



جمهوری اسلامی ایران
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی گسترش و برنامه‌ریزی آموزش عالی



برنامه درسی رشته

نانوشیمی

NANOCHEMISTRY

مقطع کارشناسی ارشد



بر اساس مصوبه جلسه شماره تاریخ شورای گسترش و برنامه‌ریزی آموزش عالی



جمهوری اسلامی ایران
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی گسترش و برنامه ریزی آموزش عالی

برنامه درسی رشته

نانوشیمی

NANOCHEMISTRY

مقطع کارشناسی ارشد

پیشنهادی دانشگاه تحصیلات تکمیلی علوم پایه زنجان

تهیه کنندگان (به ترتیب حروف الفبا):

عضو هیات علمی دانشگاه تحصیلات تکمیلی علوم پایه زنجان
عضو هیات علمی دانشگاه تحصیلات تکمیلی علوم پایه زنجان
عضو هیات علمی دانشگاه تحصیلات تکمیلی علوم پایه زنجان

دکتر امیر حاتمی
دکتر مجتبی خراسانی
دکتر حسین مولوی

فصل اول

مشخصات کلی برنامه درسی

فناوری نانو یا نانوتکنولوژی رشته‌ای از دانش کاربردی و فناوری است که موضوعات گسترده‌ای را پوشش می‌دهد. موضوع اصلی آن نیز مهار ماده یا دستگاه‌های در ابعاد کمتر از یک میکرومتر، (معمولاً حدود ۱ تا ۱۰۰ نانومتر) است. در واقع نانوتکنولوژی فهم و بکارگیری خواص جدیدی از مواد و سیستم‌هایی در این ابعاد است که اثرات فیزیکی جدیدی - عمدتاً متأثر از غلبه خواص کوانتومی بر خواص کلاسیک - از خود نشان می‌دهند. نانوشیمی یکی از شاخه‌های دانش شیمی است که به بررسی شیمی مواد در مقیاس ذره‌ای نانومتری می‌پردازد. این دانش در زمینه‌های مختلفی از جمله سوخت، پلیمر، رنگ، پوشاک، دارو، خوراک و به‌طور کلی هر آنچه که به شیمی و مهندسی شیمی مربوط می‌شود، کاربرد دارد. به‌طور کلی توجه به فناوری نانو، کار و تولید در این مقیاس، برای دستیابی به فرآورده‌های با کیفیت و کمیت بهتر و به عبارتی ارزاتر، محکمتر، سبکتر و کاراتر می‌باشد. امروزه اهمیت علم نانو در عرصه‌های گوناگون از جمله علم شیمی بسیار مورد توجه واقع شده و در کشورهای در حال توسعه از جمله کشور عزیزمان ایران، نقطه امید بسیاری از پژوهشگران و حتی سیاستمداران برای جبران عقب ماندگی‌های علمی کشور است. ضرورت بازنگری در برنامه دوره کارشناسی ارشد نانوشیمی به دلیل سرعت روزافزون در پیشرفتهای علمی انکارناپذیر است. به نظر می‌رسد که برنامه آموزشی رشته نانوشیمی به بازنگری اساسی در هر چندسال یکبار نیاز دارد. براساس آئین نامه و آگذاری اختیارات برنامه‌ریزی و تجدیدنظر در دوره‌های آموزشی مصوب شورای عالی برنامه‌ریزی، تدوین برنامه آموزشی به منظور تفکیک رشته‌های تخصصی در دستور کار دانشکده شیمی قرار گرفته است. برنامه حاضر دوره کارشناسی ارشد رشته نانوشیمی شامل مشخصات زیر است.

ب) مشخصات کلی، تعریف و اهداف

دوره کارشناسی ارشد رشته نانوشیمی دوره‌ای است که دانشجو با گذراندن آن با اصول تحقیق آشنا شده و آموزش‌های لازم برای نحوه تعریف و بررسی تحقیقی یک موضوع را می‌آموزد و شامل مجموعه‌های هماهنگ از فعالیت‌های آموزشی و پژوهشی است. در این دوره ابداع، نوآوری و گسترش دانش نانوشیمی از اهمیت خاص برخوردار بوده و رسالت ویژه دانشجویان را تشکیل می‌دهد. هدف از دوره تربیت نیروی انسانی متخصص و کارآمد در رشته علوم و فناوری نانو می‌باشد.

ب) ضرورت و اهمیت

ضرورت و اهمیت این دوره تربیت پژوهشگر، انجام پژوهش و توسعه مرزهای دانش در زمینه علوم و فناوری نانو است.

جدول (۱) - توزیع واحدها

تعداد واحد	نوع دروس
۱۰	دروس تخصصی الزامی
۱۵	دروس تخصصی اختیاری
۶	رساله / پایان نامه
۳۱	جمع

