بسمه تعالی

برنامه دورهٔ دکتری نانوفناوری
دانشگاه صنعتی شریف

مجری: پژوهشکده علوم و فناوری نانو
دانشگاه صنعتی شریف

فروردین ۱۳۹۶

فهرست مطالب:

فصل ۱

نحوه اجرای دوره دکتری علوم و فناوری نانو

فصل ۲

جداول دروس

فصل ۳

جزئیات و سرفصل دروس

پیوست ۱: فهرست اساتید همکار

پیوست۲: جدول دروس اجباری، جبرانی و اختیاری

فصل اول
نحوه اجرای دوره دکتری نانوفناوری

۱-۱) مقدمه:

فناوری نانو به عنوان فناوری کلیدی قرن بیست و یکم از اولویت های مدون در برنامه های کشور است. هدف از علوم و فناوری نانو درک خواص و ساخت انواع مواد، ساختارها و افزارها در حد مقیاس نانومتری است. این مواد و ساختارها می توانند خواصی کاملا متفاوت از توده مواد و ساختارهای بزرگتر داشته باشند. از اینرو عرصه وسیعی از سئوالات علمی و کاربردهای جدید پیش روی محققین گشوده شده است. علوم و فناوری نانو یک حوزه **بین رشته ای** و گسترده است که تکیه بر دستاوردهای علمی در حوزه های علوم پایه، مهندسی و زیستی دارد. امروزه درک پدیده های کوانتومی برای طراحی و ساخت قطعات الکترونیکی و ضبط اطلاعات ضروری است. همچنین استفاده بهینه از مواد مختلف و فرآوری های مدرن بدون توجه به درک خواص فیزیکی و شیمیائی برهمکنشهای اتمی و مولکولی امکان پذیر نیست. از طرف دیگر بدون طراحی و ساخت ابزارهای پیچیده با قدرت شناسائی و تفکیک در مقیاس نانوئی ورود به این عرصه غیر ممکن می شود. شبیه سازی نیز به عنوان یک ابزار پیشرفته شناسائی و دستکاری خوشه ها و سیستم های نانومتری نیاز به درک برهم کنش ها و روشهای تقریبی توانمندتری دارد. بنابراین ورود و فعالیت در این عرصه نیاز به پشتوانه های علمی وسیعی دارد. لذا دانشگاه ها و مراکز علمی در جهان از پیشقراولان این عرصه برای درک بهتر و استفاده از این فناوری برای ارتقای سطح زندگی بشر هستند.

آمارهای منتشره نشان می دهد که دانشگاه صنعتی شریف با دارا بودن امکانات مناسبی از نظر نیروی انسانی و تجهیزات پیشرفته در این حوزه مقام اول از نظر انتشارات و فعالیت های آکادمیک در کشور را داشته است. برخی از حوزه های فعالیت اساتید این دانشگاه در دانشکده های فیزیک، مهندسی و علم مواد، شیمی، مهندسی شیمی، مهندسی برق ، عمران و مکانیک عبارتند از:

۱: ساخت انواع لایه های نازک فلزی، آلیاژی، نیمه هادی و عایق با ضخامت های نانومتری برای مصارف اپتیکی، الکتریکی و مکانیکی

۲: ساخت و بررسی خواص پودرهای نانومتری فلزی و دی الکتریک

۳: مطالعه و ساخت انواع نانوکامپوزیتها

۴: شبیه سازی فرایند ها و ساختارهای نانو

۵: فیزیک و شیمی سطوح و فصل مشترک ها در ابعاد نانو و اتمی

۶: نانوکاتالیست ها

۷: ساخت نانوساختارهای سیلیکنی و آلومینا برای مصارف مختلف حسگری، صافی و پایه برای ساخت نانوسیم ها

۸: ساخت نانوسیم های چند لایه ای آلیاژی

۹: بررسی ترکها و نقائص در ابعاد نانومتری

۱۰: محاسبات خواص نانو لوله ها و نقاط کوانتمی

در زمینه پژوهش هم تعداد قابل توجهی طرح مستقل و نیز سفارشی از مراکز پژوهشی و صنعتی انجام گرفته است. این مجموعه توانمندی ها در کنار سیاست های ملی مدون در رابطه با فناوری های جدید و تأمین نیروی انسانی متخصص موجب گردید این دانشگاه در سال ۱۳۸۳ تأسیس **پژوهشکده علوم و فناوری نانو** را در برنامه قرار دهد که مورد موافقت وزارت علوم قرار گرفت. در پی آن **پژوهشکده علوم و فناوری نانو** جهت ارائه دوره تحصیلات تکمیلی اعلام آمادگی نمود که درخواست ارائه دوره دکتری در مهرماه ۱۳۸۳ مورد موافقت شورای گسترش قرار گرفت و از دانشگاه خواسته شده است که برنامه اجرائی دوره را ارائه دهد. پس از آن **پژوهشکده علوم و فناوری نانو** با همکاری جمعی از اساتید فعال نانو در دانشگاه با تشکیل جلسات متعدد و بهره گیری از تجارب جهانی و داخل کشور برنامه حاضر را تدوین نموده که مورد موافقت شورای تحصیلات تکمیلی دانشگاه، شورای دانشگاه و هیات رئیسه دانشگاه صنعتی شریف قرار دارد. در این دوره تاکنون با پذیرش دوازده دوره دانشجوی دوره دکتری، ۴۲ دانشجو دکتری نانوفناوری با موفقیت فارغ التحصیل شدند.

۱-۲) اهداف کلی آموزشی دوره

الف: تلاش در جهت آموزش و فراگیری دانش نانو در سطح جهانی وگسترش مرزهای دانش در زمینه:

- سنتز مواد، ساخت نانو ساختارها، قطعات و ابزارهای نانو و مرتبط با نانو
- مشخصه یابی و اندازه گیری خواص
- تحلیل، طراحی، ساخت و شبیه سازی نانو مواد و سیستم های نانو

ب: تربیت نیروی انسانی مستعد و کارآمد در جهت استفاده از دانش نانو در بخشهای تحقیقاتی، صنعتی و اقتصادی کشور

ج: ارتباط علمی با مراکز علمی ملی و بین المللی مرتبط

۱-۳) ویژگی های دوره

در تدوین این برنامه ویژگی های ذیل در نظر گرفته شده است:

الف: توجه به ماهیت بین رشته ای

لازم است با توجه به ماهیت بین رشته ای و برای پیشبرد آن محققانی که دارای توانایی های بین رشته ای هستند آموزش داده شوند.

ب: تأکید بر استفاده از تمامی پتانسیل دانشگاه

در شروع تاکید بر پتانسیل داخل دانشگاه اعم از نیروی انسانی و تجهیزات شده است ولی در ادامه از تعامل با مراکز پژوهشی کشور و امکانات خارج از کشور استفاده خواهد شد به گونه ای که فعالیت قابل توسعه به شاخه های مختلف علوم و فناوری باشد.

ج: تلفیق آموزش و پژوهش و توجه به کاربرد

برنامه باید دیسیپلین بین رشته ای را آموزش دهد و فارغ التحصیلان این دوره اشراف کافی به یک زمینه علمی در این حوزه را داشته باشند. علاوه بر آن با ایجاد فضای مناسب تماس های علمی بین دانشجویان و اساتید افزایش می یابد تا آمادگی انجام فعالیت های گروهی ایجاد گردد. انجام پژوهشها نه تنها منجر به ارائه نوآوری در سطح جهانی است بلکه بخشی از این فعالیت ها در جهت انجام طرح های مرتبط با نیازهای کشور خواهد بود.

د: آغاز فعالیت با دوره دارای بازدهی بیشتر

با توجه به این اعتقاد که لازمه دوره با کیفیت نانو ورودیهای متخصص در یک زمینه مرتبط (دارای کارشناسی ارشد) است، در مرحلهٔ اول دورهٔ دکتری برگزار گردید. در ادامه در صورت نیاز، دورهٔ کارشناسی ارشد نیز برگزار خواهد شد.

ه: امکان ورود کلیه فارغ التحصیلان

دانشجویان با مدرک کارشناسی ارشد فیزیک، شیمی و رشته های مهندسی می توانند به دورهٔ دکتری نانوفناوری راه یابند.

و: تعدد گرایشها و امکان توسعه

گرایش های رسمی با تشکیل گروه های تحقیقاتی و تمایل آنها شکل می گیرند. مبنای پیشنهاد گرایش ها تشکیل یک گروه فعال با تعداد کافی و توانایی آنها در ارائهٔ دروس آن گرایش است. از نظر آموزشی گرایش دانشجویان با دروس گرایشی که می گذرانند و با موضوع پروژه مشخص می شود. فارغ التحصیلان با عنوان «**دکتری نانوفناوری**» فارغ التحصیل می شوند و با توجه به سیاست دانشگاه نام **گرایش** در مدرک آنها ذکر نخواهد شد ولی بر روی پایان نامه مندرج می شود.

در حال حاضر گرایش های نانوفیزیک، نانومواد، نانومحاسباتی و نانو الکترونیک دارای ویژگی های فوق می باشند که سیلابس دروس آن ها در ادامه آمده است. بدیهی است در صورت نیاز دیگر گرایش ها نیز با تدوین دروس و طی مراحل مربوطه شکل خواهد گرفت.

ز: نقش و توان فارغ التحصیلان و مشاغل قابل احراز:

برنامه به گونه ای تدوین شده است که فارغ التحصیلان این دوره بتوانند این فناوری را در کشور توسعه و نهادینه کنند. بنا بر این امید است آنان علاوه بر مشاغل متعارف سایر فارغ التحصیلان که تدریس و پژوهش است در بخش های صنعت و سیاست گذاری فناوری هم مشارکت فعال داشته باشند.

ح: تجهیزات و امکانات موجود در پژوهشکده:

تجهیزات متعددی در پژوهشکده و دانشگاه موجود است که مورد استفاده فعالیتهای مرتبط با نانوفناوری قرار می گیرد از جمله:

۱: میکروسکوپ مرکب روبشی تونلی و نیروی اتمی STM ,AFM

۲: دستگاه SAXS

۳: دستگاه های آنالیز طیف نگاری الکترونی اوژه AES

۴: اسپکتروفوتومتر مرئی- مادون قرمز IR و UV-Vis

۵: انواع دستگاه های لایه نشانی PVD, RF, DC Sputtering

۶: دستگاه ICP

۷: دستگاه XRF، دستگاه XRD

۸: آزمایشگاه نانوبیوفناوری

۹: خوشه رایانه ای جهت انجام محاسبات در مقیاس نانو

علاوه بر آن تعداد قابل توجه کتب و مجلات در کتابخانه های دانشگاه موجود است و همچنین مجلات از طریق سایت کتابخانه مرکزی دانشگاه قابل دسترسی است. پژوهشکده علوم و فناوری نانو در چند سال گذشته توانسته است آزمایشگاههای سنتز نانومواد، آنالیز نانوساختارها و نانومحاسباتی را ایجاد کند. البته تعداد قابل توجهی آزمایشگاه دیگر نیز طراحی و در مرحله تجهیز قرار دارد که متناسب با این امکانات فعالیتها گسترش خواهد یافت.

۱-۴) شرایط ورود و گزینش دانشجو:

شرایط ورود و گزینش مطابق مقررات و آئین نامه های آموزشی و پژوهشی دوره های دکتری دانشگاه صنعتی شریف بوده و مطابق آیین نامه اعلامی موارد ذیل در نظر گرفته می شود:

الف- دارا بودن مدرک کارشناسی ارشد در رشته های علوم پایه و فنی مهندسی

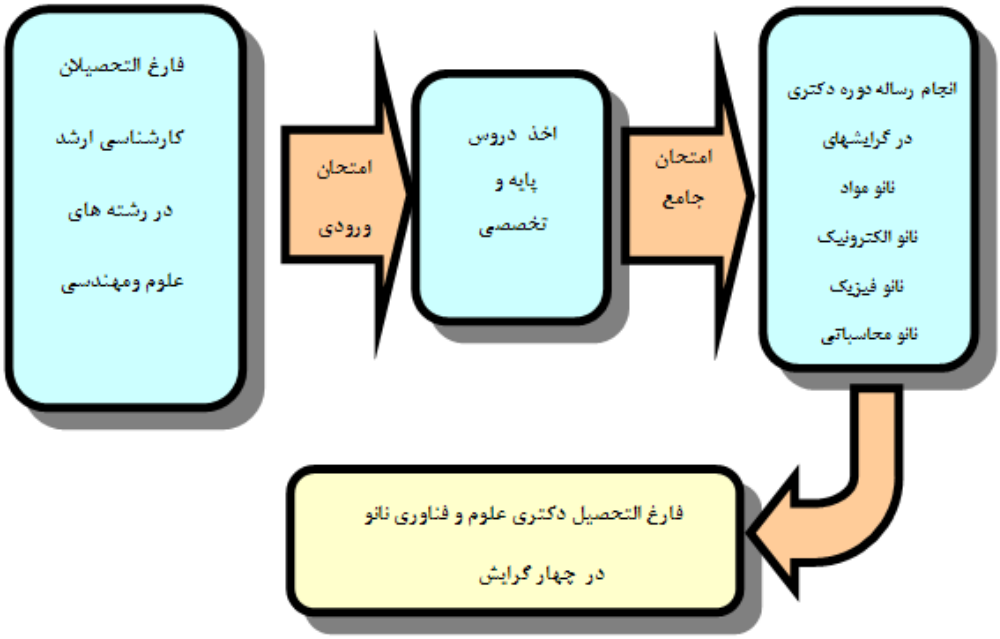
ب- قبولی در امتحانات کتبی و شفاهی

ج- تسلط کافی به زبان انگلیسی

تبصره ۱: دانشجویانی که شرایط آئین نامه استعداد های درخشان مصوب دانشگاه را دارا مـی باشـند پـس از بررسی و تائید می توانند فقط در مصاحبه علمی شرکت کنند.
تبصره ۲: متقاضیانی که در زمان برگزاری امتحانات دانشجوی دوره کارشناسی ارشد هسـتند بایـد در زمـان ثبت نام فارغ التحصیل شده باشند.
تبصره ۳: در پذیرش دانشجو به کارنامه، سوابق فعالیت های پژوهشی و توصیه نامـه هـا توجـه خواهـد شـد. پذیرش و تائید صلاحیت علمی به عهده شورای پژوهشکده علوم و فناوری نانو است.

۱-۵) طول دوره و شکل نظام:

طول دوره مطابق مقررات دانشگاه و شـامل دو دوره آموزشـی و پژوهشـی اسـت و در شـکل ۱ بـه صـورت شماتیک نشان داده شده است.



