



جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

شورای عالی برنامه ریزی آموزشی

برنامه درسی

رشته شیمی

دوره دکتری تخصصی

گروه علوم پایه



به استناد آیین نامه واکذاری اختیارات برنامه ریزی درسی مصوب جلسه شماره ۸۸۲ تاریخ ۱۳۹۵/۱۱/۲۳ شورای

عالی برنامه ریزی آموزشی

عنوان گرایش: ۱- شیمی آلی ۲- شیمی پلیمر ۳-
شیمی تجزیه ۴- شیمی فیزیک ۵- شیمی معدنی ۶-
شیمی کاربردی

نام رشته: شیمی

دوره تحصیلی: دکتری تخصصی

گروه: علوم پایه

نوع مصوبه: بازنگری

کارگروه تخصصی: شیمی

پیشنهادی دانشگاه: تهران

به استناد آیین نامه واگذاری اختیارات برنامه ریزی درسی مصوب جلسه شماره ۸۸۲ تاریخ ۱۳۹۵/۱۱/۲۳ شورای عالی برنامه ریزی آموزشی، برنامه درسی بازنگری شده دوره کارشناسی ارشد ناپیوسته شیمی با گرایش های ۱- شیمی آلی ۲- شیمی پلیمر ۳- شیمی تجزیه ۴- شیمی فیزیک ۵- شیمی معدنی ۶- شیمی کاربردی، طی نامه شماره ۱۳۳/۲۴۷۹۸۱ تاریخ ۱۳۹۶/۰۸/۱۷ از دانشگاه تهران دریافت شد:

ماده یک- این برنامه درسی برای دانشجویانی که از مهر ماه سال ۱۳۹۸ وارد دانشگاه می شوند، قابل اجرا است.

ماده دو- برنامه درسی بازنگری شده دوره دکتری تخصصی شیمی با گرایش های ۱- شیمی آلی ۲- شیمی پلیمر ۳- شیمی تجزیه ۴- شیمی فیزیک ۵- شیمی معدنی ۶- شیمی کاربردی، در سه فصل: مشخصات کلی، جدول واحدهای درسی و سرفصل دروس تنظیم شده است و برای اجرا به دانشگاه ها ابلاغ می شود.

ماده سه- این برنامه درسی از تاریخ تصویب به مدت ۵ سال قابل اجرا بوده و پس از آن نیاز به بازنگری دارد.

دکتر محمدرضا آهنجیان
دبیر کمیسیون برنامه ریزی آموزشی





جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

شورای عالی برنامه ریزی آموزشی

برنامه درسی

رشته نانوشیمی

دوره دکتری تخصصی

گروه علوم پایه



به استناد آیین نامه واکذاری اختیارات برنامه ریزی درسی مصوب جلسه شماره ۸۸۲ تاریخ ۱۳۹۵/۱۱/۲۳ شورای

عالی برنامه ریزی آموزشی

عنوان گرایش: ۱-نانو پلیمر ۲-نانو مواد معدنی

۳- نانو سوپرا مولکول ۴-نانو شیمی نظری

دوره تحصیلی: دکتری تخصصی

نوع مصوبه: بازنگری

نام رشته: نانو شیمی

گروه: علوم پایه

کارگروه تخصصی: شیمی

پیشنهادی دانشگاه: تهران

به استناد آیین نامه واگذاری اختیارات برنامه ریزی درسی مصوب جلسه شماره ۸۸۲ تاریخ ۱۳۹۵/۱۱/۲۳ شورای عالی برنامه ریزی آموزشی، برنامه درسی بازنگری شده دوره دکتری تخصصی نانوشیمی با گرایش های ۱-نانو پلیمر ۲-نانو مواد معدنی ۳- نانو سوپرا مولکول ۴-نانو شیمی نظری، طی نامه شماره ۱۳۳/۲۴۷۹۸۱ تاریخ ۱۳۹۶/۰۸/۱۷ از دانشگاه تهران دریافت شد:

ماده یک- این برنامه درسی برای دانشجویانی که از مهر ماه سال ۱۳۹۸ وارد دانشگاه می شوند، قابل اجرا است.

ماده دو- برنامه درسی بازنگری شده دوره دکتری تخصصی دوره دکتری تخصصی نانوشیمی با گرایش های ۱-نانو پلیمر ۲-نانو مواد معدنی ۳- نانو سوپرا مولکول ۴-نانو شیمی نظری در سه فصل: مشخصات کلی، جدول واحدهای درسی و سرفصل دروس تنظیم شده است و برای اجرا به دانشگاه ها ابلاغ می شود.

ماده سه- این برنامه درسی از تاریخ تصویب به مدت ۵ سال قابل اجرا بوده و پس از آن نیاز به بازنگری دارد.

دکتر محمدرضا آهنجیان

دبیر کمیسیون برنامه ریزی آموزشی





معاونت آموزشی

جمهوری اسلامی ایران

دانشگاه تهران

تاریخ:

شماره:

۱۳۳/۳۴۷۹۸۱

پوست: ۱۳۹۶/۰۸/۱۷

باسمه تعالی

جناب آقای دکتر نوه ابراهیم مدیر کل محترم دفتر برنامه ریزی آموزش عالی

سلام علیکم

احتراماً، به پیوست یک نسخه از برنامه درسی بازنگری شده رشته های (شیمی - گرایش شیمی آلی، شیمی گرایش شیمی پلیمر، شیمی گرایش شیمی تجزیه، شیمی گرایش شیمی فیزیک، شیمی گرایش شیمی معدنی، شیمی کاربردی، علوم و فناوری نانو - نانو شیمی با ۴ گرایش (نانو پلیمر، نانو مواد معدنی، نانو سوپرامولکول، نانو شیمی نظری) در مقطع دکتری مصوب سیصد و دومین جلسه شورای برنامه ریزی، گسترش و نظارت آموزشی دانشگاه مورخ ۱۳۹۵/۴/۲۸ این دانشگاه جهت استحضار و اقدام مقتضی ارسال می گردد.

سید حسین حسینی
معاون آموزشی دانشگاه تهران

نشانی: تهران، بلوار کشاورز، خیابان ۱۶ آذر، نبش نصرت، ساختمان معاونت آموزشی، پلاک ۵۸، کد پستی: ۱۴۱۷۹۶۵۴۶۳

شماره تلفن: ۰۲۱-۸۸۳۳۳۸۰۰ | فکس: ۰۲۱-۸۸۳۳۳۸۰۱ | ایمیل: ut.ac.ir



معاونت آموزشی

جمهوری اسلامی ایران

دانشگاه تهران

تاریخ:

شماره:

۱۳۳/۲۴۷۹۸۱

پیوست: ۱۳۹۶/۰۸/۱۷

باسمه تعالی

جناب آقای دکتر نوه ابراهیم مدیر کل محترم دفتر برنامه ریزی آموزش عالی

سلام علیکم

احتراماً، به پیوست یک نسخه از برنامه درسی بازنگاری شده رشته های (شیمی - گرایش شیمی آلی، شیمی گرایش شیمی پلیمر، شیمی گرایش شیمی تجزیه، شیمی گرایش شیمی فیزیک، شیمی گرایش شیمی معدنی، شیمی کاربردی، علوم و فناوری نانو - نانو شیمی با ۴ گرایش (نانو پلیمر، نانو مواد معدنی، نانو سوپرامولکول، نانو شیمی نظری) در مقطع دکتری مصوب سیصد و دومین جلسه شورای برنامه ریزی، گسترش و نظارت آموزشی دانشگاه مورخ ۱۳۹۵/۴/۲۸ این دانشگاه جهت استحضار و اقدام مقتضی ارسال می گردد.

سید حسین حسینی
معاون آموزشی دانشگاه تهران

رونوشت: سرکار خانم مریم غاضری - معاون محترم اداره کل برنامه ریزی و نظارت آموزشی دانشگاه

نشانی: تهران، بلوار کشاورز، خیابان آذر، نبش نصرت، ساختمان معاونت آموزشی، پلاک ۵۸، کد پستی: ۱۴۱۷۹۶۵۴۶۳

شماره تلفن: ۰۲۱۸۸۴۶۳۸۰۰۰۰۰ | فکس: ۰۲۱۸۸۴۶۳۸۰۰۰۰۰ | ایمیل: ut.ac.ir@ut.ac.ir | وبسایت: www.ut.ac.ir



دانشگاه تهران

مشخصات کلی، برنامه درسی و سرفصل دروس

دوره: دکتری

رشته های:

- شیمی گرایش شیمی آلی
- شیمی گرایش شیمی پلیمر
- شیمی گرایش شیمی تجزیه
- شیمی گرایش شیمی فیزیک
- شیمی گرایش شیمی معدنی
- شیمی کاربردی
- علوم و فناوری نانو - نانوشیمی (۴ گرایش)
 - گرایش نانو پلیمر
 - گرایش نانو مواد معدنی
 - گرایش نانو سوپرا مولکول
 - گرایش نانوشیمی نظری



پردیس علوم

مصوب جلسه مورخ ۹۵/۴/۲۸ شورای برنامه ریزی، گسترش و نظارت آموزشی دانشگاه

این برنامه بر اساس آیین نامه وزارتی تفویض اختیارات برنامه ریزی درسی به دانشگاههای دارای هیات ممیزه توسط اعضای هیات علمی دانشکده فیزیک پردیس علوم بازنگری شده و در سید و دومین جلسه شورای برنامه ریزی، گسترش و نظارت آموزشی دانشگاه مورخ ۹۵/۴/۲۸ به تصویب رسیده است.



مصوبه شورای برنامه ریزی، گسترش و نظارت آموزشی دانشگاه تهران در خصوص برنامه درسی

مقطع : دکتری

رشته های:

شیمی گرایش شیمی آلی، شیمی گرایش شیمی تجزیه، شیمی گرایش شیمی فیزیک، شیمی گرایش شیمی معدنی، شیمی - شیمی پلیمر، شیمی کاربردی و علوم و فناوری نانو - نانوشیمی با ۴ گرایش

برنامه درسی دوره دکتری رشته های فوق الذکر که توسط اعضای هیات علمی دانشکده شیمی پردیس علوم بازنگری شده است با اکثریت آراء به تصویب رسید.

- این برنامه از تاریخ تصویب لازم الاجرا است.
- برنامه درسی بازنگری شده دکتری رشته های فوق الذکر شیمی مصوب جلسه مورخ ۹۵/۴/۲۸ شورای برنامه ریزی، گسترش و نظارت آموزشی دانشگاه جایگزین کلیه برنامه های درسی دوره دکتری رشته های شیمی می شود.
- هر نوع تغییر در برنامه مجاز نیست مگر آنکه به تصویب شورای برنامه ریزی، گسترش و نظارت آموزشی دانشگاه برسد.

فرزانه شمیرانی

دبیر شورای برنامه ریزی آموزشی دانشگاه

سید حسین حسینی

معاون آموزشی دانشگاه

رای صادره جلسه مورخ ۹۵/۴/۲۸ شورای برنامه ریزی، گسترش و نظارت آموزشی دانشگاه در مورد بازنگری برنامه درسی رشته های شیمی در مقطع دکتری صحیح است، به واحد ذیربط ابلاغ شود

محمود نیلی احمد آبادی

رئیس دانشگاه تهران





به نام خداوند جان و خرد

برنامه دوره دکتری تخصصی (PhD) رشته های شیمی

شیمی گرایش شیمی آلی

شیمی - شیمی پلیمر

شیمی گرایش شیمی تجزیه

شیمی گرایش شیمی فیزیک

شیمی کاربردی

شیمی گرایش شیمی معدنی

علوم و فناوری نانو - نانوشیمی (با گرایش های نانوپلیمر، نانو سوپرامولکول، نانو مواد

معدنی و نانو شیمی نظری)



۱۳۹۵



۷

فصل اول - مشخصات و ضوابط

۸

۱- تعریف و هدف

۸

۲- طول دوره و شکل نظام

۸

۱-۲- مرحله آموزشی

۹

۲-۲- - مرحله پژوهشی

۱۰

۲-۳- فرصت مطالعاتی دانشجوی دکتری

۱۰

۲-۴- شیوه ارزیابی فعالیت دانشجوی در دوران پژوهشی

۱۰

۲-۵- دفاع از رساله

۱۱

۳- تعداد و نوع واحدهای درسی

۱۲

۴- شرایط و ضوابط ورود به دوره دکتری رشته شیمی

۱۳

فصل دوم - جداول دروس

۱۴

دکترای شیمی - شیمی آلی

۱۵

جدول ۱- الف. دروس جبرانی دکترای رشته شیمی - شیمی آلی

۱۶

جدول ۱- ب. دروس اصلی دکترای رشته شیمی - شیمی آلی

۱۷

جدول ۱- پ. دروس اختیاری دکترای رشته شیمی - شیمی آلی

۱۸

دکترای شیمی - شیمی پلیمر

۱۹

جدول ۲- الف. دروس جبرانی دکترای رشته شیمی - شیمی پلیمر

۲۰

جدول ۲- ب. دروس اصلی دکترای رشته شیمی - شیمی پلیمر

۲۱

جدول ۲- پ. دروس اختیاری دکترای رشته شیمی - شیمی پلیمر

۲۲

دکتری شیمی - شیمی تجزیه

۲۳

جدول ۳- الف. دروس جبرانی دکتری رشته شیمی - شیمی تجزیه

۲۴

جدول ۳- ب. دروس اصلی دکترای رشته شیمی - شیمی تجزیه

۲۵

جدول ۳- پ. دروس اختیاری دکترای رشته شیمی - شیمی تجزیه

۲۶

دکترای شیمی - شیمی فیزیک

۲۷

جدول ۴- الف. دروس جبرانی دکترای رشته شیمی - شیمی فیزیک

۲۸

جدول ۴- ب. دروس اصلی دکترای رشته شیمی - شیمی فیزیک

۲۹

جدول ۴- پ. دروس اختیاری دکترای رشته شیمی - شیمی فیزیک

۳۰

دکترای شیمی - شیمی کاربردی

۳۱

جدول ۵- الف. دروس جبرانی دکترای رشته شیمی - شیمی کاربردی

۳۲

جدول ۵- ب. دروس اصلی دکترای رشته شیمی - شیمی کاربردی

۳۳

جدول ۵- پ. دروس اختیاری دکترای رشته شیمی - شیمی کاربردی

۳۴

دکترای شیمی - شیمی معدنی

۳۵

جدول ۶- الف. دروس جبرانی دکترای رشته شیمی - شیمی معدنی

۳۶

جدول ۶- ب. دروس اصلی دکتری رشته شیمی - شیمی معدنی



۲۷	جدول ۶-پ. دروس اختیاری دکتری رشته شیمی- شیمی معدنی
۳۸	دکترای شیمی- نانوشیمی (گرایش های نانوپلیمر، سوپرامولکول، نانو معدنی و نانونظری)
۳۹	جدول ۷-الف. دروس جبرانی دکتری رشته شیمی- نانو شیمی
۴۰	جدول ۷-ب. دروس الزامی مشترک دکتری رشته شیمی- نانو شیمی
۴۱	جدول ۷-پ. دروس اصلی تخصصی دکتری رشته شیمی- نانو شیمی- گرایش نانوپلیمر
۴۲	جدول ۷-ت. دروس اختیاری دوره دکتری رشته شیمی- نانوشیمی-گرایش نانو پلیمر
۴۳	جدول ۷-ث. دروس اصلی تخصصی دکتری رشته شیمی- نانو شیمی- گرایش سوپرامولکول
۴۴	جدول ۷-ج. دروس اختیاری دوره دکتری رشته شیمی- نانوشیمی-گرایش سوپرامولکول
۴۵	جدول ۷-چ. دروس اصلی تخصصی دکتری رشته شیمی- نانو شیمی- گرایش نانومعدنی
۴۶	جدول ۷-ح. دروس اختیاری دوره دکتری رشته شیمی- نانوشیمی-گرایش نانومعدنی
۴۷	جدول ۷-خ. دروس اصلی تخصصی دکتری رشته شیمی- نانو شیمی- گرایش نانو نظری
۴۸	جدول ۷-د. دروس اختیاری دوره دکتری رشته شیمی- نانوشیمی-گرایش نانونظری
۴۹	فصل سوم- سر فصل دروس
۵۰	سرفصل دروس اصلی و اختیاری دکترای رشته شیمی آلی
۵۱	NMR پیشرفته
۵۲	سنتز پیشرفته مواد آلی
۵۳	حد واسطه های فعال
۵۴	مباحثی در استرئوشیمی
۵۵	شیمی حالت برانگیخته
۵۶	شیمی فیزیک آلی پیشرفته
۵۷	شیمی آلی زیستی
۵۸	طراحی و سنتز دارو
۵۹	سرفصل دروس اصلی و اختیاری دکترای رشته شیمی پلیمر
۶۰	شیمی فیزیک پیشرفته پلیمرها
۶۱	سنتز و سینتیک پیشرفته پلیمرها
۶۲	فناوری های پیشرفته پلیمرها
۶۳	شیمی و فناوری اصلاح پلیمرها
۶۴	شیمی و فناوری کامپوزیت های پلیمری
۶۵	پلیمرهای معدنی
۶۶	مباحث پیشرفته در پلیمرها
۶۷	سرفصل دروس اصلی و اختیاری دکترای شیمی تجزیه
۶۸	روش های نوین الکتروشیمی
۶۹	طیف بینی تجزیه ای پیشرفته
۷۰	شیمی تجزیه در محلول های غیر آبی



شماره صفحه

فهرست

۷۱	روش‌های نوین شیمیایی و فیزیکی جداسازی
۷۲	لیزر و کاربرد آن در شیمی تجزیه
۷۳	کاربرد روش‌های آماری در شیمی تجزیه
۷۴	روش‌های نوین تجزیه دستگاهی
۷۵	مباحث پیشرفته در شیمی تجزیه
۷۶	الکتروشیمی در محلول‌های غیرآبی
۷۷	کاربرد کامپیوتر، الکترونیک و آمار در شیمی تجزیه
۷۸	نانو الکتروشیمی
۷۹	کاربرد مواد نانوساختار در جداسازی و استخراج
۸۰	نانومواد در حسگرها و زیست حسگرها
۸۱	سرفصل دروس اصلی و اختیاری دکترای رشته شیمی فیزیک
۸۲	مکانیک کوانتومی پیشرفته
۸۳	مکانیک آماری پیشرفته
۸۴	ترمودینامیک و مکانیک آماری غیرتعادلی
۸۵	طیف سنجی مولکولی پیشرفته
۸۶	مباحث پیشرفته در شیمی فیزیک
۸۷	ریاضیات پیشرفته در شیمی فیزیک
۸۸	شیمی محاسباتی پیشرفته
۸۹	شیمی کلونید و سطح
۹۰	سرفصل دروس اصلی و اختیاری دکترای رشته شیمی کاربردی
۹۱	پدیده‌های انتقال پیشرفته
۹۲	فرایندهای شیمیایی و طراحی راکتور پیشرفته
۹۳	روش‌های جداسازی و خالص سازی صنعتی
۹۴	طراحی و کاربرد کاتالیزگرهای بستر دار
۹۵	سنتزهای برگزیده کاربردی
۹۶	آنزیم‌های صنعتی
۹۷	روش‌های شیمیایی لایه نشانی
۹۸	فناوری‌های نوین پالایش و تبدیل گاز
۹۹	فناوری‌های نوین پالایش و تبدیل نفت
۱۰۰	طراحی تصفیه‌خانه آب و فاضلاب
۱۰۱	شبیه‌سازی فرآیندهای شیمیایی
۱۰۲	مواد افزودنی و اصلاح‌کننده‌های شیمیایی
۱۰۳	طراحی فرآیندهای شیمیایی
۱۰۴	غشاها و فرآیندهای غشایی



شماره صفحه

فهرست

۱۰۵	سنتز و سینتیک پیشرفته پلیمرها
۱۰۶	فناوری‌های پیشرفته پلیمرها
۱۰۷	سرفصل دروس اصلی و اختیاری دکترای رشته شیمی معدنی
۱۰۸	ساختار و پیوند در ترکیبات معدنی
۱۰۹	شیمی فلزات واسطه
۱۱۰	کاتالیزگرهای همگن و ناهمگن
۱۱۱	تعیین ساختار با پراش پرتو X
۱۱۲	مهندسی بلور
۱۱۳	روش‌های طیف بینی کاتالیزگرها
۱۱۴	فوتوشیمی ترکیبات معدنی
۱۱۵	الکتروشیمی ترکیبات معدنی
۱۱۶	زیست شیمی معدنی
۱۱۷	پلیمرهای معدنی
۱۱۸	مباحث پیشرفته در شیمی معدنی
۱۱۹	سرفصل دروس الزامی مشترک، اصلی و اختیاری دکترای رشته نانوشیمی
۱۲۰	مباحثی در نانوشیمی و نانوفناوری
۱۲۱	شیمی فیزیک پیشرفته پلیمرها
۱۲۲	سنتز و سینتیک پیشرفته پلیمرها
۱۲۳	فناوری‌های پیشرفته پلیمرها
۱۲۴	نانو فناوری پلیمرها
۱۲۵	نانوکامپوزیت‌های پلیمری
۱۲۶	نانوفناوری غشاها
۱۲۷	مباحث پیشرفته در نانوپلیمرها
۱۲۸	پلیمرها در سطح و لایه‌های مرزی
۱۲۹	نانوداروها و سامانه‌های انتقال دارو
۱۳۰	NMR پیشرفته
۱۳۱	سنتز پیشرفته مواد آلی
۱۳۲	حد واسطه‌های فعال
۱۳۳	شیمی سوپرامولکولی پیشرفته
۱۳۴	نانوساختارهای خودآرا
۱۳۵	نانوداروها و سامانه‌های انتقال دارو
۱۳۶	نانوبیوفناوری پیشرفته
۱۳۷	ساختار و پیوند در ترکیبات معدنی
۱۳۸	شیمی فلزات واسطه
	کاتالیزگرهای همگن و ناهمگن



شماره صفحه

۱۴۰
۱۴۱
۱۴۲
۱۴۳
۱۴۴
۱۴۵
۱۴۶
۱۴۷
۱۴۸
۱۴۹
۱۵۰
۱۵۱
۱۵۲

فهرست

تعیین ساختار با پراش پرتو X
مواد نانومتخلخل
مباحث پیشرفته در نانومواد معدنی
نانوکاتالیزگرهای معدنی
روش‌های سنتز نانو مواد معدنی
کاربرد نانومواد معدنی در انرژی‌های نو
نانومواد در شیمی سبز
مکانیک کوانتومی پیشرفته
مکانیک آماری پیشرفته
ترمودینامیک و مکانیک آماری غیرتعادلی
مباحث پیشرفته در نانوشیمی نظری
مکانیک آماری سیستم‌های ناهمگن
نانوشیمی فیزیک محاسباتی



فصل اول

مشخصات و ضوابط



۱- تعریف و هدف:

دوره دکتری تخصصی (PhD) رشته شیمی با تمام گرایش‌های آن بالاترین مقطع تحصیلی دانشگاهی در این رشته می‌باشد که به اعطای درجه دکتری شیمی در آن رشته می‌انجامد و شامل مجموعه‌ای هماهنگ از فعالیت‌های آموزشی و پژوهشی است. در این دوره ابداع، نوآوری و گسترش دانش شیمی از اهمیت خاصی برخوردار بوده که رسالت ویژه دانشجویان است. هدف از دوره، تربیت نیروی انسانی متخصص و کارآمد در این رشته است.

ضرورت و اهمیت این دوره در تربیت پژوهشگر با تفکر خلاق و مستقل برای کار در موسسات پژوهشی و صنایع شیمیایی کشور و یا تأمین هیأت علمی دانشگاه‌هاست.

۲- طول دوره و شکل نظام:

طول دوره دکتری رشته شیمی هشت نیمسال است که با موافقت شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده، تا دو نیمسال قابل افزایش است. افزایش بیش از این مشمول مقررات دانشگاه است. دوره دکتری رشته شیمی به دو مرحله آموزشی و پژوهشی تقسیم می‌شود:

۱-۲- مرحله آموزشی:

این مرحله شامل حداقل دو و حداکثر چهار نیمسال تحصیلی است که پس از پذیرفته شدن دانشجو در آزمون ورودی و ثبت نام در دانشگاه آغاز می‌شود. اهداف این مرحله افزایش معلومات دانشجو به منظور آمادگی برای استفاده از آخرین دستاوردهای علمی جهان است. مرحله آموزشی از زمان پذیرفته شدن دانشجو در آزمون ورودی آغاز و به امتحان جامع و دفاع از طرح پژوهشی رساله (پروپوزال) ختم می‌شود.

در مرحله آموزشی دانشجو باید ۲ درس الزامی (۶ واحد) از دروس اصلی و ۲ درس (۶ واحد) از دروس اختیاری را بگذراند (در رشته نانوشیمی گذراندن یک درس الزامی مشترک میان کلیه گرایش‌ها و یک درس از دروس اصلی گرایش الزامی است). در صورت تشخیص استاد راهنما و با تأیید شورای تحصیلات تکمیلی-پژوهشی دانشکده دانشجو می‌تواند تا ۶ واحد از دروس کارشناسی ارشد را به عنوان دروس جبرانی بگذراند. برای اتمام مرحله آموزشی و ورود به مرحله پژوهشی دانشجو باید واجد شرایط زیر باشد:

(الف) دانشجو باید دوره "آشنایی با اصول ایمنی در آزمایشگاه" را طی کرده و گواهی موفقیت در آزمون این دوره دریافت کند.

(ب) حداقل در دو درس نمره بالای ۱۶ کسب کند.

(پ) معدل دروس مرحله آموزشی باید بالای ۱۶ باشد.

تبصره: در صورتی که میانگین معدل دانشجو کمتر از ۱۶ باشد و یا ۲ درس با نمره بالاتر از ۱۶ نداشته باشد، حداکثر یک نیمسال به وی فرصت داده می‌شود تا آن را جبران کرده و شرایط مذکور در این بند را برای انجام امتحان جامع کسب کند. در صورتی که دانشجو بعد از این فرصت نتواند کمبود نمره یا معدل خود را جبران کند، اجازه ادامه تحصیل نخواهد داشت.



(ت) در آزمون جامع کتبی (یا شفاهی طبق مقررات مربوطه) شرکت کرده و نمره قبولی کسب کند. حداقل نمره قبولی در امتحان جامع بر اساس مقررات دانشگاه می‌باشد.

تبصره ۱: چنانچه دانشجوی در زمینه ارزیابی معلومات موفق نباشد، هیأت داوران با تعیین منابع درسی یک نیمسال دیگر به دانشجوی برای افزایش معلومات خود فرصت خواهد داد.

۲-۲- مرحله پژوهشی: مرحله پژوهشی شامل موارد زیر است:

(الف) تدوین طرح پژوهشی رساله (پروپوزال): دانشجوی پروپوزال خود را با راهنمایی استاد (اساتید) راهنما تدوین کرده و حداکثر تا قبل از پایان نیمسال چهارم تحصیلی آن را همراه با نامه تأیید استاد راهنما به معاون تحصیلات تکمیلی- پژوهشی دانشکده جهت طرح در شورای تحصیلات تکمیلی ارائه می‌کند. شورای تحصیلات تکمیلی- پژوهشی دانشکده بر اساس پیشنهاد استاد راهنما هیأت داوران را که شامل استاد (اساتید) راهنما، استاد مشاور (استاد مشاور باید در طول تکمیل رساله در پیشبرد آن نقش موثر داشته باشد. تشخیص نیاز به استاد مشاور بر عهده استاد راهنماست)، یک داور داخلی و دو داور از خارج دانشکده را تعیین می‌کند.

تبصره ۱: شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده یکی از اعضای هیات علمی را به عنوان نماینده خود جهت شرکت در جلسه دفاع از پروپوزال تعیین می‌کند. وظیفه این نماینده تأیید برگزاری دفاع از پروپوزال رساله دکتری با حضور کلیه اعضای هیات داوران است. نماینده تحصیلات تکمیلی عضو هیأت داوران نمی‌باشد.

(ب) دفاع از طرح پژوهشی رساله (پروپوزال): دانشجوی باید تا پایان نیمسال چهارم تحصیلی در جلسه دفاع از پروپوزال، ایده پژوهشی خود را جهت انجام رساله دکتری به هیأت داوران ارائه کرده و از آن دفاع کند. هیأت داوران طرح پژوهشی پیشنهادی را بررسی و رأی خود را مبنی بر تأیید یا ارائه فرصت بیشتر به دانشجوی برای تکمیل و بارور ساختن ایده پژوهشی اعلام می‌کند.

(پ) ثبت موضوع رساله دکتری: در صورت تأیید هیأت داوران، موضوع رساله دانشجوی به طور رسمی توسط دانشکده ثبت و به اطلاع استاد (اساتید) راهنما، استاد مشاور و دانشجوی خواهد رسید. آغاز رسمی مرحله پژوهشی دوره دکتری با ثبت موضوع رساله می‌باشد.

(ت) انجام کار پژوهشی: در این مرحله دانشجوی کارهای پژوهشی خود را برای دستیابی به اهداف تعریف شده در رساله دکتری ادامه می‌دهد. دانشجوی موظف است با فواصل یکسال بعد از تصویب موضوع رساله، دستاوردهای پژوهشی خود را در حضور استاد راهنما و استاد مشاور و سایر دانشجویان دوره‌های تحصیلات تکمیلی ارائه کرده و به پرسش‌های آنها پاسخ دهد.

۳-۲- فرصت مطالعاتی دانشجوی دکتری

دانشجو در طول دوره پژوهشی می‌تواند با موافقت استاد راهنمای خود و تأیید شورای تحصیلات تکمیلی- پژوهشی دانشکده برای یک دوره ۶ ماهه از فرصت مطالعاتی در دانشگاه‌های معتبر استفاده کند. برای استفاده از فرصت مطالعاتی، دانشجوی باید حداقل یکسال کار پژوهشی خود را با جدیت انجام داده و نتایج آنها را در



سمینارهای داخلی دانشکده ارائه کرده باشد. مدت فرصت مطالعاتی با موافقت استاد راهنما و تایید شورای تحصیلات تکمیلی-پژوهشی دانشکده می‌تواند حداکثر در دو مرحله ۳ ماهه (تا ۶ ماه) تمدید شود.

تبصره ۱- پرداخت هزینه فرصت مطالعاتی دانشجو براساس مقررات وزارت علوم است.

تبصره ۲- دانشجو موظف است در انتهای فرصت مطالعاتی، ضمن اعلام حضور در دانشکده، گزارش فعالیت پژوهشی خود را در دوره فرصت مطالعاتی که به تایید استاد راهنمای خارجی رسیده باشد را به استاد راهنمای اصلی خود ارائه کرده و پس از تایید ایشان یک نسخه را به معاون تحصیلات تکمیلی دانشکده تحویل دهد. همچنین دانشجو موظف است کارهای انجام شده در دوره فرصت مطالعاتی را به صورت سمینار ارائه کند.

تبصره ۳- در صورت عدم حضور دانشجو در دانشکده پس از اتمام زمان فرصت مطالعاتی، شورای تحصیلات تکمیلی در مورد وی تصمیم‌گیری خواهد کرد.

۲-۴- شیوه ارزیابی فعالیت دانشجو در دوران پژوهشی

دانشجو موظف است پس از تصویب رساله دکتری به طور تمام وقت در آزمایشگاه تحقیقاتی به انجام رساله دکتری بپردازد. انجام فعالیت آموزشی دیگر با تایید استاد راهنما و مشروط بر آنکه آسیبی به فعالیت پژوهشی وی وارد نشود بلامانع است.

تبصره ۱- برای ثبت نام در هر نیمسال دانشجو باید گزارش کوتاهی از فعالیت‌های پژوهشی خود و میزان پیشرفت رساله دکتری نوشته و استاد راهنما آن را تایید کند. این فرم‌ها در پرونده دانشجو نگهداری خواهد شد. در صورت عدم تایید استاد راهنما از فعالیت تمام وقت دانشجو و عدم رضایت از پیشرفت رساله دانشجو موضوع در شورای بخش تخصصی مربوطه بررسی و در مورد ادامه تحصیل دانشجو تصمیم‌گیری شده و نظر بخش مربوط جهت تایید به شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده منعکس خواهد شد.

تبصره ۲- چنانچه دانشجو در مدت مجاز تحصیل (۴ سال) نتواند مرحله پژوهشی را به اتمام رساند و برای ادامه تحصیل درخواست افزایش سنوات کند، موضوع به همراه گزارش پیشرفت رساله وی در شورای تحصیلات تکمیلی-پژوهشی بررسی خواهد شد.

۲-۵- دفاع از رساله

پس از تدوین رساله توسط دانشجو، استاد راهنما آمادگی دانشجو را جهت برگزاری مراسم دفاع از رساله همراه با یک نسخه از رساله و حداقل یک مقاله چاپ شده و یا پذیرفته شده برای چاپ در مجلات دارای نمایه بین‌المللی برای معاون تحصیلات تکمیلی-پژوهشی دانشکده ارسال می‌کند. معاون تحصیلات تکمیلی دانشکده، رساله و مقالات را به صورت محرمانه جهت داوری برای یکی از اعضای هیئت علمی خارج از دانشکده با تخصص مربوطه ارسال می‌کند. پس از تایید بلامانع بودن دفاع از رساله توسط داور، مراتب در شورای تحصیلات تکمیلی-پژوهشی دانشکده مطرح و در صورت تایید بلامانع بودن دفاع توسط این شورا، هیأت داوران را جهت برگزاری جلسه دفاع از رساله تعیین خواهد کرد.



دفاع از رساله در جلسه‌ای با حضور هیأت داوران (متشکل از استاد (اساتید) راهنما، استاد مشاور (در صورت موجود بودن)، یک داور داخلی و دو داور از خارج دانشکده و نماینده شورای تحصیلات تکمیلی - پژوهشی انجام خواهد شد. پس از ارائه کارهای پژوهشی مربوط به رساله، دانشجو به سئوال‌های هیأت داوران پاسخ می‌دهد. هیأت داوران، جلسه محرمانه خود را به منظور اعلام نظر تشکیل و در مورد تایید (در سه سطح عالی، خیلی خوب و خوب) و یا عدم تایید اظهار نظر می‌کند. در صورت عدم تایید، هیأت داوران در مورد نحوه ادامه کار دانشجو تصمیم‌گیری خواهد کرد.

۳- تعداد و نوع واحدهای درسی:

تعداد کل واحدهای درسی دوره دکتری در تمام گرایش‌های رشته شیمی ۳۶ واحد درسی به صورت زیر است.

دروس نظری	۱۲ واحد
رساله	۲۴ واحد

۳-۱- دروس نظری:

دروس نظری دوره دکتری در تمام گرایش‌های رشته شیمی ۱۲ واحد شامل ۶ واحد الزامی (از جدول دروس اصلی) و ۶ واحد اختیاری (از جدول دروس اختیاری) می‌باشد. دانشجو با نظر معاون تحصیلات تکمیلی - پژوهشی دانشکده (تا قبل از انتخاب استاد راهنما) و یا استاد راهنما، ۱۲ واحد درسی را در دو نیمسال از بین واحدهای درسی ارائه شده انتخاب می‌کند.
تبصره: در رشته نانوشیمی گذراندن یک درس الزامی مشترک میان کلیه گرایش‌ها و یک درس از دروس اصلی گرایش الزامی است.

