، تجهیزات روشنایی، اتصال به زمین، دسته بندی مناطق خطر الکتریکی
- طراحی تجهیزات ایمنی و عملکرد ایمن
- طراحی سامانه‌های تخلیه فشار، طراحی وسایل تخلیه اضطراری در شرایط خطر، مانع شعله احتراقی و

انفجاری(Deflagration and Detonation Flame Arresters)، طراحی سامانه‌های انتقال و ذخیره مواد خطرناک، سامانه‌های دفع مواد خطرناک

- مدل‌های نشت و انتشار مواد سمی
- عوامل موثر بر انتشار مواد سمی، مدل‌های انتشار شناور خنثی، انتشار گازهای سنگین، تاثیرات مواد سمی و روش‌های کاهش نشت آن‌ها
- طراحی در راستای جلوگیری از آتش و انفجار
- خنثی سازی، سامانه‌های تخلیه فشار و مواد در شرایط خطر، تجهیزات ضد انفجار، تعویض هوای محیط، سامانه‌های آتش نشانی
- تشخیص مخاطرات
- چک لیست مخاطرات فرآیند، ارزیابی مخاطرات، مطالعات HAZOP (آنالیز مخاطرات و قابلیت بهره برداری)، کنترل ایمنی فرآیند

مراجع

- D. W. Green and R. H. Perry, "Perry's Chemical Engineers' Handbook, ۸nd Ed., McGraw Hill, ۲۰۰۸.
- "Guidelines for Risk Based Process Safety", Center for Chemical Process Safety of the American Institute of Chemical Engineers, ۲۰۰۷.
- D. A. Crowl and J. F. Louvar, "Chemical Process Safety: Fundamentals with Applications",۲nd Ed., Prentice Hall, ۲۰۰۲.

دفتر برنامه ریزی آموزش عالی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

استانداردسازی ChE۴۰۷۰۹	تعداد واحد ۳	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز ندارد
	تعداد ساعت	نوع واحد	نظری	
	آموزشی تکمیلی عملی: دارد □ ندارد ■ سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه □			

هدف

آشنایی دانشجویان با سامانه استانداردسازی و اهمیت و کاربرد آن در مهندسی

سرفصل درس

- مفاهیم استاندارد (تعریف و تاریخچه، کنترل انواع و فواید آن (یکی کردن طراحی، اعداد مرجح، انتخاب روش‌ها، یکارگیری سامانه کد گذاری، کنترل ورودی و فواید کنترل انواع)، تعویض پذیری، اصول و فواید استانداردسازی
- سامانه استاندارد سازی، تحقیق و توسعه، تدوین استاندارد، سطوح استانداردسازی (استانداردهای کارخانه ای، ملی، منطقه ای، بین المللی)، ابعاد استاندارد (ویژگی‌ها، روش‌های آزمون، آیین کار، استانداردهای ایمنی و ...)، روش اجرایی تدوین استاندارد، نحوه استفاده از پایگاه‌های اینترنتی برای تدوین استانداردها، نحوه نگارش استانداردهای ملی
- استاندارد و نوآوری، نوآوری در عرصه فناوری، استانداردهای مرتبط با نوآوری‌های فناورانه، نوآوری‌های فناورانه با استفاده از استانداردها، ارزیابی انطباق و بازرسی
- مرور کلی بر ارزیابی انطباق، تعاریف و اهداف، فعالیت‌های ارزیابی انطباق، اهمیت فعالیت‌های آزمون، انواع سامانه‌های گواهی دهنده و ویژگی‌ها، سامانه‌های ارزیابی، سامانه‌های مدیریت کیفیت، سامانه‌های مدیریت محیطی، سایر سیتم‌های گواهی دهنده، سامانه گواهی محصول، سامانه‌های گواهی بازارهای محصول، سامانه‌های گواهی بین المللی، ارزیابی انطباق و توافقنامه‌های دو جانبه و چند جانبه، آشنایی با ارزیابی انطباق و تجارت بین المللی
- اندازه شناسی، آشنایی با اندازه شناسی و آزمون، روش شناسی اندازه گیری و آزمون، نگاه کلی به اندازه شناسی، میانی و سازمان‌های اندازه شناسی، کنوانسیون متر، دفتر بین المللی اوزان و مقیاس‌ها، سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی، سازمان‌های اندازه شناسی منطقه ای، قابلیت ردیابی، اندازه شناسی در قرن ۲۱، کیفیت در اندازه گیری و آزمون،

ارزیابی‌های آماری نتایج اندازه‌گیری، عدم قطعیت اندازه گیری، صحه گذاری، مقایسه‌های بین آزمایشگاهی و آزمون کفایت تخصصی، مواد مرجع

- استانداردهای تخصصی ملی و بین المللی مرتبط نفت، گاز، پتروشیمی و صنایع فرایندی

مراجع

- Standardization: Fundamentals, Impact, and Business Strategy, APEC Sub Committee on Standards and Conformance, Education Guideline ۳- Textbook for higher education.
- ISO/IEC Directives Part ۲: ۲۰۰۴. Support for international standard developments.
- Standards, Conformity Assessment, and Accreditation for Engineers by Robert D. Hunter, CRC Press, (۲۰۰۹).
- Springer Handbook of Metrology and Testing by Horst Czichos,Tetsuya Saito,Leslie Smith, ۲nd edition ۲۰۱۱

کارآفرینی ChE۴۰۷۱۰	تعداد واحد ۳	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	تعداد ساعت	نوع واحد	نظری	
آموزشی تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ■ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐				

هدف

آشنایی دانشجویان با تاریخچه، مبانی و مهارت‌های مورد نیاز برای موفقیت در فرایند کارآفرینی و مدیریت کسب و کار و کسب مهارت تحلیلی ابعاد کسب و کار و انتخاب کسب وکار مناسب.

سرفصل درس

موفقیت

- چراهای موفقیت
- شرکت/ کسب و کار(موفق)
- خالق شرکت موفق(کارآفرینان)
- برنامه ریزی مسیرهای شغلی
- رویاهای ایجاد کسب و کار
- چشم انداز، آرزو و آرمان(Vision)
- اهمیت و نقش Vision در زندگی فردی، سازماندهی و اجتماعی
- مدل GEM

آشنایی با اصول و انواع کسب و کار

- مبانی و اصول کسب و کار
- مفهوم و تعریف کسب و کار
- اصول کسب و کار

دفتر برنامه ریزی آموزش عالی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

- عناصر کسب و کار
- کسب و کار تولیدی
- کسب و کار صنعتی
- کسب و کار کشاورزی
- کسب و کار خدماتی
- کسب و کار تجاری
- فناوری‌های جدید(Nano Tech. IT.Bio Tech...)
- انواع کسب و کار بر اساس اندازه
- کسب و کارکوچک
- کسب و کار متوسط
- کسب و کار بزرگ
- انواع کسب و کار بر اساس ماهیت
- کسب وکار مجازی
- -کسب و کار اینترنتی
- -کسب و کار بدون کارخانه(تولید بدون کارخانه)
- کسب و کارهای خانگی
- کسب و کارهای خانوادگی
- کسب و کارهای روستایی
- مهارت‌های کسب و کار (۵ مهارت اصلی)
- ماتریس کسب و کار
- نگاه کسب و کارانه

تغییرات جهانی

- روند مهم تغییرات جهانی
- تاثیر روندهای جهانی بر کسب و کار
- روند فزاینده مشتری مداری و مشتری محوری در سازمان‌ها
- حرکت از ساختار سلسله مراتبی به نظام شبکه ای
- گذر جامعه صنعتی به اطلاعاتی(سه انقلاب EDI)

کارآفرینی

- سابقه تاریخی کارآفرینی
- تعاریف کارآفرینی
- تمایز بین کارآفرین با مخترع/ نوآور/ سرمایه گذار/ مدیر/ خلاق

- انواع کارآفرینی
- کارآفرینی فردی
- کارآفرینی سازمانی
- کارآفرینی اجتماعی
- ویژگی‌های کارآفرینان
- تجارب موفقیت‌آمیز
- -تجارب عدم موفقیت
- تکالیف فصل

فرآیند کارآفرینی

- عناصر فرایند کارآفرینی
- تشخیص فرصت‌های کارآفرینی
- ایده و ایده پردازی
- تعریف ایده
- روش‌های خلق ایده
- راه‌های یافتن ایده کسب و کار
- خلاقیت
- روش‌های خلاقیت
- نمونه سازی و آزمون محصول
- تدوین برنامه طرح کسب و کار
- انتخاب مکان
- انتخاب شکل قانونی و تأسیس کسب و کار
- انتخاب نام
- انتخاب نوع شرکت
- مالکیت انفرادی
- شراکت
- انواع شراکت
- ثبت شرکت
- مراحل صدور جواز تاسیس و پروانه بهره‌برداری کسب و کار
- تامین مالی و گردآوری منابع و امکانات
- راه اندازی کسب و کار
- انواع روش‌های راه اندازی کسب و کار

دفتر برنامه ریزی آموزش عالی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

- روش خرید کسب و کار
- روش پذیرش نمایندگی
- شروع کسب و کار از صفر

مدیریت کسب و کار

- تامین منابع
- تخصیص منابع
- تولید
- فروش
- تدارکات
- مدیریت ریسک
- ریسک‌های شخصی کارآفرینان
- ریسک‌های کسب و کار
- ریسک شهرت و اعتبار
- بیمه
- بیمه‌های اجتماعی
- بیمه‌های بازرگانی
- اهمیت نقش بیمه برای کارآفرینان
- رشد کسب و کار

مراجع

- مبانی کارافرینی- دکتر محمود احمدپور داریانی – مرکز کارآفرینی دانشگاه تهران- ۱۳۸۵.
- کارآفرینی (تعاریف، نظریات و الگوها) - دکتر محمود احمدپور داریانی- شرکت پردیس – ۱۳۷۸.
- نگرشی معاصر برکارآفرینی-جلد اول و دوم-دانلف. کوراتکو، ریچادر ام.هاجتس، ترجمه ابراهیم عامل محرابی - دانشگاه فردوسی مشهد- ۱۳۸۳.
- کارآفرینی- دکتر محمود احمدپور داریانی-وزارت آموزش و پرورش، دفتر برنامه ریزی و تالیف آموزش‌های فنی و حرفه ای و کاردانش- تهران: محراب قلم، ۱۳۸۳.

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دفتر برنامه ریزی آموزش عالی

پدیده‌های خشک کردن ChE۴۰۸۰۱	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 آشنایی دانشجویان این رشته با شیوه‌های خشک کردن و اصول و مبانی آن است.

سرفصل درس

- مقدمه
  - اهمیت درس
  - انواع خشکن‌ها
  - ساز و کار خشک شدن
  - مصرف انرژی در خشک کن‌ها
- خواص ترمودینامیکی هوای مرطوب
  - تعاریف خصوصیات هوای مرطوب مانند رطوبت نسبی- رطوبت مطلق- دمای خشک- دمای تر- دمای اشباع آدیاباتیک- دمای اشباع‌هایگروسکوپیک هوا- آنتالپی هوا
  - منحنی سایکرومتریک هوای مرطوب
  - منحنی سولیر هوای مرطوب
- خواص ماده تر
  - انواع رطوبت ماده
  - منحنی‌های رطوبت تعادلی ماده (ایزوترم‌ها)
  - فعالیت آبی ماده

دفتر برنامه‌ریزی آموزش عالی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

- آنتالپی ماده تر
- حرارت تر شدن ماده و انرژی پیوندی آب و ماده

- انتقال حرارت و جرم در پروسه خشک کردن
  - ضرائب انتقال جرم و حرارت
  - اعداد بدون بعد Kirpichev و Robinder
  - ساز و کار خشک شدن و مراحل خشک شدن
  - معیارهای پریور اول و دوم خشک شدن با استفاده از عدد Kirpichev
  - ضریب Acherman در انتقال حرارت توأم با انتقال جرم
- سینتیک خشک شدن
  - محاسبه زمان خشک شدن
  - منحنی‌های خشک شدن (سینتیکی- نرخ تبخیر- منحنی دما)
  - معادلات سینتیکی خشک شدن
- محاسبه نرخ تبخیر در فرایند خشک شدن
  - نرخ تبخیر در پریود اول
    - روش استفاده از لایه مرزی
    - روش استفاده از میزان انتقال حرارت در سطح ماده
    - روش استفاده از عدد Kirpicher
  - نرخ تبخیر در پریود دوم
    - روش مقاومت داخلی
    - روش استفاده از معادلات دینامیکی خشک شدن
    - روش استفاده از انتقال حرارت در سطح تبخیر
- اصول طراحی خشک کن‌های مداوم
  - محاسبه انرژی در خشکن‌های ایده ال و غیر ایده آل
  - بیلان جرم و انرژی در خشکن‌ها
  - حل معادلات حاکم به روش‌های مختلف
    - روش گرافیکی
    - روش عددی و تحلیلی
  - محاسبه ابعاد خشکن‌ها
    - روش استفاده از بیلان‌ها

دفتر برنامه ریزی آموزشی سازمان مطالعات و تدوین وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

- روش استفاده از زمان اقامت ماده

- خشکن‌های نیمه batch
  - معادلات حاکم در پریود اول
  - معادلات حاکم در پریود دوم
  - برگشتی در خشکن‌های نیمه batch
  - تعداد واحد انتقال (NTU)

- خشکن‌های مداوم
  - معادلات حاکم در پریود اول و دوم
  - پروفایل‌های رطوبت بر حسب زمان و مکان

- بار گذاری Loading
  - بارگذاری در خشکن‌های Co- Current
  - بارگذاری در خشکن‌های Counter- Current

- محاسبات خشکن‌های ویژه
  - Freez dryer
  - Fluidized bed
  - Penumatic dryer
  - Spray dryer

- تقسیم بندی خشکن‌ها
  - بررسی عمومی و کاربردی خشکن‌ها

مراجع

- Drying: Principbs, Applications and Design C.Strumilo, T. Kudra
- Hand book of industrial drying A.S. Mujumdar
- Drying: Principles and Practic (Pergaman, Oxford)
- Drying of Loose materials R. B.Keey

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

فرایندهای جذب سطحی پیشرفته ChE۴۰۸۰۲	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 آشنایی با انواع جاذب‌ها و کاربرد آن‌ها می‌باشد.

سرفصل دروس:

- مقدمه
- جذب سطحی بر اساس جداسازی تعادلی و جداسازی سینتیکی
- جاذب‌های تجاری و کاربرد آن‌ها
- جاذب‌های پیشرفته و کاربردهای آن‌ها در آینده
- پارامترهای اساسی در طراحی جاذب و انتخاب جاذب مناسب
  - اثر خواص جذب شونده بر روی جذب سطحی: قطبیت، قطبی، ممان دو قطبی، ممان چهار قطبی، ...
  - گرمای جذب سطحی
  - مفاهیم اولیه برای طراحی جاذب: قطبیت، بار الکتریکی، شعاع وندروالس
  - اندازه حفرات و شکل حفرات: توزیع اندازه حفرات، هیسترسیس در سیکل جذب- دفع، تنوع شکلی حفره‌ها
- جذب تعادلی ایزوترم‌های جذب
  - ایزوترم لانگمیر برای گازهای تک جزیی و چند جزیی
  - ایزوترم BET: برای تک جزیی و چند جزیی، تعیین سطح مخصوص و حجم حفرات جاذب بر اساس آنالیز BET
  - ایزوترم‌ها بر مبنای تئوری پتانسیل

- ایزوترم‌های جذب بر مبنای تئوری محلول ایده آل جذب شده
- سینتیک جذب سطحی
  - مقاومت‌های انتقال جرم در دانه جاذب: مقاومت‌های فیلمی و داخلی
  - نفوذ حفره ای و نفوذ سطحی در دانه
  - سینتیک توده ای در دانه و معادله حاکم بر آن
  - سینتیک بر مبنای گرایان نفوذ در دانه و معادله حاکم بر آن
- دینامیک جذب سطحی در بسترهای پر شده از جاذب
  - پراکندگی محوری در بستر پر شده
  - مدل‌سازی ریاضی در بسترهای پر شده در شرایط چند جزیی و غیر هم دما
  - موازنه جرم، انرژی و ممنتوم در بسترهای جاذب در شرایط غیر ایزوترم و چند جزیی
  - موازنه‌های جرم و انرژی در دانه‌های جاذب
  - معرفی روش‌های حل عددی مجموعه معادلات بسترهای جذب چند جزیی و غیر هم دما
- انواع فرایندهای جذب سطحی
  - فرایندهای تناوبی: فرایندهای جذب با تناوب فشار، فرایندهای جذب با تناوب دما، فرایندهای جذب با تناوب خلأ
  - فرایندهای جذب تعویض یونی: رزین‌های تعویض یونی، بازیابی بسترهای تعویض یونی
  - فرایندهای جذب سطحی مداوم:
- فرایند بستر متحرک (فرایند Porasiv)
- فرایند در بسترهای متحرک شبیه‌سازی شده (فرایند Sorbex)
- فرایندهای کروماتوگرافیک
- شبیه‌سازی فرایندهای جذب سطحی با شبیه سازASPEN ADSIM
  - شبیه‌سازی فرایندهای جذب گازی
  - شبیه‌سازی فرایندهای جذب مایع
  - شبیه‌سازی فرایندهای تعویض یونی
  - تخمین پارمترهای جذب سطحی
  - اجرای مثال‌های شبیه‌سازی شامل:
  - جداسازی هوا
  - خالص سازی هیدروژن
  - جداسازی نیتروژن از متان
  - جداسازی پارافین‌ها از الفین‌ها
  - رطوبت زدایی از گاز طبیعی

- مرکاپتان زدایی از گاز طبیعی
- حذف سختی از آب آشامیدنی
- جداسازی ایزومرهای زایلن

مراجع:

- R. T. Yang, Adsorbents, Fundamental and Applications, J. Wiley & Sons, ۲۰۰۳
- Ruthven, Principle of Adsorption Processes, J. Wiely & Sons, ۱۹۸۴
- R. T. Yang, Gas separation by Adsorption Processes, Imperial College Press, ۱۹۹۷

غشاها و فرایندهای غشایی **ChE۴۰۸۰۳**	تعداد واحد ۳	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	تعداد ساعت ۴۸	نوع واحد	نظری	
آموزشی تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ■ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐				

هدف

توضیح و تبیین جنبه‌های مختلف غشاها، فرایندهای غشایی، کاربردها مزایا و محدودیت‌ها

سرفصل دروس:

- آشنایی با غشاها
- جنس، ساختار و خواص غشاها
- ساخت غشاها
- مدول‌های غشایی
- فرایندهای غشایی
- میکروفیلتراسیون
- الترا فیلتراسیون
- نانو فیلتراسیون (نانو فیلترها)
- اسمز معکوس
- دیالیز
- الکترو دیالیز
- غشاهای مایع
- کاربرد غشاها در صنایع مختلف

- مزایا و محدودیت‌های فرایندهای غشایی
- گرفتگی غشاها و راه کارهای کاهش آن
- آشنایی با آخرین دستاوردها در زمینه غشاها و فرایندهای غشایی از طریق مقالات منتشره در مجلات بین المللی

مراجع

- غشاها و فرایندهای غشایی، سید سیاوش مدائنی، انتشارات دانشگاه رازی
- Membrane Handbook, Winston Ho, Kamalesh Sirkar
- Nanofiltration: Principles AND Applications, A. I. Schafer, A. G. Fane, T. D. Waite
- Ultrafiltration Handbook, Munir Cheryan
- Handbook of Industrial Membranes, Kieth Dcott
- Membrane Science and Technology, Matthias Wessling, Kamalesh Sirkar
- Membrane Technology and Applications, Richard W. Baker

پدیده‌های سطحی ChE۴۰۸۰۴	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 ارائه این درس، آشنا نمودن دانشجویان با مفاهیم اساسی و کاربردی سطح و بین سطح، خواص و تاثیرات سطح و بین سطح و شرایط حاکم بر آن‌ها می‌باشد. لذا در این خصوص با در نظر گرفتن فازهای تاثیر گذار و نیروهای حاکم شرایط و پدیده‌ها بحث و بررسی می‌شوند. همچنین اصول ترمودینامیکی مربوطه با توجه به شرایط بین سطح و پدیده‌های مربوطه اعم از زوایای تماس و تر شوندگی مطرح می‌شوند. از دیگر مباحث حائز اهمیت، لایه‌های دوتایی الکتریکی و تاثیرات متقابل پتانسیل و بارها مطرح می‌شوند. مباحث کلیدی دیگر شامل جذب سطحی، و فرایندهای مربوطه، اصطکاک، روانکاری و تاثیرات پوشش و تغییرات خواص سطوح در کنار فعال کننده‌های سطحی و مایسل‌ها می‌باشد

سرفصل دروس:

- تعریف علمی کشش سطحی و کشش بین فازی
- نظریه یانگ در مورد فاز سطحی (لایه فصل مشترک دو فاز) و معادله یانگ- لاپلاس
- مدل گیبس در مورد فاز سطحی
- معادله‌های کاربردی ترمودینامیک در پدیده‌های سطحی
- بررسی اثر انحناء سطوح بر خواص ترمودینامیکی و نتایج عملی آن
- بررسی معادله‌های نظری و تجربی کشش سطحی و کشش بین فازی
- مواد فعال سطحی و کاربردهای آن
- ترشوندگی و زاویه تماس

- پراکنش‌ها (امولسیون، سوسپانسیون و کف)
- بررسی فرایندهای جداسازی بر اساس اختلاف خواص سطحی
- بررسی تئوریک مدل‌های تخلیه فاز پیوسته در دام افتاده بین دو قطره یا بین قطره و فاز همفاز
- بررسی عوامل مؤثر بر کولنس (ائتلاف)

مراجع

- Surface Tension and Adsoroption, Defay and Prigogine
- Applied Surfactants, Tadros
- Colloids and Interfaces in Life Science, Norde
- Physical Chemistry of Surfaces ۶the d., John Wolry ۱۹۹۷
- Surfactants and Interfacial Phenomwna, ۳rd edition Miltonj. Rosen, Wiley- Interscinece

تبلورسازی صنعتی ChE۴۰۸۰۵	تعداد واحد	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	۳			
	تعداد ساعت	نوع واحد	نظری	
	۴۸			
	آموزشی تکمیلی عملی: دارد □ ندارد ■ سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه □			

هدف

- آشنایی دانشجویان با مبانی، فناوری ذره و انواع فناوری تبلورسازی

سرفصل درس

تعریف و مبانی

- حلالیت و فوق اشباع
- تقسیم بندی ناحیه فوق اشباع
- انواع هسته زایی
- انتخاب کریستالیزور

