

۱- مقدمه

امروزه، گسترش مرزهای دانش و روند رو به رشد تحقیقات بین‌رشته‌ای، بر اهمیت درک اصول و روش‌شناسی در رشته‌های مختلف برای دانشجویان در کنار حوزه اصلی تحصیلی ایشان تأکید دارد. ادغام دوره‌های منتخب از رشته‌ها در برنامه درسی دانشجویان نه تنها موجب تقویت مهارت‌های کارآفرینی می‌گردد، بلکه چشم‌انداز موفقیت آنها در بازارهای داخلی و بین‌المللی پس از فارغ‌التحصیلی را گسترش می‌دهد. این دوره‌های تکمیلی، که به عنوان دوره‌های کهد شناخته می‌شوند، برای پذیرش دانشجویان مستعد در سطوح مختلف تحصیلی تحت شرایط خاص طراحی و تنظیم شده‌اند. بسیاری از دانشگاه‌های معتبر در سراسر جهان به دانشجویان اجازه می‌دهند تا دوره‌های آموزشی تخصصی رشته‌های دیگر را همزمان با رشته تحصیلی اولیه خود دنبال نموده، فرصتی را برای کشف رویکردها و مهارت‌های متنوع فراتر از تمرکز اصلی زمینه تخصصی خود فراهم کنند. هدف اصلی ایجاد بستری برای دانشجویان جهت کسب بینش در زمینه‌های مختلف و آشنایی با تخصص‌های بالقوه پس از فارغ‌التحصیلی است. همچنین، این دوره‌ها همکاری میان رشته‌ای را از طریق پروژه‌های تحقیقاتی و عملی مشترک، افزایش مهارت‌های دانشجویان در کار تیمی و مجموعه‌های مهارتی متنوع، تسهیل می‌نمایند. هدف این خط‌مشی، رفع نیاز دانشجویان برای کسب مهارت‌هایی است که قابلیت اشتغال آن‌ها را افزایش می‌دهد و در عین حال به درک هر چه بهتر و بیشتر اهمیت روزافزون زمینه‌های علمی، فنی و پژوهشی میان رشته‌ای در بازار کار امروز کمک می‌نماید. دوره کهد به عنوان یک دوره مکمل کارآمد، به دانشجویان اجازه می‌دهد تا توانایی‌ها، تخصص، کنجکاوی، خلاقیت فکری و مجموعه مهارت‌های متنوع خود را در زمینه‌های مورد علاقه خود به نمایش بگذارند. مهندسی شیمی شاخه‌ای از مهندسی است که از اصول شیمی، فیزیک، زیست‌شناسی، ریاضیات و اقتصاد برای طراحی، توسعه و بهینه‌سازی فرآیندها و سیستم‌هایی که شامل تولید، تبدیل، و بهره‌گیری از مواد شیمیایی و فرم‌های مختلف انرژی می‌گردند، استفاده می‌نماید. مهندسان شیمی در زمینه‌های مختلف مرتبط با طیف وسیعی از صنایع از جمله پتروشیمی، داروسازی، صنایع غذایی و آشامیدنی، سامانه‌های انرژی، حفاظت از محیط زیست

