



دانشگاه تربیت مدرس

مشخصات کلی، برنامه درسی و سرفصل دروس

دوره: دکتری

رشته: فناوری نانو

گرایشهای: نانو مواد و نانو الکترونیک



دانشکده فنی و مهندسی

مصوب جلسه مورخ ۸۷/۸/۱۳ شورای دانشگاه

این برنامه براساس مصوبه جلسه ۷۴۸ مورخ ۸۸/۱۱/۱۷ شورای برنامه ریزی آموزش عالی مبنی بر ضرورت ایجاد رشته فناوری نانوگرایشهای: نانو مواد و نانو الکترونیک در دانشگاه تربیت مدرس و مطابق مواد آیین نامه و گذاری اختیارات برنامه ریزی درسی به دانشگاهها، توسط اعضای هیأت علمی دانشکده فنی و مهندسی تهیه و تنظیم و در جلسه مورخ ۸۷/۸/۱۳ شورای دانشگاه به تصویب رسید.

مصوبه شورای دانشگاه تربیت مدرس در خصوص برنامه درسی
رشته فناوری نانو - گرایش‌های نانو مواد و نانو الکترونیک
دوره دکتری

برنامه درسی رشته فناوری نانو - گرایش‌های نانو مواد و نانو الکترونیک در دوره دکتری توسط اعضای هیأت علمی دانشکده فنی و مهندسی تهیه و تدوین شده است، با اکثریت آراء به تصویب رسید.
*این برنامه از تاریخ تصویب لازم الاجرا است.
*هرنوع تغییر در برنامه مجاز نیست مگر آنکه به تصویب شورای دانشگاه برسد.

رأی صادره جلسه مورخ ۸۷/۰۸/۱۳ شورای دانشگاه در مورد تدوین برنامه درسی رشته فناوری نانو - گرایش‌های نانو مواد و نانو الکترونیک در دوره دکتری صحیح است. به واحد ذی‌ربط ابلاغ شود.

فرهاد دانشجو
رئیس دانشگاه



این برنامه آموزشی در جلسه مورخ ۸۸/۱۱/۱۷ شورای برنامه ریزی آموزش عالی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری به تصویب رسیده و مورد تأیید می باشد.

دبیر شورای برنامه ریزی آموزش عالی

محمدعلی بزرگدلی

فصل اول

مشخصات کلی



۱) مقدمه:

دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه تربیت مدرس متعهد به توسعه مرزهای دانش از طریق ایجاد محیط مناسب پژوهشی است. دانشکده آموزشهای منعطف با محتوی رزآمد، کاربردی و برخواسته از پژوهش را به جامعه فنی کشور و دولت و منطقه رسالت خود قرار داده و دانشجویانی با انگیزه اعتماد به نفس بالا و خودباور را تربیت می‌نماید.

با استناد به سیاستهای کلی کشور و با عنایت به پیشنهاد ارائه شده مبنی بر بهره‌گیری از تمام توان علمی، آموزشی و پژوهشی دانشگاه، تأسیس دوره دکتری فنآوری نانو در گرایش‌های نانومواد و نانو الکترونیک به منظور توسعه پژوهش‌مداری در نظام تحصیلات تکمیلی و جذب و پرورش استعدادهای برتر کشور پیشنهاد شده است. با توجه به اهمیت فنآوری نانو در سال‌های اخیر و تاثیر مهم آن برای همگامی با دنیای علم نیاز به تربیت محققینی در این رشته احساس می‌گردد. در این راستا تربیت نیروی متخصص در سطوح عالی تحصیلات تکمیلی برای مراکز علمی و تحقیقاتی، آموزشی، صنعتی و توسعه‌ای دولتی و خصوصی کشور در نظر می‌باشد.

در این برنامه اصول کلی تأسیس دوره دکتری فنآوری نانو در ادامه مقطع کارشناسی ارشد که در دانشگاه تربیت مدرس ارائه گردیده است تشریح می‌گردد. امید است سایر مجموعه‌ها نیز با نگاه تخصصی خود در توسعه متوازن این موضوع کوشا باشند.



۲) نام رشته: فنآوری نانو برای گرایش‌های مواد و الکترونیک

۳) تعریف و هدف دوره:

دوره دکتری فنآوری نانو مواد مشتمل بر دروس نظری و رساله تحقیقاتی در زمینه‌های مختلف علمی و مهندسی است، هدف از ایجاد این دوره تربیت نیروی انسانی متخصص در گرایش‌های مختلف فنآوری نانو است بطوری که بتواند پاسخگوی نیازهای تحقیقاتی، آموزشی و صنعتی کشور باشد.

۴) ضرورت تأسیس دوره:

با توجه به گستردگی و اهمیت اقتصادی فنآوری نانو مواد در دنیا و توسعه سریع آن از جهت علمی و کاربردی و ظهور مراکز تحقیقاتی و دانشگاهی متعدد در این زمینه در اکثر کشورهای صنعتی، تأسیس این رشته در دانشگاه تربیت مدرس به عنوان دانشگاهی پیشتاز در توسعه تحصیلات تکمیلی و با هدف رقابت در فناوریهای نو در سطح ملی و بین‌المللی اجتناب‌ناپذیر است.

۵) مدت رسمی دوره:

مدت رسمی این دوره بر طبق آیین نامه آموزشی و پژوهشی مصوب شورای عالی برنامه ریزی ۸ نیمسال تحصیلی بوده که دارای دو مرحله آموزشی و پژوهشی است. لازم به ذکر است با تقاضای استاد راهنما یک نیمسال تحصیلی برحسب نیاز پژوهشی دوره به سنوات تحصیلی دانشجو اضافه می گردد.

۶) شرح برنامه آموزشی و پژوهشی دوره

در دوره آموزشی دانشجو موظف است دروس پایه، تخصصی و اختیاری گرایش مورد نظر را که بترتیب ۶، ۶ و ۴ واحد درسی می باشند بگذراند. دانشجو ۲ واحد پژوهش خود را در قالب دو سمینار ۱ و ۲ یک واحدی ارائه می دهد. لازم به ذکر است دروس جبرانی نیز با توجه به رشته تخصصی وی که حدود ۴-۶ واحد می باشد گذرانده می شود. دوره آموزشی که با ارزیابی امتحان جامع مطابق با آئین نامه دانشگاه انجام می پذیرد به پایان می رسد.

مرحله پژوهشی برنامه مورد نظر ۲۰ واحد درسی است که دانشجو در قالب رساله دکترای خویش از آن در پایان دفاع می نماید. شرط لازم برای دفاع رساله پذیرش دو مقاله علمی در مجلات پژوهشی بین المللی است.

۷) شرایط پذیرش دانشجو:

- ۷-۱) کسب قبولی در آزمون اختصاصی ورودی این رشته مشتمل بر آزمون کتبی و مصاحبه شفاهی
۷-۲) معدل دوره کارشناسی ارشد آنها بدون احراز نمره رساله کمتر از ۱۵ نباشد.

لیست دروس اختصاصی و اختیاری در آزمون کتبی در سطح کارشناسی ارشد

نوع درس	نام درس	ضریب درس	ملاحظات
دروس اختصاصی	۱. ریاضیات مهندسی	۱	برای هر دو گرایش الزامی
	۲. مبانی نانو تکنولوژی	۲	می باشد

تبصره ۱) دانشجو پیش از پذیرش باید حداقل نمره تافل دانشگاه تربیت مدرس و یا امتحان تافل معتبر را احراز نماید.

تبصره ۲) مصاحبه حضوری از بین قبول شدگان آزمون کتبی معادل دو برابر ظرفیت پذیرش اعلام شده پذیرفته می شوند



۳-۷) قبولی نهایی دانشجوی منوط به کسب موافقت یکی از اساتید به عنوان استاد راهنما و تعیین موضوع کلی تحقیقاتی قبل از شروع دوره است.

۶) نظام آموزشی پژوهشی دوره:

دوره فناوری نانودر دانشکده مهندسی دانشگاه تربیت مدرس می تواند شامل گرایشهای ذیل باشد:
نانو مواد و نانو الکترونیک

۹) برنامه دوره:

برنامه درسی گرایش به نحوی تنظیم شده است تا دانشجوی بتواند با توجه به علاقمندی خویش، موضوع رساله و دروس اختیاری را (با نظر استاد راهنما) در یکی از زمینه های تخصصی انتخاب نماید.
برنامه کلی دوره در چهار بخش قابل تقسیم است:

۱. هماهنگ کردن دانشجویان در زمینه های تخصصی
۲. ارائه مفاهیم اساسی، مبانی تئوری و دانش فنی مورد نیاز
۳. بهره گیری از نرم افزارهای تخصصی، مطالعات موردی و پروژه های درسی
۴. انجام پروژه های تحقیقاتی و ارائه رساله

۱۰) واحدهای درسی

دانش آموختگان در مدت تحصیل مجموعاً ۳۶ واحد در زمینه های آموزشی و پژوهشی خواهند گذراند و دانشجویان ورودی متناسب با علاقه و زمینه های پژوهشی خود موضوع رساله را با نظر استاد راهنما در یکی از زمینه های تخصصی انتخاب خواهند نمود.

