

آزمون ۱

| ردیف | نام درس | مباحث (مهندسی شیمی) |
|------|--------------------|--|
| ۱ | زبان عمومی و تخصصی | اسم و انواع آن، قیود و کلمات ربط، قیود کمی (very-enough-too-such-so)، لغت، واژگان تخصصی (درک مطلب) |
| ۲ | انتقال حرارت | انتقال حرارت هدایتی (قانون فوریه - خواص گرمایی ماده - معادله هدایت حرارتی - معادله هدایت حرارتی در حالت یک بعدی - شرایط مرزی و اولیه) - انتقال حرارت هدایتی یک بعدی (انتقال حرارت یک بعدی، پایا و بدون منبع حرارتی داخلی - مقاومت حرارتی - ضریب انتقال حرارت کلی - روش حل مسائل یک بعدی، پایا و بدون منبع حرارتی داخلی - سیستم‌های مرکب - انتقال حرارت یک بعدی، پایا و با منبع حرارتی داخلی - روش حل مسائل یک بعدی، پایا و با منبع حرارتی داخلی - انتقال حرارت یک بعدی گذرا (ناپایا) - عایق بندی - شعاع بحرانی عایق) - پرده‌ها (فین‌ها) (توزیع دما در پرده‌ها - کارایی پرده - راندمان پرده - طول تصحیح شده) |
| ۳ | ترمودینامیک | مفاهیم بنیادی ترمودینامیک (سیستم ترمودینامیکی - خاصیت - حالت یک سیستم - تعادل یک سیستم - فرآیند و انواع آن - توابع ترمودینامیکی - انرژی - آنتالپی - قانون صفرم ترمودینامیک - گاز ایده آل - گرمای ویژه - ماده تراکم‌ناپذیر) - قانون اول ترمودینامیک (بیان قانون اول ترمودینامیک برای سیستم‌های بسته - قانون اول ترمودینامیک در فرآیندهای چرخه‌ای - گرماهای ویژه: رابطه بین تغییر دما و گرما - قانون اول ترمودینامیک برحسب آنتالپی - مثال‌هایی از کاربرد قانون اول در سیستم‌های بسته - قانون اول ترمودینامیک برای یک سیستم باز - مثال‌هایی از کاربرد قانون اول در سیستم باز - فرآیند برگشت پذیر - محاسبه کار در فرآیندهای برگشت پذیر گاز ایده آل - کاربرد قانون اول ترمودینامیک (در فرآیندهای جریان) در تجهیزات مهندسی - محاسبات کمپرسورها) - قانون دوم ترمودینامیک (بیان قانون دوم ترمودینامیک - محاسبه تغییرات آنتروپی برای چند فرآیند پایه‌ای - موتور حرارتی یا ماشین گرمایی - ماشین گرمایی کارنو - یخچال یا سیکل تبرید - یخچال کارنو - پمپ حرارتی - پمپ حرارتی کارنو - تولید آنتروپی - ترکیب قانون اول و دوم ترمودینامیک - روابط چهارگانه ماکسول - نمودارهای T-S گازها - تغییرات آنتروپی مایعات و جامدات - قانون دوم ترمودینامیک برای سیستم‌های بسته - قانون دوم ترمودینامیک برای سیستم‌های باز - کار برگشت پذیر و برگشت‌ناپذیر - بازگشت‌ناپذیری - قابلیت کاردهی - قانون سوم ترمودینامیک) |
| ۴ | سیالات | کلیات (کلیات - مقایسه جامدات و سیالات - قانون لزجت نیوتن - سیالات غیرنیوتنی - تراکم‌پذیری مایعات - کشش سطحی - محاسبه ارتفاع مویستگی در لوله‌ها - انواع کمیت‌ها - انواع نیروها - تنش در یک نقطه از سیال ساکن و جریان غیر لزج - خواص تنش) - استاتیک سیالات (استاتیک سیالات - فشار - تغییرات فشار در سیال ساکن غیرقابل تراکم - تغییرات فشار با ارتفاع برای سیال ساکن قابل تراکم - اثرات نیروی سطحی روی سیال مجبوس و ساکن - نیروی هیدرواستاتیک وارده به سطوح مسطح غوطه‌ور در سیال غیرقابل تراکم - نیروی هیدرواستاتیک وارده بر سطوح مسطح افقی - منشور فشار - نیروی هیدرواستاتیک وارده بر سطوح منحنی غوطه‌ور - تنش کششی در لوله و پوسته کروی - قوانین شناوری - حالت‌های مختلف شناوری - معیار پایداری اجسام غوطه‌ور - نقطه متاستریک و ارتفاع متاستریک - معیار پایداری اجسام شناور) - مفاهیم جریان سیال و معادلات بنیادی (تعاریف اولیه - جریان دائمی و غیردائمی (پایدار و ناپایدار) - خط جریان - مسیر جریان (خط مسیر) - لوله جریان - جریان یکنواخت و غیریکنواخت - جریان تراکم‌پذیر و تراکم‌ناپذیر - کاربرد روش میدان - شتاب یک ذره جریان - جریان چرخشی و غیرچرخشی - قوانین اصلی و فرعی برای محیط پیوسته - رابطه بین روش سیستم و روش حجم کنترل - جریان یک بعدی - قوانین اصلی برای سیستم‌ها و حجم کنترل‌های محدود - قانون دوم نیوتن (معادله ممتوم) - برخورد فواره‌ها (جت‌ها) و نیروی رانش مربوطه - جت برخوردی بر صفحه تخت شیب‌دار ساکن - در امتداد عمود بر صفحه - در امتداد موازی صفحه - جت برخوردی و به طور مماسی بر پرده ساکن - معادله لنگر ممتوم - کاربرد معادله ممتوم و لنگر ممتوم در مورد پمپ و توربین - چرخه آبی پلنون - قانون اول ترمودینامیک (قانون بقا انرژی) - معادله برنولی - کاربرد معادله برنولی برای جریان غیرچرخشی - لوله بیتوت - تعیین دبی خروجی واقعی از یک مخزن بزرگ - قانون دوم ترمودینامیک) |