۳-۲- رساله:

الف- موضوع رساله باید به نحوی انتخاب شود که به گسترش مرزهای دانش در رشته مربوطه کمک کند.
ب- رساله باید دارای جامعیت باشد به نحوی که در زمینه تحقیقی که دانشجو انجام می‌دهد دستاورد قابل ملاحظه‌ای کسب کند.

پ- حداقل یک مقاله مورد نیاز برای دفاع از رساله براساس موضوع تحقیقی رساله نوشته شده باشد. این مقاله باید به طور کامل سهم دانشجو باشد و دانشجوی دیگری در آن مشارکت نداشته باشد. در ضمن نام استاد (اساتید) راهنما باید روی مقاله باشد.

تبصره: ارائه حداقل یک سمینار مستخرج از رساله دکتری توسط دانشجو در سمینارها و یا کنفرانس‌های داخلی یا بین‌المللی معتبر که در آن صرفاً نام دانشجو و استاد (اساتید) راهنما قید شده باشد، در طول دوره دکتری الزامی است.



۴- شرایط و ضوابط ورود به دوره دکتری رشته شیمی

الف - دارا بودن مدرک کارشناسی ارشد در رشته‌های علوم و مهندسی

ب - پذیرفته شدن در آزمون ورودی. نحوه و شرایط پذیرش بر اساس مقرراتی است که هر سال توسط دانشگاه اعلام خواهد شد.

پ - مصاحبه: داوطلبان ورود به دوره دکتری در جلسه مصاحبه علمی شرکت می‌نمایند و در این جلسه میزان دانش دانشجوی در زمینه رشته مورد نظر و توانایی و تسلط وی بر کارهای پژوهشی سنجیده می‌شود.

ت - قبولی در آزمون زبان انگلیسی مطابق ضوابط دانشگاه تهران.



فصل دوم

جداول دروس



جداول دروس شیمی - شیمی آلی



جدول ۱- الف. جدول دروس جبرانی

رشته شیمی-شیمی آلی

مقطع: دکتری

ردیف	نام درس	تعداد واحدها			ساعات	
		جمع	نظری	عملی	جمع	نظری
۱	شیمی آلی پیشرفته	۳	۳		۴۸	۴۸
۲	سنتز مواد آلی	۳	۳		۴۸	۴۸
۳	طیف سنجی مواد آلی	۳	۳		۴۸	۴۸

*در صورتیکه دانشجو این دروس را در دوره کارشناسی ارشد نگذرانده باشد، گذراندن این دروس به صورت جبرانی الزامی است. اگر دانشجو در مقطع قبلی این دروس را تحت عنوان دیگری گذرانده باشد، شورای بخش تخصصی می‌تواند با تطبیق آن با محتوای این دروس تصمیم بگیرد.



جدول ۱-ب. جدول دروس اصلی
رشته شیمی-شیمی آلی*

مقطع: دکتری

ردیف	نام درس	تعداد واحدها			ساعات		
		جمع	نظری	عملی	جمع	نظری	عملی
۱	NMR پیشرفته	۳	۳	-	۴۸	-	
۲	سنتز پیشرفته مواد آلی	۳	۳	-	۴۸	-	
۳	حد واسط‌های فعال	۳	۳	-	۴۸	-	
	جمع	۹	۹		۱۴۴	-	

*دانشجو موظف است ۶ واحد از بین دروس این جدول را با موافقت استاد راهنما و یا شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده شیمی انتخاب کند. دانشجو می‌تواند یک درس از این جدول را با نظر استاد راهنما به عنوان درس اختیاری انتخاب کند.
**در صورتیکه دانشجو این درس را در دوره کارشناسی ارشد نگذرانده باشد، گذراندن این درس به صورت جبرانی الزامی است. اگر دانشجو در مقطع قبلی این درس را تحت عنوان دیگری گذرانده باشد، شورای بخش تخصصی می‌تواند با تطبیق آن با محتوای این درس تصمیم بگیرد.



جدول ۱-پ. جدول دروس اختیاری

رشته : شیمی-شیمی آلی^۳

مقطع: دکتری

پیش نیاز	ساعات			تعداد واحدها			نام درس	ردیف
	عملی	نظری	جمع	عملی	نظری	جمع		
	-	۴۸	۴۸	-	۳	۳	مباحثی در استرئوشیمی	۱
	-	۴۸	۴۸	-	۳	۳	شیمی حالت برانگیخته	۲
	-	۴۸	۴۸	-	۳	۳	شیمی فیزیک آلی پیشرفته	۳
سنتز پیشرفته مواد آلی		۴۸	۴۸	-	۳	۳	شیمی آلی زیستی	۴
سنتز پیشرفته مواد آلی		۴۸	۴۸	-	۳	۳	طراحی و سنتز دارو	۵
	-	۲۴۰	۲۴۰		۱۵	۱۵	جمع	

دانشجو می‌تواند دروس اختیاری خود را از این جدول انتخاب کند. همچنین دانشجو می‌تواند یکی از دروس جدول ۱-ب را با نظر استاد راهنما به عنوان درس اختیاری انتخاب کند.
 «دانشجو می‌تواند ۳ واحد از واحدهای اختیاری خود را از بین دروس دکتری رشته‌های علوم و مهندسی با رعایت شرایط زیر انتخاب نماید.

الف- دروسی که انتخاب می‌کند برای انجام پایان نامه ضروری باشد.

ب- از دروس اصلی سایر رشته‌ها و یا دروس اصلی یا اختیاری رشته‌های دکتری شیمی باشد.



جداول دروس

شیمی - شیمی پلیمر



جدول ۲-الف. جدول دروس جبرانی
رشته شیمی-شیمی پلیمر

مقطع: دکتری

ساعات			تعداد واحدها			نام درس	ردیف
عملی	نظری	جمع	عملی	نظری	جمع		
	۴۸	۴۸		۳	۳	شیمی و سینتیک پلیمریزاسیون	۱
	۴۸	۴۸		۳	۳	شناسایی مواد پلیمری	۲

در صورتیکه دانشجو این دروس را در دوره کارشناسی ارشد نگذرانده باشد، گذراندن این دروس به صورت جبرانی الزامی است. اگر دانشجو در مقطع قبلی این دروس را تحت عنوان دیگری گذرانده باشد، شورای بخش تخصصی می‌تواند با تطبیق آن با محتوای این دروس تصمیم بگیرد.



جدول ۲-ب. جدول دروس اصلی
رشته: شیمی-شیمی پلیمر*

مقطع: دکتری

ردیف	نام درس	تعداد واحدها			ساعات			پیش نیاز**
		جمع	نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	
۱	شیمی فیزیک پیشرفته پلیمرها	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	
۲	سنتز و سینتیک پیشرفته پلیمرها	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	
۳	فناوری‌های پیشرفته پلیمرها	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	
	جمع	۹	۹		۱۴۴	۱۴۴		

*دانشجو موظف است ۶ واحد از بین دروس این جدول را با موافقت استاد راهنما و یا شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده شیمی انتخاب کند. دانشجو می‌تواند یک درس از این جدول را با نظر استاد راهنما به عنوان درس اختیاری انتخاب کند.
**در صورتیکه دانشجو این دروس را در دوره کارشناسی ارشد نگذرانده باشد، گذراندن این دروس به صورت جبرانی الزامی است. اگر دانشجو در مقطع قبلی این دروس را تحت عنوان دیگری گذرانده باشد، شورای بخش تخصصی می‌تواند با تطبیق آن با محتوای این دروس تصمیم بگیرد.



جدول ۲-پ. جدول دروس اختیاری

رشته شیمی-شیمی پلیمر^۳

مقطع: دکتری

پیش نیاز	ساعات			تعداد واحدها			نام درس	ردیف
	عملی	نظری	جمع	عملی	نظری	جمع		
	-	۴۸	۴۸	-	۳	۳	شیمی و فناوری اصلاح پلیمرها	۱
	-	۴۸	۴۸	-	۳	۳	شیمی و فناوری کامپوزیت‌های پلیمری	۲
		۴۸	۴۸	-	۳	۳	پلیمرهای معدنی	۳
		۴۸	۴۸	-	۳	۳	مباحث پیشرفته در پلیمرها	۴
	-	۱۹۲	۱۹۲		۱۲	۱۲	جمع	

دانشجو می‌تواند دروس اختیاری خود را از این جدول انتخاب کند. همچنین دانشجو می‌تواند یکی از دروس جدول ۲-ب را با نظر استاد راهنما به عنوان درس اختیاری انتخاب کند.
 *دانشجو می‌تواند ۳ واحد از واحدهای اختیاری خود را از بین دروس دکتری رشته‌های علوم و مهندسی با رعایت شرایط زیر انتخاب نماید.

الف- دروسی که انتخاب می‌کند برای انجام پایان نامه ضروری باشد.

ب- از دروس اصلی سایر رشته‌ها و یا دروس اصلی یا اختیاری رشته‌های دکتری شیمی باشد.



جداول دروس

شیمی - شیمی تجزیه



جدول ۳- الف. جدول دروس جبرانی

رشته: شیمی-شیمی تجزیه

مقطع: دکتری

ساعات			تعداد واحدها			نام درس	ردیف
عملی	نظری	جمع	عملی	نظری	جمع		
	۴۸	۴۸		۳	۳	الکتروشیمی تجزیه‌ای	۱
	۴۸	۴۸		۳	۳	روشهای فیزیکی و شیمیایی جداسازی	۲
	۴۸	۴۸		۳	۳	طیف‌بینی اتمی تجزیه‌ای	۳

در صورتیکه دانشجوی این درس را در دوره کارشناسی ارشد نگذرانده باشد، گذراندن این درس به صورت جبرانی الزامی است. اگر دانشجو در مقطع قبلی این درس را تحت عنوان دیگری گذرانده باشد، شورای بخش تخصصی می‌تواند با تطبیق آن با محتوای این درس تصمیم بگیرد.



جدول ۳-ب. جدول دروس اصلی
رشته شیمی-شیمی تجزیه^۱

مقطع: دکتری

ردیف	نام درس	تعداد واحدها			ساعات			پیش نیاز ^۱
		جمع	نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	
۱	روش های نوین الکتروشیمی	۳	۳		۴۸	۴۸		
۲	طیف بینی تجزیه ای پیشرفته	۳	۳		۴۸	۴۸		
۳	شیمی تجزیه در محلول های غیر آبی	۳	۳		۴۸	۴۸		
۴	روش های نوین شیمیایی و فیزیکی جداسازی	۳	۳		۴۸	۴۸		
	جمع	۱۲	۱۲		۱۹۲	۱۹۲		

دانشجو موظف است ۶ واحد از بین دروس این جدول را با موافقت استاد راهنما و یا شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده شیمی انتخاب کند. دانشجو می تواند یک درس از این جدول را با نظر استاد راهنما به عنوان درس اختیاری انتخاب کند.
در صورتیکه دانشجو این دروس را در دوره کارشناسی ارشد نگذرانده باشد، گذراندن این دروس به صورت جبرانی الزامی است. اگر دانشجو در مقطع قبلی این دروس را تحت عنوان دیگری گذرانده باشد، شورای بخش تخصصی می تواند با تطبیق آن با محتوای این دروس تصمیم بگیرد.



جدول ۳-پ. جدول دروس اختیاری

مقطع: دکتری

رشته: شیمی-شیمی تجزیه*

ردیف	نام درس	تعداد واحدها			ساعات		
		جمع	نظری	عملی	جمع	نظری	عملی
۱	لیزر و کاربرد آن در شیمی تجزیه	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-
۲	کاربرد روش‌های آماری در شیمی تجزیه	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-
۳	روش‌های نوین تجزیه دستگاهی	۳	۳	-	۴۸	۴۸	طیف‌بینی تجزیه‌ای پیشرفته
۴	مباحث پیشرفته در شیمی تجزیه	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-
۵	الکتروشیمی در محلول‌های غیرآبی	۳	۳	-	۴۸	۴۸	روش‌های نوین الکتروشیمی
۶	کاربرد کامپیوتر، الکترونیک و آمار در شیمی تجزیه	۳	۳	-	۴۸	۴۸	
۷	نانو الکتروشیمی	۳	۳	-	۴۸	۴۸	
۸	کاربرد مواد نانو ساختار در جداسازی و استخراج	۳	۳	-	۴۸	۴۸	
۹	نانومواد در حسگرها و زیست حسگرها	۳	۳	-	۴۸	۴۸	
	جمع	۲۱	۲۱				

دانشجو می‌تواند دروس اختیاری خود را از این جدول انتخاب کند. همچنین دانشجو می‌تواند یکی از دروس جدول ۳-ب را یا نظر استاد راهنما به عنوان درس اختیاری انتخاب کند.
 *دانشجو می‌تواند ۳ واحد از واحدهای اختیاری خود را از بین دروس دکتری رشته های علوم و مهندسی با رعایت شرایط زیر انتخاب نماید.

الف- دروسی که انتخاب می‌کند برای انجام پایان نامه ضرورت داشته باشد.
 ب- از دروس اصلی سایر رشته‌ها و یا دروس اصلی یا اختیاری رشته‌های دکتری شیمی باشد.



جداول دروس

شیمی - شیمی فیزیک



جدول ۴-الف. جدول دروس جبرانی

مقطع: دکتری

رشته: شیمی-شیمی فیزیک

ساعات			تعداد واحدها			نام درس	ردیف
عملی	نظری	جمع	عملی	نظری	جمع		
	۴۸	۴۸		۳	۳	ترمودینامیک آماری	۱
	۴۸	۴۸		۳	۳	شیمی فیزیک پیشرفته	۲
	۴۸	۴۸		۳	۳	مکانیک کوانتومی	۳

*در صورتیکه دانشجو این دروس را در دوره کارشناسی ارشد نگذرانده باشد، گذراندن این دروس به صورت جبرانی الزامی است. اگر دانشجو در مقطع قبلی این دروس را تحت عنوان دیگری گذرانده باشد، شورای بخش تخصصی می‌تواند با تطبیق آن با محتوای این دروس تصمیم بگیرد.



جدول ۴-ب. جدول دروس اصلی

رشته: شیمی-شیمی فیزیک*

مقطع: دکتری

ردیف	نام درس	تعداد واحدها			ساعات		
		جمع	نظری	عملی	جمع	نظری	عملی
۱	مکانیک کوانتومی پیشرفته	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-
۲	مکانیک آماری پیشرفته	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-
۳	ترمودینامیک و مکانیک آماری غیرتعادلی	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-
	جمع	۹	۹		۱۴۴	۱۴۴	-

*دانشجو موظف است ۶ واحد از بین دروس این جدول را با موافقت استاد راهنما و یا شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده شیمی انتخاب کند. دانشجو می تواند یک درس از این جدول را با نظر استاد راهنما به عنوان درس اختیاری انتخاب کند.

**در صورتیکه دانشجو این دروس را در دوره کارشناسی ارشد نگذرانده باشد، گذراندن این دروس به صورت جبرانی الزامی است. اگر دانشجو در مقطع قبلی این دروس را تحت عنوان دیگری گذرانده باشد، شورای بخش تخصصی می تواند با تطبیق آن با محتوای این دروس تصمیم بگیرد.



جدول ۴-پ. جدول دروس اختیاری

مقطع: دکتری

رشته: شیمی-شیمی فیزیک

پیش نیاز	ساعات			تعداد واحدها			نام درس	ردیف
	عملی	نظری	جمع	عملی	نظری	جمع		
	-	۴۸	۴۸	-	۳	۳	علیف سنجی مولکولی پیشرفته	۱
	-	۴۸	۴۸	-	۳	۳	مباحث پیشرفته در شیمی فیزیک	۲
	-	۴۸	۴۸	-	۳	۳	ریاضیات پیشرفته در شیمی فیزیک	۳
	-	۴۸	۴۸	-	۳	۳	شیمی محاسباتی پیشرفته	۴
	-	۴۸	۴۸	-	۳	۳	شیمی کلوئید و سطح	۵
	-	۲۴۰	۲۴۰		۱۵	۱۵	جمع	

دانشجو می‌تواند دروس اختیاری خود را از این جدول انتخاب کند. همچنین دانشجو می‌تواند یکی از دروس جدول ۴-ب را با نظر استاد راهنما به عنوان درس اختیاری انتخاب کند.
دانشجو می‌تواند ۳ واحد از واحدهای اختیاری خود را از بین دروس دکتری رشته‌های علوم و مهندسی با رعایت شرایط زیر انتخاب نماید.

الف- دروسی که انتخاب می‌کند برای انجام پایان نامه ضرورت داشته باشد.
ب- از دروس اصلی سایر رشته‌ها و یا دروس اصلی یا اختیاری رشته‌های دکتری شیمی باشد.



جداول دروس

شیمی - شیمی کاربردی



جدول ۵-الف. جدول دروس جبرانی
رشته شیمی-شیمی کاربردی

مقطع: دکتری

ردیف	نام درس	تعداد واحدها			ساعات		
		جمع	نظری	عملی	جمع	نظری	عملی
۱	واکنشگاهها	۳	۳		۴۸	۴۸	
۲	پدیده‌های انتقال	۳	۳		۴۸	۴۸	
۳	شیمی و سینتیک پلیمریزاسیون	۳	۳		۴۸	۴۸	

در صورتیکه دانشجوی این درس را در دوره کارشناسی ارشد نگذرانده باشد، گذراندن این درس به صورت جبرانی الزامی است.
اگر دانشجو در مقطع قبلی این درس را تحت عنوان دیگری گذرانده باشد، شورای بخش تخصصی می‌تواند با تطبیق آن با محتوای این درس تصمیم بگیرد.



جدول ۵-ب. جدول دروس اصلی
رشته: شیمی-شیمی کاربردی*

مقطع: دکتری

ردیف	نام درس	تعداد واحدها			ساعات			پیش نیاز**
		جمع	نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	
۱	پدیده‌های انتقال پیشرفته	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	
۲	فرایندهای شیمیایی و طراحی رآکتور پیشرفته	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	
۳	روش‌های جداسازی و خالص سازی صنعتی	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	
	جمع	۹	۹		۱۴۴	۱۴۴		

*دانشجو موظف است ۶ واحد از بین دروس این جدول را با موافقت استاد راهنما و یا شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده شیمی انتخاب کند. دانشجو می‌تواند یک درس از این جدول را با نظر استاد راهنما به عنوان درس اختیاری انتخاب کند.
**در صورتیکه دانشجو این دروس را در دوره کارشناسی ارشد نگذرانده باشد، گذراندن این دروس به صورت جبرانی الزامی است. اگر دانشجو در مقطع قبلی این دروس را تحت عنوان دیگری گذرانده باشد، شورای بخش تخصصی می‌تواند با تطبیق آن با محتوای این دروس تصمیم بگیرد.



جدول ۵-پ. جدول دروس اختیاری

مقطع: دکتری

رشته: شیمی-شیمی کاربردی^۱

ردیف	نام درس	تعداد واحدها			ساعات		
		جمع	نظری	عملی	جمع	نظری	عملی
۱	طراحی و کاربرد کاتالیزگرهای بستر دار	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-
۲	سنتزهای برگزیده کاربردی	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-
۳	آنزیم‌های صنعتی	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-
۴	شیمی و فناوری روانسازها	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-
۵	روش‌های شیمیایی لایه نشانی	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-
۶	فناوری‌های نوین پالایش و تبدیل گاز	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-
۷	فناوری‌های نوین پالایش و تبدیل نفت	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-
۸	طراحی تصفیه‌خانه آب و فاضلاب	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-
۹	شیه‌سازی فرایندهای شیمیایی	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-
۱۰	مواد افزودنی و اصلاح‌کننده‌های شیمیایی	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-
۱۱	طراحی فرایندهای شیمیایی	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-
۱۲	غشاها و فرایندهای غشایی	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-
۱۳	سنتز و سینتیک پیشرفته پلیمرها	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-
۱۴	فناوری‌های پیشرفته پلیمرها	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-

دانشجو می‌تواند دروس اختیاری خود را از این جدول انتخاب کند. همچنین دانشجو می‌تواند یکی از دروس جدول ۵-ب را با نظر استاد راهنما به عنوان درس اختیاری انتخاب کند.

دانشجو می‌تواند ۳ واحد از واحدهای اختیاری خود را از بین دروس دکتری رشته‌های علوم و مهندسی با رعایت شرایط زیر انتخاب نماید.

الف- دروسی که انتخاب می‌کند برای انجام پایان نامه ضرورت داشته باشد.

ب- از دروس الزامی سایر رشته‌ها و یا دروس اصلی یا اختیاری رشته‌های دکتری شیمی باشد.



جداول دروس

شیمی - شیمی معدنی



جدول ۶-الف. جدول دروس جبرانی

رشته : شیمی-شیمی معدنی

مقطع: دکتری

ردیف	نام درس	تعداد واحدها			ساعات	
		جمع	نظری	عملی	جمع	نظری
۱	شیمی معدنی پیشرفته	۳	۳		۴۸	۴۸
۲	سینتیک و ترمودینامیک واکنش های معدنی	۳	۳		۴۸	۴۸
۳	طیف بینی معدنی	۳	۳		۴۸	۴۸

در صورتیکه دانشجو این دروس را در دوره کارشناسی ارشد نگذرانده باشد، گذراندن این دروس به صورت جبرانی الزامی است. اگر دانشجو در مقطع قبلی این دروس را تحت عنوان دیگری گذرانده باشد، شورای بخش تخصصی می تواند با تطبیق آن با محتوای این دروس تصمیم بگیرد.



جدول ۶-ب. جدول دروس اصلی

رشته: شیمی-شیمی معدنی*

مقطع: دکتری

ردیف	نام درس	تعداد واحدها			ساعات		
		جمع	نظری	عملی	جمع	نظری	عملی
۱	ساختار و پیوند در ترکیبات معدنی	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-
۲	شیمی فلزات واسطه	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-
۳	کاتالیزگرهای همگن و ناهمگن	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-
۴	تعیین ساختار با پراش پرتو X	۲	۳	-	۴۸	۴۸	-
	جمع	۱۲	۱۲		۱۹۲	۱۹۲	-

*دانشجو موظف است ۶ واحد از بین دروس این جدول را با موافقت استاد راهنما و یا شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده شیمی انتخاب کند. دانشجو می تواند یک درس از این جدول را با نظر استاد راهنما به عنوان درس اختیاری انتخاب کند.
 **در صورتیکه دانشجو این دروس را در دوره کارشناسی ارشد نگذرانده باشد، گذراندن این دروس به صورت جبرانی الزامی است.
 اگر دانشجو در مقطع قبلی این دروس را تحت عنوان دیگری گذرانده باشد، شورای بخش تخصصی می تواند با تطبیق آن با محتوای این دروس تصمیم بگیرد.



جدول ۶-پ. جدول دروس اختیاری
رشته شیمی-شیمی معدنی*

مقطع: دکتری

ردیف	نام درس	تعداد واحدها			ساعات		
		جمع	نظری	عملی	جمع	نظری	عملی
۱	مهندسی بلور	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-
۲	روش‌های طیف بینی کاتالیزورها	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-
۳	فوتوشیمی ترکیبات معدنی	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-
۴	الکتروشیمی ترکیبات معدنی	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-
۵	زیست شیمی معدنی	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-
۶	پلیمرهای معدنی	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-
۷	مباحث پیشرفته در شیمی معدنی	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-
	جمع	۱۸	۱۸		۳۳۶	۳۳۶	-

*دانشجو می‌تواند دروس اختیاری خود را از این جدول انتخاب کند. همچنین دانشجو می‌تواند یکی از دروس جدول ۶-ب را با نظر استاد راهنما به عنوان درس اختیاری انتخاب کند.
*دانشجو می‌تواند ۲ واحد از واحدهای اختیاری خود را از بین دروس دکتری رشته‌های علوم و مهندسی با رعایت شرایط زیر انتخاب نماید.

الف- دروسی که انتخاب می‌کند برای انجام پایان نامه ضرورت داشته باشد.
ب- از دروس اصلی سایر رشته‌ها و یا دروس اصلی یا اختیاری رشته‌های دکتری شیمی باشد.



جداول دروس شیمی - نانو شیمی

با گرایش های نانوپلیمر، سوپرامولکول، نانو معدنی و نانونظری



دروس جبرانی دکترای نانو شیمی:

با توجه به نوع گرایش دانشجوی، دروس جبرانی از لیست دروس مندرج در جدول ۱-الف (در گرایش سوپرامولکول)، ۲-الف (در گرایش نانوپلیمر)، ۴-الف (در گرایش نانونظری)، ۶-الف (در گرایش نانومعدنی) و یا جدول زیر (برای همه گرایش‌های نانوشیمی) مبنی بر تشخیص معاونت تحصیلات تکمیلی انتخاب می‌شود.

جدول ۷-الف. جدول دروس جبرانی رشته: نانوشیمی

ردیف	نام درس	تعداد واحدها			ساعات	
		جمع	نظری	عملی	جمع	نظری
۱	روش‌های سنتز نانو مواد	۳	۳		۴۸	۴۸
۲	شناسایی و تعیین ساختار نانو مواد	۳	۳		۴۸	۴۸
۳	جمع	۶	۶		۹۶	۹۶

«در صورتیکه دانشجو این دروس را در دوره کارشناسی ارشد نگذرانده باشد، گذراندن این دروس به صورت جبرانی الزامی است. اگر دانشجو در مقطع قبلی این دروس را تحت عنوان دیگری گذرانده باشد، شورای بخش تخصصی می‌تواند با تطبیق آن با محتوای این دروس تصمیم بگیرد.»



جدول ۷-ب. جدول دروس اصلی مشترک

رشته: نانوشیمی

مقطع: دکتری

ردیف	نام درس	تعداد واحدها			ساعات			پیش نیاز**
		جمع	نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	
۱	مباحثی در نانوشیمی و نانوفناوری	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	
	جمع	۳	۳		۴۸	۴۸	-	

**دانشجو موظف است ۳ واحد این جدول را انتخاب کند.

**در صورتیکه دانشجو این دروس را در دوره کارشناسی ارشد نگذرانده باشد، گذراندن این دروس به صورت جبرانی الزامی است. اگر دانشجو در مقطع قبلی این دروس را تحت عنوان دیگری گذرانده باشد، شورای بخش تخصصی می تواند با تطبیق آن با محتوای این دروس تصمیم بگیرد.



جدول ۷-پ. جدول دروس تخصصی

رشته: نانوشیمی گرایش نانوپلیمر^۹ مقطع: دکتری

ردیف	نام درس	تعداد واحدها			ساعات		
		جمع	نظری	عملی	جمع	نظری	عملی
۱	شیمی فیزیک پیشرفته پلیمرها	۳	۳	-	۴۸	-	
۲	سنتز و سینتیک پیشرفته پلیمرها	۳	۳	-	۴۸	-	
۳	فناوری‌های پیشرفته پلیمرها	۳	۳	-	۴۸	-	
	جمع	۹	۹		۱۴۴		

۹ دانشجوی مؤلف است ۳ واحد از بین دروس این جدول را با موافقت استاد راهنما و یا شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده شیمی انتخاب نماید.
 ۱۰ در صورتیکه دانشجو این دروس را در دوره کارشناسی ارشد نگذرانده باشد، گذراندن این دروس به صورت جبرانی الزامی است.
 اگر دانشجو در مقطع قبلی این دروس را تحت عنوان دیگری گذرانده باشد، شورای بخش تخصصی می‌تواند با تطبیق آن با محتوای این دروس تصمیم بگیرد.



جدول ۷-ت. جدول دروس اختیاری

مقطع: دکتری

رشته: نانوشیمی گرایش نانوپلیمر*

ردیف	نام درس	تعداد واحدها			ساعات		
		جمع	نظری	عملی	جمع	نظری	عملی
۱	نانو فناوری پلیمرها	۳	۳	-	۴۸	۴۸	
۲	نانوکامپوزیت‌های پلیمری	۳	۳	-	۴۸	۴۸	
۳	نانوفناوری غشاها	۳	۳	-	۴۸	۴۸	
۴	مباحث پیشرفته در نانوپلیمرها	۳	۳	-	۴۸	۴۸	
۵	پلیمرها در سطح و لایه‌های مرزی	۳	۳	-	۴۸	۴۸	
۶	نانوداروها و سامانه‌های انتقال دارو	۳	۳	-	۴۸	۴۸	
	جمع	۱۸	۱۸		۲۸۸	۲۸۸	

دانشجو می‌تواند دروس اختیاری (۶ واحد) خود را از این جدول انتخاب کند. همچنین دانشجو می‌تواند یکی از دروس جدول ۷-ب را با نظر استاد راهنما به عنوان درس اختیاری انتخاب کند.

*دانشجو می‌تواند ۳ واحد از واحدهای اختیاری خود را از بین دروس دکتری رشته‌های علوم و مهندسی با رعایت شرایط زیر انتخاب نماید. الف- دروسی که انتخاب می‌کند برای انجام پایان نامه ضرورت داشته باشد.

ب- از دروس اصلی سایر رشته‌ها و یا دروس اصلی یا اختیاری رشته‌های دکتری شیمی باشد.



جدول ۷-ث. جدول دروس تخصصی

رشته : نانوشیمی گرایش نانوسوپرامولکول^o

مقطع: دکتری

پیش نیاز	ساعات			تعداد واحدها			نام درس	ردیف
	عملی	نظری	جمع	عملی	نظری	جمع		
طیف سنجی آلی	-	۴۸	۴۸	-	۳	۳	NMR پیشرفته	۱
سنتز مواد آلی	-	۴۸	۴۸	-	۳	۳	سنتز پیشرفته مواد آلی	۲
شیمی آلی پیشرفته	-	۴۸	۴۸	-	۳	۳	حد واسطه‌های فعال	۳
	-	۱۴۴	۱۴۴		۹	۹	جمع	

*دانشجو موظف است ۳ واحد از بین دروس این جدول را با موافقت استاد راهنما و یا شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده شیمی انتخاب نماید.



جدول ۷-ج. جدول دروس اختیاری

مقطع: دکتری

رشته: نانوشیمی گرایش نانو سوپرامولکول^{*}

ردیف	نام درس	تعداد واحدها			ساعات		
		جمع	نظری	عملی	جمع	نظری	عملی
۱	شیمی سوپرامولکولی	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-
۲	نانوساختارهای خودآرا	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-
۳	نانوداروها و سامانه‌های انتقال دارو	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-
۴	مباحثی در نانوشیمی	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-
	جمع	۱۲	۱۲	-	۱۹۲	۱۹۲	-

دانشجو می‌تواند دروس اختیاری (۶ واحد) خود را از این جدول انتخاب کند. همچنین دانشجو می‌تواند یکی از دروس جدول ۷-ب را با نظر استاد راهنما به عنوان درس اختیاری انتخاب کند.

دانشجو می‌تواند ۳ واحد از واحدهای اختیاری خود را از بین دروس دکتری رشته‌های علوم و مهندسی با رعایت شرایط زیر انتخاب نماید.
الف- دروسی که انتخاب می‌کند برای انجام پایان نامه ضرورت داشته باشد.

ب- از دروس اصلی سایر رشته‌ها و یا دروس اصلی یا اختیاری رشته‌های دکتری شیمی باشد.



جدول ۷-ج. جدول دروس تخصصی

رشته : نانوشیمی گرایش نانو مواد معدنی* مقطع: دکتری

ردیف	نام درس	تعداد واحدها			ساعات		
		جمع	نظری	عملی	جمع	نظری	عملی
۱	ساختار و پیوند در ترکیبات معدنی	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-
۲	شیمی فلزات واسطه	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-
۳	کاتالیزگرهای همگن و ناهمگن	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-
۴	تعیین ساختار با پراش پرتو X	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-
	جمع	۱۲	۱۲	-	۱۹۲	۱۹۲	-

*دانشجو موظف است ۳ واحد از بین دروس این جدول را با موافقت استاد راهنما و یا شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده شیمی انتخاب نماید.



جدول ۷-ح. جدول دروس اختیاری

رشته : نانوشیمی گرایش نانو مواد معدنی*

مقطع: دکتری

ردیف	نام درس	تعداد واحدها			ساعات		
		جمع	نظری	عملی	جمع	نظری	عملی
۱	مواد نانومتخلخل	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-
۲	مباحث پیشرفته در نانومواد معدنی	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-
۳	نانوکاتالیزگرهای معدنی	۳	۳	-	۴۸	۴۸	شیمی سطح و حالت جامد
۴	روش‌های سنتز نانو مواد معدنی	۳	۳	-	۴۸	۴۸	
	جمع	۱۲	۱۲				-

دانشجو می‌تواند دروس اختیاری (۶ واحد) خود را از این جدول انتخاب کند. همچنین دانشجو می‌تواند یکی از دروس جدول ۷-ج را با نظر استاد راهنما به عنوان درس اختیاری انتخاب کند.

دانشجو می‌تواند ۳ واحد از واحدهای اختیاری خود را از بین دروس دکتری رشته‌های علوم و مهندسی با رعایت شرایط زیر انتخاب نماید.

الف- دروسی که انتخاب می‌کند برای انجام پایان نامه ضرورت داشته باشد.

ب- از دروس اصلی سایر رشته‌ها و یا دروس اصلی یا اختیاری رشته‌های دکتری شیمی باشد.



جدول ۷-خ. جدول دروس تخصصی

رشته : نانوشیمی گرایش نانوشیمی نظری*

مقطع: دکتری

پیش نیاز**	ساعات			تعداد واحدها			نام درس	ردیف
	عملی	نظری	جمع	عملی	نظری	جمع		
شیمی کوانتومی	-	۴۸	۴۸	-	۳	۳	مکانیک کوانتومی پیشرفته	۱
ترمودینامیک آماری	-	۴۸	۴۸	-	۳	۳	مکانیک آماری پیشرفته	۲
شیمی فیزیک پیشرفته	-	۴۸	۴۸	-	۳	۳	ترمودینامیک و مکانیک آماری غیرتعادلی	۳
	-	۱۴۴	۱۴۴		۹	۹	جمع	

*دانشجو موظف است ۳ واحد از بین دروس این جدول را با موافقت استاد راهنما و یا شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده شیمی انتخاب نماید.



جدول ۷-۵. جدول دروس اختیاری

رشته : نانوشیمی گرایش نانو شیمی نظری*

مقطع: دکتری

ردیف	نام درس	تعداد واحدها			ساعات		
		جمع	نظری	عملی	جمع	نظری	عملی
۱	مباحث پیشرفته در نانوشیمی نظری	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-
۲	مکانیک آماری سیستم‌های ناهمگن	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-
۳	نانوشیمی فیزیک محاسباتی	۳	۳		۴۸	۴۸	
	جمع	۹	۹		۱۴۴	۱۴۴	-

دانشجو می‌تواند دروس اختیاری (۶ واحد) خود را از این جدول انتخاب کند. همچنین دانشجو می‌تواند یکی از دروس جدول ۷-۶ را با نظر استاد راهنما به عنوان درس اختیاری انتخاب کند.

دانشجو می‌تواند ۳ واحد از واحدهای اختیاری خود را از بین دروس دکتری رشته های علوم و مهندسی با رعایت شرایط زیر انتخاب نماید.

