



جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

برنامه درسی

(بازنگری شده)

دوره: کارشناسی ارشد

رشته: شیمی گرایش شیمی کاربردی

گروه: علوم پایه

مصوبه جلسه شماره ۹۲ مورخ ۱۳۹۵/۱۲/۰۱

کمیسیون برنامه‌ریزی آموزشی



بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

عنوان برنامه: دوره کارشناسی ارشد شیمی گرایش شیمی کاربردی

۱. برنامه درسی بازنگری شده دوره کارشناسی ارشد رشته شیمی گرایش شیمی کاربردی در جلسه شماره ۹۲ مورخ ۱۳۹۵/۱۲/۰۱ کمیسیون برنامه ریزی آموزشی تصویب شد.
۲. برنامه درسی بازنگری شده دوره کارشناسی ارشد رشته شیمی گرایش شیمی کاربردی از تاریخ ۱۳۹۵/۱۲/۰۱ جایگزین برنامه درسی دوره کارشناسی ارشد رشته شیمی گرایش شیمی کاربردی مصوب جلسه شماره ۱۶۷ مورخ ۱۳۶۸/۰۷/۰۹ شورای عالی برنامه ریزی می شود.
۳. برنامه درسی مذکور از تاریخ ۱۳۹۵/۱۲/۰۱ برای تمامی دانشگاه ها و مؤسسه های آموزش عالی و پژوهشی کشور که طبق مقررات مصوب وزارت علوم، تحقیقات و فناوری فعالیت می کنند برای اجرا ابلاغ می شود.
۴. این برنامه درسی از تاریخ ۱۳۹۵/۱۲/۰۱ به مدت ۵ سال قابل اجرا است و پس از آن قابل بازنگری است.

عبدالرحیم نوه ابراهیم

رئیس

دبیر شورای عالی برنامه ریزی آموزشی





جمهوری اسلامی ایران
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی برنامه ریزی
گروه علوم پایه
کارگروه تخصصی شیمی

برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد
رشته شیمی کاربردی



سلامت و رفاه



پیش‌گفتار

باتوجه به پیشرفت روز افزون علم شیمی و نیازهای رو به رشد جوامع بشری در به‌کارگیری علوم جدید، پرورش نیروهای مجرب، متعهد و آگاه به این علوم از الزامات اولیه‌ی یک جامعه‌ی رو به رشد است. در این راستا بازنگری و به‌روز درآوردن برنامه‌ی آموزشی دوره‌ی کارشناسی ارشد شیمی در گرایش‌های شیمی فیزیک، شیمی آلی، شیمی معدنی شیمی تجزیه و شیمی کاربردی هدف کار قرار گرفت.

برنامه درسی و آموزشی تنظیم شده برای این دوره شامل آموزش‌های نظری و عملی است تا فارغ‌التحصیلان این رشته بتوانند توانایی‌های لازم برای عهده‌دار شدن مسئولیت هدایت آزمایشگاه‌های آموزشی، همکاری در زمینه‌های مختلف با دانشگاه‌ها و نیز مؤسسات پژوهشی کشور، آمادگی برای ادامه‌ی تحصیلات تکمیلی در مقاطع بالاتر، سرپرستی آزمایشگاه‌ها در صنایع شیمیایی موجود و ارائه طرح‌های جدید برای راهاندازی صنایع جدید و کارآفرینی را کسب نمایند. تجدید نظر به عمل آمده در برنامه‌ی رشته شیمی مقطع ارشد در جهت به‌روز شدن منابع و سرفصل‌های درس‌ها، ارائه درس‌هایی که هم‌خوانی بیشتر با موضوعات روز مانند محیط‌زیست و کارآفرینی را دارند و کاربردی‌تر شدن مطالب تدریس شده می‌گردد. سرفصل‌های ارائه شده حاصل روزها تلاش و مطالعه‌ی صاحب‌نظران این رشته است.

جزئیات کامل مربوط به رشته شیمی کاربردی مقطع کارشناسی ارشد در ادامه آورده شده است.

کمیته شیمی شورای عالی برنامه‌ریزی



فهرست عناوین

| عنوان..... | صفحه |
|--|-----------|
| پیشگفتار..... | ۳ |
| فهرست عناوین..... | ۴ |
| فصل اول: مشخصات کلی..... | ۶ |
| ۱-۱ مقدمه..... | ۷ |
| ۲-۱ تعریف و هدف..... | ۷ |
| ۳-۱ ضرورت و اهمیت..... | ۷ |
| ۴-۱ طول دوره..... | ۷ |
| ۵-۱ تعداد و نوع واحدهای درسی..... | ۸ |
| ۱-۵-۱ دروس الزامی..... | ۸ |
| ۲-۵-۱ دروس اختیاری..... | ۸ |
| ۳-۵-۱ سمینار..... | ۸ |
| ۴-۵-۱ پایان نامه..... | ۸ |
| ۶-۱ نقش و توانایی فارغ التحصیلان..... | ۱۱ |
| ۷-۱ شرایط و ضوابط ورود به رشته شیمی کاربردی..... | ۱۱ |
| ۸-۱ مواد و ضرایب امتحانی..... | ۱۱ |
| فصل دوم: سرفصل درس ها..... | ۱۲ |
| ۱-۲ واکنشگاهها..... | ۱۳ |
| ۲-۲ طراحی آزمایش و افزایش مقیاس فرایندها..... | ۱۵ |
| ۳-۲ شناسایی و تعیین ساختار مواد..... | ۱۷ |
| ۴-۲ شیمی فیزیک پیشرفته..... | ۱۹ |
| ۵-۲ شیمی آلی پیشرفته..... | ۲۱ |
| ۶-۲ شیمی تجزیه پیشرفته..... | ۲۳ |
| ۷-۲ شیمی معدنی پیشرفته..... | ۲۵ |
| ۸-۲ شیمی سطح و حالت جامد..... | ۲۸ |
| ۹-۲ مواد فعال سطحی..... | ۳۰ |
| ۱۰-۲ فرایندهای پتروشیمی..... | ۳۲ |
| ۱۱-۲ پدیده‌های انتقال..... | ۳۴ |
| ۱۲-۲ فناوری پلیمرها..... | ۳۶ |



| | |
|----|---|
| ۳۸ | کانالیزورهای صنعتی |
| ۴۰ | فرایندهای تصفیه آب و پساب |
| ۴۴ | خوردگی پیشرفته |
| ۴۶ | فناوری کودهای شیمیایی و مواد ریز مغذی |
| ۴۹ | واکنشگاه‌های زیستی |
| ۵۰ | زیست فناوری محیط زیست |
| ۵۲ | میانی انرژی‌های تجدید پذیر |
| ۵۴ | کنترل دستگاهی در صنعت شیمی |
| ۵۶ | شیمی و فناوری مواد مرکب (کامپوزیت‌ها) |
| ۵۸ | خواص فیزیکی و مکانیکی پلیمرها |
| ۶۰ | غشاهای و فرایندهای غشایی |
| ۶۲ | شیمی صنایع غذایی پیشرفته |
| ۶۴ | مباحث ویژه در شیمی کاربردی |



فصل اول: مشخصات کلی



۱-۱ مقدمه:

ضرورت بازنگری در برنامه دوره کارشناسی ارشد شیمی به دلیل سرعت روز افزون در پیشرفت‌های علمی انکار ناپذیر است. به نظر می‌رسد که برنامه‌های آموزشی دوره‌های مختلف در رشته‌های علوم تجربی به بازنگری اساسی، هر چند سال یکبار، نیاز دارد. ایجاد دوره کارشناسی ارشد رشته شیمی کاربردی به منظور تربیت متخصص و پژوهشگر در زمینه‌های مورد نیاز صنایع شیمیایی، نوآوری و بهبود فرایندهای شیمیایی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. رشد روز افزون صنایع شیمیایی و پتروشیمی نیاز به دانش آموختگان مسلط به علم شیمی که قابلیت استفاده از آن را برای حل مشکلات و نوآوری در صنایع وابسته به شیمی داشته باشند ایجاد نموده است. کمیته شیمی شورا عالی برنامه ریزی با استفاده از نقطه نظرات اساتید بارز این رشته، برنامه دوره کارشناسی ارشد رشته شیمی کاربردی مصوب ۱۳۶۷/۷/۹ را با مشخصات زیر بازنگری و تدوین نموده است.

۱-۲ تعریف و هدف:

دوره کارشناسی ارشد رشته شیمی کاربردی دوره‌ای است که دانشجویان با گذراندن آن با اصول تحقیق آشنا شده و آموزش‌های لازم برای نحوه تعریف و بررسی تحقیقی یک موضوع را می‌آموزد، به نحوی که برای ادامه تحصیل در دوره دکتری بتواند به صورت مستقل اندیشه نماید و یا در تعریف و حل مسائل و مشکلات صنایع شیمیایی به طور مستقل اقدام کند. هدف از این دوره تربیت نیروی انسانی متخصص و کارآمد در رشته شیمی کاربردی به منظور شناخت و حل مشکلات اساسی صنایع شیمیایی، نفت، پتروشیمی، داروسازی و سایر زمینه‌های وابسته می‌باشد.

۱-۳ ضرورت و اهمیت:

ضرورت و اهمیت این دوره در تربیت پژوهشگر با تفکر خلاق و مستقل برای کار در صنایع شیمیایی، پتروشیمی، داروسازی، نفت و گاز، بیوتکنولوژی و دانشگاه‌ها و موسسات پژوهشی کشور و همچنین کارآفرینی در این رشته می‌باشد.

۱-۴ طول دوره:

طول دوره کارشناسی ارشد رشته شیمی کاربردی چهار نیمسال تحصیلی است، که در موارد خاص با تصویب شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده، یک نیمسال قابل افزایش می‌باشد. نظام دوره کارشناسی ارشد رشته شیمی کاربردی آموزشی-پژوهشی است. دانشجویان با گذراندن دروس نظری و انتخاب استاد راهنما و موضوع پایان نامه، این دوره را در مهلت مقرر به پایان می‌رسانند.



۱-۵ تعداد و نوع واحدهای درسی:

تعداد کل واحدهای درسی دوره کارشناسی ارشد رشته شیمی کاربردی ۲۸ واحد درسی بصورت زیر است:

| | |
|--------------|---------|
| دروس الزامی | ۹ واحد |
| دروس اختیاری | ۱۲ واحد |
| سمینار | ۱ واحد |
| پایان نامه | ۶ واحد |

۱-۵-۱ دروس الزامی:

دروس الزامی نظری این دوره ۹ واحد است که دانشجو ترجیحاً این ۹ واحد را با رعایت پیشنیاز (در صورت لزوم) در نیمسال اول تحصیلی از جدول ۱-۱ انتخاب می نماید.

۱-۵-۲ دروس اختیاری:

مجموعه‌ای از دروس نظری است که دانشجو از جدول دروس اختیاری (جدول ۱-۲) چهار درس سه واحدی انتخاب می نماید. در صورت تشخیص استاد راهنما، دانشجو می تواند یک درس اختیاری خود را از دروس الزامی سایر دوره‌های کارشناسی ارشد و دکتری انتخاب نماید.

فارغ‌التحصیلانی که دروس اصول مهندسی شیمی، و شیمی صنعتی را (جدول ۱-۳) در مقطع کارشناسی نگذرانده اند موظف اند در اولین نیم سال تحصیلی ممکن این دروس را بصورت پیشنیاز و جبرانی بگذرانند.

۱-۵-۳ سمینار:

سمینار درسی یک واحدی و الزامی بوده و موضوع آن بررسی و ارائه یک موضوع از میان مطالب علمی روز می باشد. به نحوی که قدرت تحقیق دانشجو را افزایش داده و بر معلومات دانشجو و سایرین بیفزاید. سمینار در محدوده زمانی یک ساعت ارائه شده و حضور دانشجویان دوره‌های کارشناسی ارشد رشته شیمی کاربردی بر اساس آیین نامه‌ای که به تصویب شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده خواهد رسید در جلسات این سمینارها الزامی است. توصیه می شود که این سمینار حداکثر تا پایان نیمسال دوم ارایه شود.

۱-۵-۴ پایان نامه:

انتخاب استاد راهنما و موضوع پایان نامه حداکثر تا آغاز نیمسال دوم انجام می گیرد. در انتخاب موضوع پایان نامه رعایت نکات زیر توصیه می شود:

الف- موضوع و طرح مورد نظر در جهت شناخت یا رفع مشکلات جامعه باشد.

ب- روش یا راه حل مورد نظر دارای تازگی و نوآوری باشد.



جدول ۱-۱ دروس الزامی ارشد شیمی کاربردی

| ردیف | نام درس | تعداد واحد | | | تعداد ساعت | | |
|--------|--|------------|------|-----|------------|------|-----|
| | | نظری | عملی | جمع | نظری | عملی | جمع |
| ۱ | واکنشگاهها | ۳ | - | ۳ | ۴۸ | - | ۴۸ |
| ۲ | طراحی آزمایش و افزایش مقیاس فرآیندها | ۳ | - | ۳ | ۴۸ | - | ۴۸ |
| ۳ | یکی از دروس زیر: شناسایی و تعیین ساختار مواد، شیمی فیزیک پیشرفته، شیمی آلی پیشرفته یا شیمی تجزیه پیشرفته | ۳ | - | ۳ | ۴۸ | - | ۴۸ |
| جمع کل | | ۹ | - | ۹ | ۱۴۴ | - | ۱۴۴ |

جدول ۲-۱ دروس اختیاری کارشناسی ارشد شیمی کاربردی

| ردیف | نام درس | تعداد واحد | | | تعداد ساعت | | |
|------|-----------------------------|------------|------|-----|------------|------|-----|
| | | نظری | عملی | جمع | نظری | عملی | جمع |
| ۱ | شناسایی و تعیین ساختار مواد | ۳ | - | ۳ | ۴۸ | - | ۴۸ |
| ۲ | شیمی فیزیک پیشرفته | ۳ | - | ۳ | ۴۸ | - | ۴۸ |
| ۳ | شیمی آلی پیشرفته | ۳ | - | ۳ | ۴۸ | - | ۴۸ |
| ۴ | شیمی تجزیه پیشرفته | ۳ | - | ۳ | ۴۸ | - | ۴۸ |
| ۵ | شیمی معدنی پیشرفته | ۳ | - | ۳ | ۴۸ | - | ۴۸ |
| ۶ | شیمی سطح و حالت جامد | ۳ | - | ۳ | ۴۸ | - | ۴۸ |
| ۷ | مواد فعال سطحی | ۳ | - | ۳ | ۴۸ | - | ۴۸ |
| ۸ | فرایندهای پتروشیمی | ۳ | - | ۳ | ۴۸ | - | ۴۸ |
| ۹ | پدیده‌های انتقال | ۳ | - | ۳ | ۴۸ | - | ۴۸ |
| ۱۰ | فناوری پلیمرها | ۳ | - | ۳ | ۴۸ | - | ۴۸ |
| ۱۱ | کانالیزورهای صنعتی | ۳ | - | ۳ | ۴۸ | - | ۴۸ |
| ۱۲ | فرایندهای تصفیه آب و پساب | ۳ | - | ۳ | ۴۸ | - | ۴۸ |
| ۱۳ | خوردگی پیشرفته | ۳ | - | ۳ | ۴۸ | - | ۴۸ |