تکنولوژی ذره

- تعریف ضرایب شکلی، دانسیته جمعیتی، گشتاورهای دانه بندی.
- انواع توزیع دانه بندی و تعاریف مختلف اندازه متوسط ذرات.
- دستگاه‌های اندازه گیری دانه بندی
- دستگاه‌های جداسازی مایع-ذره
- هیدروسیکلون‌ها
- تیکنرها
- فیلترها

- بیلان جمعیتی

کریستالوگرافی

- تعریف و انواع سلول واحد
- دسته بندی کریستال‌ها
- نواحی مختلف رشد
- پدیده INCLUSION

انواع کریستالیزور

- کریستالیزورهای سرمایشی
- DTB
- SWENSON-WALKER-
- کریستالیزورهای تبخیری
- FORCED CIRCULATION
- OSLO
- کریستالیزورهای آدیاباتیک(تحت خلأ)
- نوع ناپیوسته
- انواع دایمی

مکانیسم و سینتیک رشد کریستال‌ها

- مراحل انتقال جرم
- مدل ریاضی رشد و رابطه آن با ضریب انحلال
- تئوری‌ها و روش‌های تعیین ضریب انحلال
- روش MC CABE در تعیین شدت رشد
- روش INITIAL DERIVATIVES

تعیین توام سینتیک رشد و هسته زایی

- روش S-PLANE ANALYSIS

مدل‌های مورد استفاده در طراحی کریستالیزورها

- کریستالیزور MSMPR
- کریستالیزورهای سرمایشی
- کریستالیزورهای تبخیری
- کریستالیزورهای تحت خلأ

ساز و کارهای تولید و پایدارسازی نانوذرات

- تولید نانوذرات با کریستالیزاسیون واکنشی
- تولید نانوذرات با کریستالیزاسیون القایی

- تعریف زمان القا
- ساز و کار هسته زایی اولیه همگن
- ساز و کار هسته زایی اولیه ناهمگن
- ساز و کار هسته زایی ثانویه

مراجع

- Mullin, J. W. (۱۹۷۲), Crystallization, Butterworths
- Industrial Crystallization : Process Simulation Analysis and Design (Plenum Chemical Engineering) by Narayan S. Tavare (Hardcover - August ۱۹۹۵)
- Crystalization Processes by H. Ohtaki(Editor) (Paperback - November ۱۹۹۷)
- Handbook of Industrial Crystallization by Allan S. Myerson(Editor) (Hardcover - January ۱۹۹۳)
- Crystalization Processes by H. Ohtaki(Editor) (Paperback - November ۱۹۹۷)
- Admixtures in Crystallization by Jaroslav Nyvlt, Joachim Ulrich (Paperback - August ۱۹۹۵)
- Advances in Solidification Processes : Proceedings (European Materials Research Society Symposia Proceedings, Vol ۴۴) by Symposium F on Advances in Solidification Processes (Hardcover)
- Bulk Crystal Growth Technology (Japanese Technology Reviews, Vol ۴) by Shin-Ichi Akai, et al (Paperback - September ۱۹۸۸)
- Crystal Growth of Organic Materials (Conference Proceedings Series (American Chemical Society)) by Allan S. Myerson(Editor), et al (Hardcover - March ۱۹۹۶)
- Crystallization and Related Phenomena in Amorphous Materials (Materials Research Society Symposium Proceedings, V. ۳۲۱) by Matthew Libera (Hardcover - December ۱۹۹۴)
- Crystallization As a Separations Process (Acs Symposium Series, No ۴۳۸) by Allan S. Myerson, Ken Toykura(Editor) (Hardcover - September ۱۹۹۰)
- Crystallization of Biological MacRomolecules by Alexander McPherson (Hardcover - October ۱۹۹۹)
- Industrial Crystallization by S.J. and Grootscholten, P.A.M. Jancic (Hardcover - June ۱۹۸۴)
- Industrial Crystallization ۸۷ : Proceedings of the ۱۰th Symposium on Industrial Crystallization, Bechyne, Czechoslovakia, September ۲۱-۲۵, ۱۹۸۷) by Jaroslav Nyvlt, Stanislav Zacek (Hardcover - April ۱۹۸۹)
- MacRokinetics of Crystallization by Iu. A. Buevich, et al (Hardcover - September ۲۰۰۰)
- Mineral Scale Formation and Inhibition by Zahid Amjad(Editor) (Hardcover - February ۱۹۹۶)
- Nucleation and Crystallization in Liquids and Glasses (Ceramic Transactions, Vol ۳۰) by Michael C. Weinberg(Editor) (Hardcover - April ۱۹۹۳)
- Protein Crystallization by Terese M. Bergfors(Editor) (Hardcover - February ۱۹۹۹)

جداسازی چندجزئی ChE۴۰۸۰۶	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 آشنایی دانشجویان با عملیات جداسازی و روش‌های آن می‌باشد.

سرفصل درس

مفاهیم اساسی

فرآیندهای جداسازی توضیحات کلی انواع فرآیندها جداسازی: تبخیر، تقطر، استخراج و ...

ترمودینامیک عملیات جداسازی: مدلهای مورد استفاده برای تعادلها در تعادلهای فازی

مفاهیم نفوذ و انتقال جرم

مختصری از فرآیند های جدا سازی دو جزئی: جذب، دفع: تبخیر، تقطیر، استخراج، خشک کردن، تبلور

فرآیندهای جداسازی چند جزئی:

روشهای تقریبی جدا سازی چند جزئی: جذب، دفع، تقطیر، استخراج و ...

روشهای دقیق جدا سازی در تقطیر (نرم افزارهای مورد استفاده)

مدلهای مبتنی بر تعادل در تقطیر چند جزئی

مدلهای مبتنی بر سرعت در تقطر چند جزئی

تقطیر ناپیوسته

جدا سازی های غشایی

مراجع

- Encyclopedia of Separation, Ian d. Wilson, Edward R. Adlaed, Michael Cooke, Coin F.Poole
- Multistage Separation Processes, Fouad M. Khoury
- Separation Processes, Jean- Pierre Wauquier
- Solid Liquid Separation, Ladislav Svarovsky
- Adsorption Technology and Design, W. J. Thomas, Barry Crittenden
- Separation Process Principles, J. D. Seader, Ernest J. Henley

- اصول فرآیندهای جداسازی سیدر، هنلی ترجمه دکتر منتظر رحمتی

دفتر توسعه آموزش های نوین وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

طراحی و شبیه‌سازی فرایندها صنعت گاز **ChE۴۰۹۰۱**	تعداد واحد ۲	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز کاربرد ریاضیات در مهندسی شیمی
	تعداد ساعت ۳۲	نوع واحد	عملی	
	آموزشی تکمیلی عملی: دارد □ ندارد ■ سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه □			

هدف

طراحی و شبیه‌سازی فرایندهای صنعت گاز - آشنایی دانشجویان با قابلیت‌های شبیه سازهای صنعتی برای شبیه‌سازی فرایندهای گاز

سرفصل دروس

- مقدمه
- شبیه‌سازی برای دست یابی به فرایندهای جدید
- رویکردهای حل و فرموله کردن مسئله
- شبیه سازهای فرایندهای تجاری(ASPEN PLUS)
- تخمین خواص فیزیکی وترمودینامیک کاربردی
- شبیه‌سازی واحدهای گازی ایده آل و غیر ایده آل (offshore Platforms, turboxpander, refrigeration units, Compression, Sweetening, dehyrtion, hydrata and Water Content, dehydration towers, N GL fractionation Units, dynamic de- pressuring, membrane Separation Units, multiphase flow reactors,...)
- شبیه‌سازی و بهینه سازی Pfd
- تحلیل حساسیت

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
سازمان مرکز آموزش‌های غیرحضوری و مجازی

- شبیه‌سازی دینامیکی Pfd (P-F theory, dynamic Simulation environment, transition From SS to dynamic, dynamic Separator, Compressor, reector, HE and Column, Cascade Control. Advanced Features and real-World Scenarios, Case Studies With gas Processing Units)
- انتقال گاز (PipeSys environment, maximum flow rate, energy Optimization, insulation and hydrate, Optimum Pipeline, gas gathering system, gas Condensate,)
- Tutorials and training Sets

مراجع

- Seider, W. D., J. D. Seader and D. R. Lewin, Process Design Principles, Synthesis, Analysis and Evaluation, John Wiley and Sons, New York ۱۹۹۹.
- Campbell J. M., Gas Conditioning and P rocessing, Pennwell Corp (June ۱۹۹۲)
- Sotudeh- Gharebagh R. and N. Mostoufi, Process Simulation Using HYSYS, Vol. ۱. And Vol. ۲ Boshra Co. ۲۰۰۵
- Lecture Notes and Papers
- Reference guides and manuals, Process Simulators

عملیات فرآوری، انتقال و توزیع گاز ChE۴۰۹۰۲	تعداد واحد	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	۲			
	تعداد ساعت	نوع واحد	عملی	
	۳۲			
	آموزشی تکمیلی عملی: دارد □ ندارد ■ سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه □			

هدف

هدف از این درس آشنایی با کلیه فرایندهای گاز پس از استخراج از چاه شامل فرآوری، انتقال و سپس توزیع آن می‌باشد. فرآوری گاز شامل روش‌های پیشرفته جداسازی گاز- مایع می‌باشد. همچنین انواع روش‌های فرآوری گاز ارائه شده و روش‌های نوین تولید انواع محصولات گاز طبیعی ارائه خواهند شد. انتقال و توزیع گاز شامل روش‌های انتقال و بهینه سازی شبکه توزیع گاز می‌باشد. انتظار می رود دانشجو در انتهای این واحد درسی تسلط کافی بر طراحی فرایندهای گاز، رفع مشکلات عملیاتی، شبکه‌های توزیع و انتقال گاز و بهینه سازی کل شبکه را داشته باشد.

سرفصل درس

- مقدمه ای بر صنعت گاز (گذشته تا آینده پژوهی)
- نگرشی به صنعت گاز از تولید تا مصرف- رفتار فازی گاز طبیعی- مشخصات مخازن گازی- جایگاه گاز در جهان به عنوان منبع انرژی- وضعیت کنونی و پیش بینی آینده مصرف گاز در کشور و جهان- اقتصاد گاز (قیمت گاز در جهان، بررس اقتصادی تبدیل گاز به اشکال مختلف)
- جداسازی مایع از گاز و تجهیزات مربوطه
- آشنایی با اصول جداسازی مایعات گازها- روش‌های مختلف جداسازی- آشنایی با تجهیزات اصلی در جداسازها- آشنایی با جداسازی سه فازی- بیان اصول طراحی جداسازی سه فازی و معادلات مربوطه- آشنایی با لخته گیرها- معرفی انواع

لخته گیرها- بیان اصول طراحی لخته گیرها- انواع رطوبت گیرها

- فرآوری گاز طبیعی
- مروری بر فرایندهای گاز (شیرین سازی، نم زدایی، سولورزدایی و جداسازی مایعات گاز طبیعی)- معرفی روش‌های نوین فرآوری گاز و کاستی‌های موجود- اصول طراحی واحد جداسازی مایعات گاز طبیعی- بررسی اقتصادی واحد جداسازی مایعات (طراحی واحد بر اساس جداسازی اتان یا پروپان، هزینه‌های سرمایه گذاری و جاری)- آشنایی با انواع محصولات گاز طبیعی و شرح فرایندهای مربوطه
- محاسبات مربوط با انتقال گاز در لوله‌ها
- طبقه بندی و معرفی معادلات مختلف- لوله‌های انتقال گاز سری و موازی- پیدا کردن قطر بهینه در لوله‌های انتقال- اصول طراحی خطوط لوله انتقال (تعیین مسیر خط، نکات ایمنی، نکات محیط زیستی، ایستگاه‌های تقویت فشار، ساخت، بهره‌برداری)- مشکلات عملیات ناشی از انتقال گاز (تشکیل هیدرات، افت فشار، خوردگی)- انواع روش‌های حفاظت خط لوله در برابر خوردگی- اصول طراحی دینامیک خطوط لوله انتقال
- طراحی شبکه توزیع
- پیدا کردن میزان مصرف گاز جهت طراحی شبکه توزیع- اصول طراحی شبکه‌های توزیع گاز (تعیین مسیر، حریم‌ها و نکات ایمنی)- معرفی روش‌هاردی کراس- طراحی عددی شبکه توزیع- طراحی به کمک کامپیوتر- ارائه روش‌های بهینه سازی سامانه‌های توزیع گاز- استفاده از نرم افزارهای موجود در زمینه توزیع گاز

مراجع

- X. Wang, M. Economids, Advanced Natural Gas Engineering, Elsevier, ۲۰۱۳.
- J. M. Campbell, R. N. Maddox, L. L. Lilly, R. A. Hubbared, Gas Conditioning and Processing, Campbell Petroleum Series, ۱۹۷۶
- R. N. Maddox, E. Erbar, Gas Cinditioning and Processing. Vol. ۳, (۱۹۸۲).
- A. J. Kidnay, W. R. Parrish, Fundamentals of natural das Processing, CRC Press, ۲۰۰۶.
- D. L. V. Katz, K. Donald La Verne, Handbook of natural gas engineering, Mc Graw- Hill New York, ۱۹۵۹.

دینامیک گازها **ChE۴۰۹۰۳**	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 آشنایی با اصول و مبانی دینامیک سیالات است.

سرفصل درس

- مبانی دینامیک سیالات
  - تعرف سیال- پیوستگی خواص آن- جریان سیال و بیان ریاضی آن- توصیف لاگرانژی (مادی) و توصیف اولری (فضائی) جریان سیال و روابط بین آن‌ها- طبقه بندی جریان- پایندگی جرم- پایندگی مقدار حرکت (مومنتوم)- پایندگی انرژی
- جریان تراکم پذیر (Compressible)
  - تراکم پذیری- توصیف جراین تراکم پذیر- انتشار موج در محیط تراکم پذیر- سرعت صوت- عدد ماخ- توزیع فشار در جریان تراکم پذیر- جریان ایزنتروپیک و معادلات آن- شرایط سکون (Stagnation)- تاثیر تغییر سطح بر خواص جریان- جریان در شیپوره‌ها (Nozzles)
- امواج شوک (Shock)
  - تعریف موج شوک- انتشار موج شوک- معادلات جریان در مقطع موج- حرکت امواج شوک و انعکاس آن‌ها- جریان غیر ایزنتروپیک- جریان مافوق صوت (Supersonic)- جریان غیر یکنواخت در لوله شوک

- جریان در لوله‌ها و کانال با مقاطع ثابت
  - جریان اصطکاکی تحت مقطع ثابت- معادلات جریان آدیاباتیک اصطکاکی گاز- مسیر نانو (Fanno)- جریان گاز در مسیر نانو- جریان ایزوترمال با اصطکاک- معادلات جریان همراه با انتقال حرارت- مسیر ری لی (Rayleigh)- جریان گاز در مسیر ری لی- خفگی به علت اصطکاک- خفگی به علت انتقال حرارت- اثر خفگی (Choking) بر جریان.
- دینامیک مخازن گازی
  - جابجایی گاز در مخزن (Reservoir)- معادلات حرکت گاز در مخزن- توزیع دما و توزیع فشار در مخازن گازی- رانش گاز- نیروی محرکه تولید- تخمین ضریب تولید- مقدمه ای بر شبیه‌سازی (Simulation) مخازن گاز

هیدرات‌های گازی ChE۴۰۹۰۴	تعداد واحد	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	۳			
	تعداد ساعت	نوع واحد	نظری	
	۴۸			
	آموزشی تکمیلی عملی: دارد □ ندارد ■ سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه □			

هدف

آشنایی با پدیده تشکیل هیدرات گازی، معضلات و کاربردهای این پدیده

سرفصل درس

- مفاهیم اولیه، شکل مولکولی و ساختارهای ۱ و ۲ و H هیدرات گازی
- هسته‌زایی، رشد و تجزیه کریستال‌های هیدرات
- روش‌های تجربی (Correlations) تخمین دما و فشار تعادلی تشکیل هیدرات چه ترکیبات خالص و چه مخلوط‌ها
- روش‌های مبتنی بر ترمودینامیک آماری تخمین دما و فشار تعادلی تشکیل هیدرات چه ترکیبات خالص و چه مخلوط‌ها در حضور آب خالص برای هر سه ساختار. (مهمترین روش در این قسمت مدل vdWP می‌باشد.)
- روش‌های مبتنی بر ترمودینامیک آماری تخمین دما و فشار تعادلی تشکیل هیدرات چه ترکیبات خالص و چه مخلوط‌ها در حضور :
  - الف) الکترولیت‌ها
  - ب) الکل‌ها
  - ج) حضور همزمان الکترولیت‌ها و الکل‌ها
  - د) تسریع کننده‌ها

در این قسمت برای هر مرحله حداقل دو روش ذکر می‌شود که یکی از آن‌ها روش میانبر ΔH approach می‌باشد.

- روش‌های آزمایشگاهی اندازه‌گیری دما و فشار تعادلی هیدرات
- نمودارهای تعادلی هیدرات و نواحی مختلف در پوشش‌های فازی مربوطه
- توضیح مختصری از مدل‌های سینتیکی رشد و تجزیه کریستال‌های هیدرات
- توضیح مختصری از کاربردهای هیدرات اعم از ذخیره سازی و انتقال گاز، شیرین سازی آب، جداسازی مخلوط گازها و ..
- توضیحاتی در مورد ساختارهای جدید هیدرات مثل هیدرات نیمه کلاتریت و تسریع کننده‌های سینتیکی و ترمودینامیکی و مایعات یونی

مراجع

- Clathrate Hydrates of Natural Gases, E. D. Sloan. Marcel Dekker, ۲۰۰۷.
- Natural Gas Hydrates: A Guide for Engineers, J. Carroll, Elsevier Science and Technology Books, ۲۰۰۲.

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دفتر برنامه‌ریزی آموزش عالی

کنترل آلودگی هوا ChE۴۱۰۰۱	تعداد واحد	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	۳			
	تعداد ساعت	نوع واحد	نظری	
	۴۸			
آموزشی تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ■ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐				

هدف

آشنایی دانشجویان با راهکارهای کنترل آلودگی هوا

سرفصل درس

- آشنایی با اتمسفر و مقیاس‌های آن
- آلاینده‌های هوا
- آلاینده‌های کلاسیک
- سموم هوا
- مبانی تولید آلودگی از منابع مختلف
- مدل انتشار آلودگی از خودروها (IVE)
- هواشناسی مقیاس کوچک (پایداری اتمسفر)
- مدل‌سازی پخش و پراکندگی آلاینده‌ها (مدل گوس)
- خواص ذرات معلق در اتمسفر
- مدل‌های بر پایه گیرنده (source apportionment)

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دفتر برنامه ریزی آموزش علمی

- روش‌های کنترل آلودگی از منابع ساکن
- روش‌های کنترل آلودگی از خودروها

مراجع

- Atmospheric Chemistry and Physics: From Air Pollution to Climate Change, John H. Seinfeld, Spyros N. Pandis
- Air Pollution Control Engineering , Noel de Nevers

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای برنامه‌ریزی آموزش عالی

مدیریت پسماندهای جامد ChE۴۱۰۰۲	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، آشنایی با اصول و مبانی مدیریت پسماندهای جامد است.

سرفصل درس

- منابع، مقادیر و ترکیب پسماندهای جامد
- قوانین و مقررات
- هضم بی هوازی
- هضم بی هوازی پسماند شهری
- کمپوست سازی
- سوزاندن
- بازیافت و بازگردانی
- فن آوری‌های بازگردانی
- پسماندهای جامد صنعتی
- طراحی و مدیریت محل‌های دفن زباله
- ارزیابی خطر در محل‌های دفن زباله
- آلودگی از محل‌های دفن زباله
- سرنوشت،کاهش وتصفیه شیرابه‌ها

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
مجری برنامه ریزی آموزش عالی

- تدابیر در رابطه با پسماندهای جامد صنعتی و شهری

بیوتکنولوژی زیست محیطی ChE۴۱۰۰۳	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، آشنایی دانشجویان با مفاهیم اولیه و اصول

سرفصل درس

- مفاهیم میکروبیولوژی زیست محیطی
- استوکیومتری و انرژتیک باکتریایی
- سینتیک میکروبی
- سینتیک بیوفیلمی
- راکتورها
- فرآیند لجن فعال
- لاگون‌ها
- فرایندهای بیوفیلمی هوازی
- نیتریفیکاسیون
- دی نیتریفیکاسیون
- حذف فسفر
- تصفیه اب آشامیدنی
- تصفیه بی هوازی مولد متان

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دفتر برنامه ریزی آموزشی

تصفیه آب و فاضلاب ChE۴۱۰۰۴	تعداد واحد ۳	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	تعداد ساعت ۴۸	نوع واحد	نظری	
آموزشی تکمیلی عملی: دارد □ ندارد ■ سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه □				

هدف

آشنایی با خصوصیات انواع آب و آشنایی با روش‌های متداول و پیشرفته تصفیه آب‌های صنعتی

سرفصل درس

- مقدمه‌ای بر اهمیت آب، منابع آن و موارد مصرف
- گزارش آنالیز آب
- تکنولوژی تصفیه آب‌های صنعتی
- تصفیه فیزیکی و مقدماتی
- حذف مواد معلق وحذف مواد کلوییدی
- 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
- ضد عفونی کردن آب کاربرد اوزون و فرابنفش در تصفیه آب

قسمت پساب

- تعریف مفاهیم اولیه

شورای برنامه ریزی آموزش عالی تحقیقات و فناوری وزارت علوم

- معرفی فاضلاب و انواع آن
- مشخصات فاضلاب
- استانداردهای زیست محیطی
- تصفیه فیزیکی
- آشغال گیری
- دانه گیری
- متعادل سازی
- شناورسازی
- ته نشینی
- تصفیه زیستی
- اصول تصفیه بیولوژیکی هوازی و بی هوازی
- تعیین ضرایب بیوسینتیکی
- انواع راکتورهای بیولوژیکی
- فرآیندهای بیولوژیکی
- سامانه‌های متداول تصفیه بیولوژیکی شامل:
- برگه تثبیت
- لاگون یا هوادهی
- لجن فعال
- صافی چکنده
- بسترهای چرخنده بیولوژیکی
- راکتورهای بی هوازی تصفیه فاضلاب

تصفیه نهایی(پیشرفته)

- گندزدائی
- حذف ازت و فسفر
- زدایش مواد معلق و تخم انگل
- زدایش مواد غیرقابل تجزیه بیولوژیکی

تصفیه لجن مازاد

- مشخصات لجن
- مقدار لجن مازاد
- تشریح فرآیندهای تغلیظ

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دفتر برنامه ریزی آموزش عالی

کاربرد هوش مصنوعی در مهندسی شیمی ChE۴۱۱۰۱	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 ارائه مفاهیم مختلف مربوط به هوش مصنوعی در حالت کلی و نحوه کاربرد آن‌ها در مواجهه و حل مسائل مختلف مهندسی شیمی به خصوص در گرایش شبیه سازی و کنترل است.