تعداد واحدهای درسی این دوره به شرح زیر می باشد:



۱. دروس جبرانی	حداکثر ۶ واحد
۲. دروس پایه (سمینار دو درس)	۶ واحد
۳. دروس تخصصی (هر گرایش)	۶ واحد
۴. دروس اختیاری	۴ واحد
۵. رساله	۲۰ واحد

مجموع ۳۶ واحد

تبصره: با توجه به پیشینه تحصیلی متفاوت دانشجویان این دوره، می بایست در صورت نیاز دانشجویان دروس جبرانی را متناسب با جدول (۱) بگذرانند.

فصل دوم

برنامه و جداول درسی



جدول (۱) مشخصات دروس جبرانی

ردیف	نام درس	تعداد واحد	ساعت	
			نظری	عملی
۱	نانو مواد ۱	۳	۴۸	-
۲	نانو فیزیک	۲	۳۲	-
۳	نانو شیمی پایه	۲	۳۲	-
۴	نانو ترمودینامیک مواد	۲	۳۲	-
۵	فیزیک و مکانیک کوانتوم	۲	۳۲	-
۶	ریاضیات مهندسی پیشرفته	۲	۳۲	-
۷	فیزیک حالت جامد پیشرفته	۲	۳۲	-
۸	روش های محاسبات عددی پیشرفته	۲	۳۲	-

* دانشجویان حداکثر ۶ واحد درسی از مجموع جدول فوق را بنابه تشخیص گروه اخذ نمایند.



(Handwritten signature)

جدول (۲) مشخصات دروس پایه

پیشنیاز	ساعت			تعداد واحد	نام درس	ردیف
	جمع	عملی	نظری			
	۳۲	-	۳۲	۲	نانوتکنولوژی پیشرفته (۱)	۱
نانوتکنولوژی پیشرفته (۱)	۳۲	-	۳۲	۲	نانوتکنولوژی پیشرفته (۲)	۲
				۱	سمینار (۱)	۳
				۱	سمینار (۲)	۴



جدول (۳) مشخصات دروس تخصصی گرایش نانومواد

پیشنیاز یا هم نیاز	ساعت			تعداد واحد	نام درس	ردیف
	جمع	عملی	نظری			
نانو مواد ۱	۳۲	-	۳۲	۲	تکنولوژی و علم ساخت لایه های نازک نانومتری	۱
نانو مواد ۱	۳۲	-	۳۲	۲	نانو سرامیک‌ها	۲
نانو مواد ۱	۳۲	-	۳۲	۲	مباحث ویژه در نانو کامپوزیت‌ها	۳



(Handwritten signature)

جدول (۴) مشخصات دروس تخصصی گرایش نانو الکترونیک

پیشنیاز یا هم نیاز	ساعت			تعداد واحد	نام درس	ردیف
	جمع	عملی	نظری			
فیزیک کوانتم	۴۸	-	۴۸	۳	نانوالکترونیک	۱
فیزیک کوانتم	۴۸	-	۴۸	۳	نانوفتونیک	۲



جدول (۵) مشخصات دروس اختیاری گرایش نانومواد و نانو الکترونیک

ردیف	نام درس	تعداد واحد	ساعت		پیشنیاز یا هم نیاز
			نظری	عملی	
۱	روش های ساخت نانومواد	۲	۳۲	-	نانو مواد ۱
۲	مباحث ویژه در نانو مواد	۲	۳۲	-	
۳	خواص مکانیکی، شکست های تغییر فرم شدید و مکانیزمهای مقاوم سازی نانومواد	۲	۳۲	-	
۴	شیمی حالت جامد	۲	۳۲		نانو شیمی پایه
۵	نانو تریبولوژی	۲	۳۲	-	
۶	نانوپوشش ها	۲	۳۲		
۷	نانو تکنولوژی و سیستمهای میکرو-نانو الکترومکانیکی	۲	۳۲	-	
۸	مباحث ویژه در نانو الکترونیک	۲	۳۲	-	
۹	نانو مغناطیسها	۲	۳۲	-	
۱۰	نانو محاسبات	۲	۳۲	-	
۱۱	روشهای تحقیق و شناخت نظامهای نوآوری	۲	۳۲	-	
۱۲	نانوبیوتکنولوژی	۳	۴۸	-	
۱۳	مباحث ویژه	۳	۴۸	-	

**** برای هر کدام از گرایشهای نانومواد و نانو الکترونیک می بایست ۴ واحد در جدول فوق درس اختیاری گذرانده شود.

فصل سوم

سرفصل دروس



الف - سرفصلهای دروس جبرانی



• عنوان درس: نانو مواد (۱)

• تعداد واحد: ۳ واحد

• نوع درس: جبرانی

• اهمیت درس:

این درس اصول و مبانی مواد نانو را معرفی می کند و چهارچوب علمی از فیزیک مواد نانو، بیولوژی و علم مواد ارائه می نماید. و قابلیتها و پتانسیلهای مواد نانو و نانو تکنولوژی در این درس بیان می شوند و تنوعی از کاربردهای مواد نانو را بیان می کند. این درس یک دید کلی از کاربردهای صنعتی در یک حوزه وسیع و توسعه یافته در زمینه نانو تکنولوژی را بیان می کند. دانشجویان و مخاطبان را با زمینه های وسیع و متنوع استفاده از فناوری نانو و کاربردهای آن آشنا می سازد.

• هدف از ارائه درس:

هدف اصلی از این درس آشنایی دانشجویان با مواد نانو و نانو تکنولوژی می باشد و پس از گذراندن این درس دانشجویان بایستی با خواص اصلی و بنیادی مواد با ساختار نانو آشنا شوند. با گذراندن این درس و تکمیل دوره آن دانشجویان بایستی یک دانش و شناخت نسبت به چگونگی جریان صنعتی در نانو تکنولوژی، درک و فهم از روابط میان بیو تکنولوژی و نانو تکنولوژی، شناخت کاربردهای کلی نانو تکنولوژی و پتانسیلها و قابلیتهای آن رداشته باشند و همچنین اصول و مبانی علمی و مهندسی نانو تکنولوژی را فراگیرند.

• سیلابسهای قابل ارائه برای درس:

۱. تاریخچه، مبانی و کلیاتی پیرامون روند توسعه تکنولوژی، علم نانو و نانو تکنولوژی مولکولی

۲. اصول ذرات و رشد آنها

۳. تعیین و تشخیص مواد نانو و خواص آنها

۴. محلولهای جامد

۵. شکل گیری ذرات نانو

۶. کنترل اندازه ذره، مورفولوژی، ساختار، ترکیبات و تغییر سطح در مقیاس میکرو و نانو

۷. نانو ساختارهای اصلی و بنیادی

۱- ساختارهای اتمی

۲- میکرو ساختارها و تغییر شکلها

۳- نفوذ در حالت جامد



۱۶. فونونها و تفرق غیر الاستیک
۱۷. خاصیت مغناطیسی مواد در مقیاس نانو متر
۱۸. تئوری باند انرژی پیشرفته

منابع و مراجع:

1. Elwolf, "Nanophysics and Nanotechnology" , (2004)
2. Alexanders S. Alexandrov, "Molecular Nanowires and other Quantum objects", 2004
3. Androula G. Nassiopoulou, "Microelectronics, Microsystems and Nanotechnology" ,(2001)
4. Morkoc, "Advanced Semiconductor and organic Nanotechnique", (2003)
5. B. N. Dev, "Physics at Surfaces and Interfaces", (2003)
6. Junji Tominaga, Din p, Tsai, "Optical Nanotechnologys" ,(2003)



عنوان درس: نانوشیمی پایه

• تعداد واحد: ۲ واحد

• نوع درس: جبرانی

• اهمیت درس:

امروزه قسمتی از درس شیمی فیزیک به سمت اهمیت ریزساختارهای میکروسکوپی و تأثیر کوانتومی و ساختارهای تعادلی آن متمرکز گردیده است. جنبه های ترمودینامیکی طرز تهیه و سنتز را از تجمع این ذرات به سوی توانایی وسیعی از تکنولوژی باز نموده است که کاربردهای بسیار مهمی را از این مواد شیمیایی فراهم نموده است. در این درس اصول کوانتومی، سنتز برخی از مواد شیمیایی، کوپلیمرهای بلوک-معدنی، حالت جامد و کریستال مورد توجه قرار می گیرد.

• هدف از ارائه درس:

هدف از این درس آموزش جامع و فراگیر دانشجویان در زمینه خواص شیمیایی و کاربرد نانو مواد است.