ث) مهارت، توانمندی و شایستگی دانش آموختگان

دروس مرتبط	مهارت‌ها، شایستگی‌ها و توانمندی‌های ویژه
روش‌های سنتز مواد نانو ساختار	آشنایی و تسلط بر اصول روش‌های سنتز مواد نانو ساختارهای صفر، یک، دو و سه بعدی
شناسایی و تعیین ساختار نانومواد	آشنایی با اصول دستگاه‌های شناسایی نانو ساختارها و توانمندی در تفسیر نتایج مربوطه
شیمی نظری ساختارهای نانو	آشنایی و تسلط بر مباحث نظریه‌های ساختارهای نانومواد و خواص مواد در مقیاس نانو
شیمی سطح و حالت جامد	آشنایی و تسلط بر اصول نظری شیمی سطح و حالت جامد
مواد مزوحفره	آشنایی و تسلط بر شیمی مواد مزوحفره از سنتز تا کاربرد
نانو معدنی	آشنایی و تسلط بر اصول تئوری، مشخصه‌یابی و کاربرد نانومواد معدنی و نانومواد نوین
شیمی سوپرامولکولی	آشنایی و تسلط بر اصول تئوری و کاربرد شیمی سوپرامولکولی
حسگرهای نانو ساختار	آشنایی با خواص و نقش نانومواد در ارتقا و بهبود عملکرد (بیو)حسگرها آشنایی با انواع نانومواد مورد استفاده در ساخت نانو حسگرها آشنایی با انواع نانو حسگرهای نوری و الکتروشیمیایی
نانو تکنولوژی صنعتی	آشنایی با کاربردهای نانومواد در صنعت آشنایی با محصولات طراحی و تولید شده با استفاده از نانو ساختارها

ج) شرایط و ضوابط ورود به دوره

دانش‌آموختگان مقطع کارشناسی تمامی رشته‌های شیمی یا دارا بودن مدرک کارشناسی رشته‌های علوم و مهندسی به شرط پذیرفته شدن در آزمون ورودی می‌توانند وارد این رشته شوند. لازم به ذکر است دانش‌آموختگان کارشناسی رشته‌های نامبرده واجد شرایط استعداد درخشان نیز می‌توانند بدون کنکور با دارا بودن شرایط، بدون آزمون وارد دوره شوند. بهتر است دانشجویان ۹ واحد از دروس الزامی را با رعایت پیش‌نیاز آن‌ها ترجیحاً در نیمسال اول تحصیلی انتخاب نمایند. دانشجوی می‌تواند ۳ واحد از دروس اختیاری خود به تشخیص استاد راهنما، از دروس اختیاری خود را از سایر دروس دوره‌های کارشناسی ارشد و دکتری انتخاب نماید.

توجه: با توجه به اینکه پیش‌نیاز برخی از دروس مربوط به دوره کارشناسی می‌باشد، در صورتی که دانشجو آن دروس را در دوره کارشناسی نگذرانده باشد لازم است آن‌ها را قبل از اخذ درس و یا همزمان با درس مذکور بگذراند.

تبصره: دانشجویانی که رشته مقطع قبلی آنان با این رشته غیرمرتبط می‌باشد لازم است تا ۱۲ واحد را به عنوان دروس جبرانی از میان دروس دوره قبل این رشته را در نیمسال اول تا دوم بگذرانند. انتخاب این دروس به تشخیص گروه آموزشی دانشگاه / موسسه می‌باشد و بایستی شامل دروسی باشد که دانش پایه و اصلی این رشته را در برگیرد. تعداد واحدهای جبرانی نیز به تشخیص گروه آموزشی دانشگاه / موسسه و بر مبنای میزان ارتباط رشته با رشته دوره قبلی دانشجو می‌باشد. توجه: درس سمینار ۱ الزامی بوده و موضوع آن بررسی و ارایه یک موضوع از میان مطالب علمی روز در زمینه نانو فناوری با نظر استاد راهنما می‌باشد به نحوی که قدرت تحقیق دانشجو را افزایش داده و بر معلومات دانشجو و سایرین بیافزاید. سمینار در محدوده زمانی یک ساعت ارایه شده و حضور سایر دانشجویان دوره‌های کارشناسی ارشد و دکتری براساس آیین‌نامه‌ای که به تصویب شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده خواهد رسید در جلسات این سمینار الزامی است.

انتخاب استاد راهنما و موضوع پایان‌نامه حداکثر در آغاز نیمسال دوم انجام می‌گیرد. در انتخاب موضوع پایان‌نامه رعایت نکات زیر توصیه می‌شود: الف- موضوع و طرح مورد نظر در جهت شناخت و توسعه پژوهش در زمینه علوم و فناوری نانو باشد

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

فصل دوم

جدول عناوین و مشخصات دروس

جدول (۲) - عنوان و مشخصات کلی دروس الزامی تخصصی

پیش نیاز / هم نیاز	تعداد ساعات		نوع واحد			تعداد واحد	عنوان درس	ردیف
	عملی	نظری	نظری - عملی	عملی	نظری			
ندارد		۴۸	-	-	■	۳	روش‌های سنتز مواد نانوساختار	۱
ندارد		۴۸	-	-	■	۳	شناسایی و تعیین ساختار نانومواد	۲
ندارد		۴۸	-	-	■	۳	شیمی نظری ساختارهای نانو	۳
ندارد		۱۶	-	-	■	۱	سمینار	۴

تبصره: دانشجو ملزم است تمام دروس بالا را در دوره تحصیلی خود انتخاب نماید.

جدول (۳) - عنوان و مشخصات کلی دروس اختیاری تخصصی

پیش نیاز / هم نیاز	تعداد ساعات		نوع واحد			تعداد واحد	عنوان درس	ردیف
	نظری	عملی	نظری - عملی	عملی	نظری			
ندارد	۴۸	-	-	-	■	۳	شیمی سطح و حالت جامد	۱
ندارد	۴۸	-	-	-	■	۳	مواد مزوحفره	۲
ندارد	۴۸	-	-	-	■	۳	حسگرهای نانو ساختار	۳
ندارد	۴۸	-	-	-	■	۳	شیمی سوپرامولکولی	۴
ندارد	۴۸	-	-	-	■	۳	نانومواد معدنی	۵
ندارد	۴۸	-	-	-	■	۳	نانوتکنولوژی صنعتی	۶
ندارد	۳۲	-	-	-	■	۲	انگلیسی با اهداف دانشگاهی	۷

تبصره: دانشجو با توجه به قرابت محتوای دروس بالا با حوزه تحقیقاتی خود، لازم است که حداقل پنج مورد از دروس بالا را انتخاب نماید.