سرفصل درس

- سامانه‌های خبره
  - سامانه‌های خبره و اجزاء متشکله آن
  - موارد کاربرد سامانه‌های خبره در حالت عام
  - مسائل حوزه مهندسی شیمی قابل حل توسط سامانه‌های خبره
  - پیاده سازی کلی سامانه‌های خبره بر اساس پایگاه‌های اطلاعاتی رابطه‌ای (Relational Databases)
- منطق فازی
  - مقدمه ای بر مجموعه‌های فازی و منطق فازی و کاربرد آن در شناسایی و کنترل
  - نگاشت‌های فازی و کاربرد آن‌ها در مدل‌سازی سامانه‌ها
  - مدل‌های فازی و کاربرد آن‌ها در شبیه سازی رفتار پایا و پویای سامانه‌ها
  - روش‌های کنترل فازی و کاربرد آن‌ها در کنترل سامانه‌های شیمیایی
  - بهینه سازی فازی و کاربرد آن در بهینه سازی سامانه‌های شیمیایی
- شبکه‌های عصبی مصنوعی
  - مقدمه ای بر شبکه‌های عصبی مصنوعی و الگوریتم‌های یادگیری مربوطه
  - گونه‌های مختلف شبکه‌های عصبی و موارد کاربرد هریک از آن‌ها
  - شناسایی رفتار پایا و پویای سامانه‌های مختلف با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی

دبیرخانه شورای برنامه ریزی آموزش علوم، تحقیقات و فناوری

- استفاده شبکه‌های عصبی مصنوعی جهت پیاده سازی روش‌های مختلف کنترل سامانه‌های شیمیایی
- الگوریتم‌های تکاملی
  - مقدمه‌ای بر الگوریتم‌های تکاملی و استفاده از آن‌ها در بهینه‌سازی سامانه‌های شیمیایی
  - الگوریتم‌های ژنتیک
  - الگوریتم اجتماع مورچگان
  - الگوریتم دسته پرندگان

مراجع

- The Handbook Of Applied Expert Systems by : J. Liebowitz, CRC Press.
- Fuzzy Expert Systems And Fuzzy Reasoning by : W. Siler, J. J. Buckly ,Wiley InterScience, ۲۰۰۵.
- Intelligent Control Systems by: Gupta, Sinha, IEEE Press, ۱۹۹۷.
- Neural Networks by Haykin, IEEE Press ,۱۹۹۶.
- Mathematical Methods of Neural Networks by Golden, CRC Press, ۱۹۹۷.

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای برنامه ریزی آموزش عالی

کنترل غیر خطی فرایندهای شیمیایی ChE۴۱۱۰۲	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 ارائه مشخصات و ویژگی‌های رفتاری سامانه‌های غیر خطی در حالت کلی و سامانه‌های غیر خطی شیمیایی در حالت خاص است. پس از ارائه این مشخصات به نحوه مواجهه با آن‌ها و روش‌های مختلف کنترل غیر خطی جهت شناسایی و کنترل کارآمد این سامانه‌ها است.

سرفصل درس

- مشخصات و ویژگی‌های رفتاری سامانه‌های غیر خطی
- روش‌های تجزیه و تحلیل پایداری سامانه‌های غیرخطی
- مروری بر مفاهیم کاربردی هندسه دیفرانسیل جهت استفاده در روش‌های کنترل غیر خطی
- تجزیه و تحلیل سامانه‌های غیر خطی با استفاده از هندسه دیفرانسیل
- روش‌های کنترل غیر خطی بازخورد حالات مبتنی بر هندسه دیفرانسیل (خطی‌سازی دقیق مبتنی بر بازخورد حالات)
- کنترل پیشخور غیر خطی (Nonlinear Feedforward Control)
- روش‌های غیر خطی تعدیل تأخیر زمانی (Nonlinear time-delay Compensation)
- روش‌های تخمین حالت غیر خطی (Nonlinear State Estimation Methods)

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دبیرخانه شورای برنامه‌ریزی آموزش عالی

مراجع

- H. Nijmeijer, A.J. Vandershaft: "Nonlinear Dynamical Systems" Springer Verlag.
- H. Khalil: "Nonlinear Systems" Prentice-Hall, ۱۹۹۰.
- R. Marino, P. Tomei: "Nonlinear Control Design, Geometric, Adaptive and Robust" Prentice-Hall, ۱۹۹۷.
- J.J. Slotine, W. Li: "Applied Nonlinear Control", Wiley ۱۹۹٤.
- M.A. Henson, D.E. Seborg: "Nonlinear Process Control", Prentice-Hall, ۱۹۹۷.

سازمان مطالعات علوم، تحقیقات و فناوری وابسته به وزارت علوم، تحقیقات و فناوری جهت برنامه ریزی آموزش عالی

کنترل تطبیقی ChE۴۱۱۰۳	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 معرفی انواع نمایش سامانه‌های دینامیکی غیرخطی ولی در قالب یک ساختار خطی و پارامتریزه در حوزه زمان و فرکانس می‌باشد.

سرفصل درس

- معرفی
- نمایش سامانه
- تحلیل پایداری و تابع لیاپونوف
- شناسایی سامانه‌های پیوسته
- شناسایی سامانه‌های گسسته
- طراحی تخمین‌زننده (آبزرور) تطبیقی
- دسته‌بندی راهبردهای کنترل تطبیقی
- رگولاتورهای خودتنظیم
- کنترل تطبیقی مدل- مرجع
- کاربردهای کنترل تطبیقی

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

مراجع:

- Stable Adaptive Systems, Narendra.
- Adaptive Control, Astrom
- Adaptive Filtering, Prediction and Control, Goodwin.
- Theory and Practice of Recursive Identification, Ljung.

دارای برنامه ریزی آموزش عالی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

کنترل دیجیتال ChE۴۱۱۰۴	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 آشنایی با کنترل دیجیتال یا کنترل کامپیوتری می‌باشد. پشتیبانی ریاضی سامانه‌های نمونه‌گیری شده توسط کامپیوتر و همچنین مدل‌سازی و طراحی کنترلر مبتنی بر مدل در قالب آنالیز سامانه‌های گسسته و معادلات دیفرنس می‌باشد

سرفصل درس

- معرفی، تبدیل Z
- تابع انتقال پالس سامانه‌های پیوسته
- پاسخ مدارباز
- تحلیل پایداری
- پاسخ مداربسته
- طراحی کنترل با روش انتقال
- نمایش فضای حالت (گسسته)
- طراحی آبزرور و فیلتر کالمن
- طراحی کنترلر در حوزه زمان (فضای حالت)
- کنترل بهینه (گسسته)

شورای برنامه‌ریزی آموزشی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

مراجع

- Discrete- time Control Systems, Ogata.
- Digital Control System Analysis and Design, Phillips.
- Computer-Controlled Systems, Astrom.
- Computer Process Control, Deshpande.

کنترل مدرن و بهینه ChE۴۱۱۰۵	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 آشنایی با کنترل پیشرفته (حوزه فرکانس) و کنترل مدرن (حوزه زمان) می‌باشد. بنای درس بر نمایش فضای حالت (خطی) گذاشته شده است. سنتز تحلیلی و سامان‌هاتیک کنترلر در قالب قطب‌گماری و بازخورد استاتیک حالات، بازخورد خروجی و همچنین طراحی تخمین‌زننده حالات می‌باشد. به علاوه، به مباحث کنترل بهینه سامانه‌ها یا مدل‌های پیوسته تحت آنالیز مدرن حساب جامع دیفرنسیال و انتگرال نیز پرداخته می‌شود.

سرفصل درس

- معرفی کنترل پیشرفته و مدرن
- بهبود عملکرد حلقه کنترل توسط روش‌های پیشرفته
- مدل‌سازی و شناسایی سامانه‌های خطی دینامیکی، فضای حالت
- پایداری و سنتز فیدبک حالت
- تخمین‌زننده حالات (آبزرور)
- کنترل بهینه

شورای برنامه ریزی آموزشی گروه علوم، تحقیقات و فناوری

مراجع

- Stephanopoulos, G., Chemical Process Control, Prentice-Hall, ۱۹۸۴.
- Ogunaaike, B.A. and W.H. Ray, Process Dynamics, Modeling and Control, Oxford University Press, ۱۹۹۴.
- Bequette, B.W., Process Control: Modeling, Design and Simulation, Prentice-Hall, ۲۰۰۳.
- Romagnoli, J.A. and A. Palazoglu, Introduction to Process Control, Taylor and Francis, ۲۰۰۶.
- Seborg, D.E., T.F. Edgar and D.A. Mellichamp, Process Dynamics and Control, ۲nd Ed., Wiley, ۲۰۰۴.
- Smith, C.A. and A.B. Corripio, Principles and Practice of Automatic Process Control, ۳rd ed. , Wiley ,۲۰۰۵ .
- Luyben, M.L. and W.L. Luyben, Essentials of Process Control, Mc Graw Hill, ۱۹۹۷.
- Ogata , K., Modern Control Engineering , ۴th ed., Prentice-Hall Inc.,۲۰۰۲ .
- Anderson , B.D.O. and J.B. Moore, Linear Optimal Control, Upper Saddle River , NJ: Prentice-Hall Inc.,۱۹۷۱ .
- Athans ,M. and P.L. Flab ,Optimal Control: An Introduction to the Theory and Its Applications ,NY: Mc Graw Hill, ۱۹۶۵ .
- Cheng, D.K., Analysis of Linear Systems, Reading MA: Addison –Weseley Publishing Co. ۱۹۵۹.
- Kailath ,T., Linear Systems , Upper Saddle River , NJ: Prentice-Hall Inc.,۱۹۷۱ .

دبیرخانه شورای برنامه ریزی آموزش علوم، تحقیقات و فناوری

پدیده‌های انتقال در نانوفناوری ChE۴۱۲۰۱	تعداد واحد	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	۳			
	تعداد ساعت	نوع واحد	نظری	
	۴۸			
	آموزشی تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ■ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐			

هدف

آشنایی با اصول پدیده‌های انتقال و مبانی آن‌ها در حوزه نانوفناوری است.

سرفصل درس

درس پدیده‌های انتقال از نقطه نظر مفاهیم اولیه و تشابه بین سه پدیده اساسی بقای ممنتم، جرم و حرارت مورد بحث قرار گرفته و مدل‌سازی معادلات بقا از روش‌های دیفرانسیلی و انتگرال اثبات شده و در جهت تکمیل معادلات بقای بیلان جمعیت مورد بحث قرار خواهد گرفت.پس از اثبات معادلات اصلی بقا کاربرد آن در مباحث مختلف مورد تجزیه تحلیل قرار خواهد گرفت.

فهرست مطالب به قرار زیر می‌باشد:

- آشنایی با عملیات بردارها و تانسورها
- اصول و مفاهیم اولیه بقای ممنتم، انرژی و جرم
- تنش در سیالات و ارتباط آن با معادلات بقا
- معادلات ممنتوم، انرژی و جرم و بیلان جمعیت از دو روش:
  - روش دیفرانسیلی (differential)
  - روش انتگرالی (The General Property Balance)
- جریان‌های ویسکوز و معادلات ممنتم در حالت Steady و Unsteady
- جریان‌های In Viscid Flow و Potential Flow

شورای برنامه ریزی آموزشی علوم، تحقیقات و فناوری

- معادلات انرژی در حالت Steady و Unsteady
- معادلات جرم در حالت Steady و Unsteady
- معادلات جرم و پیوستگی برای نفوذ جرم چند جزئی
- لایه‌های مرزی ممنتم و حرارتی و جرم
- مباحث ویژه در نانو فناوری شامل موارد زیر
  - مدل‌سازی پدیده‌های نانو
  - مدل‌سازی حرکت ذرات نانو در سیال با و بدون حضور محیط‌های متخلخل
  - مدل‌سازی انتقال جرم همراه با واکنش گاز و مایعات در سامانه‌های نانو (کاتالیست‌ها و غشاها و سایر موارد)
  - شبیه‌سازی مولکولی در مقیاس نانو برای گازهاو مایعات و امولسیون‌ها و سوسپانسیون‌ها و مولکول‌های پلیمری
  - مباحث اساسی انتقال ممنتم، جرم و انرژی در مقیاس نانو در پدیده‌های سطحی، ذرات کلوئیدی و مباحث بیوتکنولوژی و محیط زیست

مکانیک کوانتوم ChE۴۱۲۰۲	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 آن است که دانشجویان با اصول پایه و کلی مکانیک کوانتوم آشنا شوند.

سرفصل درس

- مکانیک کلاسیک و توسعه مکانیک کوانتومی، کاربرد معادله شرودینگر در بررسی تعدادی از مسائل: نظیر حرکت الکترون در مولکول‌ها با سامانه کنژوگه، چرخش و ارتعاش مولکول‌های دو اتمی و چند اتمی، طیف سنجی الکترونیک ماکروویو، IR، ساختمان اتم، خواص اسپین، طیف سنجیesr و NMR ساختمان مولکول و تشکیل پیوند روش‌های انجام محاسبات مکانیک کوانتومی، آشنایی و کار با نرم افزارهای موجود
- آشنایی با سامانه‌های کوانتومی به عنوان فرایندهای اطلاع رسان و کاربرد آن‌ها در کامپیوترهای کوانتومی.

ترمودینامیک آماری ChE۴۱۲۰۳	تعداد واحد ۳	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	تعداد ساعت ۴۸	نوع واحد	نظری	
آموزشی تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ■ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐				

هدف

آشنایی با اصول ترمودینامیک و کابرد آن‌ها در محاسبه خواص ترمودینامیکی مولکول‌ها است.

سرفصل درس

- اصول ترمودینامیک کلاسیک و ترمودینامیک سامانه‌های کوچک، اصول ترمودینامیک اماری، انواع تابع افزار و کابرد آن‌ها در محاسبه خواص ترمودینامیکی مولکول‌های تک اتمی و دو اتمی و چند اتمی، آمار BE و FD و کاربرد آن‌ها، بررسی پدیده‌هایی نظیر واکنش‌های شیمیایی، جذب سنجی، معرفی تابع توزیع و کاربرد آن در بررسی خواص گازهای فشرده، مایعات، جامدات و بررسی خواص الکترولیت‌ها، پدیده‌های الکتریک، پدیده مغناطیسی، بررسی دینامیک مولکولی و روش مونت کارلو از دیدگاه ترمودینامیک آماری

شورای برنامه ریزی آموزشی گروه علوم، تحقیقات و فناوری

پدیده‌های سطحی در مقیاس نانو ChE۴۱۲۰۴	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 آشنایی با اصول و مبانی پدیده‌های سطحی در مقیاس نانو است.

سرفصل درس

خواص سطح مشترک بین فازی گاز- مایع، مایع- مایع، مایع- جامد،گاز- جامد، جامد- جامد، خواص سطح جامدات و نحوه بررسی آن‌ها از دیدگاه مولکولی با استفاده از روش‌های مکانیک کوانتومی و ترمودینامیک آماری، کاربرد روش‌های میکروسکوپی و طیف سنجی در به دست آوردن اطلاعات از سطح بررسی پدیده‌هایی نظیر تشکیل فوم، اموکسیون، هسته زدایی، کاربرد روش‌های محاسباتی در بررسی خواص سطح، جذب شیمیایی و کاتالیزور از دیدگاه مولکولی

گروه علوم، تحقیقات و فناوری
دبیرخانه شورای برنامه ریزی آموزشی

شبیه‌سازی مولکولی ChE۴۱۲۰۵	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 آشنایی با انواع و روش‌های شبیه‌سازی مولکولی در مقیاس نانو برای دانشجیان این رشته است.

سرفصل درس

معرفی اهداف MS، اصول و مفاهیم MCS، MD و NHMD زمینه‌های تئوری و کاربرد MS در سامانه‌هایی نظیر کرات سخت، اتم‌ها، مولکول‌های غیرقطبی، مولکول‌های قطبی، بون‌ها، محاسبه پتانسیل بین مولکولی و محاسبه برهمکنش‌های برد کوتاه، کاربرد MS در بررسی رفتاری ماکرو مولکول‌ها، کاربرد MS در بررسی تعادلات فازی، جذب و رفتار کاتالیست‌ها

مقدمه ای بر نانوفناوری ChE۴۱۲۰۶	تعداد واحد	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	۳			
	تعداد ساعت	نوع واحد	نظری	
	۴۸			
	آموزشی تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ☐ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐			

هدف

آشنایی دانشجویان با اصول و مبانی نانوفناوری است.

سرفصل دروس:

- نانو بیوتکنولوژی یک زمینه جدید و رو به توسعه چند تخصصی است که با علوم و مهندسی در سطح مولکول سر و کار دارد.
- نانو بیوتکنولوژی از زیست شناسی برای ساخت ابزار و مواد در اشل نانو الهام می گیرد. به جای رویکرد از بالا به پایین که در ساخت ابزار مرسوم بوده است. دانشمندان هم اکنون به رویکرد از پایین به بالا که توسط زیست شناسی در طی هزاران سال تکامل توسعه پیدا کرده است توجه پیدا کرده اند.
- هدف نانو بیوتکنولوژی به کارگیری قابلیت بسیار جالب توجه زیست شناسی در سنتز و مونتاژ ساختارهای پیچیده از مواد ساده با دقت اتمی می‌باشد. محققین امیدوارند که از این خصوصیت جهت ساخت ساختارهای نانو که در آن‌ها مولکول‌های زیستی به عنوان اجزاء سامانه داخل گردیده اند استفاده کنند. همچنین از راهبردهای طراحی زیستی می‌توان به عنوان الگو و چارچوب‌های قابل جدا کردن برای ساخت مواد مرسوم استفاده کرد.
- درس مقدمه بر نانو بیوتکنولوژی می‌تواند بر روی مبانی نانوبیوتکنولوژی مثل ساخت از پایین به بالا، ساخت خودکار از مواد اولیه تمرکز کند. موارد زیر می‌تواند در چنین درسی مد نظر باشد.
  - خودآرایی
  - پلیمرها در نانو فناوری
  - ابزار آنالیز در نانو فناوری
  - ریز ساخت

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دبیرخانه شورای برنامه ریزی آموزش

- زیست حسگرها
- مبانی حسگرهای زیست مولکولی
- آنالیز عملکرد زیست حسگرها
- حسگرهای الکتروشیمیایی
- حسگرهای میکروبی
- حسگرهای نوری

مراجع

- Bionanotechnology: Lessons from nature
- D. S. Goodsell
- John Wiley & Sons Inc ۲۰۰۴
- Table of Contens:
- The quest for Nanotechnology: Bionanomachines in Action, Bimolecular Design and Biotechnology, Structural Principles of Bionanotechnology, Functional Principles of Bionanotechnology, Bionanotechnology today, the future of Bionanotechnology,

دبیرخانه شورای برنامه ریزی آموزشی گروه علوم، تحقیقات و فناوری

شیمی و فناوری نانو ChE۴۱۲۰۷	تعداد واحد ۳	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	تعداد ساعت ۴۸	نوع واحد	نظری	
آموزشی تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ☐ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐				

هدف

آشنایی دانشجویان با مواد نانو و روش‌های ساخت آن ها است.

سرفصل درس

- تعریف ساختمان فلز، پیوندهای شیمیایی در مواد نانو ذره ای، خلاصه ای از مشخصات ویزه و کاربردهای مواد منو ذراه ای، تقسیم بندی ترکیبات منو ذره ای، روش‌های تهیه شیمیایی و الکتروشیمیایی مواد و پوشش‌های نانو ذره ای، بررسی سنتز: نانو فلزات، نانو منو اکسیدها، منوسیلیس، نانو کربن، نیمه‌هادی، نانو پلیمرها و سیال مغناطیسی
- کابرد روش‌های تجزیه ایMS, AFM, XPS, EDS, FTIR,SPM, XRD,SEM, P. S. A, TEM
- جهت بررسی ساختار شیمیایی ترکیبات نانو با ذکر اصول پایه ای و دستگاهی این روش‌ها، بهینه سازی فرایندهای سنتز مواد نانو با طراحی‌های آماری و ارائه مدل نظری

شورای برنامه ریزی آموزشی علوم، تحقیقات و فناوری

ساخت و کاربرد نانو ChE۴۰۵۰۸	تعداد واحد ۳	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	تعداد ساعت ۴۸	نوع واحد	نظری	
آموزشی تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ☐ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐				

هدف

آشنایی دانشجویان این رشته با روش‌های سنتز و کاربرد نانو است.

سرفصل درس

- روش‌های سنتز خشک برای نانو ذرات، روش‌های سنتز مرطوب نانو ذرات پلیمری، کابرد نانو ذرات مختلف (مثل نانو ذرات کربنی، Ni,ZnO, Tio۲, Sio۲ و سرامیکی)، طراحی راکتورهای تولید نانو ذرات و افزایش مقیاس آن‌ها، نانو کاتالیست‌ها برای رفع آلودگی هوا و تولید مواد پلیمری و دارویی، انواع روش‌های پلیمریزاسیون تولید نانو پلیمرها، سایر کاربردهای مواد نانو در صنایع رنگ و چسب و پوشش‌ها و مواد مغناطیسی و صنایع الکترونیک

روش‌های اندازه‌گیری در مقیاس نانو ChE۴۱۲۰۹	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 تدریس این درس آشنایی دانشجویان با روش‌های مختلف اندازه‌گیری نانو مواد است.