| | | |
|--|---------------------------------|----------|
| <p>تبدیل لاپلاس (تعریف تبدیل لاپلاس - تبدیل معکوس لاپلاس - تبدیل لاپلاس مشتق‌ها - تبدیلات توابع ساده - تابع پله‌ای - تابع ضربانی - تابع نمایی - تابع سینوسی و کسینوسی - تابع خطی - مجموعه‌ای از قضایای مهم و کاربردی - قضیه مقدار نهایی - قضیه مقدار اولیه - قضیه انتقال تبدیل - قضیه انتقال تابع - قضیه اول تبدیل انتگرال - قضیه دوم تبدیل انتگرال - انتگرال کانولوشن (پیچش)) - سیستم‌های درجه اول و دوم فرآیندهای شیمیایی (بررسی سیستم‌های درجه اول - بررسی رفتار سیستم درجه اول به توابع محرک - تابع محرک پله‌ای و پاسخ سیستم - تابع محرک ضربان ایده‌آل و پاسخ سیستم - تابع محرک سینوسی و پاسخ سیستم - تبدیل تابع غیر خطی به تابع خطی - بررسی سیستم‌های درجه اول متوالی - تعیین تابع انتقال سیستم غیر تداخلي - تعیین تابع انتقال سیستم تداخلي - مقایسه دو سیستم تداخلي و غیر تداخلي)</p> | <p>کنترل فرآیند</p> | <p>۵</p> |
| <p>انتقال جرم؛ عملیات انتقال جرم (روش‌های مکانیکی - تقسیم‌بندی عملیات انتقال جرم - عملیات مستقیم و غیرمستقیم) - نفوذ مولکولی (تعاریف و مفاهیم - قانون اول فیک - معادله پیوستگی - قانون دوم فیک - نفوذ مولکولی در حالت پایا در سیالات در حال سکون و در جریان آرام و در یک جهت - ضریب نفوذ در گازها - ضریب نفوذ در مایعات - اعداد بدون بعد)</p> <p>عملیات واحد؛ عملیات انتقال جرم (تعدادات بخار - مایع - روش‌های تقطیر - طراحی برج - روش مک کیب - تیل - روش پانچون - ساواریت - دستگاه‌های مورد استفاده در فرآیند استخراج)</p> | <p>انتقال جرم و عملیات واحد</p> | <p>۶</p> |
| <p>مفاهیم پایه و سنتیک واکنش‌های همگن (طبقه بندی واکنش‌های شیمیایی - جمله‌ی تابع غلظت در معادله‌ی سرعت - واکنش منفرد - واکنش چند گانه - ثابت سرعت واکنش - جمله‌ی وابسته به دما در معادله‌ی سرعت یک واکنش - مقایسه میان نظریه‌های موجود و قانون آرنیوس) - تفسیر نتایج حاصل از انجام واکنش‌های شیمیایی درون راکتورهای ناپیوسته راکتور (ناپیوسته با حجم ثابت - روش‌های تفسیر اطلاعات سینتیکی حاصل از آزمایشات تجربی - میزان تبدیل - تجزیه و تحلیل برخی واکنش‌ها از روش انتگرالی - واکنش‌های درجه‌ی اول و تک مولکولی برگشت ناپذیر - واکنش‌های درجه‌ی دوم و دو مولکولی برگشت ناپذیر - واکنش‌های درجه‌ی سوم، سه مولکولی، برگشت ناپذیر - معادلات سرعت برای واکنش‌های از درجه‌ی n در حالت کلی - واکنش‌های از درجه‌ی صفر - واکنش‌های کاتالیستی همگن - واکنش‌های اتوکاتالیستی - واکنش‌های با درجات انتقالی - واکنش‌های برگشت پذیر از درجه‌ی اول - واکنش‌های برگشت پذیر از درجه دوم)</p> | <p>راکتور</p> | <p>۷</p> |
| <p>مدل سازی ریاضی و فرمولاسیون (دستگاه‌های مختصات - حجم کنترل - قوانین بقا - قوانین انتقال) - معادلات دیفرانسیل معمولی (تعاریف - تشکیل معادله دیفرانسیل - مسیرهای قائم - جواب معادله دیفرانسیل) - معادلات دیفرانسیل مرتبه اول (معادلات تفکیک پذیر (جدا شدنی) - معادلات همگن - معادلات کامل - معادلات دیفرانسیل خطی مرتبه اول - معادلات مرتبه اول که نسبت به مشتق حل نشده‌اند - معادلات قابل تبدیل به معادله دیفرانسیل خطی) - معادلات دیفرانسیل مرتبه دوم و بالاتر (قضایا و تعاریف - معادلات دیفرانسیل خطی با ضرایب ثابت - معادلات دیفرانسیل خطی با ضرایب متغیر - حل معادلات دیفرانسیل با استفاده از سری‌ها - تعیین نقاط عادی و غیر عادی (منفرد) معادله دیفرانسیل - حل معادله دیفرانسیل مرتبه دو حول یک نقطه عادی - حل معادله دیفرانسیل مرتبه دو حول یک نقطه منفرد (روش فروبنیوس)) - دستگاه معادلات دیفرانسیل خطی مرتبه اول (روش اپراتورها - روش حذفی - روش اوپلر)</p> | <p>ریاضی کاربردی و عددی</p> | <p>۸</p> |