فصل سوم

ویژگی‌های دروس

عنوان درس به فارسی:		روش‌های سنتز مواد نانو ساختار	
عنوان درس به انگلیسی:		Synthetic Methods of Nanostructured Materials	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	نوع درس و واحد	
دروس هم‌نیاز:	ندارد	پایه <input type="checkbox"/>	نظری <input checked="" type="checkbox"/>
تعداد واحد:	۳	تخصصی <input checked="" type="checkbox"/>	عملی <input type="checkbox"/>
تعداد ساعت:	۴۸	اختیاری <input type="checkbox"/>	نظری-عملی <input type="checkbox"/>
		رساله / پایان‌نامه <input type="checkbox"/>	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف کلی: آشنایی و تسلط بر اصول روش‌های سنتز مواد نانو ذره، نانومیله و سیم، فیلم نازک

اهداف ویژه: توانمندسازی دانشجو در ساخت انواع نانومواد با توجه به کاربرد آن‌ها

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

- مقدمه و آشنایی با انواع نانو ساختار
- روش‌های سنتز نانو ساختارهای صفر بعدی: نانوذرات
- معرفی روش‌های بالا به پایین و پایین به بالا در سنتز نانوذرات
- سنتز نانوذرات از طریق هسته‌زایی همگن - مسیر ترمودینامیک، هسته‌زایی همگن - مسیر سینتیکی، هسته‌زایی ناهمگن، سنتز نانوذرات اپیتاکسی و سنتز نانوذرات به روش‌های نوین
- روش‌های سنتز نانو ساختارهای تک بعدی: نانوسیم‌ها و نانومیله‌ها
- سنتز نانو ساختارهای تک بعدی به روش رشد خودبخودی، رشد تبخیری-تراکمی، رشد مایع-بخار-جامد (VLS)، رشد محلول-مایع-جامد (SLS)، روش قالب‌گیری
- روش‌های سنتز نانو ساختارهای دو بعدی: فیلم‌های نازک
- سنتز نانو ساختارهای دو بعدی به روش رسوب شیمیایی فاز بخار (CVD)، رسوب فیزیکی فاز بخار (PVD)، ترسیب الکتروشیمیایی، ترسیب اتمی لایه‌ای (ALD)، فیلم‌های خود آرایی و فیلم‌های سل-ژل

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

راهبرد تدریس به صورت ترکیبی از روش ارائه درس بصورت آموزش با استفاده وسایل کمک آموزشی توسط استاد درس و روش تعاملی مانند پرسش و پاسخ در کلاس درس است.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۰الی ۴۰ درصد و آزمون پایان نیم‌سال ۶۰الی ۱۰۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

کامپیوتر، پروژکتور، مازیک وایت برد و تخته وایت برد

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- 1) G. Cao, Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties and Application, 2nd Edition, 2011.
- 2) K. J. Klabunde and R. M. Richards, Nanoscale Materials in Chemistry, 2nd Edition, 2009.
- 3) Nanomaterials Chemistry: Recent Developments and New Directions, Edited by C. N R. Rao, A. Müller and A. K. Cheetman, 2008.

عنوان درس به فارسی: شناسایی و تعیین ساختار نانو مواد		عنوان درس به انگلیسی: Characterization and Structure Determination of Nanomaterials	
نوع درس و واحد			
پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>	ندارد	دروس پیش نیاز:	ندارد
تخصصی <input checked="" type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>	ندارد	دروس هم نیاز:	ندارد
اختیاری <input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>		تعداد واحد:	۳
رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>		تعداد ساعت:	۴۸

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف کلی: آشنایی با اصول آنالیز نانو مواد و مکانسیم عملکرد دستگاه‌های مورد استفاده برای آنالیز نانو مواد

اهداف ویژه: آشنایی با اصول دستگاه‌های شناسایی نانو ساختارها و توانمندی در تفسیر نتایج مربوطه

(پ) **مباحث یا سرفصل‌ها:**

- مقدمه‌ای بر اهمیت آنالیز نانو مواد

- مقدمه‌ای بر اصول میکروسکوپ‌های نوری و چگونگی تشکیل تصویر و محدودیت‌های این نوع میکروسکوپ‌ها