سرفصل درس

- میکروسکوپ‌های به روشی (SPM) شامل میکروسکوپ تونلی رویشی (STM) و میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM)، میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM)، میکروسکوپ الکترونی رویشی (SEM)، روش‌های تعیین توزیع اندازه ذرات، سایر روش‌های انالیز و تعیین مشخصات مواد نانو مثل MALS و DLS و UAC و NMR و MS و XPS

۲-۲- سرفصل دروس رشته مهندسی شیمی-بیوتکنولوژی

آزمایشگاه میکروبیولوژی و بیوشیمی ChEB۴۱۰۱	تعداد واحد ۱	نوع درس	اختیاری	درس پیشنیاز
	تعداد ساعت	نوع واحد	عملی	
آموزشی تکمیلی عملی: دارد ■ ندارد □ سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه ■				

هدف

آشنا نمودن دانشجویان به طور عملی با میکروبیولوژی و بیوشیمی

سرفصل درس

- روش‌های مطالعه ریزاندامگان‌ها (آشنایی با میکروسکوپ و فنون آن، آشنایی با روش کار با میکروب‌ها، آشنایی با خصوصیات چند میکروب مهم)
- مطالعهٔ باکتری‌ها (آشنایی با خصوصیات مورفولوژیکی باکتری‌ها و روش کار با آن‌ها، آشنایی با روش تهیه فروتی و رنگ آمیزی ساده)
- رنگ آمیزی گرم (آشنایی با انواع رنگ‌ها و روش رنگ آمیزی باکتری‌ها، آشنایی با روش رنگ آمیزی گرم و روش تهیه محلول‌های رنگ آمیزی، تشخیص باکتری‌های گرم منفی و گرم مثبت)
- مطالعهٔ قارچ‌ها (آشنایی با طبقه بندی قارچ‌ها و خصوصیات ظاهری و روش‌های مطالعهٔ آزمایگاهی آن‌ها، بررسی ساختمان میکروسکوپی قارچ‌های رشته ای و مخمرها)
- محیط‌های کشت میکروبی (آشنایی با انواع محیط‌های کشت و روش تهیه محیط‌های کشت جامد و مایع و روش سترون کردن مواد و وسایل)
- روش‌های کشت میکروبی (آشنایی با روش‌های کشت میکروبی و تهیه کشت خالص و انجام کشت خطی)
- جداسازی میکروب‌ها از نمونه‌های طبیعی (آشنایی با اصول نمونه برداری و روش‌های غنی سازی، جداسازی باکتری‌های خاک و شمارش آن‌ها، آشنایی با روش های شمارش میکروبی)

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

- منحنی رشد باکتری‌ها (آشنایی با مفهوم رشد و روش‌های ارزیابی رشد میکروب‌ها و روش شمارش تعداد میکروب‌ها، آشنایی با روش کدورت سنجی، آشنایی با منحنی رشد باکتری‌ها و محاسبهٔ سرعت رشد)
- آزمایش‌های بیوشیمیایی (آشنایی با مراحل شناسایی باکتری‌ها و چند آزمایش بیو شیمیایی)
- فرمانتورهای آزمایشگاهی (آشنایی با انواع فرمانتورها و اجزاء اصلی آن‌ها و آشنایی با اصول کار با آن)
- آشنایی با تجهیزات آزمایشگاهی (آشنایی با اولترافیلتراسیون، فریزدرایر و HPLC)

مراجع

- جزوه آزمایشگاه مهندسی بیوشیمی، دانشکدهٔ مهندسی شیمی دانشگاه‌های بیرمنگام و واترلو
- Microbiology. A laboratory Manual, J. G. Cappuccino, N. Sherman. ۴th edition. Longman Inc. (۱۹۹۹).

شورای برنامه ریزی آموزشی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

میکروبیولوژی عمومی **ChEB۴۱۰۲**	تعداد واحد ۱	نوع درس	اختیاری	درس پیشنیاز
	تعداد ساعت	نوع واحد	نظری	
آموزشی تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ■ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐				

هدف

آشنایی اولیه با میکروبیولوژی و ساختار و عملکرد انواع ریزاندامگان‌ها

سرفصل درس

- مقدمه و تاریخچه
- مورفولوژی و ساختارهای سلولی و پروکایوت‌ها
- مورفولوژی و ساختارهای سلولی یوکاریوت‌ها
- فیزیولوژی باکتری‌ها (نیازمندی‌های تغذیه ای، گروه‌های تغذیه ای باکتری‌ها، محیط کشت، عوامل محیطی مؤثر بر رشد باکتری‌ها، رشد و تکثیر باکتری‌ها، سینتیک رشد باکتری‌ها، کشت مداوم و همزمان، تمایز در باکتری‌ها).
- متابولیسم باکتری‌ها (واکنش‌های تولید انرژی، واکنش‌های بیوسنتزی)
- کنترل ریزاندامگان‌ها (تعریف مرگ میکروبی، ساز و کار اثر عوامل ضد میکروبی، عوامل ضد میکروبی فیزیکی، عوامل ضد میکروبی شیمیایی)
  - طبقه بندی باکتری‌ها
  - ژنتیک باکتری‌ها
  - ویروس‌ها (باکتریوفاژها)
- مبانی مهندسی ژنتیک
- قارچ‌ها
- مبانی ایمنی شناسی
- میکروب‌ها در صنعت

شورای برنامه ریزی آموزشی علوم، تحقیقات و فناوری

- میکروبیولوژی کاربردی

مراجع

- میکروبیولوژی عمومی، دکتر فریدون ملک زاده- دکتر منوچهر ش‌هامت. انتشارات شهر اب سال ۱۳۷۱.
- Microbiology, Principles& Applications, J.G. Black, Prentice-Hall (۱۹۹۶).
- Fundamentals of Microbiology, E. Alcamo, Vol. I., Sixth edition, Jones and Bartle Publishers, Canada (۲۰۰۱).
- Introductory Immunobiology, H. Davies, School of Life Science. University of Manchester.
- Bacteria in Biology, Biotechnology and Medicine, P. Singleton, John Wiley & sons Ltd, ۵th edition (۱۹۹۹).
- Molecular Biotechnology (Principles and Application of Recombinant DNA), B.R. Glick,J.J. Pasternak, American Society for Microbiology (۱۹۹۸),

شورای برنامه ریزی آموزش علوم، تحقیقات و فناوری

بیوشیمی عمومی **ChEB۴۱۰۳**	تعداد واحد	نوع درس	اختیاری	درس پیشنیاز
	۲			
	تعداد ساعت	نوع واحد	نظری	
آموزشی تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ■ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐				

هدف

آشنایی با انواع زیست مولکول‌ها و نقش آن‌ها و سوخت و ساز سلولی

سرفصل درس

- مقدمه (حیات و آشنایی با سلول‌های زنده و زیست مولکول‌ها)
- نقش آب در سامانه‌های زیستی
- اسیدهای آمینه و پپتیدها
- پروتئین‌ها (تقسیم بندی، تعیین توالی، ساختمان‌های چهارگانه پروتئین‌ها)
- آنزیم‌ها و کوفاکتورها
- ویتامین‌ها
- کربوهیدرات‌ها
- لیپیدها و غشاها
- اصول پایه سوخت و ساز سلولی
- بیو انرژی
- گلایکولیز
- سیکل اسید سیتریک
- زنجیره انتقال الکترون
- اکسیداسیون اسیدهای چرب (مرور مختصر)
- تجزیه آمینو اسیدها (مرور مختصر)
- بیوسنتز کربوهیدرات‌ها، لیپیدها، آمینو اسیدها و نوکلئوتیدها (مرور مختصر)

دبیرخانه شورای برنامه ریزی آموزشی علوم، تحقیقات و فناوری

- فوتوسنتز

مراجع

- Principles of Biochemistry, A.L. Lehninger, W.H. Freeman (۲۰۰۵).
- Principles of Biochemistry, D.J. Voet, J.G. Voet, C.W. Pratt, Wiley (۲۰۰۸).
- Concepts of Biology, S.S. Mader, McGRAW-Hill (۲۰۰۹).
- Biology, R.J. Brooker, E.P. Widmaier, L.E. Graham, P.D. Stiling, McGRAW-Hill (۲۰۰۸).

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

مبانی ژنتیک مولکولی ChEB۴۱۰۴	تعداد واحد ۲	نوع درس	اختیاری	درس پیشنیاز
	تعداد ساعت	نوع واحد	نظری	
آموزشی تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ■ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐				

هدف

آشنا نمودن دانشجویان با موضوع مهم ژنتیک مولکولی به عنوان پایهٔ اصلی بیوتکنولوژی نوین

سر فصل درس

- ساختمان مولکولی اسیدهای نوکلئیک
- همانندسازی DNA
- ساختارهای ژنتیکی سلول‌های پروکاریوتی و یوکاریوتی
- اهمیت کلونینگ ژن
- حامل‌ها
- روش‌های خالص سازی و کار با اسیدهای نوکلئیک DNA و RNA
- وارد کردن DNA به داخل سلول‌های میزبان
- روش‌های انتخاب سلول‌های نوترکیب
- حامل‌های کلونیک برای باکتری *E.Coli*
- حامل‌های کلونینگ برای سایر میکروارگانیسم‌ها
- کاربردهای کلونینگ

شورای برنامه ریزی آموزشی گروه علوم، تحقیقات و فناوری

مراجع

- Gene Cloning: An Introduction, T.A. Brown, Third edition, Chapman & Hall (۱۹۹۶).
- Introduction to Molecular Biollogy, P. Paolella, WCB McGraw-Hill (۱۹۹۸).
- ۳- Molecular Biotechnology (Principles and Application of Recombinant DNA),
- B.R. Glick, J.J. Pasternak, ASM (۱۹۹۸).

مقدمه ای بر بیوتکنولوژی ChEB۴۱۰۵	تعداد واحد	نوع درس	اختیاری	درس پیشنیاز
	۲			
	تعداد ساعت	نوع واحد	نظری	
آموزشی تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ■ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐				

هدف

آشنا نمودن دانشجویانی که با بیوشیمی و میکروبیولوژی عمومی آشنایی لازم برای ادامه دوره را ندارند.

سر فصل درس

- ماهیت و تاریخچه بیوتکنولوژی (با تأکید بر تحولات در بیوتکنولوژی صنعتی)
- نقش مهندسی شیمی در بیوتکنولوژی
- مروری بر اصول زیست شناسی
  - سلول به عنوان واحد حیات (نامگذاری سلول‌ها، ساختار سلول‌ها شامل خصوصیات و اجزاء سلول‌های پروکاریوتیک و یوکاریوتیک)
  - انواع سلول‌های مهم با اشاره به کاربردهای صنعتی آن‌ها (باکتری‌ها شامل اوباکتری‌ها و آرکیباکتری‌ها، مخمرها، قارچ‌ها، کپک‌ها، جلبک‌ها، پروتوزوآها، سلول‌های حیوانی و گیاهی، ویروس‌ها)
  - مواد شیمیایی حیات (قندها و پلی ساکاریدها، اسیدهای آمینه و پروتئین‌ها، اسیدهای هسته ای، RNA و DNA، لیپیدها، مواد شیمیایی چند گونه ای، ترکیبات زیستی مهم دیگر، تغذیه سلولی، درشت مغذی‌ها، ریز مغذی‌ها، انواع محیط‌های کشت)
- متابولیسم سلولی (تقسیم بندی سلول‌ها براساس منبع کربن و انرژی، تقسیم بندی متابولیسم، بیوانرژتیکس (ATP و ترکیبات فسفاته دیگر، همبسته بودن واکنش‌های اکسیداسیون و احیاء از طریق NAD). کاتابولیسم کربن (مسیر EMP، مسیرهای دیگر کاتابولیسم کربوهیدرات‌ها شامل تخمیر، مسیر ED و مسیرهای کاتابولیسم قندهای شش کربنه دیگر مانند لاکتوز و فروکتوز و پنج کربنه مانند ریبوز). تنفس (چرخه TCA، چرخه تنفسی)، فوتوسنتز، متابولیسم ترکیبات

ازته، متابولیسم هیدروکربورها، تثبیت ازت، بیوسنتز (سنتز مولکول‌های کوچک، سنتز ماکرو مولکول‌ها)، سازماندهی و تنظیم متابولیکی، محصولات نهایی متابولیسم)

- نظر اجمالی بر ژنتیک مولکولی: عقاید اصلی زیست شناسی، تکثیر DNA، نسخه برداری، ترجمه (کد ژنتیکی، ترجمه، اصلاحات بعد از ترجمه)، کنترل متابولیسم در مقیاس ژنتیکی.
- کاربردهای بیوتکنولوژی: تولید سوخت زیستی، پروتئین تک یاخته، بیوتکنولوژی و پزشکی، بیوتکنولوژی محیط زیست، بیوتکنولوژی در صنایع، کشاورزی و جنگلداری، بیوتکنولوژی غذایی.
- حفاظت اختراعات بیوتکنولوژی، ایمنی در بیوتکنولوژی و استنباط عمومی از بیوتکنولوژی

مراجع

- Biotechnology, J.E. Smith, ۴th Edition. Cambridge University Press. (۲۰۰۴).
- Bioprocess Engineering: Basic Concepts, M.L. Schuler, F. Margi, ۲th Edition. Prentice Hall Inc. New Jersey (۲۰۰۲).
- Biochemical Engineering Fundamentals, J. Bailey, D.F. Ollis, ۲th Edition. McGraw Hill Book Company (۱۹۸۶).
- Biology and Biochemistry for Chemists and Chemical Engineers, W.J. Mitchell, J.C. Slater, Ellis Horwood Limited. Chicester (۱۹۸۹).

پژوهشگاه علوم، تحقیقات و فناوری
گروه برنامه ریزی آموزش عالی

پدیده‌های انتقال ChEB۴۱۰۶	تعداد واحد	نوع درس	اختیاری	درس پیشنیاز
	۲			
	تعداد ساعت	نوع واحد	نظری	
	آموزشی تکمیلی عملی: دارد □ ندارد ■ سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه □			

هدف

آشنا نمودن دانشجویان با اصول مکانیک سیالات، انتقال جرم و حرارت

سر فصل درس

مکانیک سیالات:

- سیالات نیوتنی و غیر نیوتنی
- استاتیک سیالات
- جریان سیال و معادلات حرکت
- سیالات تراکم ناپذیر
- انتقال و اندازه‌گیری سیالات

انتقال حرارت:

- انتقال حرارت هدایتی
- انتقال حرارت جابجائی
- انتقال حرارت تابشی
- انتقال حرارت همراه با تغییر فاز

انتقال جرم:

- کلیات فرایندهای انتقال جرم
- نفوذ مولکولی در سیالات
- ضرائب انتقال جرم
- انتقال جرم در فصل مشترک فازها

شورای برنامه ریزی آموزشی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

مراجع

- Transport Phenomena, R.B. Bird, John Wiley & Sons (۲۰۰۷).
- Unit Operations of Chemical Engineering, W.L. McCabe W, J.C. Smith, P. Harriott McGraw-Hill (۱۹۸۵).
- Mass Transfer Operation, R.E. Treybal, McGraw-Hill (۱۹۸۲).
- Heat Transfer, J.P. Holman, McGraw (۱۹۸۱).
- Fluid Mechanics, V.L. Streeter, McGraw-Hill (۱۹۷۹).

دبیرخانه شورای برنامه ریزی آموزشی علوم، تحقیقات و فناوری

موازنه انرژی و مواد ChEB۴۱۰۷	تعداد واحد ۲	نوع درس	اختیاری	درس پیشنیاز
	تعداد ساعت	نوع واحد	نظری	
آموزشی تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ■ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐				

هدف

آشنا نمودن دانشجویان با اصول پایه و آنالیز مسائل مربوط به موازنه انرژی و مواد

سر فصل درس

- مقدمه ای بر محاسبات مهندسی
- موازنه مواد، آنالیز مسائل موازنه مواد
- گازها، بخارها، مایعات و جامدات، قانون گازهای ایده آل، روابط گازهای حقیقی
- موازنه انرژی
- ترکیب موازنه انرژی و مواد
- موازنه انرژی و مواد در حالت ناپایدار

مراجع

- Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering, D.M. Himmelblau, Prentice-Hall (۱۹۹۶).

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای برنامه ریزی آموزش عالی

سینتیک و طراحی راکتور ChEB۴۱۰۸	تعداد واحد ۲	نوع درس	اختیاری	درس پیشنیاز
	تعداد ساعت	نوع واحد	نظری	
آموزشی تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ■ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐				

هدف

آشنا نمودن دانشجویان با اصول پایه سینتیک و طراحی راکتورهای شیمیایی

سر فصل درس

سینتیک:

- مقدمه ای بر طراحی راکتور و طبقه بندی واکنش‌ها
- بررسی سرعت واکنش‌های متجانس
- بررسی واکنش‌های مختلف تعیین معادلات سرعت واکنش‌ها با درجات مختلف

طراحی راکتور:

- مقدمات طراحی راکتور
- راکتورهای آرمانی و منفرد
- انواع راکتورهای مداوم
- اثرات دما و فشار
- واکنش‌های کاتالیستی

دارای مجوز برنامه ریزی آموزشی معاونت علوم، تحقیقات و فناوری

مراجع

- طراحی راکتورهای شیمیائی، تالیف Octave Levenspiel، ترجمه دکتر مرتضی سهرابی، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، چاپ چهارم، ۱۳۸۸.
- Fundamentals of Chemical Reactions Engineering, C.D. Holland, R.G. Anthony, Second Edition, Prentice-Hill Internation of Editions (۱۹۹۹).

شورای برنامه ریزی آموزشی علوم، تحقیقات و فناوری

پدیده‌های انتقال در سامانه‌های زیستی ChEB۴۱۰۹	تعداد واحد ۳	نوع درس	اختیاری	درس پیشنیاز
	تعداد ساعت	نوع واحد	نظری	
آموزشی تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ■ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐				

هدف

آشنایی با مفاهیم اولیهٔ پدیده‌های انتقال و کاربرد آن‌ها در سامانه‌های زیستی

سر فصل درس

- مقدمه (مقیاس‌های گوناگون بررسی پدیده‌های انتقال، معرفی مختصات اولری و لاگرانژی در به دست آوردن معادلات تغییر، قضیه انتقال رینولدز)
- به دست آوردن معادلات تغییر در سامانه‌های تک جزئی (معادلهٔ پیوستگی، معادلهٔ مونتوم، معادلهٔ انرژی)
- به دست آوردن معادلات تغییر در سامانه‌های چند جزئی (معادلهٔ پیوستگی، معادلهٔ مونتم، معادلهٔ انرژی، تعریف فلاکس نفوذی جرم در سامانه‌های چند جزئی)
- نفوذ در محلول‌های الکترولیت
- اختلاط و هوادهی
- انتقال اکسیژن در بیوراکتورها (تشکیل و توزیع حباب‌ها، رژیم‌های جریان)
- ضریب انتقال جرم در بیوراکتورها (عوامل مؤثر، روابط همبستگی)
- روش‌های اندازه‌گیری شدت جذب اکسیژن
- عوامل مهم برای افزایش مقیاس بیوراکتورها
- انتقال گرما در بیوراکتورها

دبیرخانه شورای برنامه ریزی آموزشی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

مراجع

- Transport Phenomena, Bird, Stewart and Lightfoot, ۲th Ed. John Wiley (۲۰۰۲).
- Biochemical Engineering Fundamentals, J. Bialy, D.F. Oillis D., McGraw Hill (۱۹۸۶).
- Biochemical Engineering, H.W. Blanch, S.D. Clark, Marcel Dekker Inc (۱۹۹۶).

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

سینتیک و طراحی بیوراکتور ChEB۴۱۱۰	تعداد واحد ۳	نوع درس	اختباری	درس پیشنیاز
	تعداد ساعت	نوع واحد	نظری	
آموزشی تکمیلی عملی: دارد □ ندارد ■ سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه □				

هدف

آشنایی با اصول مقدماتی و پیشرفته طراحی بیوراکتورهای آزمایشگاهی و صنعتی

سر فصل درس

- مقدمه ای بر رشد سلولی، انواع معادلات کینتیک رشد، عناصر اصلی رشد، عناصرجزئی، کشت‌های گیاهی، کشت‌های حیوانی و اصول طراحی بیوراکتور به همراه مثال‌های مرتبط (مرور)، کینتیک آنزیم‌ها، معادلهٔ میکاییل- منتن، برجیس- هالدن و .... استخراج پارامترهای مختلف معادلات کینتیک آنزیم‌ها، آنزیم‌های رقابتی و غیررقابتی.
- طراحی بیوراکتورهای مبتنی بر آنزیم (ناپیوسته، پلاگ و پیوسته)، آنزیم‌های تثبیت شده و بیوراکتورهای مخصوص کار با آنزیم‌های تثبیت شده، آنزیم‌های صنعتی و بیوراکتورهای مخصوص به آن‌ها.
- تثبیت سلول و بیوراکتورهای مخصوص کشت‌های تثبیت شده، طراحی عمومی بیوراکتورهای متعارف شامل ناپیوسته، همزده و پلاگ، طرح عمومی بیوراکتورهای نیمه پیوسته و اصول و تئوری‌های خوراک دهی ناپیوسته.
- روابط و طرح عمومی بیوراکتورهای خاص شامل: هوابر، گردشی و گازگرد، شیمی، میکروبیولوژی و طرح عمومی بیوراکتورهای بی هوازی، بیوراکتورهای رایج در تصفیه آب و فاضلاب، بیوراکتورهای مینیاتوری.
- بیوراکتورهای هیبریدی، کنترل و اصول اندازه‌گیری در بیوراکتورها (دما، اسیدیته، اکسیژن محلول، کدورت و پتانسیل اکسیداسیون و احیاء)، طراحی بیوراکتورهای چند فازی، طراحی فتوبیوراکتور، بیوراکتورها با جریان‌های غیر ایده آل، مباحث خاص (Case Studies) و راکتورهای ویژه، بیوراکتورهای دینامیک.

مراجع:

- Biochemical Engineering Fundamentals, J.E. Bailey, D.F. Ollis, McGraw Hill (۱۹۸۶).

- Biochemical Engineering, J.M. Lee, Prentice Hall (۲۰۰۴).

بازیافت و جداسازی مواد زیستی **ChEB۴۱۱**	تعداد واحد	نوع درس	اختیاری	درس پیشنیاز
	۳			
	تعداد ساعت	نوع واحد	نظری	
آموزشی تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ■ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐				

هدف

آشنایی با اصول تئوری و عملی روش‌های مختلف جداسازی و بازیافت مواد زیستی

سر فصل درس

- مقدمه
- فیلتراسیون
- سانتریفوژ کردن
- گسستن دیواره سلولی
- روش‌های نوین استخراج شامل: استخراج ژل، میسلار، تفکیک دو فازی آبی و استخراج با مایع فوق بحرانی
- جذب سطحی
- کروماتوگرافی (با تأکید بر کروماتوگرافی مایع)
- رسوب دهی
- اولترافیلتراسیون، الکترودیالیز، الکتروفورزیس، تمرکز ایزوالکتریکی
- کریستالیزاسیون
- خشک کردن
- طراحی زیست فرایندها (سنتز فرایندهای جداسازی)

مراجع

- Bioseparations Engineering, M.R. Ladisch, Wiley Interscience (۲۰۰۱).
- Bioseparations: Downstream Processing for Biotechnology, P.A. Belter, E.L. Custer, W.S. Hu, Wiley (۱۹۸۸).
- Bioseparations Science and Engineering, R.G. Harrison, Oxford University Press (۲۰۰۳).
- Comprehensive Biotechnology, Murray Moo-Young, Vol.۳, Pergamon (۱۹۸۵).
- Biochemical Engineering Fundamentals, J.E. Bailey, D.F. Ollis, ۲nd Edition, McGraw-Hill (۱۹۸۶).

