دانشگاه تربیت مدرس

مشخصات کلی، برنامه درسی و سرفصل دروس

دوره : کارشناسی ارشد

رشته : نانو فناوری

گرایش: نانو مواد

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای برنامه ریزی آموزش عالی

دانشکده فنی و مهندسی

مصوب جلسه مورخ ۸۴/۳/۹ شورای دانشگاه

این برنامه براساس مصوبه جلسه ۷۵۱ مورخ ۸۸/۱۲/۲۲ شورای برنامه ریزی آموزش عالی مبنی بر ضرورت ایجاد رشته نانو فناوری – نانو مواد در دانشگاه تربیت مدرس و مطابق مواد آیین نامه واگذاری اختیارات برنامه ریزی درسی به دانشگاهها، توسط اعضای هیأت علمی دانشکده فنی و مهندسی تهیه و تنظیم و در جلسه مورخ ۸۴/۳/۹ شورای دانشگاه به تصویب رسید.

مصوبه شورای دانشگاه تربیت مدرس درخصوص برنامه درسی

رشته : نانو فناوری گرایش : نانو مواد

مقطع: کارشناسی ارشد

برنامه درسی دوره کارشناسی ارشد رشته نانو فناوری گرایش نانو مواد که توسط اعضای هیأت علمی دانشکده فنی و مهندسی تدوین شده بود، 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 ۸٤/۳/۹ شورای دانشگاه در مورد تدوین برنامه درسی رشته «نانو فناوری – نانو مواد » در دوره کارشناسی ارشد صحیح است. به واحد ذی‌ربط ابلاغ شود.

دکتر بیژن رنجبر

رئیس دانشگاه

این برنامه آموزشی در جلسه مورخ ۸۸/۱۲/۲۲ شورای برنامه ریزی آموزش عالی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری به تصویب رسیده و مورد تأیید می باشد.

دکتر رجبعلی برزویی

دبیر شورای برنامه ریزی آموزش عالی

فصل اول

مشخصات کلی

۱) مقدمه:

با استناد به سیاستهای کلی کشور و با عنایت به پیشنهاد ارائه شده مبنی بر بهره گیری از تمام توان علمی, آموزشی و پژوهشی دانشگاه, تأسیس دوره کارشناسی ارشد فنآوری نانو مواد به منظور توسعه پژوهش مداری در نظام تحصیلات تکمیلی و جذب و پرورش استعدادهای برتر کشور پیشنهاد شده است .

در این برنامه اصول کلی تأسیس دوره کارشناسی ارشد فنآوری نانو مواد در دانشگاه تربیت مدرس ارائه گردیده است. امید است سایر مجموعه ها نیز با نگاه تخصصی خود در توسعه متوازن این موضوع کوشا باشند.

۲) نام رشته: فنآوری نانو مواد

۳) تعریف و هدف دوره:

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

٤) 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 وبین المللی اجتناب ناپذیر است.

٥) مدت رسمی دوره:

مدت رسمی دوره ۲ سال و نظام آموزشی آن منطبق بر آیین نامه ها و مصوبات وزارت علوم، تحقیقات و فنآوری تعیین و تنظیم شده است.

٦) شرایط پذیرش دانشجو:

٦-۱) دارا بودن مدرک کارشناسی در کلیه رشته های فنی و مهندسی

٦-۲) کسب قبولی در آزمون اختصاصی ورودی این رشته مشتمل بر آزمون کتبی و مصاحبه شفاهی

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای برنامه ریزی آموزش عالی
دانشگاه تربیت مدرس

تبصره ۱) جدول دروس اختصاصی و اختیاری در آزمون کتبی در سطح کارشناسی عبارت است از:

نوع درس	نام درس	ضریب دروس	ملاحظات
دروس اختصاصی	۱. ریاضیات مهندسی ۲. شیمی کاربردی ۳. فیزیک جدید ٤. زبان انگلیسی	۱ ۱ ۱ ۱	برای کلیه رشته ها اجباری است
دروس اختیاری	۱. خواص فیزیکی و مکانیکی مواد ۲. یکی از پدیده های انتقال (مکانیک سیالات, انتقال جرم, انتقال حرارت) ۳. الکترونیک ۱و۲ و الکترومغناطیس مهندسی	۲ ۲ ۲	متناسب با مدرک تحصیلی, قبولی در یک درس الزامی است

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

۵-۳) قبولی نهایی دانشجو منوط به کسب موافقت یکی از اساتید به عنوان استاد راهنما و تعیین موضوع کلی تحقیقاتی قبل از شروع دوره است.

٦) نظام آموزشی پژوهشی دوره:

دورهٔ فنآوری نانو مواد در دانشگاه تربیت مدرس می تواند شامل گرایشهای ذیل باشد:

نانو مواد (نانوفلز، نانو سرامیک، نانو کامپوزیت،نانو مواد زیستی)

۷) برنامه دوره:

برنامه درسی گرایش به نحوی تنظیم شده است تا دانشجو بتواند با توجه به علاقمندی خویش، موضوع پایان نامه 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 نرمافزارهای تخصصی، مطالعات موردی و پروژه های درسی
٤. انجام پروژه های تحقیقاتی و ارائه پایان نامه

۸) واحد های درسی

دانش آموختگان در مدت تحصیل مجموعاً ۳۲ واحد در زمینه های آموزشی و پژوهشی خواهند گذراند و دانشجویان ورودی متناسب با علاقه و زمینه های پژوهشی خود موضوع پایان نامه و دروس اختیاری را با نظر استاد راهنما در یکی از زمینه های تخصصی انتخاب خواهند نمود.

تعداد واحدهای درسی این گرایش به شرح زیر می باشد:

۱.	دروس پایه الزامی	۸ واحد
۲.	دروس تخصص الزامی	٦ واحد
۳.	دروس اختیاری	۸ واحد
٤.	سمینار	۲ واحد
٥.	پایان نامه	۸ واحد
	جمع	۳۲ واحد

** 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

در جداول ۱ تا ٤ مشخصات دروس جبرانی، الزامی و اختیاری آورده شده اند.

جدول ۱- مشخصات دروس جبرانی

کد درس	نام درس	تعداد واحد	ساعت			پیشنیاز یا هم نیاز		
			جمع	نظری	عملی			
	ریاضیات مهندسی	۳	٤۸	٤۸	-			
	فیزیک نوین	۳	٤۸	٤۸	-			
	شیمی پایه	۳	٤۸	٤۸	-			
	ترمودینامیک مواد	۳	٤۸	٤۸	-			

* لازم به ذکر است که دروس پیشنیاز جزو دروس دوره کارشناسی ارشد فنآوری نانومواد گنجانده نشده اند و این دروس علاوه بر ۳۲ واحد درسی است که دانشجویان بایستی در این دوره بگذرانند. همچنین پذیرفته شدگان در رشته فنآوری نانو مواد با توجه به رشته دوره کارشناسی خود واحدهای فوق را اخذ خواهند نمود و ملزم به گذراندن همه این واحد ها نمی باشند.