شکل ۱) روال پذیرش و دوره دکتری علوم و فناوری نانو

الف: برنامهٔ آموزشی:

برنامهٔ آموزشی شامل گذراندن دروس عمومی و اختصاصی به تعداد ۲۰ واحد می باشد. علاوه بر آن دانشجو موظف است در تماس با افراد و گروه های پژوهشی مرتبط با پژوهشکده علوم و فناوری در انتهای سـال اول

استاد راهنمای پایان نامه خود را انتخاب و در امتحان جامع از کلیات پایان نامه دفاع کند. ایـن درس هـا بـه صورت زیر می باشد:

– **دروس جبرانی** : باتوجه به پیش زمینهٔ دانشجویان ملزم به گذراندن دروس جبرانی از صفر تا شش واحد با تشخیص پژوهشکده و مطابق مقررات دانشگاه می باشند.

– **دروس اجباری**: دروس اجباری برای تمام دانشجویان گرایشـهای مختلـف نـانو فنـاوری اجبـاری بـوده و مقدمات آشنایی دانشجویان را با عرصه های مختلف نانو فناوری فراهم مـی نماینـد. جمـع واحـدهای دروس اجباری ۱۳ واحد می باشد که در فصل ۲ آمده است.

– **دروس اختیاری:** دروس اختصاصی بستگی به گرایش انتخابی دانشجویان داشته و در گرایشهایی ارائه می گردند که گروه پژوهشی آنها در پژوهشکده نانو فعال باشند. جمع واحدهای دروس اختیاری ۷ واحد می باشد که دو درس آن باید از جدول دروس اختیاری پژوهشکده اخذ گردد.

ب: مرحله پژوهشی و تدوین پایان نامه

– امتحان جامع:

امتحان جامع پس از گذراندن دروس عمومی و کسب ۱۵ واحد درسی به صورت کتبی و شـفاهی برگـزار می شود. جزئیات و شرایط برگـزاری و قبـولی مطـابق دسـتورالعمل هـای مصـوب دانشـگاه و وزارت علـوم، تحقیقات و فناوری است.

– تدوین پایان نامه:

پیشنهاد پروژه با راهنمائی و همکاری اساتید راهنما و مشاور تهیه مـی شـود. پـس از تاییـد اسـتاد راهنمـا توسط ایشان به کمیته های مربوطه ارائه می شود. دانشجو پس از قبولی در امتحان جامع حداکثر تا انتهـای نیمسال سوم تحصیلی باید از پیشنهاد پروژه پژوهشی خـود در حضـور کمیتـه دفـاع کنـد. در صـورت عـدم تصویب و یا نیاز به تصحیحات حداکثر یک نیمسال با رعایت سقف زمانی کل دوره بـه دانشـجو فرصـت داده می شود. دانشجو برای پروژه دکتری در مجموع به میزان ۲۲ واحد ثبت نام می نماید.

دیگر مقررات این مرحله مطابق آئین نامه تحصیلات تکمیلی دانشگاه است که جزئیات آن در سایت مربوطـه (eduvp.sharif.ir) منعکس شده است.

فصل دوم

جداول دروس

۲-۱) دروس جبرانی

این دروس با توجه به پیش زمینه دانشجو از سوی پژوهشکده به عنوان درس جبرانی لحاظ می گردد:

ردیف	نام درس	تعداد واحد	پیشنیاز
۱	فیزیک کوانتوم	۳	
۲	مبانی شیمی در نانو فناوری	۳	

۲-۲) دروس اجباری

برای دانشجویان کلیه گرایشها دروس اجباری مطابق جدول ذیل در نظر گرفته می شود:

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	دروس پیشنیاز و هم نیاز
۱	نانو تکنولوژی ۱	۲	فیزیک کوانتوم
۲	نانو تکنولوژی ۲	۲	نانو تکنولوژی ۱
۳	روشهای نانو محاسباتی پایه	۳	
۴	سمینار عمومی	۱	
۵	سمینار تخصصی	۱	
۶	روشهای شناسائی نانو مواد (۱)	۲	
۷	روشهای شناسائی نانو مواد (۲)	۲	
۸	شیمی نانو مواد	۳	

۲-۳) دروس اختیاری

دروس اختصاصی که تاکنون در گرایش های موجود تدریس شده عبارتند از:

ردیف	نام درس	تعداد واحد	پیشنیاز	پیشنهادی برای گرایش
۱	مباحث نوین در نانو الکترونیک	۲	نانو تکنولوژی ۱	نانو الکترونیک
۲	مباحث نوین در نانو فیزیک	۲	نانو تکنولوژی ۱	نانوفیزیک
۳	نانو ذرات کلوئیدی	۳	نانو تکنولوژی ۱	نانومواد
۴	مباحث نوین در نانو مواد	۲	نانو تکنولوژی ۱	نانومواد
۵	مباحث نوین در نانو محاسبات	۲	نانو تکنولوژی ۱	نانومحاسباتی
۶	روش های ساخت نانو مواد	۳	نانوتکنولوژی ۱	نانوفیزیک- نانومواد
۷	لایه های نازک پیشرفته	۳	نانوتکنولوژی ۱	نانوفیزیک- نانومواد
۸	نانو شیمی	۳		نانومواد
۹	رهایش نانو داروها	۲	شیمی نانو مواد	نانومواد
۱۰	سیستم های نانو الکترومکانیک	۳	نانوتکنولوژی ۱	نانو الکترونیک- نانومحاسباتی
۱۱	علوم و مهندسی سطح	۳	نانوتکنولوژی ۱	نانوفیزیک
۱۲	نانو سرامیک ها	۲	نانوتکنولوژی ۱	نانومواد
۱۳	نانو کامپوزیتها	۲	نانوتکنولوژی ۱	نانومواد
۱۴	مدل سازی چند مقیاسی	۳		نانومحاسباتی
۱۵	سلول های خورشیدی ۱	۳		

۱۶	سلول های خورشیدی ۲	۳		
۱۷	آزمایشگاه نانو	۲	نانو تکنولوژی ۱ و۲و روشهای شناسایی نانو مواد ۱و۲	

جزئیات دروس اختیاری فوق در فصل ۳ ارائه گردیده است. علاوه بر دروس فوق دانشجو می تواند با تأیید استاد راهنما و پژوهشکده از دروس مرتبط با پایان نامه که در سایر دانشکده ها تدریس می شود اخذ نماید.
علاوه بر دروس فوق تدریس دروس ذیل نیز در برنامه قرار داشته و در آینده ارائه خواهد شد:

ردیف	نام درس	تعداد واحد	پیشنیاز	پیشنهادی برای گرایش
۱	نانو ترمودینامیک	۳	نانوتکنولوژی ۱	نانومحاسباتی- نانوفیزیک- نانومواد
۲	ساختار الکترونی و ترابرد	۳	نانوتکنولوژی ۱	نانومحاسباتی- نانوفیزیک
۳	نانو الکترونیک	۳	نانوتکنولوژی ۱	نانو الکترونیک
۴	نانو فوتونیک	۳	نانوتکنولوژی ۱	نانو الکترونیک
۵	ادوات جدید الکترونیک و فوتونیک	۳	نانوتکنولوژی ۱	نانو الکترونیک
۶	ساخت قطعات نانومتری	۳		نانو الکترونیک
۷	مکانیزم های شیمیایی پوششدهی نانو ساختارها	۳		نانومواد
۸	کریستالوگرافی و ساختار شناسی مواد نانو متری	۲	نانوتکنولوژی ۱	نانومواد
۹	خواص مکانیکی، شکست، تغییر فرم و مکانیزم های مقاوم سازی نانو مواد	۳		نانومواد
۱۰	فرآیندهای سطح پیشرفته	۲		نانوفیزیک ، نانومواد
۱۱	شیمی نانومواد	۳		نانومواد

فصل ۳

جزئیات و سرفصل دروس

در این فصل جزئیات دروس اشاره شده در فصل ۲ به ترتیب ذیل ارائه گردیده است:

۱. نانو تکنولوژی ۱

۲. نانو تکنولوژی ۲

۳. مبانی شیمی در نانو فناوری

۴. فیزیک کوانتوم

۵. روشهای شناسائی نانو مواد (۱)

۶. روشهای شناسائی نانو مواد (۲)

۷. شیمی نانومواد

۸. روشهای نانو محاسباتی پایه

۹. روشهای ساخت نانو مواد

۱۰. مکانیک نانوساختارها

۱۱. لایه های نازک پیشرفته

۱۲. علوم و مهندسی سطح

۱۳ . مکانیزم و فرآیندهای رسوب دهی پوشش های نانو

۱٤ . نانوکامپوزیتها

۱٥ . خواص مکانیکی, تغییر فرم و مکانیزمهای استحکام بخشی مواد نانو

۱٦ . نانو سرامیک

۱۷ . مدل سازی چند مقیاسی

۱۸ . نانوشیمی

۱۹. سیستمهای نانو الکترومکانیک

۲۰. رهایش نانو داروها

۲۱. ساخت قطعات نانومتری

۲۲. فرایندهای سطح در جامدات

۲۳. مقدمه ای بر ترمودینامیک و سینتیک

۲۴. نانو ترمودینامیک

۲۵. نانو ذرات کلوئیدی

۲۶. نانو فوتونیک

۲۷. سمینار عمومی/ تخصصی

۲۸. سلول خورشیدی نانوساختار۱

۲۹. سلول خورشیدی نانوساختار۲

۳۰. آزمایشگاه نانو

شایان ذکر است که دروسی که تحت عنوان مباحث نوین ارائه گردیده (مباحث نوین در نانو الکترونیک، مباحث نوین در نانو فیزیک، مباحث نوین در نانو مواد و مباحث نوین در نانو محاسبات) بر مبنای آخرین تحولات هر یک از این حوزه ها برای چهار گرایش از سوی اساتید ارائه می شود. در نتیجه فاقد سیلابس بوده و بیشتر بر مبنای مقالات جدید ، آخرین تحولات هر یک از این حوزه ها بررسی شده و طی آن توانمندی و اشراف دانشجویان بر آخرین تحولات جهانی افزایش می یابد. همچنین در سمینار عمومی و تخصصی دانشجو با تمرکز بر یک موضوع و ارائه دستاوردهای مطالعاتی خود برای مرحله پژوهشی آماده می شود.

عنوان درس: نانو تکنولوژی ۱

عنوان درس انگلیسی : Nanotechnology ۱

تعداد واحد: ۲ واحد

نوع درس: نظری

پیش نیاز: ---

سطح: دکتری

شماره درس: ۴۸۰۰۳

اهداف و محتوای درس: درس نانوتکنولوژی ۱ و ۲ از دروس عمومی دورهٔ دکتری نانو هستند و جهت آشنا ساختن دانشجویان با شاخه های مختلف نانو تکنولوژی طراحی شده اند. این دروس به گونه ای تنظیم شده اند که دانشجویان با ابعاد مختلفی از نانو تکنولوژی که امروزه مطرح هستند، چه از بعد پدیده شناسی و چه علوم حاکم بر آنها، آشنا شده و در مورد مواد و ساختار های نانومتری و نیز مشاهده و مطالعه این ساختار ها اطلاعات کلی بدست آورند. گذراندن این درس علی الاصول دانشجویان را قادر خواهد ساخت که موضوع تحقیقات خود را مشخص کنند و کار تحقیقاتی در زمینه نانوتکنولوژی را شروع نمایند.

دو ویژگی مهم نانو تکنولوژی جوان بودن و بین رشته ای بودن آن است. دانش امروز نانو تکنولوژی بیشتر شامل نتایج تحقیقاتی است که غالبا طبیعت ماجرا جویی دارند و توسط افرادی از رشته های مختلف صورت گرفته اند. هنوز حجم این دانش در مرحله ای نیست که بتوان آن را به صورت طبقه بندی شده و کامل در کتاب ها یافت. محتوای این درس، متناسب با این ویژگی نانو تکنولوژی تنظیم شده است. در قسمت اول درس مقدماتی از علوم نانو مطرح می شود و تصویری از مواد مختلف با ساختار نانو ارائه می گردد و در مورد روش های مشاهده و شناسایی نانو ساختارها به اختصار بحث خواهد شد. قسمت های بعدی

درس، شامل معرفی و مطالعه پدیده های مختلفی است که در ابعاد ریز رخ می دهند. این مطالعات تحت عنوان نانو تکنولوژی در اپتو الکترونیک، الکترونیک، کاتالسیت ها و مواد مغناطیسی و نانو بیوتکنولوژی مطرح شده و طیف وسیعی از خواص نوری، الکتریکی، مکانیکی، شیمیایی، ترابرد و مغناطیسی را شامل می شوند. در کنار معرفی بعضی از پدیده ها ، فیزیک و فرآیند آنها نیز مورد بررسی قرار گرفته و کاربرد های آنها نیز مطرح می شوند. در درس نانو تکنولوژی ۱ به خواص اپتوالکترونیکی نانومواد که پایه ای تر هستند پرداخته خواهد شد. به دلیل اهمیتی که اخیراً ساختار های نانو متری کربنی پیدا کرده اند، یک فصل جداگانه به فولرین ها و نانو تیوب ها و گرافن اختصاص یافته است.

منابع علمی پیشنهادی: کتاب مناسبی که تمام مطالب لازم را به صورت قابل استفاده در تدریس بپوشاند وجود ندارد. مطالب درس از کتاب ها و مقالات مختلف جمع آوری و ارائه خواهند شد. بعضی کتب مورد استفاده عبارتند از:

۱. B. Rogers, S. Pennathur, J. Adams, *Nanotechnology: Understanding Small Systems*, CRC Press, ۲۰۰۸.

۲. G. Ozin, A. Arsenault, *Nanotechnology: A Chemical Approach to Nanomaterials*, Royal Society of Chemistry, ۲۰۰۵.

۳. G. Timp, *Nanotechnology*, Springer, ۱۹۹۹.

۴. J. H. Davies, A. R. Long, *Physics of Nanostructures*, IOP, ۱۹۹۲.

۵. A. S. Edelstein, *Nanomaterials: Synthesis, Properties and Applications*, IOP, ۱۹۹۶.

۶. J. H. Fendler, *Nanoparticles and Nanostructured Films*, Wiley-VCH, ۱۹۹۸.

۷. N. Garcia, *Nanoscale Science and Technology*, Kluwer, ۱۹۹۸.

سرفصل درس:

۱- مقدمه ای بر نانو تکنولوژی و نانو مواد

- معرفی حوزۀ نانوتکنولوژی
- مقیاس بندی (scaling) در نانو
- تلاقی فیزیک حالت جامد با نانو
- معرفی نانوتکنولوژی مولکولی به عنوان یکی از انگیزه های اولیه نانو
- غشاء اثر اندازه روی کنترل خواص مواد نانو
- روش های ساخت نانومواد (پایین به بالا و بالا به پایین)
- گروه بندی نانو مواد بر حسب کاربرد
- نانو مواد فلزی
- نانو مواد سرامیکی
- نانو مواد پلیمری
- نانو مواد زیستی

۲- فولرین، نانو تیوب و گرافن

- خواص فولرین ها و روش های ساخت آنها
- نانو تیوب ها: انواع نانو تیوب
- روش های ساخت و کاربردها
- گرافن : خواص ، روش های ساخت و کاربردها

۳ - خواص اپتوالکترونیکی نانو مواد

- نیمه هادی های مطرح در اپتوالکترونیک
- گاز الکترونی دو بعدی
- چاهها، سیم ها و نقاط کوانتومی
- لیزر های های چاه کوانتومی
- ساختار های نانومتری و خواص اپتیکی غیر خطی
- سیلیکون- اپتو الکترونیک
- نانو تکنولوژی در نمایشگرها

۴-مکانیک نانو مواد و نانو سیالها

عنوان درس: نانو تکنولوژی ۲

عنوان درس انگلیسی :۲ Nanotechnology

تعداد واحد: ۲ واحد

نوع درس: نظری

پیش نیاز: نانو تکنولوژی ۱

سطح: دکتری

شماره درس: ۴۸۰۰۴

اهداف و محتوای درس: در نانوتکنولوژی ۲ حوزه های دیگر نانو تکنولوژی معرفی خواهند شد. این قسمت ها شامل معرفی و مطالعه کاربرد های نانو تکنولوژی درحوزه های الکترونیک، کاتالیست ها و مواد مغناطیسی و نانو بیوتکنولوژی مطرح شده و طیف وسیعی ازپدیده های الکتریکی، شیمیایی، ترابرد، مغناطیسی و زیستی را شامل می شوند. در کنار معرفی بعضی از پدیده ها، فیزیک و فرایند آنها نیز مورد بررسی قرار گرفته و کاربرد های آنها نیز مطرح می شوند.

