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

برنامه درسی رشته

نانو فناوری– نانو مواد

NANOTECHNOLOGY– NANO MATERIALS

مقطع کارشناسی ارشد

بر اساس مصوبه جلسه شماره .... شورای گسترش و برنامه‌ریزی آموزش عالی در تاریخ ..... به تصویب رسید.

جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

شورای عالی گسترش و برنامه‌ریزی آموزش عالی

دانشگاه‌ها / موسسه‌های همکار		
	دانشگاه تربیت مدرس	

برنامه درسی رشته

نانو فناوری– نانو مواد

NANOTECHNOLOGY– NANO MATERIALS

مقطع کارشناسی ارشد

تهیه‌کنندگان:

دکتر سهراب سنجابی عضو هیات علمی دانشگاه تربیت مدرس

دکتر رضا پورصالحی عضو هیات علمی دانشگاه تربیت مدرس

دکتر حمید دلاوری عضو هیات علمی دانشگاه تربیت مدرس

جدول تغییرات

ردیف	در برنامه قبلی	در برنامه بازنگری شده
۱.	مبانی فیزیک در نانوتکنولوژی	نانوفیزیک
۲.	روش‌های پیشرفته در شناسایی و اندازه‌گیری خواص مواد	روش‌های مشخصه‌یابی نانومواد
۳.	–	آزمایشگاه آنالیز نانومواد
۴.	سمینار	سمینار
۵.	اصول پیشرفته شیمی در نانوتکنولوژی	نانوشیمی
۶.	اصول پیشرفته ترمودینامیک و تئوری سینتیک مواد	نانوترمودینامیک
۷.	مدل‌سازی و شبیه‌سازی سیستم‌های نانو	مدل‌سازی و شبیه‌سازی سیستم‌های نانو
۸.	نانومواد (۱)	نانومواد (۱)
۹.	نانوکامپوزیت‌ها	نانوکامپوزیت
۱۰.	نانومواد (۲)	نانومواد (۲)
۱۱.	نانومغناطیس‌ها	نانومغناطیس
۱۲.	نانوالکترونیک	نانوالکترونیک
۱۳.	اصول و کاربرد لایه‌های نازک	اصول و کاربرد لایه‌های نازک
۱۴.	بیونانوتکنولوژی	نانومواد در زیست فناوری
۱۵.	فیزیک کوانتوم	فیزیک کوانتومی
۱۶.	شناخت نانوذرات و فرآیندهای سنتز آن	شناخت و فرآیندهای سنتز نانوذرات
۱۷.	ساختارهای ویژه نانومتری	ساختارهای ویژه نانومتری
۱۸.	مباحث ویژه	مباحث ویژه
۱۹.	–	مهندسی سطح پیشرفته در نانوفناوری
۲۰.	روش‌های تحقیق و نظام‌های نوآوری	روش تحقیق
۲۱.	نانوتکنولوژی سیستم‌های مکانیکی میکروالکترونی	نانوفناوری و سیستم‌های میکروالکترو مکانیکی
۲۲.	–	کارآفرینی در نانوفناوری
۲۳.	–	نانوحسگرها
۲۴.	–	مواد نانوساختار، انرژی، آب و محیط زیست

فصل اول

مشخصات کلی برنامه درسی

الف) مقدمه

توسعه فناوری نانو در کشور به منابع انسانی توانمند نیاز دارد. با استناد به سیاست‌های کلی کشور، توانمندی علمی، آموزشی، پژوهشی و تجهیزات آزمایشگاهی دانشگاه تربیت مدرس، دوره کارشناسی ارشد فناوری نانو- گرایش نانو مواد برنامه‌ریزی شده است. این رشته به منظور آموزش و تربیت افراد متخصص جهت درک مسائل و مشکلات مربوط، ارائه راه حل‌های مهندسی مناسب، توسعه پژوهش مداری در نظام تحصیلات تکمیلی، جذب و پرورش استعدادهای برتر و کمک به ایجاد تخصص‌های مورد نیاز کشور در حوزه نانوفناوری- نانومواد فعالیت می‌نماید. در این برنامه آموزشی و پژوهشی کارشناسی ارشد فناوری نانو- گرایش نانومواد در دانشگاه تربیت مدرس اصول، آخرین دستاوردهای علمی و عملی، نیازهای تحقیقاتی، آموزشی، صنعتی و پزشکی ارائه و تشریح می گردد.

ب) مشخصات کلی، تعریف و اهداف

۱) **نام رشته:** فناوری نانو-نانو مواد

۲) **تعریف و هدف دوره:**

دورهٔ کاشناسی ارشد فناوری نانو-نانومواد مشتمل بر دروس نظری و پایان نامه تحقیقاتی در زمینه‌های مختلف علمی نانو و جنبه های مهندسی آن است. هدف از ایجاد این دورهٔ تربیت نیروی انسانی متخصص در فناوری نانو- گرایش نانومواد است بطوری که بتواند پاسخگوی نیازهای تحقیقاتی، آموزشی و صنعتی کشور باشد.

پ) ضرورت و اهمیت

با توجه به گستردگی و اهمیت اقتصادی فناوری 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.

ت) تعداد و نوع واحدهای درسی

جدول (۱)- توزیع واحدها

نوع دروس	تعداد واحد
دروس عمومی	
دروس پایه	۱۰
دروس تخصصی الزامی	۶
دروس تخصصی اختیاری	۱۰
رساله / پایان‌نامه	۶
جمع	۳۲

ث) مهارت، توانمندی و شایستگی دانش‌آموختگان

مهارت‌ها، شایستگی‌ها و توانمندی‌های ویژه	دروس مرتبط
مهارت‌ها، شایستگی‌ها و توانمندی‌های عمومی	دروس مرتبط

ج) شرایط و ضوابط ورود به دوره

شرایط علمی ورود به دوره، طبق مقررات دانشگاه تربیت مدرس (تابع وزارت علوم، تحقیقات و فناوری) خواهد بود.

آزمون ورودی، طبق مقررات سازمان سنجش انجام خواهد گردید.

دارا بودن مدرک کارشناسی در کلیه رشته‌های علوم پایه و کلیه رشته‌های مهندسی

کسب قبولی در آزمون کتبی این رشته

تبصره ۱: داوطلبان رشته مهندسی مواد در صورت کسب نمره حد نصاب لازم مجاز به انتخاب این کد رشته خواهند بود.

فصل دوم

جدول عناوین و مشخصات دروس

جدول (۱)- عنوان و مشخصات کلی دروس جبرانی

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز / هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی	
۱.	ریاضیات مهندسی پیشرفته	۳	*			۴۸		
۲.	فیزیک حالت جامد	۳	*			۴۸		
۳.	علم و مهندسی مواد	۲	*			۳۲		
٤.	ترمودینامیک مواد	۲	*			۳۲		
۵.	**جمع**	۱۰						
٦.								