الف- دروسی که انتخاب می‌کند برای انجام پایان نامه ضرورت داشته باشد.

ب- از دروس اصلی سایر رشته‌ها و یا دروس اصلی یا اختیاری رشته‌های دکتری شیمی باشد.



فصل سوم

سر فصل دروس



سرفصل دروس دکتری
رشته: شیمی - شیمی آلی



دروس پیش‌نیاز: ندارد	✓ نظری	✓ اصلی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: NMR پیشرفته
	عملی			تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Advanced NMR
	نظری	اختیاری			
	عملی				

هدف: آشنائی و تسلط بر نظریه و کاربرد NMR

سرفصل درس:

دینامیک سیستم های اسپینی هسته (معادله حرکت، هامیلتونین اسپین هسته، عملگرهای آسایش، دینامیک اسپین در اثر واکنش های شیمیایی)، بکارگیری هامیلتونین اسپین هسته (تئوری هامیلتونی میانگین، هامیلتونی میانگین در اثر اغتشاشات غیرمتناوب)، طیف سنجی فوریه یک بعدی (تئوری پاسخ، توضیح کلاسیک طیف سنجی فوریه، حساسیت طیف سنجی فوریه، توضیح مکانیک کوانتومی طیف سنجی فوریه، انتقال قطبش بین هسته های متفاوت، بررسی فرآیندهای دینامیکی، آسایش، و تبادل شیمیایی، رزونانس دوگانه فوریه)، انتقالات کوانتومی چندگانه (تعداد انتقالات، آشکارسازی انتقالات کوانتومی چندگانه به وسیله NMR موج پیوسته، طیف سنجی کوانتومی چندگانه دامنه بر حسب زمان، آسایش همفاز شدگی چند کوانتومی)، طیف سنجی فوریه دو بعدی (اصول اولیه، تئوری تفصیلی طیف سنجی دو بعدی، مسیرهای انتقال همفازی، تبدیل فوریه دو بعدی، شکل پیک ها در طیف های دو بعدی، بکارگیری طیف های دو بعدی، عبارت های عملگر و ساختار های چندگانگی در طیف های دو بعدی، حساسیت طیف های دو بعدی)، جدایی دو بعدی برهم کنش ها (اصول اولیه، جدایی جابه جایی های شیمیایی و کوپلاژ های عددی در فاز های همگرا، جدایی جابه جایی های شیمیایی و کوپلاژ های دو قطبی در فاز های جهت دار، جدایی جابه جایی های شیمیایی همگرا و واگرا)، روش های همبستگی دو بعدی بر اساس انتقال همفازی (انتقال همفازی در طیف سنجی ارتباط دو بعدی، فراوانی ها و قواعد انتخاب، طیف سنجی ارتباط دو بعدی بین هسته های مشابه، آزمایش های ارتباط دو بعدی اصلاح شده، طیف سنجی کوانتومی چندگانه بین هسته های مشابه، انتقال همفازی بین هسته های متفاوت)، مطالعه فرآیند های دینامیکی به وسیله طیف سنجی دوبعدی تبدیلی (انتقال قطبش در روش های یک بعدی و دو بعدی، انتخاب مسیر های انتقال هم فازی، آسایش متقابل و تبادل در سیستم های فاقد کوپلاژ های مشخص، طیف سنجی تبادل دو بعدی در سیستم های اسپینی جفت شده، طیف سنجی اختلاف تبادل دو بعدی، تعیین ثابت سرعت به وسیله طیف سنجی آکوردلون، آسایش متقابل و اثر هسته ای اورهاوزر، تبادل شیمیایی، آشکارسازی غیر مستقیم آسایش طولی در سیستم های اسپینی چند سطحی، فرآیند های دینامیکی در جامدات)، تصویر برداری رزونانس مغناطیسی هسته (طبقه بندی تکنیک های تصویر برداری، روش های نقاط متوالی، روش خطوط متوالی، روش صفحه های متوالی، مقایسه حساسیت و زمان انجام روش های تصویر برداری مختلف)

منابع

- [1] Ernst, R. R.; Bodenhausen, G.; Wokaun, A.; *Principles of Nuclear Magnetic Resonance in One and Two Dimensions*, Clarendon Press (1990)
- [2] Gunther, H.; *NMR Spectroscopy-Basic Principles, Concepts and Applications in Chemistry*, 3rd ed., Wiley (2013)
- [3] Macomber, R. S.; *A Complete Introduction to Modern NMR Spectroscopy*, Wiley (1998)
- [4] Claridge, T. D. W.; *High-Resolution NMR Techniques in Organic Chemistry*, 3rd ed., Elsevier 2016



دروس پیش‌نیاز: ندارد	✓ نظری	✓ اصلی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: سنتر پیشرفته مواد آلی
	عملی			تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Advanced organic synthesis
	نظری	اختیاری			
	عملی				

هدف: آشنائی و تسلط بر سنتر پیشرفته مواد آلی

سرفصل دروس:

کنترل شیمی فضایی ماکروسیکل ها، کنترل صورت بندی حلقه های دارای اندازه متوسط، سنتر نامتقارن با حلقه های اندازه متوسط، کنترل شیمی فضایی ماکروسیکل ها در پپتید های حلقوی واکنشهای افزایش به گروه کربونیل، القای نامتقارن ۲و۱ کیلیت نشده (اثرات فضایی و الکترونی)، پیشبینی القای نامتقارن ۲و۱ تحت کنترل کیلیت شدن. القای نامتقارن ۳و۱ از مراکز استرئوژنیک CB، القای نامتقارن به وسیله مراکز فضایی دور، افزایش انتانتوژن کاتالیتیکی گونه های آلی فنز روی به گروه کربونیل، احیای انتانتوژن کتون ها، احیای اتریمی کتون ها، تشکیل انتانتوژن سیانویدرین ها، افزایش انتانتوژن آلکین ها، واکنش ها نامتقارن ene گروه کربونیل، عامل دار کردن موقعیت α انولات ها، آنکیل دار کردن α دیاسترئوژن انولات های کایرال، انولات های استخلاف دار شده با هترواتم ها، آنکیل دار کردن نامتقارن انولات ها با استفاده از کمک دهنده های کایرال، آنکیل دار کردن انتانتوژن انولات ها، هیدروکسیل دار کردن و هالوزن دار کردن موقعیت α انولات ها، واکنش های آلدولی، انولات های کایرال از طریق کمک دهنده های کایرال یا گروه های کنترل کننده کایرال، واکنش های تحت کنترل ماده اولیه با ترکیبات کربونیل کایرال، واکنش های آلدولی کاتالیتیکی انتانتوژن، افزایش آلدولی کاتالیز شده توسط پرولین، انول سیلان ها و استانان ها، آیل دار کردن پیوند های C=O فعالی، افزایش پورونات ها، افزایش انتانتوژن واکنشگرهای آیل بور، آیل دار کردن دیاسترئوژن با بور ها، سیلان ها و استانان های کایرال، افزایش آیل سیلان ها و آیل استانان ها به آلدئید ها یا بهینه شده با اسید نوبیس، کنترل کیلیت شدن در آیل دار کردن α و β -الکوکی آلدئید ها، واکنشگر های آیل کروم، آیل دار کردن کاتالیتیکی نامتقارن، استال های کایرال، واکنش های دیاسترئوژن استال های کایرال، گلیکوزیل دار کردن، آسیاروکتال ها در سنتر ترکیبات طبیعی، هیدروبر دار کردن آلکن، هیدروبر دار کردن با کنترل فضایی غیر حلقوی، هیدروبر دار کردن کاتالیز شده توسط فلزات، هیدروبر دار کردن نامتقارن با بوران های کایرال، هیدروبر دار کردن، هیدروسیلبل دار کردن، و هیدروآلومینیوم دار کردن نامتقارن کاتالیتیکی احیاء اولفین ها، احیاء دیاسترئوژن اولفین ها، هیدروژن دار کردن نامتقارن کاتالیتیکی، اکسایش اولفین ها، اپوکسی دار کردن انتانتوژن و دیاسترئوژن، باز شدن نامتقارن حلقه اپوکسید، سنتر آزریدین ها، یدو لاکتونی شدن و سایر حلقوی شدن القا شدن اولفین ها به وسیله الکتروفیل ها، دی هیدرو اکسیدیل دار شدن دیاسترئوژن، آمینو هیدروکسیل دار کردن انتانتوژن، آمینو اسید ها، هیدروژن دار کردن انتانتوژن α و β -دی دهیدرو آمینو اسید ها، آنکیل دار کردن انولات ها در حضور کمک دهنده های کایرال، آنکیل دار کردن معادل های آمینو گلاسیس در حضور کاتالیزور های انتقال فاز کایرال، آمین دار کردن انولات ها، سنتر اتریمی α -آمینو اسید ها، واکنش های نامتقارن Strecker کاتالیتیکی، افزایش به پیوند های C=N، افزایش دیاسترئوژن تحت کنترل مواد اولیه، افزایش به آمین دارای کمک دهنده های کایرال پیوند شده به نیتروژن، تشکیل β -لاکتام ها از طریق واکنش های Staudinger، حلقوی شدن مرون مولکولی دیاسترئوژن بون های ایمیوم (حلقوی شدن مانیح، حلقوی شدن بون های آسید ایمیوم)، واکنش های Pictet-Spengler، احیای نامتقارن کاتالیتیکی اسیس هاو مشتقات آن ها، واکنش های کاتالیتیکی انتانتوژن مانیح و انواع آن، افزایش انتانتوژن نوکلئوفیل های کربنی به پیوند C=N، افزایش مزوج، افزایش مزوج دیاسترئوژن (کمک دهنده های کایرال)، افزایش مزوج انتانتوژن (انولات ها و سایر نوکلئوفیل های کربنی پایدار، گونه های آلی فنزی، رادیکال ها، نوکلئوفیل های هترواتم)، احیاء مزوج، واکنش های انتانتوژن کاتالیتیکی Stetter کربانیون های کایرال، واکنش گر های آلی لیتیم به وسیله جابه جایی فنز در واکنش گر های آلی قلع، کربانیون ها به وسیله روش های احیاء، کربانیون های کایرال به وسیله پروتون زدایی، کربانیون های پایدار شده سولفوکسید و فسفر، عامل دار کردن انتانتوژن اولفین ها به وسیله فلزات آیل دار کردن کاتالیز شده به وسیله فلز، واکنش های دیاسترئوژن و انتانتوژن کاتالیز شده توسط پالادیوم، واکنش های انتانتوژن کاتالیز شده توسط ایندیم، واکنش های $S_{\text{N}}2$ کاتالیز شده به وسیله مس، واکنش های باز شدن نامتقارن حلقه در هتروسیکل های غیر اشباع تولید حلقه سیکلوپروپان و واکنش های داخل شدن به پیوند C-H، تولید حلقه سیکلوپروپان دیاسترئوژن و انتانتوژن با کاربنوید های تولید شده از دی آزو آلکان ها، واکنش های دیاسترئوژن و انتانتوژن تولید حلقه سیکلوپروپان سیمونز-اسمیت، واکنش های دیاسترئوژن و انتانتوژن کاتالیتیکی داخل شدن به پیوند C-H، آمین دار کردن پیوند های C-H، نوآرایی های سیگماتروپی (نوآرایی های سیگماتروپی [۳،۳] کلایزن و انواع آن (واکنش های دیاسترئوژن، انتانتوژن و کمک دهنده های کایرال)، نوآرایی های سیگماتروپی [۳،۳] کوب و انواع آن، نوآرایی های سیگماتروپی [۳،۳]، نوآرایی ویتیک، نوآرایی های ایند های اکسونیوم، آمونیم و سولفوکسید، واکنش های Ene، حلقوی شدن Nazarov، واکنش های دیلز-آلدر، و هترو دیلز-آلدر، واکنش های درون مولکولی و بین مولکولی دیاسترئوژن دیلز-آلدر (کمک دهنده های کایرال)، واکنش های کاتالیتیکی انتانتوژن دیلز-آلدر، واکنش های انتانتوژن و دیاسترئوژن هترو دیلز-آلدر، واکنش های حلقه افزایی [۲،۲] و [۲،۳] حلقه افزایی دیاسترئوژن [۳،۱] دوقطبی (تحت کنترل ماده اولیه، کمک دهنده های کایرال)، حلقه افزایی [۳،۱] دو قطبی انتانتوژن کاتالیتیکی، حلقه افزایی [۲،۲] با معادل های تری متیل منان، حلقه افزایی کتن ها، حلقه افزایی فوتوشیمیایی [۲،۲]

منابع:

[1] Carreira, E. M.; Kvaerno, L.; *Classics in Stereoselective Synthesis*, Wiley-VCH (2009)



دروس پیش‌نیاز: ندارد	✓ نظری	✓ اصلی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: حد واسط‌های فعال
	عملی			تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Reactive intermediates
	نظری	اختیاری			
	عملی				

هدف: آشنائی و تسلط بر بعضی اصول واکنشها و مکانیسم واکنش‌های آلی

سرفصل دروس:

- ✓ کربوکاتیون‌ها؛ یونهای کربونیم و کاربنیم، ساختار و شکل هندسی کربوکاتیون‌ها، تولید کربوکاتیون‌ها، پایداری و نوآوری کربوکاتیون‌ها، یون‌های غیر کلاسیک، رادیکال کاتیون‌ها، اغتشاش ایزوتوپی تقارن، کربوکاتیون‌های مقاوم تحت شرایط پایدار یونی، واکنش پذیری کربوکاتیون‌ها (معیار N^+ ، ساعت آزید، همبستگی سرعت-تعادل، مقیاس $Mayr$ برای هسته دوستی و الکترون دوستی)، عبور از مرز بین واکنش‌های جانشینی هسته دوستی $SN1$ و $SN2$ در کربن الیفاتیک (نمودارهای مختصات واکنش O'Ferrall)
- ✓ کربانیون‌ها؛ ساختار کربانیون‌ها، شکل هندسی، شیمی فضایی و رامسیک شدن، خواص مغناطیسی و NMR، خواص بازی کربانیون‌ها و خواص اسیدی کربن اسید‌ها، اثرات ساختار بر خواص بازی کربانیون‌ها (پیوند های C-H یا هیبرید های sp^3 ، sp^2 و sp)، اندازه‌گیری خاصیت اسیدی کربن در فازهای متراکم، (اسیدیته کربن در DMSO، جفت شدن یون‌ها، اسیدیته در فاز گازی به نسبت فاز متراکم)، فعالیت (حدواسط‌های کربانیونی در واکنش‌های حذفی و افزایشی (افزایش نوکلئوفیلی به آنکن‌ها، جانشینی نوکلئوفیلی آروماتیک)، حدواسط‌های کربانیونی در نوآوری‌ها، واکنش‌های کربانیون‌ها در فاز گازی)
- ✓ رادیکال‌ها؛ ساختار و خواص فضا شیمیایی رادیکال‌های آزاد، پایداری رادیکال‌ها و اثرژی شکستن پیوند های C-H (اثرات استخلاف)، رادیکال‌های پایدار و مقاوم، رادیکال‌های آزاد با طول عمر زیاد، تولید و شناسایی رادیکال‌ها (ESR, CIDNP)
- ✓ مولکول‌های غیر ککوله به عنوان حدواسط‌های فعال: هیدروکربن‌های Schlenk-Brauns، قاعده هوند، طیف سنجی رزونانس اسپین الکترون در نمونه‌های دارای جهت‌گیری اتفاقی، وابستگی ارجحیت حالت اسپینی به ساختار، طیف سنجی اسپین الکترون (پارامغناطیس) در ماتریس (شکافتگی میدان صفر، قانون کوری و کاربرد آن)، وابستگی حالت اسپین به شیوه اتصال مولکول‌ها، اندازه‌گیری و تفسیر مغناطیس پذیری و حساسیت مغناطیسی.
- ✓ رادیکال-یون‌های آلی؛ تولید رادیکال یون‌ها، آشکار سازی و مشاهده رادیکال یون‌ها، ساختار رادیکال یون‌ها، واکنش‌های رادیکال کاتیون‌ها (ارتباط با سایر حدواسط‌ها)
- ✓ کاربن‌ها؛ کاربن‌های یکتایی (واکنش‌های اصلی؛ واکنش‌های افزایشی و داخل شدن)، کاربن‌های یکتایی پایدار (سنتر و فعالیت)، کاربن‌های سه تایی (تولید و واکنش‌های کاربن‌های سه تایی، مشاهده مستقیم کاربن‌های سه تایی، تخمین آزمایشگاهی اختلاف انرژی S-T، کاربن‌های سه تایی مقاوم)
- ✓ سایر حدواسط‌های فعال: کربن اتمی، نایترن‌ها، شیمی کاربن‌ها و نایترن‌های سننزی، یون‌های نایترنیم، سیلیلن‌ها (و جرمیلن‌ها، استانیلن‌ها، پلامیلن‌ها)، هیدروکربن‌های تحت فشار، آرن‌ها، کاتیون‌ها، رادیکال‌ها و آنیون‌های دارای مرکز سیلیسوم، زرماتیوم و قلع

منابع:

- [1] Moss, R. A., Platz, M. S., Jones Jr, M.; *Reactive Intermediate Chemistry*, Wiley (2004)
 [2] Moss, R. A., Jones Jr, M.; *Reviews of Reactive Intermediate Chemistry*, Wiley (2007)



دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	اصلی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: مباحثی در استرئوشیمی
	عملی				
	✓ نظری	✓ اختیاری	تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Topics in stereochemistry	
	عملی				

هدف: آشنائی و تسلط بر شیمی فضائی

سرفصل درس:

- ✓ اصول کایرالیته و شیمی فضایی دینامیکی: شیمی فضایی دینامیکی ترکیبات کایرال حلقوی و غیر حلقوی
- ✓ واکنش های ایزومری شدن ترکیبات کایرال: راسمیک شدن، انانتیومری شدن، دیاسترومیری شدن، اپیمیری شدن و موتاروتاسیون، دگرگونی فضایی ترکیبات کایرال- مکزایزم ها و سدهای انرژي، آتروپ ایزومر شدن، اهمیت فارماکولوژیکی و فارماکوسینتیکی راسمیک شدن
- ✓ روش های تجزیه ای: روش های نوری بررسی ترکیبات کایرال، طیف سنجی NMR، کروماتوگرافی دینامیکی، بررسی های جریان متوقف کروماتوگرافی و الکتروفورزی
- ✓ اصول سنتز نامتقارن: طبقه بندی واکنش های نامتقارن، کنترل سینتیکی و ترمودینامیکی، القای نامتقارن،
- ✓ سنتز نامتقارن با ترکیبات استرئودینامیکی: معرفی، تبدیل و انتقال کایرالیته: سنتز نامتقارن با واکنش گر های آلی لیتیوم کایرال، سنتز آتروپ گزین بی آریل های دارای کایرالیته محوری، آتروپ ایزومر های غیر بی آریلی، انتقال کایرالیته و تبدیل عناصر کایرال به یکدیگر، خود بازسازی استرئوژنیک و تقویت کایرالیته، کاتالیست نامتقارن به وسیله لیگاند های استرئوفعال، سنتز فضا گزین در فاز جامد
- ✓ تفکیک نامتقارن و تبدیل ترکیبات کایرال تحت کنترل ترمودینامیکی و سینتیکی: تبدیل نامتقارن نوع اول و دوم، تفکیک سینتیکی و تفکیک سینتیکی دینامیک، تبدیل نامتقارن سینتیکی دینامیک، تفکیک ترمودینامیکی دینامیک از پروانه های کایرال تا موتور های یک جهت: پایداری و فعالیت دنده های استرئودینامیکی، ساختار و وارونگی حلقه پروانه های مولکولی، چرخ دنده های دینامیکی در پروانه های بی آریل، تری آریل و تترا آریل، چرخ دنده های مولکولی Bevel، کمپلکس های کنوردیناسیونی پروانه مانند با کنترل هلیسیت، چرخ دنده های استاتیک و سیکلو استرنو ایزومری، ترمزها، درهای چرخان و قیچی های مولکولی، سویچ های مولکولی کایرال، حسگرهای استرئودینامیکی، موتورهای مولکولی کایرال
- ✓ ایزومری توبولوژیکی و کایرالیته: سنتز کاتنان ها و روتاکسان ها، کاتنان های کایرال، روتاکسان های کایرال، گره ها و حلقه های Borromean، ایزومری توبولوژیکی شاتل ها، سویچ ها، حسگر ها و چرخنده ها

منابع:

[1] Wolf, C.; *Stereochemistry of Chiral Compounds*, RSC Publishing (2008)

[2] Eliel, E. L.; Wilen, S. H.; *Stereochemistry of Organic Compounds*, Wiley (1994)



دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	اصلی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: شیمی حالت برانگیخته
	عملی			تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Excited states chemistry
	✓ نظری	✓ اختیاری			
	عملی				

هدف: آشنائی و تسلط بر بعضی اصول واکنشها و مکانیسم واکنش های آلی

سرفصل درس:

مفاهیم تعریفی، جذب نور و حالت های برانگیخته الکترونی، پیکربندی های الکترونی، ارتعاشی و اسپینی حالت های برانگیخته الکترونی، غیر فعال سازی فیزیکی حالت های برانگیخته، انتقال بین حالت ها- فرآیند های فوتوفیزیکی، انتقالات تابشی بین حالت های الکترونی، انتقالات فوتوفیزیکی بدون تابش، به سوی تئوری کلی واکنش های فوتوفیزیکی آلی بر مبنای سطوح انرژی پتانسیل، قانون منع عبور و موارد تخلف از آن، انتقال انرژی و انتقال الکترون، واکنش های افزایشی نوری و استخلاfi نوری، واکنش های حلقه افزایشی، ایزومری شدن و نوآرایی ها، واکنش تجزیه شدن نوری، اکسیژن یکتایی و واکنش های فوتولومینسانس

منابع:

[1] Turro, N. J.; Ramamurthy, V.; Scaiano, J. C.; *Modern Molecular Photochemistry of Organic Molecules*, University Science Books (2010)



دروس پیش‌نیاز: ندارد	نظری	اصولی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: شیمی فیزیک آلی پیشرفته
	عملی			تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Advanced physical organic chemistry
	✓ نظری	✓ اختیاری			
	عملی				

هدف: آشنائی و تسلط بر بعضی اصول واکنشها و مکانیسم واکنشهای آلی

سرفصل درس:

- ✓ مروری بر مفاهیم پیوند ها: سطوح انرژی و بررسی های سینتیکی، تئوری اوربیتال مولکولی، تئوری اوربیتال مولکولی هوکل (HMO)، کاربرد خواص تقارنی در ساده سازی محاسبات HMO، پایداری پلی ان ها، قانون هوکل و خصلت آروماتیکی، قانون هوکل و آنون های ۴، ۶، ۸، ۱۲، ۱۴، ۱۶ و ...، آروماتیسیته در سیستم های پند حلقه ای و روش دوار، ضریب فعالیت دوار، تئوری کلو و ششایی آروماتیکی، دخالت دافعه الکترون الکترون (در موارد ساده نظیر اتیلن در حالت پایه و برانگیخته)، برهمکنش های پیکربندی، اختلاط اوربیتال ها- ساخت مولکول های بزرگ تر
- ✓ کشش و پایداری: ترموشیمی مولکول های پایدار، ترموشیمی حدواسط های فعال، ارتباط بین ساختار و انرژی - بررسی اولیه صورت بندی، اثرات الکترونی، مولکول های تحت فشار زیاد، مکانیک مولکولی
- ✓ نیروهای پیوندی غیر کووالانسی: برهم کنش های جفت یون ها، برهم کنش های الکترواستاتیک از جمله بر هم کنش های دو قطبی، پیوند هیدروژنی، اثرات π و بر هم کنش های دو قطبی القایی، اثرات آگریزی.
- ✓ حلال و خواص محلول ها: ترمودینامیک محلول ها، مدل سازی محاسباتی انحلال
- ✓ شیمی اسید و باز: محلول های آبی، سیستم های غیر آبی، پیش بینی قدرت اسیدی در محلول ها
- ✓ فعالیت، سینتیک و مکانیزم ها: سطوح انرژی، نمودار های مختصات واکنش، طبیعت کمپلس فعال/ حالت گذار، تئوری حالت گذار (TST)، فرضیه هاموند، اصل فعالیت در برابر گزینش پذیری، اصل Curtin-Hammett، کنترل سینتیکی در برابر کنترل ترمودینامیکی، واکنش های پیچیده- رمز گشایی مکانیزم ها.
- ✓ آزمایش های مرتبط با ترمودینامیک و سینتیک: اثرات ایزوتوپی، اثرات استخلافی، نمودار های Hammett- معمول ترین LFER، اثرات مرتبط با اسید و باز- روابط برونشد.
- ✓ کاتالیز: اصول کلی، اشکال کاتالیز، کاتالیز اسید و باز برونشد، کاتالیز آنزیمی، مکانیزم واکنش های آلی
- ✓ ساختار الکترونی: معرفی مکانیک کوانتومی، روش های محاسباتی- حل معادله شرودینگر برای سیستم های پیچیده، تئوری اغتشاش- قوانین اختلاط اوربیتال ها.
- ✓ واکنش های پری سیکلیکی حرارتی: حلقه افزایشی، واکنش های الکتروسیکلیکی، نوآرایی سیگماتروپیک، واکنش های Cheletropic
- ✓ مواد آلی الکترونیکی: پلیمر های رسانا، مواد مغناطیسی آلی، فوق رسانایی، اپتیک های غیر خطی (NLO)، مواد حساس به نور

منابع:

- [1] Anslyn, E. V., Dougherty, D. A.; *Modern Physical Organic Chemistry*, University Science Books (2006)
- [2] Lowry, T. H., Richardson k. S.; *Mechanism and Theory in Organic Chemistry*, 3rd Ed., Harper & Row (1987)
- [3] Carey, F. A.; Sundberg, R. J. *Advanced Organic Chemistry. Part A: Structure and Mechanisms*, 5th Ed.
- [4] Zimmerman, H. E.; *Quantum mechanics for organic chemists* (1975).



دروس پیش‌نیاز: سنتز پیشرفته مواد آلی	نظری	اصلی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: شیمی آلی زیستی
	عملی				
	✓ نظری	✓ اختیاری		تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Bioorganic chemistry
	عملی				

هدف: آشنائی و تسلط بر اصول شیمی آلی در محیط زنده

سرفصل درس:

کربوهیدرات‌ها، لیپیدها، پروتئین‌ها، اسیدهای نوکلئیک، آنزیم‌ها، ویتامین‌ها، بیواترژتیک، متابولیسم کربوهیدرات‌ها، متابولیسم لیپیدها، متابولیسم پروتئین و تعادل ازت، متابولیسم اسیدهای نوکلئیک و سنتز پروتئین، متابولیسم مواد معدنی، متابولیسم اریتروسیت، هموگلوبین و بیماری‌های وراثتی.

منابع:

- [1] Schmidtchen, F.P., *Bioorganic Chemistry: Models and Applications*, Springer (2004).
- [2] Hecht, Sidney M., *Bioorganic Chemistry: Carbohydrate*, Pergaman Press (1998).
- [3] Hecht, Sidney M., *Bioorganic Chemistry: Peptide and Proteins*, Pergaman Press (1998).
- [4] Van Vranken D., Weiss G.A., *Introduction to Bioorganic Chemistry and Chemical Biology*, 1st Edition, Garland Science (2012)



دروس پیش‌نیاز: سنتز پیشرفته مواد آلی	نظری	اصلي	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: طراحی و سنتز دارو
	عملي				
	✓ نظری	✓ اختیاری		تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Design and synthesis of drugs
	عملي				

هدف: آشنائی و تسلط بر سنتز داروها

سرفصل درس:

- ✓ طراحی دارو، فاکتورهای فیزیکی- شیمیایی و فعالیت‌های بیولوژیکی
- ✓ مدل مولکولی و طراحی دارو
- ✓ طراحی داروهای بیهوشی عمومی و موضعی
- ✓ طراحی آرام‌بخش‌ها و خواب‌آورها
- ✓ طراحی داروهای ضد تشنج و شل‌کننده‌های عضلانی
- ✓ طراحی محرک‌های سیستم عصبی مرکزی
- ✓ طراحی مسکن‌های تب‌بر و مسکن‌های مواد مخدر
- ✓ طراحی داروهای قلب و عروق و طراحی داروهای اتونومیک
- ✓ طراحی دیورتیک‌ها و طراحی آنتی‌هستامین‌ها
- ✓ طراحی داروهای ضد التهاب غیر استروئیدی
- ✓ طراحی سولفونامیدها و طراحی عوامل ضد پارکینسون
- ✓ طراحی ضدسرفه‌ها و اکسپکتورانت‌ها
- ✓ طراحی آنتی‌مالاریاها
- ✓ Anthelmintics
- ✓ عوامل هیپوگلیسمی قندخوراکی و انسولین
- ✓ استروئیدها و استروئیدهای ادرنوکورتیکال
- ✓ آنتی‌بیوتیک‌ها و داروهای ضدباکتری و ضدویروسی
- ✓ عوامل ضدسرطان
- ✓ داروهای ضدحالت‌های روانی و داروهای جدید برای بیماری‌های جدید

منابع:

- [1] Kar, A., *Medicinal Chemistry*, New Age International Pvt Ltd Publisher (2007).
- [2] V. Andrushko, N. Andrushko, *Stereoselective Synthesis of Drugs and Natural Products*, Wiley (2013)



سرفصل دروس دکتری
رشته: شیمی - شیمی پلیمر



دروس پیش‌نیاز: ندارد	✓ نظری	✓ اصلی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: شیمی فیزیک پیشرفته پلیمرها
	عملی			تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Advanced physical chemistry of polymers
	نظری	اختیاری			
	عملی				

هدف: آشنائی و تسلط بر شیمی فیزیک پیشرفته پلیمرها

سر فصل درس:

بعضی رفتارها و اصول اساسی:

- ✓ رابر الاستیسیته: ترمودینامیک رابر کشسانی، کشسانی در تغییر شکل‌ها، کنفیگوراسیون زنجیر، نیروی کشان رابر ولکانیزه شده، معادله مونری-ریولین، تبلور و جهت گیری القائی، دینامیک مولکولی ویسکوکشان، طیف دینامیکی تنش-بازیابی
- ✓ مدل‌های نظری: مدل حجم آزاد Eyring، مدل تکرار deGennes، مدل لوله Doi-Edward
- ✓ رئولوژی در تغییر شکلها و فرم‌های بزرگ
- ✓ رفتار زل‌ها و سوسپانسیون‌ها
- ✓ استحکام رابرها و پرکننده‌های فعال
- ✓ استحکام پلاستیک‌ها و الیاف
- ✓ نظریه مواد شبه شبکه‌ای در ابعاد ماکرو و بزرگ، مدل شبه شبکه ای، مباحث جدید ترمودینامیکی و سینتیکی زنجیرهای مولکولی، نظریه انتقال شیشه ای، نظریه ذوب شدن و نرم شدن، نظریه اثرات دمای انتقال شیشه ای، نظریه پرکننده های فعال، نظریه ترموپلاستیک الاستومرها

منابع:

- [1] Sun S.F., *Physical Chemistry of Macromolecules*, 2nd ed., Wiley-Interscience, (2004).
- [2] Furukaw, J., *Physical Chemistry of Polymer Rheology*, Springer (2005).
- [3] Sperling L.H., *Introduction to Physical Polymer Science*, 4th Ed., Wiley-Interscience, (2005).



دروس پیش نیاز: ندارد	✓ نظری	✓ اصلی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: سنتز و سینتیک پیشرفته پلیمرها
	عملی			تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Advanced synthesis and kinetics of polymers
	نظری	اختیاری			
	عملی				

هدف: آشنائی و تسلط بر سنتز پیشرفته پلیمرها

سر فصل درس :

- ✓ روشهای جدید سنتز پلیمرها
 - پلیمریزاسیون حلقه گشای آنیونی
 - پلیمریزاسیون حلقه گشای کاتیونی
 - پلیمریزاسیون حلقه گشای رادیکالی
 - پلیمریزاسیون زنده رادیکالی
 - پلیمریزاسیون حلقه گشای متاتیز
- ✓ -گونه های ویژه و جدید پلیمرها
 - پلی الکترولیتها: روشهای سنتز و کاربردها
 - پلیمرهای رسانا: روشهای سنتز و کاربردها
 - پلیمرهای هوشمند: روشهای سنتز و کاربردها
 - پونومرها: روشهای سنتز و کاربردها
 - پلیمرهای هیبریدی آلی- معدنی: روشهای سنتز و کاربردها

منابع:

- [1] Mijs W.J., *New Methods for Polymer Synthesis*, Plenum Press, New York (1992).
- [2] Ebdon J.R., *New Methods of Polymer Synthesis*, Kluwer Academic Publishers, (2000).
- [3] Folkes M.J., Hope P.S., *Polymer Blends and Alloys*, Chapman & Hall, London (1993).
- [4] Qiu B., Qiu S., Ben T., *Porous Polymers: Design, Synthesis and Applications*, Royal Society of Chemistry (2016).
- [5] Braun D., Cherdron H., Rehahn M., Ritter H., Voit B., *Polymer Synthesis: Theory and Practice: Fundamentals, Methods, Experiments*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg (2013).



دروس پیش‌نیاز: ندارد	نظری	اصلی	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: فناوری‌های پیشرفته پلیمرها
	عملی			
	✓ نظری	✓ اختیاری	تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Advanced polymer technology
	عملی			

هدف: آشنائی و تسلط بر فناوری پیشرفته پلیمرها

سر فصل درس:

- ✓ خواص و فناوری الیاف:
- ✓ ارتباط ساختار و خواص فیزیکی
- ✓ روشهای تشخیص ساختمان داخلی الیاف مختلف مانند پنبه، پشم، نایلون و پلی استر
- ✓ تعاریف اولیه راجع به خصوصیات الیاف و طبقه بندی آنها
- ✓ معرفی و بررسی روشهای مختلف ریسندگی الیاف
- ✓ معرفی و بررسی انواع الیاف نایلونی، آرامیدی و کریستال مایع
- ✓ معرفی و بررسی انواع الیاف پلی استر و آکریلیک
- ✓ معرفی و بررسی انواع الیاف الاستومری، پلیپورتانی و ریسندگی شیمیایی
- ✓ جرم مخصوص الیاف (اهمیت، روشهای اندازه گیری، تأثیرات)
- ✓ جذب آب بوسیله الیاف (اهمیت، روشهای اندازه گیری، تأثیرات)
- ✓ حرارت جذب رطوبت (اهمیت، روشهای اندازه گیری، تأثیرات)
- ✓ تورم الیاف (اهمیت، روشهای اندازه گیری، تأثیرات)
- ✓ ظرافت الیاف (اهمیت، روشهای اندازه گیری، تأثیرات)
- ✓ خواص و فناوری سرامیک: پیوندهای شیمیایی و فیزیکی، اصول فناوری سرامیک، مراحل فراورش از پودر تا سرامیک، بهینه کردن مساحت سطح، کلونیدهای مصرفی در سرامیکها، جذب adsorbate به پودر، ذرات باردار در سوسپانسیون، سوسپانسیون‌های پایدار، ویسکوزیته، حلالها، Binder ها

منابع:

- [1] Walter M., *Polymer Processing*, Hanser (1995).
- [2] Walczak Z. K., *Processes of Fiber Formation*, Elsevier (2002).
- [3] King A.G., *Ceramic Technology and Processing*, Noyes Publications/William Andrew Pub (2002).
- [4] Sabu Thomas, Weimin Yang, *Advances in Polymer Processing: From Macro- to Nano-Scales*, Woodhead Publishing Ltd (2009).
- [5] Chanda M., Roy S.K., *Industrial Polymers, Specialty Polymers, and their application*, CRC Press (2008).



دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	اصلی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: شیمی و فناوری اصلاح پلیمرها
	عملی				
	✓ نظری	✓ اختیاری		تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Technology of polymer modification
	عملی				

هدف: آشنائی و تسلط بر شیمی و فناوری اصلاح پلیمرها

سر فصل درس :

- ✓ سطح پلیمر: اصلاح و آنالیز آن، اندازه گیری زاویه برخورد، سینتیک و مکانیسم.
- ✓ اصلاح توده و ماتریس پلیمر: اصلاحات ماکرومولکولی. کاربرد پلیمرهای اصلاح شده توده ای
- ✓ اصلاح سطح: روشهای اصلاح سطح، اصلاح شیمیایی: پیوند زدن، کمپلکس های فلز- پلیمر، اصلاح توسط پلاسما، اصلاح کرونا، اصلاح تشعشعی: اشعه گاما، لیزر، UV، کاربرد پلیمرهای اصلاح شده سطحی
- ✓ اصلاح بیولوژیکی پلیمرها: انتقال از طریق اتصال شیمیایی پلیمرهای آبدوست به سطح پلیمرها، روش تشعشع، روش خوردگی، سطح پلیمرها
- ✓ پلیمرهای تعویض کننده یونی: روشهای سنتز و اصلاح، روشهای احیا، ایجاد منطقه ای جهت بالا بردن بازدهی تعویض کننده ها

منابع:

- [1] Meister J., *Polymer Modification: Principles, Techniques and Applications*, Marcell Dekker (2000).
- [2] Jagur-Grodzinski J., *Heterogeneous Modification of Polymers: Matrix and Surface Reactions*, Wiley, New York (1997).
- [3] Mazumdar S.K., *Composite Manufacturing: Materials, Product and Process Engineering* CRC press (2002).
- [4] Drobny J.G., *Radiation Technology for Polymers*, Second Edition, CRC Press (2010).



دروس پیش نیاز: نداره	نظری	اصلی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: شیمی و فناوری کامپوزیت‌های پلیمری
	عملی				
	✓ نظری	✓ اختیاری		تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Chemistry and technology of polymer composites
	عملی				

هدف: آشنایی و تسلط بر شیمی و فناوری کامپوزیت‌های پلیمری

سر فصل درس :

- ✓ مقدمه و تعاریف،
- ✓ الیاف و ماتریس‌ها، تقویت کننده‌های لیفی، نوع لیف، شکل لیف، ماتریس‌ها،
- ✓ مواد ترموست، رزین‌های اپوکسی، فتولی، پلی استر، ویتیل استر و ...
- ✓ مواد ترموپلاستیک: نایلون‌ها، PP، PEEK، PPS،
- ✓ روش‌های تهیه: پیش شکل دهی، قالب‌گیری، تغییر شکل کشسان کامپوزیت‌های الیاف بلند، تغییر شکل کشسان لامیناها، تنش و کرنش در کامپوزیت‌های الیاف کوتاه، کشسانی کامپوزیتها، چقرمگی کامپوزیت‌ها،
- ✓ کاربردهای کامپوزیت‌ها

منابع:

- [1] Hull D., Clyne T.W., *Introduction to Composite Materials*, 2Ed., Cambridge University Press (1996).
- [2] Chawla K.K., *Composite Materials: Science and Engineering*, 3Ed., Springer-Verlag, New York (2012).
- [3] Mazumdar S.K., *Composite Manufacturing: Materials, Product and Process Engineering* CRC press (2002).



دروس پیش‌نیاز: ندارد	نظری	اصلی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: پلیمرهای معدنی
	عملی				
	✓ نظری	✓ اختیاری		تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Inorganic polymers
	عملی				

هدف: آشنائی و تسلط بر نظریه و کاربردهای پلیمرهای معدنی

سر فصل درس:

- ✓ معرفی و شناسائی پلیمرهای معدنی، انواع آنها و ویژگی های مشخصه آنها
- ✓ پلی فسفازین ها (روشهای سنتز، واکنش های سطحی آنها، سیستم‌های هیبریدی کوپلیمری، سیستم‌های هیبریدی کامپوزیتی، پلی فسفازین‌های آلی فلزی، ساختار مولکولی پلی فسفازین‌های خطی، رابطه بین ساختار و خواص پلی فسفازین ها)
- ✓ پلی سیلوکسان‌ها (تهیه و آنالیز، خواص عمومی، هوموپلیمرهای فعال، روش های جدید شناسایی آنها، کوپلیمرها، شبکه‌های درهم نفوذی و کاربردها)
- ✓ پلی سیلان‌ها و پلیمرهای مربوطه (سنتز، اصلاح شیمیائی پلی سیلان‌ها، خواص فیزیکی و الکترونی آنها، لومینسانس، هدایت الکتریکی و نوری آنها، پیوندهای عرضی در پلی سیلان‌ها، ساختار پلی سیلان‌ها و فناوری پلی سیلان‌ها)
- ✓ سایر پلیمرهای معدنی (پلیمرهای بر پایه فروسن، پلیمرهای دارای فسفر، پلیمرهای دارای بور، پلیمرهای دارای سیلیس، پلی‌زئمان‌ها، پلیمرهای دارای سولفور و سلنیم، پلیمرهای دارای آلومینیوم، پلیمرهای دارای قلع، پلیمرهای دارای آرسنیک)
- ✓ پلیمرهای کوئوردیناسیونی فلزات (اصول و تعاریف، روشهای سنتز و شناسائی آنها، خواص و کاربرد های آنها شامل خواص تخلخل، کاتالیزوری، رسانایی، مغناطیسی، نوری غیر خطی، لومینسانس، رنگی، اکسایش و کاهش، دارو رسانی، به عنوان حسگر، ذخیره و جداسازی گازها)
- ✓ کامپوزیت های هیبریدی آلی-معدنی (سرامیک های سل-ژل، فیلرها در الاستومرها، سرامیک های اصلاح شده پلیمری)
- ✓ پلیمرهای معدنی مورد استفاده در سرامیک ها (فرایند سل-ژل در سرامیک های اکسیدی، فیبر کربنی، سیلیکون کربیدی، سیلیکون نیتریدی، نیتريد بور، کاربرد بور، نیتريد آلومینیوم، نیتريد فسفر)

منابع:

- [1] Ray N.H., *Inorganic Polymers*, Academics, New York(1978).
- [1] Mark J.E., Allcock H.R., West R., *Inorganic Polymers*, 2 Ed., Oxford University Press (2005).
- [3] Hong M.C., Chen L., *Design and Construction of Coordination Polymers*, John Wiley & Sons (2009).
- [4] Ortiz O.L., Ramirez, L.D., *Coordination Polymers and Metal Organic Frameworks: Properties, Types and Applications*, Nova Science Pub Inc (2012).



دروس پیش‌نیاز: ندارد	نظری	اصلی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: مباحث پیشرفته در پلیمرها
	عملی			تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Advanced topics in polymers
	✓ نظری	✓ اختیاری			
	عملی				

هدف: آشنایی با آخرین پیشرفت‌های صورت گرفته در زمینه پلیمرها

سرفصل درس:

- ✓ تدریس و معرفی آخرین پیشرفت‌های صورت گرفته در زمینه سنتز، شناسایی و کاربردهای پلیمرها.
- ✓ بررسی مقالات مجلات معتبر و کتاب‌های به روز بین‌المللی در زمینه‌های ذکر شده.

منابع:

مقالات جدید، به ویژه مقالات مروری (Review articles) و Lecture notes



سرفصل دروس دکتری
رشته: شیمی - شیمی تجزیه



دروس پیش‌نیاز: ندارد	✓ نظری	✓ اصلی	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: روش‌های نوین الکتروشیمی
	عملی			
	نظری	اختیاری	تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Modern electrochemical methods
	عملی			

هدف: آشنایی با پیشرفت‌های نوین در روش‌های الکتروشیمی

سر فصل درس :

- ✓ چگونگی تکامل نظریه‌ها در رابطه با ساختار لایه مضاعف الکتریکی و سینتیک واکنش‌های الکترودی.
- ✓ ترمودینامیک پتانسیل الکترودی و انواع اختلاف پتانسیل در سطح تماس.
- ✓ سینتیک واکنش‌های الکترودی، نوع و خواص رابطه پتانسیل اضافی و جریان، حالات خاص معادله تافل، تعیین ضریب انتقال، اهمیت و تعیین جریان معاوضه، نظریات مختلف مربوط به پدیده انتقال بار الکتریکی، انرژی فعال-ساز و جمله پیش‌نمایی، واکنش‌های متوالی الکترودی، تعیین مکانیسم به کمک استوکیومتری، تعیین مکانیسم به کمک اندازه‌گیری درجه واکنش، همراهی واکنش‌های الکترودی و شیمیایی.
- ✓ سینتیک واکنش‌های الکترودی در حضور پدیده جذب سطحی، قوانین سرعت تحت شرایط جذب لانگمویر و تمکین و فرومکین، اثر چندین جذب شونده، اثر ناهمگن بودن سطوح الکترودها، شرایط جذب واسطه‌ها و آثار مربوطه.
- ✓ روش‌های نوین الکتروشیمی تجزیه‌ای، روش‌های میتنی بر ولتامتری، ولتامتری چرخه‌ای، ولتامتری پالسی، ولتامتری موج مربعی، ولتامتری AC، روش‌های ولتامتری عاری‌سازی، کرونوآمپرومتری، کرونوپتانسیومتری.
- ✓ آمپدانس و ادمیتانس الکتروشیمیایی، اصول و کاربردها، نمودارهای نایکوئیست، مدار معادل.
- ✓ استفاده از توابع فوریه در بهینه‌سازی نسبت سیگنال به نویز.
- ✓ سیستم‌های تزریق جریان.

منابع:

[1] Stojek Z., Scholz F., *Electroanalytical Methods; Guide to Experiments and Applications*, 2nd ed., Springer Berlin Heidelberg (2010).



دروس پیش نیاز: ندارد	✓ نظری	✓ اصلی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: طیف‌بینی تجزیه‌ای پیشرفته
	عملی			تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Advanced analytical spectroscopy
	نظری	اختیاری			
	عملی				

هدف: آشنایی با پیشرفت‌های نوین در طیف‌بینی تجزیه‌ای

سر فصل درس:

- ✓ نور و خاصیت موجی آن، پدیده‌های شکست، تفرق و پراش، اثرات نوری غیرخطی،
- ✓ لیزر و انواع آن، تاثیر لیزر بر روشهای طیف‌بینی،
- ✓ قانون بقا، تابش، قانون فرنل، انواع منشور، انواع وسایل پراکندگی خطی، نسبت سیگنال به نویز، منابع نویز، انواع نویز در روش‌های مختلف طیف‌بینی و راه‌های کاهش آن، انواع آشکارسازها در طیف‌بینی و تفاوت آنها با یکدیگر،
- ✓ فیبرهای نوری و تاثیر آن بر روش‌های طیف بینی، روش‌های فوتوثرمال شامل روش فتواکوستیک و روش ترمال لنز اسپکتروسکوپی (TLS)،
- ✓ اسپکتروفتومتری فرابنفش و مرئی، تجزیه کمی و کیفی در اسپکتروفتومتری فرابنفش و مرئی، مطالعه تشکیل کمپلکس،
- ✓ منشاء طیف‌های مادون قرمز (IR) و رامان، خطاهای اندازه‌گیری، منشاء طیف جذبی IR و کاربرد آن، اصول طیف سنجی رامان، کاربردهای طیف‌سنجی رامان کمی و کیفی،
- ✓ اصول طیف‌بینی فلورسانس و فسفرسانس، طیف‌سنجی لومینانس، تجزیه کمی و کیفی بوسیله فلورسانس و فسفرسانس،
- ✓ اصول طیف‌سنجی جرمی، انواع کافنده‌های جرمی، روش تفسیر طیف‌های جرمی، کاربردهای کمی طیف‌سنجی جرمی،
- ✓ طیف سنجی رزنانس مغناطیسی هسته کلاسیک و ضربانی، کاربردهای جدید NMR در تجزیه کمی و کیفی، معادلات بلاک، بررسی برهم کنش حلال-یون فلزی، عدد کنوردینانسیون.

منابع:

- [1] Ingle, J.D. and Crouch, S.R., *Spectrochemical Analysis*, Prentice Hall (1988)
- [2] Steinfeld, J.I., *Molecules and Radiation: An Introduction to Modern Molecular Spectroscopy* (2nd Ed.) Courier Corporation, (2012).



دروس پیش‌نیاز: ندارد	✓ نظری	✓ اصلی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: شیمی تجزیه در محلول‌های غیر آبی
	عملی				
	نظری	اختیاری	تعداد واحد	تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Analytical chemistry of non-aqueous solutions
	عملی				

هدف: آشنایی با پدیده‌های شیمی تجزیه‌ای در محلول‌های غیر آبی

سر فصل درس:

- ✓ خواص فیزیکوشیمیایی حلال‌ها.
- دسته‌بندی حلال‌ها.
- خواص و ویژگی‌های حلال‌ها، گستره مایع بودن، ویسکوزیته، قطبیت، ثابت خودیونی‌اسیون، هدایت ویژه، آنتروپی تبخیر، قدرت حلال پوشی، مقدار γ ، مقدار αZ ، GD ، AN ، و قدرت کثوردیناسیون.
- ✓ برهم‌کنش حلال-حلال.
- ✓ برهم‌کنش حل شونده-حلال.
- ✓ برهم‌کنش حل شونده-حل شونده، کمپلکس شدن یون‌ها با لیگاندها از جهت‌های مختلف مانند توپولوژی لیگاند، چندبعدی بودن لیگاند، اتم‌های دهنده لیگاند، نوع و تعداد اتم‌ها، اندازه حفره‌ها، آب‌گریزی، ضخامت لیگاند، ترمودینامیک تشکیل کمپلکس.

منابع:

- [1] John O'M. Bockris, *Physical Chemistry of Ionic Solutions*, (1986).
- [2] Hansen, J.P., Bellissent-Funel, M.-C, Neilson, G.W., *The Physics and Chemistry of Aqueous Ionic Solutions*, Springer (1987)
- [3] Andriiko, A.A., Andriyko, Y.O. and Nauer, G.E., *Many-electron Electrochemical Processes: Reactions in Molten Salts, Room-Temperature Ionic Liquids and Ionic Solutions*, Springer-Verlag (2013).



دروس پیش‌نیاز: نداره	✓ نظری	✓ اصلی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: روش‌های نوین شیمیایی و فیزیکی جداسازی
	عملی			تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Modern methods for chemical and physical separations
	نظری	اختیاری			
	عملی				

هدف: آشنایی با روش‌های نوین فیزیکی و شیمیایی جداسازی

سر فصل درس :

- ✓ روش‌های پیشرفته جداسازی (استخراج فاز مایع، استخراج فاز جامد، استخراج سیال فوق بحرانی).
- ✓ مرور مختصری بر استخراج فاز مایع (اصول، کاربردها، مزایا و معایب) و مقایسه با کروماتوگرافی جریان مخالف.
- ✓ میکرواستخراج فاز مایع (قطره آویزان، فضای فوقانی، پخشی با استفاده از حلال پخش کننده، با استفاده از امواج فراصوت،
- ✓ استخراج مایع-مایع با کمک تغییر قدرت یونی، روش QuEChRS، استخراج دوسرنگی). استخراج فاز جامد (اصول، کاربردها، مزایا و معایب، و مقایسه با کروماتوگرافی.
- ✓ روش‌های استخراج فاز جامد ستونی و پخشی.
- ✓ استخراج فاز جامد بر پایه نانوساختارها (استخراج فاز جامد مغناطیسی، استخراج فاز جامد مبتنی بر نانوالیاف‌ها، پوسته-هسته، فازهای جامد هیدروژل‌های حساس به pH و حساس به دما، نانوکامپوزیت‌ها، حسگرهای نوری، کروماتوگرافی لایه نازک).
- ✓ استخراج سیال فوق بحرانی؛ روش‌های الکتروجداسازی؛ سانتریفوژ؛
- ✓ روش‌های جداسازی مبتنی بر استفاده از غشاه

منابع:

- [1] Poole C.F., Cooke M., Wilson I.D., *Encyclopedia of Separation Science*, Academic Press (2000).
- [2] Kellner R., Mermet J.M., Otto M., Valcarcel M., Widmer H.M., *Analytical Chemistry. A Modern Approach to Analytical Science*, Wiley-VCH (2004).
- [3] Meloan C.E., *Chemical Separation Principles, Techniques and Experiments*, Wiley-Interscience (1999).
- [4] Issaq H.J., *A century of separation science*, CRC Press (2001).
- [5] Seader J.D., Henley E.J., Roper D.K., *Separation Process Principles with Applications using Process Simulators*, Wiley-VCH (2010).
- [6] Anderson J., Berthod A., Pino V., Stalcup A.M., *Analytical Separation Science, 5 Volume Set*, Wiley-VCH (2016).



دروس پیش‌تیمار: ندارد	نظری	اصلی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: لیزر و کاربرد آن در شیمی تجزیه
	عملی			تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Lasers and its application in analytical chemistry
	✓ نظری	✓ اختیاری			
	عملی				

هدف: آشنایی با لیزر و کاربردهای آن در شیمی تجزیه

سر فصل‌های درس:

لیزرها، اساس و انواع لیزرها، مکانیسم تولید لیزر، لیزرهای چند ترازی، ضریب آستانه انواع رزوناتور، انواع مد در لیزر، انواع لیزر جامد، مایع و گاز، دیود لیزر، لیزرهای الکترون آزاد (FEL)، لیزرهای پرتو ایکس، خصوصیات پرتو لیزر، روش‌های قفل کردن مد، کاربرد لیزر در طیف بینی.

منابع:

[1] Chang W.S.C., *Principles of Lasers and Optics*, Cambridge university press, The Edinburgh Building, Cambridge (2005).



دروس پیش‌نیاز: ندارد	نظری	اصلي	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: کاربرد روش‌های آماري در شيمي تجزیه
	عملي			تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Application of statistical methods in analytical chemistry
	✓ نظري	✓ اختياري			
	عملي				

هدف: آشنایی با کاربرد روش‌های آماری در شیمی تجزیه

سر فصل درس :

- ✓ تکثیر خطای تصادفی و معین، اصول اولیه احتمال و قانون بیر، توزیع متغیرهای پیوسته و گسسته.
- ✓ هموارسازی داده‌ها، روش کیوسام، متوسط متحرک، حدود اطمینان برای متوسط و واریانس، توزیع نرمال.
- ✓ کای دو- $t-F Z$ روش‌های تعیین انحراف از حالت نرمال، روش‌های خلاصه‌سازی داده و بررسی داده‌های پرت.
- ✓ یافت نماها، توزیع فراوانی ساده و جمعی، آزمون فرضیه یک طرفه و دو طرفه.
- ✓ اصول کنترل کیفیت و نمودارهای کنتری و روش شش و نه سیگما، تاثیر اندازه نمونه و انحراف معیار بر خطای نوع اول و دوم، رگرسیون خطی ساده و چندگانه، روش‌های رگرسیون غیرخطی، روش گوس، روش مارکواد-لونبرگ، روش‌های ارزشیابی در مدل سازی و روش‌های مقاوم، آنالیز فاکتوری، روش‌های کاهش داده و ابعاد، تحلیل مولفه اصلی رگرسیون PLS و PCR.

منابع:

- [1] Freund R.J., Mohr D., Wilson W.J., *Statistical Methods*, Academic Press (2010).
- [2] Milner J.C., Milner J.N., *Statistics for Analytical Chemistry*, 6 Ed, Pearson Education Limited (2010).
- [3] Davies O.L., Goldsmith P.L., *statistical methods in Research and production*, Longmans, London (1982).
- [4] Caulett R., Boddy R., *Statistics for Analytical Chemists*, Chapman & Hall, London, (1983).
- [5] Thompson M., Lowthian P.J., *Notes on Statistics and Data Quality for Analytical Chemists*, World Scientific, Imperial College Press (2011).



دروس پیش‌نیاز: طیف بینی تجزیه‌ای پیشرفته	نظری	اصلی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: روش‌های نوین تجزیه دستگاهی
	عملی			تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Modern techniques in instrumental Analysis
	✓ نظری	✓ اختیاری			
	عملی				

هدف: آشنایی با روش‌های نوین تجزیه دستگاهی

سر فصل درس :

- ✓ طیف‌سنجی جرمی پیشرفته (منابع یونی (یونش الکترواسپری، یونش شیمیایی فشار اتمسفر، فوتویونش فشار اتمسفری)، آنالیزورها (کوادرول، TOF، تله یونی، FT-ICR تبدیل فوریه یون رزنانس سیکلوترون)، تفکیک القاشده توسط برخورد و طیف‌سنجی جرمی چند مرحله‌ای (MS، MS/MS، tandem MS).
- ✓ کروماتوگرافی چندبعدی (اصول و کاربردها)
- ✓ کروماتوگرافی مایع-طیف‌سنجی جرمی
- ✓ روش‌های طیف بینی اتمی پیشرفته
- ✓ مروری بر روش‌های تعیین مشخصات نانوساختارها.

منابع:

- [1] Skoog D.A., Holler J.F., Crouch R.T., *Principles of Instrumental Analysis*, 6th Edition, Tomas Higher Education (2007).
- [2] Freitag R., *Modern Advances in Chromatography*, Springer (2002).
- [3] Mondello L., Lewis A.C., Bartle K.D., *Multidimensional Chromatography*, John Wiley (2002).
- [4] Skoog D.A., West D.M., Holler F.J., Crouch S.R., *Fundamentals of Analytical Chemistry*, 9th Edition, Cengage Learning (2013)



دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	اصلی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: مباحث پیشرفته در شیمی تجزیه
	عملی			تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Advanced topics in analytical chemistry
	✓ نظری	✓ اختیاری			
	عملی				

هدف: آشنایی با آخرین پیشرفت های صورت گرفته در زمینه شیمی تجزیه

سرفصل درس:

- ✓ تدریس و معرفی آخرین پیشرفت های صورت گرفته در زمینه شیمی تجزیه.
- ✓ بررسی مقالات مجلات معتبر و کتاب های به روز بین المللی در زمینه های ذکر شده.

منابع:

مقالات جدید، به ویژه مقالات مروری (Review articles) و Lecture notes



دروس پیش‌نیاز: روش‌های نوین الکتروشیمی	نظری	اصلی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: الکتروشیمی در محلول‌های غیر آبی
	عملی				
	✓ نظری	✓ اختیاری		تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Nonaqueous electrochemistry
	عملی				

هدف: آشنایی با پدیده‌های الکتروشیمی تجزیه‌ای در محلول‌های غیر آبی

سر فصل درس:

- ✓ طبقه‌بندی انواع محیط‌های شیمیایی در الکتروشیمی.
- ✓ محدودیت‌های فرایندهای الکتروشیمیایی در حلال‌های آبی.
- ✓ خواص شیمیایی و فیزیکی حلال‌های غیر آبی.
- ✓ انواع الکترولیت‌های پشتیبان در الکتروشیمی.
- ✓ انتخاب الکترولیت‌های پشتیبان در الکتروشیمی در حلال‌های غیر آبی.
- ✓ اصول حلال پوشی یون‌ها و الکترولیت‌ها در حلال‌های غیر آبی.
- ✓ مفاهیم اسید-باز در حلال‌های غیر آبی.
- ✓ واکنش‌های انتقال الکترون در حلال‌های غیر آبی.
- ✓ پنجره پتانسیل در حلال‌های غیر آبی و تاثیر الکترولیت پشتیبان و ماهیت الکتروود بر آن.
- ✓ طراحی الکترودهای مرجع در حلال‌های غیر آبی.
- ✓ اصول هدایت یونی و هدایت‌سنجی در حلال‌های غیر آبی.
- ✓ پتانسیومتری در حلال‌های غیر آبی.
- ✓ روش‌های ولتامتری در حلال‌های غیر آبی.
- ✓ استفاده از حلال‌های غیر آبی در فناوری‌های الکتروشیمیایی نوین.
- ✓ الکتروشیمی در نمک‌های مذاب و مایعات یونی.
- ✓ الکتروشیمی در جامدات.

منابع:

- [1] Izutsu K., *Electrochemistry in Nonaqueous Solution*, Wiley-VCH (2009).
- [2] Aurbach D., *Nonaqueous Electrochemistry*, Marcel Dekker (1999).
- [3] Plieth W., *Electrochemistry for Materials Science*, Elsevier (2008).
- [4] Cynthia G. Zoski, *Handbook of Electrochemistry*, Elsevier (2007).



دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	اصلی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: کاربرد کامپیوتر، الکترونیک و آمار در شیمی تجزیه
	عملی				
	✓ نظری	✓ اختیاری		تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Application of computer, electronics and statistics in analytic chemistry
	عملی				

هدف: آشنایی با کاربرد کامپیوتر، الکترونیک و آمار در شیمی تجزیه

سر فصل درس:

- ✓ اصول مدارهای قیاسی و رقمی
- ✓ اجزاء مدارهای قیاسی و رقمی
- ✓ شیوه هم مرز کردن دستگاههای قیاسی و رقمی
- ✓ مبدل آنالوگ به دیجیتال و دیجیتال به آنالوگ با ظرفیت ۸ تا ۱۶ بیت
- ✓ تقویت کنندههای عملیاتی و کاربردهای آنها
- ✓ کاربرد روش تبدیل فوریه سریع در حذف نویز و تشخیص منابع نویز و مکانیسم پاسخ
- ✓ مقدمه ای بر روشهای آماری
- ✓ انواع آزمون های آماری
- ✓ اصول احتمال و کاربرد آنها در نمونه برداری
- ✓ اصول بردارها و ماتریس ها
- ✓ شیوه جمع آوری داده های تجربی و تنظیم مناسب جهت پردازش های آماری درست
- ✓ اصول تحلیل مولفه اصلی و کاربرد آن، تشخیص تعداد گونه ها و وجود الگو در داده ها
- ✓ کالیبراسیون چند متغیره رگرسیون خطی چندگانه رگرسیون مولفه اصلی و رگرسیون حداقل مربعات جزئی
- ✓ دسته بندی و خوشه بندی و تشخیص الگو
- ✓ روشهای دسته بندی خطی و غیر خطی
- ✓ شبکه های عصبی و الگوریتم ژنتیک
- ✓ روشهای انتخاب متغیر و زیر مجموعه ها

منابع:

- [1] Shanefield D.J., *Industrial Electronics for Engineers, Chemists, and Technicians*, William Andrew (2001).
- [2] Kumari R., *Computers and Their Applications to Chemistry*, CRC Press (2002).
- [3] Milner J.C., Milner J.N., *Statistics for Analytical Chemistry*, 5th edition, Pearson/Prentice Hall (2005).
- [4] Miller J., Miller J.C., *Statistics and Chemometrics for Analytical Chemistry*, 6th Edition Pearson Education Canada, (2010).



دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	اصولی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: نانو الکتروشیمی
	عملی			تعداد ساعت: ۴۸	
	✓ نظری	✓ اختیاری			
	عملی				

هدف: آشنایی با فناوریهای نانو و کاربردهای آن در الکتروشیمی

سر فصل درس:

- ✓ اصول اولیه فناوری نانو و سنتز نانومواد.
- ✓ تئوری نانو الکتروشیمی.
- ✓ الکتروفابریکیشن نانومواد.
- ✓ الکتروشیمی ساختارهای نانو گرین.
- ✓ الکتروشیمی نانو مواد نیمه رسانا.
- ✓ نانو الکتروکاتالیستها.
- ✓ نانوپلیمرهای هادی.
- ✓ نانو تکنولوژی در باتریها، ابرخازن ها.
- ✓ نانو تکنولوژی در پیل های سوختی.
- ✓ نانومواد در اصلاح الکترودها.
- ✓ نانوحسگرهای الکتروشیمیایی و بیوجیبها.
- ✓ نانومواد در طراحی و ساخت حسگرها و بیوحسگرها.

منابع:

- [1] Osaka T., Yosi M.D., Shacham D., *Electrochemical Nanotechnologies*, Springer Science+Business Media, LLC (2010).
- [2] Mirkin M.V., Amemiya S., *Nanoelectrochemistry*, CRC Press (2015).



دروس پیش‌نیاز: ندارد	نظری	اصلی	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: کاربرد مواد نانوساختار در جداسازی و استخراج
	عملی			
	✓ نظری	✓ اختیاری	تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Application of nanomaterials in separation and extraction
	عملی			

هدف: آشنایی با کاربرد مواد نانوساختار در جداسازی و استخراج

سرفصل درس:

- ✓ مروری بر روشهای پیشرفته جداسازی (استخراج فاز مایع، استخراج فاز جامد، استخراج سیال فوق بحرانی).
- ✓ استخراج فاز جامد (اصول، کاربردها، مزایا و معایب، و مقایسه با کروماتوگرافی).
- ✓ روش‌های استخراج فاز جامد ستونی و پختی.
- ✓ تاثیر اندازه مواد در راندمان جداسازی و استخراج.
- ✓ کاربردهای نانوذرات در روش‌های نوین جداسازی (الکتروفورز موئین، الکتروفورز میکروچیپ، الکتروکروماتوگرافی، کروماتوگرافی مایع، کروماتوگرافی گازی، کروماتوگرافی یونی).
- ✓ استخراج فاز جامد برپایه نانوساختارها (استخراج فاز جامد مغناطیسی، استخراج فاز جامد مبتنی بر نانوالیافها، نانوساختارهای هسته/پوسته، فازهای جامد هیدروژل حساس به pH و حساس به دما، نانوکامپوزیت‌ها، کروماتوگرافی لایه نازک).
- ✓ روش‌های جداسازی و تفکیک نانوذرات. نانوعشاه-اولترافیلتراسیون-سانتریفوژ

منابع:

- [1] Georgakilas V., Otyepka M., Bourlinos A. B., Chandra V., Kim N., Kemp K.C., Hobza P., Zboril R., Kim K.S., *Functionalization of graphene: Covalent and Non-Covalent Approaches, Derivatives and Applications*, Chemical Reviews 112 (2012) 6156-6214.
- [2] Chaudhuri R.G., Paria S., *Core/shell Nanoparticles: Classes, Properties, Synthesis Mechanisms, Characterization, and Applications*, Chemical Reviews 112 (2012) 2373-2433.
- [3] Mahmoudi M., Sant S., Wang B., Laurent S., Sen T., *Superparamagnetic iron oxide nanoparticles (SPIONs): Development, Surface Modification and Applications in Chemotherapy*, Advanced Drug Delivery Reviews 63 (2015) 24-46.
- [4] Spietelun A., Kloskowski A., Chrzanowski W., Namiesnik J., *Understanding Solid-Phase Microextraction: Key Factors Influencing the Extraction Process and Trends in Improving the Technique*, Chemical Reviews 113 (2013) 1667-1685.
- [5] Reddy L.H., Arias J.L., Nicolas J., Couvreur P., *Magnetic Nanoparticles: Design and Characterization, Toxicity and Biocompatibility, Pharmaceutical and Biomedical Applications*, Chemical Reviews 112 (2012) 5818-5878.



دروس پیش‌نیاز: تدارد	نظری	اصلي	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: نانومواد در حسگرها و زیست حسگرها
	عملي				
	✓ نظری	✓ اختیاری		تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Nanomaterials in sensors and Biosensors
	عملي				

هدف: آشنائی و تسلط بر شیمی نانومواد در حسگرها و زیست حسگرها

سر فصل درس:

- ✓ آشنایی با مفاهیم اولیه حسگر و بیو حسگر های شیمیایی (نوری، الکتروشیمیایی، جرمی و حرارتی) و کاربردهای آن.
- ✓ اصول پایه در طراحی و ساخت حسگرها و بیو حسگرها، انواع میدلها، FET و ISFET و روشهای تولید سیگنال.
- ✓ سلکتورها و طراحی آنها، بیومایمتیک زیستی.
- ✓ حسگرها و بیوحسگرها برپایه نانومواد و نانوساختارها.
- ✓ نانومواد جهت اصلاح سطح، نانو مواد در تثبیت سلکتورها و بیومولکولها، نانو مواد به منظور اصلاح پاسخ حسگر.
- ✓ گرافن و مواد برپایه گرافن در کاربردهای حسگری.
- ✓ حسگرهای نانو کامپوزیتی.
- ✓ اصلاح سطح نانوساختارها جهت کاربردهای حسگری.
- ✓ نانوحسگر، فوتولومینسانس نانوحسگر، مکانیسم FRET، نقاط کوانتومی.
- ✓ نانوبیوحسگر.
- ✓ کاربردهای صنعتی، پزشکی، غذایی، نظامی.
- ✓ نانوذرات فلزات نوبل به عنوان پروبهای رنگ آمیزی در بیولوژی.
- ✓ نانوذرات مغناطیسی در بیوحسگرها و درمان سرطان.
- ✓ نانو اکسیدهای فلزی در حسگرهای گازی.
- ✓ نانو تکنولوژی و Lab-on-Chip.

منابع:

- [1] Khanna V.K., *Nanosensors: Physical, Chemical, and Biological*, Series in Sensors; CRC Press (2011).
- [2] Li J., Wu N., *Biosensors Based on Nanomaterials and Nanodevices, series of Nanomaterials and their Applications*, CRC Press (2013)
- [3] Cusano A., Arregui F.J., Giordano M., Cutolo A., *Optochemical Nanosensors*; Series in Sensors; CRC Press (2012).
- [4] Eranna G., *Metal Oxide Nanostructures as Gas Sensing Devices*, CRC Press (2011).