• سیلابسهای قابل ارائه برای درس:

اصول کوانتومی

۱. درجه بندی و اسکیل نو، خواص ترمودینامیکی N اتم در یک زنجیر و محاسبات انرژی با توجه به تجمع آنها
۲. برهم کنشها و فازهای حاصل
۳. تقارن در C, Si, B و برهم کنشهای آنها
۴. تأثیرات ترمودینامیکی دما، حرارت ویژه و انبساط حرارتی در N اتم

اصول اندازه و توزیع و ترمودینامیک تشکیل ذرات

۱. بررسی ذرات، اندازه، توزیع و محاسبات
۲. سیستمهای سوسپانسیون و کلونید
۳. اتلاف انرژی و ترمودینامیک
۴. ترمودینامیک پلیمری کریستال و شکست کریستالها
۵. کنتیک و نفوذ در مواد
۶. جذب و پایداری در مواد شیمیایی
۷. تجمع و تشکیل کلونیدها در پلیمرها

ساخت و سنتز مواد شیمیایی و کاربردهای آنها

۱. شیمی سوپرا مولکولی و ساختارهای طراحی شده پلیمرها
۲. پلیمرهای بلوک و کوپلیمرهای بلوک
۳. ساختارهای نوبی کنوردیناسیونی
۴. کلاسترها، دندریتها



۴- نانو کریستالها

۸ طبقه بندی مواد نانو

۱- سرامیکها، شیشه ها و پلیمرها

۲- گرافیت، نانو تیوبها

۳- فلزات، کاتالیستها و کانالیزورها

۹. خواص فیزیکی مواد نانو

۱- خواص الکتریکی

۲- خواص مغناطیسی

۳- خواص اپتیکی

۱۰. کاربردهای نانو تکنولوژی

۱۱. نانو تیوبهای کربن (ستتر، کاربردها و آینده آنها)

۱۲. نانو تکنولوژی پیشرفته

۱۳. اختراعات در مقیاس نانو

۱۴. سنسورهای فیلم نازک

۱۵. آینده نانو تکنولوژی

۱۶. شیمی مولکولی

۱- ماشینها و دستگاههای مولکولی

۲- شناخت مولکولی از مواد

۱۷. فوتونیک (photonics)

۱- آنالیز میکرونی جذب

۲- آنالیز میکرونی تابناکی

۳- کاربرد در فوتونیک

۱۸. الکترونیک

۱- اساس الکترونیک

۲- کاربردهای الکترونیک در صنعت

۱۹. نانو بیو تکنولوژی

۱- ذرات نانو

۲- سنسورها و بیو سنسورها

۳- Bio Mems

۴- بیو سنسورها و مواد نانو

۲۰. کاتالیستها، فتوسنتز، فتوسل



۲۱. سوپرهادیها، انرژی خورشیدی
۲۲. کابل و سیم سازه کامپوزیتی، کابل توان الکتیکی، آهنرباها
۲۳. سلولهای سوختی، غشاها و فیلترها، حسگرها و نانو ماشینها
۲۴. فناوری نانو در پزشکی، دندانپزشکی، دارو سازی، صنعت خودرو، بهداشت و محیط زیست



منابع و مراجع:

1. Charles P. Poole, Frank J. Owens, "Introduction to Nanotechnology", (2000)
2. G. Schmid , "Nanoparticles: From Theory to Application", (2003)
3. Mark Ratner, Daniel Ratner, "Nanotechnology", (2002)
4. R. D. Shull, "Nanophase and Nanocrystalline structure" ,(1994)
5. Hans Kuzmany, "Molecular Nanostructures"(2003)
6. Daniel L. Feldheim, "Metal Nanoparticles: Synthesis and Application, (2003)
7. Carl C. Koch "Nanostructured Materials: Processing, Properties and Application" , ,(2002)



- عنوان درس: نانو فیزیک

- تعداد واحد: ۲ واحد

- نوع درس: جبرانی

- اهمیت درس:

این درس مروری بر قوانین فیزیکی حاکم در مقیاس نانو است که عوامل فیزیکی مهم در مقیاس نانو را شرح می‌دهد. همچنین این درس مثالهایی را شامل می‌شود که در بهبود رفتار مواد از طریق کنترل ابعادی توسعه یافته‌اند. اثرات اندازه ذرات در نیمه هادیهای کوانتومی و Nano Wires را توضیح می‌دهد. و اهمیت اصلی آن در آماده کردن و میسر ساختن زمینه تئوری ضروری در فهم خواص فیزیکی ویژه در ساختارهای مواد نانو است. با اینکه یک درس تئوری می‌باشد ولی برای توسعه کاربردهای نانو تکنولوژی مفید می‌باشد.

- هدف از ارائه درس:

با گذراندن این درس و تکمیل دوره آن دانشجویان با قوانین فیزیکی حاکم در مقیاس نانو آشنا می‌شوند و همچنین قادر به فهم و درک مبانی تئوری و اصولی خواص مواد با ساختارهای نانویی می‌شوند.



- سیلابسهای قابل ارائه برای درس:

۱. مقدمه ای بر فیزیک حالت جامد
۲. خواص فیزیکی مهم مواد بلورین
۳. تئوریهای بنیادی ساختارها، ترکیبات و خواص فیزیکی مواد نانویی
۴. کاربرد مواد مغناطیسی، نیمه هادیهها شامل کریستالهای نوری
۵. دیفراکشن الکترونها در کریستال
۶. فونونها و نوسانات شبکه ای
۷. خواص دی الکتریک عایقها
۸. نیمه هادیهها و مغناطیس کننده ها
۹. عیوب در کریستالها
۱۰. کریستالهای مایع،
۱۱. سوپر هادیهها
۱۲. ساختارهای میکروسکپی جامدات، مایعات، کریستالهای مایع، پلیمرها
۱۳. تفرق الاستیک
۱۴. عیوب توپولوژیکی
۱۵. ساختارهای الکترونیکی کریستالها (فلزات و نیمه هادیهها)

۵. سیکلودکسترینها

۶. کاربردهای مواد شیمیایی در الکترونیک، الکترواپتیک، کنترل حفره در کاتالیستها، دیودها و سنسورها

منابع و مراجع:

1. Peidong. Yang, "The Chemistry Of Nnanosturcture Materials" World Scientific Publishing, 2004

2. Abdelhamid Elaissari, "Colloidal Polymer: Synthesis and Characterization", 2003



• عنوان درس: نانو ترمودینامیک مواد

• تعداد واحد: ۳ واحد

• نوع درس: جبرانی

• اهمیت درس:

این درس مبانی پیشرفته ترمودینامیک، ترمودینامیک مولکولی، ترمودینامیک آماری و تئوریهای سنتیکی تحولات مواد را مورد بررسی قرار می دهد. و همچنین رفتار مواد در مقیاسهای خیلی کوچک را بررسی می کند که شامل ساختارهای تعادلی متفاوت، اثرات کوانتومی، ضریب هدایت و غیره، همچنین واکنشهای مولکولی متفاوت را توضیح می دهد. و جنبه های ترمودینامیکی طرز تهیه و سنتز مواد نانو را بیان می کند.

• هدف از ارائه درس:

هدف از تشکیل این درس آموزش جامع و فراگیر دانشجویان در زمینه ترمودینامیک مواد می باشد. با گذراندن این درس و تکمیل دوره آن دانشجویان با رابطه بین خواص و کاربرد مواد نانو و سنتز این مواد آشنا می شوند.



• سیلابسهای قابل ارائه برای درس:

۱. شرایط تعادل و پتانسیل شیمیایی

۲. ترمودینامیک مولکولی

۳. ترمودینامیک آماری شامل

• انتروپی و بی نظمی در مقیاس اتمی

• مفهوم حالت میکروسکوپی

• تعیین محتمل ترین حالت میکروسکوپی

• تأثیر دما

• تعادل حرارتی در یک سیستم

• جریان گرما و تولید انتروپی

• انتروپی حرارتی و انتروپی وضعیتی

۴. مبانی ترمودینامیک کلاسیک

۵. قوانین اول دوم و سوم ترمودینامیک

۶. ترمودینامیک محلولها و مدل های ترمودینامیکی

۷. مبانی نفوذ، قوانین اول و دوم فیک

۸. ترمودینامیک دیگرامهای فازی دوتایی

۹. تئوری و اصول تغییرات فازی

۱۱. اصول سنتیک مواد

۱۲. سنتیک و مدل‌های بررسی سرعت واکنش‌های مواد

منابع و مراجع:

1. Richard. Swalin, "Thermodynamics of solids", (1972)
2. V. E. Borisenko, "Physics , chemistry and Application of Nanostructure" world scientific publishing,(1999)
3. Peidongy Yang "The Chemistry of Nanostructure Materials" world scientific publishing,(2004)



- عنوان درس: فیزیک و مکانیک کوانتومی
- تعداد واحد: ۲ واحد
- نوع درس: جبرانی
- اهمیت درس:

خواص منحصر به فرد مواد در مقیاس نانو و روشهای مختلف سنتز و چینش آنها به رفتار و پدیده های اتمی بستگی دارد بنابراین شناخت این پدیده ها پیش نیاز درک و استنتاج سایر موضوعات در زمینه نانو فناوری به ویژه نانو الکترونیک می باشد.

- هدف از ارائه درس:

ارایه مبانی مورد نیاز برای سایر دروس دوره دکتری نانو مواد در صورت عدم گذراندن و شناخت دروس پایه



- سیلابسهای قابل ارائه برای درس:

- مفاهیم بنیادی
- معادله شرودینگر
- تصویرهای شرودینگر و هایزنبرگ
- دینامیک کوانتومی و کاربردهای آن
- انتگرالهای مسیر فاینمن و انتشار گر و کاربردهای آن
- نظریه اندازه حرکت زاویه ای
- تقارن در مکانیک کوانتومی

منابع و مراجع:

1. Modern Quantum Mechanics By: J.J.Sakurai
2. Quantum Mechanics By: E.Merzbacher
3. Quantum Mechanics By: A.S.Day
4. Intermediate Quantum Mechanics By: H.A.Bethe and R.W.Jackiw
5. Quantum Mechanics By: W.Greiner (Springer Verlag 1988)
6. Lectures in Quantum Mechanics By: A.Messiah

- عنوان درس: فیزیک حالت جامد پیشرفته
- تعداد واحد: ۲ واحد
- نوع درس: جبرانی
- اهمیت درس:

شناخت ساختار کریستالی و اتمی مواد پیش زمینه مباحث پیشرفته نظیر کوانتوم مکانیک و نانو فیزیک است.