جدول (۲)- عنوان و مشخصات کلی دروس پایه

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز / هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی	
۷.	نانوفیزیک	۲	*			۳۲		
۸.	نانوشیمی	۲	*			۳۲		
۹.	نانوترمودینامیک	۲	*			۳۲		
۱۰.	فیزیک کوانتومی	۲	*			۳۲		
۱۱.	سمینار	۲	*			۳۲		روش پژوهش و اخلاق حرفه-ای
۱۲.	**جمع**	۱۰						

جدول (۳)- عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی

نام گرایش	ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز / هم نیاز
				نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی	
نانو مواد	۱.	نانومواد (۱)	۲	*			۳۲		
	۲.	روش‌های مشخصه‌یابی نانومواد	۲	*			۳۲		آزمایشگاه آنالیز نانومواد
	۳.	آزمایشگاه آنالیز نانومواد	۱	*	*			۱۶	روش‌های مشخصه‌یابی نانومواد
	٤.	روش پژوهش و اخلاق حرفه‌ای	۱	*			۱۶		
	٥.	**جمع**	۶						

جدول (۴)- عنوان و مشخصات کلی دروس اختیاری

نام گرایش	ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز / هم نیاز
				نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی	
نانو مواد	۱.	نانوکامپوزیت	۲	*			۳۲		
	۲.	نانومواد (۲)	۲	*			۳۲		
	۳.	شناخت و فرایندهای سنتز نانوذرات	۲	*			۳۲		
	٤.	اصول و کاربرد لایه‌های نازک	۲	*			۳۲		
	٥.	نانومغناطیس	۲	*			۳۲		
	۶.	مدل‌سازی و شبیه‌سازی سیستم‌های نانو	۲	*			۳۲		
	۷.	نانومواد در زیست فناوری	۲	*			۳۲		
	۸.	نانو فناوری و سیستم‌های میکرو الکترومکانیکی	۲	*			۳۲		
	۹.	ساختارهای ویژه نانو متری	۲	*			۳۲		
	۱۰.	نانوالکترونیک	۲	*			۳۲		
	۱۱.	مهندسی سطح پیشرفته در نانوفناوری	۲	*			۳۲		
	۱۲.	مباحث ویژه	۲	*			۳۲		
	۱۳.	کارآفرینی در نانوفناوری	۲	*			۳۲		
	۱۴.	نانوحسگرها	۲	*			۳۲		
	۱۵.	مواد نانوساختار، انرژی، آب و محیط زیست	۲	*			۳۲		

فصل سوم

ویژگی‌های دروس

عنوان درس به فارسی:	ریاضی مهندسی پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Engineering Mathematics	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:		جبرانی ■	نظری ■
دروس هم‌نیاز:		تخصصی اجباری □	عملی □
تعداد واحد:	۲	تخصصی اختیاری □	نظری-عملی □
تعداد ساعت:	۳۲	رساله / پایان‌نامه □	

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

هدف کلی:

در ادامه آموزش ریاضیات پایه توابع، معادلات و تحلیل هایی وجود دارد که براساس ریاضیات پایه بیان می شود. هدف از این درس آموزش برخی از این توابع و تحلیل هاست.

اهداف ویژه:

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

سری فوریه، انتگرال آن و تبدیل فوریه، تعریف سری فوریه، فرمول اولر و بسط در نیم دامنه نوسانات واداشته، انتگرال فوریه ، معادلات با مشتقات جزئی، معادله موج دو متغیره، روش تفکیک متغیرها، جواب دالامر برای معادله موج، معادله انتشار گرما، موج، معادله موج دو متغیره، معادله لاپلاس در مختصات دکارتی و کروی و قطبی، معادلات بیضوی پارابولیک و هیبربولیک، موارد استعمال تبدیل لاپلاس در معادلات مشتق جزئی، حل معادلات مشتق جزئی با استفاده از انتگرال فوریه.

توابع بخشی و نگاشت Conformal Mopping و انتگرال های مختلف حد و پیوستگی، مشتق توابع مختلف، توابع نمایی، مثلثاتی، هذلولی و لگاریتمی، مثلثاتی معکوس و نماهای مختلف انتگرال خط در صفحه مختلط، محاسبه انتگرال خط به وسیله انتگرال های نامعین، بسط‌های تیلور و مکلورن، انتگرال گیری به روش مانده‌ها، قضیه مانده‌ها، محاسبه برخی از انتگرال‌های حقیقی.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۴۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۶۰ درصد

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

جهت ارائه مؤثرتر درس نمایشگر با ابعاد بزرگ و وضوح بالا همراه با دسترسی به اینترنت پیشنهاد می‌گردد.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱- ریاضیات مهندسی پشرفته، کرویت سیک، آروین، ترجمه عبداله شیدفر، حسین فرمان، مرکز نشر دانشگاه تهران، چاپ سوم.

2. K.A. Stroud. Dexler J. Booth "**Engineering Mathematics**". Industrial Press. 7th

عنوان درس به فارسی:	**فیزیک حالت جامد**		
عنوان درس به انگلیسی:	**Solid State Physics**		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:			**جبرانی ■** **نظری ■**
دروس هم‌نیاز:			**تخصصی اجباری ☐** **عملی ☐**
تعداد واحد:	**۲**		**تخصصی اختیاری ☐** **نظری-عملی ☐**
تعداد ساعت:	**۳۲**		**رساله / پایان‌نامه ☐**

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

هدف کلی:

آشنائی دانشجویان با مدل کوانتومی هدایت الکتریکی در مواد کریستالی، فناوری ساخت نیمه هادی‌ها و کاربردهای آن‌ها

اهداف ویژه:

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱- مکانیک موجی و مباحث مربوط به آن.

۲- مکانیک آماری و مباحث مربوط به آن.

۳- الکترون‌ها در شبکه منظم کریستالی و مباحث مربوط به آن.

۴- مکانیزم‌های هدایت در نیمه‌هادی‌ها و مباحث مربوط به آن.

۵- نیمه‌هادی‌ها برای کاربردهای مختلف.

۶- فناوری نیمه هادی‌ها.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۴۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۶۰ درصد

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

جهت ارائه مؤثرتر درس نمایشگر با ابعاد بزرگ و وضوح بالا همراه با دسترسی به اینترنت پیشنهاد می‌گردد.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. McKelvey, **Solid State and Semiconductor Physics**, 1966.
2. Kittle,**Introduction to Solid State Physics**, 8TH EDITION, 2009
3. D. H. Navon, **Semiconductor Microdevices and Materials**, 1986

عنوان درس به فارسی:	**علم و مهندسی مواد**		
عنوان درس به انگلیسی:	**Materials Science and Engineering**		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:			**جبرانی ■** **نظری ■**
دروس هم‌نیاز:			**تخصصی اجباری ☐** **عملی ☐**
تعداد واحد:	**۲**		**تخصصی اختیاری ☐** **نظری-عملی ☐**
تعداد ساعت:	**۳۲**		**رساله / پایان‌نامه ☐**

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

هدف کلی:

معرفی اصول حاکم بر ریز ساختار اتمی، مولکولی از نظر علمی و مهندسی، آشناسازی دانشجویان با انواع خانواده مواد و روابط حاکم بین آن‌ها، توصیف و معرفی کریستال‌ها و چگونگی شکل‌گیری همراه با عیوب موجود آن‌ها به منظور انتخاب اصلح ماده مورد مصرف در طراحی انجام شده برای کاربرد به خصوص.