ادامه جدول ۱-۲ دروس اختیاری کارشناسی ارشد شیمی کاربردی

| ردیف | نام درس | تعداد واحد | | | تعداد ساعت | | |
|--------|---------------------------------------|------------|------|-----|------------|------|------|
| | | نظری | عملی | جمع | نظری | عملی | جمع |
| ۱۴ | فناوری کودهای شیمیایی و مواد ریز مغذی | ۳ | - | ۳ | ۴۸ | - | ۴۸ |
| ۱۵ | واکنشگاه‌های زیستی | ۳ | - | ۳ | ۴۸ | - | ۴۸ |
| ۱۶ | زیست فناوری محیط زیست | ۳ | - | ۳ | ۴۸ | - | ۴۸ |
| ۱۷ | مبانی انرژی‌های تجدید پذیر | ۳ | - | ۳ | ۴۸ | - | ۴۸ |
| ۱۸ | کنترل دستگاهی در صنعت شیمی | ۳ | - | ۳ | ۴۸ | - | ۴۸ |
| ۱۹ | شیمی و فناوری مواد مرکب (کامپوزیت‌ها) | ۳ | - | ۳ | ۴۸ | - | ۴۸ |
| ۲۰ | خواص فیزیکی و مکانیکی پلیمرها | ۳ | - | ۳ | ۴۸ | - | ۴۸ |
| ۲۱ | غشاهای فرایندهای غشایی | ۳ | - | ۳ | ۴۸ | - | ۴۸ |
| ۲۲ | شیمی صنایع غذایی پیشرفته | ۳ | - | ۳ | ۴۸ | - | ۴۸ |
| ۲۳ | مباحث ویژه در شیمی کاربردی | ۳ | - | ۳ | ۴۸ | - | ۴۸ |
| جمع کل | | ۶۹ | - | ۶۹ | ۱۱۰۴ | - | ۱۱۰۴ |

تبصره ۱: دانشجویان می‌توانند از دروسی اختیاری که در مقطع دکتری شیمی کاربردی ارایه می‌شوند دروس اختیاری خود را نیز انتخاب نمایند.

جدول ۱-۳ دروس کمبود و جبرانی

| ردیف | نام درس | تعداد واحد | | | تعداد ساعت | | |
|--------|------------------|------------|------|-----|------------|------|-----|
| | | نظری | عملی | جمع | نظری | عملی | جمع |
| ۱ | اصول مهندسی شیمی | ۳ | - | ۳ | ۴۸ | - | ۴۸ |
| ۲ | شیمی صنعتی | ۳ | - | ۳ | ۴۸ | - | ۴۸ |
| جمع کل | | ۶ | - | ۶ | ۹۶ | - | ۹۶ |

۱-۶ نقش و توانایی فارغ التحصیلان:

- عهده‌دار شدن مسئولیت تدریس در رشته شیمی و نیز هدایت آزمایشگاه‌ها
- همکاری در زمینه‌های مختلف شیمی در دانشگاه‌ها و مؤسسات پژوهشی کشور



- آمادگی برای ادامه تحصیلات بالاتر
- حل مشکلات صنایع در زمینه شیمی

۷-۱ شرایط و ضوابط ورود به رشته شیمی کاربردی:

- دارا بودن مدرک کارشناسی مطابق قوانین سازمان سنجش و آموزش کشور و ترجیحا رشته‌های مرتبط علوم، مهندسی و پزشکی
- پذیرفته شدن در آزمون ورودی

۸-۱ مواد و ضرایب امتحانی:

آزمون ورودی دوره کارشناسی ارشد مطابق دستورالعمل‌های سازمان سنجش آموزش کشور انجام می‌گیرد. مواد و ضرائب آن به صورت جدول ۴-۱ پیشنهاد می‌شود.

جدول ۴-۱ مواد و ضرایب امتحانی رشته شیمی کاربردی

| ردیف | مواد امتحانی | ضریب |
|------|--|------|
| ۱ | زبان عمومی و تخصصی | ۱ |
| ۲ | شیمی آلی (دروس آلی ۱، ۲ و ۳ و کاربرد طیف سنجی در شیمی آلی) | ۱ |
| ۳ | شیمی کاربردی (اصول مهندسی شیمی، شیمی صنعتی، تصفیه آب و پساب) | ۲ |
| ۴ | شیمی تجزیه (دروس تجزیه ۱ و ۲) | ۱ |
| ۵ | شیمی فیزیک (دروس شیمی فیزیک ۱ و ۲) | ۱ |

سرفصل کلیه دروس الزامی و اختیاری در فصل بعد آورده شده است.



فصل دوم: سرفصل دروس



واکنشگاه‌ها

| واکنشگاه‌ها | | فارسی | عنوان | | | |
|------------------|------------|----------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------|------|
| Reactors | | انگلیسی | درس | | | |
| تعداد واحد | تعداد ساعت | نوع واحد | | | | |
| درس‌های پیش‌نیاز | ۴۸ | ۳ | اختیاری | | الزامی | |
| | | | عملی | نظری | عملی | نظری |
| ندارد | | | <input type="checkbox"/> دارد | <input type="checkbox"/> ندارد | آموزش تکمیلی عملی: | |
| | | | <input type="checkbox"/> ندارد | <input type="checkbox"/> دارد | سفر علمی: | |
| | | | <input type="checkbox"/> ندارد | <input type="checkbox"/> دارد | حل تمرین: | |
| | | | <input type="checkbox"/> دارد | <input type="checkbox"/> ندارد | آزمایشگاه: | |

هدف درس:

آشنایی با اصول، عوامل موثر و طرز کار واکنشگاه‌ها

این درس به منظور آشنایی با اصول و روند انواع واکنش‌های رایج و طراحی واکنشگاه از نظر حجم، زمان اقامت و الگوی تماس برای هر واکنش متناسب با ظرفیت تولید و میزان پیشرفت واکنش می‌باشد.

سرفصل‌ها:

(۱) مقدمه:

جایگاه واکنشگاه در صنعت شیمیایی، عوامل موثر بر انتخاب و عملکرد واکنشگاه، تقسیم بندی واکنش‌ها، ترمودینامیک و سرعت واکنش‌های شیمیایی و عوامل تاثیرگذار

(۲) مکانیسم و سرعت واکنش‌های همگون:

معادله سرعت و استوکیومتری واکنش‌ها، مولکولاریته و مرتبه واکنش، ثابت سرعت، انرژی فعالیت، نحوه وابستگی به دما، واکنش‌های ابتدایی و غیر ابتدایی، تعیین سرعت واکنش‌های غیر ابتدایی، مواد واسطه، جستجو برای یافتن مکانیسم

(۳) تفسیر نتایج حاصل از واکنشگاه‌های ناپیوسته:

معرفی واکنشگاه‌های حجم ثابت و حجم متغیر، روش انتگرال و روش دیفرانسیل، تجزیه - تحلیل نتایج با روش انتگرال و دیفرانسیل برای واکنش‌های منفرد و چندگانه و واکنش‌های با مرتبه انتقالی حاصل از واکنشگاه‌های حجم ثابت، تجزیه - تحلیل نتایج حاصل از واکنشگاه‌های حجم متغیر برای واکنش‌های منفرد، جستجو برای یافتن معادله سرعت و شرح یک مورد مطالعاتی برای یک واکنش نمونه



۴) درآمدی بر طراحی واکنشگاه‌ها:

منظور از طراحی، تقسیم بندی انواع واکنشگاه‌ها، موازنه جرم و انرژی، تعریف کمیت‌ها و علائم اختصاری

۵) واکنشگاه‌های آرمانی برای واکنش‌های منفرد همگون:

انواع واکنشگاه‌های آرمانی (ناپیوسته و پیوسته با جریان‌های هم‌خورده و لوله‌ای)، اثبات روابط و نمایش ترسیمی برای هر یک از واکنشگاه‌ها (جریان حجم ثابت و متغیر)، مقایسه بین عملکرد واکنشگاه‌های منفرد، سیستم‌های متشکل از چند واکنشگاه (اتصال پشت سرهم و موازی)، واکنشگاه دوره‌ای و انجام واکنش‌های اتوکاتالیزوری

۶) واکنشگاه آرمانی برای واکنش‌های چندگانه همگون:

واکنش‌های موازی و توزیع محصولات، الگوهای تماس برای واکنش‌های موازی، تابع تشکیل آنی و کلی، مقایسه عملکرد جریان‌های هم‌خورده و لوله‌ای برای این واکنش‌ها (حجم ثابت)، بهترین شرایط عمل، واکنش‌های پشت سرهم و الگوی تماس مناسب برای بهینه سازی، مقایسه عملکرد جریان‌های هم‌خورده و لوله‌ای، بهترین شرایط عمل، الگوی تماس برای واکنش‌های پشت سرهم با مرتبه متفاوت و در حالت برگشت‌پذیر، واکنش‌های سری-موازی برگشت‌ناپذیر و الگوی تماس با انتخاب واکنشگاه مناسب

۷) اثرات دما و فشار:

بررسی ترمودینامیکی واکنش‌ها (گرمای واکنش، ثابت تعادل، نحوه تغییرات با دما)، ارانه تغییرات غلظت، سرعت و دما برای واکنش‌های برگشت‌پذیر و برگشت‌ناپذیر، روش عمومی طراحی ترسیمی، خطوط عامل برای واکنشگاه‌ها برای طراحی کمترین حجم، مسیر بهینه دما برای واکنش‌های برگشت‌پذیر گرمازا، عملکرد آدیاباتیک و خط عامل، عملیات غیر آدیاباتیک، اثر دما بر توزیع محصولات برای واکنش‌های چندگانه

روش ارزیابی:

| سنجش مستمر | آزمون میانی | آزمون پایانی | پژوهش درسی |
|------------|-------------|--------------|------------|
| + | + | + | + |

منابع اصلی:

1. O. Levenspiel, "Chemical Reaction Engineering", John Wiley and Sons, Latest Ed.
2. J.M. Smith "Chemical Engineering Kinetics" McGraw Hill, Latest Ed.
3. H.S. Fogler, "Elements of Chemical Reaction Engineering", Prentice-Hall International, Latest Ed.



طراحی آزمایش و افزایش مقیاس فرآیندها

| طراحی آزمایش و افزایش مقیاس فرآیندها | | | فارسی | | عنوان | |
|---|------------|------------|---|------|---------------------------|------|
| Design of experiment and process scale-up | | | انگلیسی | | درس | |
| درس های پیش نیاز | تعداد ساعت | تعداد واحد | نوع واحد | | | |
| | | | اختیاری | | الزامی | |
| ندارد | ۴۸ | ۳ | عملی | نظری | عملی | نظری |
| | | | <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد | | آموزش تکمیلی عملی: | |
| | | | <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد | | سفر علمی: | |
| | | | <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد | | حل تمرین: | |
| | | | <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد | | آزمایشگاه: | |

هدف درس:

آشنایی با اصول و مفاهیم طراحی آزمایش و افزایش مقیاس فرآیندها

سرفصل ها:

(۱) طراحی آزمایش

مروری بر آمار و احتمالات، روش های جمع آوری اطلاعات و خلاصه کردن آنها، مفهوم احتمالات، توزیع فراوانی متوسط ها، واریانس، ضریب همبستگی، منحنی نرمال و توزیع فراوانی χ^2 ، توزیع پواسون و توزیع دو جمله ای

کاربرد آمار: تخمین، روش های تخمین پارامترها، تخمین نقطه ای و محدوده ای، انواع آزمون ها، آزمون های متوسط آماری، آزمون های پردازش داده ها و غیره،

برازش و همبستگی: دیاگرام برازش داده ها، مدل های خطی، محدوده اطمینان، روش های تخمین حداقل مربعات، آنالیز واریانس، مدل کردن داده ها با استفاده از آنالیز ابعادی، برازش خطی با چندین متغیر، مدل های غیرخطی: خطی کردن مدل ها، تبدیل مدل های غیر خطی به خطی

(۲) روش های آماری طراحی آزمایش

تعیین تعداد تکرار مورد نیاز، تعیین محدوده ی آزمایش ها، جدول Yates، طراحی مربعی Latin و Latin-Graeco، طراحی فاکتوریل جزئی آزمایشها، طراحی فاکتوریل سه سطحی، طراحی دسته بندی ناقص (Youden and Lattice Design)، طراحی شبکه ای، طراحی تاگوچی



۳) افزایش مقیاس

آنالیز ابعادی، بررسی مختصر تاریخچه تجزیه و تحلیل ابعادی و افزایش مقیاس، تولید بسته‌های Pi به کمک تبدیل، ماتریکس، عدم تغییر مقیاس فضای Pi، جمع‌آوری موارد مربوط به حل مشکل، نکات مهم در مورد افزایش مقیاس، خلاصه الزامات افزایش مقیاس، رفتار خواص فیزیکی به کمک تجزیه و تحلیل ابعادی، کاهش فضای Pi، مشکلات معمول و اشتباهات در استفاده از تجزیه و تحلیل ابعادی، بررسی برخی مقالات مجلات نظیر (Organic Process Research and Development) که به گسترش مقیاس یک فرایند شیمیایی پرداخته‌اند.

۳) اصول کلی طراحی و توسعه یک واحد شیمیایی

تعریف واحدهای تحقیق و توسعه (اهداف و وظایف)، نقش شیمی‌دانان محض، کاربردی و مهندسی شیمی در توسعه یک صنعت شیمیایی، تعریف واحدهای پیش‌تاز (پایلوت)، اهداف واحدهای پیش‌تاز، انواع واحدها (میکرو، پنج، Integrated, Demonstration، تک منظوره چند منظوره)، ایمنی در واحدهای پیش‌تاز، میکروراکتورها و نقش آنها در گسترش مقیاس

۴) اقتصاد مهندسی

آشنایی با مفاهیم اقتصاد مهندسی، انواع هزینه‌ها در اقتصاد مهندسی، سود ناخالص و خالص، استهلاک، نقطه سر به سر، اصول برآورد قیمت، برآورد قیمت تجهیزات، شاخص‌های هزینه نظیر (Marshall and Swift,

۵) تجاری سازی

فناوری و اجزاء آن، آشنایی با مفاهیم تجاری سازی، فن بازار، تجاری سازی فناوری و اهمیت آن، فرایند تجاری سازی، مشکلات تجاری سازی فناوری، قیف توسعه ایده تا محصول

روش ارزیابی:

| سنجش مستمر | آزمون میانی | آزمون پایانی | پژوهش درسی |
|------------|-------------|--------------|------------|
| + | + | + | + |

منابع

۱. L. Davies, Efficiency in Research, Development and Production: Statistical Design and Analysis of Chemical Experiments, Royal Society of Chemistry,

۱۹۹۳.