** کلیه دروس فوق در سایر رشته های دانشکده فنی ومهندسی دانشگاه تربیت مدرس مصوب می باشد.

جدول ۱- مشخصات دروس پایه الزامی

کد درس	نام درس	تعداد واحد	ساعت			پیشنیاز یا هم نیاز		
			جمع	نظری	عملی			
	مبانی فیزیک در نانوتکنولوژی	۳	٤۸	٤۸	-			
	اصول پیشرفته شیمی درنانوتکنولوژی	۲	۳۲	۳۲	-			
	اصول پیشرفته ترمودینامیک و تئوری سنتیک مواد	۳	٤۸	٤۸	-			
	جمع	۸						

جدول ۳- مشخصات دروس تخصصی الزامی

کد درس	نام درس	تعداد واحد	ساعت			پیشنیاز یا هم نیاز
			جمع	نظری	عملی	
	نانومواد (۱)	۳	٤٨	٤٨	-	
	روشهای پیشرفته در شناسایی و اندازه گیری خواص مواد نانو	۳	٦٤	۳۲	۳۲	
	سمینار	۲	٤٨	٤٨	-	
	پروژه	۸				
	جمع	١٦				

جدول٤- مشخصات دروس اختیاری

کد درس	نام درس	تعداد واحد	ساعت			پیشنیاز یا هم نیاز
			جمع	نظری	عملی	
	نانوکامپوزیتها	۳	٤٨	٤٨	-	
	نانومواد (۲)	۳	٤٨	٤٨	-	
	نانومغناطیسها	۲	۳۲	۳۲	-	
	نانوالکترونیک	۲	۳۲	۳۲	-	
	شبیه سازی عددی	۲	۳۲	۳۲	-	
	اصول و کاربرد لایه های نازک	۲	۳۲	۳۲	-	
	بیونانوتکنولوژی	۳	٤٨	٤٨	-	
	مدلسازی و شبیه سازی سیستمهای نانو	۲	۳۲	۳۲	-	
	شیمی و فیزیک هیدرودینامیکی و نانوتکنولوژی	۲	۳۲	۳۲	-	
	شناخت نانو ذرات و فرایندهای سنتز آنها	۲	۳۲	۳۲	-	
	مبانی انجماد پیشرفته و نانوکریستالها	۲	۳۲	۳۲	-	
	ساختارهای ویژه نانو متری	۳	٤٨	٤٨	-	
	نانوتکنولوژی و سیستمهای مکانیکی میکروالکترونی	۲	۳۲	۳۲		
	روشهای تحقیق و شناخت نظامهای نوآوری	۲	۳۲	۳۲	-	

** شایان ذکر است که دانشجویان ملزم به انتخاب ۸ واحد از دروس فوق می باشند. (۸ واحد دروس اختیاری را دانشجویان با توجه به زمینه پژوهشی خود انتخاب می کنند).

فصل سوم

سرفصل دروس

الف- سرفصلهای دروس پایه الزامی

- **عنوان درس:** مبانی فیزیک در نانو تکنولوژی
- **تعداد واحد:** ۳ واحد
- **نوع درس:** پایه

- **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 می شود که در بهبود رفتار مواد از طریق کنترل ابعادی توسعه یافته‌اند. واثرات 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 وتکمیل 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
٤. کاربرد مواد مغناطیسی، نیمه هادیها شامل کریستالهای نوری
۵. دیفراکشن الکترونها در کریستال
٦. فونونها و نوسانات شبکه ای
۷. خواص دی الکتریک عایقها
۸. نیمه هادیها و مغناطیس کننده ها
۹. عیوب در کریستالها
۱۰. کریستالهای مایع،
۱۱. سوپر هادیها
۱۲. ساختارهای میکروسکپی جامدات، مایعات، کریستالهای مایع، پلیمرها
۱۳. تفرق الاستیک
۱٤. عیوب توپولوژیکی
۱۵. ساختارهای الکترونیکی کریستالها (فلزات و نیمه هادیها)

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:** اصول پیشرفتهٔ شیمی در نانوتکنولوژی
- **تعداد واحد:** ۲ واحد
- **نوع درس:** پایه

- **اهمیت درس:**

امروزه قسمتی از درس شیمی فیزیک به سمت اهمیت ریزساختارهای میکروسکپی و تأثیر کوانتومی و ساختارهای تعادلی آن متمرکز گردیده است. جنبه های ترمودینامیکی طرزتهیه وسنتز 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 می‌گیرد.

- **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 نتو، خواص ترمودینامیکی N اتم در یک زنجیر و محاسبات انرژی باتوجه به تجمع آنها
۲. برهم کنشها و فازهای حاصل
۳. تقارن در B, Si, C و برهم کنشهای آنها
٤. 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 کلوئید
۳. اتلاف انرژی وترمودینامیک
٤. ترمودینامیک پلیمری کریستال و شکست کریستالها
۵. کنتیک و نفوذ در مواد
٦. جذب و پایداری در مواد شیمیایی
۷. تجمع و تشکیل کلوئید ها در پلیمرها

ساخت و سنتز مواد شیمیایی و کاربردهای آنها

۱. شیمی سوپرا مولکولی و ساختارهای طراحی شده پلیمرها
۲. پلیمرهای بلوک وکوپلیمرهای بلوک
۳. ساختارهای نتو پی‌کئوردیناسیونی

٤. کلاسترها، دندریتها

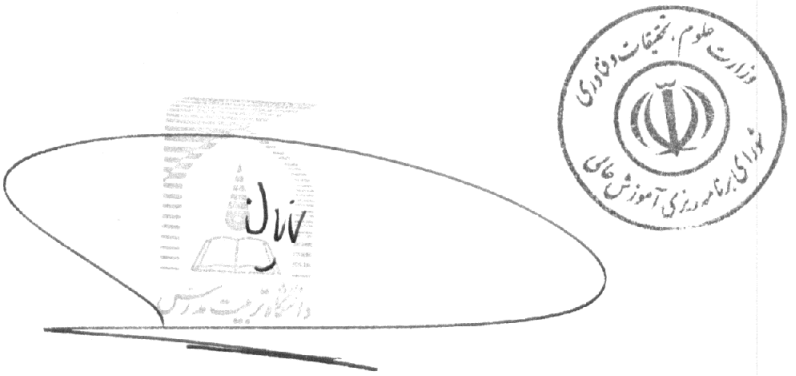
٥. سیکلودکسترینها

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

منابع و مراجع:

1. Peiodong. Yang, "The Chemistry Of Nnanostructure Materials" World Scientific Publishing, 2004

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



٤. کلاسترها، دندریتها

٥. سیکلودکسترینها

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

منابع و مراجع:

1. Peiodong. Yang (Editor),2004 "The Chemistry Of Nnanostructure Materials" World Scientific Publishing

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

- **عنوان درس:** اصول پیشرفتهٔ ترمودینامیک وتئوری سنتیک مواد
- **تعداد واحد:** ۳ واحد
- **نوع درس:** پایه

- **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 می‌کند که شامل ساختارهای تعادلی متفاوت، اثرات کوانتومی، ضریب هدایت وغیره، همچنین واکنشهای مولکولی متفاوت را توضیح می‌دهد. و جنبه‌های ترمودینامیکی طرز تهیه و سنتز مواد نانو را بیان می‌کند.

- **هدف از ارائه درس:**

هدف از تشکیل این درس آموزش جامع و فراگیر دانشجویان در زمینه ترمودینامیک مواد می باشد. با گذراندن این درس وتکمیل دورهٔ آن دانشجویان با رابطهٔ بین خواص و کاربرد مواد نانو و سنتز این مواد آشنا می‌شوند.