منابع علمی پیشنهادی: کتاب مناسبی که تمام مطالب لازم را به صورت قابل استفاده در تدریس بپوشاند وجود ندارد. مطالب درس از کتاب ها و مقالات مختلف جمع آوری و ارائه خواهند شد. بعضی کتب مورد استفاده عبارتند از:

۱. G. Timp, *Nanotechnology*, Springer, ۱۹۹۹.

۲. J. H. Davies, A. R. Long, *Physics of Nanostructures*, IOP, ۱۹۹۲.

۳. S. Oda, D. Ferry, *Silicon Nano-Electronics*, CRC Press, ۲۰۰۶.

۴. S. Datta, *Quantum Transport: Atom to Transistor*, Cambridge University Press, ۲۰۰۵.

۵. A. S. Edelstein, *Nanomaterials: Synthesis, Properties and Applications*, IOP, ۱۹۹۶.

۶. J. H. Fendler, *Nanoparticles and Nanostructured Films*, Wiley-VCH, ۱۹۹۸.

۷. N. Garcia, *Nanoscale Science and Technology*, Kluwer, ۱۹۹۸.

سرفصل درس:

۱- سیستم های دو بعدی لایه های نازک

- مبانی و انواع
- کاتالیست های نانو متری
- فوتو کاتالیست ها
- الکتروکاتالیست ها

۲- نانو الکترونیک و خواص ترابری مواد نانومتری

- اثرات ابعاد در خواص الکترونیکی و محدودیتهای آن
- مینیاتوری شدن به طرف ابعاد نانومتری
- ترابری در ساختار های نانومتری، ترانزیستور تک الکترونی
- نانو لیتوگرافی
- فناوریهای رقیب: فوتونیک و بیونیک
- خواص مکانیکی نانو مواد
- میکرو و نانو الکترو مکانیک MEMS/NEMS

۳- خواص مغناطیسی در ابعاد نانومتری

- ساخت نانو مگنت ها
- خواص فیزیکی نانو مگنت ها
- چند لایه ای های مغناطیسی
- اسپین ترونیک

۴- نانو بیو تکنولوژی و نانو پزشکی

- معرفی
- لایه های خود آرا (self assembled)
- کاربرد های خاص از قبیل نانو بیوسنسور
- مواد زیست تقلید(Bio-mimemtic)

عنوان درس: مبانی شیمی در نانو فناوری

عنوان درس انگلیسی : Introduction to Nanochemistry

تعداد واحد :۳ واحد

نوع درس : جبرانی - نظری

پیشنیاز :---

سطح : دکتری

شماره درس: ۴۸۰۳۳

منابع علمی پیشنهادی:

۱. D. A. Mcquarrie, *Quantum Chemistry*, University Science Books, ۲۰۰۸.
۲. J. P. Lowe, K. A. Peterson, *Quantum Chemistry*, Academic Press, ۲۰۰٦.
۳. A. F. Carley, Meirion Wynn Roberts, Philip R. Davies, Graham J. Hutchings, Michael S. Spencer , *Surface Chemistry And Catalysis*, Springer, ۲۰۰۲.
٤. Erbil , *Surface Chemistry Of Solid And Liquid Interfaces*, Wiley-Blackwell, ۲۰۰٦.
۵. V. Balzani, A. De Mejere, K. N. Houk, H. Kessler, J. –M. Lehn, S. V. Ley, S. L. Schreiber, J. Thiem, B. M. Trost, F. Vogtle, H. Yamamoto, *Topics In Current Chemistry: STM And AFM Studies On (Bio)Molecular Systems*, Springer-Verlag, ۲۰۰۸.
۶. A.Vaseashta, I. N. Mihailescu, *Functionalized Materials, Devices and Systems*, Springer-Verlag, ۲۰۰۸.

سرفصل درس:

۱- مروری بر شیمی کوانتوم

۲- ساختار خواص شیمایی اتم ها

۳- ساختار وخواص پیوندهای شیمیایی در مولکول ها

۴- مبانی ترمودینامیک شیمیائی (پتانسیل شیمیایی و تعادل)

۵- مبانی سینتیک شیمیایی

۶- جذب فیزیکی و شیمیایی روی سطوح جامد

۷- نگرش سینتیکی بر فرآیندهای کاتالیتیکی ناهمگن

۸- شیمی سطح و حالت جامد : خواص و ساختار پیوند

۹- شیمی سطح و حالت جامد: نقصهای ساختاری

۱۰- سطوح نیمه هادیها

۱۱- جنبه های مولکولی جذب و کاتالیز

۱۲- جامدات متخلخل و ساختار و فراکتال

۱۳- فتوکاتالیز و فرآیندهای فوتوالکترونی

۱۴- رشد و اپی تاکسی

۱۵- نگرش کلی بر روشهای شیمی سطح

عنوان درس: فیزیک کوانتوم

عنوان درس انگلیسی: Quantum Physics

تعداد واحد: ۳ واحد

نوع درس : جبرانی نظری

پیشنیاز: ---

سطح: دکتری

شماره درس : ۴۸۰۳۱

منابع علمی پیشنهادی:

۱. J. R. Gribbin, *Quantum Physics*, DK, ۲۰۰۲.
۲. F. Scheck, *Quantum physics*, Springer, ۲۰۰۷.

سرفصل درس:

۱. ویژگی‌های توصیف کلاسیک و فیزیک نیوتونی
۲. مقدمات دیدمان کوانتومی
۳. معادله‌ی وابسته به زمان شرودینگر، حالت‌های مانا و معادله‌ی مستقل از زمان
۴. تفسیر تابع موج کوانتومی، تعریف احتمال و مقادیر چشمداشتی
۵. ذره در جعبه‌ی یک بعدی و سه بعدی و طیف انرژی انتقالی
۶. جبر عملگرها
۷. نوسانگر هماهنگ و طیف انرژی ارتعاشی

۸. جریان احتمال و معادله‌ی شار احتمال

۹. سد پتانسیل در دو حالت با انرژی بیشتر و کمتر از سد

۱۰.تونل‌زنی کوانتومی

۱۱.عملگر پاریته

۱۲.روابط عدم قطعیت

۱۳.سیستم‌های دو ذره‌ای، معادله‌ی شعاعی و تکانه‌ی زاویه‌ای

۱۴.چرخنده‌ی صلب و طیف انرژی چرخشی

۱۵.اتم هیدروژن و طیف انرژی الکترونی

۱۶.چاه پتانسیل کروی متناهی و حل تحلیلی معادله‌ی شرودینگر

۱۷.چاه پتانسیل کروی نامتناهی و حل تحلیلی معادله‌ی شرودینگر

۱۸.ذرات همانند و سیستم‌های چند ذره‌ای

۱۹.اسپین در سیستم‌های تک ذره‌ای

۲۰.اسپین در سیستم‌های دو ذره‌ای، اتم هلیوم

۲۱.مقدمه‌ای بر دیدمان اختلال مستقل از زمان

۲۲. بررسی اختلال مرتبه یک و دو در سیستم‌های ساده

عنوان درس: روشهای شناسائی نانو مواد (۱)

عنوان درس انگلیسی: Characterization Methods of Nanomaterials (۱)

تعداد واحد: ۲ واحد

نوع درس : نظری

پیشنیاز : ---

سطح: دکتری

شماره درس : ۴۸۱۱۴

منابع علمی پیشنهادی:

۱) Y. Leng, *Materilas Characterization: Introduction to Microscopic and Spectroscopic Methods*, JohnWiley & Sons Ltd, Singapore, ۲۰۰۸.

۲) N. Yao, Z. L. Wang (Eds), *Handbook of Microscopy for Nanotechnology*, KLUWER ACADEMIC PUBLISHERS, Boston, ۲۰۰۵.

سرفصل درس:

شناسایی ساختار با استفاده از اشعه X

روش XRD:

- مبانی پراش
- قوانین لاوه
- مفهوم شبکه معکوس و کاربرد آن در پراش
- مروری بر شرایط پراش و قانون براگ
- فاکتور ساختمان- پراش اشعه X

- فاکتورهای موثر بر شدت اشعه پراش یافته

– اثر تقارن بر پراشهای مجاز

- انواع دستگاههای XRD

– اپتیکx-ray در دیفرکتومتر

- اپتیکBragg- Brentano

- نحوه محاسبه ابعاد ذرات نانومتری توسط XRD

– روشهای شناسائی ساختمانهای کریستالی مجهول توسط XRD

Small Angle X-ray Scattering

XRR, Grazing scattering

SEM و TEM

-تاریخچه میکروسکوپ الکترونی

- روشهای تشکیل تصویر

- مقایسه میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM) و میکروسکوپ نوری عبوری از نظر اجزاء و نحوه تشکیل تصویر

- نحوه تشکیل تصویر در SEM

- تعریف توان تفکیک (Resolution)، عمق میدان، عمق تصویر

- مبانی اپتیک الکترونی در SEM و TEM

- نحوه بزرگنمایی در SEM و TEM

- ویژگیهای میکروسکوپ های الکترونی مورد استفاده در مطالعه نانومواد

- نحوه تشکیل طرح پراش در TEM

سیگنالهای حاصل از برخورد اشعه الکترونی و نمونه

- روش تحلیل طرح پراش نمونه های تک کریستال و پودرهای نانومتری در TEM

- کاربردهای شبکه معکوس و کره Ewald در تحلیل پراش الکترونی

- مکانیزمهای کنتراست در تصاویر TEM

-Electron Energy Loss Spectroscopy در TEM

-مثالهایی از کاربردهای SEM و TEM در مطالعه ریز ساختار نانو مواد

Scanning Probe Microscopy

-Scanning Tunneling Microscopy

- Atomic Force Microscopy

-Scanning Near-Field Optical Microscopy

-روشهای اسپکتروسکوپی مبتنی بر SPM شامل STS و منحنیهای نیرو- فاصله

اندازه گیری سایز با پراکندگی نوری

- Light scattering،Dynamic Light Scattering

آنالیز حرارتی

- Differential Thermal Analysis
- Differential Scanning Calorimetry
- Thermogravimetry

روشهای شناسایی عنصری

- XRF
- AAS
- ICP
- HPLC/GC/CHNO

تعیین کشش سطحی

– Contact Angle

عنوان درس: روشهای شناسائی نانو مواد (۲)

عنوان درس انگلیسی: Characterization Methods of Nanomaterials (۲)

تعداد واحد: ۲

نوع درس: نظری

پیشنیاز: ---

سطح : دکتری

شماره درس: ۴۸۱۱۵

منابع علمی پیشنهادی:

۱) J. F. Watts, J. Wolstenholme, *An introduction to surface analysis by XPS and AES*, John Wiley & Sons Ltd, Chichester, ۲۰۰۳.

۲) H. Bubert, H. Jenett, *Surface and Thin Film Analysis: Principles, Instrumentation, Applications*, Wiley-VCH, Weinheim, ۲۰۰۲.

۳) D. A. Skoog, F. J. Holler, T. A. Nieman, *"Principles of instrumental analysis"*, Harcourt Brace College Publishers, ۱۹۹۸.

سرفصل درس:

آنالیز سطح در مقیاس نانومتری:

- آشنائی با خلاء فرا زیاد (UHV)

-روش های اسپکتروسکپی فوتوالکترون اشعه x (XPS)

-اسپکتروسکوپی الکترونی اوژه (AES)

- UV Photoelectron Spectroscopy (UPS)

- روش پراش الکترونهای کم انرژیLEED و RHEED
- Electron Energy Loss Spectroscopy
- Field Ion Microscopy/Field Electron Microscopy
- Photoelectron Emission Microscopy
- اسپکتروسکپی جرم یونهای ثانویه (SIMS)
- GDOS
- RBS

روش های اپتیکی

- رامان اسپکتروسکوپی، جذب نوری
- روشهای فلورسانس و لومینوسانس
- روشهای مادون قرمز : FT-IR، RAIRS
- اندازه گیری ضخامت بااستفاده از قطبش نور
- Surface/Tip Enhanced Raman Spectroscopy

کاربرد NMR در بررسی نانوساختارها

جذب گاز B.E.T.

کاربرد تابش شتابدهنده ها در آنالیز نانوساختارها: EXAFS، Surface EXAFS، SAXS **و ...**

Atom probe tomography

سایر روشهای جدید در شناسائی ساختار و خواص مواد نانومتری

عنوان درس: شیمی نانومواد

عنوان درس انگلیسی: Chemistry of Nanomaterials

تعداد واحد: ۳

نوع درس: نظری

پیشنیاز: ---

سطح : دکتری

شماره درس: ۴۸۱۱۶

منابع علمی پیشنهادی:

G. Cao, "*Nanostructures & Nanomaterials: Synthesis, Properties & Applications*", Imperial College Press, ۲۰۰۴

سرفصل درس:

فصل اول: مقدمه و تعاریف

علم نانو یک علم بین رشته ای، نانو شیمی، نانو تکنولوژی، روش پایین به بالا، روش بالا به پایین

فصل دوم: ساختارهای بلوری و شیمی فیزیک سطوح جامد

اجسام بلوری و بی شکل؛ خاصیت ناهمسانگرد و همسانگرد، سلول واحد، سیستم های بلوری، شبکه براویس، سیستم های تنگ چین، عدد کوئوردیناسیون و کسر انباشتگی، جهت ها و صفحه ها در بلورها ؛ بردار جهت، اندیسهای میلر و اندیسهای میلر- براویس، انرژی و صفحات بلوری، پتانسیل شیمیایی و انحنای سطح، نمودار وولف و مورفولوژی بلورها، مکانیسم های کاهش انرژی سطح، حلالیت و فشار بخار نانو ذرات، روشهای پایدار کردن نانو ذرات و ممانعت از تجمع آنها، پایداری الکترواستاتیک، بار سطحی، نقطه بار صفر P.Z.C ساختار

لایه های دوگانه الکتریکی در نزدیکی سطح جامد، پتانسیل دافعه الکترواستاتیک و پتانسیل جاذبه واندروالس، نظریه DLVO، پایداری فضایی، حلالهای پروتونی و ناپروتونی؛ سیستم حلال، پلیمر و انواع آن، برهمکنش بین لایه های پلیمری متصل به نانو ذره، پایداری همزمان الکترواستاتیک و فضایی نانو ذرات.