۲. D.C. Montgomery, Design and Analysis of Experiments, Wiley, ۲۰۱۲.



۳. M. Zlokarnik, Scale up in chemical engineering, ۲nd Edition, Willey-VCH
Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, ۲۰۰۹.



شناسایی و تعیین ساختار مواد

| شناسایی و تعیین ساختار مواد | | فارسی | عنوان | | | |
|---|------------|------------|---|------|--------|--|
| Material characterization | | انگلیسی | درس | | | |
| درس‌های پیش‌نیاز | تعداد ساعت | تعداد واحد | نوع واحد | | | |
| ندارد | ۴۸ | ۳ | اختیاری | | الزامی | |
| | | | عملی | نظری | عملی | |
| | | | آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد ■ | | | |
| | | | سفر علمی: <input type="checkbox"/> ندارد ■ دارد | | | |
| | | | حل تمرین: <input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد ■ | | | |
| آزمایشگاه: <input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد ■ | | | | | | |

هدف درس:

آشنایی و تسلط بر اصول آنالیز مواد

سرفصل‌ها:

۱. آشنایی با نحوه نمونه‌گیری مواد جهت انجام آزمایشات
۲. بررسی نمونه‌ها از راه آزمون‌های مقدماتی مانند سوختن، حلالیت و ...
۳. روش‌های جداسازی و شناسایی اجزای کوچک محلول و اجزای پلیمری نمونه با استفاده از روش‌های مختلف
۴. شناسایی و تعیین مشخصات مولکولی مواد با استفاده از روش‌های: XRD, XPS, UV, ATR FT-IR, BET, NMR, MS, RMN, پیرولیز و ...
۵. بررسی ویژگی‌های حرارتی و سطحی و مورفولوژی مواد با استفاده از روش‌های حرارتی و دیگر روش‌ها
۶. تعیین اندازه مولکولی و تعیین وزن مولکولی با استفاده از روش‌های تعیین غلظت گروه‌های انتهایی زنجیر پلیمری، ویسکومتری، اسمومتری، GPC
۷. روش‌های میکروسکوپ الکترونی: میکروسکوپی با نور و الکترون، الکترونها و واکنش آنها با نمونه، پراش الکترونی، SEM, TEM, STEM, EMA، آنالیز شیمیایی در میکروسکوپ الکترونی، آنالیز تفکیک انرژی، آنالیز تفکیک طول موج، آنالیز پرتو X نمونه‌های حجیم و نازک، آنالیز کمی در یک میکروسکوپ الکترونی
۸. تعیین چگالی



روش ارزیابی:

| سنجش مستمر | آزمون میانی | آزمون پایانی | پژوهش درسی |
|------------|-------------|--------------|------------|
| + | + | + | + |

منابع

- ۱) D. Campbell, J.R. White, Polymer Characterization, Physical Techniques, ۱۹۸۹.
- ۲) Ikroschwits, Polymers: Polymer Characterization and Analysis, Encyclopedia Reprint Series, ۱۹۹۰.
- ۳) J.M., Chalmers, R.J. Meier, Molecular Characterization and Analysis of Polymers, Elsevier Science, ۲۰۰۸.
- ۴) Z.L. Wang, Characterization of Nanophase materials, Wiley-VCH, ۲۰۰۰.



شیمی فیزیک پیشرفته

| شیمی فیزیک پیشرفته | | فارسی | | عنوان | | | | |
|-----------------------------|------------|------------|--------------------|-------|---------|------|-------------------------------|--------------------------------|
| Advanced physical chemistry | | انگلیسی | | درس | | | | |
| درس‌های پیش‌نیاز | تعداد ساعت | تعداد واحد | نوع واحد | | | | | |
| | | | الزامی | | اختیاری | | | |
| ندارد | ۴۸ | ۳ | عملی | نظری | عملی | نظری | | |
| | | | آموزش تکمیلی عملی: | | | | <input type="checkbox"/> دارد | <input type="checkbox"/> ندارد |
| | | | سفر علمی: | | | | <input type="checkbox"/> دارد | <input type="checkbox"/> ندارد |
| | | | حل تمرین: | | | | <input type="checkbox"/> دارد | <input type="checkbox"/> ندارد |
| | | | آزمایشگاه: | | | | <input type="checkbox"/> دارد | <input type="checkbox"/> ندارد |

هدف درس:

آشنایی و تسلط بر اصول و کاربرد ترمودینامیک و سینتیک

سرفصل‌ها:

۱. اصول موضوعه در ترمودینامیک کلاسیک، توابع ترمودینامیکی، معادلات اصلی در ترمودینامیک، حالت‌های تعادلی و غیرتعادلی، فرایندهای برگشت‌پذیر و برگشت‌ناپذیر
۲. مفهوم پایداری و شرایط پایداری ترمودینامیکی، شرایط رسیدن به حالت تعادل ترمودینامیکی، نظریه کلاسیکی پایداری در ترمودینامیک تعادلی، پایداری توابع پتانسیل ترمودینامیکی
۳. تبدیلات لژاندر و معادلات گیبس، قضیه اویلر و شکل انتگرالی معادلات گیبس، روابط ماکسول
۴. معادله حالت، معادله حالت وان‌دروالس، معادلات اصلاح شده وان‌دروالسی، معادله حالت ویرال، رفتار ترمودینامیکی مخلوط‌گازها، حالت بحرانی
۵. رفتار معادله وان‌دروالس و ضابطه ماکسول
۶. گذار فاز در سیالات خالص، انواع گذار فاز در سیستم‌های خالص، گذار فاز در جامدات، گذار نظم - بی نظم، گذار فاز در محلول‌ها، قاعده فاز
۷. پدیده بحرانی، ضابطه نقطه بحرانی در مخلوط‌ها، قانون‌های توانی، قانون‌های مقیاس
۸. سینتیک شیمیایی، سرعت واکنش‌های شیمیایی، روش‌های تجربی در تعیین سرعت واکنش‌های شیمیایی، مرتبه و مولکولاریته واکنش‌های شیمیایی، واکنش‌های بنیادی، واکنش‌های مکانیزم، تقریب‌ها در محاسبه سرعت واکنش‌ها، نظریه‌های برخورد و حالت گذار



روش ارزیابی:

| سنجش مستمر | آزمون میانی | آزمون پایانی | پژوهش درسی |
|------------|-------------|--------------|------------|
| + | + | + | + |

منابع

۱. علی مقاری، مباحث پیشرفته ترمودینامیک و مکانیک آماری تعادلی و غیرتعادلی، انتشارات دانشگاه تهران، جلد اول، ۲۰۱۴
۲. Levine I.N., *Physical Chemistry*, Sixth Edition, (۲۰۰۹), translated by Islampour G.R., Maghari A., Najafi B., Parsafar G.A., Fatemi Publisher, ۲۰۱۱.
۳. Callen H.B., *Thermodynamics and an Introduction to Thermostatistics*, John Wiley & Sons, ۱۹۸۵.
۴. Goodwin A.R.H., Sengers J.V., Peters C.J., *Applied Thermodynamics of Fluids*, International Union of Pure and Applied Chemistry, RSC, ۲۰۱۰.



شیمی آلی پیشرفته

| شیمی آلی پیشرفته | | فارسی | | عنوان | | |
|-------------------------------|--------------------------------|------------|-------------------------------|--------------------------------|--------|------|
| Advanced organic chemistry | | انگلیسی | | درس | | |
| درس های پیش نیاز | تعداد ساعت | تعداد واحد | نوع واحد | | | |
| | | | اختیاری | | الزامی | |
| ندارد | ۴۸ | ۳ | عملی | نظری | عملی | نظری |
| | | | آموزش تکمیلی عملی: | | | |
| | | | <input type="checkbox"/> دارد | <input type="checkbox"/> ندارد | | |
| | | | سفر علمی: | | | |
| | | | <input type="checkbox"/> دارد | <input type="checkbox"/> ندارد | | |
| حل تمرین: | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> دارد | <input type="checkbox"/> ندارد | | | | | |
| آزمایشگاه: | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> دارد | <input type="checkbox"/> ندارد | | | | | |

هدف درس:

آشنایی تسلط بر اصول پایه‌ای شیمی آلی

سرفصل‌ها:

(۱) استخلاف نوکلئوفیلی:

موارد حدی (SN_1 , SN_2) و مکانیسم‌های مرزی، کربوکاتیون‌ها، هسته دوستی و اثر گروه ترک کننده، ساختار ماده اولیه، اثرات فضایی روی سرعت واکنش، استریوشیمی، مکانیسم نوآرایی کربوکاتیون، کاتیون‌های نوربورنیل و دیگر کربوکاتیون‌های غیر کلاسیک.

(۲) افزایش قطبی و واکنشهای حذفی:

افزایش هیدروژن هالید به آلکن، افزایش آب با کاتالیست اسیدی و واکنشهای افزایشی مشابه، افزایش هالوژن‌ها، افزایش الکتروفیلی در حضور یونهای فلزی، افزایش به آلکین و آلن‌ها، مکانیسم E_1 و E_2 ، E_1CB ، جهت‌گزینی، استریوشیمی، آگیری از الکل‌ها، واکنشهای حذفی غیر از پیوندهای C-H، حذف حرارتی، افزایش نوکلئوفیلی به پیوندهای چندگانه، اثر ساختار روی سرعت، اصل واکنش پذیری-گزینش پذیری، واکنش استخلافی آروماتیکی نوکلئوفیلی و الکتروفیلی.

(۳) کربوکاتیونها و دیگر گونه‌های کربنی:

اسیدیته هیدروکربن‌ها، کربانیون‌های پایدار شده با گروههای عاملی، انولات و انامین، کربانیون‌ها به عنوان نوکلئوفیل در واکنش SN_2 ، واکنشهای الکتروفیلی الیفاتیکی، بنزاین.

(۴) کاربن:

کاربن‌های یکتایی و سه تایی، استریوشیمی، واکنشهای افزایشی و داخل شدن، نایترین.



۵) واکنش ترکیبات کربونیل:

افزایش آب و الکل، واکنش‌های افزایشی-حذفی، افزایش نوکلئوفیل کربن به گروه کربونیل واکنش پذیری ترکیبات کربونیل نسبت به واکنش‌های افزایشی، هیدرولیز استرها، آمینولیز استرها، هیدرولیز آمید، آسیلاسیون اکسیژن نوکلئوفیلی و گروه‌های نیتروژن، کاتالیز درون مولکولی

۶) واکنش‌های رادیکالی:

تولید و شناسایی، پایداری و مقاومت رادیکال‌های آزاد، شناسایی رادیکال‌ها (EPR, CIDNP) منبع تشکیل رادیکال‌های آزاد، استریوشیمی، گونه‌های رادیکالی باردار، واکنش‌های دارای حد واسطه‌های رادیکالی، استخلاف رادیکالی (هالوژناسیون و اکسیداسیون)، واکنش‌های افزایشی رادیکالی (افزایش هیدروژن هالید و هالومتان) افزایش دیگر رادیکال‌های کربنی، واکنش‌های رادیکالی درون مولکولی، نوآرایی و شکست، فرآیند استخلاف $S_{RN}1$

روش ارزیابی:

| سنجش مستمر | آزمون میانی | آزمون پایانی | پژوهش درسی |
|------------|-------------|--------------|------------|
| + | + | + | + |

منابع

1. Carey F.A., Sundberg R.J., *Advanced Organic Chemistry, Part A: Structure and Mechanisms*, Fourth Edition, Springer, ۲۰۰۷.
2. Carey F.A., Sundberg R.J., *Advanced Organic Chemistry, Part B: Reaction and Synthesis*, Fourth Edition, Springer, ۲۰۰۷.



شیمی تجزیه پیشرفته

| شیمی تجزیه پیشرفته | | | فارسی | | عنوان | |
|-------------------------------|--------------------------------|------------|-------------------------------|--------------------------------|--------|------|
| Advanced analytical chemistry | | | انگلیسی | | درس | |
| درس‌های پیش‌نیاز | تعداد ساعت | تعداد واحد | نوع واحد | | | |
| | | | اختیاری | | الزامی | |
| ندارد | ۴۸ | ۳ | عملی | نظری | عملی | نظری |
| | | | آموزش تکمیلی عملی: | | | |
| | | | <input type="checkbox"/> دارد | <input type="checkbox"/> ندارد | | |
| | | | سفر علمی: | | | |
| | | | <input type="checkbox"/> دارد | <input type="checkbox"/> ندارد | | |
| حل تمرین: | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> دارد | <input type="checkbox"/> ندارد | | | | | |
| آزمایشگاه: | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> دارد | <input type="checkbox"/> ندارد | | | | | |

هدف درس:

آشنایی با اصول و مفاهیم شیمی تجزیه

سرفصل‌ها:

(۱) کاربرد روش‌های آماری در ارزیابی جواب‌های بدست آمده

(آشکار سازی، حساسیت روش‌های حداقل مربعات (Least squares))

(۲) پیشرفت‌های مربوط به اسپکتروسکوپی جذب اتمی و نشر اتمی

(تکنیک‌های Hieftji & Zceman تصحیح جذب اتمیزیشن الکتریکی، اسپکتروسکوپی جذب اتمی

همزمان چند عنصر و ICP)

(۳) پیشرفت‌های مربوط به اسپکتروسکوپی جذب مولکولی

FT-IR، امواج سرگردان و دتکتورهای PDA در طیف سنجی ماوراء بنفش - مرئی، نور تابی

مولکولی (فلوئوریمتری، فسفریمتری و نور تابی شیمیایی).

(۴) پیشرفت‌های کروماتوگرافی

(HPLC، کروماتوگرافی یونی و کروماتوگرافی با جریان فوق بحرانی (SFC)).

(۵) طیف سنجی جرمی.

پیشرفت‌های روش‌های تجزیه‌ای الکتروشیمیایی (پالس پلاروگرافی، ولتامتری چرخه‌ای، استریپینگ

ولتامتری و الکترودهای انتخاب گر جامد، مایع، حساس به گاز و آنزیمی).