و همچنین سنتز و تولید صنعتی مواد شیمیایی فعالیت دارند. آنها در مراحل مختلف تولید از طراحی و توسعه مفهومی گرفته تا بهره برداری، بهینه سازی و افزایش مقیاس فرآیندها اشتغال دارند. به طور کلی، مهندسی شیمی یک زمینه متنوع و میان رشته‌ای است که نقش مهمی در پرداختن به چالش‌های جهانی مربوط به انرژی، پایداری زیست‌محیطی، مراقبت‌های بهداشتی و تولید مواد طبیعی و شیمیایی مورد نیاز ایفا می‌کند. لذا، اجرای دوره کهد رشته مهندسی شیمی ویژه دانشجویان کارشناسی مهندسی و علوم پایه می‌تواند موجب تقویت دانش، مهارت و توانمندی فارغ‌التحصیلان شده و نهایتاً منجر به گسترش فعالیت‌های آموزشی و پژوهشی بین رشته‌ای گردد. دانشجویان با ادغام دوره آموزشی کهد مهندسی شیمی در برنامه درسی خود، مجموعه مهارت‌های خود را گسترش داده، و نتیجتاً فرصت‌های شغلی بالقوه بیشتری در پیش رو خواهند داشت. همچنین احتمال استخدام خود را افزایش داده و نهایتاً سهم خود را در نیازهای در حال تحول صنعت تقویت خواهند نمود. پیشنهاد دوره کهد مهندسی شیمی مبتنی بر شناخت پیوستگی در حال گسترش رشته‌های علمی و نیاز دانشجویان به داشتن مهارت‌های چند رشته‌ای و بین‌رشته‌ای برای پیشرفت در چشم‌انداز حرفه‌ای پویای امروز جهان است.

۲- هدف دوره

هدف این دوره ارائه یک فهم جامع از اصول، روش‌ها و تکنیک‌های مهندسی شیمی برای دانشجویان رشته‌های مهندسی و علوم پایه است. این دوره دانشجویان را با دانش و مهارت بین رشته‌ای مورد نیاز برای حل مسائل در صنعت و افزایش قابلیت استخدام آنان در بازار کار رقابتی حمایت می‌کند.

۳- شرایط و ضوابط دوره کهد مهندسی شیمی

دوره کهد مهندسی شیمی به عنوان یک دوره آموزشی اختیاری است که بر اساس قوانین و مقررات دوره کهد دانشگاه شیراز اجرا می‌گردد.

۴- تعداد و نوع واحدهای درسی

برنامه‌ی درسی پیشنهادی شامل ۲۴ واحد درسی پایه‌ای و تخصصی در مهندسی شیمی می‌باشد.

۵- واحدهای درسی دوره کهد مهندسی شیمی

تعداد واحدهای دوره کهد در دوره کارشناسی شامل ۲ واحد پیش نیاز جهت ورود به دوره کهد و ۲۴ واحد موثر در معدل می‌باشد. محتوای دوره پیشنهادی در بردارنده مبانی، اصول و شیوه‌های مهندسی شیمی بوده و شامل مباحث ویژه ای در زمینه های زیر است:

توضیحات	پیش نیاز	نیمسال ارائه	تعداد واحد	عنوان درس*	
					۱
					۲
					۱-۳
					۲-۳
					۴
					۵
					۶
					۷
					۱-۸

	پدیده‌های انتقال یا مکانیک سیالات	هفتم یا هشتم	۳	مقدمه رئولوژی و شکل‌دهی پلیمرها	۲-۸
نیاز به آشنایی مقدماتی با مبانی شیمی آلی مهندسی شیمی	-			مبانی مهندسی پلیمر	
-	پدیده‌های انتقال یا انتقال حرارت			مهندسی احتراق	
-	پدیده‌های انتقال یا انتقال جرم سینتیک و طراحی راکتور			مهندسی محیط زیست	
-	پدیده‌های انتقال یا مکانیک سیالات			مکانیک سیالات دو فازی	
	سینتیک و طراحی راکتور			کاتالیزورهای صنعتی	
-	عملیات واحد مهندسی شیمی			تصفیه آب و فاضلاب	

* سرفصل دروس بطور کامل در پیوست آورده شده است.

تبصره ۱: دانشجویان متقاضی دوره کهاد در ابتدا درس ۲ واحدی "مقدمه‌ای بر مهندسی شیمی" (ردیف ۱) را به عنوان پیش نیاز ورود به دوره کهاد گذرانده و در صورت کسب نمره قابل قبول و احراز شرایط ورود به دوره کهاد بر اساس آیین نامه قوانین و مقررات دوره کهاد معاونت آموزشی و تحصیلات تکمیلی دانشگاه شیراز می‌توانند در دوره کهاد مهندسی شیمی ثبت نام کنند.