- **سیلابسهای قابل ارائه برای درس:**

۱. شرایط تعادل و پتانسیل شیمیایی
۲. ترمودینامیک مولکولی
۳. ترمودینامیک آماری شامل
   - انتروپی و بی‌نظمی در مقیاس اتمی
   - مفهوم حالت میکروسکوپی
   - تعیین محتمل‌ترین حالت میکروسکوپی
   - تأثیر دما
   - تعادل حرارتی در یک سیستم
   - جریان گرما و تولید انتروپی
   - انتروپی حرارتی و انتروپی وضعیتی
٤. مبانی ترمودینامیک کلاسیک
٥. قوانین اول دوم و سوم ترمودینامیک
٦. ترمودینامیک محلولها و مدلهای ترمودینامیکی
۷. مبانی نفوذ، قوانین اول و دوم فیک
۸. ترمودینامیک دیاگرامهای فازی دوتایی
۹. تئوری و اصول تغییرات فازی

۱۰. مورفولوژی تغییرشکل و تکامل تدریجی

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)

ب- سرفصلهای دروس تخصصی الزامی

- **عنوان درس:** نانو مواد (۱)
- **تعداد واحد:** ۳ واحد
- **نوع درس:** تخصصی

- **اهمیت درس:**

این درس اصول ومبانی مواد نانو را معرفی می‌کند وچهارچوب علمی از فیزیک مواد نانو، بیولوژی و علم مواد ارائه می‌نماید. و قابلیتها و پتانسیلهای مواد نانو و نانو تکنولوژی در این درس بیان می‌شوند 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 می‌کند. ودانشجویان و مخاطبان را با زمینه های وسیع و متنوع استفاده از فنآوری نانو وکاربردهای آن آشنا می‌سازد.

- **هدف از ارائه درس:**

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

- **سیلابسهای قابل ارائه برای درس:**

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

۲. اصول ذرات و رشد آنها

۳. تعیین وتشخیص مواد نانو و خواص آنها

٤. محلولهای جامد

۵. شکل‌گیری ذرات نانو

٦. کنترل اندازه ذره، مورفولوژی، ساختار، ترکیبات و تغییر سطح در مقیاس میکرو ونانو

۷. نانو ساختارهای اصلی و بنیادی

۱- ساختارهای اتمی

دانشگاه تربیت مدرس
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای برنامه‌ریزی آموزش عالی

۲- میکرو ساختارها و تغییر شکلها

۳- نفوذ در حالت جامد

۴- نانو کریستالها

۸. طبقه بندی مواد نانو

۱- سرامیکها، شیشه ها و پلیمرها

۲- گرافیت، نانو تیوبها

۳- فلزات، کاتالیستها و کاتالیزورها

۹. خواص فیزیکی مواد نانو

۱- خواص الکتریکی

۲- خواص مغناطیسی

۳- خواص اپتیکی

۱۰. کاربردهای نانو تکنولوژی

۱۱. نانو تیوبهای کربن(سنتز، کاربردها و آیندهٔ آنها)

۱۲. نانو تکنولوژی پیشرفته

۱۳. اختراعات در مقیاس نانو

۱٤. سنسورهای فیلم نازک

۱۵. آیندهٔ نانو تکنولوژی

۱٦. شیمی مولکولی

۱- ماشینها و دستگاههای مولکولی

۲- شناخت مولکولی از مواد

۱۷. فتونیک(photonics)

۱- آنالیز میکرونی جذب

۲- آنالیز میکرونی تابناکی

۳- کاربرد در فوتونیک

۱۸. الکترونیک

۱- اساس الکترونیک

۲- کاربردهای الکترونیکی در صنعت

۱۹. نانو بیو تکنولوژی

۱- ذرات نانو

۲- سنسورها وبیو سنسورها

۳- Bio Mems

۲۰. کاتالیستها، فتوسنتز، فتوسل

۲۱. سوپرهادیها، انرژی خورشیدی

۲۲. کابل و سیم سازه کامپوزیتی، کابل توان الکرتیکی، آهنرباها

۲۳. سلولهای سوختی، غشاها و فیلترها، حسگرها و نانو ماشینها

۲٤. فنآوری 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 Theeory 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:** روشهای پیشرفته در شناسایی و اندازه گیری خواص مواد نانو
- **تعداد واحد:** ۳ واحد
- **نوع درس:** تخصصی

- **اهمیت درس:**

این درس مروری کلی از روشهای شناسایی مواد و اندازه گیری خواص آنها ارائه می‌دهد. و بیشتر بروی تکنیکهای که با آنالیز اتمی سروکار دارند متمرکز خواهد بود و قابلیتها، تواناییها و محدودیتهای این تکنیکها را در شناسایی خواص مواد نانو توضیح می‌دهد. بعلاوه تکنیکهای پیشرفته ای در خصوص اندازه گیری خواص فیزیکی ساختارهای در مقیاس مولکولی وکوچکتر را بررسی می‌کند. این درس همچنین می تواند تنوعی از تکنیکهای توسعه یافته شناسایی مواد نظیر STM، AFM (میکروسکوپ نیروی اتمی)، SEM (میکروسکوپ الکترونی روبشی)، TEM (میکروسکوپ الکترونی عبوری)، دیفراکشن اشعه ایکس و x-ray photoelectron spectroscopy را شامل می‌شود. و محدودیتهای موجود را شناسایی و برطرف کند. و پردازش روشهایی شامل فتوگرافی، تبخیر، لیتوگرافی بیم الکترونی، اچ نمودن تر و خشک را پوشش می‌دهد. همچنین این درس فهم ودرکی اصولی از در مورد تکنیکهای شناسایی خواص مواد را فراهم می‌نمایید.

- **هدف از ارائه درس:**

با گذراندن و تکمیل موفق این درس دانشجویان قادر می شوند که چگونه با میکروسکوپ پروب روبشی (SPM) کار کنند و با تواناییها و محدودیتهای و با قابلیتهای آن در تصویربرداری و تشخیص سطحی آشنا شوند. همچنین فهم و درک اصولی از رابطهٔ میان تکنیکهای SPM و نانوتکنولوژی، روشهای سنتز مواد در مقیاس نانو و اندازه گیری خصوصیات مواد در مقیاس نانو کسب کنند.

- **سیلابسهای درس:**

۱. مقدمه ای بر میکروسکوپ پروب روبشی(SPM)
۲. مقدمه ای بر STM
۳. SPM های پیشرفته
٤. روش نیروی الکترو استاتیکی (EFM)
٥. روش نیروی مغناطیسی(MFM)
٦. روش حرارتی روبشی(SthM)
۷. روش نیروی پیزوالکتریک (PFM)
۸. میکروسکوپ الکترونی با رزولوشن بالا (HREM)، بیم یونی فوکوس شده(FIB)
۹. تجهیزات شناسایی در مقیاس مولکولی

۱۰. شناسایی مواد در مقیاس نانو

۱۱. تکنیکهای دیفراکشن نورتون و اشعهٔ ایکس

۱۲. تکنیکهای پالسهای محیطی میکروسکوپ الکترونی روبشی

۱۳. میکروسکوپ الکترونی روبشی

۱٤. میکروسکوپالکترونی تحلیلی

۱۵. EDX , EELS

۱٦. تکنیکهای آنالیز سطحی

۱۷. XPS, SIMS, Auge

۱۸. تکنیکهای آنالیز خواص فیزیکی در مقیاس میکرو

۱) Xps
۲) X-ray
۳) SIMS
٤) تکنیکهای اتمی

۱۹. آنالیز ساختارهای اتمی

۱) میکروسکوپ الکترونی

۲) پراش میکروساختارها

۲۰. اتاق تمیز (Clean Room)