- هدف از ارائه درس: میانی مفدماتی جهت دروس اصلی دوره

- سیلابهای قابل ارائه برای درس:

- شبکه‌های کریستالی - شبکه معکوس - تعیین ساختار کریستال با تفرق اشعه ایکس - دسته بندی شبکه‌های براویه و ساختارهای کریستالی - نظریه درود در مورد فلزات - نظریه سامرفلد در مورد فلزات - شکست مدل الکترون آزاد - ترازهای الکترونها در پتانسیل تناوبی - خواص عمومی - الکترونها در پتانسیل تناوبی ضعیف روش پیوند محکم (tight Binding) - روشهای دیگر برای محاسبه ساختار نواری - مدل لینه کلاسیک دینامیک الکترون - مدل نیمه کلاسیک رسانایی در فلزات - اندازه گیری سطح فومی - ساختار نواری برخی از فلزات - گسترش تقریب زمان واهلش (Relaxation Time) - گسترش تقریب الکترون مستقل - آثار سطح (Surface Effects) - دسته بندی جامدات - انرژی بستگی (Cohesive Energy) نارسایی مدل شبکه ساکن

منابع و مراجع:

1. Quantum Thory of Solid
By: C.Kittel
2. Theoretical Solie State Physics
By: March&Jones

• عنوان درس: روش های محاسبات عددی پیشرفته

• تعداد واحد: ۳ واحد

• نوع درس: جبرانی

• اهمیت درس:

مباحث درس در حل معادلات دیفرانسیل جزئی به روشهای عددی و مدل سازی ریاضی پدیده های فیزیکی کاربرد دارد



• هدف از ارائه درس:

مبانی اولیه درس روشهای تانو محاسبات

• سیلابسهای قابل ارائه برای درس:

- ۱- مقدمه: شامل تعاریف مسئله عددی، متد عددی، آلگاریتم، فرمول تکرار، خطا و پایداری
- ۲- درون یابی و تقریب: طریقه ساختن توابع تقریب، چند جمله ایهای درون یابی با نقاط پایه بفواصل نامساوی و چند جمله ای های درون یابی با نقاط پایه بفواصل مساوی، چند جمله ایهای حداقل مربعات و سریهای توانی
- ۳- انتگرال گیری: فرمولهای انتگرال گیری با نقاط پایه بفواصل مساوی فرمولهای بسته و یا باز، نیوتن - کوتس (Newton-Cotes)، فرمولهای انتگرال گیری مرکب، برون یابی های ریچاردسون (Richardsons) (Extrapolation) و متد رامبرگ - فرمولهای انتگرال گیری با نقاط پایه بفواصل نامساوی
- ۴- حل معادلات: روشهای مختلف حل معادلات، درجه همگرایی و ضریب خطای مجانب، محاسبه ریشه های تکراری و کاهش درجه چند جمله ایها (Deflation)
- ۵- حل سیستم معادلات: روش های مختلف حل مستقیم و تقریبی سیستم معادلات خطی و غیر خطی و شرایط همگرایی آنها
- ۶- حل معادلات دیفرانسیل معمولی (O.D.E) متدهای یک گامی، متداویلرو متدهای رانک کوتا (Runge Kutta) متدهای پیش بینی و تصحیح (Predictor Corrector)
- ۷- حل معادلات دیفرانسیل پاره ای (P.D.E) دسته بندی معادلات دیفرانسیل پاره ای، حل معادلات دیفرانسیل بیضوی و سهموی با استفاده از روش های اختلاف محدود و بررسی مسئله پایداری
- ۸- استفاده از رایانه ها در حل مسائلی در زمینه های فوق

منابع و مراجع:

- Applied Numerical Methods, by Brice Cornahan, Luter and James O Wilker
BY: John Wiley & Sons Inc

- Introduction to numerical analysis,
By: F.B. Hildebrand, Mc Graw Hill



A handwritten signature or scribble in black ink, located in the bottom left corner of the page. It consists of several overlapping loops and lines.

• عنوان درس: ریاضیات مهندسی پیشرفته

• تعداد واحد: ۲ واحد

• نوع درس: جبرانی

• اهمیت درس:

درس پایه‌ای برای تمام دروس و فعالیت‌های مهندسی به ویژه نانو محاسبات



• هدف از ارائه درس:

ارائه مبانی پایه

• سیلابسهای قابل ارائه برای درس:

- یادآوری از معادلات دیفرانسیل معمولی، حل معادلات به کمک بسط توانی و مروری بر مفاهیم بسط بر حسب توابع متعامد (فوریه، بسل، لژندار) و کاربرد در حل معادلات دیفرانسیل اشتروم-لیوویل
- کاربرد روش مجزاسازی متغیرها جهت حل معادلات دیفرانسیل با مشتقات پاره‌ای در سیستم مختصات مختلف منحنی الخط
- آشنایی با مفاهیم تبدیلهای انتگرالی و کاربرد آن در حل مسائل معادله دیفرانسیل با مشتقات پاره‌ای و استفاده از قضیه مانده ها (تئوری توابع مختلط) در برآورد تبدیل‌های معکوس انتگرالی
- کاربرد تبدیل Z در حل معادلات هارمونیک و بی هارمونیک با استفاده از کاربرد نگاشت همدیس
- آنالیز تانسورها و کاربرد آن در مسائل مهندسی
- آشنایی با حساب تغییرات شامل مفهوم Functional معادله اولر- لاگرانژ- کاربرد قضیه مانده‌های وزنی و روش رابله- ریتز در حل معادلات دیفرانسیل بصورت تبدیل به معادلات جبری در حوزه یا مرز
- حل عددی دستگاه معادلات
- حل عددی معادلات با مشتقات جزئی از انواع سهمی گون، بیضی گون، هذلولی گون، (معادلات موج، نفوذ و...) روشهای صریح و غیرصریح کرانک نکلسون ADI، لایمن
- معادلات انتگرالی، معادلات انتگرالی از انواع فردهیم و ولترا، معادلات انتگرالی از نوع بیجشی، فن عددی معادلات انتگرالی
- مسائل اشتروم نیوول، مسائل با مقادیر ویژه
- توابع گرین و کاربردشان در حل مسائل معادلات دیفرانسیل و معادلات با مشتقات جزئی توابع دلتای دیراک در فضاهای یک بعدی و دوبعدی
- بحث در حساب تغییرات

منابع و مراجع:

1. Advanced Engineering Mathematic

By: Erwin Kvejsziy

John Wills & Sun/ 2006

2. Advanced Engineering Mathematic/third Edition/

By: M.C Potter : J.L.Cooldberg and E.Aboufadel /Oxford University Press/2005

3. Advanced Engineering Mathematic/third Edition/

By: P.G.Zill Loyala

Jones&Bratlerr/ 2006

ب - سرفصلهای دروس پایه



• عنوان درس: نانو تکنولوژی پیشرفته (۱)

• تعداد واحد: ۲ واحد

• نوع درس: پایه

• اهمیت درس:

این درس پس از بررسی اصول و مبانی علم نانو شامل فیزیک و شیمی مواد نانو، قابلیت‌ها و پتانسیل‌های تکنولوژی نانو را بیان می‌کند و تنوعی از کاربردهای آن را بیان می‌کند. این درس یک دید کلی از کاربردهای صنعتی در یک حوزه وسیع و توسعه یافته در زمینه نانو تکنولوژی را بیان می‌کند. و دانشجویان و مخاطبان را با زمینه های وسیع و متنوع استفاده از فناوری نانو و کاربردهای آن آشنا می‌سازد. روشهای فرآوری مواد نانو مورد بررسی قرار گرفته و تنوعی از شیوه های ساخت توسعه یافته و جدید را مرور نموده و بعلاوه محدودیتهای موجود در تکنیکهای معمول را برطرف نماید.

• هدف از ارائه درس:

هدف اصلی از این درس آشنایی دانشجویان با مواد نانو و نانو تکنولوژی می‌باشد و پس از گذراندن این درس دانشجویان بایستی با خواص اصلی و بنیادی مواد با ساختار نانو آشنا شوند. با گذراندن این درس و تکمیل دوره آن دانشجویان بایستی یک دانش و شناخت نسبت به چگونگی جریان صنعتی در نانو تکنولوژی، درک و فهم از روابط میان بیوتکنولوژی و نانو تکنولوژی، شناخت کاربردهای کلی نانو تکنولوژی و پتانسیلها و قابلیت‌های آن رداشته باشند و همچنین اصول و مبانی علمی و مهندسی نانو تکنولوژی را فراگیرند.