تبصره ۲: اخذ درس "انتقال جرم" (ردیف ۳-۲) برای دانشجویانی امکان پذیر است که دروس "مکانیک سیالات" و "انتقال حرارت" را در رشته‌ی مادر گذرانده باشند.

تبصره ۳: در صورت عدم ارائه‌ی درس "مکانیک سیالات" در رشته‌ی مادر، دانشجویان می‌بایست درس "پدیده‌های انتقال" (ردیف ۳-۱) را در دوره‌ی کهاد مهندسی شیمی اخذ نمایند.

تبصره ۴: در صورت ارائه‌ی درس "مکانیک سیالات" و عدم ارائه‌ی درس "انتقال حرارت" در رشته‌ی مادر، دانشجویان می‌توانند درس "انتقال حرارت" را در دوره‌ی کهاد مهندسی شیمی به جای یکی از دروس تخصصی-انتخابی ردیف ۸-۲ گذرانده و سپس، می‌توانند درس "انتقال جرم" (ردیف ۳-۲) را اخذ نمایند.

تبصره ۴: از میان دروس تخصصی-انتخابی ردیف ۸-۱ می‌بایست حداقل یک مورد اخذ گردد.

تبصره ۵: اخذ هر مورد از دروس تخصصی-انتخابی ردیف ۸-۲ در صورت گذراندن دروسی در رشته‌ی مادر با تشابه بیش از ۵۰٪ امکانپذیر نخواهد بود.

۶- استاد مشاور دوره کهاد مهندسی شیمی

برای راهنمایی و هدایت تحصیلی دانشجویان در دوره کهاد مهندسی شیمی، در هر سال تحصیلی یکی از اعضای هیات علمی به عنوان استاد مشاور کهاد توسط شورای گروه آموزشی انتخاب خواهد شد. استاد مشاور کلیه وظایف مندرج در آیین‌نامه استاد مشاور را بر عهده خواهد داشت.

پیوست

درس	سرفصل مطالب
مقدمه‌ای بر مهندسی شیمی	<ul style="list-style-type: none"> • تعریف مهندسی شیمی و جایگاه آن • تجهیزات فرآیندهای جداسازی: استخراج، تقطیر، جذب، خشک کن، تبخیر، فیلتراسیون، تبلور • تجهیزات فرآیندهای تبادل: مبدل‌های حرارتی، کوره، جوش آور • دستگاه‌های انتقال و نگهداری مواد شیمیایی: پمپ‌ها، مخازن • راکتورهای شیمیایی • کاربرد کامپیوتر در مهندسی شیمی • نمادهای گرافیکی در صنایع وابسته به مهندسی شیمی • روش گزارش‌نویسی
موازنه انرژی و مواد	<ul style="list-style-type: none"> • مقدمه‌ای بر محاسبات مهندسی شامل واحدها و دیمانسیون‌ها - تبدیل واحدها • تعریف فرآیند و متغیرهای فرآیندی (جرم و حجم - تغییر جریان با زمان) • اصول موازنه مواد برای سیستم‌های مختلف شامل سیستم‌های شامل جریان بازگشتی و چند مرحله‌ای • حالت‌های ماده و معادله حالت گاز ایده آل • موازنه انرژی سیستم‌های باز و بسته - موازنه انرژی همراه با واکنش‌های شیمیایی
پدیده‌های انتقال (انتقال جرم، حرارت و مومنتوم)	<ul style="list-style-type: none"> • مقدمه‌ای بر مفاهیم و مکانیزم‌های انتقال جرم، حرارت و مومنتوم • معادلات جرم، حرارت و مومنتوم از طریق معادلات بیلان کل (The General Property Balance, GPB) • معادلات دیفرانسیل جرم، حرارت و مومنتوم، از طریق المان‌گیری • معادلات بیلان جرم به فرم دیفرانسیلی و کنترل ولیومی • جریان سیال ویسکوز یک بعدی و دو بعدی در داخل کانال‌ها در حالت آرام و درهم • انتقال حرارت و جرم در سیستم‌های یک بعدی و دو بعدی • لایه مرزی مومنتومی، حرارتی و جرمی (بررسی مکانیزم‌های کنوکسیون لایه مرزی) • آنالیز ابعادی سیستم‌های جرم، حرارت و مومنتوم • مروری بر انتقال بین فازی در سیستم‌های ایزوترمال • بررسی بیلان ماکروسکوپی در سیستم‌های مومنتومی ایزوترمال • مروری بر انتقال حرارت بین فازی در سیستم‌های غیر ایزوترمال (حرارتی) • بررسی بیلان ماکروسکوپی سیستم‌های حرارتی غیر ایزوترمال