اهداف ویژه:

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

مقدمه‌ای بر علم مواد :

توضیح خواص مکانیکی، حرارتی، مغناطیسی و ... مواد مختلف صنعتی و ارتباط بین ساختمان و خواص اینگونه مواد بر روی اتصالات شیمیایی"

اتم‌های منفرد نیروهای پیوند قوی ، ملکول‌ها، نیروهای پیوندی نوع دوم ، فواصل بین اتمی، اعداد کوردینانس انواع مواد

آرایش اتمی در جامدات :

تبلور، سیستم‌های بلوری، بلورهای مکعبی، بلورهای شش وجهی ، خاصیت چند شکلی بودن، شبکه چند اتمی، جهات بلوری، صفحات بلوری، ساختمان مواد غیر بلوری.

بی نظمی در جامدات:

ناخالصی در جامدات، محلول جامد در فلز، محلول جامد در ساختمان مرکب، نابجائی در بلورها ، عیوب چیده شدن، مرزدانه‌ها، عیوب در مواد غیر بلوری، جابجائی اتمی.

انتقال بار الکتریکی در جامدات :

حامل‌های بار، هدایت فلزی ، عایق‌ها ، نیمه هادی‌ها ؛ وسایل نیمه‌هادی.

ساختمان و خواص فلزات تک فاز:

آلیاژهای تک فاز، ساختمان میکروسکوپی فلزات چند بلوری ، تغییر شکل کشان، تغییر شکل پلاستیک تک کریستال‌های فلزی؛ تغییر شکل فلزات چند کریستالی، بازاریابی و تبلور مجدد، خستگی، خزش و شکست.

ساختمان و خواص مواد چند فازی فلزی:

روابط کیفی فازها، دیاگرام فازها، ترکیب شیمیایی فازها ، فازهای سیستم آهن و کربن ، واکنش‌های فازهای جامد، ساختمان میکروسکوپی چند فازی، عملیات حرارتی، پروسس رسوبی، سختی‌پذیری، کاربرد و انتخاب فلزات و آلیاژها با توجه به ساختمان و خواص آن‌ها،

مواد سرامیکی و خواص آن‌ها :

فازهای سرامیکی ، کریستالهای سرامیکی، ترکیبات چند جزئی، سیلیکات‌ها، شیشه‌ها، مواد نسوز، سیمان ، چینی و غیره، عکس‌العمل الکترو مغناطیسی سرامیک‌ها، عکس‌العمل مکانیکی سرامیک‌ها ، خواص دیگر مواد سرامیکی.

شناخت و خواص مواد غیر فلزی غیر معدنی :

پلیمرها، روش تهیه پلیمرها، لاستیک طبیعی، ولکانیزه کردن، حالت‌های شیشه‌ای و متبلور پلیمرها، خواص مکانیکی پلیمرها، آشنایی با چند پلیمر صنعتی، چوب و کاغذ، شناخت چند نوع چوب صنعتی ، خواص مکانیکی چوب، کاغذ و روش تهیه و خواص آن

خورندگی در مواد :

خورندگی در فلزات، اصول الکتروشیمیائی خورندگی، واکنش‌های آندی و کاتدی، جفت‌های گالوانیکی، سرعت خورندگی و طرق اندازه‌گیری آن، کنترل خوردگی ، ممانعت کننده‌ها، حفاظت آندی و کاتدی، روکش دادن ، محیط‌های خورنده و طبقه‌بندی آن‌ها، اکسیداسیون و مکانیزم آن، خورندگی در مواد سرامیکی و پلاستیکی.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۴۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۶۰ درصد

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

جهت ارائه مؤثرتر درس نمایشگر با ابعاد بزرگ و وضوح بالا همراه با دسترسی به اینترنت پیشنهاد می‌گردد.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1-William D.Callister **, Material Science Engineering : An Introduction ,Sth .2019**

عنوان درس به فارسی:	ترمودینامیک مواد		
عنوان درس به انگلیسی:	Thermodynamics of Materials	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:		جبرانی ■	نظری ■
دروس هم‌نیاز:		تخصصی اجباری ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۲	تخصصی اختیاری ☐	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۳۲	رساله / پایان‌نامه ☐	

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

هدف کلی:

ارتقاء دانش و آگاهی دانشجویان دوره در خصوص مبانی متالورژیکی وترمودینامیکی تحول مایع به جامد (انجماد) با توجه به نقش اساسی این تحول در ساخت و فرآوری مواد به ویژه در فرایندهای ریخته‌گری، شمش‌ریزی، جوشکاری، عملیات بهبود خواص سطحی مواد و روش‌های نوین سنتز مواد پیشرفته

اهداف ویژه:

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

اصول ترمودینامیکی و نمودارهای فازی، پدیده های انتقال حرارت و جرم، سینتیک جوانه زنی و رشد، جنبه های مورفولوژیک، جدایش و توزیع غلظت، عیوب و ریز ساختارهای انجمادی، جدایش میکرو و ماکرو، ریز حفرات ، ترک داغ، ساختار دانه، روش‌های فرآیندهای انجمادی ،رشد تک بلور، انجماد سریع، انجمادبدون محفظه، ریزدانه کردن و تولید مواد و نانو بلور، شیشه سازی، شبیه‌سازی در مقیاس ابعادی بزرگ (پیش بینی عیوب)، سلول اوتامانا، روش میدان فازی

- Overview of solidification principles
- Thermodynamic principles and phase diagrams
  - Heat and mass transfer
  - Kinetics (nucleation and growth)
  - Growth morphology (cellular, dendritic, eutectic)
  - Redistribution
- Defects and microstructures
  - Micro- and macrosegregation
  - Microporosity
  - Hot tearing

Grain structure

- Processing
  - Growth of single crystals
  - Rapid quenching (laser melting, melt-spinning, atomization)
  - Containerless solidification processingGrain refinement and nanocrystallization

- Modelling

Macro-Modelling (prediction of casting defects)

- Cellular Automata (grain structure)

Phase-Field (growth morphology and microstructure)

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۴۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۶۰ درصد

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

جهت ارائه مؤثرتر درس نمایشگر با ابعاد بزرگ و وضوح بالا همراه با دسترسی به اینترنت پیشنهاد می‌گردد.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Flemings, Solidification Processing, 1974.
2. Kurz and Fisher, Fundamentals of Solidification,1993.
3. Herlach, Solidification and Crystallization, 2005.
4. www.matter.org.uk/solidification.
5. Journal papers and in-house software package

عنوان درس به فارسی:	**نانوفیزیک**		
عنوان درس به انگلیسی:	**Nanophysics**	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه ■**	**نظری ■**
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی اجباری ☐**	**عملی ☐**
تعداد واحد:	**۲**	**تخصصی اختیاری ☐**	**نظری-عملی ☐**
تعداد ساعت:	**۳۲**	**رساله / پایان‌نامه ☐**	

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

هدف کلی:

این درس مروری بر قوانین فیزیکی حاکم در مقیاس نانو است که پدیده‌های فیزیکی مهم در مقیاس نانو را شرح می‌دهد. همچنین این درس در چگونگی تغییر رفتار مواد از طریق کنترل شکل و اندازه مواد در نانوساختارها را بیان می‌کند. اهمیت اصلی این درس، آماده نمودن و ایجاد زمینه نظری مورد نیاز برای فهم خواص فیزیکی نانو ساختارها است.