• سیلابسهای قابل ارائه برای درس:

۸. تاریخچه، مبانی و کلیاتی پیرامون روند توسعه تکنولوژی، علم نانو و نانو تکنولوژی مولکولی

۹. اثر اندازه بر خواص ماده



۱- خواص مکانیکی

۲- فیزیکی

۳- شیمیایی

۴- اپتیکی

۵- مغناطیسی

۳. نانو در مواد معمول چون: سرامیکها، شیشه ها و پلیمرها، گرافیت، نانو تیوبها، فلزات، کاتالیستها و کاتالیزورها

۴. کاربردهای نانو تکنولوژی و آینده آن

۵. نانو تکنولوژی پیشرفته در علوم مواد، الکترونیک، بیوتکنولوژی، پزشکی، داروسازی، محیط زیست، مهندسی

شیمی و مکانیک

۶. اشاره کلی به روش های ساخت و مشخصه یابی پیشرفته

- ۱- نانوساختارهای بدون بعد
- ۲- نانوساختارهای تک بعد
- ۳- نانوساختارهای دو بعد
- ۴- نانوساختارهای ۳ بعد

منابع و مراجع:

1. Charles P. Poole, Frank J. Owens, "Introduction to Nanotechnology", Wiley InterScience (2000)
2. G. Schmid , "Nanoparticles: From Theory to Application", Wiley-VCH (2003)
3. Mark Ratner, Daniel Ratner, "Nanotechnology", Prentice Hall PTR (2002)
4. G. Cao, "Nanostructures and Nanomaterials" ,Imperial College Press (2004)
5. Daniel L. Feldheim, "Metal Nanoparticles: Synthesis and Application (2003)
6. Carl C. Koch "Nanostructured Materials: Processing, Properties and Application" William Andrew Inc. (2002)



• عنوان درس: نانو تکنولوژی پیشرفته (۲)

• تعداد واحد: ۲ واحد

• نوع درس: پایه

• اهمیت درس:

این درس پس از بررسی اصول و مبانی خواص فیزیکی مواد هوشمند از دیدگاه فیزیک حالت جامد به بررسی مواد دیگر پیشرفته چون مواد فروالکترونیک و غیره اشاره می کند. آلیازهای حافظه دار و همچنین پلیمرهای هوشمند از جمله مواد استراتژیک و قابل کاربرد در علوم فنی و تکنولوژی نو می باشند. اهمیت وجود این مواد در بحث فناوری نانو باعث می شود بتوان خواصی نو و یا قطعاتی نو را در ابعاد نانومتری طراحی و ساخت. بررسی خواص هوشمندی نیز از دیگر اهداف این درس می باشد. در این درس علاوه بر آشنایی دانشجویان با مواد پیشرفته و اهمیت آنها در صنعت کاربرد آنها در مقیاس نانو، تهیه و فرآوری آنها تشریح می گردد.

• هدف از ارائه درس:

هدف اصلی از این درس آشنایی دانشجویان با مواد هوشمند نانو می باشد و پس از گذراندن این درس دانشجویان بایستی با خواص اصلی و بنیادی مواد هوشمند و کاربردهای آن آشنا شوند.

سیلابسهای قابل ارائه برای درس:

a. اصول و مقدمات مواد پیشرفته

b. خواص شیمیایی و فیزیکی مواد هوشمند فلزی و پلیمری

c. روشهای ساخت مواد هوشمند

d. کاربردهای مواد هوشمند

e. روشهای تولید نانو کامپوزیتهای هوشمند

f. کاربردهای عمومی نانو مواد پیشرفته

منابع و مراجع:



1- Axel Ritter, "Smart Materials: Types, Products, Architecture" Birkhäuser Basel (2006).

2. P. M . Ajayan, "Nanocomposite science and Technology", Wiley-VCH (2003).

3. R. A. Sheno, "Composite Materials in Maritime structure", 1999

5. G. Cao, "Nanostructures and Nanomaterials" ,Imperial College Press (2004)

ج: دروس تخصصی اجباری گرایش نانومواد



• **عنوان درس:** تکنولوژی و ساخت لایه های نازک نانومتری

• **تعداد واحد:** ۲ واحد

• **نوع درس:** تخصصی اجباری نانومواد

• **اهمیت درس:**

این درس اصول و مبانی فیزیکی و شیمیایی لایه های نازک در مقیاس نانو را توضیح داده و چگونگی لایه نشانی فیلم نازک، تولید و فرآوری آنها را بیان می کند و همچنین دانشجویان را با کاربردها صنعتی و محدودیت های آنها آشنا می سازد.

• **هدف درس:**

با گذراندن این درس دانشجویان بایستی با خواص فیزیکی و شیمیایی لایه های نازک نانویی آشنا باشند و همچنین نحوه فرآوری آنها را بدانند.

• **سیلابسهای قابل ارائه درس:**



۱- مقدمه ای بر اصول و مبانی لایه های نازک

۲- مبانی علم خلا در روش ها فیزیکی

۳- اصول الکتروشیمیایی ساخت لایه های نازک

۴- اصول شیمیایی ساخت لایه های نازک

۵- طبقه بندی روش های ساخت پوششهای نازک

۶- بررسی مورفولوژی و ساختار لایه های نازک بر روش های فیزیکی و شیمیایی

۷- مشخصه یابی لایه های نازک شامل خواص فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی لایه های نازک در

مقیاسهای کوچک

• **منابع و مراجع:**

1. H. Bubrt, H. Jenett, "Surface and Thin Film Analysis", Wiley-VCH (2002)

2. E. Kasper, "Thin Film Epitaxial Growth and Nanostructures" Elsevier (1999)

3. Milton Ohring, "The Materials Science of Thin Films" Academic Press(1992)

5. Gan-Moog Chow, "Nanostructured Films and Coatings" Springer (2000).

عنوان درس: نانو سرامیک ها

تعداد واحد: ۲

نوع درس: تخصصی اجباری نانومواد

اهمیت درس: با توجه به پیشرفت روزافزون نانو تکنولوژی در همه عرصه های علمی، نیاز به ارائه درسی که بتواند در زمینه سرامیک ها نیز این فناوری جدید را عرضه نماید کاملاً محسوس است. بنابراین تولید نانو ذرات سرامیکی و بررسی مراحل فرآیندی جهت رسیدن به ساختارهای نانو برای دانشجویان نانوتکنولوژی بسیار با اهمیت است.

هدف درس: هدف از ارائه این درس بررسی روش های پیشرفته تولید نانو ذرات سرامیکی و ایجاد ساختارهای نانو در مواد سرامیکی است.

سیلابس های قابل ارائه درس:

الف- روش های تولید نانو ذرات سرامیکی اکسیدی و غیر اکسیدی شامل روش های سل ژل، ترسیبی و ... به نام روش های شیمیایی و روش مکانیکی شامل خردایش و غیره و روش های فیزیکی
ب- روش های تولید سرامیک ها و کامپوزیت های سرامیکی با ساختار نانو شامل مطالعه اصول مخلوط نمودن، شکل دادن و سینترینگ سرامیک ها جهت کنترل اندازه دانه و جلوگیری از رشد دانه



منابع و مراجع:

[1] Zh.L, Y.Liv, Z. Zhang, Handbook of Nanophase and Nanostructured Materials, Tsighua University press, Kluwer Academic / Plenum Publishers.

[2] A.P. Tomsia and A.M. Glaeser, Ceramic Microstructures, Control at the Atomic level, Plenum press, N.Y(1998).

- عنوان درس: مباحث ویژه در نانو کامپوزیتها
- تعداد واحد: ۲ واحد
- نوع درس: تخصصی اجباری نانومواد

• اهمیت درس:

این درس خواص نانو کامپوزیتها در مقیاس نانو را توضیح داده و تهیه و فرآوری آنها را بیان می نماید همچنین دانشجویان را با کاربردهای صنعتی کامپوزیتها و محدودیتهای آن آشنا می سازد و همچنین زمینه های پژوهشی پیرامون کامپوزیتها را فراهم می نماید.

• هدف درس:

هدف از این درس آموزش دانشجویان در زمینه آشنایی با خواص فیزیکی و شیمیایی کامپوزیتها با ساختار نانو می باشد.

• سیلابسهای قابل ارائه درس:

۱. اصول و مقدمات مواد کامپوزیتی
۲. مواد کامپوزیتی شامل کامپوزیتهای سرامیکی، فلزی و پلیمری
۳. خواص شیمیایی و فیزیکی مواد کامپوزیتی و اندازه گیری خواص شیمیایی و فیزیکی آنها
۴. روشهای ساخت مواد کامپوزیتی مبتنی بر روشهای ذوب و شکل دهی و همزمان
۵. کاربردهای مواد کامپوزیتی
۶. روشهای تولید نانو کامپوزیتها
۷. کاربردهای عمومی نانو کامپوزیتها
۸. نانو کامپوزیتهای حجمی فلزی و نانو کامپوزیتی سرامیکی
۹. مدلسازی نانو کامپوزیتها و روشهای ساخت و کاربرد نانو کامپوزیتهای بیولوژیکی



• منابع و مراجع:

1. Sridhar Komarneni, "Nanophase and Nanocomposite Materials" Materials Research Society(2000)
2. P. M. Ajayan, "Nanocomposite Science and Technology" Wiley-VCH (2003)
3. R. A. Shenoi, "Composite Materials in Maritime structure" Cambridge University Press (1999).
4. V. M. Shalaev, "Nanostructured Materials: clusters, composite and Thin Film" An American Chemical Society Publication (1998)

**د : دروس تخصصی اجباری گرایش
نانوالکترونیک**



- عنوان درس: نانو فوتونیک
- تعداد واحد: ۳ واحد
- نوع درس: تخصصی اجباری نانوالکترونیک
- اهمیت درس:

نانوفتونیک یکی از گرایش های نانوتکنولوژی است که راجه به کشف و نوآوری در خلق نانومواد است که می توانند کنترل شار نور و در بعضی شرایط حجم آنرا کنترل نماید. با ساخت این نانومواد می توان ترکیب و ساختار آنها را طوری انتخاب نمود که بتواند با طول موج نور انطباق داشته باشد. در این شرایط ما قادر خواهیم بود که بتوانیم از نور قابلیت هائی بگیریم که تحت کنترل ما باشد.