سرفصل دروس دکتری
رشته: شیمی - شیمی فیزیک



دروس پیش‌نیاز: ندارد	✓ نظری	✓ اصلی	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: مکانیک کوانتومی پیشرفته
	عملی			نوع واحد
	نظری	اختیاری	تعداد ساعت: ۴۸	
	عملی			

هدف: آشنائی و تسلط بر مباحث پیشرفته مکانیک کوانتومی

سر فصل درس:

- ✓ مروری بر اصول موضوعه در مکانیک کوانتومی،
- ✓ نمایشات و تبدیلات، نمایش بردارهای حالت و عملگرها در فضای مکان و تکانه،
- ✓ تصویرهای شرودینگر، هایزنبرگ و برهم کنش در دینامیک کوانتومی،
- ✓ دینامیک کوانتومی و حل معادله شرودینگر وابسته به زمان،
- ✓ افزودن تکانه زاویه‌ای، فضاهای جفت شده و جفت نشده، ضرایب کلبش-گوردن،
- ✓ نظریه‌های اختلال، تصحیح انرژی نسبی، نظریه اختلال مولر-پلست
- ✓ سیستم های چندالکترونی، معادلات هارتری-فوک و پساহারتری-فوک،
- ✓ نظریه تابعی چگالی
- ✓ نظریه کوانتومی پراکندگی

منابع:

- [1] Sakurai, J.J. and Tuan, S.F., *Modern Quantum Mechanics*, Addison Wesley (1994).
- [2] Diek, R., *Advanced Quantum Mechanics*, Springer (2012).
- [3] Newton, R.G., *Quantum Physics: A Text for Graduate Students*, Springer (2002).
- [4] Alonso, M. and Valk, H., *Quantum Mechanics*, Addison Wesley (1973)



دروس پیش‌نیاز: ندارد	✓ نظری	✓ اصلی	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: مکانیک آماری پیشرفته
	عملی			
	نظری	اختیاری	نوع واحد	عنوان درس به انگلیسی: Advanced statistical mechanics
	عملی			
تعداد ساعت: ۴۸				

هدف: آشنائی و تسلط بر مباحث پیشرفته مکانیک آماری سیالات

سر فصل درس:

- ✓ مکانیک آماری سیالات در حضور برهم‌کنش: پتانسیل‌های بین مولکولی، انتگرال پیکری و بسط‌های خوشه‌ای، معادله حالت ویریا، ضرایب دوم و سوم ویریا، ضرایب ویریا مرتبه‌های بالاتر، رفتار کوانتومکانیکی ضریب دوم ویریا
- ✓ مکانیک آماری جامدات: ظرفیت گرمایی بلورها، مدل انیشتن، مدل دای، مدل‌های اسپین-شبهه، مدل آیزینگ، سیستم‌های پارامغناطیس، ارتعاشات شبکه در جامدات مولکولی، دینامیک شبکه،
- ✓ مکانیک آماری مایعات: توابع توزیع در مکانیک آماری سیالات، تابع توزیع شعاعی و رفتار فیزیکی آن، ارتباط خواص ترمودینامیکی سیالات خالص با تابع توزیع شعاعی، معادلات انرژی داخلی، فشار، پتانسیل شیمیایی، تراکم‌پذیری، روش تجربی در تعیین تابع توزیع شعاعی، روش‌های شبیه‌سازی مونت‌کارلو و دینامیک مولکولی در تعیین تابع توزیع شعاعی، روش‌های نظری در تعیین تابع توزیع شعاعی، معادلات انتگرالی کِرک‌وود، BGY و OZ، تقریب‌های زنجیره آبرشبهه، PY، میانگین گروهی، معادله حالت کارناهان- استارلینگ برای سیال کره سخت، نظریه اختلال ترمودینامیکی ویکز- چندلر- آندرسون، روش اختلال ورتیم و نظریه آماری سیالات تجمعی

منابع

- [1] علی مقاری، مباحث پیشرفته ترمودینامیک و مکانیک آماری تعادلی و غیر تعادلی، انتشارات دانشگاه تهران، جلد دوم، ۲۰۱۴
- [2] Schwabl, F., *Statistical Mechanics*, Springer-Verlag (2006).
- [3] Pathria, R.K., *Statistical Mechanics*, Springer-Verlag (2006).
- [4] McQuarrie, D.A., *Statistical Mechanics*, Harper&Row publisher (1976).
- [5] Barry M McCoy, *Advanced Statistical Mechanics*, Oxford University Press (2010)



دروس پیش‌نیاز: ندارد	✓ نظری	✓ اصلی	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: ترمودینامیک و مکانیک آماری غیر تعادلی
	عملی			
	نظری	اختیاری	تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Thermodynamics and nonequilibrium statistical mechanics
	عملی			

هدف: آشنائی و تسلط بر مباحث پیشرفته فرایندهای غیر برگشتی و مکانیک آماری غیر تعادلی

سر فصل درس:

- ✓ ترمودینامیک کلاسیک غیر تعادلی و معادلات توازن در هیدرودینامیک: مفهوم برگشت‌ناپذیری، ترمودینامیک برگشت‌ناپذیر کلاسیک، فرض تعادل موضعی، معادلات توازن در هیدرودینامیک، اصل موضوعه اول تعمیم یافته، آنتروپی و اصل موضوعه دوم در ترمودینامیک، معادله توازن آنتروپی، تعمیم معادله اصلی ترمودینامیک تعادلی، چرخه‌های برگشت‌ناپذیر، قضیه کارانتودوری
- ✓ ترمودینامیک کلاسیک غیر تعادلی: ترمودینامیک خطی و ضرایب پدیده شناختی، قیده‌های ضرایب پدیده شناختی، ترمودینامیک برگشت‌ناپذیر توسعه یافته و منطقی، ترمودینامیک برگشت‌ناپذیر تعمیم یافته، معادلات گیبس تعمیم یافته، محاسبه انتالی در فرایند برگشت‌ناپذیر، نزول نقطه ذوب تحت اثر تنش‌های برشی، اصول موضوعه ترمودینامیک غیر تعادلی تعمیم یافته
- ✓ اصول و نظریه‌های اساسی در مکانیک آماری غیر تعادلی: دینامیک کلاسیک، قضیه لیوویل و معادله لیوویل، خواص عملگر لیوویل، روش‌های حل معادله لیوویل، معادله وان‌نیومن، فرایندهای تصادفی، نظریه حرکت براونی و معادله لانگوبین، نظریه حرکت براونی، معادله فوکر-پلانک، معادله مستر، نظریه پاسخ خطی، قضیه آفت‌وخیز-استهلاک، نظریه مجموعه‌های غیر تعادلی، نظریه توابع همبستگی زمانی، ضرایب نفوذ جفتی، ضرایب خودنفوذی، ویسکوزیته برشی، هدایت گرمایی
- ✓ نظریه جنبشی گازهای رقیق و معادله بولتزمان: استخراج معادله BBGKY از معادله لیوویل، معادله بولتزمان، قضیه H-بولتزمان، ناوردهای برخوردی، معادلات تغییر، معادلات تغییر برای ناورداهای برخوردی، معادله بولتزمان خطی شده، معادله کوانتومی بولتزمان (معادله ولزوف)، حل معادله بولتزمان
- ✓ مکانیک آماری غیر تعادلی سیالات چگال: نظریه انسکوگ برای سیال کره‌سخت، تصحیح معادله انسکوگ برای سیال چاه مربعی، معادله بولتزمان تعمیم یافته برای سیال نیمه‌چگال

منابع:

- [۱] علی مفاری، مباحث پیشرفته ترمودینامیک و مکانیک آماری تعادلی و غیر تعادلی، انتشارات دانشگاه تهران، جلد دوم، ۲۰۱۴
- [2] Prigogine, I., *From Being to Becoming*, Freeman (1980).
- [3] Balescu, R., *Equilibrium and Non-Equilibrium Statistical Mechanics*, John Wiley and Sons, Inc., (1991).
- [4] Zwanzig, J.L., *Phys. Today*, Sep., 32 (1993).
- [5] Kreuzer, H.J., *Non-Equilibrium Thermodynamics and its Statistical Foundations*, Clarendon Press, Oxford (1986).
- [6] Jou D., Casas-Vazquez J., Lebon G.: *Extended Irreversible Thermodynamics*, Springer, Berlin (1993).
- [7] Dario Villamaina, *Transport Properties in Non-Equilibrium and Anomalous Systems*, Springer, (2014).



دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	اصلی	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: طیف سنجی مولکولی پیشرفته	
	عملی				
	✓ نظری	✓ اختیاری	نوع واحد		عنوان درس به انگلیسی: Advanced molecular spectroscopy
	عملی				
		تعداد ساعت: ۴۸			

هدف: آشنائی و تسلط بر مباحث پیشرفته طیف سنجی مولکولی

سر فصل درس:

- ✓ نظریه میدان‌های کوانتومکانیکی، برهم کنش نور- ماده و حل معادله دینامیکی کوانتومی در تصویر برهم کنش،
- ✓ طیف سنجی جذبی، نشرخودبخودی و نشرتهییجی (لیزرها)، طیف سنجی چند فوتونی،
- ✓ طیف سنجی چرخشی- ارتعاشی- الکترونی مولکول‌ها،
- ✓ اثرات غیر آدیاباتیک روی طیف چرخشی- ارتعاشی- الکترونی مولکول‌ها
- ✓ نظریه گروه‌های تقارن هندسی و جابه جایی- وارونی، کاربرد نظریه گروه در مکانیک کوانتومی،
- ✓ تقارن شیوه‌های ارتعاشی مولکول‌های چنداتمی، جفت شدن تکانه های زاویه‌ای در مولکول دو اتمی، حالت‌های هوند،
- ✓ جمله‌های طیفی مولکول‌های دو اتمی،
- ✓ طیف سنجی رزنانس مغناطیس هسته ها

منابع:

- [1] Philip Bunker, *Molecular Symmetry and Spectroscopy*, Academic Press (1979).
- [2] Stavros C. Farantos, *Nonlinear Hamiltonian Mechanics Applied to Molecular Dynamics: Theory and Computational Methods for Understanding Molecular Spectroscopy and Chemical Reactions*, Springer International Publishing (2014)
- [3] Walter S. Struve, *Fundamentals of Molecular Spectroscopy*, Wiley-Interscience (1989)
- [4] J. Laane, *Frontiers of Molecular Spectroscopy*, Elsevier Science (2008)



دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	اصلی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: مباحث پیشرفته در شیمی فیزیک
	عملی			تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Advanced topics in physical chemistry
	✓ نظری	✓ اختیاری			
	عملی				

هدف: آشنایی با آخرین پیشرفت های صورت گرفته در زمینه شیمی فیزیک

سرفصل درس:

- ✓ تدریس و معرفی آخرین پیشرفت های صورت گرفته در زمینه شیمی فیزیک.
- ✓ بررسی مقالات مجلات معتبر و کتاب های به روز بین المللی در زمینه های ذکر شده.

منابع:

مقالات جدید، به ویژه مقالات مروری (Review articles) و Lecture notes



دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	اصلی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: ریاضیات پیشرفته در شیمی فیزیک
	عملی				
	✓ نظری	✓ اختیاری		تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Advanced mathematics in physical chemistry
	عملی				

هدف: آشنائی و تسلط بر مباحث پیشرفته ریاضی فیزیک

سر فصل درس:

- ✓ مروری بر عملگرهای برداری، قضایای گوس، استوکس و گرین، دستگاههای مختصات تعمیم یافته
- ✓ توابع تحلیلی و قضیه کوشی، حساب مانده، قضیه اشتورم-لیوویل
- ✓ حساب بردشی، معادلات اویلر-لاگرانژ
- ✓ تابعی (functionals) و مشتق گیری از تابعی
- ✓ معادلات دیفرانسیل و توابع خاص (بسل، لژاندر و هریت)
- ✓ معادلات انتگرالی، حل معادله شرودینگر به روش resolvent، سری های دایسون، عملگرهای گرین مستقل از زمان و وابسته به زمان
- ✓ معادلات غیرخطی و فرآیندهای آشوبناک
- ✓ فرایندهای تصادفی و مکانیک کوانتومی، انتگرال مسیر فاینمن، فرمول فاینمن-کاک
- ✓ کاربرد انتگرال های تابعی، بسط اختلال فاینمن، انتگرال تابعی و توپولوژی

منابع:

- [1] F. Strocchi, *An Introduction to the Mathematical Structure of Quantum Mechanics*, 2nd Edition, World Scientific Publishing Co. (2008).
- [2] Sergio A. Albeverio, Wilhelm A. J. Luxemburg, Manfred P. H. Wolff, *Advances in Analysis, Probability and Mathematical Physics*, Springer-Science (1995).
- [3] Gustafsson B., Vasil'ev A., *Analysis and Mathematical Physics*, Birkhäuser Verlag AG (2009).



دروس پیش‌نیاز: ندارد	نظری	اصلی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: شیمی محاسباتی پیشرفته
	عملی			تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Advanced computational chemistry
	✓ نظری	✓ اختیاری			
	عملی				

هدف: آشنائی و تسلط بر مباحث پیشرفته شیمی محاسباتی

سر فصل‌های درس:

روشهای محاسباتی در مکانیک کوانتومی (محاسبات آغازین):

- ✓ روش هارتری-فوک
- ✓ روش های پساهازتری فوک
- ✓ نظریه تابعی چگالی (DFT)، محاسبات وابسته به زمان در نظریه تابعی چگالی (TDDFT)
- ✓ مولکول‌های بزرگ و خوشه‌ها
- ✓ ساختارهای الکترونی و پاسخ خطی قطعات تک مولکولی
- ✓ ساختارهای الکترونی و پاسخ خطی قطعات تک مولکولی
- ✓ روشهای محاسباتی در مکانیک آمازی (شبیه سازی‌ها)
- ✓ شبیه سازی مونت کارلو
- ✓ شبیه سازی دینامیک مولکولی
- ✓ مدلسازی نانو لوله‌ها، نانوسیم ها و نقاط کوانتومی



منابع:

- [1] Leimkuhler B., Matthews C., *Molecular Dynamics: With Deterministic and Stochastic Numerical Methods*, Springer International Publishing Switzerland (2015).
- [2] Karniadakis G., Beskok A., Aluru N., *Microflows and Nanoflows: Fundamentals and Simulation*, Springer (2005).
- [3] Sutcliffe B.T., Diercksen G.H.F., Sutcliffe B.T., Veillard A., *Computational Techniques in Quantum Chemistry and Molecular Physics: Proceedings of the NATO Advanced Study Institute held at Ramsau, Germany, 4–21 September, 1974*, pringer Netherlands (1975).
- [4] Diercksen G.H.F., Sutcliffe B.T., Veillard A., *Computational Techniques in Quantum Chemistry and Molecular Physics*, D. Reidel Publishing Company (1974).



دروس پیش‌نیاز: ندارد	نظری	اصلي	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: شیمی کلوئید و سطح عنوان درس به انگلیسی: Colloid and surface chemistry
	عملی			تعداد ساعت: ۴۸	
	✓ نظری	✓ اختیاری			
	عملی				

هدف: آشنائی و تسلط بر مباحث پیشرفته شیمی سطح و کلوئیدها

سر فصل درس:

- ✓ حالت کلوئیدی،
- ✓ حرکت براونی و خواص سینتیکی،
- ✓ خواص نوری و پراکندگی نور با برخورد به کلوئیدها،
- ✓ خواص مایلی،
- ✓ خواص بین قازی مایع-گاز، مایع-مایع،
- ✓ خواص فیزیکی و شیمیایی سطوح جامد، فیلم‌ها،
- ✓ زاویه برخورد، گرافن و لایه‌های نانو ساختار،
- ✓ ترمودینامیک و سینتیک جذب شیمیایی گازها، پیوندهای شیمیایی روی سطوح، سطوح باردار،
- ✓ کاربردهای کاتالیزورها و مواد الکترونی، نواحی نانو ساختار.

منابع:

- [1] Shaw D.J., *Introduction to Colloid and Surface Chemistry*, Butterworth-Heinemann (2003).
- [2] Adamson A.W., Gast A.P., *Physical Chemistry of Surfaces*, John Wiley & Sons, Inc. (2002).
- [3] Leja J., (revised by Rao, S. Ramachandra), *Surface chemistry of froth flotation*, Springer Science (2004).



سرفصل دروس دکتری
رشته: شیمی - شیمی کاربردی



دروس پیش نیاز: ندارد	✓ نظری	✓ اصلی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: پدیده‌های انتقال پیشرفته
	عملی			تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Advanced transport phenomena
	نظری	اختیاری			
	عملی				

هدف: آشنائی و تسلط در استفاده از روابط پدیده‌های انتقال در طراحی تجهیزات فرایندی

سر فصل درس:

بخش یک: مکانیک سیالات

- ✓ نظریه لایه مرزی: تعاریف ضخامت‌های لایه مرزی، معادلات لایه مرزی، تقریب انتگرال تکانه جریان در یک صفحه مسطح (آرام و درهم)، جدایی لایه مرزی
- ✓ جریان متلاطم: معادله متوسط زمانی پیوستگی رینولدز، تنش‌های رینولدز، ویسکوزیته Eddy، جریان متلاطم در لوله، جریان متلاطم لایه مرزی
- ✓ جریان اجسام غوطه‌ور: نیروهای دراگ، دراگ جریان آرام و متلاطم معادلات تغییر برای سیستم‌های همدم با

بخش دوم: انتقال حرارت

- ✓ مسائل انتقال حرارت در حالت ناپایدار - تبدیلات لایلاس، انتقال حرارت به طریقۀ جابجایی، معادلات انرژی، تکانه و پیوستگی، معادلات انرژی، تکانه و پیوستگی در مورد لایه مرزی، جابجایی اجباری در جریان آرام، جابجایی اجباری در جریان درهم - مشابهت انتقال حرارت و تکانه
- ✓ مسائل انتقال حرارت در مبدل‌ها (دولوله‌ای، پوسته و لوله‌ای، تک‌گذر و پندگذر)، انتقال حرارت در کوره‌ها (هدایت، جابجایی، تابش)، مدل‌های انتقال حرارت در محفظه احتراق (مدل‌های کوره همگن، کوره بلند، آنالیز متلقه‌ای)

بخش سوم - انتقال جرم:

- ✓ انتقال جرم در جریان آرام، لایه مرزی روی صفحه مسطح، جابجایی آرام در صفحه عمودی، انتقال جرم بین دو جریان همسوی غیرقابل انحلال، انتقال جرم بین دو صفحه مسطح موازی، انتقال جرم بین دو استوانه هم محور
- ✓ انتقال جرم در جریان درهم، لایه مرزی در صفحه مسطح، جابجایی طبیعی روی صفحه عمودی، انتقال جرم در سقوط آزاد فیلم، مشابهت انتقال جرم و انتقال تکانه، انتقال همزمان جرم و حرارت، انتقال جرم و واکنش شیمیایی

منابع:

- [1] Bird R., Stewart W.E. and Lightfoot E.N., *Transport phenomena*, Wiley (2002).
- [2] White F.M., *Fluid Mechanics*, McGraw-Hill (2003).
- [3] Favre-Marinet M., Tardu S., *Convective Heat transfer*, Pergamon (2009).
- [4] Cussler E.L., *Diffusion, Mass Transfer in Fluid Systems*, Cambridge University Press (2009).
- [5] Golshahi L. and Finlay, W. H., *Advances in Transport Phenomena: 2009*, Springer-Verlag (2009).



دروس پیش نیاز: ندارد	✓ نظری	✓ اصلی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: فرایندهای شیمیایی و طراحی رآکتور پیشرفته
	عملی			تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Advanced chemical processes and reactor design
	نظری	اختیاری			
	عملی				

هدف: آشنائی و تسلط در فرایندهای شیمیایی و طراحی رآکتور پیشرفته

سر فصل درس:

- ✓ فرایندهای ناهمگن در واکنشگاهها
- ✓ آمیختگی سیالها در واکنشگاهها
- ✓ طراحی واکنشگاهها برای واکنشهای ناهمگون (واکنشهای سیال-سیال و واکنشهای سیال-جامد)
- ✓ واکنشهایی که با دخالت کاتالیزور جامد انجام می‌گیرد.
- ✓ سینتیک واکنشهای کاتالیزوری هتروژن
- ✓ پدیدههای انتقال در واکنشهایی که با کاتالیستهای جامد تسریع می‌شوند. (واکنش همراه با انتقال جرم و حرارت در دانه کاتالیست)
- ✓ آنالیز و طراحی واکنشگاههای کاتالیزوری بستر ثابت
- ✓ مطالب تکمیلی

منابع:

- [1] Levenspiel O., *Chemical Reaction Engineering*, 3rd Ed., Wiley (1999).
- [2] Froment G.F., Bischof, K.B., *Chemical Reactor Analysis and design*, 3rd Ed., Wiley (2011).



دروس پیش نیاز: ندارد	✓ نظری	✓ اصلی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: روش های جداسازی وخالص سازی صنعتی
	عملی			تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Industrial separation and purification methods
	نظری	اختیاری			
	عملی				

هدف: آشنائی و تسلط در روش های جداسازی وخالص سازی صنعتی

سر فصل درس:

- ✓ فرایند خشک کردن، اصول خشک کردن، سرعت حرارت دادن، سرعت خشک کردن و مکانیسم عمل انواع خشک کن ها
- ✓ جداسازی مکانیکی، فیلتراسیون، اصول فیلترها و موارد استفاده آنها
- ✓ سانتریفوژ کردن، اصول و محاسبات
- ✓ جداسازی از طریق ممبران اسمز معکوس، اصول و محاسبات مربوطه
- ✓ همگن سازی و مخلوط کردن، اصول بهم زن ها برای مخلوط مایع
- ✓ پدیده جذب سطحی، روش های کروماتوگرافی، محاسبات لازم و سیستم های کاربردی (کربن فعال)
- ✓ تخلیص و جداسازی با روشهای کریستالیزاسیون، کروماتوگرافی، رسوب دهی

منابع:

- [1] McCabe W.L., Smith J.C. and Harriott P., *Unit Operations of Chemical Engineering*, McGraw Hill (1987).
- [2] Ramaswamy S., Huang H.J. and Ramarao B.V., *Separation and Purification Technologies in Biorefineries*, Wiley (2013).



دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	اصلي	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: طراحی و کاربرد کاتالیزگرهای بستردار	
	عملی					
	✓ نظری	✓ اختیاری		تعداد ساعت: ۴۸		عنوان درس به انگلیسی: Design and application of supported catalysts
	عملی					

هدف: آشنائی با طراحی کاتالیزگرها برای استفاده در صنعت

سر فصل درس:

انتخاب پذیری در کاتالیز اکسایشی، کاتالیز غربال مولکولی فرورپورها، زئولیت بتا و استفاده آن در واکنش‌های آلی، مواد هیبریدی آلی- معرفتی فرورپور کایرال در کاتالیز واکنش‌های آنانتیومر انتخابی، اسیدهای لوئیس بی‌حرک و استفاده در آنها در شیمی آلی، تأثیر ترکیب زئولیت بر روی فعالیت کاتالیستی، استفاده از پایه پلیمری برای سنتز کتابخانه بزرگ حلقه‌ها، کاتالیزگرهای بی‌حرک و کاربرد آنها در سنتز محصولات شیمیایی ظریف و حد واسطه، فرآیند کاتالیستی آزیردین و اپوکسید دار نمودن آلکن‌ها با استفاده از مواد اصلاح شده میکروپور و مزوپور، آلکیلاسیون آنانتیومر انتخابی بنزالدهید با استفاده از دی‌اتیل روی و Ephedrine بر روی بستر MTS، اسیدهای یرفلورو آلکان دی‌سولفونیک بستردار به عنوان کاتالیزگر در آلکیلاسیون ایزوبوتن، استفاده از TEMPE متصل به پلیمر برای اکسیداسیون الکل‌ها، تهیه و عامل‌دار کردن (ونیل) پلی‌استیرن پلی HIPE، بازهای قوی پلی‌نیتروژن به عنوان کاتالیزگر بی‌حرک، سنتز انتخابی ۲- استیل ۶ متوکسی نفتالین با استفاده از زئولیت HBEA، تأثیر اصلاحات فوق اسیدی بر روی کاتالیزگرهای ZnO_2 و Fe_2O_3 مورد استفاده در احتراق متان، تخریب اکسایشی راف گلوکونات کلسیم با استفاده از مس II- تعویض شده (Y Faujasite)، کمپلکس‌های آلی فلزی متصل شده به پلیمر به عنوان کاتالیزگر در سنتز آلی، ایزومراسیون دی‌هیدرو روی π - بوتان به ایزوبوتن با استفاده از گالیم شامل کاتالیزگر زئولیت، کاتالیزگر گوانیدین بر روی بستر سیلیکا و سیلیکاهای به شکل مایسل، اصلاح آلی سیلیکا مزوپورهای شش وجهی، پلیمرهای شبکه‌ای فتالوسیانین برای کاتالیز هتروژن، جفت شدن Suzuki با استفاده از $Pd(0)$ و Kf/Al_2O_3 ، فضاگزینی‌های غیرمعمول مشاهده شده در الیگومریزاسیون پروپین با استفاده از کاتالیزگر آلومینا- سیلیکای تبادل یون شده با نیکل II، انتخاب‌پذیری با استفاده از کاتالیزگرهای هتروژن، کاتالیزگرهای اسیدلوئیس جدید به واسطه بی‌حرک کردن مایعات یونی، هیدروژناسیون آنانتیومر انتخابی هتروژن تری‌فلورومتیل کتونها، خواص ساختاری و فعالیت‌پذیری فلزات واسطه بستردار، کاتالیزگرهای پلیمری فلزات محلول برای هیدروفورمیل دار کردن اولفین‌ها در فازهای فلوروس و CO_2 فوق بحرانی

منابع:

- [1] Sherrington D.C., Kybett A.P., *Supported Catalysts and Their Application*, the Royal society of chemistry (2001).
- [2] Furimsky E. and Spivey J.J., *Carbons and Carbon Supported Catalysts in Hydroprocessing*, Royal Society of Chemistry (2008).



دروس پیش‌نیاز: ندارد	نظری	اصلی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: سنتزهای برگزیده کاربردی
	عملی			تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Applied synthesis highlight
	✓ نظری	✓ اختیاری			
	عملی				

هدف: آشنایی با روش استفاده از فنون سنتز

سر فصل درس:

- ✓ نکات مختلفی از واکنش‌های افزایش تمایز دهنده آرایش فضایی، واکنش‌های حلقه‌زایی، کاربرد فلزات واسطه در سنتز آلی، کاربرد الکتروشیمی در بعضی سنتزهای منتخب، روش‌های بر پایه استفاده از مواد زیستی، سنتز با استفاده از مواد آغاز کننده غنی از قسمت‌های کایرال، برگزیده‌هایی از سنتزهای آلکالوئیدی اخیر
- ✓ سنتز منحصر به فرد ترکیبات طبیعی: Mevinolin و Compactin ، داستان Frontalin ، Coriolin ،
Statine ، Swainsonine ، Daunosamine ، milbemycin β_3
- ✓ سنتز ترکیبات غیرطبیعی: Fenestrans + نگاهی بر آسیب‌های ساختاری، دندیرم‌های ستاره‌ای و آربورول‌ها،
سنتز O-Glycoside ، سنتز Cembranoid ، سنتز مشتقات Glycerol فعال نوری، سنتز نامتقارن α -
آمینوآسید، استفاده از متاتزیز آلکن‌ها در سنتز آلی، متاتزیز اولفین با استفاده از کمپلکس‌های کاملاً طراحی
شده مولیبدن و تنگستن،
- ✓ واکنش‌های متاتزیز کانالیز شده با روتنیوم در سنتز آلی، متاتزیز حلقه بستن در سنتز Epothilones و
محصولات طبیعی پلی‌اتر، متاتزیز کانالیستی حلقه بستن و سپینرنت فرآیند انتخاب آنانتیومری، متاتزیز این
این، متاتزیز متقاطع، پیشرفت‌های اخیر در شیمی ADMET ، پلیمرهای زیست فعال

منابع:

- [1] Furstner A., Gibson S.E., Dixneuf P., *Alkene Metathesis in Organic Synthesis*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg (1998).
- [2] Mulzer J., Altenbach H.J., Bravu M., Krohn K., Reissing H.U., *Organic Synthesis Highlight*, VCH, Weinheim (2003).



دروس پیش‌نیاز: ندارد	نظری	اصلی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: آنزیم‌های صنعتی
	عملی			تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Industrial enzymes
	✓ نظری	✓ اختیاری			
	عملی				

هدف: آشنائی با کاربرد آنزیم‌ها در تولید مواد با ارزش

سر فصل درس:

- ✓ آنزیم‌های آمولیتیک، استفاده از آنزیم‌های فرآوری نشاسته در صنایع غذایی، سلولازها برای تبدیل توده زیستی، سلولازها در صنعت نساجی، زیلاترها، استرهای کربوهیدرات زیلاتولنیک میکروبی، ساختار و خواص زیست شیمی پکتینازها، α -L-رامنوزیدازها، کاربرد گلیکوزیدازها و ترانس گلیکوزیدازها، معرفی پتیدازها و پایگاه داده MEROPS، پروتئازهای سیستمین، سابتیلیزین، استفاده از پروتئازهای اسپارتیک در ساخت پنیر، متالوپروتئازها، آمینوپتیدازها
- ✓ لیپازها: استفاده از لیپازها در محصولات صنعتی، استفاده از لیپازها در سنتز آلی، استفاده از لیپازها در تهیه محصولات بیودیزل، استفاده از لیپازها در سنتز لیپیدهای ساختاری به کمک کربن دی‌اکسید فوق بحرانی
- ✓ اندونوکلازهای برش دهنده، پلیمرهای DNA برای کاربردهای PCR، آنزیم‌های رونویسی معکوس،
- ✓ دایسر: ساختار و نقش آن در مسیر خاموش‌سازی ژن وابسته به RNA
- ✓ تولید هیدروژن پراکسید و تخریب آنزیم‌ها (استفاده آنها در سنسورهای زیستی و کاربردهای دیگر
- ✓ لاک‌کاسازها: عوامل بیولوژیکی، ساختار مولکولی و کاربرد صنعتی
- ✓ پراکسیدازها با پتانسیل کاهش بالا، دهیدروژنازهای اسید آمینه
- ✓ فتیازها: منبع، ساختار و کاربرد، هیدرولازهای نیتریل، اسپارتازها: ساختار مولکولی، عوامل بیوشیمی و کاربردهای بیوتکنولوژیکی، ترانس گلوتامینازها، اسیلاز پنی‌سلین، هیدانترونینازها

منابع:

[1] Polania J., MacCabe A.P., *Industrial Enzymes*, Springer, Netherlands (2007).



دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	اصلی	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: روش های شیمیایی لایه نشانی	
	عملی				
	✓ نظری	✓ اختیاری	تعداد ساعت: ۴۸		عنوان درس به انگلیسی: Chemical methods of deposition
	عملی				
		نوع واحد			

هدف: فراگیری و انتخاب بهترین روش لایه نشانی

سر فصل درس:

- ✓ مروری بر لایه نشانی بخار شیمیایی
- ✓ راکتورهای CVD و فناوری سیستم های رهایش
- ✓ مدلی از فرایندهای CVD
- ✓ لایه نشانی اتمی
- ✓ شیمی فرآیند مواد اولیه CVD و ALD
- ✓ CVD نیمه رساناهای ترکیبی گروه III-V
- ✓ لایه نشانی بخار شیمیایی روی فلزات: Ru, Cu, Al, W
- ✓ لایه نشانی بخار شیمیایی اکسیدهای فلزی برای کاربردهای میکروالکترونیک
- ✓ لایه نشانی شیمیایی نیتrideهای فلزی مقاوم با استفاده از فلز- مواد آلی
- ✓ CVD پوشش های عامل دار روی شیشه
- ✓ CVD به روش فتوشیمیایی
- ✓ فرآیندهای لایه نشانی بخار شیمیایی به کمک پلازما
- ✓ جنبه اقتصادی CVD

منابع:

- [1] Jones A.C., Hitchman M.L., *Overview of Chemical Vapour Deposition*, Royal society of chemistry (2009).
- [2] Gleason K.K., *CVD Polymers: Fabrication of Organic Surfaces and Devices*, Wiley-VCH (2015).



دروس پیش‌نیاز: ندارد	نظری	اصلی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: فناوری‌های نوین پالایش و تبدیل گاز
	عملی			تعداد ساعت: ۴۸	
	✓ نظری	✓ اختیاری			
	عملی				

هدف: آشنایی با روش‌های نوین تصفیه و تبدیل گاز طبیعی به فرآورده‌های با ارزش

سر فصل درس:

- ✓ فناوری فیشر- تروپش
- ✓ راکتورهای فیشر- تروپش
- ✓ اصول شیمیایی کاربردی‌های مهندسی
- ✓ تولید گاز سنتز برای سنتز فیشر- تروپش
- ✓ کاربرد تجاری فرآیند فیشر- تروپش
- ✓ فرآوری محصولات اولیه فیشر- تروپش
- ✓ کاتالیت فیشر تروپش
- ✓ سینتیک و انتخاب‌پذیری سنتزهای فیشر- تروپش
- ✓ مدل توزیعی محصول بازجذبی (α -olefin) برای سنتزهای فیشر- تروپش گاز- جامد
- ✓ سینتیک‌های ذاتی جامد- گاز فیشر- تروپش و واکنش‌های گاز سنتز- بخار آب
- ✓ سینتیک‌ها و انتخاب‌پذیری سنتزهای گاز- اسلاری فیشر- تروپش
- ✓ مدل مهندسی واکنش چندجزئی برای سنتز تجاری فیشر- تروپش در راکتورهای ستونی حبابدار اسلاری

منابع:

- [1] Markdry A.S., *Fisher-Tropsch Technology*, Elsevier science and technology books (2004).
- [2] Laan G.P.V., *Kinetics, Selectivity and Scale up of Fisher-Tropsch Synthesis*, (1999).
- [3] de Klerk A., *Fischer-Tropsch Refining*, John Wiley & Sons (2012).



دروس پیش‌نیاز: ندارد	نظری	اصلی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: فناوری‌های نوین پالایش و تبدیل نفت
	عملی				
	✓ نظری	✓ اختیاری		تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Modern technology of Petroleum refining processes
	عملی				

هدف: آشنایی با روش‌های نوین پالایش و تبدیل نفت

سر فصل درس:

- ✓ هیدروکراکینگ باقی مانده‌های نفتی
- ✓ افزایش کیفیت نفت پایه آسفالت‌زدایی شده با استفاده از کاتالیزگر، افزایش کیفیت با هیدروتربیتینگ و شکستن ویسکوزیته با آب
- ✓ هیدروپیرولیز سریع باقی مانده‌های نفتی، هیدروکراکینگ ملایم نفت سنگین با کاتالیزگرهای اصلاح شده بر پایه آلومینا، تصفیه کاتالیستی باقی مانده‌های نفتی، شکست کاتالیستی باقی مانده‌های نفتی (Hydrocracking)، افزایش کیفیت باقی مانده نفتی با فناوری فاز اسلاری فشار بالا، حذف آسفالتن در حین هیدروپرس نمودن باقی مانده‌های نفتی سنگین، غیرفعال شدن کاتالیست در روند افزایش کیفیت قیر، مقایسه کاتالیزگرهای متخلخل تک کاره با دو کاره در باقی مانده‌های هیدروتربیتینگ، فرآیند هیدروتربیتینگ دو مرحله‌ای مواد میان تقطیری برای تولید سوخت دیزل و سوخت جت، اشباع شدن آروماتیک‌ها روی کاتالیزگرهای هیدروتربیتینگ
- ✓ تولید سوخت دیزل سولیدی نوع I با استفاده از فرآیند دو مرحله‌ای
- ✓ فرآیند سل برای هیدروژناسیون برش‌های میان تقطیری
- ✓ مطالعه مقایسه‌ای کاتالیزگرها برای کاهش آروماتیک‌ها در سوخت دیزل، اثرات H_2S بر روی کاتالیزگر (COMO/ Al_2O_3) مورد مصرف در هیدروتربیتینگ، کاتالیزگرهای هیدروپرسینگ جدید با استفاده از کمپلکس‌های مولکولی، شکست کاتالیستی فلودایز برای کاهش گوگرد نفت، فرآیند جدید برای افزایش کیفیت آمولسیون‌های نفت سنگین

منابع:

- [1] Oballa M.C., Shih S.S., *Catalytic Hydroprocessing of Petroleum and Distillates*, Marcel Dekker (1994).
- [2] Ocelli M.L., *Studies in Surface Science and Catalysis*, Vol. 166, Elsevier B. V, Ed, 1st, (2007).
- [3] Gray M., *Upgrading Petroleum Residues and Heavy Oil*, Marcel Dekker (1994).
- [4] Meyers R.A. *Handbook of Petroleum Refining Processes*, 4th Edition McGraw-Hill Education (2016).