آزمون ۲

| ردیف | نام دروس | مباحث (مهندسی شیمی) |
|------|--------------------|---|
| ۱ | زبان عمومی و تخصصی | ضمایر، ربط دو جمله، تطابق فاعل و فعل، زمان‌ها، لغت، واژگان تخصصی (درک مطلب) |
| ۲ | انتقال حرارت | هدایت دو بعدی پایا (روش ترسیمی - روش عددی) - انتقال حرارت گذرا (ناپایا) روش ظرفیت حرارتی فشرده - معیار روش ظرفیت فشرده - نمودار هایسلر - جسم نیمه بینهایت) - انتقال حرارت جابه‌جایی لایه (مرزی سرعت (هیدرودینامیکی) - لایه مرزی حرارتی - جریان آرام و مغشوش - معادله انرژی لایه مرزی - تشابه انتقال اندازه حرکت و گرما - جریان بر روی صفحه تخت - جریان عمود بر استوانه - جریان عمود بر مجموعه لوله‌ها) |
| ۳ | ترمودینامیک | خواص حجمی سیالات خالص (تعاریف مربوط به تغییر فازها و تعادل فازها - دیاگرام‌های فازی مواد خالص (فازهای جامد - مایع - گاز) - رابطه کلایپرون - رابطه کلایزیوس - کلایپرون - انواع معادلات حالت - روابط تمعیم یافته و فاکتور استریک - اصل حالات متناظر سه پارامتری - خواص هوای مرطوب - نمودار رطوبت سنجی) - روابط میان خواص ترمودینامیکی سیالات (روابط پایه‌ای - روابط ترمودینامیکی C_p و C_v - محاسبه کار در سیالات تراکم‌ناپذیر) - خواص ترمودینامیکی مخلوط‌های همگن (روابط خواص ترمودینامیکی برای سیستم‌های با ترکیب متغیر - خواص جزئی مولی یا پارشیال - تغییرات پتانسیل شیمیایی با دما و فشار - محاسبه‌ی خواص جزئی مولی در محلول‌های دو جزئی - رابطه‌ی گیبس - دوهم - قانون دالتون - قانون آمگات - انرژی آزاد گیبس - فوگاسیته - ضریب فوگاسیته - فوگاسیته در مایعات - محاسبه‌ی فوگاسیته جزئی در محلول‌ها - تغییر خواص ترمودینامیکی در اثر اختلاط - فعالیت یا اکتیویته - خواص فزونی یا توابع فزونی (توابع مازاد) - خواص باقیمانده یا توابع باقیمانده (توابع پس‌ماند) - مخلوط‌های گازی) |
| ۴ | سیالات | فرم دیفرانسیلی قوانین اصلی (اصل بقای جرم (معادله پیوستگی دیفرانسیلی) - قانون دوم نیوتن، معادله اولر - کاربردهای معادله اولر - انتگرال‌گیری از حالت دائمی معادله اولر، معادله برنولی - جریان‌های لزج عمومی و قانون لزجت استوکس - معادلات ناویه - استوکس برای جریان غیرقابل تراکم آرام - جریان دو بعدی آرام بین صفحات موازی - جریان در یک لوله مدور - معادلات ساده شده ناویه - استوکس برای یک لایه بسیار نازک از جریان) - آنالیز ابعادی و تشابه (تعیین اعداد بی‌بعد - گروه‌های بی‌بعد مهم در مکانیک سیالات و مفهوم فیزیکی آنها - تشابه - رابطه بین آنالیز ابعادی و تشابه - نکات مهم تشابه مدل و نمونه اصلی) - جریان تراکم‌پذیر لزج در لوله‌ها (جریان تراکم‌پذیر لزج در لوله‌ها - جریان‌های آرام و درهم - بررسی معادله پیوستگی در جریان دائمی، آرام و تراکم‌ناپذیر داخل لوله افقی با مقطع ثابت - بررسی قانون اول ترمودینامیک - جریان پوازی (جریان تراکم‌ناپذیر آرام داخل لوله) - جریان درهم - پروفیل سرعت در جریان درهم - رابطه تجربی بلازیوس برای تعیین تنش برشی روی جداره در لوله‌های صاف - سرعت متوسط - ضریب تصحیح انرژی جنبشی - ضریب تصحیح ممنتوم - افت‌های موضعی - خط تراز هیدرولیک - خط تراز انرژی - مقاطع غیردایره‌ای - کاویتاسیون - بسترهای پر شده - سرعت - تخلخل - شعاع هیدرولیکی - رابطه افت فشار با سرعت متوسط - رابطه تخلخل با ارتفاع بستر پر شده - افت فشار در حالت سیالیت یا آستانه سیالیت) |
| ۵ | کنترل فرآیند | بررسی سیستم‌های درجه دوم (بررسی رفتار سیستم درجه دوم به توابع محرک - تابع محرک پله‌ای و پاسخ سیستم - تابع محرک ضریب ایده‌آل و پاسخ سیستم - تابع محرک سینوسی و پاسخ سیستم - زمان مرده - تقریب زمان مرده - تقریب درجه اول با استفاده از بسط تیلور - تقریب پد) - سیستم‌های درجه ۳^m (تقریب با سیستم درجه اول - رسم مماس در نقطه عطف - بسط تیلور - روش تنصیف اسکوگستا - تقریب با سیستم درجه دوم - تقریب ترسیمی - سیستم غیرنوسانی با سیستم درجه ۲ با زمان مرده) - تحلیل‌های بلوکی و بررسی انواع کنترل‌کننده (کنترل حلقه باز و حلقه بسته - کنترل حلقه باز - کنترل حلقه بسته - نمایش دیاگرام بلوکی - انواع اتصالات در دیاگرام‌های بلوکی - اتصال سری - اتصال موازی - اتصال فیدبک (پسخور) - ساده سازی دیاگرام بلوکی - روش مستقیم - استفاده از جبر دیاگرام‌های بلوکی - بررسی تابع تبدیل هر یک از اجزای سیستم - عنصر اندازه‌گیر - عنصر کنترل نهایی - انواع کنترل‌کننده‌ها - کنترل‌کننده تناسبی - کنترل‌کننده تناسبی - انتگرالی - کنترل‌کننده تناسبی مشتقی - کنترل‌کننده تناسبی - انتگرالی - مشتقی - انگیزه افزودن انواع کنترل‌کننده) |