- هدف درس:
- در این درس دانشجویان علاوه بر مبانی فوتونیک با آخرین دستاوردهای تولید و کاربرد نانومواد در در حوزه فعالیت این رشته آشنا می شوند.

- سیلابس های قابل ارائه درس:

- ۱- مقدمه شامل مفاهیم پایه اندرکنش نور- ماده- معادلات ماکسول
- ۲- مبانی نانو فوتونیک
- ۳- برهمکنش میدان نزدیک
- ۴- ساختارهای کوانتومی
- ۵- دینامیک برانگیختگی های ساختار نانو
- ۶- بلورهای فوتونیک
- ۷- نانو کامپوزیت های فوتونیک
- ۸- Nanolithography
- ۹- کاربردهای نانو فوتونیک



- منابع و مراجع

- [1] P.N. Prasad, "Nanophotonics" , Wiley (2004).
- [2] B.E.A. Saleh, M.C. Teich" Fundamental of Photonics", Wiley, (1991)
- [3] S. Kowata" Near Field Optics and Surface Plasmon Polarization"(2001)

- عنوان درس: نانو الکترونیک
- تعداد واحد: ۳ واحد
- نوع درس: تخصصی اجباری نانو الکترونیک
- اهمیت درس:

در این درس اصول و مبانی نانو الکترونیک توضیح داده می شود و یک مفهوم کلی از فیزیک کوانتومی در مقیاس نانو ارائه می شود و همچنین زمینه ای را برای شناخت انتقالات الکترونی و یونی نیمه هادیها و دیگر تجهیزات الکترونی فراهم می نماید.

- هدف درس:

هدف از این درس و ایجاد آن آموزش جامع دانشجویان در زمینه آشنایی با خواص الکتریکی ساختارهای نانو می باشد و دانشجویان با تکمیل دوره آن بایستی با خواص الکترونیکی ساختارهای نانویی و کاربردهای آن آشنا باشند.

- سیلابهای قابل ارائه درس:



۱. مقدمه ای بر نانو الکترونیک
۲. خواص فیزیکی نیمه هادیها در مقیاس نانو
۳. تکنیکهای ساخت قطعات الکترونیکی در مقیاس نانو
۴. ساختارهای الکترونیکی و فرآیندهای فیزیکی در نیمه هادیهای با ساختار نانو
۵. اصول نیمه هادیهای با ساختار نانو بر اساس قواعد الکترونیکی و الکترواپتیکی
۶. کاربردهای نانو الکترونیکها
۷. توسعه های آینده در زمینه خواص الکترونیکی در مقیاس نانو

- منابع و مراجع:

1. R. Wasen, "Nanoelectronics and Information Technology: Advance electronic materials and novel devices" (2003)
2. K. Gosser, " Nanoelectronics and Nanosystem" (2003)
3. H. Kuzmany, "Structure and Electronic Properties of Molecular Nanostructure", (2002)
4. Neilw. Bergmann, "Electronic and structures for MEMS" (1999)
5. Victor Klimov, "Semiconductor and Metal Nanocrystals ",(2003)

۵: درس تخصصی اختیاری گرایش
نانومواد و نانو الکترونیک



نام درس: روش های ساخت نانو مواد

تعداد واحد: ۲

نوع درس: تخصصی اختیاری

اهمیت درس:

اهمیت کاربرد نانو مواد باعث شده است که تحولات چشمگیری در کاربرد مواد در صنایع مختلف بوجود آید. این سوال مطرح است که چگونه نانو مواد را بسازیم؟ نانو مواد اگر در چهار شاخه: ۱- نانو ذرات، ۲- نانو سیم ها و نانو میله ها، ۳- لایه های نازک و ۴- نانو مواد توده ایی تقسیم بندی گردند، ساخت آنها در این چهار بعد بسیار حائز اهمیت است.

هدف از ارائه این درس:

دانشجویان این دوره در این درس با روش های مختلف ساخت مواد در حیطه ابعادی زیر آشنا شده و خصوصیات آنها را مورد بررسی قرار می دهند.



- ۱- نانو مواد ساختار بدون بعد مانند نانو ذرات
- ۲- نانو مواد ساختار تک بعد مانند نانو سیم ها
- ۳- نانو مواد ساختار دو بعد مانند لایه های نازک
- ۴- نانو مواد ساختار سه بعد مانند بالک

پدیده های علمی در حین ساخت از اهمیت ویژه ایی برخوردار است، که در این درس به آن اشاره می شود.

مراجع:

- [1] G. Cao, "Nanostructures and Nanomaterials", Imperial College Press (2004)
- [2] M. Kohler, W. Fritzsche, "Nanotechnology: an introduction to nanostructuring techniques" Kluwer (2004)
- [3] C. Koch, "Nanostructural Materials: processing, properties & potential applications" Wiley (2002)

• عنوان درس: مباحث ویژه در نانومواد

• تعداد واحد: ۲ واحد

• نوع درس: تخصصی اختیاری

• اهمیت درس:

در این درس خواص ویژه و یا کاربردی ویژه در بحث های نانو برای دانشجویان ارائه می گردد که اهمیت تکنولوژی های نو و مواد پیشرفته نو مشخص می گردد.

• هدف درس:

هدف از این درس آموزش دانشجویان با آخرین دستاوردهای علم نانو می باشد.

• سیلابسهای قابل ارائه درس:

۱. در مورد خواص مواد معمولی و پیشرفته

۲. روش های ساخت جدید

۳. روش های جدید مشخصه یابی

۴. طرح یک نوآوری جدید

۵. کاربرد مواد پیشرفته

۶. مدلسازی و محاسبات مواد نانو

۷.



سیلابس های این درس بستگی به استاد طرح درس دارد و منابع آن توسط استاد درس پیشنهاد می گردد.

- **عنوان درس:** خواص مکانیکی، شکست‌های تغییر فرم شدید و مکانیزمهای مقاوم سازی نانومواد
- **تعداد واحد:** ۲ واحد
- **نوع درس:** تخصصی اختیاری

- **اهمیت درس:**

در این درس خواص مکانیکی و روش های ساخت مواد توده ای شکل بررسی می گردد. دانشجویان در این درس خواص و روابط مکانیکی و مکانیزم های مقاوم سازی در حالت عادی ماده با خواص توده نانوساختار آنها مورد مقایسه قرار می دهند.

- **هدف درس:**

هدف از این درس آموزش دانشجویان در زمینه آشنایی با خواص فیزیکی و مکانیکی مواد فلزی، کامپوزیتهای و سرامیکی با ساختار نانو می باشد.

- **سیلابسهای قابل ارائه درس:**



۱. اصول و مقدمات خواص مکانیکی مواد
۲. اثر اندازه دانه بر خواص مکانیکی
۳. بررسی معادلات خواص مکانیکی در ابعاد نانو
۴. رشد و جوانه زنی نانو کریستالها و روابط آن با خواص مکانیکی
۵. روش های تولید مواد نانوساختار توده ای
۶. بررسی مکانیزم های تغییر شکل
۷. مدل سازی نانو ساختارهای توده ای

- **منابع و مراجع:**

1. T.L. Lowe, R.Z. Valiev, "Investigation and Application of Severe Plastic Deformation" 2000.
2. Y. Zhu, " Nanostructured Materials By High-pressure Severe Plastic Deformation y", 2005.
3. G. Cao, "Nanostructures and Nanomaterials", Imperial College Press (2004)

- عنوان درس: شیمی حالت جامد
- تعداد واحد: ۲ واحد
- نوع درس: تخصصی اختیاری

• اهمیت درس:

قوانین جامد مواد کریستال و کاربردهای آن و دستگاههای حرارتی، نوری، پراکندگی نور و نوترون از اهمیت زیادی برخوردار است و امروزه با استفاده از قوانین کوانتم ترمودینامیکی کنترل و محاسبات آنها به درستی امکان پذیر است. اهمیت درس در مواد پلیمری، کاتالیست ها و غشاهای پلیمری و یا کریستال های مایع می باشد.

• هدف درس:

با گذراندن این درس دانشجویان با یادگیری معلومات علمی و اصول جدید در حیطه ساخت، محاسبات و شناخت قوانین حالت شیمی مواد آشنا می شوند.