- الکترون در برابر فوتون

- مزایا و خواص ویژه الکترون‌ها

- روش‌های آنالیز نانو مواد بر اساس: اصول میکروسکوپ الکترونی روبشی SEM، آشنایی با اجزا میکروسکوپ الکترونی روبشی SEM و مکانسیم‌های تشکیل تصویر، آشنایی با روش‌های آنالیز EDX و WDX با میکروسکوپ الکترونی روبشی SEM و روش‌های آماده‌سازی نمونه، اصول میکروسکوپ الکترونی عبوری TEM، آشنایی با اجزا میکروسکوپ الکترونی عبوری TEM و مکانسیم‌های تشکیل تصویر، آشنایی با روش‌های آنالیز EDX با میکروسکوپ الکترونی عبوری TEM و روش‌های آماده‌سازی نمونه، آشنایی با میکروسکوپ الکترونی عبوری با قدرت تفکیک بالا HRTEM و کاربرد آن، آشنایی با اصول و اجزا میکروسکوپ نیروی اتمی AFM و مکانسیم‌های تشکیل تصویر، آشنایی با اصول و اجزا میکروسکوپ تونل زنی روبشی STM و مکانسیم‌های تشکیل تصویر، آشنایی با اصول مقدماتی آنالیز XRD، آشنایی مقدماتی با روش‌های آنالیز وزن سنجی حرارتی TGA، آشنایی مقدماتی با روش‌های آنالیز سطح BET، آشنایی مقدماتی با روش‌های آنالیز سائز ذرات DLS، آشنایی مقدماتی با روش‌های آنالیز اسپکتروسکوپی IR، AAS، AES، AFS. آشنایی با روش‌های کروماتوگرافی و جداسازی مورد استفاده در آنالیز نانو مواد.

(ت) **راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:**

راهبرد تدریس به صورت ترکیبی از روش ارائه درس بصورت آموزش با استفاده وسایل کمک آموزشی توسط استاد درس و روش تعاملی مانند پرسش و پاسخ در کلاس درس است.

(ث) **راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):**

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۰ الی ۴۰ درصد و آزمون پایان نیم‌سال ۶۰ الی ۱۰۰ درصد

(ج) **ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:**

کامپیوتر، پروژکتور، مازیک وایت برد و تخته وایت برد

(چ) **فهرست منابع پیشنهادی:**

(۱) مقالات مروری و تحقیقاتی مرتبط که در چند سال اخیر به چاپ رسیده است، برای آشنایی دانشجویان با آنالیزهای مورد استفاده و گزارش شده در مقالات

(۲) اصول و کاربرد میکروسکوپ‌های الکترونی و روش‌های آنالیز- ویرایش سوم- دکتر پرویز مرعشی، سعید کاویانی و... انتشارات دانشگاه علم و صنعت،

(۳) مبانی و کاربرد میکروسکوپ‌های الکترونی و روش‌های آنالیز پیشرفته- دکتر محمد رضا رزم آرا- نشر ارسلان

4) Nanocharacterization -2nd edition, Argus I. Kirkland- Royal society chemistry.UK

5) Hand book nanomaterial, Robert Vajtai, Springer publications. New York 2013.

6) Challa S.S.R. Kumar, Surface Science Tools for Nanomaterials Characterization, Springer (2015).

عنوان درس به فارسی:		شیمی نظری ساختارهای نانو	
عنوان درس به انگلیسی:		Theoretical Chemistry of Nanostructures	
نوع درس و واحد			
پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>		ندارد	دروس پیش نیاز:
تخصصی <input checked="" type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>		ندارد	دروس هم نیاز:
اختیاری <input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>		۳	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>		۴۸	تعداد ساعت:

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف کلی: آشنایی و تسلط بر مباحث نظریه‌های ساختارهای نانو مواد و آشنایی و تسلط بر خواص مواد در مقیاس نانو

اهداف ویژه: آموزش دانشجویان در زمینه شیمی نظری و اصول اولیه شیمی محاسباتی و شبیه سازی و ارتباط آن‌ها با خواص مواد در مقیاس نانو

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

مقدمه: تعاریف، مقیاس نانو، دسته‌بندی مواد نانو، نگرش‌های ساخت نانو مواد و تاریخچه پیشرفت نانو و بررسی اصول اساسی:

اندازه و مقیاس: واحدها، قوانین اندازه گیری، اتم‌ها، مولکول‌ها، کلاسترها و سوپرامولکولها

پدیده‌های انجام پذیر در مقیاس نانو: تونل زدن، ساختارهای مولکولی و کریستالی، سطوح و سطوح مشترک، پیوندهای شیمیایی (انواع و قدرت)،

ساختارهای سلسله مراتبی، انتقالات توده به سطح، نیروهای بین مولکولی، خودآرایی و دوباره‌سازی سطحی

پیوند کووالانسی: تئوری MO، تئوری VB، کنفیگوراسیون الکترونی و MO و VB، حالت‌های الکترونی MO و VB، مقایسه روش‌های

VB و MO

روش نیمه تجربی مولکولهای چنداتمی: روش MO بدون الکترون، روش MO هوکل توسعه یافته، روش Pariser-Parr-Pople

تئوری، SCF تقارن در تئوری، SCF مقایسه تئوری هوکل و SCF رابطه الکترونی.

محاسبات کوانتومی: روش‌های Ab-initio و Semiempirical در مورد مولکولهای چند اتمی، توابع پایه، کاهش تعداد انتگرال‌ها، آنالیز

جمعیت، هندسه-مولکولی، برهمکنش کنفیگوراسیونها، روش‌های Semiempirical برای مولکولهای مزدوج مسطح، روش‌های مکانیک

مولکولی

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

راهبرد تدریس به صورت ترکیبی از روش ارائه درس بصورت آموزش با استفاده از وسایل کمک آموزشی توسط استاد درس و روش تعاملی

مانند پرسش و پاسخ در کلاس درس است.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۰ الی ۴۰ درصد و آزمون پایان نیم‌سال ۶۰ الی ۱۰۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

کامپیوتر، پروژکتور، مایژیک وایت برد و تخته وایت برد

ج) فهرست منابع پیشنهادی:

(۱) مقالات مروری و تحقیقاتی مرتبط که در چند سال اخیر به چاپ رسیده است، برای آشنایی دانشجویان با روش‌های شبیه سازی خواص نانوذرات،

(۲) شبیه‌سازی دینامیک مولکولی؛ از مبانی تا اجرا- دکتر معصومه فروتن- انتشارات دانشگاه صنعتی شریف، (۳) مقدمه‌ای بر نانو فناوری- دکتر نیما تقوی نیا-

انتشارات دانشگاه صنعتی شریف.