۶) طیف سنجی تشدید مغناطیس هسته‌ای

X-Ray, ESCA, (TG), (FT-NMR, NMR, ESR) مروری بر سایر روش‌های دستگاهی (گرماوزن سنجی)

روش ارزیابی:

| سنجش مستمر | آزمون میانی | آزمون پایانی | پژوهش درسی |
|------------|-------------|--------------|------------|
| + | + | + | + |

منابع

۱. D.C. Harris, *Quantitative Chemical Analysis*, W.H. Freeman, ۲۰۱۰.



شیمی معدنی پیشرفته

| شیمی معدنی پیشرفته | | | فارسی | | عنوان | |
|----------------------------|------------|------------|----------|--------|--------------------|------|
| Advanced mineral chemistry | | | انگلیسی | | درس | |
| درس‌های پیش‌نیاز | تعداد ساعت | تعداد واحد | نوع واحد | | | |
| ندارد | ۴۸ | ۳ | اختیاری | | الزامی | |
| | | | عملی | نظری | عملی | نظری |
| | | | ندارد ■ | دارد □ | آموزش تکمیلی عملی: | |
| | | | ندارد ■ | دارد □ | سفر علمی: | |
| | | | ندارد ■ | دارد □ | حل تمرین: | |
| ندارد ■ | دارد □ | آزمایشگاه: | | | | |

هدف درس:

آشنایی و تسلط بر اصول و تئوری‌های شیمی معدنی

سرفصل‌ها:

(۱) نظریه گروه

گروه‌های نقطه‌ای، جدول ضرب گروه، طبقه‌های گروه تقارنی، گروه‌های حلقوی و آبله، جدول ماهیت گروه، نمایش‌های کاهش پذیر و کاهش ناپذیر و حاصل ضرب مستقیم نمایش‌ها، کاربردهای نظریه گروه در نظریه پیوند ظرفیت، نظریه اوربیتال مولکولی و طیف ارتعاشی

(۲) پیوند و طیف الکترونی ترکیبات کوئوردیناسیون

ترم طیفی یون آزاد- روش فاکتورگیری از اسپین

شکافتگی اوربیتال‌های d در میدان‌های لیگاند مختلف نظریه میدان بلور شکافتگی ترم‌های طیفی در میدان‌های مختلف - نمودارهای ارگل، بر همکنش آرایش، پارامترهای راکا، سری نقلوکس، نمودارهای تانابه - سوگاتوتعیین ترم طیفی پایه با استفاده از نمودار همبستگی و روش کاهش تقارن، تعیین انرژی نسبی اوربیتال‌های d با استفاده از روش کریشنامورتی - شاپ، روش همپوشانی زاویه‌ای، انرژی ارجحیت ساختارینامگذاری کمپلکس‌ها برای ایزومرهای هندسی و نوری به روش آیو پاک برای اعداد کوئوردیناسیون مختلف (CN= ۲-۱۲)، نماد‌های چند وجهی، شاخص‌های پیکربندی و علائم پیکربندی پسماند مغناطیسی کمپلکس‌ها- تاثیر پذیری مغناطیسی، گشناور مغناطیسی، قانون کوری، قانون کوری- وایس، خاصیت پارامغناطیسی، دیامغناطیسی (ثابت‌های پاسکال)، فرو مغناطیسی، آنتی فرو مغناطیسی، فری مغناطیسی و سوپر مغناطیسی



۳) سینیتک واکنش های معدنی

واکنش های جایگزینی لیگاند، کمپلکس های فعال و بی اثر، مکانیسم های A، D و واکنش های پارامترهای فعالسازی و مکانیسم واکنش های جایگزینی لیگاند، ΔH^\ddagger ، ΔS^\ddagger ، ΔV^\ddagger ، واکنش های جایگزینی لیگاند در کمپلکس های هشت و جهی و مسطح مربعی، اثر ترانس، اثر سیس توضیح اثر ترانس با استفاده از اثر پیوندهای σ و π و نظریه همپوشانی زاویه ای، تغییرات استرئوشیمی در واکنش های جایگزینی لیگاند. واکنش های انتقال الکترون (ردوکس) در ترکیبات کوئوردیناسیون: مکانیسم های فضای خارجی و داخلی، بررسی عوامل موثر در سرعت واکنش های انتقال الکترون از جمله تقارن HOMO و LUMO کاهنده و اکسنده، اثر پارامترهای ترمودینامیکی و انرژی پایداری میدان بلور در سرعت واکنش های ردوکسمکانیسم واکنش های نو آرایی در ایزومری های نوری و هندسی، مکانیسم های راسمی شدن و ایزومری شدن.

۴) نظریه اوربیتال های مولکولی و مدل همپوشانی زاویه ای

تعیین ترازهای انرژی اوربیتال های مولکولی کمپلکس های عناصر واسطه MLn با تقارن های گوناگون بر حسب پارامترهای همپوشانی زاویه ای

محاسبه انرژی برتری ساختاری و نیز ساختار برتر در ترکیب های کمپلکس $(ML_n)_X_m$ تعیین حالت های الکترونی کمپلکس های عناصر واسطه سری ۳d و تفسیر طیف الکترونی این کمپلکس ها

۵) شیمی مواد معدنی و نانو مواد

سنتر مواد معدنی

انواع نقص ها در مواد معدنی و چگونگی انتقال یون ها در مواد جامد

اکسید، نترید، فلوئورید، سولفید و هیدرید فلزات، نیمه رساناها و ابر رساناها

خواص الکتریکی و نوری مواد معدنی و کاربرد آنها در ساخت باتری و LED

مواد مولکولی، سوپرا مولکول ها و MOF ها و کاربرد آنها

نانو مواد

ساختارهای نانو، خواص و کاربرد آنها

۶) کاتالیست ها

اصول کلی

کاتالیست های همگن و کاربرد آنها در فرایندهای تولید صنعتی ترکیب های آلی

کاتالیست های هتروژن و کاربرد آنها در فرایندهای تولید صنعتی مواد

کاتالیست های هیبرید و کاربرد آنها



روش ارزیابی:

| سنجش مستمر | آزمون میانی | آزمون پایانی | پژوهش درسی |
|------------|-------------|--------------|------------|
| + | + | + | + |

منابع:

1. Douglass, McDaniel, Alexander, "Concepts and Models of Inorganic Chemistry" John Wiley and sons, Latest Ed.
2. Miessler, Fischer, Tarr, "Inorganic Chemistry", Pearson Publishing, ۲۰۱۴.
3. Housecraft, Sharpe, "Inorganic Chemistry", Pearson Prentice Hall Publishing, Latest Ed.
4. Huheey, Keiter, "Inorganic Chemistry", Harper Collins College Publishing, Latest Ed.
5. Purcell, Kotz, "Inorganic Chemistry", Holt-Saunders Publishing, Latest Ed.
6. Cotton, "Chemical Applications of Group Theory", Wiley-Interscience Publishing.
7. Atkin & Shriver "Inorganic Chemistry", ۶th Ed., W. H. Freeman and Company, New York, ۲۰۱۰.



شیمی سطح و حالت جامد

| | | | | |
|-----------------------------------|---|------------|-------------------------------|---|
| شیمی سطح و حالت جامد | | فارسی | عنوان | |
| Surface and solid state chemistry | | انگلیسی | درس | |
| درس های پیش نیاز | تعداد ساعت | تعداد واحد | نوع واحد | |
| | | | اختیاری | الزامی |
| ندارد | ۴۸ | ۳ | عملی | نظری |
| | | | آموزش تکمیلی عملی: | |
| | | | دارد <input type="checkbox"/> | ندارد <input checked="" type="checkbox"/> |
| | | | سفر علمی: | |
| | | | دارد <input type="checkbox"/> | ندارد <input checked="" type="checkbox"/> |
| حل تمرین: | | | | |
| دارد <input type="checkbox"/> | ندارد <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| آزمایشگاه: | | | | |
| دارد <input type="checkbox"/> | ندارد <input checked="" type="checkbox"/> | | | |

هدف درس:

آشنایی و تسلط بر اصول تئوری شیمی سطح و حالت جامد

سرفصل ها:

- (۱) معرفی ساختارهای ساده کریستالی: ساختارهای اولیه، تقارن و گروه های نقطه ای شبکه ها و سلولهای واحد، جامدات کریستالی، انرژی شبکه.
- (۲) روش های آماده سازی، روش های سرامیک، سنتز مایکروویو، روش سل - ژل، روش پیش ساختار، روش هیدروترمال، ته نشین شدن بخارات شیمیایی
- (۳) پیوند در جامدات و خواص الکترونی، مدل باند، هدایت الکترونی، نیمه هادی ها، نیمه هادی های doped باند در ترکیبات
- (۴) نقص ها و حالت های غیراستوکیومتری: انواع نواقص و مقدار آنها، هدایت یونی در جامدات، الکترولیت های جامد، ترکیبات غیراستوکیومتری
- (۵) زئولیت ها، خاک ها و ساختارهای مرتبط: تهیه زئولیت ها، تعیین ساختار، خاک های معدنی دیگر قالب های ساختاری
- (۶) خواص نوری جامدات: برهم کنش نور و اتم، جذب و نشر تابش در نیمه هادی ها، فیبرهای نوری
- (۷) خواص دی الکتریکی و مغناطیسی، نفوذپذیری مغناطیسی، پارامغناطیس در کمپلکس های فلزی فلزات فرومغناطیس و ترکیبات، آنتی فرومغناطیس، قطبش پذیری الکتریکی، کریستال های Piezoelectric، اثر فروالکتریک
- (۸) فوق هادیها: خواص مغناطیسی، تئوری، اثرات Josephson، فوق هادی های دمای بالا، کاربرد.



۹) ساختار فلزات: ساختار سطح فلزات، ساختار سطح فلزات fcc، ساختار سطح فلزات hcp، ساختار سطح فلزات bcc، انرژی سطح، آسایش و بازسازی سطوح، فلزات ذره‌ای تک کریستال‌های سطوح.

۱۰) جذب مولکول‌های روی سطح: معرفی جذب مولکولی، چگونگی اتصال مولکول‌ها به سطح، سینتیک جذب منحنی‌های انرژی پتانسیل و انرژی جذب، هندسه و ساختار جاذب‌ها، فرآیند خودجذب

۱۱) منحنی همدمای لانگمویر: معرفی، انحراف از حالت تعادلی، انحراف‌های سینتیکی، تغییرات پوشش سطح با T و P، کاربردها.

۱۲) اثرات فشار گاز و UHV: معرفی UHV، اثرات فشار گاز

۱۳) ساختارهای فوق‌لایه‌ای و شکست سطح: طبقه بندی ساختارهای فوق‌لایه‌ای، انکسار الکترونی کم انرژی، انکسار الکترونی پر انرژی انعکاسی، ساختار سطوح
روش ارزیابی:

| سنجش مستمر | آزمون میانی | آزمون پایانی | پژوهش درسی |
|------------|-------------|--------------|------------|
| + | + | + | + |

منابع

۱. Richard C. Ropp, Solid State Chemistry, ۲۰۰۳.
۲. D.P. Woodruff, et al, Modern Techniques of Surface Science, ۱۹۹۴.
۳. Ralf and Walter, Chemistry and Physics of Solid-State, England Vanselow.
۴. R. Vanselow, R. Howe, Chemistry and Physics of Solid Surfaces V, Springer Science & Business Media, ۲۰۱۳.



مواد فعال سطحی

| مواد فعال سطحی | | | فارسی | | عنوان | | | |
|------------------|------------|------------|----------|--------|--------------------|------|--|--|
| Surfactants | | | انگلیسی | | درس | | | |
| درس‌های پیش‌نیاز | تعداد ساعت | تعداد واحد | نوع واحد | | | | | |
| | | | اختیاری | | الزامی | | | |
| ندارد | ۴۸ | ۳ | عملی | نظری | عملی | نظری | | |
| | | | ■ ندارد | □ دارد | آموزش تکمیلی عملی: | | | |
| | | | ■ ندارد | □ دارد | سفر علمی: | | | |
| | | | ■ ندارد | □ دارد | حل تمرین: | | | |
| | | | ■ ندارد | □ دارد | آزمایشگاه: | | | |

هدف درس:

آشنایی مفاهیم مواد فعال سطحی

سرفصل‌ها:

- ساختار و خواص مواد فعال سطحی
- مواد فعال سطحی آنیونی تجاری، روش‌های تهیه و کاربرد آنها
- مواد فعال سطحی کاتیونی تجاری، روش‌های تهیه و کاربرد آنها
- مواد فعال سطحی غیریونی تجاری، روش‌های تهیه و کاربرد آنها
- مواد فعال سطحی جفت یونی تجاری، روش‌های تهیه و کاربرد آنها
- مواد فعال سطحی برپایه مواد تجدید پذیر
- مواد فعال سطحی و تشکیل دولایه الکتریکی
- مواد فعال سطحی و تشکیل مایسل و کاربردهای آن
- کانالیز توسط میسل
- کشش سطحی و کاهش آن توسط مواد فعال سطحی
- ترشدهگی و اصلاح آن با مواد فعال سطحی
- کف سازی و ضد کف سازی با محلولهای مواد فعال سطحی
- امولسیون سازی با مواد فعال سطحی
- کاربرد مواد فعال سطحی در نانو فناوری
- کاربرد مواد فعال سطحی در آمیزه فرآورده‌های بهداشتی و صنعتی



روش ارزیابی:

| سنجش مستمر | آزمون میانی | آزمون پایانی | پژوهش درسی |
|------------|-------------|--------------|------------|
| + | + | + | + |

منابع

1. James Goodwin, *Colloids and Interfaces with Surfactants and Polymers*, Second Edition, Wiley, ۲۰۰۹.
2. Milton J. Rosen, Joy T. Kunjappu, *Surfactants and Interfacial Phenomena*, Fourth Edition, CRC Press, ۲۰۱۳.
3. Tharwat F. Tadros, *An Introduction to Surfactants*, De Gruyter, ۲۰۱۴.
4. Thomas A. Witten, Philip A. Pincus, *Structured Fluids: Polymers, Colloids, Surfactants*, Oxford University Press, USA, ۲۰۱۰.



فرایندهای پتروشیمی

| فرایندهای پتروشیمی | | فارسی | | عنوان | | |
|-----------------------|------------|------------|---|-------|--------------------|------|
| Petrochemical process | | انگلیسی | | درس | | |
| درس‌های پیش‌نیاز | تعداد ساعت | تعداد واحد | نوع واحد | | | |
| | | | اختیاری | | الزامی | |
| ندارد | ۴۸ | ۳ | عملی | نظری | عملی | نظری |
| | | | <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد | | آموزش تکمیلی عملی: | |
| | | | <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد | | سفر علمی: | |
| | | | <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد | | حل تمرین: | |
| | | | <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد | | آزمایشگاه: | |

هدف درس:

آشنایی با اصول و عملکرد فرایندهای صنعت پتروشیمی
این درس به منظور آشنایی با اصول حاکم و نحوه عمل فرایندهای مختلف پتروشیمی برای تولید محصولات متنوع پتروشیمیایی از هیدروکربورهای نفت و گاز ارائه می‌شود.

سرفصل‌ها:

(۱) مقدمه:

تعریف و اهمیت پتروشیمی، تاریخچه، کشورهای تولید کننده و مراکز مهم پتروشیمی در جهان و در خاورمیانه با توجه به ظرفیت، مروری بر صنعت پتروشیمی در ایران و محصولات عمده

(۲) مواد اولیه و خوراک پتروشیمی:

گاز طبیعی و خصوصیات آن، انواع گازهای پالایش شده و محصولات پالایشگاه‌های نفت، نفتا، مواد آروماتیک، مواد معدنی ...