<ul style="list-style-type: none"> • مروری بر انتقال بین فازی در مخلوطی سیستم‌های غیر ایزوترمال • بررسی بیلان ماکروسکوپی بر سیستم‌های چند جزئی • انجام پروژه‌های دانشجویی با استفاده از کامپیوتر: • طراحی کامپیوتر دستگاه‌های انتقال جرم (برج تقطیر، جذب، عریان کننده، بسترهای ثابت و بسترهای سیال شده) • طراحی کامپیوتری سیستم‌های هیدرولیکی شبکه عمق و خطوط لوله • طراحی انواع کامپیوتری انواع فیلترها و غشاها و پیل‌های سوختی • طراحی دستگاه‌های انتقال همزمان جرم، حرارت و مومنتوم (برج‌های خنک‌کن، خشک‌کن و ...) • مدلسازی انرژی‌های تجدید پذیر و سبز (باد، خورشید و امواج) • طراحی کامپیوتری سیستم‌های جداکننده (سیکلون‌ها و سانتریفیوژ) • طراحی کامپیوتری سیستم‌های انتقال سیالات تراکم پذیر (انواع کمپرسورها، دمنده‌ها و هواکش‌ها) 	
	<p>انتقال جرم</p>
<ul style="list-style-type: none"> • مقدمه‌ای بر انتقال جرم • مکانیزم‌های انتقال جرم • نفوذ مولکولی و قوانین فیک • انتقال جرم به روش جابجایی • انتقال جرم بین فازها • تجهیزات تماس دهنده گاز مایع • عملیات واحد جذب گازی 	<p>انتقال حرارت</p>

<ul style="list-style-type: none"> • جابجایی اجباری، تعیین معادلات مربوطه، روابط تجربی و کاربرد آن‌ها • جابجایی آزاد، تعیین معادلات مربوطه، روابط تجربی و کاربرد آن‌ها، انتقال حرارت در مخازن همزده، انتقال حرارت در جریان متعامد روی سطوح 	
<ul style="list-style-type: none"> • انتقال حرارت همراه با تغییر فاز، جوش و تبخیر میعان فیلمی • انتقال حرارت تشعشعی، خواص تشعشع حرارتی، جسم سیاه، جسم خاکستری انتقال حرارت تشعشعی و روابط آن در بین اجسام، تشعشع در گازها و غیره • ترکیب انتقال حرارت هدایتی، کنوکسیون، تشعشع و کاربرد آن‌ها • مبدل‌های حرارتی، انواع و اقسام مبدل‌های حرارتی و دسته بندی آن‌ها، محاسبات مربوط به مبدل‌های حرارتی، مختصری از طراحی هیدرومکانیکی مبدل‌های حرارتی، انتخاب مبدل‌ها 	
<ul style="list-style-type: none"> • تعاریف پایه ای شامل حالت یک سیستم و متغیرهای حالت • کار و گرما و آثار آن بر روی سیستم و محیط • قانون اول ترمودینامیک برای سیستم‌های پایدار و ناپایدار (در حالت‌های بسته و باز) • کاربرد قانون اول برای سیستم‌های بسته و باز • معادلات حالت برای گازهای غیرایده‌آل • خواص ترمودینامیکی سیالات خالص و مخلوط • قوانین دوم و سوم ترمودینامیک (کاربرد آن‌ها برای فرایندها) • سیکل‌های توان و تبرید • محاسبه و کاربرد خواص باقی‌مانده برای آنالیز ترمودینامیکی سیستم‌های غیر ایده‌آل • استفاده از موازنه‌های ترکیبی انرژی و آنالیز برای فرایندهای جریان دار 	<p>ترمودینامیک مهندسی شیمی</p>
<ul style="list-style-type: none"> • تعادلات فازی سیستم‌های حاوی اجزای خالص • تعریف پتانسیل شیمیایی • تعادلات فازی سیستم‌های چند جزئی • خواص مولی جزئی و محاسبه آن • فوگاسیته اجزای خالص و مخلوط • فوگاسیته مایع و جامد • ضرایب فعالیت و مدل‌های غیر ایده‌آل (مدل‌های بر مبنای انرژی آزاد گیبس) • محاسبات تعادلات فازی (سیستم‌های بخار مایع) • سیستم‌های جداسازی (مایع - مایع و جامد-مایع) • خواص کولیگانو و محاسبه آنها • تعادلات شیمیایی 	