| | | |
|---|--------------------------|--|
| ۶ | انتقال جرم و عملیات واحد | <p><i>انتقال جرم</i>: ضرایب انتقال جرم - تئوری‌های انتقال جرم - محاسبه ضریب انتقال جرم - ارتباط بین پدیده‌های انتقال</p> <p>عملیات واحد؛ استخراج از جامدات - عملیات مرطوب‌سازی (تعاریف و مفاهیم) - خشک کردن (تعادل - تعاریف)</p> |
| ۷ | راکتور | <p>راکتور ناپیوسته با حجم متغیر (واکنش‌های از درجه اول - واکنش‌های از درجه‌ی دوم - زمان نیمه عمر) - طراحی راکتورهای ایده‌ال برای واکنش‌های منفرد (راکتور ناپیوسته‌ی ایده‌ال - راکتورهای نیمه پیوسته پلیمریزاسیون - زمان پرشدن و سرعت پرشدن - راکتور مخلوط شونده - راکتور لوله‌ای)</p> |
| ۸ | ریاضی کاربردی و عددی | <p>توابع لژاندر، بسل و توابع خاص (معادله تابع لژاندر - معادله تابع بسل - معادلات قابل تبدیل به معادله بسل - معادله بسل اصلاح شده (پیراسته) - توابع خاص) - تبدیل لاپلاس و کاربردهای آن (تعریف (تبدیل لاپلاس) - ویژگی‌های تبدیل لاپلاس - تبدیل لاپلاس تابع پله واحد - تبدیل لاپلاس تابع دلتای دیراک - تبدیل لاپلاس توابع متناوب - تبدیل لاپلاس و انتقال - تبدیل لاپلاس و مشتق - تبدیل لاپلاس و انتگرال - تبدیل لاپلاس و تغییر مقیاس - تبدیل لاپلاس و حل معادلات دیفرانسیل - تبدیل لاپلاس و معادلات انتگرال - تبدیل لاپلاس و حل دستگاه معادلات دیفرانسیل خطی) - سری فوریه، انتگرال و تبدیل فوریه (سری فوریه - بسط‌های نیم‌دامنه‌ای (سری‌های فوریه سینوسی و کسینوسی) - مشتق‌گیری از سری فوریه - انتگرال‌گیری از سری فوریه - سری فوریه مختلط - تساوی پارسوال - انتگرال فوریه - انتگرال فوریه سینوسی و کسینوسی - انتگرال فوریه مختلط - تبدیل فوریه - تبدیل فوریه کسینوسی و سینوسی) - تعامد و توابع متعامد (اورتوگونال) (تعاریف - توابع متعامد - مسایل اشتروم لیوویل)</p> |