(۳) واحدها و محصولات عمده در صنایع پتروشیمی:

واحدهای بالادست، بنیادی، واسطه‌ای، نهایی، پایین دست، مواد پایه، مواد میانی، مواد نهایی با ذکر مثال

(۴) فرایندهای عمده شیمیایی و عملیات خالص سازی و جداسازی:

تشریح واکنش‌های عمده که در واحدهای بنیادی و میانی صورت می‌گیرند مانند انواع کراکینگ، اکسیداسیون، الکیلاسیون، ریفرمینگ، الکترولیز ... هر یک با ذکر نوع کاتالیزور و مثال. همچنین اعمال جذب و عاری سازی، تقطیر، استخراج، جذب سطحی، تغلیظ ...



۵) تشریح واحدهای بنیادی در تولید مواد پایه:

تولید گاز سنتز، هیدروکربورهای الفینی و دی الفینی، هیدروکربورهای آروماتیک، گاز کلر و غیره

۶) تشریح واحدهای چند مجتمع پتروشیمی مستقر در ایران:

تشریح واحدهای یک مجتمع پتروشیمی با خوراک گاز شیرین و یک مجتمع با خوراک گاز ترش و یک مجتمع با واحد الفین سازی که در آنها خوراک پس از چند واحد به محصولات نهایی مانند کود شیمیایی، مواد پلیمری و سایر (مواد نرم کننده، سموم، حلال ها ...) تبدیل می شود.

۷) تهیه گزارش و ارائه توسط دانشجو برای تشریح فرآیندهای تولید یک محصول پتروشیمیایی با روش روز که با مواد اولیه موجود در ایران نیز قابل تهیه باشد.

روش ارزیابی:

| سنجش مستمر | آزمون میانی | آزمون پایانی | پژوهش درسی |
|------------|-------------|--------------|------------|
| + | + | + | + |

منابع

- ۱) "World Petrochemicals: Stanford Research Institute (SRI) International Series", Latest Ed.
- ۲) A. L. Waddams, "Chemicals from Petroleum", John Murry, Latest Ed.
- ۳) Kirk-Othmer, Encyclopedia of Chemical Technology, Latest Ed.

۴) دبیری اصفهانی ح. "پتروشیمی"، ۱۳۶۴

۵) خسروی م. "پتروشیمی"، انتشارات دانشگاه تهران، آخرین چاپ

۶) جزوات و انتشارات شرکت ملی صنایع پتروشیمی ایران



پدیده‌های انتقال

| پدیده‌های انتقال | | فارسی | عنوان | | | | | |
|---------------------|------------|------------|--------------------|------|---------|------|-------------------------------|--------------------------------|
| Transport phenomena | | انگلیسی | درس | | | | | |
| درس‌های پیش‌نیاز | تعداد ساعت | تعداد واحد | نوع واحد | | | | | |
| | | | الزامی | | اختیاری | | | |
| ندارد | ۴۸ | ۳ | عملی | نظری | عملی | نظری | | |
| | | | آموزش تکمیلی عملی: | | | | <input type="checkbox"/> دارد | <input type="checkbox"/> ندارد |
| | | | سفر علمی: | | | | <input type="checkbox"/> دارد | <input type="checkbox"/> ندارد |
| | | | حل تمرین: | | | | <input type="checkbox"/> دارد | <input type="checkbox"/> ندارد |
| | | | آزمایشگاه: | | | | <input type="checkbox"/> دارد | <input type="checkbox"/> ندارد |

هدف درس:

آشنایی با مفاهیم انتقال و کاربرد آنها در درک پدیده‌های انتقالی
سرفصل‌ها:

(۱) مقدمه

پدیده‌های انتقال، روش‌های انتقال حرارت، مروری بر اصول مومنتم، انرژی و جرم

(۲) انتقال حرارت

هدایت، جابجایی و تشعشع، محاسبه ضریب انتقال حرارت و تعیین ضریب کلی انتقال حرارت
مبدل‌های حرارتی و اصول طراحی آنها، کندانسورها، دیگ‌های بخار، افت فشار در آنها، مشخصات مبدل‌ها
و تبخیرکننده‌ها، طراحی تانک‌های دوجداره حرارتی

(۳) انتقال جرم

مکانیزم نفوذ ماده و تعاریف اولیه و تعریف غلاکس نفوذی جرم، مدل‌های نفوذ، ارائه دو مدل اساسی
نفوذ در گازها، محلول‌های رقیق، مایعات، محلول‌های بیولوژیکی، ماکرو مولکول‌ها
نفوذ از میان فیلم، نفوذ ناپایا در صفحه باریک نیم محدود
ضریب نفوذ در گازها، مایعات، جامدات و پلیمرها، اندازه‌گیری ضریب نفوذ
مبانی انتقال جرم، تعریف ضریب انتقال جرم، روابط هم بستگی ضریب انتقال جرم،
انتقال جرم در غشاءها

روش ارزیابی:

| سنجش مستمر | آزمون میانی | آزمون پایانی | پژوهش درسی |
|------------|-------------|--------------|------------|
| + | + | + | + |



١. A.F. Mills, *Mass Transfer*, Prentice Hall, ٢٠٠١.
٢. K. Asano, *Mass Transfer: From Fundamentals to Modern Industrial Applications*, Wiley-VCH, ٢٠٠٦.
٣. F.P. Incropera, D.P. DeWitt, *Introduction to Heat Transfer*, Wiley, ٢٠١١.
٤. F. Kreith, R.M. Manglik, M.S. Bohn, *Principles of Heat Transfer*, Cengage Learning, ٢٠١٠.
٥. R.B. Bird, *Transport phenomena*, Wiley, Latest Ed.,
٦. G. Hauke, R. Moreau, *An Introduction to Fluid Mechanics and Transport Phenomena*, Springer, ٢٠٠٨.



فناوری پلیمرها

| فناوری پلیمرها | | فارسی | عنوان | | |
|-------------------------------|---|------------|-------------------------------|---|--------------------|
| Polymer Technology | | انگلیسی | درس | | |
| درس‌های پیش‌نیاز | تعداد ساعت | تعداد واحد | نوع واحد | | |
| ندارد | ۴۸ | ۳ | اختیاری | | الزامی |
| | | | عملی | نظری | عملی |
| | | | دارد <input type="checkbox"/> | ندارد <input checked="" type="checkbox"/> | آموزش تکمیلی عملی: |
| | | | دارد <input type="checkbox"/> | ندارد <input checked="" type="checkbox"/> | سفر علمی: |
| | | | دارد <input type="checkbox"/> | ندارد <input checked="" type="checkbox"/> | حل تمرین: |
| دارد <input type="checkbox"/> | ندارد <input checked="" type="checkbox"/> | آزمایشگاه: | | | |

هدف درس:

آشنایی و تسلط بر اصول فناوری پلیمرها

سرفصل‌ها:

- ۱- اختلاط و آمیزه سازی یا کامپاندینگ: انواع افزودنی‌های پلیمر، انواع اختلاط‌ها، فرایندها و ماشین آلات، کامپاند و روش‌های تهیه آمیزه‌های لاستیکی و پلاستیکی
- ۲- فرایندهای شکل‌دهی پلیمرها: اکستروژن، انواع قالبگیری، کالندرینگ، ریخته‌گری
- ۳- خواص مکانیکی پلیمرها: جامدهای ایده‌آل، خاصیت ویسکوالاستیک، مدل ماکسول، روش‌های تنش-کرنش، تنش-آسایش، خزش و دینامیک
- ۴- فناوری پلاستیک‌ها و فناوری لاستیک‌ها
- ۵- رئولوژی مذاب‌های پلیمری: پدیده‌های الاستیک در فرایندهای شکل‌دهی پلیمرها، تعیین مشخصات جریان مذاب‌های پلیمری و انواع نمودارهای جریان، اختلاط و مخلوط‌کننده‌های مهم در صنایع پلیمری، رئولوژی مخلوط‌های چند فازی پلیمری، رئولوژی محصولات الاستومری
- ۶- ترمودینامیک و انتقال حرارت در فرایندهای شکل‌دهی پلیمرها: هدایت، جابجایی، تشعشع

روش ارزیابی:

| سنجش مستمر | آزمون میانی | آزمون پایانی | پژوهش درسی |
|------------|-------------|--------------|------------|
| + | + | + | + |



١. Morthon-Jones D.H., *Polymer products, Design, Material and processing* ١٩٩٢.
٢. Lutz J.T., *Thermoplastic Polymer Additives*, ١٩٨٩.
٣. Levy S., *Plastic Extrusion Technology Handbook*, ١٩٨١.
٤. Arridye R.G.C., *An introduction to polymer mechanics*, ١٩٨٥.
٥. Rodriguez F., *Principle of Polymer Systems*, fourth edition, ١٩٩٨.
٦. Mittal V., *Advances in Polymer Nanocomposite Technology*, Nova Science Publishers, Inc. ٢٠١٠.
٧. Hamrang A., Balköse D., *Applied methodologies in polymer research and technology*, Apple Academic Press, CRC Press, ٢٠١٤.



کاتالیزورهای صنعتی

| کاتالیزورهای صنعتی | | فارسی | عنوان | | | | | |
|----------------------|------------|------------|--------------------|------|--------|------|------------|--|
| Industrial catalysts | | انگلیسی | درس | | | | | |
| درس های پیش نیاز | تعداد ساعت | تعداد واحد | نوع واحد | | | | | |
| | | | اختیاری | | الزامی | | | |
| ندارد | ۴۸ | ۳ | عملی | نظری | عملی | نظری | | |
| | | | آموزش تکمیلی عملی: | | | | | |
| | | | ندارد | دارد | دارد | دارد | سفر علمی: | |
| | | | ندارد | دارد | دارد | دارد | حل تمرین: | |
| | | | ندارد | دارد | دارد | دارد | آزمایشگاه: | |

هدف درس:

آشنایی با کاتالیزورهای صنعتی

سرفصلها:

(۱) مقدمه‌ای بر کاتالیست‌ها

تعریف کاتالیست، اجزای کاتالیست، فعالیت کاتالیست، انتخابگری، نانوکاتالیست، اقتصاد کاتالیست‌ها، دسته‌بندی انواع کاتالیست‌ها، روشهای ساخت و طراحی کاتالیست‌ها، شکل‌دهی کاتالیست‌ها، آزمون کاتالیست‌ها، فعال‌سازی، غیرفعال شدن، احیا و بازیافت کاتالیست و مشخصات یک کاتالیست استاندارد

(۲) مقدمه‌ای بر شیمی سطح

تعریف جذب فیزیکی و شیمیایی، معیارهای جذب فیزیکی و شیمیایی، ایزوترم های جذب، بررسی ترمودینامیک جذب سطحی، اندازه گیری سطوح کلی و فعال کاتالیست

(۳) شناسایی و تعیین مشخصات فیزیکی و شیمیایی کاتالیست

استفاده از روش‌های دستگاهی نظیر: XRD, TPR, TPD, FT-IR, BET, SEM, VSM, XPS, TEM

(۴) واکنش‌های کاتالیستی و سنیتیک آنها

بررسی واکنش‌های سطحی، بررسی واکنش‌های بین بلورهای یونی، بررسی واکنش‌های بین فازهای گازی-جامد و مایع-جامد، بررسی سنیتیک و معادلات سنیتیکی، مکانیسم و ترمودینامیک واکنش‌های

کاتالیستی



۵) مقدمه‌ای بر راکتورها

شناسایی انواع راکتورها، اجزای راکتورها، انتخاب راکتور در یک واکنش، موازنه جرم، نحوه تعیین شرایط عملیاتی در راکتورها، رسم فلودیگرام فرآیندهای کاتالیستی

۶) بررسی بعضی از واکنش‌های کاتالیستی

کاتالیست‌های مورد استفاده در تولید آمونیاک، متانول، گاز سنتز، دی‌متیل اتر و ...

روش ارزیابی:

| سنجش مستمر | آزمون میانی | آزمون پایانی | پژوهش درسی |
|------------|-------------|--------------|------------|
| + | + | + | - |

منابع

۱. A. G. Adamson, *Physical chemistry of surface*. ۶th, Ed, Wiley-Interscience, ۱۹۹۷.
۲. Niemants, V. J. W, *Spectroscopy in Catalysts*. ۲nd Ed. Wiley-VCH, ۲۰۰۰.
۳. Le. Page, *Applied Hetrogenous catalyst*. Editions Technip, ۱۹۸۷.
۴. F. L. i Xamena, J. Gascon, *Metal Organic Frameworks as Heterogeneous Catalysts*, ۲۰۱۳.
۵. مهبد بصیر، کاتالیز ناهمگن: طراحی، ساخت و کاربرد کاتالیزورهای جامد، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۲.
۶. محمدحسن پیروی، ایرج ناصر، کاتالیست‌های ناهمگن، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، ۱۳۷۵.