۲۱. لیتوگرافی بیم الکترونی

۲۲. اچ نمودن تر و خشک

۲۳. معرفی وسایل برای لایه نشانی با همگنی بالای لایهٔ نازک فلزات، اکسیدها و مواد آلی

منابع و مراجع:

1. Charles P. Poole, Frank J. Owens, "Introduction to Nanotechnology"

2. Daniel L. Feldheim, "Metal Nanoparticles: Synthesis, Characterization and Application"

3. E. Abdelhamid, "Colloidal Polymers: Synthesis and Characterization", 2003

4. Z. L. Wang, "Characterization of Nanophase Materials", 1999

5. R. Wiesendanger, "Scanning Probe Microscopy", 1998

6. Howard G.Barth, "Modern Methods of Particle Size Analysis" , 1984

ج- سرفصلهای دروس اختیاری

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای برنامه‌ریزی آموزش عالی

۲۴
دانشگاه تربیت مدرس

- **عنوان درس:** نانومواد (۲)
- **تعداد واحد:** ۳ واحد
- **نوع درس:** اختیاری

- **اهمیت درس:**

این درس روشهای فرآوری مواد نانو را معرفی نموده و توضیح می‌دهد چگونه این روشها می تواند مواد را در مقیاس نانو تولید نمایید. این درس می تواند تنوعی از شیوه های ساخت توسعه یافته و جدید را مرور نموده و بعلاوه محدودیتهای موجود در تکنیکهای معمول را برطرف نمایید. بعلاوه این درس بایستی فهم و درکی از اصول پایه ای در محدودهٔ روشهای مقدماتی و قابلیتهای آنها برای تولید نانو ذرات کاملاً مجزا و نانو کریستالهای حجمی و مواد غیر آلی نانو کامپوزیت را فراهم نماید.

- **هدف از ارائه درس:**

با گذراندن این درس دانشجویان می توانند اصول فیزیکی مرتبط با کنترل میکرو ساختارها در مقیاس نانو جهت طراحی یک روش سنتز مناسب برای مواد غیر آلی نانو را بکار ببرند.

- **سیلابسهای قابل ارائه درس:**

۱. مقدمه ای بر استحاله فازها و کنترل میکروساختاری در مقیاس نانو متری
۲. روشهای تولید نانو مواد و نانوذرات غیر آلی
۳. روشهای تولید نانو مواد ونانو ذرات آلی
٤. پایداری ریز ساختاری در مواد نانو
۵. خواص شیمیایی و مکانیکی مواد نانوی غیر آلی و مواد نانوی آلی و ارتباط خواص با ریز ساختار
٦. اصول فتولیتوگرافی
۷. تبخیر(Evaporation)
۸. لیتوگرافی بیم الکترونی (Electron beam lithography)
۹. اچ نمودن تر و خشک
۱۰. معرفی وسایل و تجهیزات جهت لایه نشینی با هموژنیته بالای لایه نارک فلزات، اکسیدها و مواد آلی
۱۱. روشهای لایه نشینی فیلم نازک شامل:
   - سل ژل
   - PE-CVD
   - روشهای دیگر
۱۲. نانو پودرها شامل:

۱- روشهای تولید و تهیه پودرها

۲-روشهای Jel-casting

۳-آلیاژسازی مکانیکی و بالمیل نمودن

٤-فرآوری نانو کامپوزیتها

٥-روشهای سینتر نمودن

٦-تهیه نانو پودر شیمیایی

۷-نانو پودرهای بیو لوژیک

۱۳. تولید در فاز گاز و مایع برای نانو ذرات

۱٤. مواد حجمی، نانو کریستالها/ نانو کامپوزیتها شامل:

متراکم کردن نانو ذرات

رسوب دهی از فاز بخار

تجزیه محلول های جامد اشباع شده

جوانه زنی کنترل شده شیشه ها

فرآیند سل ژل

آلیاژسازی مکانیکی وآسیاب مکانیکی

نانو مواد متخلخل و روشهای تولید آن

روشهای فتو الکتریک

روشهای لیزری

منابع و مراجع:

1. A. S. Edelstein and R. C. Cammarata, " Nanomaterials: synthesis, properties and application", Institute of physics Pub., 1998

2. J.D. Wright, N.A.J.M, " Sommerdijk. Sol-Gel Materials: Chemistry and Application", Taylor and Francis, 2001

3. C.Jeffery Brinker and G.W. Scherer, " Sol-Gel science; the physics and chemistry of sol- gel processing", Academic press, 1990

4. G.Timp, "Nanotechnology", Springer Verlag, 1999

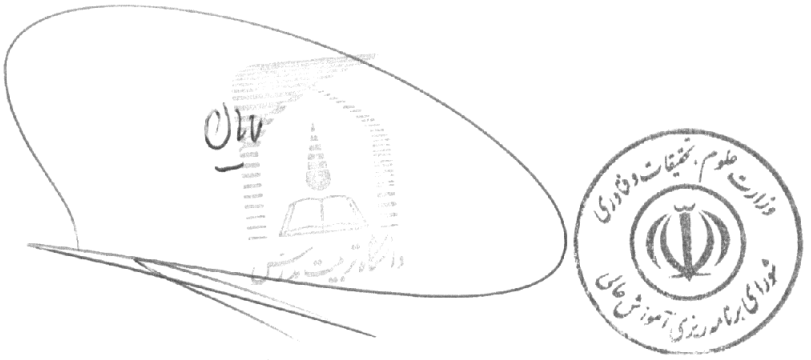
5. N.Kallay, " Interfacial Dynamics", Marcel Dekker Inc. 1999

6. J.Reed, " Principles of Ceramic Processing", J.Wiley 2 nd edition, 1995

7. S. Franssila, John Wiley and Sons Ltd, "Microfabrication",2004

8. Seungbum Hong, "Nanoscale Phenomena in Ferroelectric Thin Films" , 2004

9. F. Cerrin, "Materials-Fabrication and patterning at the Nanoscale" ,1995



- **عنوان درس:** شناخت نانو ذرات و فرآیندهای سنتز آنها
- **تعداد واحد:** ۲ واحد
- **نوع درس:** اختیاری

- **اهمیت درس:**

این درس فرایندهای مواد در سطح نانو را معرفی می‌نماید، و روابط موجود برای سنتز ذرات نانو، ساختار و خصوصیات آنها را توضیح می‌دهد و همچنین تعیین و تشخیص مکانیزمهای پیچیدهٔ شکل گیری ذرات در سطح نانو را بیان می‌نماید.

- **هدف درس:**

هدف از این درس و ایجاد آن آموزش جامع و فراگیر دانشجویان در زمینه آشنایی با اصول ذرات زیر و ساختارهای مواد نانو می‌باشد. همچنین این درس مکانیزمهای شکل‌گیری و استحکام ذرات را در بر می‌گیرد.