پژوهشگاه علوم، تحقیقات و فناوری
دبیرخانه شورای برنامه ریزی آموزش

میکروبیولوژی صنعتی **ChEB۴۱۱۲**	تعداد واحد ۳	نوع درس	اختیاری	درس پیشنیاز
	تعداد ساعت	نوع واحد	نظری	
آموزشی تکمیلی عملی: دارد □ ندارد ■ سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه □				

هدف

آموزش جزئیات زیست فرایند خصوصاً در مرحلهٔ بالادستی تخمیر و تولید

سر فصل درس

- مقدمه و سیر تاریخی توسعه بیوتکنولوژی از ۸۰۰ سال قبل از میلاد مسیح تاکنون
- روند توسعه بیوتکنولوژی صنعتی در طی چند دهه گذشته و مهم ترین فرآورده‌های زیستی تجاری
- مهندسی متابولیک و زیست شناسی سامانه‌ها و کاربرد آن‌ها در بیوتکنولوژی صنعتی
- زمینه‌های کاربرد بیوتکنولوژی صنعتی (دارویی و پزشکی، غذایی، محیط زیست و نفت و ....)
- نانو بیوتکنولوژی
- ریزاندامگان‌ها و سلول‌های صنعتی، نحوهٔ تهیه و نگه‌داری آن‌ها
- محیط‌های کشت صنعتی، منابع، فرمول بندی و روش تهیه آن‌ها
- سترون‌سازی شامل: مقدمه، تئوری، روابط و معادلات حاکم بر فرایند سترون سازی محیط‌های کشت صنعتی میکروبی و روش‌های مناسب برای سترون سازی محیط‌های کشت صنعتی سلولی
- انواع روش‌های سترون سازی شامل غیر پیوسته و ناپیوسته
- سترون‌سازی هوا، روابط و معادلات حاکم
- توسعه مایه تلقیح برای کشت انبوه ریزاندامگان‌ها و فراورده‌های زیستی و انواع مایه تلقیح
- سینتیک رشد میکروبی و انواع روش‌های کشت
- سینتیک تولید محصولات زیستی و مصرف سوبسترا
- ادامه سینتیک رشد، تولید محصول و مصرف سوبسترا و تخمیر حالت جامد
- آخرین پیشرفت‌های مربوط به توسعه پایش و کنترل فرایندهای زیستی

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای برنامه ریزی آموزش

مراجع

- بیوتکنولوژی صنعتی، نگارنده: سید عباس شجاع السادات، با همکاری محمد علی اسدالهی تهران دانشگاه تربیت مدرس، دفتر نشر آثار علمی- چاپ سوم، سال ۱۳۸۹.
- Biochemical Engineering Fundamentals, J.E. Baily, D.F. Ollis, ۲nd Edition, McGraw-Hill (۱۹۸۶).
- Principles of Fermentation Technology, P.F. Stanbury, A. Whitaker, ۲nd Edition, Chapman & Hall (۱۹۹۶).
- Bioprocess Engineering: Basic Concepts, M.L. Schuler, ۲nd Edition, Prentice Hall Inc., New Jersey (۲۰۰۲).
- Metabolic Engineering: Principles and Methodologies, G.N. Stephanopoulos, A.A. Aristides, J. Nielsen, Academic Press (۲۰۰۶).
- Industrial Systems Biology, Biotechnology and Bioengineering, Vol.۱۰۵, No.۳, ۴۴۲-۴۶۰, (۲۰۱۰).

دبیرخانه شورای برنامه ریزی آموزش علوم، تحقیقات و فناوری

ریاضیات مهندسی پیشرفته ChEB۴۱۱۳	تعداد واحد ۳	نوع درس	اختیاری	درس پیشنیاز
	تعداد ساعت	نوع واحد	نظری	
آموزشی تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ■ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐				

هدف

آموزش مباحث تحلیلی و عددی ریاضیات مهندسی پیشرفته (علاوه بر آن چه دانشجویان در دورهٔ کارشناسی آموخته اند) برای رفع نیازهای آموزشی (در سایر درس‌ها) و تحقیقی

سر فصل درس

بخش تحلیلی

- مروری بر جبر خطی، عملیات ماتریسی، آنالیز برداری و معادلات دیفرانسیل عادی
- معادلات دیفرانسیل پاره ای و مقدمه ای بر کاربرد ریاضیات در مهندسی شیمی، شرایط مرزی و انواع آن و مسایل مربوط به لاپلاسین
- تعریف انواع معادلات دیفرانسیل پاره ای و مختصات مختلف هندسی و روش‌های تبدیل آن‌ها به یکدیگر، معادلات دیفرانسیل بیضوی، هذلولی و سهموی و شرح/بسط معادلات بیضوی، تبیین معادلات نفوذی در مهندسی شیمی
- روش جداسازی متغیرها با کاربرد آن در معادلات نفوذی به همراه تبدیل شرایط مرزی پیچیده به ساده، حل معادلات دیفرانسیل پاره ای که دارای ترم‌های پیچیده هستند (stiff)
- حل معادلات دیفرانسیل پاره ای (نفوذ) در مختصات استوانه و کره
- حل معادلات دیفرانسیل پاره ای ناهمگن از طریق بسط توابع ویژه
- روش حل معادلات دیفرانسیل پاره ای از طریق تبدیلات انتگرالی (Sin,Cos) محدود و نامحدود
- روش حل معادلات دیفرانسیل پاره ای از طریق تبدیلات انتگرالی (فوریه و لاپلاس)
- محدود، اصل دهامل و حل معادلات دیفرانسیل معمولی و پاره ای به روش تابع گرین

بخش محاسبات عددی

دارای مجوز شورای برنامه ریزی آموزشی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

- مروری بر اصول محاسبات عددی شامل: حل دستگاه‌های خطی، چندجمله ای‌ها، انتگرال گیری مجذوری
- روش‌های مختلف عددی حل معادلات دیفرانسیل (روش تفاضل محدود، روش اجزای محدود و ....)
- روش‌های مختلف حل عددی معادلات دیفرانسیل پاره ای چند بعدی و خطای محاسباتی

مراجع

- Partial Differential Equations for Scientists and Engineers, S.J. Farlow, John Wiley (۲۰۰۵).
- Applied Numerical Analysis, K. Gerald, Wesley (۲۰۰۲).

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

آزمایشگاه بیوتکنولوژی ChEB۴۱۱۴	تعداد واحد	نوع درس	اختیاری	درس پیشنیاز
	۱			
	تعداد ساعت	نوع واحد	عملی	
آموزشی تکمیلی عملی: دارد ■ ندارد □ سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه ■				

هدف

آشنا شدن دانشجویان با انجام کشت میکروبی و تعیین ثوابت و ضرایب مهم

سرفصل درس

- انجام آزمایش‌های کشت میکروبی در فرمنتور
- رسم منحنی رشد و تعیین ثوابت سنتیکی شامل μ و Ks و همچنین محاسبهٔ بازدهی و محصول دهی
- انجام آزمایش‌های کشت مداوم و تعیین D بهینه
- انجام آزمایش‌های کشت غیرمداوم توأم با خوراک دهی
- تعیین ثابت K_{La}
- آشنایی با دستگاه‌های آنالیز شامل GC، HPLC
- -آشنایی با دستگاه‌های مربوط به آزمایش‌های مهندسی ژنتیک، شامل PCR، الکتروفورز و پروتئین و DNA و ...

در این واحد، بازدید از آزمایشگاه‌های مراکز بیوتکنولوژی نیز می‌تواند در برنامه قرار گیرد.

مراجع:

- جزوه آزمایشگاه مهندسی بیوشیمی، دانشکده شیمی دانشگاه‌های بیرمنگام و واترلو
- Microbiology. A laboratory Manual. James G. Cappuccino. Natalie Sherman. ۴th edition. Longman Inc. (۱۹۹۹).

پژوهشگاه علوم، تحقیقات و فناوری
شورای برنامه ریزی آموزش عالی

ترمودینامیک محلول‌های غیر ایده آل ChEB۴۱۱۵	تعداد واحد ۳	نوع درس	اختیاری	درس پیشنیاز
	تعداد ساعت	نوع واحد	نظری	
آموزشی تکمیلی عملی: دارد □ ندارد ■ سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه □				

هدف

آشنایی دانشجویان با رفتارهای فازی محلول‌های غیر ایده آل

سرفصل درس

- معادلات حالت و کاربرد آن‌ها در بررسی مخلوط‌ها، اصول ترمودینامیک محلول‌ها: تعادلات فازی و پایداری فازی، ضریب اکتیویته و مدل‌های ضریب اکتیویته بر اساس بر هم کنش‌های مولکولی و سایر عوامل در رفتار غیر ایده آل محلول‌ها، محلول‌های تجمعی و الکترولیت‌ها، ترمودینامیک رشد سلولی و جذب سوبسترا، ترمودینامیک حاکم بر واکنش‌های آنزیمی، پروتئینی، خون، دارو، غذا و فوتوسنتز، انرژی رشد و مرگ و میرسلولی. ترمودینامیک مولکول‌های زیستی پر انرژی مانند ATP و NADH. ترمودینامیک متابولیزم‌های زیستی.

مراجع

- Molecular Thermodynamics of Fluid-Phase Equilibrium, J.M. Prausnitz, R.N. Lichtenthaler, E.G. Azevedo, ۳rd Edition; Prentice Hall (۱۹۹۹).
- Thermodynamics, H.B. Cullen, John Wiley & Sons (۱۹۶۰).
- Thermodynamics and its Applications, M. Model, R.C. Reid, Prentice Hall (۱۹۷۴).

دفتر برنامه ریزی آموزشی شورای تحقیقات و فناوری علوم

طراحی آماری آزمایش‌ها ChEB۴۱۱۶	تعداد واحد	نوع درس	اختیاری	درس پیشنیاز
	۳			
	تعداد ساعت	نوع واحد	نظری	
آموزشی تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ■ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐				

هدف

آشنایی با روش‌های مختلف آماری در فرایندهای مهندسی و نرم افزارهای طراحی آزمایش برای بهینه سازی فرایندهای زیستی

سرفصل درس

- مقدمه ای بر ضرورت طراحی آزمایش‌ها
- مفاهیم آماری: جمعیت آماری، انحراف معیار و واریانس، توزیع نرمال، توزیع t، آزمایش F
- آنالیزهای one-way و two-way
- طراحی‌های لاتین و گریکو لاتین
- روش‌های غربال گری فاکتورها: Yates table، پلاکت - برمن
- طراحی فاکتوریل کامل: طراحی ۲^k ، Blocking در طراحی فاکتوریل کامل، Confounding در طراحی ۲^k
- طراحی فاکتوریل جزئی
- معرفی نرم افزارهای قابل استفاده در طراحی آزمایش‌ها
- آموزش عملی استفاده از نرم افزار Design Expert برای روش پلاکت برمن و فاکتوریل کامل
- روش بهینه سازی تاگوچی: تئوری و عملی استفاده از نرم افزار Qualtek. ۴ و Design Expert
- طرح مرکب مرکزی (CCD) در روش RSM: تئوری و عملی
- روش باکس - بهنکن : تئوری و عملی

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

مراجع

- Design and Analysis of Experiments, D.C. Montgomery, John Wiley (۲۰۰۵).
- A Primer on the Taguchi Method, R.K. Roy, Van Nostrand Reinhold (۱۹۹۰).
- Efficiency in Research, Development and Production, L. Davies, Royal Society of Chemistry (۱۹۹۳).
- Modern Engineering Statistics, T.P. Ryan, Wiley-Interscience (۲۰۰۷).
- Design of Experiments in Chemical Engineering, Z.R. Lazic, Wiley-VCH (۲۰۰۴).

دبیرخانه شورای برنامه ریزی آموزش عالی - پژوهشگاه علوم و تحقیقات و فناوری

بیوتکنولوژی محیط زیست ChEB۴۱۱۷	تعداد واحد ۳	نوع درس	اختیاری	درس پیشنیاز
	تعداد ساعت	نوع واحد	نظری	
آموزشی تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ■ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐				

هدف

به کار گیری فنون بیوتکنولوژی برای جلوگیری از آلودگی و رفع آلودگی‌های گسترده زیست محیطی

سرفصل درس

- اکوسامانه‌های بزرگ و مشکل آلودگی در جهان
- بیوتکنولوژی در حذف و جلوگیری از آلودگی‌های زیست محیطی
- آنالیز ضایعات و اثربذیری محیط زیست از آن‌ها (تعریف ضایعات، خواص فیزیکی و شیمیایی آن‌ها، فلزات سنگین، مواد سمی، مواد مغذی (P,N)، گازهای خروجی (H_2S, CO_2, CO, NO_x)، آلودگی خاک و دریا).
- روش‌های تصفیه بیولوژیک (تجزیه پذیری ضایعات، کینتیک تصفیه به وسیلهٔ روش‌های بیولوژیک، روش‌های آماده سازی ضایعات، بیوراکتورهای هوازی و بی هوازی تصفیه فاضلاب و لجن، برکه‌های تثبیت، آبدهی و دفع لجن، حذف فسفر، حذف مواد مغذی، حذف فلزات سنگین، حذف مواد سمی)
- تثبیت و اندازه‌گیری آلودگی‌ها (آلودگی‌های میکروبی ناشی از حیوان و انسان، آلودگی‌های میکروبی و شیمیایی هوا، آب و خاک)
- میکروبیولوژی توصیفی فرایندهای تصفیه (هوازی و بی هوازی)
- روش‌های بیولوژیک تثبیت در هضم ضایعات جامد
- اصلاح و احیاء خاک‌ها و آب‌های آلوده با به کارگیری ریزاندامگان‌ها و گیاهان (Phytoremediation, Bioremediation)
- حذف بو و گازهای سمی از مواد آلوده با روش‌های زیست صافی (Biofilteration) مدیریت دفع ضایعات شهری و صنعتی

مراجع

- Wastewater Engineering Treatment and Reuse, Metcalf & Eddy, McGraw-Hill (۲۰۰۳).
- Industrial Pollution Control, Jr Eckenfelder, Prentice Hall (۱۹۸۶).

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

مدل سازی و شبیه‌سازی فرایندهای زیستی ChEB۴۱۱۸	تعداد واحد ۳	نوع درس	اختیاری	درس پیشنیاز
	تعداد ساعت	نوع واحد	نظری	
آموزشی تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ■ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐				

هدف

به کارگیری مدل سازی، شبیه‌سازی و نرم افزارهای موجود برای طراحی و اجرای فرایندهای زیستی

سرفصل درس

- مقدمه ای بر جریان‌های تک فازی در سامانه‌های زیستی
- جریان‌های دو فازی در سامانه‌های زیستی شامل:
- جریان‌های گاز- مایع
- جریان‌های گاز- جامد
- جریان‌های جامد مایع
- جریان های سه فازی شامل جریان در فرمانتورها و حباب‌ها در جریان‌های دوغابی
- مدل‌های چند فازی در سامانه‌های زیستی شامل:
  - مدل اولرین
  - مدل حجمی سیال
  - مدل مخلوط
- مدل‌های جریان متلاطم در سامانه‌های زیستی شامل:
  - مدل $K-\varepsilon$ استاندارد
  - مدل $k-\omega$ استاندارد
  - مدل $RNG-k-\varepsilon$
  - مدل Reynolds Stress
- معرفی شرایط مرزی مختلف در سامانه‌های شیمیایی و بیوشیمیایی

دبیرخانه دائمی شورای برنامه ریزی آموزشی علوم، تحقیقات و فناوری

- تولید هندسهٔ مسأله با استفاده از نرم افزارهای مناسب
- مدل سازی، شبیه‌سازی و بررسی انتقال جرم بین فازی در سامانه‌های زیستی
- مدل سازی، شبیه‌سازی و بررسی انتقال حرارت در سامانه‌های زیستی
- بررسی سینتیک واکنش‌های بیوشیمیایی و اجرای آن در محیط نرم افزارهای مناسب

مراجع

- ۳-D Direct Numerical Simulation of Gas Liquid and Gas-Liquid-Solid Flow Systems Using the Level-set and Immersed-Boundary Methods, Yang Ge and Liang-Shih Fan, Elsevier (۲۰۰۶).
- Introduction to Computational Fluid Dynamics Anil W. Date, Cambridge University Press (۲۰۰۵).

پژوهشگاه علوم، تحقیقات و فناوری
دبیرخانه شورای برنامه ریزی آموزشی

آنزیم شناسی صنعتی ChEB۴۱۱۹	تعداد واحد	نوع درس	اختیاری	درس پیشنیاز
	۳			
	تعداد ساعت	نوع واحد	نظری	
آموزشی تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ■ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐				

هدف

آشنایی با آنزیم شناسی پایه و کاربرد آنزیم‌های صنعتی

سر فصل درس

- مقدمه و تاریخچه
- مروری بر خصوصیات و طبقه بندی اسیدهای آمینه و پروتئین‌ها
- مروری بر کوفاکتورها، خصوصیات، مکانیزم عمل و نامگذاری آنزیم‌ها
- سینتیک واکنش‌های آنزیمی (واکنش‌های تک سوبسترایی و دو سوبسترایی، برگشت پذیر)
- عوامل موثر بر فعالیت کاتالیستی آنزیم‌ها
- غیر فعال شدن و پایدار سازی آنزیم‌ها
- مهار آنزیمی
- تنظیم واکنش‌های آنزیمی
- واکنش‌های آنزیمی در سامانه‌های ناهمگن
- تثبیت آنزیم‌ها
- سینتیک واکنش آنزیم‌های تثبیت شده
- منابع تولید آنزیم‌ها
- اصلاح آنزیم‌ها، مهندسی پروتئین و تولید آنزیم‌های نوترکیب
- آزمایش‌های سنجش کمیت و کیفیت نمونه‌های آنزیمی

شورای برنامه ریزی آموزشی علوم، تحقیقات و فناوری

- کاربرد آنزیم‌ها در صنایع مختلف (چرم، خوراک دام، دترجنت‌ها، نساجی، کاغذ سازی، صنایع شیمیایی، علوم پزشکی، تشخیصی، نان و شیرینی، صنایع لبنی، آب میوه، روغن، نشاسته، ...)
- زیست حسگرها
- مروری بر جنبه‌های قانونی، ایمنی، سمیت و محیط زیستی کار با آنزیم‌ها
- چالش‌ها و فرصت‌های موجود در تولید و به کارگیری آنزیم‌ها

مراجع

- Biocatalysts and Enzyme Technology, K. Buchholz, V. Kasche, U.T. Bornscheuer, WILEY-VCH (۲۰۰۵).
- Recombinant DNA, Genes and Genomes- A Short Course, J.D. Watson, R.M. Myers, A.A. Caudy, J.A. Witkowski, Cold Spring Harbor Laboratory Press (۲۰۰۷).
- Biotechnological Processing Steps for Enzyme Manufacturing, R.C. Tripathi, Gene-Tech Books (۲۰۰۶).
- Industrial Enzymology, T. Godfrey, S. West, The Macmillan Press Ltd (۱۹۹۶).
- Comprehensive Biotechnology, Vol. ۱, M. Moo-Young, PERGAMON PRESS (۱۹۸۵).
- Biochemical Engineering Fundamentals, J.E. Bailey, D.F. Ollis, McGraw-Hill (۱۹۸۶).
- Biotechnology, Vol. ۷a: Enzyme Technology, J.F. Kennedy, VCH (۱۹۸۷).
- Concepts in Biotechnology, D. Balasubramanian *et al*, COSTED-IBN, Universities Press (۱۹۹۶).

دبیرخانه شورای برنامه ریزی آموزش علوم، تحقیقات و فناوری

بیوتکنولوژی تجاری ChEB۴۱۲۰	تعداد واحد ۳	نوع درس	اختیاری	درس پیشنیاز
	تعداد ساعت	نوع واحد	نظری	
آموزشی تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ■ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐				

هدف

آشنایی با جنبه‌های تجاری و مدیریتی و قوانین و مقررات مربوط به بیوتکنولوژی

سرفصل درس

- مقدمه ای بر علم بیوتکنولوژی
- مقدمه ای بر بیوتکنولوژی تجاری
- قوانین، مقررات و سیاست‌ها در زمینه بیوتکنولوژی تجاری
- اصول و مقررات مربوط به مالکیت معنوی و ثبت اختراعات
- مبانی توسعه و فروش دانش فنی
- سرمایه گذاری در بیوتکنولوژی تجاری
- مدیریت منابع مالی و انسانی در بیوتکنولوژی
- تحقیق و تحقیق
- بازاریابی
- مبانی توسعه شرکت‌های تجاری و دانش بنیان
- معرفی شرکت‌ها و مؤسسات مهم بیوتکنولوژی کشور و بازدید از آن‌ها
- مدیریت بیوتکنولوژی
- اخلاق زیستی
- حقوق و روابط بین الملل در زمینه بیوتکنولوژی

شورای برنامه ریزی آموزشی گروه علوم، تحقیقات و فناوری

مراجع

- Bulding Biotechnology, Y. Friedman, ۳rd Edn, Logos Press, Washington (Dc/۲۰۰۸).
- Journal of Commercial Biotechnology, Palgrave MacMillan Journals.
- http://www.biotechu.com

بیوتکنولوژی غذایی ChEB۴۱۲۱	تعداد واحد	نوع درس	اختیاری	درس پیشنیاز
	۳			
	تعداد ساعت	نوع واحد	نظری	
آموزشی تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ■ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐				

هدف

آشنایی با به کارگیری بیوتکنولوژی برای تولید انواع مواد اعم از بیولوژیک و شیمیایی و انجام فرایندها برای تولید غذا

سرفصل درس

بخش اول: کاربرد فناوری میکروبی در فرآورد مواد غذایی

- کاربرد ریزاندامگان‌ها در تولید محصولات کشاورزی و خوراک دام
- تولید پروتئین میکروبی جهت مصرف انسان
- غذاهای تخمیری بر پایه فرایندهای موجود در آسیای جنوب شرقی
- تولید و استفاده از کشت‌های آغازگر در صنعت تولید نان (خمیر مایه) و لبنیات
- پروبیوتیک‌ها
- تولید مواد افزودنی غذایی به روش بیوتکنولوژی: اسیدی کننده‌ها، صمغ‌های میکروبی، مکمل‌های غذایی، طعم دهنده‌ها و شیرین کننده‌ها

بخش دوم: کاربرد آنزیم‌ها در صنایع غذایی

- نشاسته و تبدیل آن به شربت مالتوز و کلوکز
- آنزیم‌های تثبیت یافته و تولید شربت غنی از فروکتوز
- آنزیم‌ها و پنیرسازی
- آنزیم‌ها و مهندسی ژنتیک- رنین میکروبی
- آنزیم‌ها و محیط زیست- تبدیل ضایعات کشاورزی و پساب‌های صنعتی به مواد شیمیایی مفید
- آنزیم‌ها و تولید مواد شیمیایی

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای برنامه ریزی آموزشی

مراجع

- Biotechnological Innovations in Food Processing. Biotechnology by Open Learning (Boito) Series. Butterworth-Heinemann. ۱۹۹۱.
- Biotechnological Innovations in Waste Treatment and Energy Resources, Biotechnology by Open Learning (Boito) Series. Butterworth-Heinemann. ۱۹۹۱.
- Food Biotechnology-۱, R.D. King, P.S.J. Cheetah, Elsevier Applied Science (۱۹۸۷).
- Handbook of Food and Beverage Fermentation Technology, Y.H. Hue, *et al.*, Marcel Dekker Inc. (۲۰۰۴).
- Industrial Enzymologist, T. Godfrey, S. West, ۲nd Edition. The McGraw Hill Press Ltd. (۱۹۹۶).