دروس پیش‌نیاز: ندارد	نظری	اصلی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: طراحی تصفیه‌خانه آب و فاضلاب
	عملی			تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Design of wastewater plants
	نظری ✓	اختیاری ✓			
	عملی				

هدف: آشنایی با طراحی تصفیه‌خانه فاضلاب و استفاده از آن در ساخت تصفیه‌خانه فاضلاب

سر فصل درس:

- ✓ مشخصات کیفی فاضلاب و انتخاب فرایند تصفیه
- ✓ انواع راکتورهای شیمیایی و بیوشیمیایی قابل کاربرد در تصفیه‌خانه
- ✓ معرفی واحدهای عملیاتی و فرآیندی تصفیه‌خانه فاضلاب
- ✓ بررسی عملکرد هیدرودینامیکی واحدهای عملیاتی و فرآیندی
- ✓ طراحی تفصیلی آشغالگیر
- ✓ طراحی تفصیلی دانه‌گیر
- ✓ طراحی تفصیلی ته‌نشینی اولیه
- ✓ طراحی تفصیلی واحد فرآیندی حذف بیولوژیکی (CNP) (BPNR)
- ✓ طراحی تفصیلی ته‌نشینی ثانویه
- ✓ طراحی تفصیلی واحد کلرزنی
- ✓ طراحی تفصیلی واحدهای پردازش لجن (تغلیظ لجن، هضم هوازی و بیهوازی، آبگیری و...)
- ✓ دیاگرام جریان تصفیه‌خانه فاضلاب
- ✓ دیاگرام موازنه جرم تصفیه‌خانه فاضلاب
- ✓ پروفیل هیدرولیکی واحدهای تصفیه‌خانه

منابع:

- [1] Qasim S.R., *Wastewater Treatment Plants: Planning, Design, and Operation*, Technomic Pub. Co. (1999).
- [2] Metcalf L., Eddy H., *Wastewater Engineering*, 4th edition, McGraw Hill (2003).
- [3] Droste R.L., *Theory and Practice of Water and Wastewater Treatment*, John Wiley, New York (1996).
- [4] Karia G.L., Christian R.A., *Wastewater Treatment: Concepts and Design Approach*, Phi Learning Private Limited: 2nd Edition edition (2013).



دروس پیش‌نیاز: ندارد	نظری	اصلی	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: شبیه‌سازی فرآیندهای شیمیایی		
	عملی					
	✓ نظری	✓ اختیاری			تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Simulation of chemical processes
	عملی					
		نوع واحد				

هدف: آشنایی با اصول مدل سازی و شبیه سازی و کاربرد آن در فرآیندهای شیمیایی

سر فصل درس:

- ✓ معادلات پیوستگی، معادلات مومنتم (افت فشار)، معادلات بقا انرژی، معادلات بقا جرم
- ✓ روش‌های مختلف مدل سازی (کنترل ولیومی - دیفرانسیلی)
- ✓ مدل سازی فرآیندهای متفاوت شیمیایی شامل:
- ✓ فرآیندهای تقطیر
- ✓ فرآیندهای جداسازی در سیستم‌های پیوسته
- ✓ عملیات مرحله‌ای
- ✓ سینتیک و طراحی راکتورهای شیمیایی
- ✓ بسترهای ثابت و سیالی
- ✓ مبدل‌های حرارتی و ...
- ✓ آشنایی با نرم افزارهای طراحی فرآیندهای شیمیایی (مجموعه معادلات حاصل از هر فرآیند با شبیه سازی با کامپیوترهای دیجیتال حل خواهند شد).
- ✓ استفاده از شبکه‌های عصبی در مدل سازی و شبیه سازی فرآیندهای شیمیایی

منابع:

- [1] Ramirez W.F., *Computational Methods for Process Simulation*, 2nd edition, Butter worth- Heinemann (1997).
- [2] Franks R.G.E., *Modeling and Simulation in Chemical Engineering*, 1st edition, John Wiley & Sons (1972).
- [3] Luyben W.L., Lubean W.L., *Process Modeling, Simulation and Control for Chemical Engineers*, 2nd edition, McGraw-Hill Science/Engineering/Math (1989).
- [4] Thoma J.U., Ould-Bouamama B., *Modeling and Simulation in Thermal and Chemical Engineering*, 1st edition, Springer Verlag (2000).
- [5] Bequette B.W., Bequette W.B., *Process Dynamics: Modeling, Analysis and Simulation*, 1st edition, Pearson Education POD (1998).
- [6] Chaves I.D.G., López J.R.G., Zapata J.L.G., Robayo A.L., Niño G.R., *Process Analysis and Simulation in Chemical Engineering*, Springer (2015).



دروس پیش‌نیاز: ندارد	نظری	اصلی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: مواد افزودنی و اصلاح- کننده‌های شیمیایی
	عملی				
	✓ نظری	✓ اختیاری		تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Chemical additives and Modifiers
	عملی				

هدف: آشنایی با مواد افزودنی و اصلاح‌کننده‌های شیمیایی

سر فصل درس:

- ✓ اساس فرمولاسیون پلیمری: مقدمه‌ای بر فرمولاسیون PVC سخت و انعطاف‌ناپذیر، فناوری پلاستیزول و ارگانوسول-ها، فرمولاسیون پلی اتیلن، فرمولاسیون پلی استیرن، فرمولاسیون پلی اولفین‌ها، فرمولاسیون پلی الاستومرهای ترموپلاستیک
- ✓ عوامل محافظت‌کننده (پایدارساز)
- ✓ ضد اکسیدان‌ها (مفاهیم عمومی، فرمولاسیون، ارزیابی عملکرد و نقش عوامل پایدار ساز محیطی و پایدار کننده‌های مخلوط فلزی)
- ✓ پلاستیزول‌ها (نرم کننده‌ها): پلاستیزول‌های مونومری برای PVC، استرهای بنزوئیک اسید ترفتالاته و ایزوبوتیرات، استرهای سترات، روغن‌های نفتی، روغن‌های معدنی، استرهای فسفات، پارافین‌های کلرینه و پلاستیزول‌های پلیمری
- ✓ افزودنی‌های معدنی: پرکننده‌ها، عوامل تقویت‌کننده (نقش و عملکرد، کربنات کلسیم، کاتولین، سیلیکا، تالک و میکا)
- ✓ مواد رنگی: اصول اولیه، اندازه گیری و رنگ پذیری (رنگدانه‌های آلی، رنگدانه‌های معدنی، رنگدانه‌های فلورسانس، دی اکسید تیتانیم و کربن سیاه)
- ✓ افزودنی‌های مرحله پروسینگ: روان‌سازها و انواع آن (روغن‌های نفتی، پلی اتیلن با جرم مولکولی پایین و ...)
- ✓ افزودنی‌هایی با عملکرد ویژه: آنتی استاتیک‌ها، مونومرهای فعال، عوامل ایجاد کننده پیوندهای عرضی، عوامل معلق ساز، عوامل رهاساز، عوامل کویل‌کننده، غلیظ‌کننده‌ها و مستربج‌ها، عوامل ضد آتش

منابع:

- [1] Edenbaum J., *Plastics Additives and Modifiers Hand Book*, Chapman and Hall, London(1996).
- [2] ASM International Handbook Committee, *Engineered Materials Handbook*, Vol. II-*Engineering plastics ASM International*, USA (1987).
- [3] Ghosh P., *Polymer Science and Technology of Plastics and Rubbers*, Tata McGraw Hill Publishing Company Limited (1992).
- [4] Guerra E.S., Lima E.V., *Handbook of Polymer Synthesis, Characterization, and Processing*, John Wiley & Sons, (2013).



دروس پیش‌نیاز: ندارد	نظری	اصلی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: طراحی فرآیندهای شیمیایی
	عملی			تعداد ساعت: ۴۸	
	✓ نظری	✓ اختیاری	تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Design of chemical processes	
	عملی				

هدف: آشنایی با اصول حاکم در طراحی و گسترش واحدهای تولیدی و تبیین معیارهای اقتصادی در فرآیندهای شیمیایی

سر فصل درس:

- ✓ مقدمه
- ✓ طراحی دستگاه صنعتی بر مبنای یافته‌های آزمایشگاهی و نیمه صنعتی
- ✓ نمای کلی از چگونگی طراحی مفهومی فرآیندها
- ✓ بررسی اقتصادی طرح‌های صنعتی
- ✓ موارد اجمالی در زمینه طرح و اقتصاد مهندسی
- ✓ مقدمه ای بر روش تصمیم‌گیری با معیار اقتصادی
- ✓ فاز صفر: نحوه کسب و تامین اطلاعات اولیه
- ✓ فاز اول: انتخاب سیستم ناپیوسته یا پیوسته و معیارهای مربوطه
- ✓ فاز دوم: تعیین ساختار و مشخصه‌ها برای جریانهای ورودی و خروجی به یک فرآیند
- ✓ فاز سوم: تعیین ساختار و مشخصه های جریانهای برگشتی
- ✓ فاز چهارم: تعیین ساختار و مشخصه ها در فرآیندهای جداسازی
- ✓ فاز پنجم: تعیین ساختار شبکه حرارتی و آشنایی با روش pinch

منابع:

- [1] Douglas T.M., *Conceptual Design of Chemical Processes*, Mc Graw Hill Pub. (1988).
- [2] Peters M., Timmerhaus K., West R., *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*, 5th Ed., Mc Graw Hill Pub. (2002).
- [3] Turton R., Bailie R.C., Whiting W.B., Shaeiwitz J.A., Bhattacharyya D., *Analysis, Synthesis and Design of Chemical Processes*, Prentice Hall, (2012).



دروس پیش‌نیاز: ندارد	نظری	اصلی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: غشاه‌ها و فرآیندهای غشایی
	عملی				
	✓ نظری	✓ اختیاری		تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Membranes and Membrane processes
	عملی				

هدف: آشنایی با اصول و کارکرد غشاه‌ها و عملکرد فرآیندهای غشایی

سر فصل درس:

- ✓ آشنایی با غشاه‌ها
- ✓ جنس، ساختار و خواص غشاه‌ها
- ✓ ساخت غشاه‌ها
- ✓ مدول‌های غشایی
- ✓ فرآیندهای غشایی
- ✓ میکروفلتراسیون، ترافیلتراسیون و نانوفیلتراسیون
- ✓ اسمز معکوس
- ✓ دیالیز و الکترودیالیز
- ✓ غشاه‌های مایع
- ✓ کاربرد غشاه‌ها در صنایع مختلف
- ✓ مزایا و محدودیت‌های فرآیندهای غشایی
- ✓ عمرتگی غشاه‌ها و راهکارهای کاهش آن
- ✓ آشنایی با آخرین دستاوردها در زمینه غشاه‌ها و فرآیندهای غشایی

منابع:

- ۱- دکتر سیاوش مداننی، غشاه‌ها و فرآیندهای غشایی، انتشارات دانشگاه رازی، ۱۳۸۲
- ۲- فرآیندهای غشایی صنعتی، دکتر سیاوش مداننی، انتشارات دانشگاه رازی، ۱۳۸۴
- [3] Dickson J, Hu K., *Membrane Processes for Dairy Ingredient Separation*, John Wiley & Sons (2015).



دروس پیش‌نیاز: ندارد	نظری	اصلی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: سنتز و سینتیک پیشرفته پلیمرها
	عملی			تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Advanced synthesis and kinetics of polymers
	✓ نظری	✓ اختیاری			
	عملی				

هدف: آشنائی و تسلط بر سنتز پیشرفته پلیمرها

سر فصل درس :

- ✓ روشهای جدید سنتز پلیمرها:
 - پلیمریزاسیون حلقه گشای آنیونی
 - پلیمریزاسیون حلقه گشای کاتیونی
 - پلیمریزاسیون حلقه گشای رادیکالی
 - پلیمریزاسیون زنده رادیکالی
 - پلیمریزاسیون حلقه گشای متاتسیز
- ✓ گونه های ویژه و جدید پلیمرها:
 - پلی الکترولیتها: روشهای سنتز و کاربردها
 - پلیمرهای رسانا: روشهای سنتز و کاربردها
 - پلیمرهای هوشمند: روشهای سنتز و کاربردها
 - یونومرها: روشهای سنتز و کاربردها
 - پلیمرهای هیبریدی آلی- معدنی: روشهای سنتز و کاربردها

منابع:

- [1] Mijs W.J., *New Methods for Polymer Synthesis*, Plenum Press, New York (1992).
- [2] Ebdon J.R., *New Methods of Polymer Synthesis*, Kluwer Academic Publishers, (2000).
- [3] Folkes M.J., Hope P.S., *Polymer Blends and Alloys*, Chapman & Hall, London (1993).
- [4] Qiu B., Qiu S., Ben T., *Porous Polymers: Design, Synthesis and Applications*, Royal Society of Chemistry (2016).
- [5] Braun D., Cherdrion H., Rehahn M., Ritter H., Voit B., *Polymer Synthesis: Theory and Practice: Fundamentals, Methods, Experiments*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg (2013).



دروس پیش‌نیاز: ندارد	نظری	اصلی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: فناوری‌های پیشرفته پلیمرها
	عملی			تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Advanced technology of polymers
	✓ نظری	✓ اختیاری			
	عملی				

هدف: آشنائی و تسلط بر فناوری پیشرفته پلیمرها

سر فصل درس :

- ✓ خواص و فناوری الیاف:
- ✓ ارتباط ساختار و خواص فیزیکی
- ✓ روشهای تشخیص ساختمان داخلی الیاف مختلف مانند پنبه، پشم، نایلون و پلی استر
- ✓ تعاریف اولیه راجع به خصوصیات الیاف و طبقه بندی آنها
- ✓ معرفی و بررسی روشهای مختلف ریسندگی الیاف
- ✓ معرفی و بررسی انواع الیاف نایلونی، آرامیدی و کریستال مایع
- ✓ معرفی و بررسی انواع الیاف پلی استر و اکریلیک
- ✓ معرفی و بررسی انواع الیاف الانستومری، پلیپورتانی و ریسندگی شیمیایی
- ✓ جرم مخصوص الیاف (اهمیت، روشهای اندازه گیری، تأثیرات)
- ✓ جذب آب بوسیله الیاف (اهمیت، روشهای اندازه گیری، تأثیرات)
- ✓ حرارت جذب رطوبت (اهمیت، روشهای اندازه گیری، تأثیرات)
- ✓ تورم الیاف (اهمیت، روشهای اندازه گیری، تأثیرات)
- ✓ ظرافت الیاف (اهمیت، روشهای اندازه گیری، تأثیرات)
- ✓ خواص و فناوری سرامیک: پیوندهای شیمیایی و فیزیکی، اصول فناوری سرامیک، مراحل فراورش از پودر تا سرامیک، بهینه کردن مساحت سطح، کلوئیدهای مصرفی در سرامیک‌ها، جذب پودر، ذرات باردار در سوسپانسیون، سوسپانسیون-های پایدار، ویسکوزیته، حلالها، Binder

منابع:

- [1] Walter M., *Polymer Processing*, Hanser (1995).
- [2] Walczak Z. K., *Processes of Fiber Formation*, Elsevier (2002).
- [3] King A.G., *Ceramic Technology and Processing*, Noyes Publications/William Andrew Pub (2002).
- [4] Sabu Thomas, Weimin Yang, *Advances in Polymer Processing: From Macro- to Nano-Scales*, Woodhead Publishing Ltd (2009).
- [5] Chanda M., Roy S.K., *Industrial Polymers, Specialty Polymers, and their application*, CRC Press (2008).



سرفصل دروس دکتری
رشته: شیمی - شیمی معدنی



دروس پیش‌تبار: ندارد	✓ نظری	✓ اصلی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: ساختار و پیوند در ترکیبات معدنی
	عملی			تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Chemical structure and bond in inorganic chemistry
	نظری	اختیاری			
	عملی				

هدف: کسب دانش لازم برای شناخت انواع پیوندها و ساختارهای ترکیبات معدنی

سر فصل درس :

- ✓ ساختار و پیوند در ترکیبات عنصرهای اصلی
- ✓ ساختار و پیوند در ترکیبات عنصرهای واسطه
- ✓ بررسی اوربیتالهای مولکولی کمپلکس فلز-آلی و آلی فلزی
- ✓ ساختار و پیوند در جامدات و بررسی روش های محاسبه انرژی شبکه جامدات
- ✓ الکترونگاتیوی (مطلق) و سختی و نرمی (مطلق)
- ✓ شیمی اکسیدهای فلزی و سنتز آنها
- ✓ پیوند فلز - فلز ، خوشه های اتم فلز
- ✓ نانو ساختارهای معدنی

منابع:

- [1] Brawn I.D., *The chemical bond in inorganic chemistry: the bond valance model* (2006).
- [2] Parkin G., *Structure and Bonding: Metal-Metal Bonding*, (2010).
- [3] Cao G., Wang Y., *Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications*, (2011).
- [4] Meier G.H., *Concepts in Inorganic Materials: Thermodynamics of surfaces and interfaces*, (2014).
- [5] Cotton, Wilkinson, Murillo and Bochmann, *Advanced Inorganic Chemistry*, (1999).
- [6] Jolivet J.P., *Metal Oxide Chemistry, Syntheses*, (2003).



دروس پیش‌نیاز: ندارد	✓ نظری	✓ اصلی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: شیمی فلزات واسطه
	عملی			تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Chemistry of transition metals
	نظری	اختیاری			
	عملی				

هدف: آشنائی و تسلط بر اصول شیمی فلزات واسطه

سر فصل درس :

- ✓ پیمایش عناصر واسطه (تیتانیوم، وانادیم، کروم، منگنز، آهن، کبالت، نیکل، مس)
- ✓ عناصر سری دوم و سوم (زیرکونیوم، هافنیوم، نیوبیوم، تانتالیوم، مولیبدنیم، تنگستن، تکنسیوم، رنیم، فلزات گروه پلاتین، رودیم، ایریدیم، پالادیم، پلاتین، نقره و طلا)
- ✓ فلزات نوبل (پلاتین، پالادیوم، رودیم، ایریدیوم، روتنیوم، اسمیم، طلا و نقره)

منابع:

- [1] Cotton S.A., *Chemistry of Precious Metals*, Chapman & Hall (1997).
- [2] Greenwood and Earnshaw, *Chemistry of the Elements*, 2nd Ed., (1998).
- [3] Cotton F.A.; Wilkinson G., Murillo C.A., Bochmann M., *Advanced Inorganic Chemistry*, 6th edition, (1999).
- [4] Robert H. Crabtree, *The Organometallic Chemistry of the Transition Metals*, Wiley (2014).
- [5] Chen, Wei; Chen, Shaowei; Schneider, Hans-jrg; Shahinpoor, Mohsen; Bigioni, Terry, *Functional Nanometer-sized Clusters of Transition Metals Synthesis, Properties and Applications*, Royal Society of Chemistry (2014).



دروس پیش‌نیاز: ندارد	✓ نظری	✓ اصلی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: کاتالیزگرهای همگن و ناهمگن
	عملی			تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Homogeneous and Heterogeneous Catalysis
	نظری	اختیاری			
	عملی				

هدف: آشنائی و تسلط بر اصول شیمی کاتالیزگرهای همگن و ناهمگن

سر فصل درس :

- ✓ پدیده کاتالیزوری، روشهای بیان فعالیت کاتالیزورها، گزینش پذیری، طبقه بندی کاتالیزورها، مقایسه کاتالیزورهای همگن و ناهمگن
- ✓ کاتالیزگرهای هموزن
- ✓ فسفین و دی فسفین، کمپلکسهای آمینی، کمپلکسهای کاربن و کربن متوکسید
- ✓ مکانیسم واکنشهای کاتالیستی هموزن
- ✓ واکنشهای اکسایش و کاهش، واکنشهای حذفی، واکنشهای الحاقی، واکنشهای حلقوی شدن، فعال شدن گروههای عاملی مختلف نسبت به حمله نوکلئوفیلی
- ✓ سینتیک واکنشهای کاتالیستی
- ✓ واکنشهای مورد علاقه صنعتی کاتالیست شده توسط کاتالیزگرهای هموزن
- ✓ کاتالیزگرهای هتروژن
- ✓ سایت فعال، متغیرهای واکنش، انواع واکنش گاهها، انواع بسترهای کاتالیستی
- ✓ واکنشهای مورد علاقه صنعتی کاتالیست شده توسط کاتالیزگرهای هتروژن



منابع:

- [1] Augustine L.R., *Heterogeneous Catalysis for the Synthetic Chemist (Chemical Industries)*, Marcel Dekker Inc. (1996).
- [2] Leeuwen V., Piet W.N.M., *Homogeneous Catalysis: Understanding the Art*, Klumer Academic Publishers (2004).
- [3] Hagen J., *Industrial Catalysis: A Practical Approach*, Wiley-VCH (2006).
- [4] K.L. Ameta; Andrea Penoni, *Heterogeneous Catalysis: A Versatile Tool for the Synthesis of Bioactive Heterocycles*, Taylor and Francis, CRC Press (2014).



دروس پیش‌نیاز: ندارد	✓ نظری	✓ اصلی	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: تعیین ساختار با پراش پرتو X
	عملی			
	نظری	اختیاری	تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: X-ray diffraction structure determination
	عملی			

هدف: آشنائی و تسلط بر اصول تعیین ساختار به کمک پراش پرتو X

سر فصل درس :

- ✓ مقدمه ای بر تاریخچه و اهمیت بلورشناسی
- ✓ بلور و تقارن انتقالی
- ✓ پرتو ایکس (اساس، پراش و قانون براگ)
- ✓ فضای وارون (شبکه وارون، بردارهای شبکه وارون، سلول واحد شبکه وارون، سنتز اوالد)
- ✓ فاکتور پراش اتمی و عوامل موثر بر آن، فاکتورهای ساختاری و تبدیل فوریه
- ✓ الگوی پراش و تقارن آن
- ✓ دستگاهوری (شامل منبع تابش، موازی ساز، جهت یاب، سیستم سرمایش، قطع کننده پرتو، آشکار ساز).
- ✓ جمع آوری داده‌ها (شرایط جمع آوری، خطاهای سیستمی، کاهش داده‌ها، تصحیح جذب) و روش های تعیین ساختار (روش مستقیم و روش پترسون)، اتم‌های هیدروژن

منابع:

- [1] Luger P., *Modern X-ray Analysis on Single Crystals*, Walter de Gruyter GmbH, Berlin (2014).
- [2] Giacovazzo C., Monaco H.L., *Fundamental of Crystallography*, Oxford (2002).
- [3] Stout G., Jensen L., *X-ray Structure Determination*, John Wiley & Sons (1989).
- [4] Massa W., *Crystal Structure Determination*, Springer (2004).

[5] علیرضا عباسی، شکوفه گرانمایه: اصول بلورشناسی، تعیین ساختار تک بلور و پودر، نانوساختارها و پروتئین ها، چاپ دوم

۱۳۹۴، انتشارات دانشگاه تهران



دروس پیش‌نیاز: ندارد	نظری	اصلی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: مهندسی بلور
	عملی				
	✓ نظری	✓ اختیاری		تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Crystal engineering
	عملی				

هدف: آشنایی با اصول و مبانی مهندسی ترکیب های بلوری

سر فصل درس:

✓ تاریخچه مهندسی بلور، مقدمه‌ای بر اهمیت مهندسی بلور، شیمی ترکیبات سوپرامولکول، نیروهای بین مولکولی، نیروهای غیر کووالانس، پیوند هیدروژنی، انرژی و هندسه پیوند هیدروژنی، پیوند هیدروژنی ضعیف و قوی، پیوند هالوژنی و مقایسه آن با پیوند هیدروژنی، قاعده‌ی اتر، سینتون و سینتون‌های سوپرامولکولی، تکتون‌ها و شبکه‌های حاصل از آنها، شبکه‌های حاصل از پیوندهای هیدروژنی، شبکه‌های 1D، 2D و 3D، توپولوژی شبکه، پلیمرهای کوئوردیناسیونی، طراحی پلیمرهای کوئوردیناسیونی متخلخل و کاربرد آنها در ذخیره‌سازی گازها، جداسازی و ...، پلیمرها، انواع پلیمرها، کوکریستال، تکنیک‌های بلورگیری به اختصار، روش‌های شناسایی به اختصار

منابع:

- [1] Desiraju G. R., Vittal J. J., Ramanan A., *Crystal Engineering: A Textbook*, World Scientific Publishing Company (2011).
- [2] Tiekink E. R. T., Vittal J. J., Zaworotko M. J., *Organic Crystal Engineering: Frontiers in Crystal Engineering*, Wiley (2010).
- [3] Steed J. W. and Atwood J. L., *Supramolecular Chemistry*, Wiley & Sons (2000).
- [4] Desiraju G. R., *Perspectives in Supramolecular Chemistry, Vol 2: The Crystal as a Supramolecular Entity*, Wiley (1996).



دروس پیش‌نیاز: ندارد	نظری	اصلی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: روش‌های طیف بینی کاتالیزگرها
	عملی			تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Spectroscopy methods for catalysts
	✓ نظری	✓ اختیاری			
	عملی				

هدف: آشنائی و تسلط بر اصول روشهای طیف بینی کاتالیزگرها

سر فصل درس :

- ✓ کاتالیز ناهمگن، هدف از شناسایی کاتالیزگر، فنون طیف بینی، راهبردهای پژوهشی
- ✓ فنون شامل برنامه ریزی دما، کاهش برنامه ریزی شده، سولفید دار کردن برنامه ریزی شده، طیف بینی برنامه ریزی شده واکنش، طیف بینی واجذبی گرمایی
- ✓ نشر فوتون و طیف بینی اوزه - UPS - XPS - طیف بینی الکترونی اوزه
- ✓ طیف بینی یون، طیف سنجی جرمی یون ثانویه، طیف سنجی جرمی ذره خنثی نوع دوم، طیف سنجی پس پراکنشی را درفورد، پراکنش یون کم انرژی
- ✓ طیف بینی موزباور، اثر موزباور، طیف بینی موزباور، طیف بینی موزباور در شناسایی کاتالیزگر
- ✓ پراش و EXAFS، پراش پرتو ایکس، پراش الکترون کم انرژی، ساختار ظریف جذب پرتو ایکس دنباله دار
- ✓ میکروسکوپی و تصویربرداری، میکروسکوپی الکترونی، میکروسکوپی یون، فنون تصویربرداری
- ✓ طیف بینی ارتعاشی، نظریه ارتعاش مولکولی، طیف بینی زیرقرمز، طیف بینی رامان، طیف بینی اتلاف انرژی الکترون
- ✓ چند مورد از شناسایی کاتالیزگر، کاتالیزگرهای رودیم نشانه شده روی بستر، ارتقا دهنده های قلیایی روی سطوح فلزی، کاتالیزگرهای هیدروگوگرد زدایی، کاتالیزگرهای کروم برای بسپارش

منابع:

- [1] Ebsworth E.A.V., Rankin D. W. H., *Structural method in inorganic chemistry*, (1991).
- [2] Parish R.V., *NMR, NQR, EPR, and Mossbauer Spectroscopy in Inorganic Chemistry*, (1990).
- [3] Brisdon A.K., *Inorganic Spectroscopy methods*, (1998).
- [4] van Santen, R. A. and Neurock, M. *Molecular Heterogeneous Catalysis*, (2006).



دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	اصلی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: فتوشیمی ترکیبات معدنی
	عملی				
	✓ نظری	✓ اختیاری		تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Photochemistry of inorganic compounds
	عملی				

هدف: آشنایی با برهمکنش نور با ماده و بررسی واکنش‌ها در حالت برانگیخته

سر فصل درس :

- ✓ فتوشیمی و اصول اولیه
- ✓ قوانین فتوشیمی و راه‌های استراحت حالت برانگیخته
- ✓ انواع واکنش‌های فتوشیمیایی: واکنش‌های جانشینی، پیش بینی واکنش‌های جانشینی بر اساس معادلات ون کوئینن بورن، واکنش‌های تخریبی، واکنش‌های فتو ایزومریزاسیون
- ✓ فتو فیزیک و کاربرد آن
- ✓ فتوحساس کننده‌ها و زمینه‌های کاربردی آن‌ها: سل‌های خورشیدی، فوتودینامیک تراپی، سوئیچ‌های ملکولی، ماشین‌های ملکولی نوری، مدارهای منطقی ملکولی
- ✓ فتوشیمی ترکیبات نانو مواد معدنی

منابع:

- [1] Balzani V., Ceroni P., Juris A., *Photochemistry and photophysics*, Wiley (2014).
- [2] Feringa B.L., *Molecular Switches*, Wiley-VCH, Weinheim (2001).
- [3] Balzani V., *Molecular Devices and Machines— A Journey in the Nano World*, Wiley-VCH (2003).
- [4] Schliwa M., *Molecular Motors*, Wiley-VCH, Weinheim (2003).
- [5] Sauvage J.-P., *Molecular Machines and Motors*, Springer, Berlin (2001).
- [6] Kelly T. R., *Molecular Machines*, Springer, Berlin (2005).



دروس پیش‌نیاز: ندارد	نظری	اصلی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: الکتروشیمی ترکیبات معدنی
	عملی				
	✓ نظری	✓ اختیاری		تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Inorganic electrochemistry
	عملی				

هدف: بررسی شیمی ردوکس و واکنشهای انتقال الکترون در کمپلکس های فلزی

سر فصل درس:

- ✓ نظریه الکتروشیمی: تاریخچه الکتروشیمی معدنی
- ✓ مقدمه ای بر تکنیک های الکتروشیمیایی: ولتامتری چرخه ای، ولتامتری پالسی، کروئوکولومتری
- ✓ اساس واکنش های الکترودی: لایه دوگانه الکتریکی و ساختار آن، واکنش های انتقال الکترون، مطالعه مکانیسم واکنش های الکترودی
- ✓ سینتیک واکنش های الکترودی: سینتیک واکنش های انتقال الکترون، سیستم های برگشت پذیر، شبه برگشت پذیر و برگشت ناپذیر
- ✓ ملاحظات تجربی ولتامتری چرخه ای: الکترودها، خصوصیات و ملاحظات کاربردی حلال، الکترولیت زمینه، استاندارد درونی
- ✓ الکتروشیمی سیستم های سوپرامولکولی: تعیین ثابت تعادل واکنش های تسهیم نامناسب و تسهیم متناسب، دسته بندی کمپلکس های آمیخته والانس با استفاده از ولتامتری چرخه ای، ارتباط فعالیت کاتالیتیکی و خواص الکتروشیمیایی، الکتروشیمی سیستم های تبدیل انرژی
- ✓ فاکتورهای تاثیر گذار بر پتانسیل های اکسایش - کاهش: تغییر قدرت دهنده گی سیگما و پذیرندگی پای لیگاند های کئوردینه شده، اثرات فضایی، نوآرایی ساختاری و رفتار الکتروشیمیایی، اثر سرعت اسکن، سری الکتروشیمیایی لیگاند، مدل بارستن، مدل P_L ، مدل E_L
- ✓ الکتروشیمی محلول های غیر آبی: حلال های غیر آبی، پنجره های روبش پتانسیل، ناخالصی های مزاحم در حلال های غیر آبی
- ✓ الکتروشیمی کمپلکس های فلزی، تفسیر و پیش بینی واکنش های الکتروشیمیایی: الکتروشیمی کمپلکس های فلزی با مراکز فلزی مختلف نظیر $Co(III)$ ، $Co(II)$ ، $Ni(II)$ ، $Cu(I)$ ، $Cu(II)$ ، $Zn(II)$ ، $Cd(II)$ با لیگاندهای مختلف کئوردینه شونده
- ✓ سوییچ زدن الکتروشیمیایی: سوییچ الکتروشیمیایی کاتیون و آنیون، سیکلوفن ها و گیرنده های ملکولی، سیم های ملکولی

منابع:

- [1] Zanello P., Nervi C., Fabrizi de Biani F., *Inorganic Electrochemistry: Theory, Practice and Application*, 2nd ed., Cambridge, UK. (2012).
- [2] Kaifer A., Gómez-Kaifer M., *Supramolecular Electrochemistry*, Wiley-VCH (2007).
- [3] Armando J.L., Pombeiro C.A., *Trends in Molecular Electrochemistry*, CRC Press (2004).
- [4] Zoski C.G., *Handbook of Electrochemistry*, Elsevier (2007).
- [5] Aurbach D., *Nonaqueous Electrochemistry*, Marcel Dekker, New York (1999).
- [6] Gutmann V., *The Donor-Acceptor Approach to Molecular Interactions*, Plenum Press, New York (1978).



دروس پیش‌نیاز: ندارد	نظری	اصلي	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: زیست شیمی معدنی
	عملی				
	✓ نظری	✓ اختیاری		تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Bioinorganic chemistry
	عملی				

هدف: آشنائی و تسلط بر اصول زیست شیمی معدنی

سر فصل درس :

- ✓ عناصر اصلی، عناصر مضر،
- ✓ لیگاندهای طبیعی، لیگاندهای کی لیت کننده.
- ✓ کاربرد لیگاندهای کی لیت کننده در درمان، اثرات فلزات،
- ✓ اصول شیمی کثوردیناسیون بیومعدنی، اثر ساختار، تجمع خودبخود،
- ✓ خواص مولکولهای بیولوژیکی، انتقال یونهای فلزی، کنترل و کاربرد غلظت یون فلزات،
- ✓ اتصال DNA کاتالیز اسیدی مقید آنزیمها،
- ✓ مطالعات NMR، توسعه هیدرولیزی متالوآنزیمها، انتقال الکترون و منابع انرژی برای زندگی،
- ✓ پروتئین‌های آهن - گوگرد،
- ✓ اسپکتروسکوپی موزبار،
- ✓ هیدروژنازاها، نیتروژنازاها، شیمی انتقال اتم و گروه،
- ✓ آنزیمهای احیاکننده، مواد دارویی رادیواکتیو.

منابع:

- [1] Gasser G., *Inorganic Chemical Biology: Principles, Techniques and Applications*, Wiley (2014).
- [2] Kaim W., Schwederski B., Klein A., *Bioinorganic Chemistry - Inorganic Elements in the Chemistry of Life: An Introduction and Guide*, 2nd Edition, Wiley (2013).
- [3] Culotta V., *Metals in Cells*, Wiley (2013).
- [4] Maayan G., Albrecht M., *Metallofoldamers: Supramolecular Architectures from Helicates to Biomimetics*, Wiley (2013).
- [5] Stephanos J.J., Addison A.W., *Chemistry of Metalloproteins: Problems and Solutions in Bioinorganic Chemistry*, Wiley (2014).
- [6] Ueno T., Watanabe Y., *Coordination Chemistry in Protein Cages: Principles, Design, and Applications*, Wiley (2013).
- [7] Bertini I., Gray H.B., Lippard S.J., Valentine J.S., *Bioinorganic Chemistry*, University Science Books, Mill Valley, CA. (1994).
- [8] Bertini I., Gray H.B., Stiefel E.I., Valentine, J.S., *Biological Inorganic Chemistry, Structure and Reactivity*, (2007).
- [9] Crichton R.R., *Biological Inorganic Chemistry. An Introduction*, First Edition, Elsevier (2008).