- **سیلابسهای قابل ارائه درس:**

۱. مقدمه‌ای بر مواد نانو ونانوتکنولوژی
۲. تعیین وتشخیص مکانیزمهای پیچیده شکل‌گیری ذرات
۳. آنالیز و بررسی شرایطی که موجب استحکام ذرات و شکل‌گیری محلول جامد می‌شود
٤. مباحث کنترل خصوصیات ذرات از قبیل مورفولوژی، ساختار، ترکیبات، تغییر سطح وغیره
٥. تعیین و تشخیص سنتز ذرات
٦. بررسی شرایط برای شکل گیری و استحکام
۷. ارزیابی تعیین تکنیکهای مختلف در تعیین ساختار وشبکه کریستالی و سطح مخصوص مواد
۸. تشخیص خواص شیمیایی مواد خیلی ریز
۹. کاربردهای صنعتی

منابع ومراجع:

1. A. S. Edelstein and R. C. Cammarata, " Nanomaterials: synthesis, properties and application", Institute of physics Pub., (1998)

2. J.D. Wright, N.A.J.M, " Sommerdijk. Sol-Gel Materials: Chemistry and Application", Taylor and Francis,(2001)

3. C.Jeffery Brinker and G.W. Scherer, " Sol-Gel science; the physics and chemistry of sol- gel processing", Academic press, (1990)

4. G.Timp, "Nanotechnology", Springer Verlag,(1999)

5. N.Kallay, " Interfacial Dynamics", Marcel Dekker Inc. (1999)

6. J.Reed, " Principles of Ceramic Processing", J.Wiley 2 nd edition, (1995)

- **عنوان درس:** نانو کامپوزیتها
- **تعداد واحد:** ۳ واحد
- **نوع درس:** اختیاری

- **اهمیت درس:**

این درس خواص نانوکامپوزیتها در مقیاس نانو را توضیح داده و تهیه و فرآوری آنها را بیان می‌نماید همچنین دانشجویان را با کاربردهای صنعتی کامپوزیتها و محدودیتهای آن آشنا می‌سازد و همچنین زمینه‌های پژوهشی پیرامون کامپوزیتها را فراهم می‌نماید.

- **هدف درس:**

هدف از این درس آموزش دانشجویان در زمینهٔ آشنایی با خواص فیزیکی و شیمیایی کامپوزیتهای باساختار نانو می‌باشد.

- **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
٤. روشهای ساخت مواد کامپوزیتی مبتنی بر روشهای ذوب و شکل دهی و همزمان
۵. کاربردهای مواد کامپوزیتی
٦. روشهای تولید نانو کامپوزیتها
۷. کاربردهای عمومی نانو کامپوزیتها
۸. نانوکامپوزیتهای حجمی فلزی و نانو کامپوزیتی سرامیکی
۹. مدلسازی نانو کامپوزیتها و روشهای ساخت و کاربرد نانو کامپوزیتهای بیولوژیک

- **منابع و مراجع:**

1. Sridhar Komarneni, "Nanophase and Nanocomposite Materials",2000

2. P. M . Ajayan, "Nanocomposite science and Technology", 2003

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

4. V. M. Shalaev, "Nanostructured Materials: clusters, composite and Thin Film", 1998

- **عنوان درس:** بیو نانو تکنولوژی
- **تعداد واحد:** ۳ واحد
- **نوع درس:** اختیاری
- **اهمیت درس:**

این درس واکنشهای میان سلولهای سیستمهای زنده در سطح نانو را شرح داده ، وتکمیل ژنها در پروتئینها ودیگر ماکرومولکولها را بیان می‌کند و همچنین کاربردها و محدودیتهای بیو نانوتکنولوژی را توضیح خواهدداد.

- **هدف درس:**

هدف از این درس آموزش جامع و فراگیر دانشجویان در زمینه آشنایی با ساختارهای بیو نانو تکنولوزی می‌باشد.

- **سیلابسهای قابل ارائه درس:**

۱. مقدمه ای بر بیونانوتکنولوژی و اصول ومبانی آن
۲. محصولات زیستی بصورت نانوذره
   - ساختمان نانو پروتئین
   - ویروسها و ذرات مشابه ویروس
۳. عملکرد بیو نانو ماشینها
٤. کاربردهای نانوذرات زیستی
۵. فرایندهای بالا دستی برای فرایند نمودن نانوذرات زیستی
٦. فرایندهای پایین دستی برای فرایند نمودن نانوذرات زیستی
۷. طراحی بیو تکنولوژیکی بیو مولکولها
۸. اصول ساختاری بیو نانوتکنولوژی
۹. اصول اصلی و اساسی بیو نانوتکنولوژی
۱۰. کاربردهای بیونانوتکنولوژی
۱۱. بیو نانوتکنولوژی امروزی
۱۲. آیندی بیونانوتکنولوژی

- **منابع و مراجع:**

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

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

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

- **عنوان درس:** مدلسازی و شبیه سازی سیستم‌های نانو
- **تعداد واحد:** ۲واحد
- **نوع درس:** اختیاری
- **اهمیت درس:** این درس شناخت روشهای مدرن مدلسازی وشبیه سازی کامپیوتری مناسب در زمینهٔ نانوتکنولوژی و مواد نانو را بیان نموده و کسب مهارتهای عملی و سودمند در چگونگی کاربرد متدهای محاسباتی و همچنین کاربردها و محدودیتهایشان را در مقیاس نانو توضیح می‌دهد و مقدمهای بر موضوعات پژوهشی در این حوزه ها را فراهم می‌نماید و ساخت سنسورها و ابزارهای دیگر برای کاربردهای پزشکی در سطح نانو را توضیح می‌دهد.
- **هدف درس:**

هدف از ایجاد این درس آموزش جامع و فراگیر دانشجویان در زمینهٔ آشنایی با شبیه سازی و مدلسازی در مقیاس نانو می باشد.

- **سیلابسهای قابل ارائه درس:**

۱. اصول و مقدمات مدلسازی در نانو
۲. شبیه سازی مواد کریستالی
۳. بیو مکانیک و کامپوزیتهای پلیمری
٤. مدلسازی ساختار و خواص نانو تیوبها
۵. فلزات پلی کریستالی
٦. مباحث پوشش دهی و جزئیات آن
۷. نانومکانیک نانو تیوبهاب کربن
۸. شبیه سازی فلزات
۹. مدلسازی نانو کامپوزیتها
۱۰. MEMS و کاربردهای بیو پزشکی
۱۱. ساختارهای پوشش سرامیکی
۱۲. رشد جامدات
۱۳. تغییر شکل و شکستگی نانو تیوبها

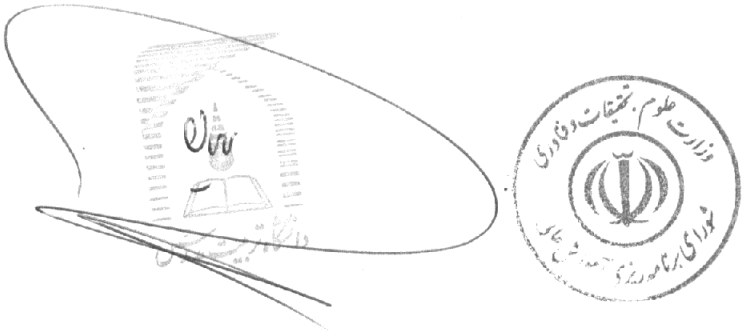
- **منابع و مراجع:**

1. Manuel D. Salas, "Trends in Nanoscale Mechanics: Analysis of Nanostructured Materials and multiscale modeling

2. Peter Dayan, L.F. Abbott, "Theoretical Neuroscience: Computational and Methematical modeling of Neural systems", 2001s

3. Ita Kreft, Jan de Leeuw, "Introduction Multilevel Modeling", 1998

4. Dordre cht, Kluwer Academic 1993, "Computations for the Nano-scale



- **عنوان درس:** اصول و کاربرد لایه های نازک
- **تعداد واحد:** ۲ واحد
- **نوع درس:** اختیاری

- **اهمیت درس:**

این درس اصول و مبانی فیزیکی و شیمیایی لایه‌های نازک در مقیاس نانو را توضیح داده و چگـونگی لایـه‌نشـانی فـیلم نازک، تولید وفرآوری آنها را بیان می‌کند و همچنین دانشجویان را با کاربردها صنعتی و محدودیتهایشان آشنا می‌سازد.