اهداف ویژه:

با گذراندن این درس و تکمیل دوره آن، دانشجویان با قوانین فیزیکی حاکم بر رفتار نانوساختارها آشنا شده و زمینه مناسبی برای فهم سایر مباحث مربوط به نانوساختارها از جمله خواص نوری، مغناطیسی و الکتریکی نانومواد فراهم می‌شود.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

خواص فیزیکی مواد بلوری

پراش پرتو ایکس و الکترون در نانوبلورها

انرژی همدوسی نانومواد

فونون‌ها، ارتعاشات شبکه و طیف پاشندگی فونونی

نظریه نواری در جامدات

مقدمه‌ای بر نیم رساناها و نقاط کوانتومی

مقدمه‌ای بر خواص نوری نانوساختارها

مقدمه‌ای خواص مغناطیسی نانو مواد

نقص‌های شبکه

ابر رساناها

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۴۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۶۰ درصد

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

جهت ارائه مؤثرتر درس نمایشگر با ابعاد بزرگ و وضوح بالا همراه با دسترسی به اینترنت پیشنهاد می‌گردد.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Mildred Dresselhaus, Gene Dresselhaus, Stephen B. Cronin, Antonio Gomes Souza Filho, Solid State Properties: From Bulk to Nano, Springer, 2018.
1. C. Kittel, Introduction to solid state physics, 7th ed., Wiley, 2007.
2. Edward L. Wolf, Nanophysics and Nanotechnology: An Introduction to Modern Concepts, Wiley, 2015.
3. James Patterson, Bernard Bailey, Solid-State Physics: Introduction to the Theory; Springer Berlin Heidelberg, 2016.
4. Amnon Aharony, Ora Entin-Wohlman, Introduction to Solid State Physics; World Scientific Publishing Company Pte Limited, 2018.

عنوان درس به فارسی:	نانوشیمی		
عنوان درس به انگلیسی:	Nanochemistry	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:		پایه ■	نظری ■
دروس هم‌نیاز:		تخصصی اجباری ☐	عملی ☐
تعداد واحد:		تخصصی اختیاری ☐	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:		رساله / پایان‌نامه ☐	

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

هدف کلی:

نانو شیمی تولید نانوذرات، نانو ساختارها و شرایط واکنش آن‌ها را مورد مطالعه قرار می‌دهد. در این ابعاد همچنین روش‌های جدیدی برای انجام واکنش‌های شیمیایی امکان‌پذیر خواهد بود. دانشجویان در این درس روش‌های ساخت شیمیایی، پایدارسازی و اصلاح سطحی نانوذرات را خواهند آموخت. همچنین با نمونه‌های از راکتورهای نانوساختار برای تولید کنترل شده نانومواد آشنا می‌شوند. در نهایت با نمونه‌هایی از نانوساختارها شامل نانومواد متخلخل، کربنی و آلی و پدیده نور شیمی آشنا می‌شوند و دانشجویان می توانند در ازمایشگاه سنتز شیمیایی را انجام دهند.

اهداف ویژه:

هدف اصلی این درس آشنایی دانشجویان با واکنش‌های شیمایی و سازوکار تشکیل نانومواد مختلف است. پس از گذراندن این درس دانشجویان می‌توانند باتوجه به کاربردی که مد نظر دارند، روش مناسب ساخت، پایدارسازی و اصلاح سطحی نانوساختار خود را طراحی و به کار گیرند.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

سنتز و پایدارسازی نانوذرات

اصلاح سطحی نانوذرات

نانو راکتورهای شیمیایی

مواد نانومتخلخل

نانوساختارهای کربنی

نانوساختارهای آلی

نورشیمی نانومواد

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۴۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۶۰ درصد

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

جهت ارائه مؤثرتر درس نمایشگر با ابعاد بزرگ و وضوح بالا همراه با دسترسی به اینترنت پیشنهاد می‌گردد.

ج) فهرست منابع پیشنهادی:

1. H.C. Chang, H. Dong, Y.Y. Hui and X. Zhang, Carbon Nanomaterials for Bioimaging, Bioanalysis, and Therapy, 2019, John Wiley & Sons, India
2. Nanomaterials for Security, Edited by J. Bonča and S. Kruchinin, NATO Science for Peace and Security Series A: Chemistry and Biology, 2016, Springer Netherlands.
3. Green photo-active nanomaterials: sustainable energy and environmental remediation, Edited by N. Nuraje, R. Asmatulu, G. Mul, 2015, Royal Society of Chemistry, Cambridge.
4. G.B. Sergeev and K.J. Klabunde, Nanoc
5. hemistry, 2nd Edition, 2013, Elsevier Amsterdam
6. Nanoscale Materials in Chemistry, Edited by Kenneth J. Klabunde and Ryan M. Richards, 2nd, 2009, John Wiley & Sons Inc., New Jersey.
7. Nanomaterials and Nanochemistry, Edited by C. Brèchignac P. Houdy M. Lahmani, 2007, Springer-Verlag, New York.
8. The Chemistry of Nanostructure Materials, Edited by P. Yang, 2004, World Scientific Publishing, Singapore.

عنوان درس به فارسی:	نانوترمودینامیک		
عنوان درس به انگلیسی:	Nanothermodynamics	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:		پایه ■	نظری ■
دروس هم‌نیاز:		تخصصی اجباری ☐	عملی ☐
تعداد واحد: ۲		تخصصی اختیاری ☐	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت: ۳۲		رساله / پایان‌نامه ☐	

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

هدف کلی:

این درس مبانی پیشرفته ترمودینامیک، و تغییرات آن‌ها در ابعاد نانو و ترمودینامیک آماری در تحولات مواد مورد بررسی قرار می دهد. اثر اندازه در روابط و خواص تغییر حالت های فلزات و آلیاژی در دیاگرام‌های فازی مورد بررسی قرار می گیرد. ترمودینامیک سطح به طور مفصل در ابعاد نانو که پراهمیت است نیز در فرایندهای ترمودینامیکی و مورد بررسی قرار می گیرد.

اهداف ویژه:

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

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. شرایط تعادل و پتانسیل شیمیایی
۲. ترمودینامیک مولکولی
۳. ترمودینامیک آماری شامل
   - آنتروپی و بی‌نظمی در مقیاس اتمی
   - مفهوم حالت میکروسکوپی و نانوسکوپی
۴. تعیین محتمل‌ترین حالت میکروسکوپی
۵. انتروپی حرارتی و انتروپی وضعیتی
۶. ظرفیت حرارتی نانومواد در حجم و فشار ثابت
۷. مباحث Extensive و Nonextensive در ابعاد نانو
۸. قوانین ترمودینامیک و نقص آن‌ها در ابعاد نانو
۹. ترمودینامیک محلول‌ها و مدل‌های ترمودینامیکی
۱۰. اثر اندازه در تحولات فازی
۱۱. نانوترمودینامیک دیاگرام‌های فازی
۱۲. تعریف انرژی آزاد سطح و ترمودینامیک سطح
۱۳. اصول جوانه‌زنی در ابعاد نانو

۱۴. ترمودینامیک واکنش‌های شیمیایی در ابعاد نانو

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۴۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۶۰ درصد

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

جهت ارائه مؤثرتر درس نمایشگر با ابعاد بزرگ و وضوح بالا همراه با دسترسی به اینترنت پیشنهاد می‌گردد.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1- David R Gaskell “Introduction to the Thermodynamics of Materials”, 5th Edition, 2008.