• سیلابسهای قابل ارائه درس:

- ۱- قوانین فیزیکی نور و پراکندگی نور و نوترون، دستگاههای LS – LLS و نوترون Ns و DNS در بررسی شکل و اندازه و توزیع ذرات جامد مایکرونی
- ۲- قوانین جذب لانگمویر و BET و محاسبات آن در بررسی سطح و یا توزیع منافذ در ذرات میکرونی
- ۳- قوانین ترمودینامیک و دستگاههای DSC – DTA – TG – DTG در محاسبات کوانتمیک در تشکیل کریستالها.
- ۴- استفاده از نتایج علمی در شناخت و ساخت کاتالیست ها و غشا های شیمیایی و پلیمری
- ۵- استفاده از قوانین اسمزی و اسمز معکوس در جذب و تصفیه آب

• منابع و مراجع:

1. L.H. Smart, E.A. Moore, "Solid State Chemistry" CRC(2005).
2. Michael P. Marder, "Condensed Matter Physics" Wiley-Interscience(2000)

۱- کتاب های مهم در مورد غشا و جداسازی – دستگاههای مختلف از فیزیک نور و پراکندگی نور و نوترون که در درس شیمی فیزیک پیشرفته پلیمری تدریس می گردد.



نام درس: نانو تریبولوژی

تعداد واحد: ۲ واحد

نوع درس: تخصصی اختیاری

اهمیت درس:

مکانیزم ها و دینامیک برخورد دو سطح جامد که نسبت به هم حرکت دارند از ابعاد اتمی تا میکرونی نیازمند درک صحیح از اصول چسبندگی، اصطکاک، سایش و فرآیندهای روغن کاریست. نتیجه تحقیقات برای بهبود خواص سطحی منجر به مطالعه آن در ابعاد نانومتری است که به نام نانو تریبولوژی موسوم است. عملاً مطالعه سطح توسط روش های جدید مطالعه سطح چون SPM تحقق یافته است.

هدف از ارائه درس:

هدف از ارائه این درس بررسی تئوری و عملی پدیده های سطحی در ابعاد نانومتری است، که بتوان فرآیندهای چسبندگی، خراشیدن، سایش، نانو سختی سنجی و روغن کاری را مورد مطالعه قرار داد. در این رابطه بررسی این پدیده ها در تولید سیستم های میکرو الکترونیکی MEMS و نانو الکترومکانیکی NEMS بسیار حائز اهمیت است. در این درس عناوین مورد بررسی عبارتند از:

۱- اصطکاک (ابعاد اتمی، ابعاد میکرونی، وابستگی به ابعاد)

۲- نانو سایش و خراشیدن

۳- نانو ماشینکاری

۴- نانو سختی سنجی

۵- روش های بررسی خواص سطح



مراجع:

- [1] Enrico Gnecco, " Fundamentals of Friction and Wear on the Nanoscale (NanoScience and Technology) " Springer (2006).
- [2] B. Bhushan, "Micro / Nanotribology & its Application" Wiley(1997)
- [3] B. Bhushan, "HandBook of Micro/ Nanotribology", CRC Press,(1999).
- [4] B. Bhusha, Nanotribology & Nanomechanics, Wear, 259(2005) 1507-1531

نام درس: نانو پوشش ها

تعداد واحد: ۲ واحد

نوع درس: تخصصی اختیاری

اهمیت درس:

در سال های اخیر مواد نانو ساختار از اهمیت فوق العاده ای برخوردار شده است. پوشش های نانوکریستاله که اندازه دانه آنها در رنج نانومتر باشد، خواص ویژه ای را از خود نشان می دهند. موفقیت در این رشته نتیجه بهبود روش های ایجاد پوشش ها و لایه های نازک و نانو ذرات است که بتوان پوشش های نانو کامپوزیت و فوق سخت را ایجاد نمود. این نانوپوشش ها می توانند فلزی، سرامیکی و یا پلیمری باشند که رنج وسیعی از کاربردها را دربرمی گیرد، که مطالعه خواص این پوشش ها امر ضروری است.

هدف از ارائه درس:



در این درس به اهمیت ایجاد نانو پوشش ها در دماهای بالا اشاره گردیده، روش های تولید متداول و پیشرفته مورد بررسی قرار گرفته و نحوه مشخصه یابی این نانو پوشش ها مورد مطالعه قرار می گیرد. خواص بدست آمده از دیدگاه های فیزیکی، مکانیکی، مقاومت به سایش و غیره مورد بررسی قرار می گیرد.

مراجع:

- [1] Carl C. Koch "Nanostructural Materials: processing,(properties) & potential Application", 2002.
- [2] S. C. Tjong, H. Chen " Nano crystalline Materials and Coatings : an review" Mater. Sci. Eng. R45 (2004) 1-88
- [3] H. Holleck, V. Schier, Surf, Coat. 31(1994)835

- عنوان درس: نانو تکنولوژی و سیستمهای میکرو-نانوالکترومکانیکی
- تعداد واحد: ۲ واحد
- نوع درس: اختیاری

• اهمیت درس:

این درس دانشجویان و محققان را با آخرین توسعه های انجام شده در زمینه نانو تکنولوژی و سیستم های مکانیکی میکرو الکترون (MEMS) آشنا می سازد. در این درس توسعه های اساسی این سیستمها بیان می شوند و همچنین تجهیزات مکانیکی میکرو الکترون و سیستمهای میکرو ماشین، میکرو سنسورها، میکرو موتورها و مبانی و اصول عملکرد آنها توضیح داده می شوند. بعلاوه در این درس تکنیکهای ساخت میکرو ماشینهای مختلف (حجمی و سطحی)، تکنیکهای ساخت میکرو IC، تکنولوژی فیلم نازک مانند کاربرد آنها در MEMS، تأثیرات فیزیکی و اصول استفاده شده در میکرو سیستمها و همچنین تکنیکهای اندازه گیری فشار، کشش، دما، شتاب و سرعت مورد بررسی قرار می گیرند.

• هدف از ارائه درس:

هدف اصلی از این درس آشنایی دانشجویان با MEMS می باشد و پس از گذراندن این درس و تکمیل دوره آن دانشجویان بایستی با اصول و عملکرد این سیستمها در نانو تکنولوژی آشنا باشند.

• سیلابهای قابل ارائه برای درس:

۱. مقدمه ای بر نانو تکنولوژی و MEMS
۲. پردازش و ابزار تحلیلی برای MEMS و نانو تکنولوژی



- میکرو سنسورها
- تکنیکهای میکرو ماشین حجمی
- تکنیکهای میکرو ماشین سطحی
- خواص مواد MEMS

۳. نانو تکنولوژی و کامپیوترهای آینده

۴. Biomedical MEMS و نانو مواد

۵. MEMS مکانیکی _ سنسورهای کششی و فشاری، فشار سنجها، ژيروسکوپها و غیره

۶. MEMS الکترو مغناطیسی، میکرو موتورها، MEMS بی سیم، GPS MEMS و غیره

۷. MEMS پیزو الکترونیک، SPM، STM و AFM

۸. MEMS مغناطیسی _ مگنتو موتورهای SQUID

۹. MEMS حرارتی _ سنسورهای اپتیکی و محرکها

۱۰. طراحی سیستم برای MEMS

منابع و مراجع:

1. David. Lavan, "Nano – And Microelectromechanical Systems (Nems and Mems)", Materials Research Society; 2003

2. Sergey Edward Lyshevski; "Mems and Nems: Systems, Devices and Structures (Nano and Micro Science, Engineering, Technology and Medicine Series)", Wiley (2002).



Handwritten signature or mark in the bottom left corner.

- عنوان درس: مباحث ویژه در نانوالکترونیک
- تعداد واحد: ۲ واحد
- نوع درس: تخصصی اختیاری
- اهمیت درس: در این درس خواص ویژه و یا کاربردی ویژه در بحث های نانو الکترونیک برای دانشجویان ارائه می گردد.
- هدف درس: هدف از این درس آموزش دانشجویان با آخرین دستاوردهای علم نانو می باشد. سیلابس های این درس بستگی به استاد طرح درس دارد و منابع آن توسط استاد درس پیشنهاد می گردد.



(Handwritten signature)

(Handwritten mark)

• عنوان درس: نانو مغناطیسها

• تعداد واحد: ۲ واحد

• نوع درس: اختیاری

• اهمیت درس:

این درس زمینه های تجربی و تئوری برای گسترش مواد با خصوصیات مغناطیسی در مقیاس نانو فراهم می نماید، و همچنین توضیح می دهد که چگونه مواد مغناطیسی در همه زمینه های فنی مورد استفاده قرار می گیرند. این درس دانشجویان را با بهبود خواص مغناطیسی از جمله نفوذپذیری مغناطیسی و خواص دیگر و همچنین کاربردها و محدودیتهای خواص مغناطیسی در مقیاس نانو و نانو کریستالهای مغناطیسی را آشنا خواهد کرد.

• هدف درس:

با گذراندن این درس دانشجویان بایستی با اصول فیزیکی مرتبط با کنترل ساختارهای مغناطیسی در مقیاس نانو آشنایی کامل داشته باشند.