- **هدف درس:**

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

- **سیلابسهای قابل ارئه درس:**

۱- مقدمه ای بر اصول و مبانی لایه های نازک

۲- طبقه بندی پوششهای نازک

۳- ضخامت پوششها

۴- تکنیکهای کامپیوتری برای اپتیمم کردن فرایند خشک کردن لایه ها

۵- خواص فیزیکی و شیمیایی لایه های نازک در مقیاسهاس کوچک

- **منابع و مراجع:**

1. H. Bubrt, H. Jenett, "Surface and Thin Film Analysis",2002

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

3. Milton Ohring, " The Materials Science of Thin Films", 1992

4. F. Petroof, M. A. M. Gijs, "Magnetic Ultra Thin Films, Multilayers and Surface",1997

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

- **عنوان درس:** نانو الکترونیک
- **تعداد واحد:** ۲ واحد
- **نوع درس:** اختیاری
- **اهمیت درس:**

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

- **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 وکاربردهای آن آشنا باشند.

- **سیلابسهای قابل ارائه درس:**

۱. مقدمه ای بر نانوالکترونیک
۲. خواص فیزیکی نیمه هادیها در مقیاس نانو
۳. تکنیکهای ساخت قطعات الکترونیکی در مقیاس نانو
٤. ساختارهای الکترونیکی و فرآیندهای فیزیکی در نیمه هادیهای باساختار نانو
۵. اصول نیمه هادیهای باساختار نانو براساس قواعد الکترونیکی و الکترواپتیکی
٦. کاربردهای نانوالکترونیکها
۷. توسعه های آینده در زمینهٔ خواص الکترونیکی در مقیاس نانو

- **منابع و مراجع:**

1. R. Wasen, "Nanoelectronics and Information Technology(Advance electronic materials and novel devices)",2003

2. K. Goser, " Nanoelectronics and Nanosystem" , 2003

3. H. Kuzmany, " Structure and Electronic Propertise of Molecular Nanostructure", 2002

4. Neilw. Bergmann, "Electronic and structures for Mems" ,1999

5. Victor Klimov, "Semiconductor and Metal Nanocrystals ", 2003

- 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 می‌نماید، و همچنین توضیح می‌دهد که چگونه مواد مغناطیسی در همهٔ زمینه های فنی مورد استفاده قرار می‌گیرند. این درس دانشجویان را با بهبود خواص مغناطیسی از جمله نفوذپذیری مغناطیسی و خواص دیگر و همچنین کاربردها ومحدودیتهای 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.

- **سیلابسهای قابل ارائه درس:**

۱. مقدمه ای بر خواص مغناطیسی در جامدات
۲. اصول اساسی نانو مغناطیسها
۳. خواص فیزیکی نانو ساختارهای مغناصیسی
٤. ساخت وفرآوری نانو ساختارهای مغناطیسی
۵. خواص پروبهای نانو مغناطیسی
٦. مدل میکرو مغناطیس
۷. کاربردهای مواد مغناطیسی در مقیاس نانو
۸. آیندهٔ نانومغناطیسها

- **منابع و مراجع:**

1. B. Cantor, " Nanocrystallin Alloy, Novel and Magnetic Nanomaterials",2004

2. Donglu Shi, "Nanostructure Magnetic Materials and Their Application", 2002

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

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

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای برنامه ریزی آموزش عالی

دانشگاه تربیت مدرس

- **عنوان درس:** شیمی و فیزیک هیدرودینامیکی و نانوتکنولوژی
- **تعداد واحد:** ۲ واحد
- **نوع درس:** اختیاری

- **اهمیت درس:**

جداسازی ذرات از سوسپانسیونها و امولسیون ها محلولهای کلوئیدی رسوب و فیلتراسیون ماکروملکولها ساخت فیلمهای نازک قسمت مهمی از ننوتکنولوژی است که بصورت نورئولوژی داده شده است. در این درس ساخت فیلمهای نازک و جداسازی ذرات و ماکروملکولها و آشنائی با شیمی فیزیک هیدرودینامیکی با مسائل جریان در پوششهای سطحی و ساخت پوششها و فیلم ها کاربردهای مهم توضیح داده می شود.

- **هدف درس:**

با تکمیل دروره این درس دانشجویان بایستی با ساخت پوششها، فیلمهای نازک، حل مسائل شیمی فیزیک هیدرودینامیکی و رسوب ذرات آشنا شوند و قادر به کنترل مسائل مربوط به آنها باشند.

- **سیلابسهای قابل ارائه درس:**

۱. رابطه بین شیمی، فیزیک و بیوشیمی با جریان و مکانیک سیالات و تأثیرات متقابل جریان برهر یک از فرایندهای سیمیایی، فیزیکی و بیوشیمیایی
۲. اسمزمولکول، الکترودیالیز، رسوب ذرات و سانتریفوژ
۳. فیلتراسیون ماکرومولکول و ذرات محلول
٤. معادلات حرکت ونفوذ
۵. سوسپانسیون ماکرومولکولها
٦. رسوب ذرات و مدلهای ریاضی و محاسبه آن
۷. هیدرودینامیک و کروماتوگرافی
۸. الکترولیتها و الکترواکتیوها و معادلات آن
۹. عبور ذرات از درون حفره و محاسبه معار=دلات انتقال
۱۰. معادله NSE
۱۱. ذرات ماکرومولکولی شارژدار در محلولها
۱۲. معادلات الکتروفوریز پروتئینها
۱۳. پایداری سوسپانسیونها و کلوئیدها
۱٤. مدل دراگ در محیطهای porous و فلتیراسیون
۱۵. رئولوژی سوسپانسیونها

۱۶. سوسپانسیونهای پلیمری و معادلات آنها

۱۷. ویسکوزیته، معادلات کشش سطحی

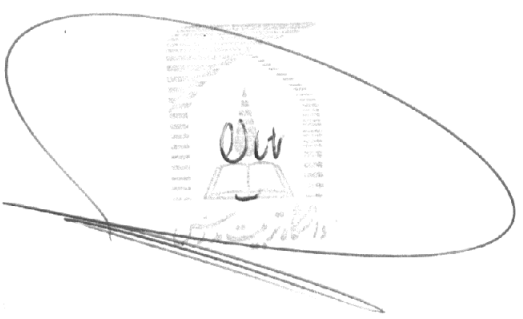
۱۸. ساخت لایه های نازک و استفاده از معادلات موئین واعداد بدون بعد