2. Hill TL. Thermodynamics of Small Systems. New York: Dover; 1994.

3. Richard. Swalin, "Thermodynamics of solids", 1972

4. A.W. Adamson, A.P. Gast “Physical Chemistry of Surfaces, 6th Edition, 1997.

5. Rajagopal, A.K., Pande, C.S., Abe, S.: “Nanothermodynamics—a generic approach to material properties at nanoscale”, 2004

6. Bustamante C, Liphardt J, Ritort F. The nonequilibrium thermodynamics of small systems. Phys. Today. 2005.

7. Kjelstrup S, Bedeaux D. Non-equilibrium Thermodynamics of Heterogeneous Systems. Singapore: World Scientific; 2008.

عنوان درس به فارسی:	فیزیک کوانتومی		
عنوان درس به انگلیسی:	Quantom Physics	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:		پایه ■	نظری ■
دروس هم‌نیاز:		تخصصی اجباری □	عملی □
تعداد واحد:	۲	تخصصی اختیاری □	نظری-عملی □
تعداد ساعت:	۳۲	رساله / پایان‌نامه □	

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

هدف کلی:

مکانیک کوانتومی تنها روش قابل اعتماد و مورد استفاده در توصیف پدیده‌های دنیای اتمی و مولکولی به شمار می‌رود. از این روی برای شناخت پدیده‌های مربوط به رفتار نانوساختارها دانستن اصول فیزیک کوانتومی و روش‌های کاربرد آن در توصیف رفتار مواد مورد نیاز است.

اهداف ویژه:

آموختن اصول فیزیک کوانتومی و روش حل مساله به ویژه کاربرد آن در توصیف رفتار نانوساختارها

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

اصول فیزیک کوانتومی

ابزارهای ریاضی مکانیک

اصول موضوعه مکانیک کوانتومی

مسئله های یک بعدی (مورد نیاز در توصیف نانوساختارها)

اندازه حرکت زاویه‌ای– اسپین

مسئله‌های سه بعدی (مورد نیاز در توصیف نانوساختارها)

روش‌های تقریبی(مورد نیاز در توصیف نانوساختارها)

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۴۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۶۰ درصد

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

جهت ارائه مؤثرتر درس نمایشگر با ابعاد بزرگ و وضوح بالا همراه با دسترسی به اینترنت پیشنهاد می‌گردد.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1.J.J. Sakurai, J.Napolitano, Modern Quantum Mechanics, Cambridge University Press, 2017.
2.N. Zettili., Quantum Mechanics: Concepts and Applications, John Wiley & Sons, 2009.

عنوان درس به فارسی:	نانو مواد (۱)		
عنوان درس به انگلیسی:	Nanomaterials I	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:		پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:		تخصصی اجباری ■	عملی ☐
تعداد واحد:	۲	تخصصی اختیاری ☐	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۳۲	رساله / پایان‌نامه ☐	

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

هدف کلی:

این درس اصول ومبانی مواد نانو را معرفی می‌کند و چهارچوب علمی از فیزیک مواد نانو، بیولوژی و علم مواد را ارائه می‌نماید. قابلیت‌ها و پتانسیل‌های مواد نانو در این درس بیان می‌شوند و تنوعی از کاربردهای مواد نانو را تبیین می‌گردد. این درس یک دید کلی از کاربردهای صنعتی در یک حوزه وسیع و توسعه یافته در زمینه نانو مواد را بیان می‌کند. ودانشجویان و مخاطبان را با زمینه‌های متنوع استفاده از فنآوری نانو– نانومواد وکاربردهای آن آشنا می‌سازد.

اهداف ویژه:

هدف اصلی از این درس آشنایی دانشجویان با مواد نانو و نانوفناوری است 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 فناوری، درک و فهم از روابط میان نانوزیست فناوری، شناخت کاربردهای کلی نانوفناوری و نانومواد و پتانسیل‌ها و قابلیت‌های آن را داشته باشند و همچنین اصول و مبانی علمی ومهندسی نانومواد را فرا گیرند. در ازمایشگاه نانومواد دانشجویان می‌توانند سنتز نانومواد را در این درس انجام دهند.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. تاریخچه، مبانی و تعاریف نانومواد، علم نانو و نانوفناوری مولکولی
۲. تقسیم بندی نانومواد بر اساس بعد و شکل
۳. کنترل اندازه ذره، مورفولوژی، ساختار، ترکیبات و تغییر سطح در مقیاس میکرو ونانو
۴. نانو ساختارهای اصلی و بنیادی
   - ساختارهای اتمی
   - میکرو ساختارها و تغییر شکل‌ها
   - نفوذ در حالت جامد
   - نانو کریستال‌ها
۵. طبقه‌بندی مواد نانو
   - سرامیک‌ها، شیشه‌ها و پلیمرها
   - گرافیت، نانو لوله‌ها
   - فلزات، کاتالیست‌ها و کاتالیزورها

۶. خواص فیزیکی مواد نانو و تابع اندازه

- خواص الکتریکی
- خواص مغناطیسی
- خواص اپتیکی

۷. کاربردهای نانو قناوری و نانومواد

۸. نانو لوله‌های کربنی(سنتز، کاربردها و آیندهٔ آن‌ها)

۹. نانو مواد پیشرفته

۱۰. سنسورهای فیلم نازک

۱۱. نانومواد و محیط زیست

۱۲. نانوزیست فناوری

- ذرات فلزی
- سنسورها وبیو سنسورها
- Bio Mems
- بیوسنسورها و مواد نانو

۱۳. کاتالیست‌ها، فتوسنتز، فتوسل

۱۴. سوپرهادی‌ها، انرژی خورشیدی

۱۵. کابل و سیم سازه کامپوزیتی، کابل توان الکتریکی، آهنرباها

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

۱۷. فناوری نانو در پزشکی، دندانپزشکی، دارو سازی، صنعت خودرو، بهداشت و محیط زیست

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۴۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۶۰ درصد

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

جهت ارائه مؤثرتر درس نمایشگر با ابعاد بزرگ و وضوح بالا همراه با دسترسی به اینترنت پیشنهاد می‌گردد.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Charles P. Poole, Frank J. Owens, "Introduction to Nanotechnology", (2000)
2. Dieter Vollath, Nanomaterials: An Introduction to Synthesis, Properties and Applications, 2nd Edition, 2013.
3. Zishan Husain Khan, Nanomaterials and Their Applications, 2018.
4. Guozhong Cao, Nanostructures & Nanomaterials: Synthesis, Properties & Applications, 2004.

عنوان درس به فارسی:	روش‌های مشخصه‌یابی نانومواد		
عنوان درس به انگلیسی:	Characterization of Nanomaterials	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:		پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	آزمایشگاه روش‌های مشخصه‌یابی نانومواد	تخصصی اجباری ■	عملی ☐
تعداد واحد:	۲	تخصصی اختیاری ☐	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۳۲	رساله / پایان‌نامه ☐	

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

هدف کلی:

این درس مبانی نظری روش‌های شناسایی نانومواد و اندازه‌گیری خواص آن‌ها را ارائه داده و توانمندی لازم برای انتخاب روش مشخصه‌یابی مناسب برای نانوساختارها باتوجه به کاربرد مورد نظر روش انجام و تحلیل نتایج آزمایش‌های مشخصه‌یابی را فراهم می‌آورد. این درس روش‌های توسعه یافته شناسایی نانومواد نظیر میکروسکوپ سنجه روبشی (SPM)، میکروسکوپ های الکترونی (SEM و TEM)، پراش پرتو ایکس و گستره وسیعی از روش های طیف سنجی را شامل می‌شود.