دروس پیش‌نیاز: ندارد	نظری	اصلی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: پلیمرهای معدنی
	عملی				
	✓ نظری	✓ اختیاری		تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Inorganic polymers
	عملی				

هدف: آشنائی و تسلط بر نظریه و کاربردهای پلیمرهای معدنی

سر فصل درس:

- ✓ معرفی و شناسائی پلیمرهای معدنی، انواع آنها و ویژگی‌های مشخصه آنها
- ✓ پلی فسفازین‌ها (روشهای سنتز، واکنش‌های سطحی آنها، سیستم‌های هیبریدی کوپلیمری، سیستم‌های هیبریدی کامپوزیتی، پلی فسفازین‌های آلی فلزی، ساختار مولکولی پلی فسفازین‌های خطی، رابطه بین ساختار و خواص پلی فسفازین‌ها)
- ✓ پلی سیلوکسان‌ها (تهیه و آنالیز، خواص عمومی، هموپلیمرهای فعال، روش‌های جدید شناسایی آنها، کوپلیمرها، شبکه‌های درهم نفوذی و کاربردها)
- ✓ پلی سیلان‌ها و پلیمرهای مربوطه (سنتز، اصلاح شیمیائی پلی سیلان‌ها، خواص فیزیکی و الکترونی آنها، لومینسانس، هدایت الکتریکی و نوری آنها، پیوندهای عرضی در پلی سیلان‌ها، ساختار پلی سیلان‌ها و فناوری پلی سیلان‌ها)
- ✓ سایر پلیمرهای معدنی (پلیمرهای بر پایه فروسن، پلیمرهای دارای فسفر، پلیمرهای دارای بور، پلیمرهای دارای سیلیس، پلی‌ژرمان‌ها، پلیمرهای دارای سولفور و سلنیم، پلیمرهای دارای آلومینیوم، پلیمرهای دارای قلع، پلیمرهای دارای آرسنیک)
- ✓ پلیمرهای کوئوردیناسیونی فلزات (اصول و تعاریف، روشهای سنتز و شناسائی آنها، خواص و کاربرد‌های آنها شامل خاصیت‌های تخلخل، کاتالیزوری، رسانایی، مغناطیسی، نوری غیر خطی، لومینسانس، رنگی، اکسایش و کاهش، دارو رسانی، به‌عنوان حسگر، ذخیره و جداسازی گازها)
- ✓ کامپوزیت‌های هیبریدی آلی-معدنی (سرامیک‌های سل-ژل، فیبرها در الاستومرها، سرامیک‌های اصلاح‌شده پلیمری)
- ✓ پلیمرهای معدنی مورد استفاده در سرامیک‌ها (فرایند سل-ژل در سرامیک‌های اکسیدی، فیبر کربنی، سیلیکون کاربیدی، سیلیکون نیتریدی، نیتريد بور، کاربید بور، نیتريد آلومینیوم، نیتريد فسفر)

منابع:

- [1] Ray N.H., *Inorganic Polymers*, Academic, New York (1978).
- [2] Zeldi M., Wynne K.J., Allcock H.L., *ACS Symposium Series*, No. 360-(1978), ISBN 0-8412-1442-5.
- [3] Mao-Chun Hong, M-C. Chen L., *Design and Construction of Coordination Polymers*, John Wiley & Sons, Inc. (2009).
- [4] Orti O.L., Ramirez L.D., *Coordination Polymers and Metal Organic Frameworks: Properties, Types and Applications*, Nova Science Pub Inc. (2012).



دروس پیش‌نیاز: ندارد	نظری	اصلی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: مباحث پیشرفته در شیمی معدنی
	عملی			تعداد ساعت: ۴۸	
	نظری ✓	اختیاری ✓		عنوان درس به انگلیسی: Advanced topics in inorganic chemistry	
	عملی				

هدف: آشنایی با مباحث روز و جدید در رشته شیمی معدنی

سر فصل درس:

- ✓ تدریس و معرفی آخرین پیشرفت های شیمی معدنی
- ✓ بررسی مقالات مجلات معتبر و کتاب های به روز بین المللی در زمینه های تحقیقاتی مختلف شیمی معدنی.

منابع:

مقالات جدید، به ویژه مقالات مروری (Review articles) و Lecture notes



سرفصل دروس دکتری

رشته: شیمی - نانو شیمی

با گرایش‌های نانوپلیمر، سوپرامولکول، نانو معدنی و نانونظری



دروس پیش‌نیاز: ندارد	✓ نظری	✓ اصلی مشترک	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: مباحثی در نانوشیمی و نانوفناوری
	عملی			تعداد ساعت: ۴۸	
	نظری	اختیاری			
	عملی				

هدف: آشنائی و تسلط بر نانوشیمی و نانوفناوری

سر فصل درس:

اصول اولیه نانو شیمی، الگوبرداری شیمیایی و لیتوگرافی، خود تجمعی لایه لایه، نانو میله، نانو لوله و نانو سیم های خود تجمع یافته، سنتز و خود تجمعی نانوکریستال ها، کره های میکرو، مواد با اندازه تخلخل میکرو و مواد با اندازه تخلخل ۲ تا ۵۰ نانو متر از واحد های ساختاری نرم، بلاک کوپلیمر های خود تجمع یافته، بیومواد و الهام از طبیعت، خود تجمعی واحد های سازنده بزرگ

منابع:

[1] Ozin, G. A.; Arsenault, A. C.; Cademartiri, L.; *Nanochemistry: A Chemical Approach to Nanomaterials*, RSC Publication (2009)



دروس پیش‌نیاز: ندارد	✓ نظری	✓ تخصصی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: شیمی فیزیک پیشرفته پلیمرها
	عملی			تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Advanced physical chemistry of polymers
	نظری	اختیاری			
	عملی				

هدف: آشنائی و تسلط بر شیمی فیزیک پیشرفته پلیمرها

سر فصل درس:

بعضی رفتارها و اصول اساسی:

- ✓ رابر الاستیسیته: ترمودینامیک رابر کشسانی، کشسانی در تغییر شکل‌ها، کنفیگوراسیون زنجیر، نیروی کشان رابر ولکانیزه شده، معادله مونری-ریولین، تبلور و جهت گیری القائی، دینامیک مولکولی ویسکوکشان، طیف دینامیکی تنش-بازیابی
- ✓ مدل‌های نظری: مدل حجم آزاد Eyring، مدل تکرار deGennes، مدل لوله Doi-Edward
- ✓ رئولوژی در تغییر شکلها و فرم‌های بزرگ
- ✓ رفتار زل‌ها و سوسپانسیون‌ها
- ✓ استحکام رابرها و پرکننده‌های فعال
- ✓ استحکام پلاستیک‌ها و الیاف
- ✓ نظریه مواد شبه شبکه‌ای در ابعاد ماکرو و بزرگ، مدل شبه شبکه ای، مباحث جدید ترمودینامیکی و سینتیکی زنجیرهای مولکولی
- ✓ نظریه انتقال شیشه ای، نظریه ذوب شدن و نرم شدن، نظریه اثرات دمایی انتقال شیشه ای، نظریه پرکننده های فعال، نظریه ترموپلاستیک الاستومرها

منابع:

- [1] Sun S.F., *Physical Chemistry of Macromolecules*, 2nd ed., Wiley-Interscience, (2004).
- [2] Furukaw, J., *Physical Chemistry of Polymer Rheology*, Springer (2005).
- [3] Sperling L.H., *Introduction to Physical Polymer Science*, 4Ed., Wiley-Interscience, (2005).



دروس پیش نیاز: ندارد	✓ نظری	✓ تخصصی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: سنتز و سینتیک پیشرفته پلیمرها
	عملی			تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Advanced synthesis and kinetics of polymers
	نظری	اختیاری			
	عملی				

هدف: آشنائی و تسلط بر سنتز پیشرفته پلیمرها

سر فصل درس :

- ✓ روشهای جدید سنتز پلیمرها
- ✓ پلیمریزاسیون حلقه گشای آنیونی
- ✓ پلیمریزاسیون حلقه گشای کاتیونی
- ✓ پلیمریزاسیون حلقه گشای رادیکالی
- ✓ پلیمریزاسیون زنده رادیکالی
- ✓ پلیمریزاسیون حلقه گشای متاتسیز
- ✓ گونه های ویژه و جدید پلیمرها
- ✓ پلی الکترولیتها: روشهای سنتز و کاربردها
- ✓ پلیمرهای رسانا: روشهای سنتز و کاربردها
- ✓ پلیمرهای هوشمند: روشهای سنتز و کاربردها
- ✓ یونومرها: روشهای سنتز و کاربردها
- ✓ پلیمرهای هیبریدی آلی- معدنی: روشهای سنتز و کاربردها

منابع:

- [1] Mijs W.J., *New Methods for Polymer Synthesis*, Plenum Press, New York (1992).
- [2] Ebdon J.R., *New Methods of Polymer Synthesis*, Kluwer Academic Publishers, (2000).
- [3] Folkes M.J., Hope P.S., *Polymer Blends and Alloys*, Chapman & Hall, London (1993).
- [4] Qiu B., Qiu S., Ben T., *Porous Polymers: Design, Synthesis and Applications*, Royal Society of Chemistry (2016).
- [5] Braun D., Cherdron H., Rehahn M., Ritter H., Voit B., *Polymer Synthesis: Theory and Practice: Fundamentals, Methods, Experiments*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg (2013).



دروس پیش‌نیاز: ندارد	✓ نظری	✓ تخصصی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: فناوری‌های پیشرفته پلیمرها
	عملی			تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Advanced polymer technology
	نظری	اختیاری			
	عملی				

هدف: آشنائی و تسلط بر فناوری پیشرفته پلیمرها

سر فصل درس :

- ✓ خواص و فناوری الیاف:
- ✓ ارتباط ساختار و خواص فیزیکی
- ✓ روشهای تشخیص ساختمان داخلی الیاف مختلف مانند پنبه، پشم، نایلون و پلی استر
- ✓ تعاریف اولیه راجع به خصوصیات الیاف و طبقه بندی آنها
- ✓ معرفی و بررسی روشهای مختلف ریسندهی الیاف
- ✓ معرفی و بررسی انواع الیاف نایلونی، آرامیدی و کرپستال مایع
- ✓ معرفی و بررسی انواع الیاف پلی استر و اکریلیک
- ✓ معرفی و بررسی انواع الیاف الاستومری، پلیپورتاتی و ریسندهی شیمیایی
- ✓ جرم مخصوص الیاف (اهمیت، روشهای اندازه گیری، تأثیرات)
- ✓ جذب آب بوسیله الیاف (اهمیت، روشهای اندازه گیری، تأثیرات)
- ✓ حرارت جذب رطوبت (اهمیت، روشهای اندازه گیری، تأثیرات)
- ✓ تورم الیاف (اهمیت، روشهای اندازه گیری، تأثیرات)
- ✓ ظرافت الیاف (اهمیت، روشهای اندازه گیری، تأثیرات)
- ✓ خواص و فناوری سرامیک: پیوندهای شیمیایی و فیزیکی، اصول فناوری سرامیک، مراحل فراورش از پودر تا سرامیک، بهینه کردن مساحت سطح، کلونیدهای مصرفی در سرامیکها، جذب adsorbate به پودر، ذرات باردار در سوسپانسیون، سوسپانسیون‌های پایدار، ویسکوزیته، حلالها، Binder ها

منابع:

- [1] Walter M., *Polymer Processing*, Hanser (1995).
- [2] Walczak Z. K., *Processes of Fiber Formation*, Elsevier (2002).
- [3] King A.G., *Ceramic Technology and Processing*, Noyes Publications/William Andrew Pub (2002).
- [4] Sabu Thomas, Weimin Yang, *Advances in Polymer Processing: From Macro- to Nano-Scales*, Woodhead Publishing Ltd (2009).
- [5] Chanda M., Roy S.K., *Industrial Polymers, Specialty Polymers, and their application*, CRC Press (2008).



دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	اصولی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: نانو فناوری پلیمرها
	عملی				
	✓ نظری	✓ اختیاری		تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Polymer nanotechnology
	عملی				

هدف: آشنائی و تسلط بر شیمی و نانو فناوری پلیمرها

سر فصل درس:

- ✓ فراروش، سنتز شیمیایی و فراروش پودرها و قلم‌های با ساختار نانو ذرات: شامل فلزات، آلیاژها، کامپوزیتها، سرامیکها، مواد هیبریدی
- ✓ فیلم‌ها و پوشش‌ها: شامل فلزات و سرامیک‌ها
- ✓ فراروش پاشی حرارتی مواد نانو کربستالی
- ✓ تهیه پودرهای نانو کربستالی برای پاشش حرارتی
- ✓ پاشش حرارتی
- ✓ تهیه مواد و کامپوزیت‌های نانو ساختار با فراروش فاز جامد
- ✓ پایداری فاز در دماهای بالا
- ✓ مواد نانو ساختار Electrodeposited
- ✓ سنتز مواد نانو ساختار با Electrodeposition
- ✓ ساختار مواد نانو تهیه شده با این روش
- ✓ خصوصیات مواد نانو تهیه شده با این روش که شامل خصوصیات فیزیکی، الکتریکی، مغناطیسی، حرارتی و ...
- ✓ کاربردها
- ✓ سنسورهای گازی و ذخیره سازی گازها
- ✓ کاتالیزورها
- ✓ نانو کامپوزیت‌ها
- ✓ لاستیک‌های تقویت شده
- ✓ پلاستیک‌های تقویت شده

منابع:

- [1] Koch C.C., *Nanostructured materials: Processing, Properties and Potential Applications*, Noyes/William Andrew Publishing (2002).
- [2] Thomas S., Shanks R., Chandrasekharakurup S., *Nanostructured Polymer Blends*, Elsevier Science & Technology Books, (2013).



دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	اصلی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: نانوکامپوزیت‌های پلیمری
	عملی				
	✓ نظری	✓ اختیاری		تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Polymer Nanocomposites
	عملی				

هدف: آشنائی و تسلط بر شیمی و فناوری نانوکامپوزیت‌های پلیمری

سر فصل درس :

- ✓ خواص عمومی نانوکامپوزیت‌ها: فیزیکی، مکانیکی، شیمیایی
- ✓ نانوکامپوزیت‌های بر پایه پلیمر: سنتز، فرایند، شناسایی و کاربرد
- ✓ نانوکامپوزیت‌های پر شده با پلیمر: سنتز، فرایند، شناسایی و کاربرد
- ✓ نانوکامپوزیت‌های بر پایه پلیمر / سیلیکات لایه ای: سنتز، فرایند، شناسایی و کاربردها بیو نانوکامپوزیت‌ها
- ✓ نانوکامپوزیت‌های پلی متیل متاکریلات سنتز شده به وسیله پلیمریزاسیون امولسیون
- ✓ پرکننده‌های نیتريد بور جهت کامپوزیت‌های پلیمری
- ✓ پیش بینی رفتار فازی نانوکامپوزیت‌های پلیمری - خاک رس
- ✓ ساختار مزوسکوپی نانوکامپوزیت‌های پلیمر معدنی
- ✓ تجاری سازی نانوکامپوزیت‌های پلیمری
- ✓ پخش و هسته زایی پرکننده‌های خاک رس در فیلم‌های پلیمری نانوکامپوزیتی

منابع:

- [1] Ajayan P.M., Schadler L.S., Braun P.V., *Nanocomposite science and Technology*, Wiley-VCH, Weinheim (2003).
- [2] Krishnamoorti R., Vceia R.A., *Polymer Nanocomposites: synthesis, characterization, and modej*, ACS series 804 (2001).
- [3] Dasari A., Njuguna J., *Functional and Physical Properties of Polymer Nanocomposites*, John Wiley & Sons, (2016).



دروس پیش‌نیاز: ندارد	نظری	اصلی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: نانوفناوری غشاها عنوان درس به انگلیسی: Membrane nanotechnology
	عملی			تعداد ساعت: ۴۸	
	✓ نظری	✓ اختیاری			
	عملی				

هدف: آشنائی و تسلط بر نانوفناوری غشاها

سر فصل درس:

- ✓ آشنائی با مواد مناسب جهت تهیه غشاء و روشهای تهیه غشاء
- ✓ آشنائی با انواع فرایندهای غشائی
- ✓ معرفی و بررسی تکنیکهای غشائی بر پایه نانوفناوری در تصفیه آب
- ✓ نانوفیلتراسیون در محیط های آبی و آلی
- ✓ معرفی و بررسی انواع غشاء های مورد استفاده در بیوتکنولوژی و کاربردهای پزشکی
- ✓ مهندس بافت به وسیله غشاء
- ✓ جداسازی مواد داروئی ویژه بوسیله فرایند های غشائی
- ✓ همودیالیز
- ✓ ساخت انواع مواد داروئی خوراکی بر پایه مواد غشائی
- ✓ معرفی و بررسی غشاء های کاتالیستی بر پایه نانوذرات

منابع:

- [1] Nunes, S. P. and Peinemann, K-V., *Membrane Technology in the Chemical Industry*, Wiley-VCH Verlag GmbH, Weinheim, Germany (2010).
- [2] Li, N. N., Fane, A. G., Winston, W. S. and Matsuura, H.T., *Advanced Membrane Technology and Application*, John Wiley & Sons, New Jersey (2008).
- [3] Marcano, J. G. S, Tsotsis, T. T., *Catalytic Membrane and Membrane Reactors*, Wiley-VCH Verlag GmbH, Germany (2012).
- [4] Street A., Savage N., *Nanotechnology Applications for Clean Water: Solutions for Improving Water Quality*, Elsevier Science & Technology (2014).



دروس پیش‌نیاز: ندارد	نظری	اصلی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: مباحث پیشرفته در نانوپلیمرها
	عملی			تعداد ساعت: ۴۸	
	✓ نظری	✓ اختیاری			عنوان درس به انگلیسی: Advanced topics in nanopolymers
	عملی				

هدف: آشنایی با آخرین پیشرفت‌های صورت گرفته در زمینه نانومواد پلیمری

سرفصل درس:

- ✓ تدریس و معرفی آخرین پیشرفت‌های صورت گرفته در زمینه سنتز، شناسایی و کاربردهای نانو پلیمرها.
- ✓ بررسی مقالات مجلات معتبر و کتاب‌های به روز بین‌المللی در زمینه‌های ذکر شده.

منابع:

مقالات جدید، به ویژه مقالات مروری (Review articles) و Lecture notes



دروس پیش‌نیاز: ندارد	نظری	اصلی	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: پلیمرها در سطح و لایه‌های مرزی		
	عملی					
	✓ نظری	✓ اختیاری			تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Polymers at Surfaces and Interfaces
	عملی					

هدف: آشنایی با رفتار فازی بر روی سطح پلیمرها و لایه مرزی

سرفصل درس:

خواص و رفتار سطحی پلیمر مذاب، ساختار لایه های مرزی بین پلیمرهای مختلف و بین پلیمرها و نانو پلیمرها، اصول مولکولی چسبیدن، خواص پلیمرها در سطوح مایع، رفتار آماری پلیمرها نزدیک لایه های مرزی، پلیمرهای توزیع شده در لایه های مرزی

هوا- مایع

منابع:

- [1] Jones, R.A., Richards, R.W., *Polymer at Surfaces and Interfaces*, Cambridge University Press (1999).
 [2] Goodwin, J., *Colloids and Interfaces with Surfactants and Polymers*, Second Edition, Wiley (2009).



دروس پیش‌نیاز: ندارد	نظری	اصلي	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: نانوداروها و سامانه- های انتقال دارو
	عملي			تعداد ساعت: ۴۸	
	نظري ✓	اختياري ✓		عنوان درس به انگلیسی: Nanodrugs and nanodrug delivery systems	
	عملي				

هدف: آشنائی و تسلط بر نانوداروها و سامانه‌های انتقال دارو

سرفصل دروس:

- ✓ نانودارو و نانوسامانه‌های ره‌ایش دارو، پلیمری، فلزی، کربنی و معدنی، سیلیکا، لیپوزوم و درختان‌ها، و نانوسامانه‌های هسته-پوسته
- ✓ سدهای زیستی در برابر انتقال عوامل دارویی و تشخیصی، برهمکنش و نفوذ دارو در بافت‌ها
- ✓ سینتیک و ساز و کار ره‌ایش دارو
- ✓ ژن‌درمانی و انتقال ژن توسط نانوسامانه‌ها
- ✓ دارورسانی هدفمند، اجزاء و کاربردها
- ✓ مطالعات درون‌تنی و برون‌تنی نانوسامانه‌های انتقال دارو
- ✓ اثرات خواص مختلف نانودارو و نانوسامانه‌ها بر زیست‌سازگاری
- ✓ نانو داروها برای درمان سرطان
- ✓ نانوسامانه‌های تشخیصی
- ✓ دستاوردها و آینده

منابع:

- [1] Duzgunes, N., *Nanomedicine: Cancer, Diabetes, and Cardiovascular, Central Nervous System*, Academic Press (2012).
- [2] Tibbals, H.F., *Medical Nanotechnology and Nanomedicine*, CRC Press (2011).



دروس پیش‌نیاز: ندارد	✓ نظری	✓ تخصصی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: NMR پیشرفته
	عملی			تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Advanced NMR
	نظری	اختیاری			
	عملی				

هدف: آشنائی و تسلط بر نظریه و کاربرد NMR

سرفصل درس:

- ✓ معرفی طیف الکترومغناطیسی،
- ✓ $^1\text{H-NMR}$ ، جایجایی شیمیایی، انتگراسیون، جفت‌شدگی،
- ✓ کاربرد NMR در کنار دیگر روش‌های طیف‌سنجی،
- ✓ $^{13}\text{C-NMR}$ ، ساده سازی طیف، دکوپلاژ، APT, DEPT، روش‌های FT, FID،
- ✓ اثر استخلاف، اثر H، گروه‌های عاملی مختلف،
- ✓ کوپلاژ دو اسپینی، سه اسپینی و سیستم‌های پیچیده تر، تفسیر ثابت کوپلاژ، کوپلاژ دوربرد،
- ✓ معرف‌های جابه‌جاکننده، آسایش، T_1, T_2 در پروتون،
- ✓ کربن و دیگر هسته‌ها، هسته‌های چهار قطبی، D-NMR یک بعدی و دو بعدی،
- ✓ آزمایش اسپین-اکو، COSY, HETCOR, HMQC, NOE, HOSEY, ROSEY, INADEQUATE, EXSY حذف پیک آب، کالیبراسیون پالس برای کانال دکوپلاژ، شکل کالیبراسون پالس، کالیبراسیون برای ^{13}C , ^{15}N .

منابع:

- [1] Friebolin H., *Basic One- and Two-Dimensional NMR Spectroscopy*, 5th Ed., VCH (2010).
- [2] Macomber R.S., *A Complete Introduction to Modern NMR Spectroscopy*, Wiley NY (1998).
- [3] Breitmaier E., *Structure Elucidation by NMR in Organic Chemistry: a Practical Guide*, 3ed., Wiley (2002).
- [4] Günther H., *NMR Spectroscopy - Basic Principles, Concepts and Applications in Chemistry*, John Wiley (1995).
- [5] Sanders J.K.M. and Hunter B.K., *Modern NMR Spectroscopy, A Guide for Chemists*, 2nd Ed., Oxford (1993).
- [6] Derome A.E., *Modern NMR Techniques for Chemistry Research*, 1st Ed., Pergamon Press (1987).
- [7] Claridge T.D.W., *High-resolution NMR Techniques in Organic Chemistry*, 2 Ed., Elsevier Science (2009).



دروس پیش‌نیاز: ندارد	✓ نظری	✓ تخصصی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: سنتز پیشرفته مواد آلی
	عملی				
	نظری	اختیاری	تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Advanced synthesis of organic materials	
	عملی				

هدف: آشنائی و تسلط بر سنتز پیشرفته مواد آلی

سرفصل دروس:

محصولات شکست کربن رادیکالی؛ تشکیل پیوند کربن - کربن از طریق رادیکالها و کاربن ها؛ ساختار رادیکال، تشکیل رادیکالها یا ترمولیز، تشکیل فتوشیمیایی، واکنشهای رادیکال آزاد، واکنشهای رادیکالی درون مولکول و بین مولکولی، واکنشهای رادیکالی القا شده به وسیله فلزات، کاربن ها و کاربنوئیدها، واکنشهای متاتز، واکنش Pauson, Khand؛ روشهای جدید در سنتز فضاگزین؛ واکنش Simmons-Smith فضاگزین، اکسازولین ها، واحدهای کایرال ساختاری، لیگاندها و واحدهای کمکی، واکنشهای پی در پی جدید با معرفهای انتقال دهنده یک الکترون، از بین بردن راسمی‌زاسیون با تفاضل انانتیومری دی ال های ۱.۳ و ۱.۵. اتروپ ایزومرهای غیر از بی آریل ها مشتقات آمینواسیدها به وسیله واکنشهای چندجزئی، سنتز پلی ال ها، انتخاب فضا در حالت پایا، روشهای آلی فلزی با فلزات واسطه: کمپلکسهای آلیل پالادیم، واکنشهای جفت شدن در حضور پالادیم، کمپلکسهای آلیل نیکل، کمپلکسهای آللی سیلان، آلکیل تیتان و آلیل تین، کمپلکسهای آهن الکتروفیلی، فتولیز کمپلکسهای فیشر - کاربن، کمپلکسهای روی، متاتز حلقه بندی اولفین، کاتالیز فلزی برای هیدروفرمیلاسیون، کاتالیز با فلزات کمیاب، دی تیواستال ها به عنوان راهی برای شیمی آلکیلیدین - تیتان، گسترش واکنش Pauson - Khand، کاتالیزت های چندجزئی برای واکنشهای احیا پیوند، سنتز مواد طبیعی با کاتالیزت Rh؛ سنتز انانتیومرگزین؛ واکنش Heck به صورت انانتیومر گزین، واکنشهای آلدول با کاتالیزت نامتقارن، بی نفتیل، ترکیبات فلوروتیتان، آنزیم ها و سبکهای فلزات واسطه، جداسازی سینتیکی غیر آنزیمی، افزایش مایکل انانتیومر گزین کاتالیز شده با مس، لیگاندهای با تقارن C3 برای کاتالیز، واکنشهای احیای کتونها به صورت انانتیومر گزین؛ سنتز کلی ترکیبات طبیعی؛ سنتز کلی چندنمونه ترکیبات طبیعی، سنتز با کاتالیزت Pd برای ویتامین D، سنتز بازدارنده ها، سنتز ترکیبات طبیعی دریایی، سنتز ترکیبات غیرطبیعی و مواد؛ سیلکوفاتنها، نانوتیوپها و نانوسیلندرها؛ سنتز فاز جامد و شیمی ترکیبی؛ روشهای ترکیبی، استفاده از پلیمرهای محلول، کاتالیزت های پلیمری، شیمی ترکیبی برای سنتز کربوهیدراتها، بیوسنتز ترکیبی پلی کتیدها.

منابع:

- [1] Smith, M. B., *Organic Synthesis*, Third Edition, Academic Press (2011).
 [2] Hans-Gunter Schmalz, *Organic Synthesis Highlights V*, part 1, 2, Wiley-VCH Verlag GmbH (2008).
 [3] Carey F.A., Sundberg R.J., *Advanced Organic Chemistry, part B: Reactions and synthesis*, Springer (2007).



دروس پیش‌نیاز: ندارد	✓ نظری	✓ تخصصی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: حد واسط‌های فعال
	عملی			اختیاری	تعداد ساعت: ۴۸
	نظری				
	عملی				

هدف: آشنائی و تسلط بر بعضی اصول واکنشها و مکانیسم واکنش‌های آلی

سرفصل دروس:

کربوکاتیونها، برخورد مکانیسم‌های SN_1 و SN_2 در کربن آلیفاتیک، کربانیونها ساختار، وضعیت هندسی، استریوشیمی و راسمیک شدن، خواص مغناطیسی و NMR، قدرت بازی کربانیونها و قدرت اسیدی کربن اسیدها، اثرات ساختاری روی قدرت بازی (هیبرید sp ، sp^2 و sp^3) اندازه‌گیریهای قدرت اسیدی در فاز متراکم (قدرت اسیدی در DMSO، زوج یون، فازهای متراکم نسبت به فاز گاز) واکنش پذیری (حدواسط کربنی در واکنشهای حذفی، و افزایشی، افزایش نوکلئوفیلی به آلکانها، افزایشی استخلافی آروماتیکی) حدواسط کربن در نوآرایی‌ها واکنشهای کربانیونی در فاز گاز، رادیکالها: ساختار، پایداری رادیکالها و انرژی تفکیک پیوند C-H، رادیکالهای پایدار و مقاوم، شناسایی رادیکالها، واکنشهای رادیکالی چندمرحله‌ای (واکنشهای زنجیری و غیرزنجیری)، واکنشهای رادیکالی (مرحله آغازی، ترمولیز، فتولیز، انتقال الکترون) واکنشهای مرحله انتشار (واکنشهای هومولیتیک و هترولیتیک، واکنشهای مرحله پایانی، مولکولهای فاقد ساختار ککوله به عنوان حدواسط‌های فعال: هیدروکربن‌های Schlenk Brauns، قاعده هوند، طیف ESR نمونه‌هایی که به طور اتفاقی جهت‌گیری دارند، وابستگی حالت اسپین به ساختار، ESR در ماتریکس‌ها (شکافتگی میدان صفر، قانون کوری و کاربردهای آن)، وابستگی حالت اسپینی به اتصال مولکولی، اندازه‌گیری و تفسیر نفوذپذیری مغناطیسی؛ رادیکال یونهای آلی؛ کربن‌های یکتایی؛ کربن‌های سه‌تایی؛ کربن اتم؛ نایترین؛ شیمی سنتزی کربن و نایترین؛ یونهای نایترینوم؛ سایلایلین، ژرمایلین، استانایلین و پلمبایلین؛ سایلین؛ هیدروکربن‌های تحت فشار؛ آراین‌ها

منابع:

- [1] Robert A. Moss, Matthew S. Platz, Maitland Jones Jr., *Reactive Intermediate Chemistry*, Wiley (2004).
- [2] Robert A. Moss, Maitland Jones, *Reviews of Reactive Intermediate Chemistry*, Wiley, (2007).



دروس پیش‌نیاز: ندارد	نظری	اصلي	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: شیمی سوپرامولکولی پیشرفته
	عملی			
	✓ نظری	✓ اختیاری	تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Advanced supramolecular chemistry
	عملی			

هدف: آشنائی و تسلط بر شیمی سوپرامولکولی

سرفصل درس:

تعریف و توسعه شیمی سوپرامولکولی، طبیعت برهم کنش های سوپرامولکولی، بازشناخت مولکولی، مولکول های میهمان-میزبان سوپرامولکولی، شیمی میزبان-میهمان محلول ها، میزبان های با پیوند کاتیونی، پیوند آنیونی، پذیرنده های جفت یونی، مولکول های پذیرنده های دوم و بازشناسی چندگانه، دینامیک سوپرامولکولی، شیمی سوپرامولکولی فاز جامد، تقلید از سیستم های زیستی، فعالیت و کاتالیست سوپرامولکولی، دستگاه های مولکولی (ابزار تبدیل نور و انتقال انرژی، پذیرنده های مولکولی حساس به نور، مغناطیس های مولکولی، مواد سوپرامولکولی رسانای جریان الکتریکی، ترانزیستور های آلی کنترل کننده با میدان الکتریکی، ابزار منتشر کننده نور آلی، ابزار آلی فوتوولتایی، تک لایه های خود تجمع یافته، خود پردازش ها- سیستم های سوپرامولکولی برنامه ریزی شده (خود تجمعی، خود سازماندهی، خود بازشناسی، خود تکثیری)، تجمعات در فصل مشترک لایه ها و تجمع در مایعات.

منابع:

- [1] Steed, J. W.; Atwood, J. L.; Supramolecular Chemistry, 2nd ed., Wiley (2009)
- [2] Lehn, J. M.; Supramolecular Chemistry, VCH (1995)
- [3] Steed, J. W.; Turner, D. R.; Wallace, K. J.; Core Concepts in Supramolecular Chemistry and Nanochemistry, John Wiley & Sons (2007)
- [4] Koch, N.; Supramolecular Materials for Opto-Electronics, Royal Society of Chemistry (2015)



دروس پیش‌نیاز: ندارد	نظری	اصولی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: نانوساختارهای خودآرا
	عملی				
	✓ نظری	✓ اختیاری		تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Self-assembled nanostructures
	عملی				

هدف: آشنایی و تسلط بر بعضی از ساختارهای نانو

سر فصل درس :

مواد خود تجمع یافته سنتزی: برهم کنش های ماکروسکوپی و میکروسکوپی، مواد فعال سطحی و مولکول های دوگانه دوست، انتقال از فاز پراکنده به فاز متراکم، هندسه فشردگی، نانو ساختار های خود تجمع یافته ی بلاک کوپلیمر ها، هم تجمعی ساختار های کریستال مایع با مواد معدنی

مواد دارای مقیاس نانو در طبیعت: اصول تئوری خود تجمعی زیستی، پپتید های خود تجمع کننده طبیعی و طراحی شده و کاربرد آنها در نانوفناوری زیستی، موادر دارای پایه پپتیدی به وسیله خود تجمعی مولکولی، نانو ساختار های خود تجمع کننده پپتیدی- به سوی نانومواد پروتئینی مصنوعی فعال زیستی

خود تجمعی نانو کریستال ها: خود تجمعی ذرات در فاز محلول، خود تجمعی با کمک قالب ها شناسایی ساختار طراحی های نانو: پراش اشعه ایکس، میکروسکوپ های کاوشگر روبشی، میکروسکوپ الکترونی روبشی، میکروسکوپ الکترونی روبشی

فعالیت شیمیایی و فوتوشیمیایی طراحی های نانو، پتانسیل اکسایش-کاهش نانومواد، واکنش های شیمیایی و فوتوشیمیایی، واکنش های فوتو الکتروشیمیایی، فوتوکاتالیست و کاربرد های محیط زیستی، بازشناسی مولکولی و برهم کنش های ویژه سطحی خواص نوری، الکترونیکی و دینامیکی نانومواد نیمه رسانا: سطوح انرژی و چگالی های حالت در سیستم های دارای ابعاد کاهش یافته، ساختار الکترونی و خواص الکترونیکی، خواص نوری نانومواد نیمه رسانا، کاربرد های خواص نوری، دینامیک حمل کننده های بار در نانوذرات نیمه رسانا

سلول های خورشیدی دارای ساختار نانو ساختار های خود سازمان یافته ی چند لایه نقاط کوانتومی

منابع:

- [1] Zhang, J. Z.; Wang, Zh. L.; Lui, J.; Chen, Sh.; Lui, G. Y.; Self-Assembled Nanostructures, Kluwer Academic Publishers (2004)
- [2] Castillo-Leon, J.; Svendsen, W. E.; Self-Assembled Peptide Nanostructures
- [3] Henini, M.; Handbook of Self-Assembled Semiconductor Nanostructures for Novel Devices in Photonics and Electronics, Elsevier (2008)



دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	اصلی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: نانوداروها و سامانه- های انتقال دارو
	عملی			تعداد ساعت: ۴۸	
	✓ نظری	✓ اختیاری		عنوان درس به انگلیسی: Nanodrugs and nanodrug delivery systems	
	عملی				

هدف: آشنائی و تسلط بر نانوداروها و سامانه‌های انتقال دارو

سرفصل دروس:

- ✓ نانودارو و نانوسامانه‌های رهایش دارو، پلیمری، فلزی، کربنی و معدنی، سیلیکا، لیپوزوم و درختان‌ها، و نانوسامانه‌های هسته-پوسته
- ✓ سدهای زیستی در برابر انتقال عوامل دارویی و تشخیصی، برهمکنش و نفوذ دارو در بافت‌ها
- ✓ سینتیک و ساز و کار رهایش دارو
- ✓ ژن درمانی و انتقال ژن توسط نانوسامانه‌ها
- ✓ دارورسانی هدفمند، اجزاء و کاربردها
- ✓ مطالعات درون تنی و برون تنی نانوسامانه‌های انتقال دارو
- ✓ اثرات خواص مختلف نانودارو و نانوسامانه‌ها بر زیست سازگاری
- ✓ نانو داروها برای درمان سرطان
- ✓ نانوسامانه‌های تشخیصی
- ✓ دستاوردها و آینده

منابع:

- [1] Duzgunes, N., *Nanomedicine: Cancer, Diabetes, and Cardiovascular, Central Nervous System*, Academic Press (2012).
- [2] Tibbals, H.F., *Medical Nanotechnology and Nanomedicine*, CRC Press (2011).