۱۹. معادلات جریان در ساخت پوششهای سطحی و موج سطحی سیستمها

- **منابع و مراجع:**

1. Probestein; "Physicochmical Hydrodynamics"

2. Papers from Rheological Acta, Journal of Rheology and Macrmolecules in Nanorheology, 2002



- **عنوان درس:** ساختارهای ویژه نانو متری
- **تعداد واحد:** ۳ واحد
- **نوع درس:** اختیاری

- **اهمیت درس:**

در این درس تعریف، طرزساخت، خواص فیزیکی و شیمیایی و کاربردهای ساختارهای مختلف نانو متری از قبیل نانو تیوبهای کربنی، نانووایرها، نانوگپها و نانوداتها مورد بحث فرار می گیرد. با آنکه مدت زیادی از کشف این موا د نمی گذرد کاربردهای وسیعی در ساخت نانوترانزیستورها، سنسورهای شیمیای، جاذب های سطحی و دیسکتهای ذخیره اطلاعات پیدا کرده اند. به نظر میرسد با توسعه فنآوری نانو هر روز به تعداد آنها افزوده شده موارد کاربرد بیشتری برای آنها فراسوی راه بشر قرار گیرد.

- **هدف درس:**

با گذراندن این درس و تکمیل دورهٔ آن دانشجویان با این مواد وخواص آنها آشنایی یافته، روش ساخت، سنتیک تولید و کاربرد آنها را فرا می گیرند.

- **سیلابسهای قابل ارائه درس:**

الف- نانوتیوبهای کربنی

۱. نانوتیوبهای کربنی تک دیواره
۲. نانوتیوبهای کربنی چند دیواره
۳. روشهای ساخت
٤. منابع جامد
۵. منابع گازی
٦. روشهای متفرقه
۷. تولید نانوتیوبهای کربنی جهت دار
۸. سنتیک تولید نانوتیوبهای کربنی
۹. مکانیسم رشد نانوتیوبهای کربنی
۱۰. رشد در غیاب کاتالیزور
۱۱. رشد در حضور کاتالیزور

ب- خواص نانوتیوبها

۱. تنوع خواص
۲. خواص عمومی

۳. خواص جذب سطحی

٤. خواص انتقالی

٥. خواص مکانیکی

٦. فعالیت شیمیایی

ج- موارد کاربرد نانوتیوبها

۱. انتفال الکتریسیته

۲. خواص مربوط به جذب سطحی

۳. استفاده در نانوترانزیستورها

د- نانووایرها و نانوگپها

۱. مبانی عملکرد دستگاههای فعال الکترونی و میکرونی

۲. الکترودهای نانومتری

۳. توانمندی نوری و الکترونی دسته های کوچک مولکولی

٤. ترانزیستورهای نانومتری

٥. ایجاد حفره های نانو متری با لیتوگرافی توسط تابش الکترونی و نقش آنها

٦. کاربرد حفره های نانومتری در آنالیز مواد شیمیایی

و- نانوداتها

۱. تعریف نانودات ها و روش ساخت آنها

۲. کاربرد نانودات ها در تولید دیسکهای فشرده برای ذخیره سازی اطلاعات

- **منابع و مراجع:**

1. Nanotechnology, Bhushan, 2003

2. Electron Microscopy of Nanotubes, Volker Lieffering, 2004, Malsch Techno Valuation

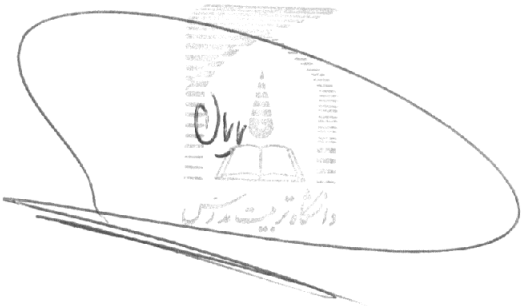
3. Transport in Nanostructures, David K. and Goodnick, Stephen Marshall, 2001, Cambridge University Press

4. Nanotechnology, G. Timp, Bell Labs, Murray Hill, NJ (ED.), 2001, Academicpress

5. M. Manteghian, D. Bastani, I. Naser, "A comprehensive empirical correlation to predict the supersolubility and width of the metastable zone in crystallization", Iranian Iournal of Chemistry and Chemical Engineering,

6. M. Manteghian, "Nanotechnology ", Pajoheshyar, Vol. 14, 2001

7. Babaluo, A. A., M. Kokabi, M. Manteghian, R.S. Mamoory, "A modified model for alumina membranes formed by gel-casting followed by dip-casting", Journal of the European Ceramic Society, Vol. 24, 2004, 3779-3787



- **عنوان درس:** نانو تکنولوژی و سیستمهای مکانیکی میکرو الکترونی
- **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 وسطحی)، 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 دورهٔ آن دانشجویان بایستی با اصول و عملکرد این سیستمها در نانو تکنولوژی آشنا باشند.

- **سیلابسهای قابل ارائه برای درس:**

۱. مقدمه ای برنانوتکنولوژی 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
٤. Biomedical MEMS و نانو مواد
۵. MEMS مکانیکی _ سنسورهای کششی و فشاری، فشار سنجها، ژیروسکوپها و غیره
٦. MEMS الکترو مغناطیسی، میکرو موتورها، MEMS بی سیم، GPS MEMS و غیره
۷. MEMS پیزو الکتریک، 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)", 2002

3. Pelesko Johna; "Solns Mnl for Mod Mems and Nems", 2003

- **عنوان درس:** مبانی انجماد پیشرفته و نانوکریستالها
- **تعداد واحد:** ۲ واحد
- **نوع درس:** اختیاری
- **اهمیت درس:**

در این درس اصول و مبانی انجماد و تئوریهای کلاسیک و غیر کلاسیک جوانه زنی و رشد، و همچنین اصول نانوکریستالها توضیح داده می شود، و رفتار نانوکریستالها مورد بررسی قرار می گیرد، و همچنین روابط فیزیکی و شیمیایی تشکیل این مواد مورد بحث قرار خواهد گرفت.

- **هدف درس:**

هدف از تشکیل این درس آموزش جامع و فراگیر دانشجویان در زمینهٔ انجماد و تشکیل نانوکریستالها می‌باشد. با گذراندن این درس و تکمیل دورهٔ آن دانشجویان با روابط فیزیکی و شیمیایی میان تشکیل نانوکریستالها و فرایندها و شکل گیری آنها آشنا می‌شوند.