اهداف ویژه:

با گذراندن این درس، دانشجویان می‌توانند روش شناسایی مناسب و مورد نیاز را انتخاب کنند، نمونه‌سازی را انجام دهند و در نهایت نتایج به دست آمده از روش‌های متنوع شناسایی نانومواد را تحلیل و تفسیر نمایند.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱- طیف‌سنجی UV-vis
۲- پراکندگی پویای نور (DLS)
۳- پراش، پراکندگی، فلورسانس و طیف سنجی پرتو ایکس
۴- طیف‌سنجی الکترون اوژه
۵- طیف‌سنجی فوتوالکترون پرتو ایکس (XPS)
۶- طیف‌سنجی تبدیل فوریه فرو سرخ (FTIR)
۷- طیف‌سنجی رامان
۸- طیف‌سنجی فوتولومینسانس (PL)
۹- میکروسکوپ سنجه روبشی (SPM)
۱۰- آنالیزهای حرارتی
۱۱- میکروسکوپ الکترونی روبشی و عبوری (SEM و TEM)

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۴۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۶۰ درصد

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

جهت ارائه مؤثرتر درس نمایشگر با ابعاد بزرگ و وضوح بالا همراه با دسترسی به اینترنت پیشنهاد می‌گردد.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. S.K. Sharma, Handbook of Materials Characterization, Springer, 2018.
2. J. Goldstein and et al, Scanning Electron Microscopy and X-Ray Microanalysis, 4th Ed, Springer, 2018
3. N. Brodusch, H. Demers, R. Gauvin, Field Emission Scanning Electron Microscopy: New Perspectives for Materials Characterization, Springer, 2018
4. M. Lee, X-Ray Diffraction for Materials Research: From Fundamentals to Applications, Apple Academic Press, 2016
5. Carter, D.B. Williams (Editors), Transmission Electron Microscopy: Diffraction, Imaging, and Spectrometry, Springer, 2016
6. Challa S.S.R. Kumar, UV-vis and Photoluminescence Spectroscopy for Nanomaterials Characterization; Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2013.
7. Marek Procházka, Surface-Enhanced Raman Spectroscop; Springer International Publishing, 2016.
8. Paul van der Heide, X-Ray Photoelectron Spectroscopy: An Introduction to Principles and Practices; John Wiley & Sons, Inc., 2011.
9. Bert Voigtländer, Scanning Probe Microscopy; Springer, 2015.
10. Ray Egerton, Physical Principles of Electron Microscopy: An Introduction to TEM, SEM, and AEM; Springer Science & Business Media, 2011.
11. S. K. CHATTERJEE,X-RAY DIFFRACTION: ITS THEORY AND APPLICATIONS; PHI Learning Pvt. Ltd., 2010.
12. Jens Als-Nielsen, Elements of Modern X-ray Physics; Des McMorrow, Wiley, 2013.

عنوان درس به فارسی:	آزمایشگاه روش‌های مشخصه‌یابی نانومواد		
عنوان درس به انگلیسی:	Characterization of Nanomaterials Laboratory	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:		پایه ☐	نظری ☐
دروس هم‌نیاز:	روش‌های مشخصه‌یابی نانومواد	تخصصی اجباری ■	عملی ■
تعداد واحد:	۱	تخصصی اختیاری ☐	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۳۲	رساله / پایان‌نامه ☐	

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

هدف کلی:

با توجه به اهمیت انجام فعالیت آزمایشگاهی در یادگیری و کسب مهارت در روش‌های شناسایی نانومواد و اندازه گیری خواص آن‌ها و ایجاد توانمندی لازم برای کار با دستگاه‌های متداول شناسایی و اندازه گیری خواص نانومواد، یک واحد فعالیت آزمایشگاهی به همراه درس روش‌های شناسایی نانومواد و اندازه‌گیری خواص آن‌ها مورد نیاز است.

اهداف ویژه:

با گذراندن این آزمایشگاه، دانشجویان روش کار تجهیزات روش‌های متداول مشخصه‌یابی نانومواد و نمونه سازی را به طور عملی آموخته و روش اندازه‌گیری خواص مواد و جمع آوری داده‌ها را فرا می‌گیرند.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱- طیف‌سنجی UV-vis نانوساختارها فلزی (۱ جلسه)
۲- طیف‌سنجی UV-vis نانوساختارها نیمه رسانا (۱ جلسه)
۳- XRD نمونه‌های نانوساختار (۱ جلسه)
۴- پراکندگی پویای نور (DLS) (۱ جلسه)
۵- فلورسانس و طیف سنجی پرتو ایکس نمونه‌های نانوساختار (۲ جلسه)
۶- طیف‌سنجی الکترون اوژه (۱ جلسه)
۷- طیف‌سنجی فوتوالکترون پرتو ایکس (XPS)
۸- طیف‌سنجی تبدیل فوریه فرو سرخ نمونه‌های نانوساختار (FTIR) (۱ جلسه)
۹- طیف‌سنجی رامان نمونه‌های نانوساختار (۱ جلسه)
۱۰- میکروسکوپ سنجه روبشی (SPM) نمونه‌های نانوساختار (۱ جلسه)
۱۱- آنالیزهای حرارتی نمونه‌های نانوساختار (۱ جلسه)

تبصره: با توجه به امکانات و تجهیزات، حداقل ۸ مورد از موارد فوق، انجام می‌گردد.

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۴۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۶۰ درصد

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

جهت ارائه مؤثرتر درس نمایشگر با ابعاد بزرگ و وضوح بالا همراه با دسترسی به اینترنت پیشنهاد می‌گردد.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. S.K. Sharma, Handbook of Materials Characterization, Springer, 2018.
2. J. Goldstein and et al, Scanning Electron Microscopy and X-Ray Microanalysis, 4th Ed, Springer, 2018
3. N. Brodusch, H. Demers, R. Gauvin, Field Emission Scanning Electron Microscopy: New Perspectives for Materials Characterization, Springer, 2018
4. M. Lee, X-Ray Diffraction for Materials Research: From Fundamentals to Applications, Apple Academic Press, 2016
5. Carter, D.B. Williams (Editors), Transmission Electron Microscopy: Diffraction, Imaging, and Spectrometry, Springer, 2016
6. Challa S.S.R. Kumar, UV-vis and Photoluminescence Spectroscopy for Nanomaterials Characterization; Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2013.
7. Marek Procházka, Surface-Enhanced Raman Spectroscop; Springer International Publishing, 2016.
8. Paul van der Heide, X-Ray Photoelectron Spectroscopy: An Introduction to Principles and Practices; John Wiley & Sons, Inc., 2011.
9. Bert Voigtländer, Scanning Probe Microscopy; Springer, 2015.
10. Ray Egerton, Physical Principles of Electron Microscopy: An Introduction to TEM, SEM, and AEM; Springer Science & Business Media, 2011.
11. S. K. CHATTERJEE,X-RAY DIFFRACTION: ITS THEORY AND APPLICATIONS; PHI Learning Pvt. Ltd., 2010.
12. Jens Als-Nielsen, Elements of Modern X-ray Physics; Des McMorrow, Wiley, 2013.