آزمون ۳

مباحث (مهندسی شیمی)

مجموع مباحث آزمون‌های ۱ و ۲

آزمون ۴

| ردیف | نام درس | مباحث (مهندسی شیمی) |
|------|--------------------|---|
| ۱ | زبان عمومی و تخصصی | <p>افعال (modal)، معلوم و مجهول، جملات مرکب کوتاه، نقل قول مستقیم و غیر مستقیم، لغت، واژگان تخصصی (درک مطلب)</p> |
| ۲ | انتقال حرارت | <p>جریان داخلی (ناحیه توسعه یافته هیدرودینامیکی - ناحیه توسعه یافته حرارتی - شرایط سیال در ناحیه توسعه یافته حرارتی - روش‌های افزایش انتقال حرارت) جابه‌جایی آزاد (جابه‌جایی آزاد روی یک سطح عمودی - معادلات حاکم - عدد گرافش - تبدیل جریان از آرام به معشوش - جابه‌جایی آزاد بر روی اجسام مختلف - محفظه‌های بسته - مقایسه جابه‌جایی آزاد و اجباری - جابه‌جایی هم‌زمان آزاد و اجباری - اعداد بدون بعد) - جوشش و میعان (جوشش - جوشش استخری - میعان (چگالش) - میعان لایه‌ای بر روی صفحه عمودی)</p> |
| ۳ | ترمودینامیک | <p>تبادل فازها (تبادل - معیارهای تبادل - شرط تعادل فازها در دما و فشار ثابت - قضیه دوهم - تعادل بخار-مایع (VLE) - قانون رانولت - رانولت اصلاح شده - انحراف از قانون رانولت - نمودارهای P-xy و T-xy - نقطه آزنوتروپ - محاسبات نقطه آزنوتروپ در یک محلول - بررسی کیفی وجود آزنوتروپ در یک محلول - محاسبات نقطه حباب - محاسبات نقطه شبنم - محاسبات تخیر ناگهانی) - تبادل واکنش‌های شیمیایی (درصد تبدیل یا مختصه واکنش - ثابت تعادل - معیار تعادل در واکنش‌ها - اثر دما بر ثابت تعادل - رابطه K با جزء مولی اجزاء واکنش - درجه آزادی (قانون گیبس) - گرمای استاندارد تشکیل - گرمای استاندارد واکنش - واکنش احتراق هیدروکربن‌ها - انرژی حرارتی سوخت - دمای آدیاباتیک شعله)</p> |
| ۴ | سیالات | <p>لایه مرزی (ضخامت لایه مرزی - ضخامت جابجایی - ضخامت ممتوم - معادلات ساده شده لایه مرزی برای جریان آرام، معادله بلایوس - معادله انتگرال ممتوم فون کارمن و اصطکاک سطحی - انتقال در جریان روی صفحه - لایه مرزی درهم برای صفحات مسطح صاف - درآگ اصطکاکی ناشی از لایه مرزی درهم روی صفحات مسطح صاف - درآگ اصطکاکی لایه مرزی درهم برای صفحات زبر - جریان روی مرزهای منحنی، جدایی - آغاز وقوع جدایی - درآگ وارده به اجسام غوطه‌ور - نیروی لیفت - جریان حول یک استوانه - سهم درآگ فشاری و اصطکاکی در درآگ کل در حالت‌های خاص - توزیع فشار حول یک استوانه) - توربو ماشین‌ها (رابطه‌های تشابه و آنالیز ابعادی در توربو ماشین‌ها - سرعت ویژه - تئوری توربو ماشین‌ها (معادله اولر برای توربو ماشین‌ها) - مثلث‌های سرعت اولر - راندمان توربو ماشین‌ها (بازده کلی یا مکانیکی) - هد خالص مکش مثبت - پمپ‌ها - منحنی تئوری هد - دبی برای پمپ‌ها - منحنی‌های مشخصه پمپ‌ها - اتصال سری و موازی پمپ‌ها - توربین‌ها) - جریان تراکم‌پذیر یک بعدی (طبقه‌بندی متداول جریان‌های تراکم‌پذیر - فرآیند ایزنتروپیک - تفاوت مهم جریان‌های مادون صوت و مافوق صوت یک بعدی - جریان واقعی در شیوره در شرایط طراحی - موج ضربه‌ای قائم - تغییرات خواص در عرض موج ضربه‌ای قائم - روابط موج ضربه‌ای قائم برای گاز کامل - موج ضربه‌ای مایل)</p> |
| ۵ | کنترل فرآیند | <p>پایداری و تحلیل پاسخ گذرا و دائم (پایداری داخلی و پایداری ورودی - خروجی - پایداری داخلی - پایداری ورودی - خروجی - معیار پایداری - معادله مشخصه سیستم کنترل - معیار پایداری روث - اجرای معیار پایداری R - H - تشکیل آرایه Routh - تعبیر آرایه Routh - حالت‌های خاص در آرایه‌ی روث - انواع پاسخ‌ها و تحلیل آن‌ها - تحلیل پاسخ گذر ۱ - تحلیل پاسخ حالت دائمی - تعیین پاسخ برای تغییر مقدار مقرر (کنترل کننده‌ی تناسبی) - تحلیل به کمک تابع تبدیل حلقه بسته - تحلیل به کمک تابع تبدیل حلقه باز - فیدبک واحد - فیدبک غیر واحد - تعیین پاسخ برای تغییر بار (کنترل کننده‌ی تناسبی) - محاسبه خطای حالت دائمی به ورودی اغتشاش - تاثیر کنترل کننده تناسبی - انتگرالی بر روی خطای دائمی - تاثیر کنترل کننده تناسبی - مشتقی بر روی خطای دائمی) - مکان هندسی ریشه‌ها و تحلیل پاسخ‌ها (رسم نمودار مکان هندسی ریشه‌ها - روند ترسیم مکان هندسی ریشه‌ها - تعیین پاسخ گذرا با استفاده از مکان هندسی ریشه‌ها - تعیین مکان هندسی ریشه‌های یک سیستم درجه دوم - کاربرد مکان هندسی ریشه‌ها در سیستم‌های کنترل - کنترل کننده تناسبی - کنترل کننده تناسبی - انتگرال - کنترل کننده تناسبی - مشتقی - کنترل کننده تناسبی - انتگرالی - مشتقی - روش‌های مختلف طراحی کنترل کننده‌ها جهت کنترل سیستم‌ها)</p> |