فرایندهای تصفیه آب و پساب

| فرایندهای تصفیه آب و پساب | | فارسی | عنوان | |
|--|------------|----------|-------------------------------|---|
| Waters and wastewaters treatment processes | | انگلیسی | درس | |
| تعداد ساعات | تعداد واحد | نوع واحد | | |
| درس‌های پیش‌نیاز | | اختیاری | | الزامی |
| | | عملی | نظری | نظری |
| ندارد | ۴۸ | ۳ | | |
| | | | دارد <input type="checkbox"/> | ندارد <input checked="" type="checkbox"/> |
| | | | دارد <input type="checkbox"/> | ندارد <input checked="" type="checkbox"/> |
| | | | دارد <input type="checkbox"/> | ندارد <input checked="" type="checkbox"/> |
| | | | | آزمایشگاه: دارد <input type="checkbox"/> |

هدف درس:

آشنایی با اصول، مکانیسم، عوامل موثر، مزایا، معایب و کاربرد انواع فرایندهای پیشرفته تصفیه آب و پساب

سرفصل‌ها:

(۱) مقدمه

مقدمه‌ای اجمالی بر تصفیه آب و پساب شامل انواع آب و پساب، روش‌های مرسوم مورد استفاده در تصفیه آب و پساب مثل ته نشینی، انعقاد، سختی گیری، لجن فعال و گندزدایی

(۲) انواع آلاینده‌ها

انواع آلاینده‌های آب و روش‌های پیشرفته اندازه گیری آنها شامل استفاده از طیف سنجی جذب اتمی (AAS)، پلاسمای جفت شده القایی (ICP)، کروماتوگرافی گازی-طیف سنجی جرمی (GC-MS)، روشهای اندازه گیری الکتروشیمیایی با تکیه بر الکترودهای ویژه یون (ISEs)، روشهای اختصاصی نوین اندازه گیری شاخص‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی آب و پساب، استانداردهای زیست محیطی تخلیه فاضلاب

(۳) فیلترها در تصفیه آب

- فیلتر کارتریج ها
- کوالرها
- بیوفیلترها
- الترافیلتراسیون



- نانوفیلتراسیون

۴) فرایندهای نمک زدایی از آب

- تقطیر (روش‌های حرارتی مثل تقطیر به کمک چند مرحله انبساط ناگهانی (MSF)، تقطیر چند مرحله‌ای به همراه لوله افقی و فیلم نازک انبساط (MED))
- سیستم‌های نمک زدائی مستقیم و غیر مستقیم خورشیدی
- اسمز معکوس
- الکترو دیالیز
- تبادل یونی
- نمک زدایی انجمادی

۵) فرایندهای بیولوژیکی پیشرفته در تصفیه پساب

- مقدمه ای بر اصول تصفیه بیولوژیکی هوازی و بی هوازی و واکنشگاه لجن فعال متعارف (CAS)
- واکنشگاه‌های زیستی غشائی (MBR)
- واکنشگاه‌های زیستی با بستر متحرک (MBBR)
- واکنشگاه‌های زیستی ناپیوسته متوالی (SBR)
- واکنشگاه‌های زیستی هوازی با رشد چسبیده‌بستر ثابت (IFAS)
- پیل سوختی میکروبی (MFC)
- راکتورهای بی هوازی (مکانیسم، عوامل موثر، انواع واکنشگاه‌ها و کاربرد)
- حذف بیولوژیکی نیتروژن و فسفر (روش‌های BNR و BPR) (مکانیسم، عوامل موثر)
- حذف مواد معلق و تخم انگل



۶) فرایندهای جذب سطحی در تصفیه آب

- مکانیسم‌ها و مراحل جذب سطحی
- ویژگی‌های سطحی جاذب‌ها مانند نوع تخلخل، مساحت سطح، حجم تخلخل، بار سطحی و گروه‌های سطحی فعال و روش‌های اندازه‌گیری آنها
- ایزوترم‌های جذب و کاربرد آنها برای ارزیابی نوع و مدت زمان مفید کار جاذب
- روش‌های احیای جاذب‌ها

- کاربرد پلیمرهای قالب مولکولی (MIP) و چارچوب آلی-فلزی (MOF) بعنوان جاذب اختصاصی برای حذف یا اندازه گیری آلایندهای شیمیایی آب

۷) فرآیندهای اکسایش و احیا پیشرفته

- فتولیز
- فرآیند فتوکاتالیستی
- فرآیند سونوکاتالیستی
- فنتون
- اکسیداسیون شیمیایی (H_2O_2 , ازن و ...)

۸) فرآیندهای الکتروشیمیایی

- فرآیند الکتروکواگولاسیون
- فرآیند فتوالکتروکاتالیست
- جذب سطحی الکتریکی
- الکتروفنتون



۹) پروژه کلاسی

بخشی از مطالب به انتخاب دانشجو و استاد مربوطه در قالب سمینار کلاسی توسط دانشجو ارائه می‌گردد.

روش ارزیابی:

| سنجش مستمر | آزمون میانی | آزمون پایانی | پژوهش درسی |
|------------|-------------|--------------|------------|
| + | + | + | + |

منابع

1. D. Hendricks. "Fundamental of water treatment unit processes; physical, chemical and biological", CRC Press, Taylor & Francis group, ۲۰۱۱.
2. K.W. Lawrence, Yung-Tse Hung, Nazih K. Shammam, "Advanced physico-chemical treatment technologies", Hunama Press, ۲۰۰۷.
3. T.D. Reynolds and P.A. Richards "Unit operations and process in environmental engineering", PWS publishing Co., ۱۹۷۷.
4. Metcalf and Eddy, "Wastewater Engineering: Treatment and Reuse" McGraw-Hill, ۲۰۰۳.
5. Metcalf and Eddy, "Water Reuse: Issues, Technologies, and Applications", McGraw-Hill, ۲۰۰۷.
6. Alexander A. Mofidi, Joon H. Min, Leslie S. Palencia, Bradley M. Coffey, Sun Liang, James F. Green, Advanced Oxidation Processes and UV Photolysis for

- Treatment of Drinking Water, California Energy Commission, Sacramento, California, ۲۰۰۲.
۷. Rip G. Rice, Aharon Netzer, Handbook of ozone technology and applications, Volume ۱, Ann Arbor Science, ۱۹۸۲.
 ۸. Matthew A. Tarr, Chemical Degradation Methods for Wastes and Pollutants, Environmental and Industrial Applications, U.S.A. Marcel Dekker, Inc. New York, ۲۰۰۳.
 ۹. Sung HeeJoo, I. Francis Cheng, Nanotechnology for Environmental Remediation, Springer Science & Business Media, Inc. ۲۰۰۶.
 ۱۰. A.R. Khataee, G.A. Mansoori, Nanostructured Titanium Dioxide Materials: Properties, Preparation and Applications, ۱ ed., World Scientific Publishing Co., ۲۰۱۱.
 ۱۱. E. Brillas, I. Sires, M.A. Oturan, Electro-Fenton process and related electrochemical technologies based on Fenton's reaction chemistry, Chem. Rev., ۱۰۹ ۶۵۷۰-۶۶۳۱, ۲۰۰۹.
 ۱۲. C.A. Martinez-Huitle, E. Brillas, Decontamination of wastewaters containing synthetic organic dyes by electrochemical methods: A general review, Appl. Catal. B: Environ., ۸۷, ۱۰۵-۱۴۵, ۲۰۰۹.



خوردگی پیشرفته

| خوردگی پیشرفته | | | فارسی | | عنوان | |
|-------------------------------|---|------------|-------------------------------|---|--------------------|------|
| Advanced corrosion | | | انگلیسی | | درس | |
| درس های پیش نیاز | تعداد ساعت | تعداد واحد | نوع واحد | | | |
| ندارد | ۴۸ | ۳ | اختیاری | | الزامی | |
| | | | عملی | نظری | عملی | نظری |
| | | | دارد <input type="checkbox"/> | ندارد <input checked="" type="checkbox"/> | آموزش تکمیلی عملی: | |
| | | | دارد <input type="checkbox"/> | ندارد <input checked="" type="checkbox"/> | سفر علمی: | |
| | | | دارد <input type="checkbox"/> | ندارد <input checked="" type="checkbox"/> | حل تمرین: | |
| دارد <input type="checkbox"/> | ندارد <input checked="" type="checkbox"/> | آزمایشگاه: | | | | |

هدف درس:

آشنایی با روش های کنترل خوردگی در صنایع شیمیایی و محیط های مختلف این درس در ادامه درس خوردگی مقطع کارشناسی و آشنایی با ابعاد مختلف خوردگی فلزات و راه های جلوگیری از خوردگی ارائه می شود.

سرفصل ها:



- (۱) مقدمه
- (۲) مبانی خوردگی
- (۳) الکتروشیمی - ترمودینامیک و سینتیک خوردگی
- (۴) انواع خوردگی
- (۵) حفاظت کاتدی
- (۶) کنترل خوردگی توسط باز دارنده ها
- (۷) پوشش ها
- (۸) کنترل خوردگی با طراحی
- (۹) انتخاب مصالح
- (۱۰) خوردگی در اتمسفر
- (۱۱) خوردگی در آب
- (۱۲) خوردگی در خاک
- (۱۳) خوردگی در دیگ های بخار

روش ارزیابی:

| سنجش مستمر | آزمون میانی | آزمون پایانی | پژوهش درسی |
|------------|-------------|--------------|------------|
| + | + | + | + |

منابع

۱. Zaki Ahmad, Principles of Corrosion Engineering and Corrosion Control, Elsevier, ۲۰۰۶.
۲. Mars G. Fontana, Corrosion Engineering, McGraw Hill.
۳. R. Winston Revie, Herbert H. Uhlig, Corrosion and Corrosion Control.



فناوری کودهای شیمیایی و مواد ریز مغذی

| فناوری کودهای شیمیایی و مواد ریز مغذی | | فارسی | عنوان | |
|---|------------|--------------------|---|---|
| Chemical fertilizer and nutrient technology | | انگلیسی | درس | |
| درس های پیش نیاز | تعداد ساعت | تعداد واحد | نوع واحد | |
| ندارد | ۴۸ | ۳ | اختیاری | |
| | | | نظری | الزامی |
| | | | عملی | عملی |
| | | | دارد <input type="checkbox"/> | ندارد <input checked="" type="checkbox"/> |
| | | | ندارد <input checked="" type="checkbox"/> | دارد <input type="checkbox"/> |
| | | آموزش تکمیلی عملی: | | دارد <input type="checkbox"/> |
| | | سفر علمی: | | دارد <input type="checkbox"/> |
| | | حل تمرین: | | دارد <input type="checkbox"/> |
| | | آزمایشگاه: | | دارد <input type="checkbox"/> |

هدف درس:

آشنایی دانشجویان با کودهای شیمیایی و میکرو مغذی ها و نقش آنها در شیمی کشاورزی

سرفصل ها:

(۱) مفاهیم کلی، دسته بندی، اصطلاحات و تعاریف

مقدمه، مواد مغذی، دسته بندی کودهای شیمیایی، دسترسی به مواد مغذی، مقررات استفاده از کود شیمیایی، ویژگی کودهای شیمیایی، اصطلاحات و تعاریف، منابع اطلاعاتی وابسته به کود شیمیایی

(۲) نقش کودهای شیمیایی در کشاورزی

میزان تقاضای محصولات کشاورزی و مواد غذایی، منابع خاکی، مفهوم حاصلخیزی خاک، نقش بنیادین نیتروژن و فسفر و پتاسیم، مشکلات مواد مغذی، کاربرد کودهای شیمیایی مفید، حاصلخیزی و تداوم استفاده از خاک

(۳) موقعیت صنعت کود شیمیایی

تاریخچه ای کوتاه از توسعه کود شیمیایی، نگاهی آماری به محصولات شیمیایی (سال ۱۹۶۰-۱۹۹۵)، نگاهی آماری به مصرف کودهای شیمیایی (سال ۱۹۶۰-۱۹۹۵)، گرایش به صنعت کودهای شیمیایی، گرایش به ارزش کودهای شیمیایی، مراکز تولید کننده محصولات شیمیایی

(۴) دورنمای صنعت کود شیمیایی

مقدمه، توسعه اقتصادی سیاسی و تمرکز بر صنعت کود شیمیایی، دورنمای آینده تقاضای کود شیمیایی، دورنمای آینده عرضه کود شیمیایی، توازن تقاضا و عرضه کود شیمیایی



۵) مواد شیمیایی خام و ذخایر

منابع و دسترسی به مواد خام، ذخایر نیتروژن، سنگ فسفات، سولفور و پتاس

۶) تولید آمونیاک

توسعه فرایند تولید آمونیاک، خواص فیزیکی آمونیاک، مواد اولیه تولید آمونیاک، تکنولوژی تولید آمونیاک، مسائل اقتصادی تولید آمونیاک، توسعه آینده تکنولوژی آمونیاک

۷) حمل و نقل و ذخیره آمونیاک

ذخیره آمونیاک، انتقال آمونیاک

۸) نیتریک اسید، نیترات‌ها و نمک‌های آمونیوم

نیتریک اسید، نیترات آمونیوم، کنترل آلودگی، تولید نیترات آمونیوم کلسیم، دیگر ترکیبات نیتروژن استفاده شده به عنوان کود

۹) اوره

خواص اوره، متغیرهای فرایند روش‌های تولید اوره، فرایندهای اصلاح سطح اوره جهت استفاده به عنوان کود، مسائل اقتصادی

۱۰) کودهای مایع و محلولهای نیتروژن

نیتروژن، فسفات‌های مایع، سوسپانسیون کودها، کودهای مایع ویژه، هزینه‌های سرمایه گذاری

۱۱) کودهای شیمیایی حاصل از فسفریک اسید

سوپر فسفات سه‌گانه، فسفات‌های آمونیوم، پلی‌فسفات آمونیوم، مقایسه اقتصاد TSP و DAP، دیگر کودهای حاصل از فسفریک اسید

۱۲) کودهای شیمیایی نیترو فسفات

فرایندهای نیترو فسفات، فرایند Odda با استفاده از رسوب کلسیم، فرایند مخلوط اسید، دیگر فرایندها، امتیازات و معایب مسیر نیترو فسفات

۱۳) دیگر کودهای فسفات

سوپر فسفات تنها (ssp)، سنگ فسفات به عنوان کود، پتاسیم فسفات‌ها، پودر استخوان، فسفات منیزیم کلسیم جوش خورده، Rhenania phosphate، متافسفات کلسیم، فسفات دی کلسیم، فسفات منیزیم، سوپر فسفات اوره (usp)

۱۴) کودهای پتاس

پتاس در کشاورزی، تولید، مصرف و قیمت پتاس؛ کیفیت تولید؛ دیگر کودهای پتاسیم، گرید شیمیایی پتاس



۱۵) کودهای مرکب

گرایش به عرضه و تقاضای کودهای مرکب، نقش کودهای مرکب، تکنولوژی تولید کود مرکب، پارامترهای فیزیکی و شیمیایی برای تولید NPKs لخته شده، فرایند تولید کودهای مرکب، تجهیزات منحصر به فرد ساخت کودهای مرکب بر پایه اوره دانه ریز، سرمایه گذاری و هزینه‌های فراورش

۱۶) مواد مغذی ثانویه و میکرو مغذیها

مواد مغذی ثانویه، میکرو مغذیها، تهیه میکرو مغذی‌های حاوی کود شیمیایی، دیگر عناصر مفید

۱۷) خواص فیزیکی کودها

خواص فیزیکی کودهای جامد، خواص فیزیکی کودهای مایع

۱۸) حفاظت محیط و جلوگیری از آلودگی

مسائل محیطی وابسته به مصرف کود، مسائل محیطی صنایع کود شیمیایی، ارزیابی مسائل زیست محیطی، نقش سازمانهای بین المللی، بهترین تکنولوژی در دسترس، ISO ۱۴۰۰۰

۱۹) برنامه ریزی برای توسعه صنعت کود

استراتژی‌ها و تدابیر برای توسعه صنعت کود، برآورد تقاضا و تجهیزات، پایداری و توسعه صنعت کود، مسیری راحت برای استفاده از گیاه

۲۰) اقتصاد تولید کود

ساختار هزینه‌های سرمایه گذاری، ساختار هزینه‌های تولید، آنالیز نهایی، ساختار آنالیزی اقتصاد، استفاده از کامپیوترها برای آنالیز نهایی اقتصاد، توصیه‌هایی برای دستیابی به پروژه‌های پایدار

۲۱) دغدغه‌های مواجهه با صنعت کود

حل تضادهای اقتصادی، ظرفیت تولید کود و تقاضا، تأسیس امکانات جدید، پتانسیل کاهش هزینه‌های کود

روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجوی در این درس، طبق نظر استاد مربوطه و در موارد زیر صورت می پذیرد.

| سنجش مستمر | آزمون میانی | آزمون پایانی | پژوهش درسی |
|------------|-------------|--------------|------------|
| + | + | + | * |

منابع

۱. F.C. Boswell, J.J. Meisinger, N.L. Case, Production, marketing, and use of nitrogen fertilizers, American Society of Agronomy, ۱۹۸۵.
۲. Handbook of fertilizer technology, Latest Ed.
۳. Martin B. Hocking, Handbook of Chemical Technology and Pollution Control, Academic press, Latest Ed.