عنوان درس به فارسی:	روش‌های تحقیق و اخلاق حرفه‌ای		
عنوان درس به انگلیسی:	Research Methodology & Ethics	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:		پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:		تخصصی اجباری ■	عملی ☐
تعداد واحد:	۲	تخصصی اختیاری ☐	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۳۲	رساله / پایان‌نامه ☐	

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

هدف کلی:

این درس یکی از دروس مهمی می‌باشد که در رشته نانوفناوری در مقطع کارشناسی ارشد تدریس می شود. این درس دانشجویان را با روش تحقیق در سطح مواد نانو آشنا نموده و آن‌ها را قادر می‌سازد که چگونه بتوانند یک نوشته علمی شامل پروپوزال علمی و صنعتی، گزارش علمی، روش تحقیق و پژوهش، مقاله علمی و پتنت، طراحی آزمایش را تهیه و مباحثی در ارتباط با اخلاق علمی Ethics و Plagiarism را فراگیرند و رابطه میان نظام‌های تحقیق و کاربردهای صنعتی را برقرار سازند و یافته‌های تحقیقاتی و پژوهشی را به سمت حوزه‌های تجاری سوق دهند.

اهداف ویژه:

هدف از این درس و تشکیل آن آموزش جامع و فراگیر دانشجویان برای اشنایی با روش تحقیق، گزارش‌نویسی علمی، تفاوت مقاله و ثبت اختراع از یک پژوهش، طراحی آزمایش و غیره می باشد. همچنین با تکمیل این دوره دانشجویان قادر خواهند بود تا یافته‌های علمی و پژوهشی را به سوی حوزه‌های تجاری سوق دهند.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

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 توسعه‌ای

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

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 توسعه‌ای

۳۰. مراحل تحقیق برای ایجاد فناوری

۳۱. بهبود تکنولوژی مهندسی معکوس

۳۲. مشابه‌سازی و صنایع مونتاژ

۳۳. نقش تحقیق بر ایجاد و پیشرفت فناوری

۳۴. بررسی موانع و مشکلات ارتباط صنعت با دانشگاه و راه‌حل‌ها

۳۵. آشنایی با مراکز رشد و شهرک‌های علمی 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 قالبندی مناسب برای استراتژی نوآوری

۴۲. چگونگی رقابت ملی

۴۳. رقابت‌های بین المللی

۴۴. مسیرهای گسترش و بهره‌برداری کردن از تکنولوژی‌های جدید

۴۵. تهیهٔ طرح‌های استراتژیک
۴۶. چگونگی ایجاد ارگان‌های 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 کنندهٔ داخلی
۵۱. مدیریت پروسه‌های داخلی

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۴۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۶۰ درصد

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

جهت ارائه مؤثرتر درس نمایشگر با ابعاد بزرگ و وضوح بالا همراه با دسترسی به اینترنت پیشنهاد می‌گردد.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Robert B Burns, Introduction to Research Methods, 2000.
2. Lee, N. and Lings, I. Doing Business Research: A Guide To Theory and Practice,London, SAGE Publicatio ns Ltd. (2008).
3. Kirsty Williamson et al, Research Methods for Students, Academics and Professionals, 2002.

۴. روش تحقیق در علوم مهندسی، غلامحسین لیاقت و علی اصغر بی طرفان، نشر کارخانجات صنعتی شهید باقری، ۱۳۷۷.
۵. آنچه هر پژوهشگر در رشته های فنی و مهندسی باید بداند، امیرمسعود سوداگر، انتشارات دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، ۱۳۹۰.
۶. مقدمه ای بر اخلاق پژوهشی و اخلاق مهندسی، علی خاکی صدیقی، انتشارات دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، ۱۳۹۸
۷. راهنمایی پروژه پایانی، محسن صدیقی مشکنانی، انتشارات شرکت (مهندسی و مدیریت دانش) توانای کیش، ۱۳۹۰.
۸. حرفه مهندسی، حسین معماریان، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۹۱.

عنوان درس به فارسی:	نانوکامپوزیت		
عنوان درس به انگلیسی:	Nanocomposite	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:		پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:		تخصصی اجباری ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۲	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۳۲	رساله / پایان‌نامه ☐	

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

هدف کلی:

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. همچنین زمینه‌های پژوهشی پیرامون کامپوزیت‌ها را فراهم می‌نماید.

اهداف ویژه:

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

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. اصول و مقدمات مواد نانوکامپوزیتی
۲. نانومواد کامپوزیتی شامل نانوکامپوزیت‌های سرامیکی، فلزی و پلیمری
۳. خواص شیمیایی و فیزیکی نانوکامپوزیتی و اندازه گیری خواص شیمیایی و فیزیکی آن‌ها
۴. روش‌های ساخت نانوکامپوزیت مبتنی بر روش‌های ذوب و شکل‌دهی
۵. کاربردهای نانوکامپوزیت
۶. روش‌های تولید نانوکامپوزیت
۷. مدلسازی نانوکامپوزیت‌ها
۸. روش‌های ساخت و کاربرد نانو کامپوزیت‌های بیولوژیک

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۴۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۶۰ درصد

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

جهت ارائه مؤثرتر درس نمایشگر با ابعاد بزرگ و وضوح بالا همراه با دسترسی به اینترنت پیشنهاد می گردد.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Applications of Nanocomposite Materials in Drug Delivery, Edited by A. Inamuddin, M. Asiri, A. Mohammad, Woodhead Publishing, Cambridge, 2018.
2. Nanocomposite Materials : Synthesis, Properties and Applications, Edited by J. Parameswaranpillai, N. Hameed, T. Kurian, Y. Yu, Taylor & Francis Group, Florida, 2017.
3. Nanomaterials and Nanocomposites: Zero to Three Dimensional Materials and Their Composites, Edited by P.M. Visakh and M.J.Martínez Morlanes, Wiley-VCH, Germany, 2016.
4. Polymer Nanocomposite Foams, Edited by V. Mittal, Taylor & Francis Group, Florida, 2014.
5. Novel Nanocomposite Coating: Advances and Industrial Applications, edited by R. Daniel and J.Musil, Taylor & Francis Group, Florida, 2013.
6. Advances in Nanocomposite Technology, Edited by A. Hashim, In Tech, Croatia, 2011.

عنوان درس به فارسی:	نانومواد (۲)		
عنوان درس به انگلیسی:	Nanomaterials II	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:		پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:		تخصصی اجباری ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۲	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۳۲	رساله / پایان‌نامه ☐	

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

هدف کلی:

این درس روش‌های فرآوری مواد نانو را معرفی نموده و توضیح می‌دهد چگونه این روش‌ها می‌توانند مواد را در مقیاس نانو تولید نمایید. این درس می‌تواند تنوعی از شیوه‌های ساخت توسعه یافته و جدید را مرور نموده و به علاوه محدودیت‌های موجود در تکنیک‌های معمول را برطرف نمایید. بعلاوه این درس بایستی فهم و درکی از اصول پایه‌ای 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.