| | |
|--|---|
| <p>۶</p> <p>انتقال جرم و عملیات واحد</p> | <p>انتقال جرم: انتقال جرم بین فازها (تبادل - نفوذ بین فازها - ضریب جمعی (کلی) انتقال جرم - رابطه بین ضرایب جمعی و جزئی انتقال جرم - ضرایب محلی - حالت عمومی (ضرایب نوع F) و ضرایب جمعی از نوع F - موازنه جرم برای فرآیندهای انتقال جرم - فرآیندهای مرحله‌ای - آرایش مراحل ایده‌آل - بازده یا راندمان مرحله - جذب گاز)</p> <p>عملیات واره: تبخیر (انواع تبخیر کن‌ها - عملکرد تبخیرکن‌های لوله‌ای - ظرفیت تبخیرکن - صعود نقطه جوش و قاعده دورینگ - تأثیر هد مایع و اصطکاک بر افت دما - موازنه جرم و آنالپی (انرژی) برای تبخیرکن‌های یک مرحله‌ای - تبخیرکن‌های چند مرحله‌ای - انواع روش‌های خوراک دهی در تبخیرکن‌های چند مرحله‌ای - باز تراکم (تراکم مجدد بخار))</p> |
| <p>۷</p> <p>راکتور</p> | <p>طراحی راکتور برای واکنش‌های منفرد (مقایسه میان ابعاد در راکتورهای منفرد - جریان ناپیوسته - مقایسه میان راکتور mixed و لوله‌ای برای واکنش‌های درجه‌ی اول و درجه‌ی دوم - سیستم‌های تشکیل شده از چند راکتور - اتصال راکتورهای لوله‌ای هم حجم - اتصال راکتورهای مخلوط شونده هم حجم - اتصال راکتورهای مخلوط شونده و لوله‌ای غیر هم حجم به یکدیگر) - راکتورهای با جریان برگشتی (روابط عملکردی برای راکتورهای با جریان برگشتی - واکنش‌های خود کاتالیزوری - نسبت جریان برگشتی بهینه)</p> |
| <p>۸</p> <p>ریاضی کاربردی و عددی</p> | <p>معادلات دیفرانسیل با مشتق‌های جزئی (روشهای تشکیل معادلات دیفرانسیل با مشتق‌های جزئی - معادلات دیفرانسیل با مشتق‌های جزئی خطی - روشهای حل معادلات دیفرانسیل با مشتق‌های جزئی - انواع شرایط مرزی - حل معادلات با مشتق‌های جزئی به روش تفکیک متغیرها - معادله گرما - معادله گرما در مختصات استوانه‌ای - معادله گرما در مختصات کروی - معادله موج - معادله لاپلاس (پتانسیل) - حل معادله لاپلاس در مختصات دکارتی (همگن) - معادله لاپلاس در مختصات استوانه‌ای - معادله لاپلاس در مختصات استوانه‌ای (Z, r) - حل معادلاتی که شرایط مرزی آنها ناهمگن باشد - حل معادلاتی که ناهمگن باشند - روش ترکیب متغیرها - روش تبدیل لاپلاس - معادلات دیفرانسیل مقدار اولیه (IVP) و مقدار مرزی (BVP) - حل عددی معادلات غیر خطی (روش یابی) (مفاهیم اولیه - روش تحلیلی - معادله چندجمله‌ای - روش هورنر - حل عددی معادله غیرخطی - روش دو بخشی (تصییف) - روش نابجایی - روش اصلاح شده نابجایی - روش تکرار ساده (نقطه ثابت) - روش ایتکن (روش استفسن) - روش نیوتن - رافسون - حل دستگاه دو معادله دو مجهولی غیرخطی با روش نیوتن - رافسون - روش وتری (خط قاطع)) - درون‌یابی (چندجمله‌ای درونیاب - روش درونیابی لاگرانژ - روش تفاضلات تقسیم شده نیوتن - چندجمله‌ای درونیاب نیوتن - خطای چندجمله‌ای درونیاب - رابطه بین عملگرها - چندجمله‌ای درونیاب پیشرو و پسروی نیوتن - برازش داده‌ها - برازش با چندجمله‌ای توسط کمترین مربعات - برازش خطی - خطی سازی) - مشتق‌گیری عددی (مشتق عددی با درونیابی در نقاط هم‌فاصله - مشتق عددی مراتب بالاتر - فرمولهای مشتق با استفاده از بسط تیلور - خطا در مشتق‌گیری عددی)</p> |