واکنشگاه‌های زیستی

| | | | | | | |
|--------------------|------------|------------|----------|------------|--------------------|------|
| واکنشگاه‌های زیستی | | | فارسی | | عنوان | |
| Bioreactors | | | انگلیسی | | درس | |
| درس‌های پیش‌نیاز | تعداد ساعت | تعداد واحد | نوع واحد | | | |
| ندارد | ۴۸ | ۳ | اختیاری | | الزامی | |
| | | | عملی | نظری | عملی | نظری |
| | | | ندارد | دارد | آموزش تکمیلی عملی: | |
| | | | ندارد | دارد | سفر علمی: | |
| | | | ندارد | دارد | حل تمرین: | |
| ندارد | ندارد | دارد | دارد | آزمایشگاه: | | |

هدف درس:

آشنایی با اصول و مفاهیم مهندسی واکنش‌ها و فرایندهای بیوشیمیایی

سرفصل‌ها:

- ۱) سینتیک رشد سلول و تولید محصول
- ۲) انواع بیو واکنشگاه‌ها از نظر ساختمانی
- ۳) معادلات حاکم بر انواع زیست واکنشگاه‌ها
- ۴) انتقال حرارت در زیست واکنشگاه‌ها
- ۵) انتقال جرم و انتقال اکسیژن در زیست واکنشگاه‌ها
- ۶) کنترل و ابزار دقیق در زیست واکنشگاه‌ها
- ۷) مراحل آماده سازی زیست واکنشگاه برای کشت



روش ارزیابی:

| | | | |
|------------|-------------|--------------|------------|
| سنجش مستمر | آزمون میانی | آزمون پایانی | پژوهش درسی |
| + | + | + | + |

منابع

۱. Doran, P.M., ed., Bioprocess engineering principles (۲nd Edition), Academic Press, London, ۲۰۱۳.
۲. Michael L. Shuler, Fikret Kargi, Bioprocess Engineering: Basic Concepts (۲nd Edition), Prentice Hall, ۲۰۰۱.
۳. Brian McNeil & Linda M. Harvey, Practical Fermentation Technology, John Wiley & Sons Ltd, ۲۰۰۸.

زیست فناوری محیط زیست

| زیست فناوری محیط زیست | | فارسی | عنوان | | |
|-----------------------------|------------|------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Environmental Biotechnology | | انگلیسی | درس | | |
| درس های پیش نیاز | تعداد ساعت | تعداد واحد | نوع واحد | | |
| ندارد | ۴۸ | ۳ | اختیاری | | الزامی |
| | | | عملی | نظری | عملی |
| | | | <input type="checkbox"/> دارد | <input type="checkbox"/> ندارد | <input type="checkbox"/> ندارد |
| | | | آموزش تکمیلی عملی: | | |
| | | | <input type="checkbox"/> دارد | <input type="checkbox"/> ندارد | <input type="checkbox"/> ندارد |
| سفر علمی: | | | <input type="checkbox"/> دارد | <input type="checkbox"/> ندارد | <input type="checkbox"/> ندارد |
| حل تمرین: | | | <input type="checkbox"/> دارد | <input type="checkbox"/> ندارد | <input type="checkbox"/> ندارد |
| آزمایشگاه: | | | <input type="checkbox"/> دارد | <input type="checkbox"/> ندارد | <input type="checkbox"/> ندارد |

هدف درس:

آشنایی با مبانی و اصول زیست فناوری

سرفصل ها:

(۱) مقدمه ای بر زیست فناوری

(۲) انواع آلاینده ها/ضایعات و اثرات آن بر محیط زیست

تعریف ضایعات و انواع آنها (شهری و صنعتی) شامل فلزات سنگین، مواد سمی، مواد مغذی (N, P)، گازهای خروجی (H_2S , CO_2 , CO , SO_2 , NO_x)، و آلودگی خاک و دریا، خواص فیزیکی و شیمیایی آنها.

(۳) اصول فرآیندهای زیستی حذف آلاینده از فاضلاب

الف) اکسیداسیون هوازی (اهداف تصفیه زیستی، نقش و دسته بندی میکرو ارگانیسم ها، مقدمه ای بر متابولیسم زیستی منابع کربن و انرژی برای رشد میکروبی، راندمان تولید زیست توده، سینتیک رشد میکروبی، شدت مصرف خوراک، موازنه جرم زیست توده و خوراک، محاسبه اکسیژن مورد نیاز، حذف مواد مغذی، عوامل موثر بر فرآیند)

ب) اکسیداسیون و تخمیر بی هوازی (میکروبیولوژی، استوکیومتری واکنش ها، سینتیک رشد، عوامل موثر بر فرآیند)

(۴) انواع فرآیندهای زیستی

الف) فرآیندهای هوازی



- سیستم‌های با رشد میکروبی معلق (فرآیند لجن فعال (با رژیم‌های مختلف هوادهی (متعارف، ممتد، اکسیژن خالص)، هیدرولیکی (کاملاً مخلوط (CSTR)، جریان پیستونی (PFR)) و خوراک دهی (ناپیوسته، شبه پیوسته و پیوسته)، لاگون، برکه تثبیت و ...)

- سیستم‌های با رشد میکروبی چسبیده (با بستر ثابت و متحرک نظیر صافی چکنده، تماس دهنده های چرخان (RBC)، MBBR، ...)

- سیستم‌های با رشد میکروبی هیبریدی (سیستم‌های با لجن گراتولی)

(ب) فرآیندهای بی‌هوازی

- سیستم‌های با رشد میکروبی معلق و چسبیده

۵) حذف زیستی ترکیبات آلی با تجزیه پذیری کم و سمی

(مواد نفتی، ترکیبات هیدروکربنی کلرینه، رنگ‌های صنعتی و...)

۶) حذف زیستی فلزات سنگین و سولفورزدایی

۷) روش‌های زیستی تثبیت در هضم ضایعات جامد و لجن

(دفن بهداشتی، کمپوست، ورمی کمپوست و...)

۸) اصلاح و احیاء خاک‌ها و آب‌های آلوده با بکارگیری روش‌های زیستی

(Bioaugmentation, Biotransformation, Bioremediation, Phytoremediation)

۹) حذف بو و گازهای مضر از مواد آلوده به روش زیستی نظیر صافی زیستی

(Biofiltration)

روش ارزیابی:

| سنجش مستمر | آزمون میانی | آزمون پایانی | پژوهش درسی |
|------------|-------------|--------------|------------|
| + | + | + | + |

منابع

۱. B. Rittman, P. L. McCarty, Environmental Biotechnology: Principles and Applications, McGraw-Hill, ۲۰۰۱.
۲. Metcalf and Eddy, Wastewater Engineering, treatment and reuse, McGraw-Hill, ۲۰۰۳.
۳. Jr. Eckenfelder, Industrial water pollution control, Prentice Hall, ۲۰۰۱.
۴. G.M. Evans, J.G. Furlong, Environmental Biotechnology-Theory and Application, John Wiley, ۲۰۰۳.

مبانی انرژی‌های تجدید پذیر

| مبانی انرژی‌های تجدید پذیر | | | فارسی | عنوان | | |
|-------------------------------|---|------------|-------------------------------|---|--------------------|------|
| Renewable energy | | | انگلیسی | درس | | |
| درس‌های پیش‌نیاز | تعداد ساعت | تعداد واحد | نوع واحد | | | |
| ندارد | ۴۸ | ۳ | اختیاری | | الزامی | |
| | | | عملی | نظری | عملی | نظری |
| | | | دارد <input type="checkbox"/> | ندارد <input checked="" type="checkbox"/> | آموزش تکمیلی عملی: | |
| | | | دارد <input type="checkbox"/> | ندارد <input checked="" type="checkbox"/> | سفر علمی: | |
| | | | دارد <input type="checkbox"/> | ندارد <input checked="" type="checkbox"/> | حل تمرین: | |
| دارد <input type="checkbox"/> | ندارد <input checked="" type="checkbox"/> | آزمایشگاه: | | | | |

هدف درس:

آشنایی دانشجویان با مبانی انرژی‌های تجدید پذیر و اهمیت آن

سرفصل‌ها:

۱) تکنولوژی‌های پالایش:

سیستم‌های پالایش، تبدیل و اصلاح نفت و فرآورده‌های آن، فرآورش، انتقال و ذخیره گاز طبیعی، تولید، انتقال و مصرف گاز مایع

۲) تولید انرژی الکتریکی:

نیروگاه‌های حرارتی و آبی، نیروگاه‌های هسته‌ای، نیروگاه‌های خورشیدی، انتقال برق و ابررساناها

۳) ذخیره انرژی:

ذخیره حرارت (تغییر فاز، واکنش شیمیایی و کاتالیتیکی)، تلمبه ذخیره‌ای، چرخ گردان، باتری‌ها، ذخیره هیدروژن و سوخت‌های سلولی

۴) تکنولوژی‌های فرآورش ذغال سنگ:

شستشوی ذغال سنگ، پودرسازی و تولید کک، تکنولوژی‌های تولید گاز از ذغال سنگ، تکنولوژی‌های تولید مایعات از ذغال سنگ

۵) تکنولوژی هیدروژن:

تعاریف اولیه، تولید هیدروژن، ذخیره و انتقال هیدروژن، کاربرد هیدروژن



۶) تکنولوژی‌های انرژی‌های تجدیدپذیر:

انرژی خورشیدی، انرژی زمین گرمایی، باد، امواج و جزر و مد

۷) تکنولوژی‌های صرفه‌جویی انرژی:

صرفه‌جویی انرژی در بخش خانگی، صرفه‌جویی انرژی در بخش صنعت، صرفه‌جویی انرژی در بخش حمل و نقل، پمپ‌های حرارتی

روش ارزیابی:

| سنجش مستمر | آزمون میانی | آزمون پایانی | پژوهش درسی |
|------------|-------------|--------------|------------|
| + | + | + | + |

منابع

۱. A. V. Darosa, *Fundamentals of renewable energy process*, Elsevier, ۲۰۰۵.
۲. B. Sorensen, *Renewable energy*, Elsevier, ۲۰۰۴.



کنترل دستگاهی در صنعت شیمی

| کنترل دستگاهی در صنعت شیمی | | فارسی | عنوان | |
|--|---|------------|--------------------|---|
| Instrumentational process control in chemical industry | | انگلیسی | درس | |
| درس‌های پیش‌نیاز | تعداد ساعت | تعداد واحد | نوع واحد | |
| واکنشگاه‌ها | ۴۸ | ۳ | اختیاری | |
| | | | نظری | عملی |
| | | | آموزش تکمیلی عملی: | دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> |
| | | | سفر علمی: | دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> |
| | | | حل تمرین: | دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> |
| آزمایشگاه: | دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> | | | |

هدف درس:

آشنایی با اصول و مفاهیم کنترل فرآیند شیمیایی و ابزارهای آنالیز مورد استفاده در صنعت

سرفصل‌ها:

- ۱) جنبه‌های طراحی یک سیستم کنترل فرایند، اجزاء یک سیستم کنترل، بلاک دیاگرام، PFD، P&ID، مکانیزم کنترل کننده‌ها
- ۲) مدل کردن ریاضی یک سیستم، تبدیلات لاپلاس، سیستم‌های درجه اول، تابع ترانسفر، تابع پله‌ای، تابع ایمپالس
- ۳) نمونه‌های فیزیکی از سیستم‌های درجه اول، سیستم سطح مایع، پروسه مخلوط کردن، مدار خطی کردن
- ۴) توابع انتقال، رفتار دینامیکی سیستم‌های درجه اول، پاسخ دینامیکی یک سیستم با تاخیر درجه اول، سیستم‌های درجه اول با ثابت زمانی و بهره
- ۵) تحلیل و طراحی سیستم‌های فیدبک کنترل، انواع کنترل کننده‌های فیدبک، کنترل کننده تناسبی، تناسبی-انتهگرای، تناسبی-انتهگرای مشتقی و اثر کنترلی آن بر فرایند، سیستم‌های الکترونیک
- ۶) آشنایی اجمالی و توصیفی با فیدفوروارد کنترل، سیستم‌های کنترل نسبت، کنترل تطبیقی، استنتاجی، ترجیحی و مزایده ای با ذکر مثال از کاربرد آنها



- ۷) آشنایی با طراحی سیستم‌های کنترل برای واحدهای کامل - تشریح مثال‌های موردی نظیر واحد هیدرو دی الکیلاسیون تولوئن
- ۸) آشنایی با دستگاه‌ها و ابزار کنترلی مثل انواع شیر، انواع پمپ‌ها و کمپرسورها، ترانسمیترها
- ۹) دستگاه‌های اندازه‌گیری مشخصات سیستم شامل اندازه گیریدرجه حرارت، فشار، سرعت، دبی جریان، سطح و ارتفاع، ترکیب شیمیایی، مشخصات فیزیکی (گرانروی، چگالی، pH)

روش ارزیابی:

| سنجش مستمر | آزمون میانی | آزمون پایانی | پژوهش درسی |
|------------|-------------|--------------|------------|
| + | + | + | - |

منابع

1. NJ Prentice-Hall, George Stephanopoulos, Chemical Process Control: An Introduction to Theory and Practice, Engiewood Cliffs, last edition.
2. Donald R. Coughanowr, Lowell B. Koppel, Process Systems Analysis and Control, McGraw-Hill Book Company, Inc., 2nd edition, New York, last edition.
3. منوچهر نیک آذر، مبانی کنترل فرایند در مهندسی شیمی، دانشگاه صنعتی امیر کبیر،



شیمی و فناوری مواد مرکب (کامپوزیت‌ها)

| شیمی و فناوری مواد مرکب (کامپوزیت‌ها) | | فارسی | عنوان | | | |
|---|--------------------------------|------------|-------------------------------|--------------------------------|---------|------|
| Chemistry and technology of composite materials | | انگلیسی | درس | | | |
| درس‌های پیش‌نیاز | تعداد ساعت | تعداد واحد | نوع واحد | | | |
| | | | الزامی | | اختیاری | |
| ندارد | ۴۸ | ۳ | عملی | نظری | عملی | نظری |
| | | | آموزش تکمیلی عملی: | | | |
| | | | <input type="checkbox"/> دارد | <input type="checkbox"/> ندارد | | |
| | | | سفر علمی: | | | |
| | | | <input type="checkbox"/> دارد | <input type="checkbox"/> ندارد | | |
| حل تمرین: | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> دارد | <input type="checkbox"/> ندارد | | | | | |
| آزمایشگاه: | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> دارد | <input type="checkbox"/> ندارد | | | | | |