فصل سوم : نانو ساختارها صفر بعدی؛ نانو ذرات

تهیه نانو ذرات از طریق جوانه زنی همگن،اصول جوانه زنی همگن، رشد متعاقب جوانه ها، رشد نفوذ- کنترل، رشد کنترل شده توسط فرایند سطح، تهیه نانو ذرات فلزی؛اثر عوامل مختلف از قبیل ماهیت کاهنده و پایدار کننده پلیمری، تهیه نانو ذرات نیمه رساناهای غیراکسیدی، تهیه نانو ذرات نیمه رساناهای اکسیدی؛ فرایند سل – ژل، تهیه نانو ذرات از طریق جوانه زنی ناهمگن.

فصل چهارم : نانو ذرات یک بعدی ؛ نانو سیم ها و نانو میله ها

رشد خودبخودی، رشد تبخیر- تراکم، رشد حلالیت – تراکم، رشد بخار – مایع – جامد (vls)، رشد محلول – مایع – جامد(sls) مفاهیم اساسی vls وsls ، کنترل اندازه نانو سیم ها.

فصل پنجم : نانو ساختارهای دو بعدی؛ نانو فیلم ها

اصول رشد فیلم، نشست (چگالش) فیزیکی بخار PVD نشست (چگالش) شیمیایی بخار CVD، نشست (چگالش) لایه اتمی ALD، اپیتاکسی پرتو مولکولی MBE، نشست (چگالش) شیمیایی محلول CSD، تک لایه های خود سامانه SAM، فیلم های سل – ژل

فصل ششم : نانو مواد ویژه

فولرن ها و نانو لوله های کربنی، مواد مزو پروس و میکروپروس، ساختارهای هسته – لایه core-shell ساختارهای فلز- اکسید، ساختارهای فلز- پلیمر، ساختارهای اکسید – پلیمر، هیبریدهای آلی – معدنی، هیبریدهای طبقه I، هیبریدهای طبقه II.

فصل هفتم : شیمی فرا مولکولها

شیمی فرا مولکولی چیست گزینش پذیری سینتیکی و ترمودینامیکی، ثابت های اتصال، اثر حلال، طراحی فرامولکولها، شیمی محلول میزبان – مهمان، میزبان های بزرگ حلقه (ماکروسیکل) و غیر حلقوی، اتصال کاتیون، اتصال آنیون، گیرنده های همزمان کاتیون و آنیون، اتصال مولکوهای خنثی، خودسامانی (خود تجمعی) خود سامانی بیولوژیکی، خودسامانی های نردبانی، چند ضلعی و مارپیچی، روتاکسانها، کاتنان ها و نات ها،کپسولهای خود سامانه، شیمی فرا مولکولی حالت جامد، زئولیت ها، کلاترات ها، کلاترات هیدرات ها، مهندسی بلور، پلیمرهای کوئوردیناسیونی.

عنوان درس: روشهای نانو محاسباتی پایه

عنوان درس انگلیسی: Basic Methods of Nanocomputation

تعداد واحد: ۳ واحد

نوع درس : نظری

پیش نیاز: ---

سطح: دکتری

شماره درس :۴۸۰۱۱

اهداف و محتوای درس: هدف آشنا کردن دانشجویان با روشهای شبیه سازی در مقیاس اتمی است. دو روش متداول برای این کار دینامیک مولکولی و مونته کارلو هستند که با آنها می توان فرآیندهای اتمی در مقیاس زمانی نانو ثانیه تا میکرو وحتی میلی ثانیه را شبیه سازی نمود.

منابع علمی پیشنهادی:

۱. MP. Allen, D. Tildesley, *Computer Simulation of Liquids*, Oxford University Press, ۱۹۸۹.

۲. D. C. Rapaport, *The Art of Molecular Dynamics Simulation*, Cambridge University Press, ۲۰۰٤.

۳. M. E. J. Newman, G. T. Barkema, *Monte Carlo Methods in Statistical Physics*, Oxford University Press, ۱۹۹۹.

سرفصل درس:

۱- دینامیک مولکولی

- شرایط مرزی
- پتانسیل های برهمکنش بین ذره ای
- **الگوریتم های جا به جا کردن اتمها**

روش ورله سرعتی

روش پیش بینی و تصحیح

انتخاب بازه زمانی و قوانین بقاء

- ترموستات

نوزه-هوور

لانژون

- توابع پاسخ

در جامدات: ثابت های الاستیک

در مایعات: ضریب پخش و ویسکوزیته

۲- روش مونت کارلو

- تولید اعداد کاتوره ای
- Importance Sampling
- انتگرال گیری توابع در ابعاد بالا
- کاربرد در مسایل فیزیک آماری تعادلی

ولگشت و فرآیند مارکوف

تعادل جزئی و آلگوریتم متروپلیس

- سیستم های غیر تعادلی

ترابرد

پخش

رشد

عنوان درس: روش های ساخت نانو مواد

عنوان درس انگلیسی: Methods of Nanomaterials Synthesis

تعداد واحد: ۳ واحد

نوع درس : نظری

سطح: دکتری

پیش نیاز: نانو تکنولوژی ۱

شماره درس : ۴۸۱۰۳

اهداف و محتوای درس: این درس در راستای آموزش دانشجویان دکتری نانو و آماده کردن آنها برای انجام پروژه های تحقیقاتی در زمینهٔ نانوتکنولوژی تعریف شده است. هدف این درس منتقل کردن دانش ساخت سیستم های نانومتری، روش های مشاهده و شناسایی آنها و خواص فیزیکی مهمی است که سیستم های ساخته شده دارا هستند. دانشجویانی که این درس را می گذرانند باید در انتها قادر باشند در مورد روشی که برای ساخت یک ساختار یا سیستم نانومتری خاص دارای حداکثر مزیت است تصمیم بگیرند و بتوانند در آزمایشگاه آن را به عمل برسانند.

منابع علمی پیشنهادی: کتاب درسی ثابتی برای درس وجود ندارد. درس از مقالات و فصول کتاب های مختلف گفته خواهد شد. بعضی از کتاب هایی که در این رابطه بیشتر مطرح هستند عبارتند از:

۱. J. Z. Zhang, Et Al, *Self-Assembled Nanostructures*, Kluwer Academic, New York, ۲۰۰۳.
۲. R. Waser, *Nanoelectronics And Information Technology*, John Wiley-VCH, ۲۰۰۳.
۳. W. Winterer, *Nanocrystalline Ceramics*, Springer, Berlin, ۲۰۰۲.
۴. A. N. Goldstein, *Handbook Of Nanophase Materials*, Marcel Decker Inc., New York, ۱۹۹۷.
۵. Abe, A. –C. Albertson, R. Dunkan, K. Dusek, W. H. De Jeu, H. –H. Kausch, S. Kobayashi, K. –S. Lee, L. Leibler, T. E. Long, I. Manners, M. Moller, O. Nuyken, E. M. Terentjev, B. Voit, G. Wegner, U. Wiesner, *Advances In Polymer Science: Self-Assembled Nanomaterials I, II*, Springer-Verlag, ۲۰۰۸.
۶. L. Zhang, X. Fang, Ch. Ye, *Controlled Growth Of Nanomaterials*, World Scientific, ۲۰۰۷.

۷. Y. Gogotsi, *Nanomaterials Handbook*, CRC, ۲۰۰۶.

سر فصل درس:

۱- مقدمه

نانوتکنولوژی چیست؟

مروری بر روش های ساخت: روش های بالا به پایین و روش های پایین به بالا

۲- رشد نانو ساختارها بر روی سطح

رشد لایه های چاه کوانتومی بوسیلهٔ MBE و MOCVD

نقطه های کوانتومی خود سامان با استفاده از روش های اپیتاکسی

روش های رشد فیزیکی لایه های نازک

۳- رشد نانو ساختار ها در فاز گازی

سیستم های فیزیکی و شیمیایی رشد در فاز گازی

فیزیک رشد و مدل سازی

۴- رشد مواد نانو متری در فاز مایع

اصول نانوساختار های خود سامان

مثال هایی از طبیعت

رشد خود سامان نانو ساختارها در فاز مایع

۵- رشد نانو ساختارها در فاز جامد

رشد نانو کریستال در شیشه

روش های اسپاترینگ و کاشت یونی

۶- استفاده از مواد متخلخل در ساخت ساختار های نانومتری

روش سل-ژل برای ساخت ساختار های متخلخل

الکتروشیمی و رشد سیلیکون متخلخل

ایجاد ساختارهای نانو در حفره های مواد متخلخل

۷- نانو لیتوگرافی

لیتوگرافی نوری

لیتوگرافی الکترونی و یونی

لیتوگرافی نرم

نسل بعدی سیستم های لیتوگرافی

۸- مروری بر روشهای شناسائی نانو ساختارها برای بهینه سازی روشهای ساخت

اصول روشها و محدودیت های آنها

دستکاری اتمی توسط SPM

روشهای اندازه گیری

۹- آشنائی با نانو سیستم ها و نانو افزاره ها

MEMS و NEMS

سیستم های حسگری نانو ساختاری

عنوان درس: مکانیک نانوساختارها

عنوان درس انگلیسی: Mechanics of Nanostructures

تعداد واحد: ۳ واحد

نوع درس : نظری

پیشنیاز : ---

سطح: دکتری- کارشناسی ارشد

شماره درس : ۴۸۰۶۱

منابع علمی پیشنهادی:

۱) A. N. Cleland, Foundations of Nanomechanics: From Solid-State Theory to Device Applications, Springer, ۲۰۰۳.

۲) W. K. Liu, E. G. Karpov and H. S. Park, Nano Mechanics and Materials: Theory, Multiscale Methods and Applications, John Wiley & Sons, Ltd., ۲۰۰۶.

۳) C. P. Poole, F. J. Owens, Introduction to Nanotechnology, John Wiley & Sons Inc., ۲۰۰۳.

۴) S. Reich, C. Thomsen and J. Maultzsch, Carbon Nanotubes: Basic Concepts and Physical Properties, Wiley-VCH Verlag GmbH& Co.KGaA, ۲۰۰۴.

۵) W. M. Lai, D. Rubin and E. Krempl, Introduction to Continuum Mechanics, Pergamon Press, ۱۹۹۳.

سرفصل درس:

-مقدمه(Introduction)

اصول و کاربردهای فناوری نانو، اهمیت و نقش نانوساختارها در فناوریهای نوین، ویژگیهای ساختارهای نانو و تمایزات آنها با ساختارهای پیوسته

-مکانیک شبکه ها (Lattice Mechanics)

مقدمه‌ای بر فیزیک حالت جامد، ساختارهای کریستالی، تاثیر ابعاد بر خواص رفتاری، باندهای انرژی، سطوح فرمی، تقارنهای شبکه ای، صفحات و جهات کریستالوگرافی

-مکانیک سیستم ذرات و نیروهای مولکولی (Mechanics of a System of Particles and Molecular Forces)

انرژی پتانسیل، نیروهای مولکولی، میدانهای خارجی (External Fields)، بر هم کنش جفتی (Pair-Wise Interaction)، برهم کنش چند جسمی (Multibody Interaction)، معادلات حرکت شبکه های کریستالی منظم

-نانوساختارهای کربنی(Carbon Nanostructures)

خواص پیوندهای اتمهای کربن، ورقه های گرافینی، بردارهای کایرال، کلاسترهای کربنی، نانولوله های کربنی، ابزارها و روشهای آزمایشگاهی بررسی رفتار نانوساختارهای کربنی، روشهای تولید نانولوله‌های کربنی

-مدلسازی محیط پیوسته معادل برای نانوساختارها (Continuum-Based Modeling of Nanostructures)

سینماتیک حاکم بر تغییرشکل محیطهای پیوسته، معادلات حاکم بر رفتار محیطهای پیوسته، قانون کوشی-بورن (Cauchy-Born rule)، مدلسازی محیط پیوسته معادل (Equivalent continuum) نانوساختارها، مدلسازی شبه پیوسته (Quasi-continuum) نانوساختارها

-تحلیل استاتیکی نانوساختارها(Static Analysis of Nanostructures)

مدلسازی مکانیک مولکولی نانوساختارها، تعیین مدول الاستیک ورقه های گرافیتی و نانولوله‌های کربنی، تعیین سختی خمشی و پیچشی معادل ورقه های گرافیتی و نانو لوله های کربنی

-تحلیل ارتعاشی نانوساختارها(Vibrational Analysis of Nanostructures)

بررسی رفتار ارتعاشی ورقه های گرافینی و نانولوله های کربنی، تحلیل رفتار ارتعاشی نانوساختارهای کربنی احاطه شده با محیط پیوسته الاستیک

-تحلیل پایداری نانوساختارها(Stability Analysis of Nanostructures)

تعیین بار کمانش نانولوله های کربنی، تحلیل ناپایداری نانوساختارهای کربنی محصور در محیط پیوسته الاستیک

مراجع:

A. N. Cleland, Foundations of Nanomechanics: From Solid-State Theory to Device Applications, Springer, ۲۰۰۳.

W. K. Liu, E. G. Karpov and H. S. Park, Nano Mechanics and Materials: Theory, Multiscale Methods and Applications, John Wiley & Sons, Ltd., ۲۰۰۶.

C. P. Poole, F. J. Owens, Introduction to Nanotechnology, John Wiley & Sons Inc., ۲۰۰۳.

S. Reich, C. Thomsen and J. Maultzsch, Carbon Nanotubes: Basic Concepts and Physical Properties, Wiley-VCH Verlag GmbH& Co.KGaA, ۲۰۰۴.

W. M. Lai, D. Rubin and E. Krempl, Introduction to Continuum Mechanics, Pergamon Press, ۱۹۹۳.

عنوان درس: لایه های نازک پیشرفته

عنوان درس انگلیسی: Advanced Thin Films

تعداد واحد: ۳

نوع درس: نظری

پیشنیاز: نانوتکنولوژی ۱

سطح: دکتری

شما ره درس :۴۸۱۰۴

منابع علمی پیشنهادی:

۱) M. Ohring, *The Materials Science Of Thin Films: Deposition And Structure*, Academic Press, ۲۰۰۲.
۲) A. A. Voevodin, D. V. Shtansky, E. A. Levashov, J. J. Moore , *Nanostructured Thin Films And Nanodispersion Strengthened Coatings*, Springer, ۲۰۰٤.
۳) S. Kalliadasis, U. Thiele, *Thin Films of Soft Matter*, Springer, ۲۰۰۷.