<ul style="list-style-type: none"> • مقدمه‌ای بر فرآیندهای جداسازی • عملیات واحد تقطیر شامل نمودار تعادلی، نمودار آنتالپی، غلظت، تقطیر تعادلی دو جزئی و چند جزئی، تقطیر دیفرانسیلی دو جزئی و چند جزئی، تقطیر مداوم مخلوط - های دو جزئی، محاسبات برج‌های تقطیر مداوم با روش مک کیب تیل و روش پانچون ساواریت • عملیات واحد تبخیر شامل اصول عملیات واحد تبخیر، محاسبات تبخیر تک مرحله‌ای و چند مرحله‌ای، انتخاب تبخیرکننده • عملیات واحد استخراج مایع شامل نمودارهای مثلثی، اصول عملیات واحد استخراج، انتخاب حلال، عملیات استخراج تک مرحله‌ای، عملیات استخراج چند مرحله‌ای با جریان متقاطع، عملیات استخراج چند مرحله‌ای با جریان غیر همسو • عملیات واحد استخراج از جامد شامل اصول عملیات واحد استخراج از جامد، عملیات تک مرحله‌ای، عملیات چند مرحله‌ای با جریان متقاطع، عملیات چند مرحله‌ای با جریان غیر همسو 	<p>عملیات واحد مهندسی شیمی</p>
<ul style="list-style-type: none"> • عملیات واحدهای جذب سطحی شامل اصول عملیات واحد جذب سطحی جاذب‌ها، ایزوترم‌های جذب، عملیات جذب تک مرحله‌ای، عملیات جذب چند مرحله‌ای با جریان متقاطع، عملیات جذب چند مرحله‌ای با جریان غیر همسو • عملیات واحد رطوبت‌زنی و رطوبت‌زدائی شامل نمودار رطوبت‌سنجی، برج‌های خنک کننده، محاسبات و طراحی برج‌های خنک کننده، عملیات واحد خشک‌کردن، اصول عملیات واحد خشک‌کردن، انتقال حرارت در خشک‌کن‌ها، انتقال جرم در خشک‌کن‌ها، سرعت خشک‌کردن، عملیات خشک‌کردن با جریان عرضی، عملیات خشک‌کردن با جریان سراسری، انواع دستگاه خشک‌کن • عملیات واحد کریستالیزاسیون شامل اصول عملیات واحد کریستالیزاسیون، محاسبات کریستالیزاسیون • عملیات واحد فیلتراسیون شامل اصول فیلتراسیون انواع دستگاه‌ها 	
<ul style="list-style-type: none"> • آشنایی مقدماتی با انواع راکتورهای صنعتی • معادله کلی بیلان مولی برای راکتور • معرفی راکتورهای ایده‌آل، ناپیوسته به هم خورده جریان پیوسته لوله ای و بستر ثابت • معادلات طراحی راکتور بر اساس تعریف و میزان تبدیل برای واکنش‌های منفرد • طراحی سیستم‌های راکتوری مجتمع 	<p>سینتیک و طراحی راکتور</p>