دبیرخانه شورای برنامه ریزی آموزش علوم، تحقیقات و فناوری

سوخت‌های زیستی ChEB۴۱۲۲	تعداد واحد	نوع درس	اختیاری	درس پیشنیاز
	۳			
	تعداد ساعت	نوع واحد	نظری	
آموزشی تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ■ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐				

هدف

- در این درس مبانی فیزیکی، شیمیایی و زیستی فرایندهای تبدیل و تجهیزات به کار برده شده برای تولید سوخت‌های زیستی مورد بحث و بررسی قرار می گیرد.

سرفصل درس

- مقدمه
- مصرف انرژی و منابع آن در حال حاضر
- زمینه‌های شیمی و مهندسی سوخت‌های زیستی
- بازار انرژی حاصل از توده زیستی (Biomass)
- منابع توده زیستی
- تودهٔ زیستی غیر پسماند
- توده زیستی به صورت پسماند
- برداشت و نگه‌داری توده زیستی
- قابلیت‌های به کارگیری توده زیستی
- حمل و نقل تودهٔ زیستی
- به کارگیری تودهٔ زیستی برای تولید سوخت و مشکلات ناشی از آن در کشاورزی
- عمل آوری توده زیستی با روش‌های فیزیکی
- خشک سازی
- خرد کردن

دارای علوم، تحقیقات و فناوری
شورای برنامه ریزی آموزش

- متراکم سازی
- جداسازی
- عمل آوری توده زیستی با روش‌های حرارتی
  - احتراق
  - پیرولیز/میعان گازهای حاصل
  - تبدیل به گاز
- اتانول حاصل از ذرت
  - پودر کردن خشک
  - آسیاب کردن مرطوب
  - تخمیر
  - محصولات همراه
  - موازنهٔ انرژی
- اتانول حاصل از مواد سلولزی
  - مرور کلی فرایند
  - فناوری‌های آماده سازی اولیه
  - آبکافت
  - تخمیر
  - محصولات همراه
  - موازنهٔ انرژی
  - تبدیل به گاز/تخمیر
- دیزل زیستی (Biodiesel)
  - استفاده از روغن‌های گیاهی- کیفیت/کمیت
  - فناوری‌های تبدیل روغن‌های گیاهی
  - محصولات همراه
  - خواص
  - کاربردها
- گاز زیستی (Biogas)
  - بازیافت گاز از محل دفن زباله‌ها
  - هضم بی هوازی کود و ضایعات حیوانی

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

مراجع

- Biorenewable Resources: Engineering New Products from Agriculture, R.C. Brown, Wiley-Blackwell Publishing (۲۰۰۳).
- Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology: Befoul, L. Olsson, Springer (۲۰۰۷).
- Anaerobic Biotechnology for Bioenergu Production: Principles and Applications, S.K. Khanul, Wiley-Blackwell Publishing (۲۰۰۸).
- Biofuels: Implication for the Feed Iindustry, J. Doppeubery, P. van deer Aar, Wageningen Academic Publishers (۲۰۰۷).

۲-۳-سرفصل دروس رشته مهندسی شیمی-زیست‌پزشکی

بیوشیمی عمومی ChEBM۴۱۰۱	تعداد واحد ۲	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	تعداد ساعت ۲۴	نوع واحد	نظری	
آموزشی تکمیلی عملی: دارد □ ندارد ■ سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه □				

هدف

آشنایی اولیه با انواع زیست مولکول‌ها و نقش آن‌ها در متابولیسم‌های سلولی

سرفصل درس

- مقدمه
- نقش آب در حیات
- آمینو اسیدها و پپتیدها
- پروتئین‌ها
- آنزیم‌ها
- ویتامین‌ها
- کربوهیدرات‌ها
- لیپیدها و غشاءها
- متابولیسم
- سیکل ATP و بیوانرژی سلول
- گلیکولیز
- سیکل اسید نیتریک

دبیرخانه شورای برنامه ریزی آموزشی گروه علوم، تحقیقات و فناوری

- زنجیره انتقال الکترون
- اکسیداسیون اسیدهای چرب
- اکسیداسیون آمینواسیدها و سیکل اوره
- بیوسنتز کربوهیدرات‌ها
- بیوسنتز لیپیدها؛ آمینواسیدها و نوکلئوتیدها
- فوتوسنتز

مراجع

- A. Lehninger, "Principles of Biochemistry", New York, Worth ۲۰۰۵
- محمدی، رضا؛ " اصول بیوشیمی لنینجر "، چاپ سوم،۱۳۸۳ (ناشر: آییژ)

فیزیولوژی و آناتومی عمومی ChEBM۴۱۰۲	تعداد واحد	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	۲			
	تعداد ساعت	نوع واحد	نظری	
	۳۴			
	آموزشی تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ■ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐			

هدف

آشنایی اولیه با فیزیولوژی و آناتومی بدن انسان و نحوه عملکرد بافت‌ها و سلول‌های آن

سرفصل درس

- مقدمه‌ای برفیزیولوژی
- فیزیولوژی سلول و غشاء
- قلب و گردش خون
- کلیه‌ها و مایعات بدن
- دستگاه تنفس و گردش خون ریوی
- فیزیولوژی لوله گوارش
- متابولیسم و تنظیم درجه حرارت

دفتر برنامه ریزی آموزشی عالی پژوهشگاه علوم، تحقیقات و فناوری

مراجع

- A.C. Guyton, J.E. Hall, " Textbook of Medical Physiology", V ۱&۲, Saunders, ۲۰۰۰.
- C.Yokochi, J.W.Rohen, E.Lutjen-Drecoll, "Color Atlas of Anatomy: A photographic study of human body", ۶th Ed., ۲۰۰۶.
- نیاورانی، احمدرضا؛ "چکیده فیزیولوژی پزشکی گایتون"، نشر سماط، ۱۳۸۰
- دبیدی روشن، ولی‌الله؛ "مبانی آناتومی و حرکت"، نشر سمت، ۱۳۸۱

شورای برنامه ریزی آموزشی گروه علوم، تحقیقات و فناوری

ایمونولوژی عمومی ChEBM۴۱۰۳	تعداد واحد ۲	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	تعداد ساعت ۲۴	نوع واحد	نظری	
آموزشی تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ■ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐				

هدف

آشنایی اولیه با سامانه ایمنی بدن انسان و نحوه عملکرد آن

سرفصل درس

- تعریف و تاریخچه ایمونولوژی
- سلول‌ها، نسوج و اعضای لنفاوی
- تکامل گونه‌ای و تکامل جنینی سامانه ایمنی
- ایمنی طبیعی
- آنتی ژن‌ها
- سامانه بیگانه‌خواری
- ایمونوگلوبین
- سامانه ایمنی همورال
- سامانه کمپلمان
- سامانه سازگاری نسجی
- ایمنی سلولی
- ایمونولوژی مخاطات و پوست
- واکنش آنتی‌بادی با آنتی‌ژن

شورای برنامه ریزی آموزشی گروه علوم و تحقیقات و فناوری

مراجع:

- D.Male, "Immunology", WorldWide Ltd., ۲۰۰۳.
- عباس، ابول؛ "ایمونولوژی سلولی و مولکولی"، سماط، ۱۳۸۳

مهندسی پلیمر ChEBM۴۱۰۴	تعداد واحد ۳	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	تعداد ساعت ۴۸	نوع واحد	نظری	
آموزشی تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ■ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐				

هدف

آشنایی دانشجویان با اصول اولیه علم پلیمر، تعیین خواص پلیمرها و واکنش‌های پلیمری

سرفصل درس

مقدمه

- طبقه بندی پلیمرها
- وزن مولکولی و توزیع آن

محلول‌های پلیمری

- ساختار فضایی زنجیر پلیمری
- ترمودینامیک محلول‌های پلیمری

تعیین وزن مولکولی و اندازه مولکولی آن

- آنالیز گروه‌های انتهایی
- اندازه گیری فشار اسمزی، پراکندگی نوری،
- گرانوری مولکول و اندازه مولکولی

پلیمریزاسیون رشد مرحله ای(تراکمی)

- مکانیسم و سینتیک پلیمریزاسیون
- محاسبه وزن مولکولی و توزیع آن

پلیمریزاسیون زنجیری رادیکالی

- مکانیسم و سینتیک پلیمریزاسیون

دبیرخانه شورای برنامه ریزی آموزش علوم، تحقیقات و فناوری

- محاسبه وزن مولکولی و توزیع آن
- پلیمریزاسیون‌های محلولی، تودهای، امولسیونی و تعلیقی

کو پلیمریزاسیون رادیکال آزاد

- مکانیسم و سینتیک پلیمریزاسیون
- محاسبه نسبت‌های فعالیت رادیکالی
- توزیع توالی در کو پلیمریزاسیون رادیکال آزاد

پلیمریزاسیون یونی

- پلیمریزاسیون آنیون‌ها، کاتیون و حلقه گشا

مراجع:

- G. Odian, "Principles of Polymerization" , ۴th Ed., Wiely, ۲۰۰۴
- A. Rudin "The Elemnt of Polymer Science & Engineering" ,۲nd Ed., A.P, ۲۰۰۶
- پورعباس،بهزاد؛ اصول مهندسی پلیمر؛ مک کروم ن.ج. ، دانشگاه صنعتی سهند، ۱۳۸۲

شورای برنامه ریزی آموزش علوم، تحقیقات و فناوری

ریاضیات مهندسی پیشرفته ChEBM۴۱۰۵	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 مباحث تحلیلی و عددی ریاضی با جهت گیری کاربرد در مهندسی پزشکی

سرفصل درس

تحلیلی:

- مروری بر جبر خطی و عملیات ماتریسی
- مروری بر آنالیز برداری و کاربرد آن در مدل‌سازی
- مروری بر حل معادلات دیفرانسیل عادی و روش‌های مختلف حل
- روش جداسازی/ ترکیب متغیرها
- تبدیلات بسل، فوریه، لاپلاس، هنکل و لژاندر
- کاربرد نگاشت متعامد در حل معادلات دیفرانسیل پاره ای
- معادلات تفاضلی و کاربرد آن در مهندسی شیمی
- مروری بر حسب تغییرات و کنترل بهینه

عددی:

- مروری بر روش‌های حل دستگاه معادلات خطی و بیان موارد کاربرد
- مروری بر روش‌های حل چند جمله ای‌ها جهت تعیین تمامی ریشه‌های آن‌ها در فضای حقیقی و مختلط

مختلط:

- مروری بر روش‌های انتگرال گیری مجذوری
- روش‌های درون یابی سازگار

- دستگاه معادلات غیرخطی
- دستگاه معادلات دیفرانسیل عادی
- دستگاه معتدلات پاره ای
- تفاضل محدود و کاربرد آن در حل دستگاه معادلات دیفرانسیل پاره ای غیر خطی

مراجع

- C.F Gerald,"Applied Numerical Analysis", Addison Wesley, ۲۰۰۲.
- E. Kreyszig, "Advanced Engineering Mathematics", ۹th Ed. Wiley, ۲۰۰۵.
- A. Ralston & P. Rabinowitz, "A First Course in Numerical Analysis" , ۲nd Ed., McGraw-Hill, ۲۰۰۱.

شورای برنامه ریزی آموزش عالی پژوهشگاه علوم و تحقیقات و فناوری

ترمودینامیک سامانه‌های زیستی ChEBM۴۱۰۶	تعداد واحد ۳	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	تعداد ساعت ۴۸	نوع واحد	نظری	
آموزشی تکمیلی عملی: دارد □ ندارد ■ سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه □				

هدف

آشنایی دانشجویان با پدیده‌های ترمودینامیکی در سامانه‌های زیستی

سرفصل درس

تبدیل انرژی

- بقاء انرژی، حرارت و کار
- حالت سامانه و تعادل فازی
- کربن، انرژی و حیات

قوانین اول، دوم و سوم ترمودینامیک

- انرژی داخلی و آنتالپی
- قانون اول و عملکرد آن دربیوشیمی
- آنتروپی و قانون دوم ترمودینامیک
- تخریب پروتئین
- قانون سوم و بیولوژی
- برگشت ناپذیری و حیات

انرژی آزاد گیبس

- فرایندهای تعادلی و برگشت‌پذیر
- تبدیل فاز و پتانسیل شیمیایی
- حالت استاندارد در بیوشیمی

کاربرد ترمودینامیک در سامانه‌های بیولوژیکی

شورای برنامه ریزی آموزشی علوم تحقیقات و فناوری

- فوتوسنتز
- گلایکولیز
- چرخه اسید سیتریک
- اکسیداتیو فسفریلاسیون و هیدرولیز ATP
- چرخه سوبسترا
- اسمز، دیالیز و تعادل دُنان
- انتقال از غشاء
- برهمکنش آنزیم-سوبسترا
- فارماکولوژی مولکولی
- هموگلوبین
- ساختار، پایداری و شکل فضایی پروتئین
- ساختارهای اسید نوکلئولیک
- ذوب DNA

ترمودینامیک آماری

- نفوذ
- توزیع بولتزمن
- تابع إفراز
- آنالیز داده‌های ترمودینامیکی
- تعادل چند حالته
- تابع ظرفیت حرارتی پروتئین
- تئوری انتقال Coil-Helix

سینتیک واکنش‌ها

- سرعت واکنش و ثابت سرعت
- مکانیسم واکنش
- اثرات دما
- سینتیک آنزیم
- مکانیسم واکنش لیزوزیم
- پیچش پروتئین و شکل فضایی مناسب و نامناسب آن
- انقباض ماهیچه‌ای و موتورهای مولکولی

شورای برنامه ریزی آموزش پزشکی، تحقیقات و فناوری

مراجع

- D.T. Haynie, "Biological Thermodynamics", Cambridge University Press., ۲۰۰۳.
- G.G. Hammes, "Thermodynamics and Kinetics for the Biological Sciences", Wiley-Interscience, ۲۰۰۰.

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

پدیده‌های انتقال در سامانه‌های زیستی ChEBM۴۱۰۷	تعداد واحد ۳	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	تعداد ساعت ۴۸	نوع واحد	نظری	
آموزشی تکمیلی عملی: دارد □ ندارد ■ سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه □				

هدف

آشنایی با مفاهیم اولیه پدیده‌های انتقال و کاربرد آن‌ها در سامانه‌های زیستی

سرفصل درس

- مقدمه
- بدست آوردن معادلات تغییر در سامانه‌های تک جزئی
- بدست آوردن معادلات تغییر در سامانه‌های چند جزئی
- بدست آوردن معادلات تغییر در فصل مشترک فازها
- آنالیز ابعادی
- جریان سیال در بافت و اندام
- انتقال جرم در سامانه‌های بیولوژیکی
- برهمکنش انتقال جرم و واکنش‌های بیوشیمیایی
- انتقال مولکول‌ها در سلول‌ها
- پدیده‌های انتقال در اندام‌ها و ارگانیسم‌ها

مراجع

- G.A. Truskey et al., "Transport Phenomena in Biological Systems", Peurson Prentice Hall, ۲۰۰۳.
- B. Bird et al., "Transport Phenomena", ۲nd Ed., John Wiley, ۲۰۰۲.
- E.N. Lightfoot, R.L. Fournier,Transport Phenomena and Living Systems", Wiley-Interscience, ۱۹۷۴.

- R.L. Fournier, "Basic Transport Phenomena in Biomedical Engineering", Taylor & Francis, ۱۹۹۹.

سامانه‌های رهایش کنترل شده دارو ChEBM۴۱۰۸	تعداد واحد	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	۳			
	تعداد ساعت	نوع واحد	نظری	
	۴۸			
آموزشی تکمیلی عملی: دارد □ ندارد ■ سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه □				

هدف

آشنایی با مفاهیم اولیه رهایش هوشمند دارو در بدن و سامانه‌های نوین دارورسانی

سرفصل درس

- مقدمه
- فارماکولوژی پایه‌ای: فارماکودینامیک و فارماکوسینتیک
- سامانه‌های دارویی متداول
- سامانه‌های کنترلی انتقال دارو
- پلیمرها در سامانه‌های کنترلی انتقال دارو
- مکانیسم‌های رهایش و توزیع دارو
- نانوفناوری و رهایش کنترلی دارو
- بیماری‌های ژنتیک و سامانه‌های توزیع ژن

مراجع

- A.M. Hillery, A.W. Lloyd, JJ. Swarbrick, "Drug Delivery and Targeting", Taylor & Francis, ۲۰۰۱.
- Cherng-ju Kim, "Controlled Release Dosage Form Design", Technomic Publishing Company, ۲۰۰۰.
- L.T. Fan, S.K. Singh, "Controlled Release, A Quantitative Treatment", Spring-Verlag, ۱۹۸۹.

مهندسی بافت **ChEBM۴۱۰۹**	تعداد واحد ۳	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	تعداد ساعت ۴۸	نوع واحد	نظری	
آموزشی تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ■ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐				

هدف

آشنایی با اصول و تکنولوژی تهیه و ساخت سلول‌های بنیادی و روش‌های تمایز و رشد آن‌ها

سرفصل درس

- مقدمه
- تاریخچه و اهداف
- اعضاء مهم بدن از دیدگاه مهندسی بافت
- اساس رشد و تفکیک
- سلول‌های بنیادی
- تکنولوژی سلول / فناوری ساخت
- سازماندهی سلول‌ها در ساختارهای منظم شده
- تعیین و تمایز سلول
- بیومواد در مهندسی بافت
- الگوی سلولی و محیط اطراف آن‌ها
- برهمکنش سلول با پلیمرها / پلیمرهای زیست تخریب‌پذیر
- داربست در مهندسی بافت
- داربست‌های فعال بیولوژیکی

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

- ساخت داربست‌های متخلخل
- آزمایش‌های حیوانی و انسانی در مهندسی بافت
- سامانه جراحی پلاستیک
- سامانه عضلانی-استخوانی
- سامانه قلبی-عروقی و قفسه سینه
- سامانه عصبی / سامانه گوارشی

مراجع

- Y. Ikada, "Tissue Engineering: Fundamentals and Applications", Academic Press, ۲۰۰۶.
- R. Lanza, R. Langer, J. Vacanti, "Principles of Tissue Engineering", ۲nd Edn., Academic Press, ۲۰۰۰.
- D.M. Liu, V. Dixit "Porous Materials for Tissue Engineering", Trans Dec., ۱۹۹۷.

دبیرخانه شورای برنامه ریزی آموزش علوم، تحقیقات و فناوری

زیست موادها ChEBM۴۱۱۰	تعداد واحد ۳	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	تعداد ساعت ۴۸	نوع واحد	نظری	
آموزشی تکمیلی عملی: دارد □ ندارد ■ سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه □				

هدف

آشنایی با اصول و تکنولوژی تهیه و ساخت سلول‌های بنیادی و روش‌های تمایز و رشد آن‌ها

سرفصل درس

- مقدمه
- زیست مواد
- زیست سازگاری
- خون سازگاری
- آنالیز زیستی
- ملاحظات بیولوژیکی در استفاده از زیست مواد
- بررسی خواص زیست مواد
- خواص توده
- خواص سطح
- روش‌های اصلاح خواص
- تقسیم بندی مواد مورد استفاده در پزشکی
- فلزات (کاربردهای ارتوپدی)
- سرامیک، شیشه و کامپوزیت (کاربردهای ارتوپدی و دندان پزشکی)
- پلیمرها و کوپلیمرها (کاربردهای ارتوپدی، رهایش دارو، مهندسی بافت)
- هیدروژل‌ها (کاربردهای رهایش دارو، مهندسی بافت، نقش‌نگاری مولکولی)

- مواد زیست تخریب‌پذیر

مراجع

- S.A. Guelcher, J.O. Hollinger, "An Introduction to Biomaterials", CRC/Taylor & Francis, ۲۰۰۶.
- P. Vadgama, "Surfaces and Interfaces for Biomaterials", CRC Press., ۲۰۰۵.

دبیرخانه شورای برنامه ریزی آموزش علوم، تحقیقات و فناوری

بیوراکتور ChEBM۴۱۱۱	تعداد واحد	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	۳			
	تعداد ساعت	نوع واحد	نظری	
	۴۸			
آموزشی تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ■ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐				

هدف

آشنایی با انواع راکتورهای شیمیایی و اصول حاکم بر طراحی آن‌ها در راستای کشت بافت

سرفصل

- مقدمه
- مهندسی بافت کاربردی
- بهینه‌سازی میکروراکتورها جهت مهندسی بافت کاربردی
- تکنولوژی بیوراکتورها
- تنظیم بیوراکتوربه منظور تشکیل بافت
- تقسیم‌بندی بیوراکتورهای مهندسی بافت
  - بیوراکتورهای بسترآکنده
  - بیوراکتورهای جریان شعاعی (کشت بافت)
  - بیوراکتورهای فیبر توخالی (رشد غضروف)
  - بیوراکتورهای مکانیکی (مهندسی بافت استخوان)
  - بیوراکتورهای تنش دینامیکی (مهندسی بافت کلاژن)
  - بیوراکتورهای مورد استفاده در مهندسی رباط
  - بیوراکتورهای مورد استفاده در تهیه دریچه قلب

دبیرخانه شورای برنامه ریزی آموزشی گروه علوم، تحقیقات و فناوری

مراجع

- J. Chaudhuri, M. Al-Rubei, "Bioreactors for Tissue Engineering: Principles, Design and Operation", ۱st Edn., Springer, ۲۰۰۵.
- R. Lanza, R. Langer, J. Vacanti, "Principles of Tissue Engineering", ۲nd Edn., Academic Press, ۲۰۰۰.