هدف درس:

آشنایی با شیمی و فناوری پلیمرهای تقویت شده

سرفصل‌ها:

- ۱) مقدمه (اهمیت، تعریف و طبقه‌بندی کامپوزیت‌ها)
- ۲) ماتریس‌ها یا رزین‌ها (رزین‌های پلی‌استر غیراشباع اورتو و ایزو، بیسفنولی، وینیل استر، اپوکسی و فنولی)
- ۳) مواد تقویت‌کننده یا الیاف و مواد افزودنی شامل الیاف شیشه، الیاف کربن و الیاف آرامید، الیاف بازالت، الیاف پلی‌اتیلن و الیاف طبیعی
- ۴) خواص سفتی (stiffness) لایه حاوی الیاف پیوسته
- ۵) خواص مقاومتی (strength) لایه حاوی الیاف پیوسته
- ۶) خواص سفتی و مقاومتی لایه حاوی الیاف ناپیوسته (الیاف کوتاه)
- ۷) خواص سفتی و مقاومتی لایه تحت بار حرارتی و رطوبتی
- ۸) فرآیندهای شکل‌دهی یا ساخت کامپوزیت‌ها (روش‌های دستی، اسپری، قالبگیری کیسه ای تحت خلا و فشار، اتوکلاو، رشته پیچی، پالترژن و روش پیوسته تولید ورق‌ها)



روش ارزیابی:

| سنجش مستمر | آزمون میانی | آزمون پایانی | پژوهش درسی |
|------------|-------------|--------------|------------|
| + | + | + | + |

۱. محمد حسین بهشتی و امیر مسعود رضادوست، پلاستیکهای تقویت شده (کامپوزیتها)، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران، تهران، چاپ دوم، ۱۳۹۱.
۲. B.D. Agarwal and L.J. Broutman, K Chandrashekhara, Analysis and Performance of Fiber Composites, (۳rd Ed), John Wiley, ۲۰۰۶.
۳. S. K. Mazumdar, Composites Manufacturing (Materials, Product and Process Engineering), CRC Press, ۲۰۰۲.
۴. R.G. Weatherhead, FRP Technology, Fiber Reinforced Resin Systems, Applied Science Ltd., London, ۱۹۸۰.
۵. P.K. Malik, Fiber Reinforced Composites: Materials, Manufacturing and Design, CRC Press, ۲۰۰۸.
۶. MH Dato, Mechanics of Fibrous Composites, Elsevier Applied Science, ۱۹۹۱.



خواص فیزیکی و مکانیکی پلیمرها

| خواص فیزیکی و مکانیکی پلیمرها | | فارسی | عنوان | | | |
|--|------------|------------|--|------|--------|------|
| Physical and mechanical properties of polymers | | انگلیسی | درس | | | |
| درس‌های پیش‌نیاز | تعداد ساعت | تعداد واحد | نوع واحد | | | |
| | | | اختیاری | | الزامی | |
| ندارد | ۴۸ | ۳ | عملی | نظری | عملی | نظری |
| | | | آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد | | | |
| | | | سفر علمی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد | | | |
| | | | حل تمرین: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد | | | |
| | | | آزمایشگاه: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد | | | |

هدف درس:

آشنایی با مبانی و اصول خواص فیزیکی و مکانیکی پلیمرها و چگونگی کنترل آنها

سرفصل‌ها:

(۱) مقدمه

(۲) آزمون‌های مکانیکی و انتقال پلیمرها

دمای انتقال شیشه‌ای و پدیده بلوری شدن، تئوریا، عوامل موثر و روشهای اندازه گیری دمای انتقال شیشه‌ای، پدیده بلوری شدن، مکانیسم‌های تشکیل بلور و تئوریهای مربوطه، اثر شرایط محیطی بر تشکیل بلور

(۳) مدول الاستیک

(۴) رفتار تنش - کرنش و استحکام

آزمایشات تنش - کرنش، شرح دستگاه، تهیه نمونه‌ها، مفهوم تنش، کرنش و انواع آنها، تسلیم، ازدیاد طول در شکست، عوامل موثر بر منحنیهای تنش - کرنش

(۵) خزش و آسایش تنش

تئوریا، مدل‌های کلوین، ماکسول و زئر

(۶) مقاومت ضربه

مقاومت ضربه پلیمرها، عوامل موثر، ضربه سرعت پایین و بالا، روشهای انجام آزمون آیزود، چارپی، سقوط وزنه، روش‌های تجهیز شده (instrumented)

(۷) خواص دینامیکی مکانیکی

مدول ذخیره، مدول اتلاف و کمپلس، فاکتور اتلاف و میرایی و عوامل موثر بر رفتار دینامیکی پلیمرها

(۸) سایر خواص مکانیکی



خستگی، سایش، دمای تغییر شکل حرارتی (HDT)، سختی و روش‌های مختلف اندازه‌گیری آن (شور، راکول و بارکول)

روش ارزیابی:

| سنجش مستمر | آزمون میانی | آزمون پایانی | پژوهش درسی |
|------------|-------------|--------------|------------|
| + | + | + | + |

منابع

۱. L E Nielsen, R F Landel, Mechanical properties of polymers and composites, ۳nd Ed., Marcel Dekker, ۱۹۹۴.
۲. R.J. Crawford, Plastics Engineering, Pergamum Press, New York, latest Ed.
۳. NG MacCrum, CP Buckley, CB Bucknall, Principle of Polymer Engineering, Oxford University Press, ۱۹۹۶.
۴. لارنس نیلسن، رابرت لاندل، خواص مکانیکی پلیمرها و کامپوزیت‌ها، ترجمه اسماعیل قاسمی، محمد مینایی زعیم و مرضیه ریاحی نژاد، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران، ۱۳۸۹.
۵. سیامک مطهری، ایرج رضائیان، خواص فیزیکی و مکانیکی پلیمرها، دانشگاه تهران، چاپ سوم، ۱۳۹۵.



غشاهای و فرایندهای غشایی

| غشاهای و فرایندهای غشایی | | | فارسی | | عنوان | |
|-------------------------------|---|------------|-------------------------------|---|--------------------|------|
| Membrane and Membrane Process | | | انگلیسی | | درس | |
| درس های پیش نیاز | تعداد ساعت | تعداد واحد | نوع واحد | | | |
| ندارد | ۴۸ | ۳ | اختیاری | | الزامی | |
| | | | عملی | نظری | عملی | نظری |
| | | | دارد <input type="checkbox"/> | ندارد <input checked="" type="checkbox"/> | آموزش تکمیلی عملی: | |
| | | | دارد <input type="checkbox"/> | ندارد <input checked="" type="checkbox"/> | سفر علمی: | |
| | | | دارد <input type="checkbox"/> | ندارد <input checked="" type="checkbox"/> | حل تمرین: | |
| دارد <input type="checkbox"/> | ندارد <input checked="" type="checkbox"/> | آزمایشگاه: | | | | |

هدف درس:

آشنایی با اصول و کارکرد غشاهای و عملکرد فرایندهای غشایی. این درس به منظور معرفی غشاهای و دسته بندی آنها از نظر اندازه حفره ها، ساختار و جنس آنها و طرز کار فرایندهای غشایی در تماس با فازهای مختلف ارائه می شود.

سرفصل ها:

- آشنایی با غشاهای
- جنس، ساختار و خواص غشاهای
- ساخت غشاهای
- مدول های غشایی
- فرایندهای غشایی
- میکروفیلتراسیون، اولترافیلتراسیون و نانو فیلتراسیون
- اسمز معکوس
- دیالیز و الکترو دیالیز
- غشاهای مایع
- کاربرد غشاهای در صنایع مختلف
- مزایا و محدودیت های فرایندهای غشایی
- گرفتگی غشاهای و راهکارهای کاهش آن
- آشنایی با آخرین دستاوردها در زمینه غشاهای و فرایندهای غشایی



روش ارزیابی:

| سنجش مستمر | آزمون میانی | آزمون پایانی | پژوهش درسی |
|------------|-------------|--------------|------------|
| + | + | + | + |

منابع:

۱. Baker, R.W., *Membrane Technology and Application*, Second edition. John Wiley & Sons Ltd, England, ۲۰۰۴.
۲. N.N. Li, A.G. Fane, W.S. Winston Ho, T. Matsuura, *Advanced Membrane, Technology and Applications*, John Wiley & Sons Inc., Canada, ۲۰۰۸.
۳. سیاوش مدائنی، غشاها و فرایندهای غشایی، انتشارات دانشگاه رازی کرمانشاه، ۱۳۸۲.
۴. مجلات معتبر علمی چاپ شده دو دهه اخیر با نمایه ISI و ISC



شیمی صنایع غذایی پیشرفته

| شیمی صنایع غذایی پیشرفته | | | فارسی | | عنوان | | | |
|---------------------------------------|------------|------------|--------------------|------|--------|------|-------------------------------|--------------------------------|
| Advanced Chemistry of Food Technology | | | انگلیسی | | درس | | | |
| درس های پیش نیاز | تعداد ساعت | تعداد واحد | نوع واحد | | | | | |
| | | | اختیاری | | الزامی | | | |
| ندارد | ۴۸ | ۳ | عملی | نظری | عملی | نظری | | |
| | | | آموزش تکمیلی عملی: | | | | <input type="checkbox"/> دارد | <input type="checkbox"/> ندارد |
| | | | سفر علمی: | | | | <input type="checkbox"/> دارد | <input type="checkbox"/> ندارد |
| | | | حل تمرین: | | | | <input type="checkbox"/> دارد | <input type="checkbox"/> ندارد |
| | | | آزمایشگاه: | | | | <input type="checkbox"/> دارد | <input type="checkbox"/> ندارد |

هدف درس:

آشنایی با مبانی پیشرفته خواص شیمیایی و عملکردی مواد غذایی و روش های فرآوری مواد غذایی

سرفصل ها:

(۱) خواص شیمیایی و عملکردی انواع مواد غذایی

- معرفی خواص شیمیایی و عملکردی مواد غذایی، ارتباط خواص شیمیایی و عملکردی مواد غذایی، شیرین کننده ها، هیدروکلئیدها، رنگ ها و طعم دهنده ها، پایدار کننده ها و مواد نگهدارنده، تقویت کننده های رشد مخمر، ترکیبات جایگزین چربی، قند و نمک، کنترل کننده های pH
- بررسی ساختمان پروتئین ها، ویژگی های فیزیکی و شیمیایی اسیدهای آمینه، ویژگی های عملکردی پروتئین ها، برهمکنش های پروتئین ها، روابط ساختمان - عملکرد آنها
- مقدمه ای بر کربوهیدرات ها، مونو و الیگوساکاریدها، پلی ساکاریدها، صمغ ها، فیبرها و هیدرو کلئیدها، ویژگی های فیزیکی و شیمیایی و عملکردی آنها، واکنش های شیمیایی آنها
- معرفی ترکیبات لیپیدی، روغن ها و چربی های خوراکی، هیدرولیز لیپیدها، اکسایش لیپیدها (اکسایش رادیکالی آزاد، اکسایش حرارتی، روش های اندازه گیری اکسایش، کنترل اکسایش)، سرخ کردن و اکسایش لیپیدها در صنایع غذایی



۲) روش‌های فرآوری مواد غذایی

- عملیات آماده سازی مواد خام، استفاده از حرارت در نگهداری مواد غذایی (پاستوریزاسیون، استریلیزاسیون، روش‌های حرارت‌دهی غیرمستقیم، حرارت‌دهی تشعشعی)، تبخیر و خشکاندن مواد غذایی، روش‌های نوین صنایع غذایی
- فرآوری محصولات جانبی از پساب و ضایعات، بازیافت ترکیبات رنگی، بازیافت پروتئین‌ها، بازیافت و تولید فیبرهای رژیمی، بازیافت طعم دهنده‌ها، بازیافت آنتی‌اکسیدان‌ها
- معرفی اصول شیمیایی و روش‌های فرآوری یک محصول غذایی به عنوان مطالعه موردی (به عنوان مثال روش‌های فرآوری محصولات لبنی، محصولات گوشتی، دانه‌های روغنی، نوشیدنی‌ها و یا محصولات غله‌ای و...)

روش ارزیابی:

| سنجش مستمر | آزمون میانی | آزمون پایانی | پژوهش درسی |
|------------|-------------|--------------|------------|
| + | + | + | + |

منابع

1. Dickinson, E. and Bergenstahl, B., "Food colloids, proteins, lipids and polysaccharides", Royal society of chemistry, Cambridge, UK, ۲۰۰۶.
2. Belitz H.D., Grosch W. and Schieberle, P., Food chemistry, Springer-Verlage, Berlin Heidelberg, ۲۰۰۴.
3. Damodaran, S. and Paraf, A., "Food proteins and their applications" CRC Press, ۱۹۹۷.
4. Phillips G.O. and Williams P.A., "Handbook of food proteins" Woodhead publishing, Ltd, ۲۰۱۱.
5. Kamar Sahu J., "Introduction to advanced food processing technologies" CRC Press, ۲۰۱۴.

۶. شهیدی، ف.، قاسم زاده، ر.، "فرآوری حداقل در صنایع غذایی"، دانشگاه فردوسی مشهد ۱۳۹۰.



مباحث ویژه در شیمی کاربردی

| | | | | | | |
|----------------------------|------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------|------|
| مباحث ویژه در شیمی کاربردی | | | فارسی | عنوان | | |
| | | | انگلیسی | درس | | |
| درس‌های پیش‌نیاز | تعداد ساعت | تعداد واحد | نوع واحد | | | |
| ندارد | ۴۸ | ۳ | اختیاری | | الزامی | |
| | | | عملی | نظری | عملی | نظری |
| | | | <input type="checkbox"/> دارد | <input type="checkbox"/> ندارد | آموزش تکمیلی عملی: | |
| | | | <input type="checkbox"/> دارد | <input type="checkbox"/> ندارد | سفر علمی: | |
| | | | <input type="checkbox"/> دارد | <input type="checkbox"/> ندارد | حل تمرین: | |
| | | <input type="checkbox"/> دارد | <input type="checkbox"/> ندارد | آزمایشگاه: | | |

هدف درس:

آشنایی دانشجویان با مباحث خاص و نوین در شیمی کاربردی

سرفصل‌ها:

طبق نظر شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده مربوطه

روش ارزیابی:

| | | | |
|------------|-------------|--------------|------------|
| سنجش مستمر | آزمون میانی | آزمون پایانی | پژوهش درسی |
| + | + | + | + |