سر فصل درس:

- آشنائی باعلوم و تکنولوژی خلاء متوسط و زیاد
- فرآیندهای ایجاد لایه های نازک (شیمیایی, فیزیکی و الکتروشیمیایی)
- مراحل اولیه تشکیل لایه (دانه بندی و اثر زیر لایه) و ساختار لایه ها
- خواص لایه های نازک (فیزیکی, شیمیایی و متالورژیکی)
- روش های اندازه گیری خواص لایه های نازک (ضخامت, خواص فیزیکی, زبری, آنالیزشیمیایی, ساختار و...)
- مشخصه یابی لایه ها (مکانیزم های مختلف رشد مواد نانو و تطابق داده های تجربی با آنالیزهای الکتروشیمیایی و شیمیایی)
- کاربرد های مختلف لایه های نازک از قبیل حوزه های الکترونیک، صنعت سازی، کاهش اصطکاک، افزایش خواص کاتالیستی و...

عنوان درس: علوم و مهندسی سطح

عنوان درس انگلیسی: Surface Science and Technology

تعداد واحد: ۳

نوع درس : نظری

پیشنیاز: نانو تکنولوژی ۱

سطح: دکتری

شماره درس: ۴۸۳۰۱

منابع علمی پیشنهادی:

۱) K. Ohra, *Surface Science: An Introduction*, Springer, ۲۰۰۳.
۲) John A. Venables, *Introduction To Surface And Thin Film Processes*, Cambridge University Press, ۲۰۰۵.
۳) H. Ibach, *Physics Of Surfaces And Interfaces*, Springer, ۲۰۰۶.
٤) J. D. Patterson, B. C. Bailey, *Solid-State Physics: Introduction to The Theory*, Springer, ۲۰۰۷.

سر فصل درس:

- مروری بر تفاوت خواص سطح با توده
- آشنائی با تکنولوژی خلاء زیاد
- ساختار سطح ، تعریف و شناسائی ساختار های سطح
- مشاهده مستقیم سطح با انواع میکروسکوپهای نیرو اتمی و الکترونی
- آنالیز سطح با طیف نگاری های ..., AES, XPS, UPS
- توپوگرافی و خواص زبری سطوح
- خواص الکتریکی و مکانیکی سطوح
- بررسی فرآیند برهم کنش ذرات با سطوح
-فرایندهای نفوذ و پخش در سطح و فصل مشترک
- درک فرآیند مراحل اولیه بر مواد
- کاربرد های علم سطح در فناوری نانو

عنوان درس: مکانیزم و فرآیندهای رسوب دهی پوشش های نانو

عنوان درس انگلیسی: Mechanism and process of deposition of nanostructured layers

تعداد واحد: ۳

نوع درس : نظری

پیشنیاز: ---

سطح : دکتری

شماره درس: ۴۸۴۰۲

مراجع علمی پیشنهادی:

۱- Bard, Larry R. Faulkner, *Electrochemical Methods: Fundamentals And Properties*, Wiley- India, ۲۰۰۶.

۲- J. O'M. Bockris, Sh. U. M. Khan, *Surface Electrochemistry: A Molecular Level Approach*, Springer, ۱۹۹۳.

۳- J. O'M. Bockris, A. K. N. Reddy, M. Gamboa-Aldeco, *Modern electrochemistry*, Springer, ۲۰۰۰.

٤- D. Pletcher, F. Walsh, *Industrial Electrochemistry*, Springer, ۱۹۹۰.

سرفصل درس:

- سینتیک فرآیندهای الکترود (پلاریزاسیون انتقال بار, دیفوزیون و جریان خازنی)
- مبانی تشکیل فاز بر روی سطوح بصورت شیمیایی و الکتروشیمیایی
- ترمودینامیک سطح (روش های پله پتانسیل: کرونوآمپرومتری, کرونوکومتری و کرونوپتانسیومتری و تکنیک های پالس)
- سیستم های انتشار توام با همرفت (الکترود دیسک چرخان)
- روش های روبش پتانسیل (ولتامتری خطی، سیکلی، پالسی)
- رسوب الکتروشیمیایی فلزات (هسته بندی و رشد لایه های نانو، رشد دو بعدی و سه بعدی)
- آنالیز ریاضی تکنیک های مذکور توسط مدل های الکتروشیمیایی

عنوان درس: نانوکامپوزیتها

عنوان درس انگلیسی: Nanocomposites

تعداد واحد: ۲

نوع درس : نظری

پیشنیاز: نانوتکنولوژی ۱

سطح: دکتری

شماره درس: ۴۸۴۰۵

سرفصل درس:

- مقدمه، آشنایی با کامپوزیتها, انواع کامپوزیتها, کاربردها, فلسفه طراحی
- نانوکامپوزیتها: معرفی, انگیزه های طراحی, نیازها, بازار مصرف
- مواد مورد مصرف در نانو کامپوزیتها: زمینه, فاز تقویت کننده
- فرآیندهای ساخت نانو کامپوزیتهای پلیمری
- فرآیندهای ساخت نانو کامپوزیتهای فلزی
- فرآیندهای ساخت نانو کامپوزیتهای سرامیکی
- روشهای ارزیابی ریز ساختار در نانو کامپوزیتها
- خواص مکانیکی نانو کامپوزیتها: خواص الاستیک، شکست، مکانیزمهای افزایش چقرمگی

عنوان درس: خواص مکانیکی, تغییر فرم و مکانیزمهای استحکام بخشی مواد نانو

عنوان درس انگلیسی: Mechanical properties, deformation and reinforcement of nanomatrials

تعدادواحد: ۲

نوع درس: نظری

پیشنیاز: ---

سطح: دکتری

شماره درس: ۴۸۴۰۴

مراجع علمی پیشنهادی:

سرفصل درس:

- مرز دانه در مواد با دانه بندی خشن، مرزهای ویژه با زاویه بالا، مرز نابجایی ها، مرزهای زاویه- بالا

عمومی

- رفتار و ساختار مرز دانه در دمای بالا، مهاجرت و دیفوزیون مرز دانه در بی کریستال ها خزش دیفوزیونی مرز دانه در نانو کریستال Pd، مدل ساختاری مرزدانه برای مواد نانو, مدل ساختاری مواد نانو توسط شبیه سازی MD, سنتز MD و شناسایی ساختارهای مدل نانو کریستالی و مقایسه با داده های تجربی
- تغییر فرم پلاستیک نابجایی توسط اندازه دانه های بزرگتر و وجود Dc، مدل شبیه سازی ستونی برایAl، اثرات Length-Scale در جوانه زنی، نابجائی در مرزدانه ها و وجود Dc، تغییر فرم دوقلوها در نانو کریستال Al
- مکانیزم های تغییر فرم مرز دانه در اندازه دانه های ظریف (D<Dc)، شبیه سازی تغییر فرم دمای پائین، شبیه سازی خزش دیفوزیونی دمای پایین، کوپل بین خزش دیفوزین مرزدانه و لغزش مرزدانه
- تغییر فرم سوپر پلاستیک, مواد نانو سخت و نرم، داکتیلیتی مواد نانو سوپر پلاستیک
- مکانیزم های استحکام بخشی در تغییر فرم سوپر پلاستیک، مهاجرت مرزدانه ها

عنوان درس: نانو سرامیک

عنوان درس انگلیسی: Nanoceramics

سطح: دکتری

تعدادواحد: ۲

نوع درس : نظری

پیشنیاز: نانو تکنولوژی ۱

شماره درس: ۴۸۴۰۳

سرفصل درس:

- بررسی اهمیت صنعتی و تکنولوژی حرکت از سمت سرامیکهای معمولی به سرامیکهای میکرون و سرامیکهای نانو متری
- مروری اجمالی بر روشهای تهیه نانو پودرهای سرامیکی/ نانو الیافها, نانو سیم ها, نانو تسمه ها, نانو فنرهای سرامیکی
- مروری اجمالی بر روشهای ساخت قطعات سرامیکهای نانومتری
- مسئله جدایش فازی در الکتروسرامیکها و اهمیت آنها در نانو سرامیکهای الکترونی
- بحث و بررسی تغییر خواص سرامیکها با نانو متری شدن
- بحث و بررسی انواع نانو سرامیکها (تئوری، خواص، کاربرد)
- نانو سرامیکهای مغناطیسی
- نانو سرامیکهای الکتریکی
- نانو سرامیکهای اپتیکی و الکترو اپتیکی
- نانو سرامیکهای آمرف (شیشه ای)
- نانو سرامیکهای مهندسی (کاربردهای مکانیکی و...)
- کاربرد نانو سرامیکها
- کاربرد نانو سرامیکها در الکترونیک و میکروالکترونیک و فناوری اطلاعات
- کاربرد نانو سرامیکها در طراحی سرامیکهای مهندسی نوین و سیستم های NEMS
- کاربرد نانو سرامیکها در علوم پزشکی، داروئی، زیستی و بیوتکنولوژی
- کاربرد نانو سرامیکها در صنایع انرژی، شیمیایی و غذائی
- دیگر کاربردهای مطرح برای نانو سرامیکها

عنوان درس: مدل سازی چند مقیاسی

عنوان درس انگلیسی: Multiscale Modeling

شماره درس :۴۸۵۰۲

سطح: دکتری

تعدادواحد: ۳

نوع درس : نظری

پیشنیاز: روشهای نانو محاسباتی پایه

مراجع علمی پیشنهادی:

۱. W. K. Liu, E. G. Karpov, H. S. Park, *Nano Mechanics and Materials: Theory, Multiscale Methods And Applications*, John Wiley & Sons, ۲۰۰۶.
۲. A. N. Cleland, *Foundations Of Nanomechanics, From Solid- State Theory To Device Applications*, Springer, ۲۰۰۳.

سرفصل درس:

۱- دینامیک مولکولی پیشرفته
۲- مکانیک شبکه کریستالی
۳- روش اجراء محدود
۴- روش مدلسازی بدون مش
۵- معرفی انواع روشهای مدلسازی چندمقیاسی
۶- روشهای اتصال مقیاس‌ها
۷- بررسی مثال‌های کاربردی

عنوان درس: نانوشیمی

عنوان درس انگلیسی: Nanochemistry

سطح: دکتری

تعدادواحد: ۳

نوع درس : نظری

پیشنیاز: ---

شماره درس: ۴۸۱۱۳

منابع علمی پیشنهادی:

۱- J. M. Thomas & W. J. Thomas , *Introduction To The Principles of Heterogenous Catalysis*, Academic Press, London, ۱۹۶۷.

۲- G. Q. Lu, George Xiu Song Zhao, *Nanoporous Materials: Science and Engineering*, Imperial College Press, ۲۰۰٤.

۳- J. W. Niemantsverdriet , *Spectroscopy In Catalysis: An Introduction*, Wiley-VCH, ۲۰۰۷.

٤- Y. Waseda , A. Muramatsu, *Morphology control of materials and nanoparticles: advanced materials processing and characterization*, Springer, ۲۰۰۴.

٥- G. Hodes , *Electrochemistry Of Nanomaterials*, Wiley-VCH, ۲۰۰۱.

٦- Jackie Yi-Ru Ying , *Nanostructured Materials*, Academic Press, ۲۰۰۱.

۷- A. W. Adamson , *Physical Chemistry Of Surfaces*, J. Wiley, ۲۰۰۷.

۸- A. Davydov, N. Sheppard, *Molecular Spectroscopy Of Oxide Catalyst Surfaces*, John Wiley and Sons, ۲۰۰۳.

۹- U. Heiz, U. Landman, *Nanocatalysis*, Springer-Verlag, ۲۰۰۸.

۱۰-F. Vogtle, G. Richardt, N. Werner, *Dendrimer Chemistry*, Wiley-VCH Verlag, ۲۰۰۹.

۱۱-G. A. Ozin, A. C. Arsenault, *Nanochemistry: A Chemical Approach To Nanomaterials*, RSC, ۲۰۰۵.

۱۲-A. Eftekhari, *Nanostructured Materials In Electrochemistry*, Wiley-VCH, ۲۰۰۸.

سرفصل درس:

۱- تشکیل فاز جدید و شکل گیری هسته ها و رشد بلورها

۲- فرآیند های جذب ، انرژی ، ایزومترمهارسرعت فرآیند

۳- جذب گازها در سطح جامدات

۴- جذب شیمیائی و کاتالیز

۵- سنیتیک شیمیائی

۶- سنتز مهندسی شده مواد نانو ساختارو کاتالیزورها

۷- جنبه های الکتریکی شیمی سطح

۸- خواص فتوکاتالیتیک ، اثر اندازه ، شکل و ساختار سطح ذرات ریز

۹- کاربردهای مواد نانو متخلخل

۱۰- سطوح جامدات ، خواص میکروسکوپی و اسپکتروسکوپی

۱۱- تعیین خواص اسیدی / بازی سطح

۱۲- نانو استوکیومتری و ارتباط آن با نانو ساختارها

۱۳- الکتروشیمی نیمه هادیها

عنوان درس: سیستمهای نانو الکترومکانیک

عنوان درس انگلیسی: Nanoelectromechanic Systems

سطح: دکتری

تعدادواحد: ۳

نوع درس : نظری

پیشنیاز: نانو تکنولوژی (۲)

شماره درس :۴۸۲۱۱

منابع علمی پیشنهادی:

۱) S. D. Senturia, Microsystem Design, Kluwer Academic Publishers, ۲۰۰۲.

۲) N. Maluf, An Introduction to Microelectromechinical Systems Engineering, Artech House, ۲۰۰۰

۳) K. B. Lee, Principles of Microelectromechanical Systems, Willy-IEEE Press, ۲۰۱۱.

٤) S. E. Lyshevsky, Nano- and Micro-Electromechanical Systems: Fundamentals of Nano- and Microengineering, Second Edition, CRC Press, ۲۰۰٥.

سرفصل درس:

سرفصل درس:

۱- ۱- مقدمه‌ای بر سیستم‌های نانوالکترومکانیک

۲- رهیافت جدید در علوم و فناوری: ریزسیستم‌ها

۳- طراحی و پیکربندی سیستم‌های میکرو و نانوالکترومکانیک

۴- مبانی ساخت: میکروماشینکاری سطحی و توده ای

۵- مدلسازی رفتار مکانیکی: دینامیک، سازه، سیالات، ترمودینامیک و الاستیسیته

۶- مدلسازی رفتار الکتریکی و الکترومغناطیس

۷- مدلسازی بر اساس روش‌های انرژی

۸- مدارها و بسته بندی سیستم

۹- کنترل سیستم‌های میکرو و نانوالکترومکانیک

۱۰- حسگرها و عملگرهای پیزوالکتریک

۱۱- حسگرهای مبتنی بر ظرفیت خازنی

۱۲- عملگرها و حسگرهای الکترومغناطیس

۱۳- ابزار آلات ریز سیال

۱۴- کاربرد سیستم‌های میکرو و نانوالکترومکانیک در فوتونیک و اپتیک

۱۵- کاربرد سیستم‌های میکرو و نانوالکترومکانیک در زیست فناوری

عنوان درس: رهایش نانو داروها

عنوان درس انگلیسی: Nano Drug Delivery

مقطع: دکتری

تعداد واحد: ۲

نوع درس : نظری

پیشنیاز: شیمی نانو مواد

شماره درس: ۴۸۱۱۷

اهداف و محتوای درس: هدف کلی در این درس عبارت است از آشنایی با مفاهیم بنیادین در دانش و فناوری دارورسانی، مروری بر اهمیت و شیوه دارورسانی هدفگیری شده داروها به بافت‌های مختلف بدن، ارزیابی دلایل گسترش این قلمرو از دانش و نیز ویژگی‌های خاص ناشی از کاهش اندازه ذره‌ای مواد موثر دارویی یا سامانه‌های دارورسانی بر الگوی توزیع و پاسخ زیستی

منابع علمی پیشنهادی:

متن یکپارچه‌ای که قابل استفاده برای ارایه این درس در قالب دو واحد باشد وجود ندارد و از مقالات و فصول کتاب‌های مختلف در تدریس استفاده می شود که برخی از آنها عبارتند از:

Strobl G, *The Physics of Polymers: Concepts for Understanding Their Structures and Behaviour*, ۳rd ed, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, ۲۰۰۷.