[4] M. S. Dresselhaus, G. Dresselhaus, and P. Eklund, *Science of Fullerenes and Nanotubes*, Academic press (1996),

[5] Perla B. Balbuena and Jorge M. Seminario, *Nanomaterials: Design and Simulation*, Elsevier Science (2007).

عنوان درس به فارسی: شیمی سطح و حالت جامد		عنوان درس به انگلیسی: Surface and Solid State Chemistry	
نوع درس و واحد		ندارد	
نظری <input checked="" type="checkbox"/>	پایه <input type="checkbox"/>	ندارد	
عملی <input type="checkbox"/>	تخصصی <input type="checkbox"/>	ندارد	
نظری-عملی <input type="checkbox"/>	اختیاری <input checked="" type="checkbox"/>	۳	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>		۴۸	تعداد ساعت:

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف کلی: آشنایی و تسلط بر اصول نظری شیمی سطح و حالت جامد

اهداف ویژه: آشنایی و تسلط بر شیمی رشد کریستال ها و خواص نانو مواد کریستالی

(پ) مباحث یا سرفصل ها:

معرفی ساختارهای ساده بلوری: ساختارهای اولیه، تقارن و گروه های نقطه ای شبکه ها و سلول های واحد، جامدات بلوری، انرژی شبکه پیوند در جامدات و خواص الکترونی، مدل نوار، هدایت الکترونی، نیمه هادی ها، نیمه هادی های doped باند در ترکیبات نقصها و حالت های غیراستوکیومتری: انواع نواقص و مقدار آن ها، هدایت یونی در جامدات، الکترولیت های جامد خواص دی الکتریکی و مغناطیسی، نفوذپذیری مغناطیسی، پارامغناطیس در کمپلکس های فلزی فلزات فرومغناطیس و ترکیبات، آنتی فرومغناطیس، قطبش پذیری الکتریکی، بلورهای، Piezoelectric اثر فروالکتریک ابرهادیها: خواص مغناطیسی، اثرات، Josephson ابرهادیهای دمای بالا، کاربرد. ساختار فلزات: ساختار سطح فلزات، ساختار سطح فلزات، fcc ساختار سطح فلزات، hcp ساختار سطح فلزات، bcc انرژی سطح، آسایش و بازسازی سطوح، فلزات ذره ای تک بلورهای سطوح. جذب مولکولها روی سطح: معرفی جذب مولکولی، چگونگی اتصال مولکولها به سطح، سینتیک جذب، منحنی های انرژی پتانسیل و انرژی جذب، هندسه و ساختار جاذب ها، فرآیند خودجذب منحنی همدمای لانگمویر: معرفی، انحراف از حالت تعادلی، انحراف های سینتیکی، تغییرات پوشش سطح با T و P کاربردها. اثرات فشار گاز و: UHV معرفی، UHV اثرات فشار گاز

(ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

راهبرد تدریس به صورت ترکیبی از روش ارائه درس بصورت آموزش با استفاده وسایل کمک آموزشی توسط استاد درس و روش تعاملی مانند پرسش و پاسخ در کلاس درس است.

(ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال ۰ الی ۴۰ درصد و آزمون پایان نیم سال ۶۰ الی ۱۰۰ درصد

(ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

کامپیوتر، پروژکتور، مایک وایت برد و تخته وایت برد

(چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- ۱- مقالات مروری و تحقیقاتی مرتبط که در چند سال اخیر به چاپ رسیده است، برای آشنایی دانشجویان با روش های جذب در فاز گازی و مایع،
- ۲- مبانی شیمی سطح و حالت جامد- دکتر علی نخعی پور- انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد،
- ۳- شیمی سطح و حالت جامد- دکتر زهرا رستمی و دکتر سعید عزیزیان- انتشارات دانشگاه پیام نور.

[4] Richard C. Ropp, *Solid State Chemistry*, Elsevier Science (2003),

[5] R. Vanselow, R. Howe, *Chemistry and Physics of Solid-State*, Springer Series in Chemical Physics (2013),

[6] Guido Busca, *Heterogeneous Catalytic Materials. Solid State Chemistry, Surface Chemistry and Catalytic Behaviour*, Elsevier (2014),

[7] Moore, Elaine A.; Smart, Lesley, *Solid state chemistry : an introduction*, CRC Press (2012).

عنوان درس به فارسی: مواد مزوحفره		عنوان درس به انگلیسی: Mesoporous Materials	
نوع درس و واحد	پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>	ندارد	ندارد
	تخصصی <input type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>	ندارد	ندارد
	اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>	۳	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>		۴۸	تعداد ساعت:

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف کلی: آشنایی و تسلط بر شیمی مواد مزوحفره سیلیکایی

اهداف ویژه: توانمند سازی دانشجویان در طراحی انواع مواد مزوحفره به منظور کاربرد مربوطه

(پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

مقدمه‌ای بر مواد نانوحفره منظم و نامنظم و تعاریف هر یک

ژئولیت‌ها: تعریف و معرفی ساختارهای میکروحفره ژئولیتی و روش‌های سنتز آن‌ها

مزوحفرات سیلیکایی منظم: معرفی خانواده MCM، معرفی خانواده SBA، روش‌های سنتز ساختارهای مزوحفره به استفاده از سورفکتانت‌های کاتیونی، روش‌های سنتز ساختارهای مزوحفره به استفاده از سورفکتانت‌های آنیونی، روش‌های سنتز ساختارهای مزوحفره به استفاده از سورفکتانت‌های غیر یونی، روش‌های سنتز ساختارهای مزوحفره به استفاده از سورفکتانت‌های پلیمری چند قسمتی

روش‌های عامل دار کردن مزوحفرات سیلیکایی منظم با گروه‌های آلی

ترکیبات نانوحفره با دیواره‌های آلی-معدنی: معرفی ارگانوسیلیکاهای مزوحفره متناوب (PMO)

کاربردهای مزوحفرات سیلیکایی منظم: معرفی برخی کاربردهای مواد مزوحفره منظم در طراحی کاتالیزور، جاذب و سیستم‌های هوشمند انتقال دارو

(ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

راهبرد تدریس به صورت ترکیبی از روش ارائه درس بصورت آموزش با استفاده وسایل کمک آموزشی توسط استاد درس و روش تعاملی مانند پرسش و پاسخ در کلاس درس است.

(ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۰ الی ۴۰ درصد و آزمون پایان نیم‌سال ۶۰ الی ۱۰۰ درصد

(ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

کامپیوتر، پروژکتور، ماژیک وایت برد و تخته وایت برد

(چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. D. Zhao.; Y. Wan and W. Zhou, Ordered Mesoporous Materials, 2012.
2. G. L. Lu.; X. S. Zhao, Nanoporous Materials, Science and Engineering, 2004.
3. A. Sayari.; M. Yaronic, Nanoporous Materials, 2002.

عنوان درس به فارسی: حسگرهای نانوساختار		عنوان درس به انگلیسی: Nanostructured Sensors	
نوع درس و واحد		ندارد	ندارد
پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>		ندارد	ندارد
تخصصی <input type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>		ندارد	ندارد
اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>		۳	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>		۴۸	تعداد ساعت:

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف کلی: آشنایی دانشجویان به اهمیت نانو مواد در ساخت انواع حسگرها

اهداف ویژه: آشنایی با خواص و نقش نانو مواد در ارتقا و بهبود عملکرد (بیو) حسگرها و نانوحسگرهای نوری و الکتروشیمیایی با رویکرد کاربردی

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

مقدمه‌ای بر کاربرد حسگرها و نانوحسگرها

مزایا و ویژگی‌های نانو ساختارها در ارتقا خواص و عملکرد نانو حسگرها

مقدمه‌ای بر اصول روش‌های الکتروشیمیایی تجزیه‌ای

مقدمه‌ای بر اصول روش‌های طیفسنجی تجزیه‌ای

مقدمه‌ای بر روش‌های آماری مورد استفاده در ارزیابی نتایج آزمایشگاهی و همچنین عملکرد حسگرها

مروری بر نانو بیو حسگرها - به ویژه حسگرهای گلوگز

مروری بر مباحث نوین در زمینه‌های نانوکیت‌های تشخیصی و نانوحسگرهای بر پایه کاغذ

مروری بر مباحث نوین حسگرها بر پایه نانو مواد کربنی (نانولوله کربنی، گرافن دو بعدی و سه بعدی و...).

مروری بر مباحث نوین در زمینه کاربرد نانو ساختارهای دو بعدی (2D) در ساخت نانوحسگرها

مروری بر نانوحسگرهای گازی با استفاده از نانو ساختارهای نیمه هادی

مروری بر نانو حسگرهای نوری پلاسمونیک

مروری بر نانوالکترودها و کاربرد آن در مطالعه فرایندهای سلولی در علوم اعصاب و دیابت

مروری بر مباحث نوین در زمینه کاربردهای نقاط کوانتومی به عنوان حسگرهای نوری

مروری بر مباحث نوین در زمینه نانو حسگرهای انعطاف پذیر و پوشیدنی

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

راهبرد تدریس به صورت ترکیبی از روش ارائه درس بصورت آموزش با استفاده وسایل کمک آموزشی توسط استاد درس و روش تعاملی مانند

پرسش و پاسخ در کلاس درس است.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم سال ۰ الی ۴۰ درصد و آزمون پایان نیم سال ۶۰ الی ۱۰۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

کامپیوتر، پروژکتور، مازیک وایت برد و تخته وایت برد

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Li, Shibin, Jiang Wu, Zhiming M. Wang, and Yadong Jiang, eds. Nanoscale Sensors. Berlin/Heidelberg, Germany, Springer International Publishing, 2013,
2. Ripka, P., & Tipek, A. (Eds.). (2013). Modern sensors handbook. John Wiley & Sons,
3. Janata, J. (2010). Principles of chemical sensors. Springer Science & Business Media.

۴- مقالات مروری و تحقیقاتی مرتبط که در چند سال اخیر (مقالات بعد از سال ۲۰۱۸) به چاپ رسیده است.