طراحی آزمایش‌ها **ChEBM۴۱۱۲**	تعداد واحد ۳	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	تعداد ساعت ۴۸	نوع واحد	نظری	
آموزشی تکمیلی عملی: دارد □ ندارد ■ سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه □				

هدف

آشنایی با انواع راکتورهای شیمیایی و اصول حاکم بر طراحی آن‌ها در راستای کشت بافت

سرفصل درس

- اصول
- مقدمه، اهداف و نیازمندی‌ها
- روش‌های طراحی تحقیقاتی، مفاهیم پایه
- توزیع احتمال
- خطاهای آزمایشگاهی، صحت و دقت
- آنالیز آماری
- حدود اطمینان، آزمایش درجه اهمیت، آزمایش t & F
- آنالیز واریانس (ANOVA)
- بررسی‌های تصادفی یا دسته بندی شده
- طراحی آزمایشات
- تعیین تعداد تکرار مورد نیاز
- تعیین محدوده آزمایشات
- جدول Yates
- طراحی مربعی Latin و Latin – Graeco
- طراحی فاکتوریل آزمایشات

- طراحی فاکتوریل جزئی آزمایشات
- سمینار درسی
- طراحی فاکتوریل سه سطحی
- طراحی دسته بندی ناقص (Youden & Lattice Design)
- طراحی شبکه ای
- روش تاگوچی

مراجع

- D.C . Momtgomery ; "Design and Analysis of Experiments"; ۴th ; ۱۹۹۷

آزمایشگاه کشت بافت ChEBM۴۱۱۳	تعداد واحد ۳	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	تعداد ساعت ۴۸	نوع واحد	نظری	
آموزشی تکمیلی عملی: دارد ■ ندارد □ سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه ■				

هدف

آشنا شدن دانشجویان با روش‌های کشت سلول جانوری و نگهداری سلول‌های کشت داده شده

سرفصل درس

نظری:

- مقدمه و تاریخچه کشت سلول‌های جانوری.
- آزمایشگاه کشت سلولی: طراحی، وسایل و تجهیزات، شستشو و اتوکلاو کردن.
- انواع محیط‌های کشت.
- اصول کشت سلول‌های جانوری: کشت اولیه، جداسازی، پاساژ سلولی، انجماد و ذوب.

عملی:

- شستشو و استریل کردن وسایل، انکوباتور، لامینارفلو و اتاق کشت.
- کشت اولیه فیبروبلاست‌های جنین جوجه.
- شمارش و ارزیابی زنده بودن سلول‌ها.
- نگهداری، احیا و استفاده مجدد از سلول‌های فریز شده.

مراجع:

- J.M. Dais, "Basic Cell Culture", Oxford University Press, ۲nd Ed.

شورای برنامه ریزی آموزشی علوم، تحقیقات و فناوری

آزمایشگاه عمومی پلیمر ChEBM۴۱۱۴	تعداد واحد ۳	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	تعداد ساعت ۴۸	نوع واحد	نظری	
آموزشی تکمیلی عملی: دارد ■ ندارد □ سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه ■				

هدف

آشنا شدن دانشجویان با روش‌های تعیین خواص پلیمرها و شکل‌دهی و قالب‌گیری آن‌ها

سرفصل درس

- شکل‌دهی با اکستروژن و پارامترهای موثر بر آن
- قالبگیری تزریقی و پارامترهای موثر بر آن
- تولید فیلم دمشی و بررسی پارامترهای موثر بر آن
- قالبگیری فشاری رابرها و ترموپلاستیک‌ها
- اختلاط رابرها با مواد افزودنی به کمک غلتک
- تعیین ویسکوزیته مذاب پلیمرها با ویسکومتر لوله مویین
- پلاستی سول‌های PVC (قالبگیری و پوشش‌دهی)
- تولید فوم‌های یورتان
- آزمایش کشش برای رابرها و ترموپلاستیک‌ها
- آزمایش سختی برای رابرها و ترموپلاستیک‌ها
- آزمایش ضربه برای ترموپلاستیک‌ها

مراجع

- رمضانی سعادت ابادی، احمد؛ " آزمایشگاه پلیمر"، دانشکده مهندسی شیمی و نفت، دانشگاه صنعتی شریف.

۲-۴-سرفصل دروس رشته مهندسی انرژی

سینتیک و طراحی راکتورهای شیمیایی ChEE۴۱۰۱	تعداد واحد	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	۳			
	تعداد ساعت	نوع واحد	نظری	
	۴۸			
آموزشی تکمیلی عملی: دارد □ ندارد ■ سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه □				

هدف

آشنایی دانشجویان با سینتیک و طراحی راکتورهای شیمیایی و کاربرد آن‌ها در صنعت می‌باشد.

سرفصل درس

- مقدمه، یادآوری، ترمودینامیک، شیمی فیزیک، موازنه.....
- معرفی روش‌های عددی، نرم افزارهای مرتبط و کاربرد آن‌ها
- سینتیک واکنش‌های همگن و ناهمگن
- راکتورهای همدما، ایده ال
- کاتالیست‌ها و راکتورهای کاتالیستی
- راکتورهای غیر هم دما

شورای برنامه ریزی آموزشی گروه علوم، تحقیقات و فناوری

مراجع

- Fogler, Elements of Chemical reaction Engineering, Prentice Hall, ۱۹۹۹.
- Levenspiel, Chemical reaction Engineering, John Wiley, ۱۹۹۹.
- Hill, An introduction of chemical Enginireening kinetics and Reactor Design, John Wiley, ۱۹۷۱.
- Smith, Chemical Enginireeng Kinetics, Mc Graw, ۱۹۹۱.
- Froment, Elements of Chemical Reaction Enginireenging, ۱۹۹۷.
- Rase, Chemical Reactor Design for Process Plants, Vol. ۱, ۲,John Wiley.

انتقال جرم ChEE۴۱۰۲	تعداد واحد ۳	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	تعداد ساعت ۴۸	نوع واحد	نظری	
آموزشی تکمیلی عملی: دارد □ ندارد ■ سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه □				

هدف

آشنایی دانشجویان با ساز و کارهای انتقال جرم می‌باشد.

سرفصل

- عملیات انتقال جرم
- نفوذ مولکولی سیالات
- ضرایب انتقال جرم
- نفوذ در جامدات
- انتقال جرم بین فازها
- دستگاه‌های مربوط به عملیات تماس گاز- مایع
- عملیات مرطوب سازی
- جذب گاز

مراجع

علوم، تحقیقات و فناوری
دبیرخانه شورای برنامه ریزی آموزشی

- کتاب رابرت تریبال ترجمه دکتر سیف کردی و دکتر جاودانی
- کتاب رابرت تریبال ترجمه دکتر کاغذچی و دکتر سهرابی
- اصول عملیات انتقال جرم دکتر چالکش امیری

اخلاق حرفه ای در مهندسی شیمی ChEE۴۱۰۳	تعداد واحد ۲	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	تعداد ساعت ۲۴	نوع واحد	نظری	
آموزشی تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ■ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐				

هدف

آشنایی دانشجویان با اخلاق حرفه ای در مهندسی شیمی می‌باشد.

سرفصل درس

- لزوم اخلاق مهندسی، مقدمه ای بر اخلاق مهندسی، اصول مهندسی شیمی
- مسئولیت پذیری در مهندسی
- قالب بندی و مشخص کردن مسائل مهندسی (Framing the Problem)
- روش‌های حل مسائل و مشکلات در مهندسی شیمی
- ابعاد اجتماعی و ارزش‌های فناوری
- اعتماد و مدیریت در مسائل مهندسی شیمی و صنعت

مراجع

- Engineering Ethics: Concepts and Cases, Jr. Charles E. Harris, Michael S. Pritchard, and Michael J. Rabins, ۲۰۰۴.
- Engineering Ethics: An Industrial perspective, by Gail Baura, ۲۰۰۶.

شورای برنامه ریزی آموزشی علوم، تحقیقات و فناوری

طراحی مفهومی فرآیندهای شیمیایی ChEE۴۱۰۴	تعداد واحد	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	۳			
	تعداد ساعت	نوع واحد	نظری	
	۴۸			
	آموزشی تکمیلی عملی: دارد □ ندارد ■ سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه □			

هدف

آشنایی با مبانی طراحی مفهومی فرآیندهای شیمیایی با نگرش استفاده بهینه از مواد و انرژی

سرفصل درس

- مقدمه شامل: هدف، ضرورت، پیچیدگی مسئله، تاریخچه و چگونگی پیشرفت این علم
- تعاریف اولیه و اصطلاحات متداول
- هرم طراحی مفهومی و چگونگی غلبه بر پارادوکس آغاز طراحی با استفاده از روش طراحی مفهومی
- مزایا و معایب روش طراحی مفهومی
- مبانی اقتصادی مورد نیاز برای انجام طراحی مفهومی
- روش تعیین گزینه‌های محتمل در طراحی و ارزیابی سریع آن‌ها (مطالعه موردی)
- اطلاعات مورد نیاز برای آغاز طراحی مفهومی
- تصمیم گیری در مورد پیوسته (continuous) یا ناپیوسته (batch) بودن فرآیند
- طراحی مرحله ورود – خروج (Input-Output) فرآیند
- طراحی مرحله جریان برگشتی (Recycle Structure)- بخش واکنش
- طراحی ساختار کلی بخش جداسازی
- طراحی بخش جداسازی گازها
- طراحی بخش جداسازی مایعات
- مقدمه ای بر طراحی شبکه تبادل حرارتی

گروه علوم، تحقیقات و فناوری
دبیرخانه شورای برنامه ریزی آموزشی

مرجع

- J. M. Douglas, Conceptual Design of Chemical Processes, Mc. Graw Hill, NY, ۱۹۹۸
- L.T. Biegler, I.E. Grossmann, A.W. Westerberg, Systematic Methods of Chemical Process Design, Prentice Hall International Series, ۱۹۹۷
- R. Smith, Chemical Process Design and Integration, Mc Graw Hill, NY, ۲۰۰۵.

شورای برنامه ریزی آموزش علوم، تحقیقات و فناوری

محاسبات عددی پیشرفته ChEE۴۱۰۵	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.
- 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

مدل‌سازی و شبیه‌سازی فرایندهای شیمیایی ChEE۴۱۰۶	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 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

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

دبیرخانه شورای برنامه ریزی آموزشی گروه علوم، تحقیقات و فناوری

مرجع

- 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

انتگراسیون گرما و توان ChEE۴۱۰۷	تعداد واحد ۳	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	تعداد ساعت ۴۸	نوع واحد	نظری	
آموزشی تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ■ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐				

هدف

آشنایی با مبانی و نحوه کاربرد فناوری Pinch

سرفصل درس

انتگراسیون گرما

- تبیین به هم تنیدگی فرآیندها
- تعیین اهداف انرژی در شبکه‌های تبادل‌های حرارتی (Energy Targeting of Heat Exchanger Networks)
- مبانی بازیافت حرارت
- بازیافت حرارت در فرایندهای چند جریانی
- رسم دیاگرام آبشاری و تعیین اهداف انرژی
- تعیین نقطه Pinch بازیافت حرارت
- تعیین حداقل واحدهای تبادل حرارت در شبکه
- قاعده اولر
- طراحی برای رسیدن به اهداف انرژی (Maximum Energy Recovery Design)
- دیاگرام پنجره ای شبکه تبادل‌های حرارتی
- روش طراحی Pinch
- طراحی برای رسیدن به حداقل واحدهای تبادل حرارت
- حلقه و گذر
- شکستن حلقه و کاهش واحدهای تبادل حرارت
- تفکیک جریان

شورای برنامه ریزی آموزشی علوم، تحقیقات و فناوری

- تعیین حداقل سطح تبادل حرارت
- تعیین هزینه کل شبکه‌های تبادل حرارتی
- مقدمه ای بر هزینه کل
- هدف گذاری برای حداقل هزینه کل
- تعیین مقدار بهینه حداقل نیروی محرکه دمایی (ΔT_{min})
- تعیین حداقل پوسته‌های مورد نیاز در شبکه
- طراحی برای مبدل‌هایی با جنس‌های متفاوت
- ترکیب بهینه سرویس‌های جانبی گوناگون
- چگونگی چیدمان مناسب کوره‌ها در شبکه تبادل‌های حرارتی

انتگراسیون توام توان و گرما (CHP)

- چگونگی چیدمان مناسب موتورهای حرارتی در شبکه تبادل‌های حرارتی
- چگونگی چیدمان مناسب پمپ‌های حرارتی در شبکه تبادل‌های حرارتی
- چگونگی چیدمان مناسب برج‌های تقطیر در شبکه تبادل‌های حرارتی

طراحی اصلاحی

- طراحی اصلاحی شبکه‌های تبادل حرارتی (Retrofit)
- هدف گذاری طراحی اصلاحی
- فلسفه و ابزار طراحی اصلاحی
- روش طراحی اصلاحی

مراجع

- Smith, R., "Chemical Process Design and Integration", Mc Graw Hill, NY, ۲۰۰۵.
- El-Halwagi , M., "Process Integration", Elsevier, Academic Press, ۲۰۰۶.
- Kemp, I., "Pinch Analysis and Process Integration", Elsevier, Butterworth – Heinemann, ۲۰۰۷.

تحلیل اکسرژی ChEE۴۱۰۸	تعداد واحد	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	۳			
	تعداد ساعت	نوع واحد	نظری	
	۴۸			
	آموزشی تکمیلی عملی: دارد □ ندارد ■ سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه □			

هدف

آشنایی با مبانی و نحوه میزان اکسرژی در یک فرایند شیمیایی

سرفصل دروس

- مقدمه - قوانین ترمودینامیک و اعتبار آن‌ها
- تعادل ترمودینامیکی کلاسیک
- سیکل‌های کار و گرما
- تحلیل انرژی در سامانه‌ها
- راندمان ترمودینامیکی سامانه‌ها
- مفهوم اکسرژی و انواع آن
- اکسرژی حرارت
- اکسرژی جریان‌های فرآیند
- تراز اکسرژی واکنش گرها
- محاسبه اکسرژی مواد و جریان‌ها
- محاسبه تلفات اکسرژی در جریان‌ها و تجهیزات
- بیلان اکسرژی در سامانه‌ها
- کمینه سازی تلفات اکسرژی در سامانه‌ها

- راندمان اکسرژی
- تغییر اکسرژی از انتالپی
- روش برخورد "Across the Unit"
  - فرمول دما
  - فرمول فشار
  - فرمول اختلاط و تفکیک
- تعیین کارایی یا عملکرد سامانه‌ها از طریق تحلیل اکسرژی
- تلفات جبران پذیر و گریزناپذیر
  - تلفات گریز ناپذیر در واکنش گرها
  - تلفات گریز ناپذیر ناشی از عوامل بدیهی
  - تلفات لازم برای محدودکردن هزینه سرمایه‌های

مرجع

- Ibrahim Dincer and Marc A. Rosen, "Exergy, Energy, Environment and sustainable Development", ۲۰۰۷
- Giuseppe Azzarelli, "Advanced Exergy Analysis", ۲۰۰۹
- Elias P. Gyftopoulos, "Thermodynamics: Generalized available energy and availability or exergy", ۲۰۱۱

شورای برنامه ریزی آموزش عالی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

بهینه سازی فرآیندهای شیمیایی ChEE۴۱۰۹	تعداد واحد	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	۳			
	تعداد ساعت	نوع واحد	نظری	
	۴۸			
	آموزشی تکمیلی عملی: دارد □ ندارد ■ سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه □			

هدف

تسلط به روش‌های بهینه سازی و آشنایی با کاربرد آن‌ها در مسایل مرتبط

سرفصل درس

- تنظیم و فرموله کردن مدل بهینه سازی
- برنامه ریزی خطی:
- مدل برنامه ریزی خطی، روش سیمپلکس، هندسه روش سیمپلکس، برنامه ثانویه، برنامه ریزی خطی پاراستریک، تحلیل حساسیت‌ها، برنامه اولیه و ثانویه، برنامه ریزی خطی سامانه‌های بزرگ و چند دوره زمانی، روش تجزیه مدل‌های بزرگ
- برنامه ریزی غیر خطی
- مبانی برنامه ریزی غیر خطی، شرایط Kuhn-Tucker، روش‌های حل مدل‌های غیر خطی
- برنامه ریزی اعداد صحیح و ترکیبی
- مسایل برنامه ریزی اعداد صحیح و ترکیبی (Mixed Integer)، روش‌های حل مسایل برنامه ریزی اعداد صحیح
- کاربرد نرم افزار GAMS در برنامه ریزی

شورای برنامه ریزی آموزشی گروه تحقیقات و فناوری

مرجع

- Optimization of Chemical Processes, by: T. F. Edgar, D. M. Himmelblau, ۲۰۰۱
- Xin-She Yang, Introduction to Mathematical Optimization: From Linear Programming to Meta-heuristics, ۲۰۰۸
- Intrilligator, M. D., "Mathematical Optimization and Economic Theory", Prentice Hall Inc., ۲۰۰۶
- Murtagh, Bruce A., Advanced Linear Programming: Theory and Practice, ۱۹۸۵
- Reklaitis, G.V., Ravindran, A., Ragsdell, K.M., "Engineering Optimization, Methods and Applications", ۱۹۸۳.

شورای برنامه ریزی آموزش تحقیقات و فناوری

سینتیک و طراحی راکتور پیشرفته ChEE۴۱۱۰	تعداد واحد	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	۳			
	تعداد ساعت	نوع واحد	نظری	
	۴۸			
	آموزشی تکمیلی عملی: دارد □ ندارد ■ سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه □			

هدف

آشنایی با سینتیک و طراحی راکتورهای شیمیایی صنعتی و کاربردهای انواع آن در صنعت می‌باشد.

سرفصل درس

راکتورهای بستر ثابت

- معیارهای تشخیص تناسب و عدم تناسب برای انجام یک فرایند شیمیایی، چیدمان راکتورهای بستر
- ثابت، بررسی مدل‌های گوناگون برای توصیف رفتار راکتورهای بستر ثابت، طراحی یک راکتور
- بستر ثابت با انتخاب مدل مناسب و اعمال محدودیت‌های ذاتی و عملیاتی

راکتورهای بستر سیال

- انواع رژیم جریان، تشریح تئوری دو فازی، تعیین طول بستر سیال، دبی و توزیع اندازه ذرات خروجی
- از راکتور، پیش بینی ضریب انتقال جرم و حرارت بین فاز جامد و گاز، طراحی و نصب مبدل در بسترهای سیال شده

راکتورهای حبابی

- رژیم جریان و اصول هیدرودینامیکی، توزیع اندازه حباب‌ها و نقش آن‌ها در مدیریت انتقال جرم و
- حرارت، بررسی اهمیت نسبی هیدرودینامیک، انتقال جرم، حرارت و سینتیک واکنش‌ها در طراحی راکتور

راکتورهای دوغابی

- راکتورهای دو فازی و سه فازی، رژیم جریان و اصول هیدرودینامیکی، ارزیابی فرایندهای انتقال جرم
- و حرارت، انتخاب روش‌های مناسب برای ایجاد هم خوردگی موثر، انتخاب مدل مناسب برای طراحی راکتور

راکتورهای مونولیتی (لانه زنبوری)

- رژیم جریان، نحوه تاثیر پذیری قابل پدیده‌های انتقال و سینتیک، افزایش مقیاس

راکتورهای غشایی

- انواع غشاء و نحوه عملکرد آن‌ها، مدل‌های موجود برای بررسی عملکرد دیواره غشاء، بررسی عوامل
- تاثیرگذار بر راندمان راکتورهای غشایی

راکتورهای زیستی

- واکنش‌های زیستی، انواع راکتورهای زیستی و جا یگاه کاربرد آن‌ها، مدل‌سازی راکتورهای زیستی

مراجع

- U. Mann, "Principles of chemical reactor analysis and design: new tools for industrial chemical reactor operations", John Wiley and Sons, ۲nd edition, ۲۰۰۸.
- H. A. Jakobsen, "Chemical Modeling:Multiphase Reactive Flows",Springer, ۲۰۰۸.
- I. J. Dunn, E. Heinzle, J. Ingham, J. E. Pfenosil, Biological Reaction Engineering, Dynamic Modelling Fundamentals with Simulation Examples", WILEY, VCH Verlag, ۲۰۰۳ .
- B. Nauman, "Handbook of Chemical Reactor Design, Optimization", and Scale - up, ۲nd edition, McGraw Hill, ۲۰۰۱
- D. Kunii and O. Levenspiel, "Fluidization Engineering", ۲nd edition, Butterworth - Heinemann, ۱۹۹۱.

شورای برنامه ریزی آموزشی علوم، تحقیقات و فناوری

شبکه‌های تبادل جرم ChEE۴۱۱۱	تعداد واحد	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	۳			
	تعداد ساعت	نوع واحد	نظری	
	۴۸			
آموزشی تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ■ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐				

هدف

آشنایی روش‌های بهینه سازی مصرف مواد و کاهش ضایعات مواد در فرایند.

سرفصل درس

مقدمه: تعریف و کلیاتی در مورد شبکه‌های تبادل جرم

- استخراج اطلاعات مسئله
- مقیاس‌های نمایش غلظت و حداقل نیروی محرکه غلظت

نمودارهای غلظت‌های حدی

- تعیین حداقل میزان MSA از خارج از فرآیند بدون انتگراسیون جرم

تعیین حداقل میزان MSA از خارج از فرآیند همراه با انتگراسیون جرم

- منحنی‌های ترکیبی فرآیند-جریان و فرآیند-MSA
- روش گرافیکی تهیه منحنی‌های ترکیبی
- روش جدولی تهیه منحنی‌های ترکیبی (نمودار غلظت-بازه) ، CID (concentration-Interval Diagram)
- بارگذاری سرویس خارجی (utility placement) – منحنی ترکیبی گراند

ابزارهای طراحی: نمایش شبکه‌های تبادل جرم – شبکه پنجره ای (Grid Diagram)

- نمودار محتوای جرم (Mass-content Diagram)

طراحی مقدماتی شبکه تبادل جرم

- زیر شبکه‌های پینچ
- حداقل واحدهای تبادل جرم مورد نیاز
- حداکثر سازی بار تبادل جرمی

شورای برنامه ریزی آموزشی گروه علوم، تحقیقات و فناوری

- قاعده ظرفیت شدت جرم برای انتخاب تبادل مناسب
- قاعده جهت حرکت در انتخاب تبادل‌های مناسب
- انشعاب جریان‌ها (Stream Splitting)

اصلاحات نهایی شبکه

مراجع

- Synthesis of Mass Exchange Networks, Mahmoud M. El-Halwagi, Vasilios Manousiouthakis, Department of Chemical Engineering, University of California, Los Angeles, AIChE Journal, Vol. ۳۵, No. ۸, ۱۹۸۹.
- Mass Integration for Process Design course notes from Vasilios Manousiouthakis, Chemical Engineering Department, UCLA, USA, ۱۹۹۹.
- Synthesis ofmass exchange network for batch processes—Part I: Utility targeting, C.Y. Foo, Z.A. Manan; R.M. Yunus, R.A. Aziz, Chemical Engineering Science, ۵۹, ۰۷۰۹ – ۱۰۲۶, ۲۰۰۴.
- On the state space approach to mass/heat exchanger network design, Miguel J. Bagajewicz,s Robert Pham and Vasilios Manousiouthakists, Chemical Engineering Science, Vol. ۵۳, No. ۱۴, ۱۹۹۸.