دروس پیش‌نیاز: ندارد	نظری	اصلی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: نانوبیوفناوری پیشرفته
	عملی				
	✓ نظری	✓ اختیاری		تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Advanced nanobiothecnology
	عملی				

هدف: آشنایی و تسلط بر پیشرفت‌ها در نانوفناوری‌های زیستی

سرفصل دروس:

- ✓ مروری بر ساختار و عملکرد بیومولکول‌ها (پروتئین‌ها، اسیدهای نوکلئیک، کربوهیدرات‌ها، لیپیدها)
- ✓ نانوتکنولوژی بر پایه پپتیدها و پروتئین‌ها
- ✓ نانوتکنولوژی بر پایه دی‌ان‌آ
- ✓ دی‌ان‌آ-آزیم
- ✓ نانو ذرات ویروس مانند
- ✓ اپتامرها و کاربرد آنها در نانوتکنولوژی
- ✓ دستکاری ژنتیکی و استفاده از پروتئین‌های فلورسنت در نانوتکنولوژی
- ✓ واکسن بر پایه DNA و ذرات شبه ویروسی
- ✓ تکنولوژی‌های نوین توالی‌یابی
- ✓ زیست سامانه‌ها و استفاده از آن در نانوتکنولوژی
- ✓ روش‌های تصویربرداری زیستی

منابع:

- [1] Dixit, Chandra K.; Kaushik, Ajeet Kumar, *Nanobiotechnology for sensing applications: from lab to field*, Apple Academic Press (2017).
- [2] Ram Prasad, *Advances and Applications through Fungal Nanobiotechnology*, Springer (2016).
- مقالات مروری در زمینه‌های فوق در سه سال اخیر



دروس پیش نیاز: -	✓ نظری	✓ تخصصی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: ساختار و پیوند در ترکیبات معدنی
	عملی			تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Chemical structure and bond in inorganic chemistry
	نظری	اختیاری			
	عملی				

هدف: کسب دانش لازم برای شناخت انواع پیوندها و ساختارهای ترکیبات معدنی

سر فصل درس :

- ✓ ساختار و پیوند در ترکیبات عنصرهای اصلی
- ✓ ساختار و پیوند در ترکیبات عنصرهای واسطه
- ✓ بررسی اوربیتالهای مولکولی کمپلکس فلز-آلی و آلی فلزی
- ✓ ساختار و پیوند در جامدات و بررسی روش های محاسبه انرژی شبکه جامدات
- ✓ الکترونگاتیوی (مطلق) و سختی و نرمی (مطلق)
- ✓ شیخی اکسیدهای فلزی و سنتز آنها
- ✓ پیوند فلز - فلز ، خوشه های اتم فلز
- ✓ نانو ساختارهای معدنی

منابع:

- [1] Brawn I.D., *The chemical bond in inorganic chemistry: the bond valance model* (2006).
- [2] Parkin G., *Structure and Bonding: Metal-Metal Bonding*, (2010).
- [3] Cao G., Wang Y., *Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications*, (2011).
- [4] Meier G.H., *Concepts in Inorganic Materials: Thermodynamics of surfaces and interfaces*, (2014).
- [5] Cotton, Wilkinson, Murillo and Bochmann, *Advanced Inorganic Chemistry*, (1999).
- [6] Jolivet J.P., *Metal Oxide Chemistry, Syntheses*, (2003).



دروس پیش نیاز: ندارد	✓ نظری	✓ تخصصی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: شیمی فلزات واسطه
	عملی			تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Chemistry of transition metals
	نظری	اختیاری			
	عملی				

هدف: آشنائی و تسلط بر اصول شیمی فلزات واسطه

سر فصل درس :

- ✓ - پیمایش عناصر واسطه (تیتانیم، وانادیم، کروم، منگنز، آهن، کبالت، نیکل، مس)
- ✓ - عناصر سری دوم و سوم (زیرکونیوم، هافنیوم، نیوبیوم، تانتالیم، مولیبدنیم، تنگستن، تکنسیوم، رنیم، فلزات گروه پلاتین، رودیم، ایریدیم، پالادیم، پلاتین، نقره و طلا)
- ✓ - فلزات نوبل (پلاتین، پالادیوم، رودیم، ایریدیوم، روتنیوم، اسمیم، طلا و نقره)

منابع:

- [1] Cotton S.A., *Chemistry of Precious Metals*, Chapman & Hall (1997).
 [2] Greenwood and Earnshaw, *Chemistry of the Elements*, 2nd Ed., (1998).
 [3] Cotton F.A.; Wilkinson G., Murillo C.A., Bochmann M., *Advanced Inorganic Chemistry*, 6th edition, (1999).
 [4] Robert H. Crabtree, *The Organometallic Chemistry of the Transition Metals*, Wiley (2014).
 [5] Chen, Wei; Chen, Shaowei; Schneider, Hans-jrg; Shahinpoor, Mohsen; Bigioni, Terry, *Functional Nanometer-sized Clusters of Transition Metals Synthesis, Properties and Applications*, Royal Society of Chemistry (2014).



دروس پیش‌نیاز: ندارد	نظری ✓	تخصصی ✓	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: کاتالیزگرهای همگن و ناهمگن
	عملی			تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Homogeneous and Heterogeneous Catalysis
	نظری	اختیاری			
	عملی				

هدف: آشنائی و تسلط بر اصول شیمی کاتالیزگرهای همگن و ناهمگن

سر فصل درس :

- ✓ - کاتالیزگرهای هموزن
- ✓ فسفین و دی فسفین، کمپلکسهای آمینی، کمپلکسهای کاربن و کربن منوکسید
- ✓ مکانیسم واکنشهای کاتالیستی هموزن
- ✓ واکنشهای اکسایش و کاهش، واکنشهای حذفی، واکنشهای الحاقی، واکنشهای حلقوی شدن، فعال شدن گروههای عاملی مختلف نسبت به حمله نوکلئوفیلی
- ✓ سینتیک واکنشهای کاتالیستی
- ✓ واکنشهای مورد علاقه صنعتی کاتالیست شده توسط کاتالیزگرهای هموزن
- ✓ کاتالیزگرهای هتروژن
- ✓ سایت فعال، متغیرهای واکنش، انواع واکنش گاهها، انواع بسترهای کاتالیستی
- ✓ واکنشهای مورد علاقه صنعتی کاتالیست شده توسط کاتالیزگرهای هتروژن

منابع:

- [1] Augustine L.R., *Heterogeneous Catalysis for the Synthetic Chemist (Chemical Industries)*, Marcel Dekker Inc. (1996).
- [2] Leeuwen V., Piet W.N.M., *Homogeneous Catalysis: Understanding the Art*, Klumer Academic Publishers (2004).
- [3] Hagen J., *Industrial Catalysis: A Practical Approach*, Wiley-VCH (2006).
- [4] K.L. Ameta; Andrea Penoni, *Heterogeneous Catalysis: A Versatile Tool for the Synthesis of Bioactive Heterocycles*, Taylor and Francis, CRC Press (2014).



دروس بیش‌نیاز: ندارد	✓ نظری	✓ تخصصی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: تعیین ساختار با پراش پرتو X
	عملی			تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: X-ray diffraction structure determination
	نظری	اختیاری			
	عملی				

هدف: آشنائی و تسلط بر اصول تعیین ساختار به کمک پراش پرتو X

سر فصل درس :

- ✓ مقدمه ای بر تاریخچه و اهمیت بلورشناسی، تقارن انتقالی در بلورها
- ✓ پراش پرتو ایکس و قانون براگ.
- ✓ شبکه وارون، بردارهای شبکه وارون، سلول واحد شبکه وارون، معادله براگ در شبکه وارون،
- ✓ روشهای دستگاهی، منبع تابش، موازی ساز، جهت یاب و سر جهت یاب، سیستم سرمایش، قطع کننده پرتو، آشکار ساز،
- ✓ جمع آوری و پالایش داده ها، شرایط جمع آوری، خطاهای سیستمی، کاهش داده ها، تصحیح جذب.
- ✓ روش‌های تعیین ساختار: انتقال فوری، حل ساختار، روش مستقیم، روش پترسون، پالایش ساختار، پالایش به روش حداقل مربعات، پارامترهای جایجایی ناهمسانگرد، اتم های هیدروژن،
- ✓ آنالیز ساختار در شرایط غیر معمول، توپولوژی، بلورشناسی پروتئین

منابع:

- [1] Luger P., *Modern X-ray Analysis on Single Crystals*, Walter de Gruyter GmbH, Berlin (2014).
- [2] Giacovazzo C., Monaco H.L., *Fundamental of Crystallography*, Oxford (2002).
- [3] Stout G., Jensen L., *X-ray Structure Determination*, John Wiley & Sons (1989).
- [4] Massa W., *Crystal Structure Determination*, Springer (2004).
- [5] علیرضا عباسی، شکوفه گرانمایه: اصول بلورشناسی، تعیین ساختار تک بلور و پودر، نانوساختارها و پروتئین ها، چاپ دوم ۱۳۹۴، انتشارات دانشگاه تهران



دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	اصلی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: مواد نانومتخلخل
	عملی				
	✓ نظری	✓ اختیاری		تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Nanoporous materials
	عملی				

هدف: آشنائی و تسلط بر شیمی نانو و شیمی مواد نانومتخلخل معدنی

سرفصل درس:

- ✓ - مقدمه ای بر مواد نانوحفره با حفره های منظم و نامنظم و تعریف آن
- ✓ - ژئولیت ها (با حفره های کمتر از ۲ نانومتر، سنتز، مکانیسم و روشهای شناسایی)
- ✓ - خانواده M415, SBA (مزهوورها با حفره بین ۲ تا ۵۰ نانومتر، سنتز، مکانیسم و روشهای شناسایی)
- ✓ - درشت حفره های منظم (با حفره بزرگتر از ۵۰ نانومتر، سنتز، مکانیسم و روشهای شناسایی)
- ✓ - تغییر سطح مواد نانوحفره با گروههای آلی
- ✓ - ترکیبات نانوحفره با دیواره های آلی- معدنی (PMO)
- ✓ - چارچوب های فلز- آلی (اصول و تعاریف، طراحی و انواع روش های سنتز)
- ✓ - انواع چارچوب های فلز- آلی (با قالب های آلی، با توپولوژی ژئولیت ها، ساخته شده از کلاسترهای فلزی، مزومتخلخل، با ساختار کایرال و با سراز فلزات خاکی کمیاب)
- ✓ - طراحی تخلخل، تخلخل انعطاف پذیر، تخلخل سخت.
- ✓ - تعویض مهمان انعطاف پذیر، تعویض مهمان صلب، تعویض یون.
- ✓ - کاربردهای مواد نانوحفره

منابع:

- [1] Lu G.L., Zhao X.S., *Nanoporous Material*, Imperial College Press (2004).
- [2] Laeri F., Schüth F., Simon U., Wark M.F., *Host-Guest-Systems Based on Nanoporous Crystal*, Wiley-VCH (2003).
- [3] Sayari A., Jaronic M., *Naporous Material*, (2002).
- [4] Karge H.G., Weitkamp J., *Molecular Sieves*, Springer (1999).
- [5] Ortiz O.L., Ramirez L.D., Ortiz, O. L., Ramirez, L. D., *Coordination Polymers and Metal Organic Frameworks: Properties, Types and Applications*, Nova Science Pub Inc (2012).



دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	اصلی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: مباحث پیشرفته در نانومواد معدنی
	عملی			تعداد ساعت: ۴۸	
	✓ نظری	✓ اختیاری		عنوان درس به انگلیسی: Advanced topics in nanoinorganic materials	
	عملی				

هدف: آشنایی با آخرین پیشرفت های صورت گرفته در زمینه نانومواد معدنی

سرفصل درس:

- ✓ - تدریس و معرفی آخرین پیشرفت های صورت گرفته در زمینه سنتز، شناسایی و کاربردهای نانومواد معدنی.
- ✓ - بررسی مقالات مجلات معتبر و کتاب های به روز بین المللی در زمینه های ذکر شده.

منابع:

Lecture notes و (Review articles) مقالات مروری، به ویژه مقالات مروری



دروس پیش‌نیاز: ندارد	نظری	اصولی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: نانو کاتالیزگرهای معدنی
	عملی				
	✓ نظری	✓ اختیاری		تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Nanoinorganic catalysts
	عملی				

هدف: آشنائی و تسلط بر شیمی نانو و نانو کاتالیزگرها

سرفصل درس:

- ✓ - مقدمه ای بر نانو کاتالیست، رفتار کاتالیزگرها در مقیاس نانو
- ✓ - اصول جذب در کاتالیزگرهای هتروژن (بررسی ساختار و دینامیک، ایزوترمهای جذب و انرژی)
- ✓ - روشهای شناسایی کاتالیزگرها و سطح آنها (با مثال)
- ✓ - الکههای مولکولی نانو ساختار (ستتر و شناسایی و روشهای تغییر سطح مواد ریز حفره (micropore)، میان حفره (mesopore)، و درشت حفره (macropore))
- ✓ - کاتالیزگرهای نانو کلاستر
- ✓ - نانوذرات به عنوان کاتالیزگرها
- ✓ - نانوبیوکاتالیزگرها

منابع:

- [1] Thomas J.M., Thomas W.J., *Principles and Practice of Heterogeneous Catalysis*, Wiley-VCH (1996).
- [2] Wehrspohn R.B., *Ordered Porous Nanostructures and Application*, Springer (2005).
- [3] Lu G.Q., Zhao X.S., *Nanoporous Materials Science and Engineering*, Imperial College Press (2004).
- [4] Feldheim D.L., Foss C.A., *Metal Nanoparticles, Synthesis, Characterization and Application*, Marcel Dekker (2002).
- [5] Nishimura Sh., *Handbook of Heterogeneous Catalytic Hydrogenation for Organic Synthesis*, Wiley-Interscience (2001).
- [6] Tiwari A., Titinchi S., *Advanced Catalytic Materials*, Wiley-Scrivener (2015).



دروس پیش‌نیاز: ندارد	نظری	اصلی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: روش‌های سنتز نانو مواد معدنی
	عملی				
	✓ نظری	✓ اختیاری		تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Synthesis methods for nanoinorganic materials
	عملی				

هدف: آشنائی و تسلط بر روشهای نوین سنتز مواد نانو ساختار

سر فصل درس:

- ✓ - نانومواد خاص (فولرنهای کربن و نانوتیوبها، مواد میکرو پور و مزوپور، ساختارهای پوسته-هسته، هیبریدهای آلی-معدنی، نانو کامپوزیتها)
- ✓ - سنتز شیمیایی و فراورش پودرها و فیلمهای پلیمری با ساختار نانو، ذرات: شامل فلزات، آلیاژها، کامپوزیتها، سرامیکها، مواد هیبریدی، فیلمها و پوششها: شامل فلزات و سرامیکها
- ✓ - فراورش پاششی حرارتی مواد نانو کریستالی، تهیه پودرهای نانو کریستالی برای پاشش حرارتی، پاشش حرارتی
- ✓ - نانو سیستم های پلیمرهای معدنی
- ✓ - نانو فیلترهای معدنی
- ✓ - سل-زل در سنتز نانو مواد معدنی
- ✓ - شیمی سوپرامولکولی و روشهای سنتز مواد سوپرامولکولی

منابع:

- [1] Koch C., *Nanostructured materials: Processing, Properties and Potential Applications*, William Andrew Inc (2002).
- [2] Feldheim D.L., Foss C.A., *Metal Nanoparticles, Synthesis, Characterization and Application*, Marcel Dekker (2002)..
- [3] Steed J.W., Atwood J. L., *Supramolecular Chemistry*, CRC Press (2004).
- [4] Cao G., *Nanostructures and Nanomaterials Synthesis, Properties, and Applications*, Imperial College Press (2004).
- [5] Thomas S., Kalarikkal N., Manuel Stephan A., Raneesh B., Haghi A.K. "Advanced Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications", CRC Press (2014).



دروس پیش‌نیاز: ندارد	نظری	اصلي	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: کاربرد نانومواد معدنی در انرژی‌های نو
	عملی				
	✓ نظری	✓ اختیاری		تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Application of nanoinorganic materials in new energies
	عملی				

هدف: مطالعه کاربرد ترکیبات نانو مواد معدنی در انرژی

سرفصل درس:

انرژی‌های نو، نیاز ضروری جهان در آینده، معرفی انرژی‌های نو و مقایسه آنها با منابع انرژی فسیلی، نقش مواد معدنی در تولید انرژی، نانو مواد معدنی، نانو ذرات معدنی، نانو کامپوزیت‌ها، نانو ساختارها، نانولوله‌ها، سلول‌های فوتو ولتائیک، اساس کار و اجزای سازنده، فوتوحساس کننده‌های شیمیایی، فوتوحساس کننده‌های ملکولی بر پایه ترکیبات نانو مواد معدنی، کاربرد نانو تکنولوژی در بازده تبدیل سل‌های خورشیدی، سل‌های خورشیدی شامل گرافن سه بعدی و نانو لوله‌های تثبیت شده بر سطح گرافن، سل‌های خورشیدی بر پایه نقاط کوانتومی، سل‌های خورشیدی ساخته شده از نانو لایه‌های تک ورقه‌ای، سل‌های خورشیدی بر پایه فلزات و نانو اکسیدهای آنها، نیمه هادی‌ها، پیل‌های سوختی، اساس کار پیل‌های سوختی، نانو ذرات معدنی در پیل‌های سوختی، تولید هیدروژن با استفاده از نانو مواد معدنی، باطری‌های شیمیایی بر پایه ترکیبات معدنی، نانو باطری‌ها

منابع:

- [1] Sorensen, B., *Renewable Energy Conversion, Transmission and Storage*, Academic Press (2007).
- [2] Sorensen, B., *Hydrogen and Fuel Cells, Emerging Technologies and Applications*, 2nd Edition, Elsevier (2012).
- [3] Supramaniam, S., *Fuel Cells, From Fundamentals to Applications*, Springer (2006).
- [4] Kalyanasundaram, K., *Dye-Sensitized Solar Cells*, CRC Press, (2010).
- [5] Roel, V. K., Grätzel, M., *Photoelectrochemical Hydrogen Production*, Springer (2012).
- [6] Kosyachenko, Leonid A., *Solar Cells – Dye-Sensitized Devices*, In Tech. (2011).
- [7] Lin, Ching-Fuh Su, Wei-Fang., *Organic, Inorganic and Hybrid Solar Cells: Principles and Practice*, Wiley-VCH (2012).
- [8] Borchert, H., *Solar Cells Based on Colloidal Nanocrystals*, Springer (2014).
- [9] Crabtree, Robert, H., *Energy Production and Storage: Inorganic Chemical Strategies for a Warming World*, Wiley-VCH (2010).
- [11] Bocarsly, A., Michael P. Mingos, D., *Fuel Cells and Hydrogen Storage*, Springer (2011).
- [12] Yoshio, M., Brodd, Ralph J., *Lithium-Ion Batteries: Science and Technologies*, Springer (2009).



دروس پیش‌نیاز: ندارد	نظری	اصلی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: نانومواد در شیمی سبز
	عملی				
	✓ نظری	✓ اختیاری		تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Nanomaterials in green chemistry
	عملی				

هدف: آشنائی و تسلط بر روش های سنتز و کاربردهای سبز نانومواد

سرفصل درس:

- ✓ آشنایی با ایمنی در نانو
- ✓ بررسی روش های سنتز سبز در نانوشیمی
- ✓ سنتز سبز نانوذرات فلزی
- ✓ تبدیل و ذخیره انرژی توسط نانوذرات فلزی.
- ✓ روش های سبز تولید سوخت های زیستی با استفاده از نانوذرات فلزی.
- ✓ سنتز سبز و کاربردهای زیست-محیطی نانومواد.
- ✓ سنتز سبز ترکیبات نانو متخلخل جهت جذب و جداسازی گاز کربن دی اکسید.
- ✓ نانو کاتالیزورها در واکنش های شیمیایی.
- ✓ سنتز نانو حسگرها جهت شناسایی ترکیبات سمی.

منابع:

- [1] Luque, R., Varma, R. S., *Sustainable Preparation of Metal Nanoparticles: Methods and Applications*, RSC Publishing group (2013).
- [2] Perosa, A., Selva, M., *Green Processes*, John Wiley & Sons, Inc. (2012).



دروس پیش‌نیاز: تدارد	✓ نظری	✓ تخصصی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: مکانیک کوانتومی پیشرفته
	عملی			تعداد ساعت: ۴۸	
	نظری	اختیاری		عنوان درس به انگلیسی: Advanced quantum mechanics	
	عملی				

هدف: آشنایی و تسلط بر مباحث پیشرفته مکانیک کوانتومی

سر فصل درس:

- ✓ مروری بر اصول موضوعه در مکانیک کوانتومی،
- ✓ نمایشات و تبدیلات، نمایش بردارهای حالت و عملگرها در فضای مکان و تکانه،
- ✓ تصویرهای شرودینگر، هایزنبرگ و برهم کنش در دینامیک کوانتومی.
- ✓ دینامیک کوانتومی و حل معادله شرودینگر وابسته به زمان،
- ✓ افزودن تکانه زاویه‌ای، فضاهای جفت شده و جفت نشده، ضرایب کلیش-گوردن،
- ✓ نظریه‌های اختلال، تصحیح انرژی نسبیتی، نظریه اختلال مولر-پلست
- ✓ سیستم های چندالکترونی، معادلات هارتری-فوک و پسا‌هارتری-فوک،
- ✓ نظریه تابعی چگالی
- ✓ نظریه کوانتومی پراکندگی

منابع:

- [1] Sakurai, J.J. and Tuan, S.F., *Modern Quantum Mechanics*, Addison Wesley (1994).
- [2] Dick, R., *Advanced Quantum Mechanics*, Springer (2012).
- [3] Newton, R.G., *Quantum Physics: A Text for Graduate Students*, Springer (2002).
- [4] Alonso, M. and Valk, H., *Quantum Mechanics*, Addison Wesley (1973)



دروس پیش‌نیاز: ندارد	✓ نظری	✓ تخصصی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: مکانیک آماری پیشرفته
	عملی			تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Advanced statistical mechanics
	نظری	اختیاری			
	عملی				

هدف: آشنائی و تسلط بر مباحث پیشرفته مکانیک آماری سیالات

سر فصل درس:

- ✓ مکانیک آماری سیالات در حضور برهم‌کنش: پتانسیل‌های بین مولکولی، انتگرال پیکری و بسط‌های خوشه‌ای، معادله حالت ویريال، ضرایب دوم و سوم ویريال، ضرایب ویريال مرتبه‌های بالاتر، رفتار کوانتومکانیکی ضریب دوم ویريال
- ✓ مکانیک آماری جامدات: ظرفیت گرمایی بلورها، مدل انیشتن، مدل دبی، مدل‌های اسپین-شبهه، مدل آیزینگ، سیستم‌های پارامغناطیس، ارتعاشات شبکه در جامدات مولکولی، دینامیک شبکه،
- ✓ مکانیک آماری مایعات: توابع توزیع در مکانیک آماری سیالات، تابع توزیع شعاعی و رفتار فیزیکی آن، ارتباط خواص ترمودینامیکی سیالات خالص با تابع توزیع شعاعی، معادلات انرژی داخلی، فشار، پتانسیل شیمیایی، تراکم‌پذیری، روش تجربی در تعیین تابع توزیع شعاعی، روش‌های شبیه‌سازی مونت‌کارلو و دینامیک مولکولی در تعیین تابع توزیع شعاعی، روش‌های نظری در تعیین تابع توزیع شعاعی، معادلات انتگرالی کِرک‌وود، BGY و OZ، تقریب‌های زنجیره آبرشبهه، PY، میانگین کروی، معادله حالت کارناهان- استارلینگ برای سیال کوه سخت، نظریه اختلال ترمودینامیکی ویکز- چنډلر- آندرسون، روش اختلال ورتهم و نظریه آماری سیالات تجمعی

منابع

- ✓ ۱- علی مقاری، مباحث پیشرفته ترمودینامیک و مکانیک آماری تعادلی و غیر تعادلی، انتشارات دانشگاه تهران، جلد دوم،

۲۰۱۴

- [2] Schwabl, F., *Statistical Mechanics*, Springer-Verlag (2006).
- [3] Pathria, R.K., *Statistical Mechanics*, Springer-Verlag (2006).
- [4] McQuarrie, D.A., *Statistical Mechanics*, Harper&Row publisher (1976).
- [5] Barry M McCoy, *Advanced Statistical Mechanics*, Oxford University Press (2010)



دروس پیش‌نیاز: ندارد	✓ نظری	✓ تخصصی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: ترمودینامیک و مکانیک آماری غیر تعادلی عنوان درس به انگلیسی: Thermodynamics and nonequilibrium statistical mechanics
	عملی			تعداد ساعت: ۴۸	
	نظری	اختیاری			
	عملی				

هدف: آشنائی و تسلط بر مباحث پیشرفته فرایندهای غیربرگشتی و مکانیک آماری غیر تعادلی

سر فصل درس:

- ✓ ترمودینامیک کلاسیک غیر تعادلی و معادلات توازن در هیدرودینامیک: مفهوم برگشت‌ناپذیری، ترمودینامیک برگشت‌ناپذیر کلاسیک، فرض تعادل موضعی، معادلات توازن در هیدرودینامیک، اصل موضوعه اول تعمیم یافته، آنتروپی و اصل موضوعه دوم در ترمودینامیک، معادله توازن آنتروپی، تعمیم معادله اصلی ترمودینامیک تعادلی، چرخه‌های برگشت‌ناپذیر، قضیه کارانتودوری
- ✓ ترمودینامیک کلاسیک غیر تعادلی: ترمودینامیک خطی و ضرایب پدیده شناختی، قیده‌های ضرایب پدیده شناختی، ترمودینامیک برگشت‌ناپذیر توسعه یافته و منطقی، ترمودینامیک برگشت‌ناپذیر تعمیم یافته، معادلات گیبس تعمیم یافته، محاسبه انتالپی در فرایند برگشت‌ناپذیر، نزول نقطه ذوب تحت اثر تنش‌های برشی، اصول موضوعه ترمودینامیک غیر تعادلی تعمیم یافته
- ✓ اصول و نظریه‌های اساسی در مکانیک آماری غیر تعادلی: دینامیک کلاسیک، قضیه لیوویل و معادله لیوویل، خواص عملگر لیوویل، روش‌های حل معادله لیوویل، معادله وان‌نیومن، فرایندهای تصادفی، نظریه حرکت براونی و معادله لانگوبن، نظریه حرکت براونی، معادله فوکر-پلانک، معادله مستر، نظریه پاسخ خطی، قضیه آفت‌وخیز-استهلاک، نظریه مجموعه‌های غیر تعادلی، نظریه توابع همبستگی زمانی، ضرایب نفوذ جفتی، ضرایب خودنفوذی، ویسکوزیته برشی، هدایت گرمایی
- ✓ نظریه جنبشی گازهای رقیق و معادله بولتزمن: استخراج معادله BBGKY از معادله لیوویل، معادله بولتزمن، قضیه H-بولتزمن، ناوردهای برخوردی، معادلات تغییر، معادلات تغییر برای ناوردهای برخوردی، معادله بولتزمن خطی شده، معادله کوانتومی بولتزمن (معادله لایوزف)، حل معادله بولتزمن
- ✓ مکانیک آماری غیر تعادلی سیالات چگال: نظریه انسکوگ برای سیال کوه‌سخت، تصحیح معادله انسکوگ برای سیال چاه مربعی، معادله بولتزمن تعمیم یافته برای سیال نیمه‌چگال

منابع:

- [۱] علی مقاری، مباحث پیشرفته ترمودینامیک و مکانیک آماری تعادلی و غیر تعادلی، انتشارات دانشگاه تهران، جلد دوم، ۲۰۱۴
- [2] Prigogine, I., *From Being to Becoming*, Freeman (1980).
- [3] Balescu, R., *Equilibrium and Non-Equilibrium Statistical Mechanics*, John Wiley and Sons, Inc., (1991).
- [4] Zwanzig, J.L., *Phys. Today*, Sep., 32 (1993).
- [5] Kreuzer, H.J., *Non-Equilibrium Thermodynamics and its Statistical Foundations*, Clarendon Press, Oxford (1986).
- [6] Jou D., Casas-Vazquez J., Lebon G.: *Extended Irreversible Thermodynamics*, Springer, Berlin, (1993).
- [7] Dario Villamaina, *Transport Properties in Non-Equilibrium and Anomalous Systems*, Springer, (2014).



دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	اصلی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: مباحث پیشرفته در نانوشیمی نظری
	عملی			تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Advanced topics in theoretical nanochemistry
	✓ نظری	✓ اختیاری			
	عملی				

هدف: آشنایی با آخرین پیشرفت های صورت گرفته در زمینه نظریه های نانوشیمی

سرفصل درس:

- ✓ - تدریس و معرفی آخرین پیشرفت های صورت گرفته در زمینه نظریه های شیمی و فیزیک سیستم های نانو.
- ✓ - بررسی مقالات مجلات معتبر و کتاب های به روز بین المللی در زمینه های ذکر شده.

منابع:

مقالات جدید، به ویژه مقالات مروری (Review articles) و Lecture notes



دروس پیش‌نیاز: ندارد	نظری	اصلی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: مکانیک آماری سیستم‌های ناهمگن
	عملی			تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Statistical mechanics of non- uniform systems
	✓ نظری	✓ اختیاری			
	عملی				

هدف: آشنائی و تسلط بر مباحث مکانیک آماری سیستم‌های ناهمگن
سر فصل درس:

- ✓ ترمودینامیک لایه میان فازی، پتانسیل مجموعه کانونی بزرگ و کشش سطحی، سطح تقسیم گیبس، توابع تقسیم و چگالی موضعی انرژی آزاد در سیالات ناهمگن.
- ✓ نامساوی بوگولیوبوف و اصل وردش در مکانیک آماری.
- ✓ نظریه تابعی چگالی (DFT) در سیالات ناهمگن، تقریب چگالی موضعی (LDA)، تقریب غیرموضعی میدان متوسط، تقریب‌های چگالی وزن‌دار شده (WDA).
- ✓ پروفایل چگالی در ناحیه بین فازهای مایع-بخار، کشش سطحی، نظریه کرک‌وود-بوف برای کشش سطحی.
- ✓ نظریه تابعی چگالی برای کشش سطحی.
- ✓ نظریه گرادیان چگالی برای کشش سطحی.
- ✓ مکانیک آماری سیستم‌های کوچک، نانوسیستم‌ها.
- ✓ پدیده‌های نانوسیال، هسته زایی، ترشوندگی و زاویه تماس مایع با سطح

منابع :

- [1] Tsallis, C., *Introduction to nonextensive statistical mechanics: approaching a complex world*, New York: Springer (2009).
- [2] Gell-Mann, M., Tsallis, C., *Nonextensive Entropy—Interdisciplinary Applications*, Oxford University Press, Oxford (2003).
- [3] Abe, S. and Okamoto, Y., *Nonextensive Statistical Mechanics and its Applications*, Lecture Notes in Physics, Vol. 560, Springer, Heidelberg (2001).
- [4] Hill, T.L., *Thermodynamics of Small Systems*, Dover, New York (1994).
- [5] Di Ventra, M., Evoy, S. and Heflin, J. R., *Introduction to Nanoscale Science and Technology*, Nanostructure Science and Technology, Kluwer Academic, Boston (2004).
- [6] Han, J., in *Introduction to Nanoscale Science and Technology*, edited by M. Di Ventra, S. Evoy, and J. R. Heflin, Kluwer Academic, Boston (2004).
- [7] Daiguji, H., *Comprehensive Nanoscience and Technology. Nanofluidics*, Elsevier (2011).



دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	اصلی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: نانوشیمی فیزیک محاسباتی
	عملی			تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Computational nano physical chemistry
	✓ نظری	✓ اختیاری			
	عملی				

هدف: آشنائی و تسلط بر روش های محاسباتی برای سیستم های نانو

سرفصل درس:

- ✓ الگوریتم های پیش بینی خواص فیزیکی ساختارهای بلوری،
- ✓ روش های محاسبات کوانتومی برای محاسبه خواص الکترونی نانوساختارها،
- ✓ محاسبات DFT در خواص گرافیت، گرافن و نانو لوله های کربنی،
- ✓ سطوح انرژی پتانسیل، سیالات محصور شده درون حفره،
- ✓ نقاط کوانتومی و سیم های کوانتومی،
- ✓ محاسبات کوانتومی فرایند جذب و پراکندگی سیال-سطح،
- ✓ شبیه سازی دینامیک مولکولی سیالات محدود شده و رفتار گذار فازی آنها،
- ✓ محاسبات DFT در لایه های میان فازی،
- ✓ شبیه سازی در محاسبه زاویه تماس روی سطوح نانوساختارها

منابع :

[1] Bichoutskaia, E., *Computational Nanoscience*, RSC Theoretical and Computational Chemistry Series No. 4, Royal Society of Chemistry (2011).

[2] Mercader, Andrew G., Castro, Eduardo A. and Haghi, A. K., *Nano and Computational Chemistry*, Apple Academic Press (2013).





University of Tehran

PhD Programs in Chemistry

Analytical Chemistry, Applied Chemistry, Organic Chemistry, Polymer Chemistry, Physical Chemistry, Inorganic Chemistry and Nano-Chemistry
(in the fields of supramolecule, nanopolymer, theoretical nanochemistry and nanoinorganic)



2017



۱۵۲