عنوان درس به فارسی: شیمی سوپرامولکولی		عنوان درس به انگلیسی: Supramolecular Chemistry	
نوع درس و واحد	پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>	ندارد	دروس پیش نیاز:
	تخصصی <input type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>	ندارد	دروس هم نیاز:
	اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>		تعداد واحد: ۳
	رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>		تعداد ساعت: ۴۸

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف کلی: آشنایی و تسلط بر اصول تئوری و کاربرد شیمی سوپرامولکولی

اهداف ویژه: آشنایی و تسلط بر ساختارهای خودتجمع یافته چارچوب‌های آلی فلزی و کوالانسی آلی و برخی کاربردهای آن‌ها

(پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

مقدمه

شیمی سوپرامولکولی بر اساس سیستم‌های آلی-فلزی

ماهیت برهمکنش‌های سوپرامولکولی

ساختار، پایداری و ترمودینامیک کمپلکس‌های سوپرامولکولی

آرایش سیستم‌های سوپرامولکولی

دندریم‌ها، مولکولهای مزدوج، شیمی میزبان میهمان

ترمودینامیک کمپلکس‌های میزبان-میهمان دارای چند محل برهمکنش

خود تجمعی

شیمی سوپرامولکولی پلیمرها، ژل‌ها و فیبرها

شبکه‌های جامد

(ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

راهبرد تدریس به صورت ترکیبی از روش ارائه درس بصورت آموزش با استفاده وسایل کمک آموزشی توسط استاد درس و روش

تعاملی مانند پرسش و پاسخ در کلاس درس است.

(ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۰الی ۴۰ درصد و آزمون پایان نیم‌سال ۶۰الی ۱۰۰ درصد

(ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

کامپیوتر، پروژکتور، ماژیک وایت برد و تخته وایت برد

(چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. J. W. Steed, J. L. Atwood, Supramolecular Chemistry, Wiley, 2009.

عنوان درس به فارسی: نانومواد معدنی		عنوان درس به انگلیسی: Inorganic Nanomaterials	
نوع درس و واحد		ندارد	ندارد
پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>		ندارد	ندارد
تخصصی <input type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>		ندارد	ندارد
اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>		۳	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>		۴۸	تعداد ساعت:

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف کلی: آشنایی با ساختار انواع مواد معدنی نانو ساختار

اهداف ویژه: آشنایی و تسلط بر اصول تئوری و کاربرد نانومواد معدنی و نانومواد نوین

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

نانو کلاسترها

مواد کوانتومی (نقاط کوانتومی، چاه کوانتومی، و سیم کوانتومی)

نانوساختارهای کربنی (نانوالماس، فولرن، کربن نانوتیوب و گرافن)

نانوتیوب‌های معدنی

نانوسیستم‌های پلیمری معدنی

نانوفیلترهای معدنی

سل-ژل در سنتز نانومواد معدنی

نانوساختارهای متخلخل (هیدروژل، ترکیبات مزوحفره، ژئولیت‌ها)

ترکیبات متخلخل نوین: چارچوب‌های فلز-آلی (MOFs) و چارچوب‌های آلی کوالانسی (COFs)

خواص، مشخصه‌یابی، و کاربرد نانومواد نوین در زمینه‌های مختلف

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

راهبرد تدریس به صورت ترکیبی از روش ارائه درس بصورت آموزش با استفاده وسایل کمک آموزشی توسط استاد درس و روش تعاملی مانند پرسش و پاسخ در کلاس درس است.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۰ الی ۴۰ درصد و آزمون پایان نیم‌سال ۶۰ الی ۱۰۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

کامپیوتر، پروژکتور، مایک وایت برد و تخته وایت برد

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱- مقالات مروری و تحقیقاتی مرتبط که در چند سال اخیر به چاپ رسیده است، برای آشنایی دانشجویان با خواص، روش‌های مشخصه‌یابی و کاربرد نانومواد معدنی در زمینه‌های مختلف،

۲- شیمی نانومواد با مقدمه‌ای بر علم و فناوری نانو- دکتر زهرا مهربان- انتشارات ناقوس،

۳- حذف کربن دی اکسید با نگرش جذبی و غشایی- حسین مولوی- اکبر شجاعی- سید عباس موسوی- انتشارات دانشگاه صنعتی شریف،

۴- پلیمرهای معدنی و آلی فلزی- دکتر محمدرضا حلواگر- انتشارات نوپردازان،

۵- کاربردهای چارچوب‌های فلز-آلی و معرفی برخی از آنها- چاپ دوم- دکتر علی مرسلی- انتشارات دانشگاه تربیت مدرس

[6] Feldheim, D.L.; Foss, C.A., *Metal Nanoparticles, Synthesis, Characterization and Application*, Marcel Dekker Inc. (2004),

[7] Stephanie Reich, Christian Thomsen, Janina Maultzsch, *Carbon Nanotubes*, Wiley VCH (2004),

[8] Yang, P., *The Chemistry of Nanostructured Materials*, World Scientific (2003),

[9] Jena, P.; Khanna, S.N.; Rao, B.K.; *Cluster and Nano-assemblies*, World Scientific (2005)

عنوان درس به فارسی: نانوتکنولوژی صنعتی			
عنوان درس به انگلیسی: Industrial Nanotechnology			
نوع درس و واحد			
نظری <input checked="" type="checkbox"/> پایه <input type="checkbox"/>	ندارد	دروس پیش نیاز:	
عملی <input type="checkbox"/> تخصصی <input type="checkbox"/>	ندارد	دروس هم نیاز:	
نظری-عملی <input type="checkbox"/> اختیاری <input checked="" type="checkbox"/>		۳	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>		۴۸	تعداد ساعت:

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف کلی: آشنایی با کاربردهای نانومواد در جامعه و صنعت در ایران و جهان

اهداف ویژه: آشنایی با محصولات طراحی و تولید شده با استفاده از نانو ساختارها و آشنایی دانشجویان با فرصت های تجاری سازی

نانوساختارها

(پ) مباحث یا سرفصل ها:

مقدمه ای بر نانوتکنولوژی در جامعه و صنعت

آشنایی با مراحل مختلف تصفیه آب و مروری بر کاربرد نانومواد در صنایع تصفیه آب و پساب (منعقد کننده ها . جاذب ها و...)