- **سیلابسهای قابل ارائه درس:**

۱) مبانی انجماد
۲) تئوریهای کلاسیک جوانه زنی و رشد
۳) تئوریهای غیر کلاسیک جوانه زنی و رشد
٤) انجماد تحت شرایط غیر تعادلی و انجماد سریع
۵) مواد آمورف و انجماد انها
٦) نانوکریستالها
۷) اصول نانوکریستالها
۸) مواد نانوکریستالاین
۹) ساختارهای با اندازهٔ ۱۰۰-۱ نانومتری
۱۰) خواص مغناطیسی و اپتیکی نانوکریستالها
۱۱) آلیاژهای نانوکریستالاین
۱۲) کاربردهای نانوکریستالها
۱۳) فرایندهای سنتز نانوکریستالها
۱٤) نانوکرستالهای پودری

- منابع و مراجع:

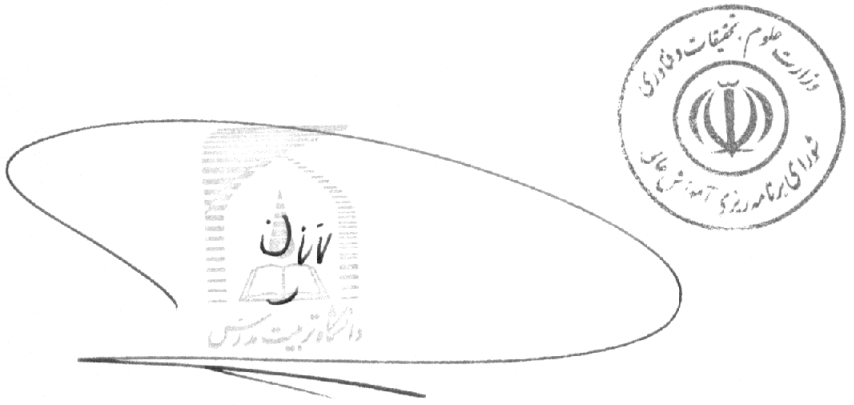
1. R. D. Shull, et al; "Nanophases and Nanocrystalline Structure", TMS the Minerals, Metals and Materials, 1994

2. B. Cantor, Akihisa Inoue; "Nanocrystalline Alloy , Novel and magnetic Nanomaterials", 2004

3. D. L. Bourell; "Synthesis and Processing of Nanocrystalline Powder", 1996

4. C. Suryanarayana, J. Singh, F.H. Froes; "Processing and Properties of Nanocrystalline Materials", 1996

5. Philippe Knauth, Joop Schoonman; "Nanocrystalline Metals and Oxides: Selected Properties and Applications (Electronic Materials: Science and Technology), 2001



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

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

- **هدف درس:**

هدف از این درس و تشکیل آن آموزش جامع و فراگیر دانشجویان در زمینهٔ 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
٤. مسائل مهندسی
۵. ویژگیهای یک مهندس
٦. 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
۱٤. احقیق از نظر عرضه و ارائه
۱۵. تحقیقات بنیادی
۱٦. تحقیقات کاربردی
۱۷. تحقیقات توسعه ای

۱۸. ضرورت و وظایف واحدهای 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

۲٤. شبکه های اطلاع رسانی

۲۵. روشهای طراحی آزمایش

۲٦. 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 فنآوری

۳۱. بهبود تکنولوژی مهندسی معکوس

۳۲. مشابه سازی و صنایع مونتاژ

۳۳. نقش تحقیق بر ایجاد و پیشرفت فنآوری

۳٤. بررسی موانع و مشکلات ارتباط صنعت با دانشگاه و راه حلها

۳۵. آشنایی با مراکز رشد و شهرکهای علمی تحقیقاتی

۳٦. مهارتهای ارائه حضوری

۳۷. تکنیکهای سخنرانی

۳۸. تکنیکهای تهیه ابزارهای بصری

۳۹. اصول مدیریتی برای نوآوری

٤۰. مسائل کلیدی در مدیریت نوآوری

٤۱. گسترش یک قالبندی مناسب برای استراتژی نوآوری

٤۲. چگونگی رقابت ملی

٤۳. رقابتهای بین المللی

٤٤. مسیرهای گسترش و بهره برداری کردن از تکنولوژی های جدید

٤۵. تهیهٔ طرحهای استراتژیک

٤٦. چگونگی ایجا اورگانهای نوآوری

٤۷. شناخت و گسترش پارکهای نوآوری

٤۸. ایجاد و رشد شرکتهای تجاری کوچک

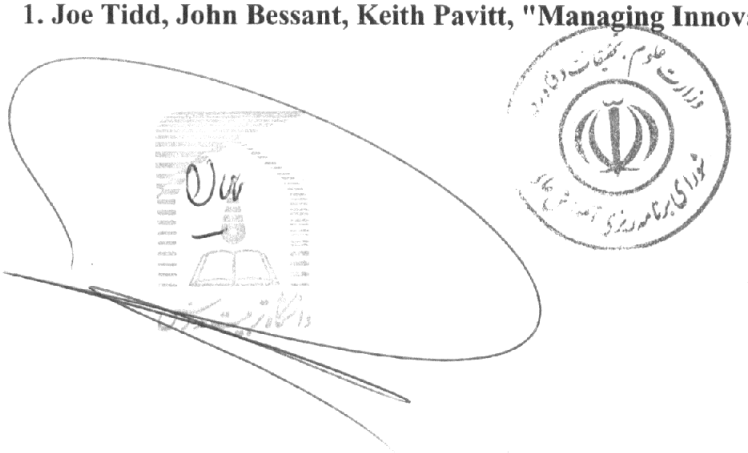
٤٩. مبانی مدیریت نوآوری

٥٠. دانش و علم به خطرات تهدید کنندهٔ داخلی

٥١. مدیریت پروسه های داخلی

- منابع و مراجع:

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



- **عنوان درس:** روشهای محاسبات عددی
- **تعداد واحد:** ۲واحد
- **نوع درس:** اختیاری
- **اهمیت درس:** این درس شناخت روشهای محاسباتی در زمینهٔ نانوتکنولوژی و مواد نانو را بیان نموده و کسب مهارتهای عملی و سودمند در چگونگی کاربرد متدهای محاسباتی و همچنین کاربردها و محدودیتهایشان را در مقیاس نانو توضیح می‌دهد و مقدمهای بر موضوعات پژوهشی در این حوزه ها را فراهم می‌نماید.
- **هدف درس:**

هدف از ایجاد این درس آموزش جامع و فراگیر دانشجویان در زمینهٔ آشنایی محاسبات عددی می باشد.

- **سیلابسهای 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 برمبنای 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))

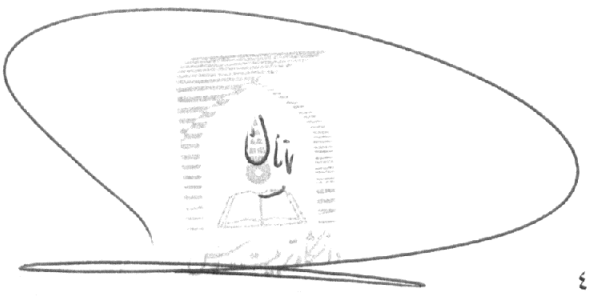
۲. میانیابی و برازش بر منحنی (برازش چند جمله ای مستقیم، چند جمله ای های لاگرانژ، روش spline، میانیابی برای دو و سه متغیر، روش حداقل مجموع مربعات(least squares)، برازش با توابع غیر خطی)

۳. مشتق گیری عددی (مشتق گیری با روش تیلر، روابط تفاضل محدود، جداول تفاضلی، مشتق گیری با استفاده از چند جمله ای های نیوتن)

٤. حل عددی معادلات دیفرانسیل معمولی (دسته بندی معادلات دیفرانسیل معولی، 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)

۵. 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)

٦. مقدمه ای بر روشهای مونت کارلو (روشهای شبیه سازی آماری)



منابع و مراجع:

1- S. Nakamura," Applide Numerical Methods With Softwar", Prentice Hall, 1991.

2- I. Jacques, and C. Judd, "Numerical Analysis", Chapman and Hall, 1987.

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

4- W. H. Press, B P. Flanney, S. A. Teukolsky, W. T. Vetterling,"Numerical Recipes", Cambridge University Press,.