Buffeteau T, Pezolet M, Infrared linear dichroism of polymers, in: *Vibrational Spectroscopy of Polymers: Principles and Practice*, Everall NJ, Chalmers JM, Griffiths PR (Eds), J Wiley, Chichester, England, ۲۵۵-۲۸۱, ۲۰۰۷.

Tanaka T, Gels. In: *Encyclopedia of Polymer Science and Engineering*, ۲nd ed., John Wiley, New York, ۷, ۵۱٤-۵۲۰, ۱۹۸۷.

Olah GA, Cupas CA, Othmer K, *Encyclopedia of Chemical Technology*, ۲nd ed., John Wiley, New York, ۱۰, ۱۳۵-۱٦٦, ۱۹٦٦.

Gallucci RR, Thermoplastic Polyetherimide (PEI), in: *Engineering Plastics Handbook*, pp۱۵۵-۱۸۶, MacGraw Hill, New York, ۲۰۰۶.

W. Mark Saltzman, *Drug Delivery: Engineering Principles for Drug Therapy*, Oxford University Press, ۲۰۰۱.

M. Page, *Tumor Targeting In Cancer Therapy*, Humana Press, ۲۰۰۲.

Alf Lamprecht, *Nanotherapeutics Drug Delivery Concepts in Nanoscience*, Pan Stanford Publishing, ۲۰۰۹.

S. Bellucci, *Nanopartciles And Nanodevices In Biological Applications*, Springer-Verlag, ۲۰۰۹.

Challa S. S. R. Kumar, *Nanomaterials For Medical Diagnosis And Therapy*, Wiley-VCH Verlag GmBH & Co. KGaA, Weinheim-Germany, ۲۰۰۷.

Challa S. S. R. Kumar, *Nanomaterials For Cander Diagnosis And Therapy*, Wiley-VCH Verlag GmBH & Co. KGaA, Weinheim-Germany, ۲۰۰۷.

H. Singh Nalwa, *Cancer Nanotechnology: Nanomaterials For Cancer Diagnosis And Therapy*, American Scientific Publishers, ۲۰۰۷.

سرفصل‌های درس :

۱- مفاهیم بنیادین و پیش‌زمینه تاریخی

مقدمه

کینتیک رهایش دارو

مزایا و معایب سامانه‌های کنترل رهایش دارو

فارماکوکینتیک

۲- سامانه‌های دارورسانی مخزنی (غشایی)

معادلات انتقال دارو

غشاهای همگن و متخلخل

عوامل مؤثر بر ضرایب نفوذ و تقسیم

۳- سامانه‌های دارورسانی کنترل شونده توسط نفوذ

سامانه‌های مخزنی

سامانه‌های منولیتیک (تک‌لایه)

٤- سامانه‌های دارورسانی زیست‌تخریب‌پذیر

تاریخچه

عوامل مؤثر بر تخریب پلیمرها

پلیمرهای زیست‌تخریب‌پذیر: پلی‌استرها، پلی‌ارتواسترها و پلی‌استال‌ها، پلی‌سیانوآکریلات‌ها، پلی‌انیدریدها و پلی‌اسیدها، هیدروژل‌های زیست‌تخریب‌پذیر، استال‌ها کینتیک انواع واکنش های زیست تخریب پذیر

کینتیک واکنش هیدرولیز

کینتیک تخریب ناهمگن (سطحی)

کینتیک تخریب همگن (توده‌ای)

طراحی سامانه‌های زیست‌تخریب‌پذیر

٥- سامانه‌های دارورسانی هدفگیری شده: نانوذرات

منطق و دلیل طراحی

ملاحظات فارماکوکینتیک در طراحی و کاربرد

کاندیداهای مناسب

داروررسانی هدفگیری‌شده فعال یا غیرفعال

ویژگی حامل‌های ذره‌ای در داروررسانی هدفگیری‌شده

ویژگی حامل‌های محلول در داروررسانی هدفگیری‌شده

٦- فناوری تولید نانوذرات دارویی

اصول اولیه نانوذرات دارویی

روشهای ساخت نانوذرات دارویی

فناوری سیالات فوق بحرانی در مهندسی ذرات

نانوذرات دارویی پایدارشده توسط پروتئین‌ها یا پلیمرها

پدیده های زیستی وابسته به اندازه ذره ایی در نانو ذرات

٧- کاربرد نانوذرات در داروررسانی

نانوذرات تزریقی برای داروررسانی موثر

نانوذرات پلیمری برای داروررسانی خوراکی

داروررسانی به مغز با نانوذرات

نانوذرات حامل DNA: ژن رسانی

٨- موارد بالینی، اخلاقی و تنظیمی در داروررسانی با نانوذرات

عنوان درس: ساخت قطعات نانومتری

عنوان انگلیسی درس: Nano Fabrication

تعداد واحد : ۳

نوع درس : نظری

پیش‌نیاز :---

سطح : دکتری

شماره درس: ۴۸۲۰۴

منابع علمی پیشنهادی:

۱) Mark J. Jackson, Microfabrication and Nanomanufacturing**,** CRC Press, ۲۰۰۵.

۲) S. D. Senturia, Microsystem Design, Kluwer Academic Publishers, ۲۰۰۲.

۳) M. J. Madou, Fundamentals of Microfabrication, ۲ed. Boca Raton, FL.: CRC Press, ۲۰۰۲.

٤) Maluf, An Introduction to Microelectromechinical Systems Engineering, Artech House, ۲۰۰۰

سرفصل درس:

۱. مقدمه ای بر روش‌های ساخت در مقیاس‌های میکرو و نانو
۲. لیتوگرافی پرتو الکترونی
۳. لیتوگرافی پرتو اشعه ایکس و لیگا
۴. لایه نشانی
۵. زدایش خشک
۶. زدایش تر
۷. کند و پاش (اسپاترینگ)
۸. کند و سوز (ابلیشن)
۹. میکرو و نانو ماشینکاری سطحی
۱۰. میکرو و نانو ماشینکاری توده ای

۱۱. مجتمع سازی و بسته بندی

۱۲. روش‌های ساخت ساختارهای کربنی

۱۳. روش‌های مبتنی بر خودآرایی

۱۴. روش‌های مبتنی بر پروب روبشی

۱۵. نانوحکاکی

منابع و مراجع:

Mark J. Jackson, Microfabrication and Nanomanufacturing, CRC Press, ۲۰۰۵.

S. D. Senturia, Microsystem Design, Kluwer Academic Publishers, ۲۰۰۲.

M. J. Madou, *Fundamentals of Microfabrication*, ۲ed. Boca Raton, FL.:

CRC Press, ۲۰۰۲.

Maluf, An Introduction to Microelectromechinical Systems Engineering, Artech House, ۲۰۰۰

عنوان درس: فرایندهای سطح در جامدات

عنوان انگلیسی درس: Solid Surface Processes

تعداد واحد : ۴

نوع درس : نظری

پیش‌نیاز :---

سطح : دکتری

شماره درس: ۴۸۴۰۱

منابع علمی پیشنهادی:

۱. K. Tamara, Dynamic Processes on Solid Surfaces (۲۰۰۸).

۲. M. Ohring, *Reliability and Failure of Electric Materials and Devices,* Academic Press (۱۹۹۸).

۳. D. Gupta *Diffusion Processes in Advanced Technological Materials* (۲۰۰۵).

٤. L.B. Freund and S. Suresh, *Thin Film Materials: Stress, Defect Formation and Surface Evolution,* Cambridge University Press (۲۰۰۳).

٥. R.I. Masel, *Principles of Adsorption and Reaction on Solid Surface,* (۱۹۹٦).

٦. G.A. Somorjai, *Chemistry in Two Dimensions: Surfaces,* Cornell University Press, Ithaca (۱۹۸۱).

۷. G.A. Somorjai, *Introduction to Surface Chemistry and Catalysis,* Wiley (۱۹۹٤).

۸. John A. Venables, *Introduction to Surface and Thin Film Processes,* Cambridge Univ. Press, (۲۰۰۰). http://venables.asu. edu/grad/appweb۱.html.

۹. K. Kolasinksi,: *Surface Science: Foundotions of Catalysis and Nano Science* (Wiley).

سرفصل درس:

۱- مبانی سطح

۱-۱ ویژگی‌های سطح

۱-۲ حساسیت سطح

۱-۳ روش‌های تمیز کردن سطح

۲- نفوذ در سطح

۲-۱ سینتیک

۲-۲ مکانیزم

۲-۳ بررسی چند مثال (گاز – جامد)

۳- نفوذ در فصل مشترک

۳-۱ فرایند سیلیساید کردن

۳-۲ فرایند مهاجرت الکتریکی

۳-۳ بررسی چند مثال (جامد – جامد)

۴- واکنشهای شیمیایی در سطح

۴-۱ سینتیک

۴-۲ مکانیزم

۴-۳ مدل‌های رایج

۴-۴ سطح فلزات

۴-۵ سطح اکسیدهای فلزی

۵- گذار فاز در دو بعد

۶-جامدات متخلخل و تخلخل‌پذیری

۶-۱ روشهای تخلخل‌سازی

۶-۲ جذب روی سطوح جامدات متخلخل

۷- تنش در سطح و فصل مشترک‌ها

۷-۱ تحلیل فرایند

۷-۲ روشهای اندازه‌گیری

۷-۳ مدل‌های رایج

۷-۴ بررسی چند مثال

۸- بهبود خواص سطح (الکتریکی، اپتیکی و مکانیکی)

۸-۱ پلاسما

۸-۲ باریکه یونی

۸-۳ لیزر

۸-۴ روشهای سخت کردن سطوح

۹- فرایند الکتروکرومیک

۹-۱ تحلیل فرایند

۹-۲ مواد مناسب

۹-۳ روشهای اندازه‌گیری

۹-۴ کاربردها

۱۰- فرایند پلاسمای سرد

۱۱-ذوب سطحی

۱۱-۱ تحلیل فرایند

۱۱-۲ بررسی چند مثال

۱۲-کاربرد فرایندهای سطح

۱۲-۱ واکنش های کاتالیستی

۱۲-۲ سنسورهای گازی

۱۲-۳ سلول های خورشیدی

۱۲-۴ پوشش های کربنی (DLC)

۱۲-۵ پوشش های الکتروشیمیایی

منابع و مراجع:

۱. K. Tamara, Dynamic Processes on Solid Surfaces (۲۰۰۸).

۲. M. Ohring, *Reliability and Failure of Electric Materials and Devices,* Academic Press (۱۹۹۸).

۳. D. Gupta *Diffusion Processes in Advanced Technological Materials* (۲۰۰۵).

٤. L.B. Freund and S. Suresh, *Thin Film Materials: Stress, Defect Formation and Surface Evolution,* Cambridge University Press (۲۰۰۳).

٥. R.I. Masel, *Principles of Adsorption and Reaction on Solid Surface,* (۱۹۹٦).

٦. G.A. Somorjai, *Chemistry in Two Dimensions: Surfaces,* Cornell University Press, Ithaca (۱۹۸۱).

۷. G.A. Somorjai, *Introduction to Surface Chemistry and Catalysis,* Wiley (۱۹۹٤).

۸. John A. Venables, *Introduction to Surface and Thin Film Processes,* Cambridge Univ. Press, (۲۰۰۰). http://venables.asu. edu/grad/appweb۱.html.

۹. K. Kolasinksi,: *Surface Science: Foundotions of Catalysis and Nano Science* (Wiley).

عنوان درس: مقدمه ای بر ترمودینامیک و سینتیک

عنوان انگلیسی درس: **Int. to Thermodynamic & kinetic**

تعداد واحد : ۳

نوع درس : نظری

پیش‌نیاز :---

سطح : دکتری

شماره درس: ۴۸۰۳۲

سرفصل درس:

۱- توابع حالت ترمودینامیکی

(الف) قوانین صفرم، اول، دوم و سوم ترمودینامیک

(ب) روابط ماکسول و معادلات گیبس

(ج) انواع تعادل و ارتباط آن با پایداری ترمودینامیکی

(د) قانون دوم وانتروپی به عنوان ملاک پایداری در سیستم منزوی

(ه) ملاک پایداری سیستم و خودبخودی بودن فرآیندها در سیستم بسته در شرایط مختلف

۲- بررسی ترمودینامیکی سیستم های باز در تعادل های گرمائی و مکانیکی

(الف) ارتباط مقدار کاهش دلتاA با ماکزیمم کاری که سیستم می تواند در فرآیند همدما انجام دهد

(ب) ارتباط مقدار کاهش دلتاG با ماکزیمم کار غیر فشار حجمی که سیستم می تواند در فرآیند همدما- همفشار انجام دهد

(ج) پتانسیل شیمیایی و اهمیت آن د رسیستم های تعادلی

(د) معرفی حالت های استاندارد در جامدات، مایعات و گازها

(ه) بررسی سیستم های غیر ایده آل گازی، محلول مایع و معرفی فوگاسیته و فعالیت

(و) بررسی ترمودینامیک محلول های الکترولیت

۳- بررسی ترمودینامیک فرآیندهای شیمیایی

(الف) وابستگی انرژی گیبس سیستم به پیشرفت واکنش

(ب) شرط برقراری تعادل در سیستم

(ج) خارج قسمت و ثابت تعادل واکنش

۴- نظریه جنبشی گازها وخواص انتقالی

(الف) سرعت انرژی و سرعت های مولکولی ماکسول – بولتزمن در گازها

(ب) محاسبه تعداد برخوردهای بین مولکولی و مولکولها با جداره ظرف

(ج) پویش آزاد متوسط

(د) قانون نفوذ مولکولی گراهام

(ه) هدایت گرمائی، ویسکوزینه و نفوذ در گازها ومایعات

۵- سینتیک شیمیایی

(الف) سرعت واکنش و روشهای اندازه گیری آن

(ب) انتگرال گیری از قانون سرعت و تعیین مرتبه واکنش

(ج) تعیین ثابت سرعت واکنش با استفاده از نظریه برخورد و نظریه کمپلکس فعال شده

(د) ارتباط سرعت واکنش و مکانیزم آن

(ه) اثر دما بر سرعت واکنش

عنوان درس: نانو ترمودینامیک

عنوان انگلیسی درس: Nanotermodynamic

تعداد واحد : ۳

نوع درس : نظری

پیش‌نیاز :---

سطح : دکتری

شماره درس: ۴۸۱۰۱

سرفصل درس:

۱- بررسی سیستمهای کوچک نانوئی از دیدگاه ترمودینامیک کلاسیک

(الف): معادلات ترمودینامیکی(بر حسب متغیرهای طبیعی) برای سیستم بسته

(ب):معادلات ترمودینامیکی(برحسب متغیرهای طبیعی) برای سیستم باز

(ج): تعمیم دادن معادلات ترمودینامیکی به سیستم هایی در مقیاس نانو

۲- مجموعه ها(ensembles)

(الف): معرفی مجموعه های مختلف

(ب): نظریه افت و خیز(fluctuation)

(ج): وضعیت توزیع کمیته های بین اعضای مجموعه در سیستمهای ماکروسکوپی و نانو

(د): اعتبار روابطی که از ترمودینامیک آماری حاصل می شود برای سیستمهای در مقیاس نانو

۳- استفاه از مدل Ising و استفاده از آن جهت بررسی:

(الف) تبدیل فاز در سیستمهای نانو در مقایسه با سیستمهای ماکروسکوپی

(ب) بررسی جذب سطحی (مدل گاز- بلور) در مقیاس نانو در مقایسه با سطوح ماکروسکوپی

(ج) خواص مغناطیسی سیستم نانو در مقایسه با سیستم ماکروسکوپی

(د) بررسی پدیده با نظمی- بی نظمی در بلورها در مقیاس نانو در مقایسه با سیستم ماکروسکوپی

(ه) روشهای محاسباتی مانند روش ماتریس مشخصه(Characteristic Matrix) و استفاده از آن برای محاسبه کمیتهای فیزیکی در سیستمهای ماکروسکوپی و نانویی

(و) امکان حل مدل آیزنیگ یک بعدی در حضور میدان و برهم کنش های برد بلند از روش ماتریس مشخصه

۴- بلورها

(الف): نظریه های انیشتن و دبای

(ب) فونونها و خواص ترمودینامیکی بلورها

(ج) استخراج معادله حالت برای جامدات در مقیاس ماکروسکوپی و نانویی و وابستگی پارامترهای آن به اندازه و شکل نانو ذره

(د) اثر ابعاد سیستم بر روی خواص ترمودینامیکی مانند Cv (مقایسه سیستم ماکرو با نانو)

(ه) محاسبه انرژی سطح و اهمیت آن در نانو ذرات

عنوان درس : نانوذرات کلوئیدی

عنوان انگلیسی درس: Colloidal Nanoparticles

تعداد واحد : ۳

نوع درس : نظری

پیش‌نیاز :---

سطح : دکتری

شماره درس: ۴۸۰۴۱

منابع علمی پیشنهادی:

۱. Colloids and colloid assemblies, ED. Frank Caruso, Wiley **۲۰۰۴**

۲. Physics and Chemistry of Interfaces, H. Y. Butt, K. Graf and M. Kapple, Wiley **۲۰۰۶**

۳.Surfaces, Interfaces and Colloids, D. Myers, Wiley **۱۹۹۹**

سرفصل درس:

۱- مقدمه ای بر نانو ذرات و کلوئیدها

۲- نانو کریستال های نیمه هادی: پدیده های رشد، جوانه زنی و ripening

۳-نانوذرات فلزی: روش های رشد و کاربردها

۴- ترمیم خواص سطحی نانو ذرات فلزی و نیمه هادی

۵- نیروهای بین نانو ذرات کلوئیدی

۶- پایداری کلوئیدها

۷- ترشوندگی و انرژی سطحی

۸- خود آرائی و تشکیل کریستال های کلوئیدی

۹- خودآرائی لایه به لایه نانو ذرات بر روی سطح

۱۰- نانو رآکتورها و نانو ظرف های کلوئیدی

مراجع و منابع:

۱. Colloids and colloid assemblies, ED. Frank Caruso, Wiley **۲۰۰۴**

۲. Physics and Chemistry of Interfaces, H. Y. Butt, K. Graf and M. Kapple, Wiley **۲۰۰۶**

۳.Surfaces, Interfaces and Colloids, D. Myers, Wiley **۱۹۹۹**

عنوان درس: نانو فوتونیک

عنوان انگلیسی درس: Nonophotonics

تعداد واحد : ۳

نوع درس : نظری

پیش‌نیاز :---

سطح : دکتری

شماره درس: ۴۸۱۰۱

سرفصل درس:

۱- مقدمه‌ای بر فیزیک نیمه رساناها

(الف): باندهای انرژی در انواع نیمه رساناها

(ب): نیمه رساناهای ذاتی وغیرذاتی

(ج): انتقال الکترون در نیمه رساناها

(ه): خواص نوری نیمه رساناها

۲- نیمه رساناهای با ابعاد کم

(الف): چاه های کوانتوم مربعی با عمق محدود

(ب): چاه های کوانتوم سهمی گون و مثلثی

(ج): سیمهای کوانتومی

(د): کوانتوم های نقطه‌ای

(ه): Strained layers

(و): Effect of strain on valance bands

(ز): Band structure in quantum wells

(ح): excitonic effects in quantum wells

۳- فرایندهای اپتیکی و الکترواپتیکی در ساختارهای کوانتومی نامتجانس

(الف): خواص نوری چاه های کوانتومی و ابرشبکه‌ها

(ب): خواص نوری کوانتوم‌های نقطه‌ای و نانوکریستال‌ها

(ه): Electro-optical effects in quantum wells quantum confined stark effect

(ه): Electro-optical effects in quantum wells quantum confined stark effect

۳- ابزارهای اپتوالکترونیکی بر پایه‌ی نانوساختارها

(الف): لیزرهای نیمه‌هادی Hetro-structure

(ب): Quantum well semiconductor lasers

(ج): Vertical cavity surface emitting lasers

(د): strained quantum well lasers

(ه): Quantum dot lasers

(و): Quantum well and superlattice photo detectors

(ز): Quantum well modulators

عنوان درس: سمینار عمومی/ اختصاصی

عنوان انگلیسی درس: Seminar

تعداد واحد : ۱

نوع درس : نظری

پیش‌نیاز :---

سطح : دکتری

شماره درس: ۴۸۰۲۰/۴۸۰۱۰

در این درس دانشجو با تمرکز بر یک موضوع جدید و پر اهمیت پژوهشی در حوزه نانو روش تحقیق شامل انتخاب موضوع، جستجو منابع اطلاعاتی، طبقه بندی و ارائه گزارش و مهارت ارائه شفاهی را مرور می کند و در ضمن نقد فعالیتهای دیگران با تعدادی فعالیت پژوهشی به روز آشنا می شود. به ویژه در سمینار تخصصی با فعالیت در حوزه مرتبط برای دوره پژوهشی آماده می گردد. در این فعالیت سنجش بر مبنای گزارش مکتوب ارائه شده از مطالعات، نقد انجام گرفته بر کار دیگران، ارائه شفاهی و حضور فعال در ارائه دیگران با مؤلفه های ذیل انجام می گیرد:

۱) گزارش:

رعایت قواعد نگارش و ارائه مشابه با پایان نامه در مقیاس بسیار کوچکتر بوده و شامل بخشهای ذیل است:

چکیـــــده

☐ نوآوری و جذابیت سمینار گزارش شده است.

☐ برجسته ترین دستاورد پژوهش مشخص است.

☐ کاربردهای طرح (بالفعل و بالقوه) ذکر شده است.

☐ حداکثر تعداد کلمات ۲۰۰ می باشد.

بدنه اصلی گزارش

☐ دارای مقدمه ای است که اهمیت موضوع و ضرورت پژوهش در آن به طور واضح بیان شده است.

☐ پیشینه تحقیق به خوبی و به طور خلاصه مشخص شده است.

☐ مبنای علمی و نظری طرح درحد فهم یک دانشجو دوره دکتری فناوری نانو بیان شده است.

☐ کاربردهای موضوع مورد مطالعه به خوبی تحلیل و مشخص شده اند.

☐ نو آوری طرح به خوبی مشخص شده است.

☐ گزارش داری بخش جداگانه ای است که یک طرح پژوهشی (برای سمینار عمومی) و یا ۲ طرح پژوهشی (برای سمینار تخصصی) در حد پروژه دکتری را معرفی می کند. در این بخش اهمیت و ضرورت پژوهش بیان شده است. نکات اصلی که مورد پژوهش قرار نگرفته اند و یا نیاز به پژوهش بیشتری است نیز ذکر شده است. نتایج قابل انتظار به طور دقیق مشخص است. این بخش نباید بیش از ۳۰۰ کلمه برای سمینار عمومی و یا ۶۰۰ کلمه برای سمینار تخصصی باشد.

جمع بنـــــدی

☐ موضوع پژوهش با ذکر دستاوردهای برجسته طرح، جمع بندی شده است.

مـــــراجـــع

☐ مراجع مورد استفاده که توسط نویسنده به طور شخصی مشاهده و مطالعه شده است، به صورت [*] در داخل متن مشخص می باشد. مراجع به طور کامل شامل اسامی تمام نویسندگان، عنوان، سال، مجلد، شماره و شماره صفحه می باشد.

☐ در صورت استفاده از کتاب، نام ناشر و محل آن ذکر شده است.

- ☐ در صورت استفاده از مجموعه مقالات، مکان و زمان برگزاری همایش ذکر شده است.
- ☐ فرمت تمام مراجع یکسان می باشد.

۲) نقد و بررسی سمینار های عمومی و تخصصی

هر دانشجو گزارش دیگر دانشجویان را نقد می کند و کلیات گزارش مشابه دستورالعمل تهیه گزارش سمینارها می باشد با این تفاوت که در این گزارش حداکثر تعداد کلمات ۵۰۰ بدون شکل و جدول است. در تدوین گزارش نقد به نکات زیر توجه شده است:

- ☐ ارتباط موضوع با فناوری نانو و تهیه گزارش مطابق با دستورالعمل داده شده
- ☐ نوآوری و جذاب بودن موضوع
- ☐ ارائه پیشینه کار و مبنای علمی و فنی حد مورد نیاز
- ☐ برجسته بودن دستاوردهای پژوهش و اهمیت آن
- ☐ کاربردی بودن طرح و ارائه کاربرهای مورد انتظار
- ☐ قابل اجرا بودن طرح های پیشنهادی برای پروژه دکتری و انطباق آن با شرایط علمی – فنی کشور
- ☐ کامل بودن و قابل دسترس بودن مراجع

عنوان درس : سلول های خورشیدی نانو ساختاری ۱

عنوان درس انگلیسی : NANO.SOLAR.CELL ۱

تعداد واحد: ۳

نوع درس: نظری

پیش نیاز: -

سطح: دکتری

شماره درس: ۴۸۴۰۷

اهداف و محتوای درس: این درس در راستای آموزش دانشجویان دکتری برای انجام پژوهش در زمینهٔ سلول‌های خورشیدی نانوساختار تعریف شده است. هدف از این درس آشنایی دانشجویان با بحث بنیادی فیزیک سلول خورشیدی و نقش علوم و فناوری نانو در نسل جدید سلول های خورشیدی است. اصول کاربردی و آخرین دستاوردها در نسل جدید سلول های خورشیدی شامل سلول های خورشیدی رنگدانه ای، سلول های خورشیدی لایه نازک و نیز سلول های خورشیدی نقطه کوانتومی شرح داده خواهد شد. روش های مختلف مشخصه یابی اپتوالکترونیکی سلول های خورشیدی مورد بحث قرار می گیرد.

منابع علمی پیشنهادی:

۱. Handbook of photovoltaic science and engineering / edited by Antonio Luque and Steven Hegedus, Wiley ۲۰۰۳
۲. Nanostructured and photoelectrochemical systems for solar photon conversion/ edited by Nozik and Archer, Imperial College Press ۲۰۰۸
۳. Physics of Semiconductor Devices, S. M. Sze, K. K. Ng, Wiley ۲۰۰۷
٤. Photoelectrochemical Hydrogen Production, Roel van de Krol l Michael Gra¨tzel, Springer ۲۰۱۲
٥. Charge Transport in Disordered Solids with Applications in Electronics, Wiley ۲۰۰٦

سرفصل درس:

۱- مباحث عمومی: انرژی و نقش سلول های علوم و فناوری نانو در سلول های خورشیدی
۲- فوتون های نوری: شدت و طیف تابش خورشیدی بر روی زمین
۳- فیزیک سلول های خورشیدی: مقدمه ای بر نیمه هادی و مبانی کار سلول های خورشیدی سیلیکونی
۴- سلول های خورشیدی رنگدانه ای: ساختار، ساخت و مبانی عملکرد، انتقال از محیط های متخلخل، انتقال یونی از الکترولیت، سلول های خورشیدی جامد و برپایه ژل، سلول های خورشیدی پروسکایتی
۵- مشخصه یابی سلول های خورشیدی: مشخصه یابی جریان-ولتاژ، اندازه گیری های انتقال و طول عمر الکترون شامل، مشخصه یابی امپدانس، اسپکتروسکوپی فوتوولتاژ و فوتوجریان ماجوله شده با نور، اسپتروسکوپی های با زمان
۶- سلول های خورشیدی لایه نازک CdS و CIGS: مواد و روش های ساخت، سلول های خورشیدی برپایه جوهر و سلول های خورشیدی چاپی، فیزیک انتقال الکترون از لایه های نازک
۷- سلول های خورشیدی بازدهی بالا III-V: آخرین تحقیقات، شکل ساختاری و مواد مورد استفاده، انرژی و فیزیک انتقال الکترون
۸- سلول های خورشیدی نقطه کوانتومی و کولوئیدی: قوانین و فیزیک مربوطه، تولید چند اکسیتونی

عنوان درس : سلول های خورشیدی نانو ساختاری ۲

عنوان درس انگلیسی : NANO.SOLAR.CELL ۲

تعداد واحد: ۳

نوع درس: نظری

پیش نیاز: -

سطح: دکتری

شماره درس: ۴۸۴۰۸

اهداف و محتوای درس: این درس در راستای آموزش دانشجویان دکتری برای انجام پژوهش در زمینهٔ سلول‌های خورشیدی نانوساختار تعریف شده است. هدف این درس آشنایی دانشجویان با پدیده های اپتوالکترونیکی و فوتوالکتروشیمیایی در فوتوالکترودهای سیستم های اپتوالکترونیکی نظیر پیل های فوتوالکتروشیمیایی و نیز سلول های خورشیدی نانوساختار است. دانشجویان این درس در انتها با کلیه فرآیندها و پدیده های بنیادی اپتوالکترونیکی و الکتروشیمیایی در الکترودهای نانوساختاری و سطوح مرزی آنها آشنا خواهند شد. در این درس اصول بنیادی کارکرد سیستم های تولید سوخت خورشیدی و انرژی خورشیدی و آخرین تحقیقات و پژوهش ها در این زمینه بررسی خواهد شد.