• سیلابهای قابل ارائه درس:



۱. مقدمه ای بر خواص مغناطیسی در جامدات
۲. اصول اساسی نانو مغناطیسها
۳. خواص فیزیکی نانو ساختارهای مغناطیسی
۴. ساخت و فرآوری نانو ساختارهای مغناطیسی
۵. خواص پروبهای نانو مغناطیسی
۶. مدل میکرو مغناطیس
۷. کاربردهای مواد مغناطیسی در مقیاس نانو
۸. آینده نانو مغناطیسها

• منابع و مراجع:

1. B. Cantor, " Nanocrystalline Alloy, Novel and Magnetic Nanomaterials" Taylor & Francis(2004)

2. Bekir Aktas, "Nanostructure Magnetic Materials and Their Application" Springer(2002)

3. Seungbum Hong, "Nanoscale Phenomena in Ferroelectric Thin Films" Springer (2004)

4. M. Alexe, Alexei Gruvemrman, " Nanoscale Characterization of Ferroelectric Materials' Springer 2004.

- عنوان درس: نانو محاسبات
- تعداد واحد: ۲ واحد
- نوع درس: اختیاری
- اهمیت درس: این درس شناخت روشهای محاسباتی در زمینه نانو تکنولوژی و مواد نانو را بیان نموده و کسب مهارتهای عملی و سودمند در چگونگی کاربرد متدهای محاسباتی و همچنین کاربردها و محدودیتهاشان را در مقیاس نانو توضیح می دهد و مقدمه های بر موضوعات پژوهشی در این حوزه ها را فراهم می نماید.
- هدف درس:
- هدف از ایجاد این درس آموزش جامع و فراگیر دانشجویان در زمینه آشنایی محاسبات عددی می باشد.

سیلابهای قابل ارائه درس:

۱. مقدمه و یادآوری (فلسفه محاسبات عددی، دقت و سرعت محاسبات، انواع خطاها، آنالیز خطا، پایداری، همگرایی و حل دستگاه معادلات خطی (روشهای مستقیم، دستگاه معادلات ۳ قطری، روشهای بر مبنای تکرار، روش گوس-سایدل، دستگاههای بدرفتار)، و حل معادلات غیر خطی (روش تکرار ساده، روش bisection، روش secant، روش نیوتن-رافسون، حل دستگاه معادلات غیر خطی))
۲. حل عددی معادلات دیفرانسیل معمولی (دسته بندی معادلات دیفرانسیل معمولی، روش های ضمنی و صریح، مسائل مقدار اولیه، روشهای رانگ-کوتاه، تخمین و کنترل خطا، روش رانگ کوتاه تطبیقی، همگرایی، دستگاههای معادلات دیفرانسیل عادی، دستگاه معادلات stiff، آشنایی با نرم افزارهای عددی و زیر برنامه های موجود)
۳. مقدمه ای بر حل معادلات دیفرانسیل پاره ای (دسته بندی ریاضی و فیزیکی معادلات دیفرانسیل پاره ای، گسسته سازی معادلات، خواص معادلات تفاضلی، شرایط مرزی هر نوع معادله، روش حل معادلات تفاضلی، تحلیل پایداری، انواع خطاهای عددی)
۴. محاسبات عددی در ابعاد نانومتری بر اساس سه روش زیر
 - ۲- روش MD
 - ۳- روش مونت کارلو (روشهای شبیه سازی آماری)
 - ۴- روش Stochastic Molecular Dynamic Method



منابع و مراجع:

1- Sandeep K. Shukla, R. Iris Bahar, Nano, Quantum and Molecular Computing: Implications to High Level Design and Validation (Solid Mechanics & Its Applications), Springer; 1 edition, 2004.

2- S. Nakamura, " Applied Numerical Methods With Softwar", Prentice Hall, 1991.

3- J.M. Haile " Molecular Dynamics Simulation" Wiley, 1992

4- J. D. Hoffman, "Numerical Methods for Engineers and Scientists", McGraw Hill, 1992



[Handwritten signature]

[Handwritten mark]

- عنوان درس: روشهای تحقیق و شناخت نظامهای نوآوری
- تعداد واحد: ۲ واحد
- نوع درس: اختیاری
- اهمیت درس:

این درس یکی از دروس مهمی میباشد که نه تنها در رشته نانو فناوری بلکه بایستی در همه رشته های مهندسی در مقطع کارشناسی ارشد تدریس شود. این درس دانشجویان را با نظامهای نوآوری پژوهشی در زمینه علوم مهندسی بویژه در سطح مواد نانو آشنا نموده و آنها قادر می سازد که چگونه بتوانند یک رابطه میان این نظامها و کاربردهای صنعتی برقرار سازند و یافته های تحقیقاتی و پژوهشی را به سمت حوزه های تجاری سوق دهند و همچنین تحقیق و پژوهش در این زمینه را فراهم می سازد.

* هدف درس :

هدف از این درس و تشکیل آن آموزش جامع و فراگیر دانشجویان در زمینه نظامهای نوآوری است که با تکمیل این دوره دانشجویان قادر خواهند بود تا یافته های علمی و پژوهشی را به سوی حوزه های تجاری سوق دهند.



* سیلابسهای قابل ارائه درس :

۱. اهمیت و ضرورت تحقیق
۲. موانع و مشکلات تحقیق
۳. مشکلات محقق
۴. مسائل مهندسی
۵. ویژگیهای یک مهندس
۶. وظایف محقق
۷. روشهای یافتن موضوع تحقیق
۸. انواع تحقیق
۹. تحقیق از نظر تعداد محققان
۱۰. تحقیق از نظر شیوه عمل
۱۱. تحقیق از نظر ارزش علمی
۱۲. تحقیق از نظر کاربرد
۱۳. تحقیق از نظر وسعت
۱۴. تحقیق از نظر عرضه و ارائه
۱۵. تحقیقات بنیادی
۱۶. تحقیقات کاربردی
۱۷. تحقیقات توسعه ای
۱۸. ضرورت و وظایف و احدهای تحقیق و توسعه در صنایع
۱۹. مراحل تحقیق بنیادی و کاربردی
۲۰. نحوه تعریف پروژه



۲۱. درک موضوع تحقیق
۲۲. اطلاعات تحقیقات بنیادی و کاربردی
۲۳. چرخه تولید اطلاعات
۲۴. شبکه‌های اطلاع رسانی
۲۵. روشهای طراحی آزمایش
۲۶. تدوین نتایج تحقیق
۲۷. تهیه مقاله علمی
۲۸. روشهای تهیه و ارائه پیشنهاد پروژه
۲۹. مراحل انجام تحقیق توسعه ای
۳۰. مراحل تحقیق برای ایجاد فناوری
۳۱. بهبود تکنولوژی مهندسی معکوس
۳۲. مشابه سازی صنایع مونتاژ
۳۳. نقش تحقیق بر ایجاد و پیشرفت فناوری
۳۴. بررسی موانع و مشکلات ارتباط صنعت با دانشگاه و راه حلها
۳۵. آشنایی با مراکز رشد و شهرکهای عملی تحقیقاتی
۳۶. مهارتهای ارائه حضوری
۳۷. تکنیکهای سخنرانی
۳۸. تکنیکهای تهیه ابزارهای بصری
۳۹. اصول مدیریتی برای نوآوری
۴۰. مسائل کلیدی در مدیریت نوآوری
۴۱. گسترش یک قالب بندی مناسب برای استراتژی نوآوری
۴۲. چگونگی رقابت ملی
۴۳. رقابتهای بین المللی
۴۴. مسیرهای گسترش و بهره برداری کردن از تکنولوژی های جدید
۴۵. تهیه طرحهای استراتژیک
۴۶. چگونگی ایجاد اورگانهای نوآوری
۴۷. شناخت و گسترش پارکهای نوآوری
۴۸. ایجاد و رشد شرکتهای تجاری کوچک
۴۹. مبانی مدیریت نوآوری
۵۰. دانش و علم به خطرات تهدید کننده داخلی
۵۱. مدیریت پروسه های داخلی

منابع و مراجع:

1. Joe Tidd, Jhn Bessant, Keith Pavitt, "Managing Innovation 2nd ed", 2001

عنوان درس: نانوبیو تکنولوژی

• تعداد واحد: ۳ واحد

• نوع درس: اختیاری

• اهمیت درس:

این درس واکنشهای میان سلولهای میان سلولهای سیمتهای زنده در سطح نانو را شرح داده، و تکمیل ژنها در پروتئینها و دیگر ماکرومولکولها را بیان می کند و همچنین کاربردها و محدودیتهای نانوبیو تکنولوژی را توضیح خواهد داد.

• هدف درس:

هدف از این درس آموزش جامع و فراگیر دانشجویان در زمینه آشنایی با ساختارهای نانوبیو تکنولوژی می باشد.

• سیلابسهای قابل ارائه درس :

۱. مقدمه ای بر نانوبیو تکنولوژی و اصول و مبانی آن

۲. محصولات زیستی بصورت نانو ذره

■ ساختمان نانو پروتئین

■ ویروسها و ذرات مشابه ویروس

۳. عملکرد بیو نانو ماشینها

۴. کاربردهای نانو ذرات زیستی

۵. فرایند های بالا دستی برای فرایند نمودن نانو ذرات زیستی

۶. فرایند های پایین دستی برای فرایند نمودن نانو ذرات زیستی

۷. طراحی بیو تکنولوژی بیو مولکولها

۸. اصول ساختاری نانوبیو تکنولوژی

۹. اصول اصلی و اساسی نانوبیو تکنولوژی

۱۰. کاربردهای نانوبیو تکنولوژی

۱۱. نانوبیو تکنولوژی امروزی

۱۲. آیندی نانوبیو تکنولوژی

• منابع و مراجع :

1. D.S.Goodsell, "Bionanotechnology:Lessons from nature",2004

2.Haevey C. Hoch, "Nano Fabrication and Biosystems", 1996

3.Arthur Ten Wolde, "Nanotechnology, (Toward a Molecular Kit) ", Publish by SSNatherlands study couter for Technology Trands