<ul style="list-style-type: none"> • مفاهیم زمان فضایی، سرعت فضایی و زمان اقامت • انواع واکنش‌های شیمیایی، استوکیومتری، قانون سرعت • بررسی واکنش‌های چندگانه اعم از سری موازی، مستقل و پیچیده • بهینه‌سازی محصول در واکنش‌های چندگانه • روش‌های تئوری و تجربی تعیین مکانیسم و سینتیک واکنش‌ها و آنالیز داده‌ها • اثرات دما و فشار، طراحی راکتور در حالت غیر همدم • سینتیک و طراحی راکتور واکنش‌هایی که با دخالت کاتالیزور انجام می‌شوند • تاثیر رفتار غیر ایده‌آل جریان در طراحی راکتورهای شیمیایی 	
<ul style="list-style-type: none"> • تشکیل و اکتشاف نفت، حفاری نفت و فرآیند میدان • اجزاء نفت، تست‌ها و استانداردها • پیش‌بینی خواص اجزاء نفت • پالایشگاه‌های نفت • تقطیر اتمسفریک و خلاء • ریفرمینگ کاتالیستی • تولید روغن‌های روان‌کننده • فرآیندهای جانبی • فرآیندهای گاز طبیعی 	<p>فرآیندهای پالایش</p>
<p>معرفی صنعت پتروشیمی و اهمیت آن</p> <p>معرفی محصولات مختلف و کاربرد آن‌ها</p> <p>تاریخچه صنعت پتروشیمی در ایران و جهان</p> <p>مرور مهمترین عملیات فیزیکی و شیمیایی در صنعت پتروشیمی</p> <p>بررسی واحدهای متداول صنعت پتروشیمی</p> <ul style="list-style-type: none"> • واحد گوگردزایی با هیدروژن • واحد کرکینگ • واحد جداسازی CO₂ • واحد جداسازی CO • واحد آمونیاک • واحد اوره • واحد نیتریک اسید • واحد نیترات آمونیوم • واحد شیرین‌سازی 	<p>فرآیندهای پتروشیمی</p>

<ul style="list-style-type: none"> • واحد باز یافت سولفور • واحد سولفوریک اسید • واحد فسفریک اسید • واحد دی آمونیوم فسفات 	
<ul style="list-style-type: none"> • تاریخچه صنعت گاز در ایران • آشنایی با گاز طبیعی • شیرین سازی گاز طبیعی از مواد زائد • تولید گوگرد • آگیری (خشک کردن) گاز طبیعی • پالایش گازها و تراکم در دمای پایین • جداسازی هیدروکربن های سنگین از گاز با روشهای مختلف • فرایندهای تثبیت میعانات گازی • جداسازی مرکاپتان ها از گاز طبیعی 	<p>فرایندهای گاز</p>
<ul style="list-style-type: none"> • مقدمه ای بر رئولوژی • سیالات غیرنیوتنی و مدلهای حاکم بر آنها • پدیده های انتقال • ویسکوالاستیسیته • رئومتری • شکل دهی پلیمرها • مدلسازی فرآیندها 	<p>مقدمه رئولوژی و شکل دهی پلیمرها</p>
<ul style="list-style-type: none"> • تعریف پلیمر • طبقه بندی واکنش های پلیمریزاسیون (پلیمریزاسیون افزودنی و تراکمی) • پلیمریزاسیون افزودنی شامل پلیمریزاسیون رادیکالی آزاد، پلیمریزاسیون یونی کاتیونی و آنیونی و پلیمریزاسیون کوردیناسیونی • مراحل مختلف واکنش های پلیمریزاسیون شامل مراحل شروع، رشد و اختتام • انواع مکانیزم های شروع در واکنش های پلیمریزاسیون شامل حرارتی، شیمیایی، فتوشیمیایی و تشعشعی • مکانیزم های رشد در واکنش های پلیمریزاسیون شامل نظم فضایی و واکنش های انتقال • پلیمریزاسیون مرحله ای با حذف ملکول، بدون حذف مولکول و حلقه گشا • کوپلیمریزاسیون 	<p>مبانی مهندسی پلیمر</p>