منابع علمی پیشنهادی:

۱. Handbook of photovoltaic science and engineering / edited by Antonio Luque and Steven Hegedus, Wiley ۲۰۰۳
۲. Nanostructured and photoelectrochemical systems for solar photon conversion/ edited by Nozik and Archer, Imperial College Press ۲۰۰۸
۳. Physics of Semiconductor Devices, S. M. Sze, K. K. Ng, Wiley ۲۰۰۷
٤. Photoelectrochemical Hydrogen Production, Roel van de Krol l Michael Gra¨tzel, Springer ۲۰۱۲
٥. Charge Transport in Disordered Solids with Applications in Electronics, Wiley ۲۰۰٦

سرفصل درس:

۱- **جاذب های خورشیدی حرارتی:** بررسی خواص تعادلی نشر/جذب در مواد، بررسی خواص نوری لایه های کامپوزیتی

۲- **مدیریت نور:** انعکاس در سطوح، تئوری پراکندگی Mie و Rayleigh، بررسی مثال هایی در سلول های خورشیدی رنگدانه های، پلاسمونیک برای مدیریت نور

۳- **انتقال حامل های بار در محیط های نیمه هادی بی نظم:** مدل درود، انتقال ولگشتی در محیط های متخلخل، انتقال حامل های بار در نیمه هادی های آمورف آلی

۴- **سطوح تماس جامد-جامد:** اتصالات اهمی، شاتکی و p-n

۵- **سیستم های الکتروشیمیایی:** انتقال یونی، برهم کنش یونها و حلال، پتانسیل الکتروشیمیایی، مشخصات سلول الکتروشیمیایی

۶- **انتقال الکترون در سطوح جامد-مایع:** انرژی بازسازی، تئوری مارکوس، مدل Gerischer

۷- **سطوح تماس مایع-جامد:** جذب سطحی، لایه دوگانه هلمهولتز، لایه نفوذی، لایه خالی از بار در نیمه هادی، خازن سطح

۸- **دیودهای نورتاب آلی:** ساختار و مواد مورد استفاده، انرژی و عملکرد سیستم، انتقال در نیمه هادی های آلی، مدل انتقال در سیستم ها

۹- **فوتوکاتالیست و سیستم های فوتوالکتروشیمیایی تولید هیدروژن:** جذب و جدایش حامل های بار، فرآیندها و واکنش ها، آخرین تحقیقات انجام شده در این زمینه

عنوان درس فارسی: آزمایشگاه نانو

عنوان درس انگلیسی : Nano-Laboratory

تعداد واحد: ۲ واحد

نوع درس: عملی

پیش نیاز: نانو تکنولوژی ۱ و ۲ – روش های شناسایی نانومواد ۱ و ۲

سطح: دکتری

شماره درس: ۴۸۶۰۱

اهداف و محتوای درس: هدف از ارائه این درس آشنایی دانشجویان با روش های آزمایشگاهی مختلف مرتبط با علم نانو است. در این درس دانشجویان با انجام آزمایش های مختلف با روش های گوناگون ساخت نانومواد و مشخصه یابی آنها آشنا خواهند شد؛ همچنین نحوه کار با دستگاه های مشخصه یابی مختلف را فرا خواهند گرفت و با روش های مختلف تحلیل داده ها و نیز نحوه نگارش علمی آشنا خواهند شد.

عناوین آزمایش ها:

۱- مروری کلی بر روش های ایمنی در آزمایشگاه و نحوه ارائه یک گزارش علمی

۲- ساخت لایه های نازک از نانوذرات اکسید تیتانیوم به روش دکتر بلید و ساخت لایه توده ای اکسید تیتانیوم به روش اکسیداسیون حرارتی *(هدف: آشنایی با روش دکتر بلید برای ایجاد لایه نانوذره ای، آشنایی روش کار با کوره حرارتی)*

۳- اندازه گیری سطح لایه های نانومتری با اشکال ساختاری مختلف (نانوذره و نانولوله) و مقایسه سطح فعال در مقایسه با لایه توده ای *(هدف: آشنایی با روش بارگذاری و جداسازی رنگدانه، آشنایی با نحوه کار با دستگاه UV-Vis)*

۴- ارائه مفاهیم و مباحث ابتدایی الکتروشیمی و آشنایی با برخی از تکنیک‌های پرکاربرد الکتروشیمیایی از قبیل ولتامتری چرخه‌ای(CV) ، ولتامتری پالسی تفاضلی(DPV) ، ولتامتری روبش خطی (LSV) و... *(هدف: آشنایی با مفاهیم اولیه الکتروشیمی و معرفی تکنیک های مختلف)*

۵- آشنایی با نحوه کار با دستگاههای الکتروشیمیایی (اتولب، میکرواتولب، IVIUM) و انجام آزمایش به منظور آمادگی جهت انجام تست‌های آزمایشگاهی *(هدف: در این مرحله دانشجو با مراحل اولیه کار آزمایشگاهی از قبیل محلول‌سازی‌ها (نمونه و بافر)، آماده‌سازی الکترودها، گرفتن چند گراف ساده روی سطح الکترودهای مختلف و بررسی و تفسیر داده ها با استفاده از نرم افزار دستگاه اتولب GPES آشنا شده و سپس چند آزمایش ساده در راستای آشنایی با نحوه کار با دستگاههای الکتروشیمیایی انجام می‌دهد.)*

۶- سنتز نانوذرات مغناطیسی Fe_3O_4 و بررسی خواص اپتیکی آن *(هدف: آشنایی با روش محلول سازی، سنتز و جداسازی نمونه ها، تعیین گاف انرژی با روش UV-Vis)*

۷- سنتز نانوذرات مونودیسپرس SiO_2 به روش اشتوبر *(هدف: آشنایی با روش محلول سازی، سنتز و آشنایی با روش سانتریفیوژ کردن)*

۸- آشنایی با دستگاه اندازه گیری رخشایی نانوساختارها در حالت محلول و فیلم *(هدف: نحوه کار با دستگاه رخشایی، اندازه گیری رخشایی دو نمونه محلول و فیلم، تحلیل داده ها)*

۹- آشنایی با روش های اندازه گیری خواص الکتریکی فیلم های نازک *(اندازه گیری هدایت الکتریکی با آزمون ۴-probe، اندازه گیری تعداد حامل های بار و تعیین نوع n و p با آزمون Mott-Schottky)*

۱۰- انجام آزمایش فوتوکاتالیستی تجزیه متیلن بلو در حضور مواد نانوساختار *(هدف:اندازه گیری نرخ تجزیه مواد رنگی در حضور نور در سطح نانومواد)*

۱۱- آشنایی با روش های کشت سلول، شمارش سلول و اندازه گیری میزان زنده ماندن سلول ها در حضور نانوذرات

۱۲- آشنایی با نرم افزار تحلیل داده های XRD

۱۳- آشنایی با نرم افزار تحلیل داده های AFM

۱۴- آشنایی با روش ساخت سلول خورشیدی نانوساختاری و انجام آزمون های مشخصه یابی مربوطه

پیوست ۱:

لیست اساتیدی که در تدوین دروس مشارکت داشته و در تدریس دروس همکاری دارند:

ردیف	نام	دانشکده	گرایش	مرتبه علمی
۱	اعظم ایرجی زاد	فیزیک	نانو فیزیک	استاد
۲	رضا باقری	مهندسی مواد	نانو مواد	استاد
۳	نیما تقوی نیا	فیزیک	نانو فیزیک	استاد
۴	غلامعباس پارسافر	شیمی	نانو محاسباتی	استاد
۵	ابولقاسم دولتی	مهندسی مواد	نانو مواد	استاد
۶	بیژن رشیدیان	مهندسی برق	نانو الکترونیک	استاد
۷	عبدالرضا سیم چی	مهندسی مواد	نانو مواد	استاد
۸	سعید شاهرخیان	شیمی	نانو شیمی	استاد
۹	حسین محمدی شجاع	مهندسی عمران	نانو محاسباتی	استاد
۱۰	محمد رضا اجتهادی	فیزیک	نانو محاسباتی	استاد
۱۱	خشایارمهرانی	برق	نانوالکترونیک	دانشیار
۱۲	محمد قربانی	مهندسی مواد	نانو مواد	استاد
۱۳	علیرضا مشفق	فیزیک	نانو فیزیک	استاد
۱۴	رضا نقد آبادی	مهندسی مکانیک	نانو محاسباتی	استاد

۱۵	سیروس عسگری	مواد	نانومواد	استاد
۱۶	منوچهر وثوقی	مهندسی شیمی	نانو مواد	استاد
۱۷	مهدی جلالی هروی	شیمی	نانومواد	استاد
۱۸	افشین شفیعی	شیمی	نانو فیزیک	دانشیار
۱۹	مجتبی باقرزاده	شیمی	نانومواد	استاد
۲۰	مسعود دربندی	هوافضا	نانومحاسباتی	استاد
۲۱	محمد ایمانی	پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران	نانومواد	دانشیار
۲۲	سید محمد مهدوی	فیزیک	نانوفیزیک	استاد
۲۳	محمد رضا هرمزی نژاد	شیمی	نانومواد	دانشیار
۲۴	فریدون گبل	شیمی	نانومواد	استاد
۲۵	محمد رضا غلامی	شیمی	نانومواد	استاد
۲۶	امیر رضا خوئی	عمران	نانومحاسباتی	استاد
۲۷	محمد مهدی احدیان	علوم و فناوری نانو	نانوفیزیک	استادیار

پیوست ۲:

جدول دروس اجباری ، جبرانی و اختیاری دوره دکترای نانو فناوری

الف) دروس اجباری کلیه گرایشها

ردیف	نام درس	شماره درس	تعداد واحد	پیشنیاز	توضیحات
۱	امتحان جامع دکتری	۴۸۰۰۰	۰		
۲	نانو تکنولوژی (۱)	۴۸۰۰۳	۲		
۳	نانو تکنولوژی (۲)	۴۸۰۰۴	۲		
۴	پیشنهاد پژوهشی	۴۸۰۰۵	۰		
۵	سمینار عمومی	۴۸۰۱۰	۱		
۶	روشهای نانو محاسباتی پایه	۴۸۰۱۱	۳		
۷	سمینار تخصصی	۴۸۰۲۰	۱		
۸	پروژه (رساله دکتری)	۴۸۰۸۰	۲۲		
۹	روشهای شناسائی نانو مواد (۱)	۴۸۱۱۴	۲		
۱۰	روشهای شناسائی نانو مواد (۲)	۴۸۱۱۵	۲		
۱۱	دستیار آموزشی	۴۸TA۰	۰		گذراندن در ۴ ترم الزامی است

ب) دروس جبرانی*

ردیف	نام درس	شماره درس	تعداد واحد	پیشنیاز	توضیحات
۱	فیزیک کوانتومی	۴۸۰۳۱	۳		
۲	مبانی شیمی در نانوفناوری	۴۸۰۳۳	۳		

✹توضیح :

۱) تعداد واحد دروس جبرانی ، با توجه به رشته تحصیلی کارشناسی ارشد و گرایش تخصصی، از صفر تا ۶ واحد تعیین می شود.

ج) دروس اختیاری

ردیف	نام درس	شماره درس	تعداد واحد	پیشنیاز	توضیحات
۱	مباحث ویژه در نانو الکترونیک	۴۸۰۳۰	۲		
۲	مباحث ویژه در نانو فیزیک	۴۸۰۴۰	۲		
۳	نانو ذرات کلوئیدی	۴۸۰۴۱	۳		
۴	مباحث ویژه در نانو مواد	۴۸۰۵۰	۲		
۵	مباحث ویژه در نانو محاسبات	۴۸۰۶۰	۲		
۶	نانو ترمودینامیک	۴۸۱۰۱	۳	۴۸۰۰۳	
۷	ساختار الکترونی و ترابرد	۴۸۱۰۲	۳	۴۸۰۰۳	
۸	روش های ساخت نانو مواد	۴۸۱۰۳	۳	۴۸۰۰۳	
۹	لایه های نازک پیشرفته	۴۸۱۰۴	۳	۴۸۰۰۳	
۱۰	نانو شیمی	۴۸۱۱۳	۳		
۱۱	شیمی نانو مواد	۴۸۱۱۶	۳		
۱۲	رهایش نانو داروها	۴۸۱۱۷	۲	۴۸۱۱۶	
۱۳	نانو الکترونیک	۴۸۲۰۱	۳	۴۸۰۰۴	
۱۴	نانو فتونیک	۴۸۲۰۲	۳	۴۸۰۰۳	
۱۵	ادوات جدید الکترونیک و فتونیک	۴۸۲۰۳	۳	۴۸۰۰۳	
۱۶	ساخت قطعات نانومتری	۴۸۲۰۴	۳		
۱۷	سیستم های نانو الکترومکانیک	۴۸۲۱۱	۳	۴۸۰۰۴	
۱۸	علوم و مهندسی سطح	۴۸۳۰۱	۳	۴۸۰۰۳	
۱۹	فرآیندهای سطح پیشرفته	۴۸۴۰۱	۲		

۲۰	مکانیزم های شیمیایی نانوساختارها	۴۸۴۰۲	۳		
۲۱	نانوسرامیک ها	۴۸۴۰۳	۲	۴۸۰۰۳	
۲۲	نانوکامپوزیتها	۴۸۴۰۵	۲	۴۸۰۰۳	
۲۳	کریستالوگرافی و ساختارشناسی مواد نانو متری	۴۸۴۰۶	۲	۴۸۰۰۳	
۲۴	مدل سازی چند مقیاسی	۴۸۵۰۲	۳	۴۸۰۱۱	
۲۵	ریاضیات کاربردی	۴۸۵۰۱	۳		
۲۶	مقدمه ای بر ترمودینامیک و سینتیک	۴۸۰۳۲	۳		
۲۷	مباحث ویژه در علوم نانو	۴۸۰۴۲	۳-۱	۴۸۰۰	
۲۸	سلول خورشیدی نانوساختار۱	۴۸۴۰۷	۳		
۲۹	سلول خورشیدی نانوساختار۲	۴۸۴۰۸	۳		
۳۰	آزمایشگاه نانو	۴۸۶۰۱	۲	۴۸۰۰۳- ۴۸۰۰۴- ۴۸۱۱۴-۴۸۱۱۵	
۳۱	دروس مرتبط با نانو از سایر دانشکده ها				

توضیحات مهم:

- گذراندن حداقل ۱۳ واحد از دروس اجباری و حداقل ۲ درس از جدول دروس اختیاری برای دانشجویان دکترای نانو فناوری الزامی است.

- جمع دروس گذرانده از دو جدول الف و ج بایستی به سقف ۲۰ واحد برسد.

- انتخاب دروس اختیاری از سایر دانشکده ها و مراکز با تأیید استاد راهنما و موافقت شورای تحصیلات تکمیلی بلا مانع است.