شورای برنامه ریزی آموزش علوم، تحقیقات و فناوری

فناوری هیدروژن و پیل سوختی ChEE۴۱۱۲	تعداد واحد ۳	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	تعداد ساعت ۴۸	نوع واحد	نظری	
	آموزشی تکمیلی عملی: دارد □ تدارد ■ سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه □			

هدف

آشنایی با انواع پیل‌های سوختی و طراحی و ساخت سامانه

سرفصل درس

آشنایی با پیل سوختی:

- تعریف پیل سوختی
- تاریخچه
- اصول عملی پیل سوختی
- اجزای تشکیل دهنده
- EMF و مشخصه عمکرد عمومی پیل
- انواع پیل‌های سوختی
- مزایا و معایب پیل سوختی

پیل‌های سوختی اکسید جامد:

- اصول ترمودینامیکی
- راندمان پیل سوختی
- دسته بندی پیل‌های سوختی اکسید جامد (SOFCs)
- طراحی، دمای عملیاتی و پایه پیل‌های سوختیSOFC
- اجزای پیل‌های SOFC
- عملکرد پیل‌های SOFC

شورای برنامه ریزی آموزشی علوم، تحقیقات و فناوری

بررسی انواع پیل‌های سوختی:

- پیل‌های سوختی قلیایی (AFC)
- عملکرد پیل‌های AFC
- پیل‌های سوختی با غشاهای تبادل پروتون(PEM)
- عملکرد پیل‌های PEM
- پیل‌های سوختی روش مستقیم (DMFC)
- عملکرد پیل‌های DMFC
- پیل‌های سوختی کربنات مذاب (MCFC)
- عملکرد پیل‌های MCFC
- پیل‌های سوختی اسید فسفریک (PAFC)
- عملکرد پیل‌های PAFC
- پیل‌های سوختی میکروبی (MFC)
- عملکرد پیل‌های MFC
- پیل‌های سوختی اتانول و متانول مستقیم (DEFC,DMFC)
- عملکرد پیل‌های DEFC
- عملکرد پیل‌های DMFC
- پیل‌های سوختی هیدریدهای فلزی (MHFC)
- عملکرد پیل‌های MHFC

فناوری‌های هیدروژن:

- فناوری‌های تولید
- تبدیل متان با گاز طبیعی (Reforming)
- گازسازی از زیست توده (Gasification of Biomass)
- الکترولیز آب
- فتوالکترولیز آب
- استفاده از آنزیم‌ها
- فناوری‌های ذخیره سازی

دبیرخانه شورای برنامه ریزی آموزشی گروه علوم، تحقیقات و فناوری

مراجع

- Fuel cell technology handbook, edited by Gregor Hoogers, CRC Press ۲۰۰۳
- Handbook of Batteries and Fuel cell, David Linden, McGraw-Hill Book Company, ۲۰۰۱
- High-temperature Solid Oxide Fuel Cells: Fundamentals, Design and Applications, S.C. Singhal, Elsevier Publications, ۲۰۰۳
- Hydrogen Fuel: Production, Transport, and Storage , Ram B. Gupta , ۲۰۰۸
- Hydrogen and Syngas Production and Purification Technologies, Ke Liu, Chunshan Song and Velu Subramani, ۲۰۱۰
- Hydrogen Storage Technologies, Agata Godula-Jopek, Walter Jehle and Joerg Wellnitz, ۲۰۱۲

شورای برنامه ریزی آموزش عالی پژوهشگاه علوم و تحقیقات و فناوری

انرژی و محیط زیست ChEE۴۱۱۳	تعداد واحد	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	۳			
	تعداد ساعت	نوع واحد	نظری	
	۴۸			
آموزشی تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ■ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐				

هدف:

آشنایی با انواع آلاینده‌های محیط زیست؛ روش‌های کاهش، و روش‌های از بین بردن انواع آن

سرفصل درس:

مقدمه

- تأثیرات سامانه‌های تولید، فرآوری و مصرف سوخت‌های فسیلی در محیط زیست
- فیزیک انرژی و محیط زیست

آلودگی محیط زیست

- ۱-آب ۲- هوا ۳- خاک

خطرات آلودگی محیط زیست از استخراج سوخت‌های فسیلی

- آلودگی‌های استخراج گاز ۲- آلودگی‌های استخراج نفت ۳- آلودگی‌های استخراج داخل دریا

خطرات آلودگی محیط زیست از حمل و فرآوری سوخت‌ها

- خطرات آلودگی ناشی از لوله‌های حمل و نقل سوخت‌های مایع و گاز
- خطرات آلودگی فرآوری گاز و ترکیبات گازی

آلودگی‌های محیط زیست از احتراق سامانه‌های ساکن و متحرک

- ارتباط و تقابل راندمان انرژی و محیط زیست
- آلاینده‌های حاصل از سامانه‌های متحرک
- آلاینده‌های حاصل از سامانه‌های ساکن

روش‌های کنترل آلودگی‌ها

- کنترل الودگی اب- کنترل الودگی هوا –کنترل الودگی خاک

گروه علوم، تحقیقات و فناوری
دبیرخانه شورای برنامه ریزی آموزشی

روش‌های جایگزین تولید انرژی – انرژی پاک

- انرژی باد- انرژی خورشیدی- انرژی زیست توده- انرژی موج- انرژی زمین گرمایی

سایر آلودگی‌های زیست محیطی

- انرژی گلخانه ای CO_2
- کاهش لایه ازن
- ساختار هسته ای و انرژی
- راکتور هسته ای و ضایعات

مراجع

- Energy and the Environment, J. A. Fay,(MIT), D. S. Golomb, University of Massachusetts Lowel, Oxford university press, ۲۰۰۲
- Energy and its use and the Environment, Hinriches Kleinbach Amazon ۲۰۰۵
- Energy and Environment, L. Richard W. Jean-Philippe, Z. Georges ۲۰۰۵, Springer

دفتر برنامه ریزی آموزش عالی شورای علوم، تحقیقات و فناوری

پدیده‌های انتقال پیشرفته ChEE۴۱۱۴	تعداد واحد	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	۳			
	تعداد ساعت	نوع واحد	نظری	
	۴۸			
	آموزشی تکمیلی عملی: دارد □ ندارد ■ سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه □			

هدف

آشنایی با مبانی پیشرفته نظری پدیده‌های انتقال در سامانه‌های انرژی، تعیین معادلات و شرایط مرزی جهت حل مسایل پیشرفته انتقال حرارت با استفاده از مبانی تئوری و حل معادلات دیفرانسیل بروش تحلیلی و بررسی رفتار سیالات نیوتونی و غیر نیوتونی با استفاده از مبانی تئوری به منظور طراحی واحدهای عملیاتی

سرفصل درس

انتقال مومنتم: تعاریف و ساز و کارهای انتقال مومنتم

- موازنه مومنتم و توزیع سرعت در حرکت آرام
- معادلات تغییرات در سامانه‌های ایزوترم
- معادلات تغییرات در سامانه‌های با بیش از یک متغیر مستقل
- موازنه مومنتم و توزیع سرعت در حرکت متلاطم
- موازنه ماکروسکوپیک در سامانه‌های جریان ایزوترم
- سیالات پلیمری
- انتقال انرژی: ساز و کارهای انتقال انرژی
- معادلات انتقال حرارت و توزیع دما در سامانه‌های مختلف
- معادلات انرژی با بیش از یک متغیر غیر وابسته
- توزیع دما در سامانه‌های جریان متلاطم
- انتقال حرارت توسط تابش

دبیرخانه شورای برنامه ریزی آموزشی علوم، تحقیقات و فناوری

انتقال جرم:

- تعاریف
- معادلات انتقال نفوذ و ساز و کارهای انتقال جرم
- معادلات توزیع غلظت در سامانه‌های با جریان ارام و متلاطم-

مراجع

- Advanced Transport Phenomena; by: L. Wang, Springler Verlag, ۲۰۰۹
- Transport Phenomena, R.B. Bird, W.E. Stewart, E.N. Lightfoot, ۲۰۰۶
- Fluid Mechanics, fifth edition F. M. White, McGraw-Hill, ۲۰۰۶
- Modeling of Transport phenomena, by; Ismail Tosun, Elsevier, ۲۰۰۷
- Convective Heat Transfer, L. C. Bumeister, ۲۰۰۵
- Convection Heat Transfer, A. Bejan, ۲۰۰۴

دبیرخانه شورای برنامه ریزی آموزش عالی - مرکز تحقیقات و فناوری علوم

طراحی آزمایش‌ها و تحلیل آماری نتایج ChEE۴۱۱۵	تعداد واحد	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	۳			
	تعداد ساعت	نوع واحد	نظری	
	۴۸			
	آموزشی تکمیلی عملی: دارد □ ندارد ■ سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه □			

هدف

آشنایی با روش‌های طراحی داده‌های آزمایش و تحلیل داده‌ها

سرفصل درس

بخش اول:

- اهداف درس و نیاز به آن
- روش‌های تحقیق
- تعریف‌های اصلی
- تابع‌های توزیع
- خطاهای آزمایش، دقت و صحت
- محدوده اطمینان
- آزمایش اهمیت، t-test , F-test
- تحلیل پراکندگی (ANOVA)
- دسته بندی و تصادفی سازی (Randomization and Blocking)
- تعیین میزان مورد نیاز آزمایش
- آزمایش محدوده یابی
- جدول Yates
- طراحی Latin Square و Graeco-Latin
- طراحی فاکتوریل کامل
- طراحی فاکتوریل جزیی

بخش دوم:

- طراحی به روش فاکتوریل در سه سطح
- طراحی به روش تاگوچی
- طراحی به روش مرکب مرکزی (CCD)

مراجع

- Leslie Davies, Efficiency in Research, Development and Production: The Statistical Design and Analysis of Chemical Experiments, ۱۹۹۳.
- Momtgomery, D.C., Design and Analysis of Experiments, Fourth ed., ۱۹۹۷.
- Mason, Robert L., Statistical Design and Analysis of Experiments With Applications to Engineering and Science, ۱۹۸۹.

فناوری تولید زیست سوخت‌ها ChEE۴۱۱۶	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 ارایه این درس آشنایی دانشجویان با روش‌ها و فناوری‌های سوخت‌های زیستی می‌باشد.

سرفصل درس

مقدمه

- تعاریف و انواع زیست سوخت‌ها
- امکان سنجی استفاده از زیست سوخت‌ها با توجه به شرایط اقتصادی در ایران
- پتانسیل‌های تولید
- مزایا و معایب

سیکل زیست سوخت‌ها در طبیعت

- موازنه انرژی و مواد و راندمان تهیه زیست سوخت‌ها
- تولید آلاینده‌ها از احتراق زیست سوخت‌ها
- دیگر اثرات محیط زیستی استفاده از زیست سوخت‌ها
- اقتصاد زیست سوخت‌ها و محصولات جانبی

انواع زیست سوخت‌ها: تولید بیواتانول

- تولید بیواتانول از شکر، نشاسته، سلولزی
- خواص بیواتانول
- فناوری تولید بیواتانول و کاربرد آن بعنوان جایگزین سوخت‌های مایع
- استاندارد سازی بیواتانول
- موازنه انرژی و مواد

شورای برنامه ریزی آموزشی ۲۹۰

- تولید آلاینده‌ها از احتراق زیست سوخت‌ها
- دیگر اثرات زیست محیطی (آب- خاک- انسان)

تولید زیست سوخت‌ها از منبع چربی‌ها

- تهیه خوراک
- دانه‌های روغنی
- میکروجلبک
- چربی‌های روغنی
- روغن‌های مصرف شده
- تولید سوخت: استخراج روغن- تصفیه روغن- استری کردن روغن‌ها
- خواص و کاربرد سوخت‌های با منبع چربی
- خواص بیودیزل- خواص روغن‌های خالص
- فناوری تهیه زیست سوخت‌ها
- استاندارد سازی زیست سوخت‌ها
- موازنه انرژی زیست سوخت‌ها
- موازنه انرژی بیودیزل
- تولید آلاینده‌ها از زیست سوخت‌ها
- دیگر اثرات محیط زیستی زیست سوخت‌ها (آب- خاک- انسان)
- اقتصاد زیست سوخت‌ها

بیومتان

- تولید خوراک
- تولید بیومتان
- خالص سازی بیوگاز
- خواص بیومتان و کاربردها
- استاندارد سازی بیومتان
- تولید آلایندها از احتراق بیومتان
- دیگر اثرات زیست محیطی بیومتان
- اقتصاد بیومتان

بیو هیدروژن

- فرایندهای تولید بیوهیدروژن
- کاربرد بیوهیدروژن
- اقتصاد بیوهیدروژن

شورای برنامه ریزی آموزشی پژوهشگاه علوم و تحقیقات و فناوری

مراجع

- Biofuel Technology Handbook, D. Rutz, R. Janseen, WIP Ren, Energy, ۲۰۰۷
- Biomass for Renewable Energy, and Chemicals, Elsevier, ۱۹۸۹
- Biofuels Engineering Process Tech., C. Drapcho, J. Nghim, T. Walker, Academic Press, ۲۰۰۸

شورای برنامه ریزی آموزش علوم، تحقیقات و فناوری

ممیزی انرژی در صنایع شیمیایی **ChEE۴۱۱۷**	تعداد واحد	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	۳			
	تعداد ساعت	نوع واحد	نظری	
	۴۸			
	آموزشی تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ■ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐			

هدف

آشنایی دانشجویان با روش‌های ممیزی انرژی در فرآیندهای شیمیایی

سرفصل درس

ممیزی انرژی در صنایع

- تعاریف و انواع ممیزی انرژی
- ممیزی انرژی سریع
- ممیزی انرژی متوسط
- ممیزی انرژی کامل
- نتایج ممیزی انرژی

ممیزی انرژی در واحدهای حرارتی

- ممیزی سوخت و احتراق
- دیگ‌های جوش آور (بویلرها)
- سامانه تولید بخار
- کوره‌ها
- برج‌های تقطیر
- عایق بندی و نسوزها
- جوش آورهای با بستر احتراق سیال(FBC)
- تولید همزمان برق و بخار (Cogeneration)

شورای برنامه ریزی آموزشی علوم، تحقیقات و فناوری

- جوش آور با استفاده از انرژی تلف شده (Waste heat boiler)
- مبدل‌های حرارتی
- کمپرسورها
- پمپ‌ها و سامانه افزایش فشار
- برج‌های خنک کن
- سامانه‌های تهویه و گرمایش/ سرمایش

ابزارهای ممیزی انرژی و نرم افزارهای موجود

- ابزارهای مورد نیاز در ممیزی انرژی
- نرم افزارهای مورد استفاده در ممیزی انرژی

مراجع

- Energy Management, P. O'Callaghan, McGraw Hill, ۲۰۰۵
- Process intensification for the chemical industry, A. Green, BHR pub., ۲۰۰۹
- Energy efficiency and human activity, L. Schipper, S. Meyers, Cambridge Univ. Press., ۲۰۰۸
- Energy conversion systems, R. D. Behamurde, New Age Int. Pub., ۲۰۰۹
- Energy management handbook, ۶th Edition, Wayne C. Turner, Steve Doty, ۲۰۰۹

شورای برنامه ریزی آموزش علوم، تحقیقات و فناوری

بازیافت انرژی در صنایع شیمیایی ChEE۴۱۱۸	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 آشنایی دانشجویان با فناوری‌های نوین بازیافت انرژی، مدل‌سازی، بهینه‌سازی، و طراحی آن‌ها در صنایع شیمیایی می‌باشد.

سرفصل درس

مقدمه

- انواع انرژی، اهمیت، پتانسیل‌های بازیافت انرژی

ریکوپراتورها و ریژنراتورهای حرارتی

- ریژنراتورهای دوار و بستر ثابت
- طراحی ریژنراتورها
- سامانه‌های ذخیره سازی انرژی گرمایشی و سرمایشی
- مواد تغییر فاز

لوله‌های گرمایی

- انواع لوله‌های گرمایی
- طراحی لوله‌های گرمایی
- فناوری‌های استفاده در صنایع

دیگ‌های بازیاب حرارتی و زباله سوزها

- دیگ‌های بازیاب با منبع گرمایی گازهای احتراق
- دیگ‌های بازیاب با منبع گرمایی فرایندی

شورای برنامه ریزی آموزشی علوم، تحقیقات و فناوری

بازیافت انرژی در واحد سرویس‌های جانبی

بازیافت انرژی در پالایشگاه‌ها و صنایع پتروشیمی

- صنایع اولفین و فناوری‌های بازیافت انرژی

استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر

- فناوری‌های تولید زیست سوخت‌ها

مراجع

- Energy Management, By : P. O'Callaghan, McGraw Hill, ۱۹۹۲
- Energy management handbook, ۶th Edition, Wayne C. Turner, Steve Doty, ۲۰۰۹.
- Energy audit of Building systems, By : M. Krarti, CRC, ۲۰۰۰.
- Heat pipes, ۴th Edition, Reay & Dunn, ۱۹۹۴
- Thermal Energy Storage, Systems and applications, I Dincer, M.A. Rosen, John Wiley, ۲۰۰۱.
- Cryogenic Regenerative Heat Exchangers, Robert A. Ackermann, www.books.google.com, pp.۲۴-۰۷۰

شورای برنامه ریزی آموزش علوم، تحقیقات و فناوری

سوخت و احتراق ChEE۴۱۱۹	تعداد واحد	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	۳			
	تعداد ساعت	نوع واحد	نظری	
	۴۸			
آموزشی تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ■ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐				

هدف

آشنایی دانشجویان با مبانی سوخت و احتراق و سامانه‌های احتراقی در صنایع شیمیایی

سرفصل درس

- سوخت‌های جامد، مایع و گاز
- بررسی انواع سوخت‌ها و منابع تولید
- ذغال سنگ، سوخت‌های مایع، سوخت‌های گازی، سوخت‌های دارای منبع کشاورزی
- تئوری فرآیند احتراق
- ترمودینامیک احتراق
- محاسبه سریع استوکیومتری احتراق
- بررسی واکنش شیمیایی احتراق
- پیشروی شعله
- روش‌های پایدارسازی شعله
- موازنه انرژی و مواد
- روابط استوکیومتری احتراق
- میزان تئوری هوای مورد نیاز برای احتراق
- محاسبه میزان گازهای حاصل از احتراق
- تاثیر نقطه شبنم
- آنالیز گازهای حاصل از احتراق
- طراحی مشعل‌ها

پژوهشگاه علوم و تحقیقات و فناوری
دبیرخانه شورای برنامه ریزی آموزشی

- مفهوم جرقه زنی، جرقه زنی خود به خودی، دمای جرقه
- اجزاء اصلی مشعل‌های جامد، مایع و گاز سوز
- اصول طراحی انواع مشعل‌ها
- مشعل‌های ریکوپراتیو
- مشعل‌های ریژنراتیو

مراجع

- Samir Sarkar, Fuels & Combustion, ۲nd Edition, Orient Longman, ۱۹۹۰
- Bhatt ,vora Stoichiometry, ۲nd Edition, Tata Mcgraw Hill, ۱۹۸۴
- Blokh AG, Heat Transfer in Steam Boiler Furnace, Hemisphere Publishing Corpn, ۱۹۸۸
- Civil Davies, Calculations in Furnace Technology, Pergamon Press, Oxford, ۱۹۶۶
- Sharma SP, Mohan Chander, Fuels & Combustion, Tata Mcgraw Hill, ۱۹۸۴

دبیرخانه شورای برنامه ریزی آموزش علوم، تحقیقات و فناوری

مهندسی ایمنی و تحلیل ریسک ChEE۴۱۲۰	تعداد واحد ۳	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز
	تعداد ساعت ۴۸	نوع واحد	نظری	
آموزشی تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ■ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐				

هدف

آشنایی دانشجویان با روش‌های پیش بینی تحلیل و کنترل خطر ات در فرایندهای شیمیایی مرتبط با انرژی می‌باشد. در عین حالیکه تحلیل خطر یک موضوع جامع و در برگیرنده اکثر فرایندهای شیمیایی صنعتی و غیر صنعتی است در این درس توجه خاص به فرایندهای شیمیایی مهندسی شیمی که در آن انرژی حرارتی و شیمیایی تولید یا مصرف و یا تبادل می گردد. دانشجویان با گذراندن این درس دیدگاه لازم طراحی و ارزیابی فرایندهای شیمیایی از نقطه نظر ایمنی و به حداقل رساندن خطرات ناشی از آزاد سازی تصادفی انرژی پیدا می کنند.

سرفصل درس

ریسک و مخاطره(HAZID)

- معرفی
- شناسایی خطرات
- ریسک، مدیریت ریسک، آنالیز ریسک، مراحل تصمیم‌گیری در مدیریت ریسک
- روش‌های ارزیابی ریسک
- روش HAZOP ،
- حفاظ‌ها(ETBA)
- مخاطره
- انتخاب روش ارزیابی مخاطرات

تکنیک شناسایی خطر(HAZOP)

- معرفی
- مزایای استفاده از HAZID

شورای برنامه ریزی آموزشی علوم، تحقیقات و فناوری

- انواع تکنیک شناسایی خطر
- تعاریف اصطلاحاتHSE
- ارتباطات برگه گزارش‌کار با موردHSE

شناسایی حوادث بالقوه

- معرفی
- تاریخچهHAZOP
- گسترش تکنیک مطالعه عملیات و خطر
- HAZOP توسعه یافته
- فلسفه گروهی بودنHAZOP
- روشHAZOP
- نقاط قوتHAZOP
- نقاط ضعفHAZOP
- کاربردهایHAZOP
- روش آنالیز(HAZOP)

مروری اجمالی بر تکنیکHAZOP

- جزئیاتHAZOP
- گروهHAZOP

ارزیابی پیامد

مراجع

- Loss Prevention in Process Industries –Hazard Identification Assessment & Control, Frank P. Lee, Reed Educational and Professional Publishing LTD, ۱۹۹۶, ISBN ۰ ۷۵۰۶ ۱۵۴۷ ۸
- Chemical Engineering Design: Principles, Practice and Economics of Plant and Process Design, Gavin Towler and R K Sinnott Elsevier ۲۰۰۸.
- Health Hazard Control in the Chemical Process Industries by Sydney Lypton, John Wiley & Sons, ۱۹۸۷, ISBN ۰-۴۷۱-۸۴۴۷۸-۰
- ۴-Hazop & Hazan: Identifying and Assessing Process Industry Hazards, Fourth Edition, by Trevor A. Kletz, Taylor & Francis, ۱۹۹۹, ISBN ۱-۵۶۰۳۲-۸۵۸-۴

شورای برنامه ریزی آموزشی

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