<ul style="list-style-type: none"> • مهندسی پلیمریزاسیون شامل پلیمریزاسیون‌های توده ای، محلولی، تعلیقی و امولسیون • اندازه‌گیری جرم و توزیع جرم ملکولی پلیمرها • مورفولوژی پلیمرها شامل ساختار کریستال و آمورف • حالت فیزیکی پلیمرها و انتقال فازها • بررسی عوامل مختلف بر روی مقدار درجه حرارت انتقال شیشه‌ای در پلیمرها • رفتارهای مکانیکی در پلیمرها • رفتار ویسکوالاستیک در پلیمرها • مهندسی پلاستیک‌ها 	
<ul style="list-style-type: none"> • مرور ترموشیمی و ترمودینامیک احتراقی • احتراق و شعله و انواع آن و ساختار شعله • محاسبات مربوط به تعیین درجه حرارت شعله • بررسی محدوده‌های احتراقی برای سوخت‌های دوگانه • بررسی پارامترهای مختلف بر روی سرعت شعله • متدهای مختلف جهت کم کردن انتشار دی اکسید کربن در فرایندهای احتراقی • مکانیزم سوخت هیدروکربن‌ها و مدل‌سازی آن‌ها • HSE, NOX, CCS 	<p>مهندسی احتراق</p>
<ul style="list-style-type: none"> • معرفی قوانین و اصول بقاء انرژی و جرم و اصول حاکم بر پدیده‌های انتقال حرارت و انتقال جرم و کاربرد آنها در مسائل محیط زیستی • آشنایی با وضعیت و چگونگی محیط زیست و استانداردهای موجود جهت محیط زیست سالم و عوامل آلوده‌کننده آن • معرفی معضلات مهم محیط زیست مانند نزول باران‌های اسیدی، گازهای گلخانه‌ای و گرم شدن کره زمین، تخریب لایه اوزون و ... • معرفی آب و خصوصیات مختلف آن و عوامل مهم ایجاد آلودگی آب • ارائه روش‌های مختلف تصفیه آب و پساب به روش فیزیکی، شیمیایی و بیوشیمیایی • آشنایی با هوا و خصوصیات مختلف آن و عوامل آلوده‌کننده هوا • ارائه روش‌های مختلف تصفیه هوا از گازهای آلوده 	<p>مهندسی محیط زیست</p>
<ul style="list-style-type: none"> • اساس جریان دوفازی: مقدمه، معادله انرژی، ارزیابی تلفات اصطکاکی، جریان آرام و جریان درهم، تعاریف مربوط به متغیرهای جریان دوفازی، معادله گرادیان فشار جریان دوفازی، نمونه‌های جریان دوفازی 	<p>مکانیک سیالات دوفازی</p>