آشنایی با صنعت حفاری نفت و مروری بر کاربرد نانومواد در این صنعت (مواد کنترل کننده خوردگی، رئولوژی، ضد کف و...)

آشنایی با صنعت نساجی و مروری بر کاربرد نانومواد در این صنعت (پارچه های آنتی باکتریال . سوپر آب گریز و.....)

آشنایی با نانومواد مورد استفاده در ساخت سطوح خود تمیز شونده (به ویژه در صنایع ساختمان، خودرو و..)

آشنایی با کاربرد نانومواد در حوزه انرژی های سبز و تجدید پذیر (به ویژه پدیده فتوکاتالیست و سلول های خورشیدی)

آشنایی با روش های نوین تولید آب با استفاده از نانوتکنولوژی از منابع غیر متعارف (هوا، آب های شور و...)

آشنایی با نانوفیلتراسیون و کاربردهای آن در صنایع گاز و پتروشیمی و صنایع غذایی و....

آشنایی با کاربردهای نانوتکنولوژی در صنایع غذایی و به ویژه صنعت بسته بندی و بسته بندی های هوشمند

مروری بر برخی کاربردهای نانوتکنولوژی در حوزه تشخیص و درمان بیماری ها (دارورسانی، تصویربرداری و.....).

(ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

راهبرد تدریس به صورت ترکیبی از روش ارائه درس بصورت آموزش با استفاده وسایل کمک آموزشی توسط استاد درس و روش تعاملی مانند

پرسش و پاسخ در کلاس درس است.

(ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال ۱۰ الی ۴۰ درصد و آزمون پایان نیم سال ۶۰ الی ۱۰۰ درصد

(ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

کامپیوتر، پروژکتور، مازیک وایت برد و تخته وایت برد

(چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Hu, Anming, and Allen Apblett, eds. Nanotechnology for water treatment and purification. Switzerland: Springer International Publishing, 2014.
2. Elvin, G. "Building green with nanotechnology." In 2007 Cleantech Conference and Trade Show Cleantech 2007, pp. 167-170. CRC Press, 2019,
3. Poole, Colin F., Michael Cooke, and Ian D. Wilson. "Encyclopedia of Separation science." (2000),
3. Hajiabadi, Seyed Hasan, et al. "An overview on the significance of carbon-based nanomaterials in upstream oil and gas industry." Journal of Petroleum Science and Engineering 186 (2020): 106783.
4. Recent review papers about, nanotechnology at solar energy, food industries, filtration, textile, agriculture and the environment etc.

۵- اصول تصفیه آب - محمد چالکش امیری- انتشارات ارکان دانش، ۶- آشنایی با عملیات حفاری چاه های نفت و گاز- علیرضا رجبی هرسینی، محمد

سلیمانی- انتشارات پژوهشگاه صنعت نفت

عنوان درس به فارسی:		انگلیسی با اهداف دانشگاهی	
عنوان درس به انگلیسی:		English for Academic Purposes	
دروس پیش نیاز:	-	نوع درس و واحد پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>	
دروس هم نیاز:	-	تخصصی <input type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>	
تعداد واحد:	۲	اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>	
تعداد ساعت:	۳۲	رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف کلی: این دوره به گونه ای طراحی شده است که به دانشجویان کمک نماید با مهارت های زبانی لازم برای موفقیت تحصیلی و پیشرفت عالی در محیط های دانشگاهی آشنا گردد.

اهداف ویژه:

دوره زبان انگلیسی با اهداف دانشگاهی یک دوره فشرده، مدرن، حرفه ای و مهارتی است که می تواند به کیفیت مطالعات و تحقیقات دانشجویان، با تسهیل به کارگیری منابع انگلیسی زبان و ارتباطات بین المللی، کمک نماید؛ لذا گذراندن این درس در فصول قبل از آغاز تحقیقات توصیه می شود.

پ) مباحث یا سرفصل ها:

آشنایی با مهارت های پایه خواندن متون علمی

آشنایی با ساختار چکیده مقالات و پایان نامه-ها و تمرین نگارش آن

یادگیری چند صد واژه پر کاربرد در متون علمی و چند صد واژه از فهرست کلمات عمومی پر کاربرد

فراگیری اصول رایانامه نگاری و نگارش سه رایانامه مورد نیاز دانشگاهی

اصول کلی و تمرین سخنرانی علمی به زبان انگلیسی (شامل تمرین تلفظ صحیح واژه های تخصصی حوزه تحصیلی پژوهشی دانشجوی)

نگارش شرح حال علمی

(ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف: ارائه مطلب، گفتگو، تمرین مکتوب و شفاهی

(ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

(ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

یک بسته کمک آموزشی برای این کتاب تهیه شده است که حاوی فیلم های آموزشی، فلش کارت، چند نمونه شرح حال و سوابق تحصیلی می باشد.

(چ) فهرست منابع پیشنهادی:

کتاب انگلیسی با اهداف دانشگاهی، که این کتاب توسط گروه آموزشی زبان های خارجی دانشگاه جهت تدریس به دانشجویان مقطع کارشناسی ارشد تدوین و تالیف شده است.