آزمون ۵

| ردیف | نام دروس | مباحث (مهندسی شیمی) |
|------|--------------------|---|
| ۱ | زبان عمومی و تخصصی | جمله پیچیده، کاربرد فعل دوم، عبارت وصفی، حروف اضافه، افعال دو کلمه‌ای، لغت، واژگان تخصصی (درک مطلب) |
| ۲ | انتقال حرارت | مبدل‌های حرارتی (انواع مبدل‌های حرارتی - تحلیل مبدل‌های حرارتی - حالت‌های خاص) - تشعشع (جسم سیاه - توزیع پلانک - قانون جابه‌جایی وین - قانون استفان - بولتزمن - خواص تشعشی - قانون کرشهف - تبادل تابش بین سطوح - تبادل تابش بین سطوح سیاه - تبادل تابش بین سطوح دیفیوز و خاکستری - سپرهای تابشی - جذب و صدور تابش توسط گازها - پدیده گلخانه‌ای - انتقال حرارت تابشی در کوره‌ها) |
| ۳ | ترمودینامیک | ترمودینامیک فرآیندهای جریان‌دار (محاسبه کار و توان در فرآیندهای جریان‌دار - پمپ‌ها - کمپرسورها - توربین‌ها - جریان تراکم‌پذیر - حالت سکون - حالت بحرانی - موج ضربه‌ای - جریان سیال تراکم‌پذیر درون لوله - جریان سیال تراکم‌پذیر در شیپوره‌ها - پدیده خفگی در شیپوره‌ها) - سیکل‌های توان و تبرید (نیروگاه بخار - سیکل‌های تبرید بخار - پمپ حرارتی - سیکل‌های توانی استاندارد هوایی (موتورهای احتراق داخلی)) |
| ۴ | سیالات | جریان پتانسیل (جریان پتانسیل - رابطه بین تابع جریان و پتانسیل سرعت برای جریان‌های دو بعدی، غیرقابل تراکم و غیرچرخشی - خطوط پتانسیل ثابت - تحلیل اساسی جریان غیرچرخشی، دو بعدی و غیرقابل تراکم - شرایط مرزی برای جریان‌های غیرلزج - مختصات قطبی - جریان‌های ساده - چشمه و چاه دو بعدی - گرداب ساده - دوقطبی - انطباق (Superposition) جریان‌های ساده دو بعدی - جریان حول یک استوانه بدون چرخش - لیفت و دراگ برای استوانه بدون چرخش - جریان حول یک استوانه چرخان - محاسبه لیفت برای استوانه چرخان - بیضی رانکین) - جریان در کانال‌های روباز (جریان در کانال‌های روباز - طبقه‌بندی انواع جریان - خصوصیات هندسی مقطع جریان - جریان زیر بحرانی، بحرانی و فوق بحرانی - درجه آبگیر و کنترل پایین دست و بالا دست جریان - انرژی مخصوص، عمق بحرانی و سرعت بحرانی - انرژی مخصوص در کانال‌های با مقطع اختیاری - پرش هیدرولیکی - ضریب شزی - رابطه مانینگ - مقطع عرضی بهینه کانال - شیب بحرانی) |
| ۵ | کنترل فرآیند | پاسخ فرکانسی سیستم‌های خطی (تعیین پاسخ سیستم‌های درجه اول، دوم توسط پاسخ فرکانسی - تابع تبدیل سیستم درجه اول - تابع تبدیل سیستم درجه دوم - نمودار بد - سیستم درجه اول - سیستم‌های درجه اول متوالی - سیستم درجه دوم - پسی انتقال - کنترل کننده تناسبی - کنترل کننده تناسبی - انتگرالی - کنترل تناسبی - مشتقی - رسم نمودارهای بد برای سیستم‌های رایج فیزیکی بر حسب دسیبل - نمودارهای مجانبی Bode برای توابع تبدیل پایه - پایداری نسبی - معیار پایداری بد - میزان‌های کنترل کننده زیگلز - نیکولز - پایداری در حوزه فرکانس - معیار پایداری نایکوئیست - کاربرد قضیه‌ی نگاشت در بحث پایداری - مسیر انتخابی در صفحه s: مسیر نایکوئیست - رسم نمودار نایکوئیست - تعیین حد بهره و حد فاز در دیاگرام نایکوئیست) - معادله فضای حالت (نمایش فضای حالت - برخی از شکل‌های مدل فضای حالت - شکل کنونیکال (متعارف) - شکل کنونیکال کیفی - پاسخ دینامیکی بر اساس معادلات حالت - تحلیل پایداری به کمک فضای حالت - آنالیز پاسخ‌های گذرای سیستم در فضای حالت - تحلیل پاسخ حالت دائمی به کمک نمایش فضای حالت) |