<ul style="list-style-type: none"> • روابط مربوط به خواص سیال: نسبت گاز، مایع و روابط مربوطه، ضریب تراکم، حلالیت گاز طبیعی در آب، ضریب تراکم آب، چگالی و دانسیته و روابط مربوطه و اثر ناخالصی - های غیر هیدروکربورها بر آنها، ویسکوزیته مایعات و گازها و تنش سطحی • جریان عمومی: مقدمه، طبقه بندی روابط a, b و c، Flow Regime، معادلات مربوط به طبقه بندی a، معادلات مربوط به طبقه بندی b، معادلات مربوط به طبقه بندی c، متد پیش بینی افت فشار، جریان در استوانه درجه ای، جریان سه فازی (گاز - oil - آب) 	
<ul style="list-style-type: none"> • انتخاب پذیری - فعالیت - پایداری • قابلیت بازیابی • بازدارنده ها • کاتالیزور همگن - کاتالیزور ناهمگن • مراحل کاتالیز ناهمگن - انتشار واکنش دهنده ها و محصولات • جذب فیزیکی - جذب شیمیایی - سینتیک شیمیایی و فیزیکی • ریزحفره ها، میکروسینتیک و ماکروسینتیک • ویژگیهای کاتالیزورها: مورفولوژی کاتالیزور - شکل و اندازه - افت فشار در بستر - استحکام مکانیکی - ویژگیهای حرارتی کاتالیزورها - قابلیت تکرار پذیری • کاتالیزورهای توده ای و آمیخته شده • کاتالیزورهای نفوذی روی حامل های موجود 	<p>کاتالیزورهای صنعتی</p>
<ul style="list-style-type: none"> • انواع منابع آب • انواع ناخالصی های آب • لزوم تصفیه آب و روش های آن • تصفیه فیزیکی و مقدماتی شامل صافی ها، انعقاد و ته نشینی، تصفیه شیمیایی و حذف مواد محلول (رسوب دادن شیمیایی، یون زدایی و الکترو دیالیز و اسمز معکوس) • شرایط آب دیگ های بخار و تهیه آن و ضد عفونی کردن • تعریف فاضلاب • انواع آلودگی ها و منابع آن • لزوم تصفیه فاضلاب و روش های آن • تصفیه نوع اول - فیزیکی شامل صافی ها - انعقاد و شناور سازی • تصفیه نوع دوم - تصفیه بیولوژیکی: صافی های چکنده، دیسک های گردان، لجن فعال، لاگون هوازی و بی هوازی • تصفیه لجن شامل تغلیظ، هضم و آگیری 	<p>تصفیه آب و فاضلاب</p>

<ul style="list-style-type: none"> • فرآیند برج تقطیر سینی دار شامل راه اندازی برج ، نمونه گیری از دو سینی متوالی و محاسبه راندمان سینی در حالت برگشت کامل • فرآیند برج تقطیر آکنده شامل راه اندازی برج، اندازه گیری غلظت یک فاز در ابتدا و انتهای برج و مقایسه نتیجه با محاسبات نظری، محصول گرفتن از یک برج تقطیر و بررسی تغییرات سیستم بر حسب زمان، بیلان انرژی و مواد برای برجها. • فرآیند استخراج مایع از مایع شامل جدا کردن یک مخلوط دو جزئی مایع در یک سیستم چند مرحله ای ناپیوسته توسط یک حلال، اندازه گیری غلظت های دو فاز در مراحل مختلف و مقایسه نتایج بدست آمده با محاسبات نظری • فرآیند استخراج مایع از جامد شامل آزمایش استخراج یک عنصر از فاز جامد توسط یک حلال (مثلاً روغن کشی از دانه های جامد روغنی)، اندازه گیری غلظت ها و مقایسه با محاسبات نظری، آزمایش ته نشینی یک مخلوط مایع جامد و اندازه گیری غلظت ها بر حسب زمان و مقایسه با روابط نظری • فرآیند جذب شامل راه اندازی یک برج جذب آکنده، اندازه گیری مختلف دو فاز مایع و بخار در نقاط مختلف برج (در صورت امکان) و یا در دو سر برج و مقایسه آن با نتایج نظری، اندازه گیری مشخصه های مواد پر کننده برج (سطح مخصوص، درصد فضای خالی)، اندازه گیری تغییرات برج با افزایش دبی حلال • فرآیند برج خنک کننده • فرآیند خشک کن دوار 	<p>آزمایشگاه عملیات واحد</p>
---	------------------------------