| | | |
|--|---------------------------------|----------|
| <p>انتقال پریم: دستگاه‌های تماس دهنده گاز - مایع (دستگاه‌هایی که در آنها گاز پراکنده می‌شود - مخازن با مولد حباب (ستون‌های تولید حباب) - مخازن هم‌زن دار - برج‌های سینی دار - دستگاه‌هایی که در آنها فاز مایع پراکنده می‌شود - ستون‌های پر شده یا آکنده)</p> <p>عملیات واهر: جذب سطحی (انواع جذب سطحی - جذب حل شونده از محلول رقیق - معادله فرندلیچ - جذب از محلول‌های غلیظ - عملیات جذب تک مرحله‌ای - عملیات چند مرحله‌ای با جریان متقاطع - عملیات چند مرحله‌ای با جریان ناهمسو - پسماند جذب سطحی - موج جذب - فرآیند شستن)</p> | <p>انتقال جرم و عملیات واحد</p> | <p>۶</p> |
| <p>طراحی راکتور برای واکنش‌های چندگانه (واکنش‌های موازی - مطالعه‌ی کیفی توزیع محصولات - بررسی کمی توزیع محصولات و اندازه‌ی راکتور - واکنش‌های سری - مطالعه‌ی کیفی توزیع محصولات - بررسی کمی توزیع محصولات - واکنش‌های سری - موازی - واکنش‌های Denbigh و ویژگی‌های به خصوص آن‌ها - بررسی کمی توزیع محصولات) - آثار دما و فشار (واکنش‌های منفرد - گرمای واکنش - ثابت تعادل - بهترین مسیر دما - عملکرد آدیاباتیک - واکنش‌های چندگانه - ارتباط میان دما و توزیع محصولات - واکنش‌های موازی)</p> | <p>راکتور</p> | <p>۷</p> |
| <p>انتگرال‌گیری عددی (روش مستطیلی - روش دوزنقه - روش سیمپسون - روش رامبرگ - روش نقطه‌ی میانی - روش گاوس - انتگرال دوگانه) - حل عددی معادلات دیفرانسیل (حل عددی معادلات دیفرانسیل مقدار اولیه (IVP) - روش‌های تک گامی - روش‌های چندگامی - حل عددی معادلات دیفرانسیل مقدار مرزی (BVP) - حل معادلات دیفرانسیل با مشتقات پاره‌ای (جزئی) (روش تفاضل محدود - روش صریح - روش ضمنی - روش کرانک - نیکلسون) - جبر خطی (ماتریس - ترانزاده ماتریس - تقارن ماتریس - ترانزاده مزدوج - ماتریس نمایی - دترمینان - وارون ماتریس - ماتریس‌های متعامد - رتبه ماتریس Rank(A) - مقدار ویژه و بردار ویژه - روش تکراری برای یافتن مقدار ویژه (روش توانی) - قضیه گرچ - گورین) - حل دستگاه‌های معادلات خطی (معرفی دستگاه معادلات خطی - روش‌های حل دستگاه معادلات خطی - روش حذفی گاوس - روش حذفی گاوس جردن - روش ژاکوبی - روش گاوس سایدل)</p> | <p>ریاضی کاربردی و عددی</p> | <p>۸</p> |