اهداف ویژه:

با گذراندن این درس دانشجویان می‌توانند اصول فیزیکی مرتبط با کنترل میکروساختارها در مقیاس نانو جهت طراحی یک روش سنتز مناسب برای مواد غیر آلی نانو را به کار ببرند.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه‌ای بر استحاله فازها و کنترل میکروساختاری در مقیاس نانو متری
۲. روش‌های تولید نانو مواد تک بعد و نانوذرات غیر آلی
۳. روش‌های تولید نانو مواد تک بعد ونانو ذرات آلی
۴. پایداری ریزساختاری در مواد نانو
۵. اصول فوتو لیتوگرافی و فوتولیتوگرافی بیم الکترونی (Electron beam lithography)
۶. معرفی وسایل و تجهیزات جهت لایه‌نشانی لایه‌های نازک فلزات، اکسیدها و غیره
   - روش های شیمیایی مانند سل ژل
   - PVD و CVD
   - روش‌های الکتروشیمیایی
۷. نانو پودرها شامل:
   - روش‌های تولید و تهیه پودرها
   - روش‌های gel-casting
- آلیاژسازی مکانیکی و آسیاکاری
- فرآوری نانو کامپوزیت‌ها

- روش‌های سینتر نمودن
- تولید در فاز گاز و مایع برای نانو ذرات

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

- متراکم کردن نانو ذرات
- رسوب‌دهی از فاز بخار
- محلول‌های جامد اشباع شده
- جوانه‌زنی در مواد امورف
- آلیاژسازی مکانیکی وآسیاب مکانیکی
- نانو مواد متخلخل و روش‌های تولید آن
- روش‌های فتو الکتریک
- روش‌های لیزری

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۴۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۶۰ درصد

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

جهت ارائه مؤثرتر درس نمایشگر با ابعاد بزرگ و وضوح بالا همراه با دسترسی به اینترنت پیشنهاد می‌گردد.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. A. K. Haghi, Ajesh K. Zachariah, Nandakumar Kalarikkal, Nanomaterials: Synthesis, Characterization, and Applications, 2013.

2. Sabu Thomas, Nandakumar Kalarikkal, A. Manuel Stephan, B. Raneesh, Advanced Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications, 2014.

3. Yasir Beeran Pottathara, et al, Nanomaterials Synthesis: Design, Fabrication and Applications, 2019.

4. Guozhong Cao, Ying Wang, Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications, 2011.

عنوان درس به فارسی:	شناخت و فرایندهای سنتز نانو ذرات		نوع درس و واحد
عنوان درس به انگلیسی:	Nanoparticles Synthesis and Characterization		پایه ☐ نظری ■
دروس پیش‌نیاز:			تخصصی اجباری ☐ عملی ☐
دروس هم‌نیاز:			تخصصی اختیاری ■ نظری-عملی ☐
تعداد واحد:	۲		رساله / پایان‌نامه ☐
تعداد ساعت:	۳۲		

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

هدف کلی:

این درس فرایندهای شناخت نانوذرات و فرایندهای سنتز آن را درمقیاس نانو بررسی و روابط موجود برای سنتز ذرات نانو، ساختار و خصوصیات آن‌ها را توضیح می‌دهد و همچنین تعیین و تشخیص مکانیزم‌های پیچیدهٔ شکل‌گیری ذرات در سطح نانو را بیان می‌نماید.

اهداف ویژه:

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. در ازمایشگاه دانشجویان می توانند با سنتز بعضی نانوذرات به صورت عملی آشنا شوند.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه‌ای بر مواد نانوذرات و کابردهای ان در نانوفناوری
۲. تعیین وتشخیص مکانیزم‌های پیچیده شکل‌گیری ذرات
۳. بررسی جوانه زنی و رشد نانوذرات
۴. مباحث کنترل خصوصیات ذرات از قبیل مورفولوژی، ساختار، ترکیبات، تغییر سطح وغیره
۵. شیمی سطح نانوذرات
۶. ارزیابی تعیین تکنیک‌های مختلف در تعیین ابعاد ساختار وشبکه کریستالی و سطح مخصوص مواد
۷. تشخیص خواص فیزیکی و شیمیایی نانوذرات
۸. روش‌های سنتز نانوذرات در فاز مایع، بخار و جامد
۹. کاربردهای صنعتی

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۴۰ درصد

آزمون پایان نیم‌سال	۶۰ درصد

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

جهت ارائه مؤثرتر درس نمایشگر با ابعاد بزرگ و وضوح بالا همراه با دسترسی به اینترنت پیشنهاد می‌گردد.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. GünterSchmid, Nanoparticles: From Theory to Application, 2010.
2. Guozhong Cao, Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties" 2008.
3. R. S. Chaughule, R. V. Ramanujan, NANOPARTICLES: Synthesis, Characterization and Applications, 2010.
4. Sreekanth Thota , Debbie C. Crans, Metal Nanoparticles, 2017.
5. Ashutosh Kumar Shukla and Siavash Iravani, Green Synthesis, Characterization and Applications, 2019.

عنوان درس به فارسی:	اصول و کاربرد لایه‌های نازک		
عنوان درس به انگلیسی:	The Science & Technology of Thin Films	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:		پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:		تخصصی اجباری ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۲	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۳۲	رساله / پایان‌نامه ☐	

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

هدف کلی:

این درس اصول و مبانی فیزیکی و شیمیایی ایجاد و مشخصه‌یابی لایه‌های نازک در مقیاس نانو را بیان و چگونگی لایه‌نشانی فیلم نازک، تولید و فرآوری آن‌ها را اشاره می‌نماید. دانشجویان با گذراندن این درس با مباحث علم و تکنولوژی خلا، ایجاد لایه‌های نازک در فاز بخار و به خصوص لایه های نازک نانومتری اشنا و نحوه مشخصه‌یابی آن‌ها فرا می گیرند. کاربردهای صنعتی لایه‌های نازک برای این دوره تبیین می‌گردد.

اهداف ویژه:

با گذراندن این درس دانشجویان با خواص فیزیکی و شیمیایی لایه‌های نازک نانومتری و کاربردهای علمی و صنعتی آن‌ها آشنا می‌شوند. بازدید از مراکز ازمایشگاهی مجهز لایه نازک برای فهم بیشتر درس پیشنهاد می‌شود.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱- مقدمه‌ای بر اصول و علم خلا
۲- طبقه‌بندی پوشش‌های نازک در فاز بخار
۳- روش‌های لایه نشانی PVD و CVD
۴- تبخیر و کندوپاش یونی
۵- مشخصه‌یابی لایه‌های نازک
۶- جوانه‌زنی و رشد لایه‌های نازک
۷- تنش و کرنش در لایه‌های نازک
۸- کاربرد لایه‌های نازک در صنعت

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۴۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۶۰ درصد

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

جهت ارائه مؤثرتر درس نمایشگر با ابعاد بزرگ و وضوح بالا همراه با دسترسی به اینترنت پیشنهاد می‌گردد.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Milton Ohring, " The Materials Science of Thin Films", 2002
2. E. Kasper, "Thin Film Epitaxial Growth and Nanostructures", 1999.
3. 1992H. Bubrt, H. Jenett, "Surface and Thin Film Analysis", 2002.
4. Gan-Moog Chow, "Nanostructured Films and Coatings", 2000
5. L. B. Freund, Thin Film Materials: Stress, Defect Formation and Surface Evolution, 2009.
6. Hari Singh Nalwa, Handbook of Thin Films, 2002.
7. I M Dharmadasa, Advances in Thin-Film Solar Cells, 2012

عنوان درس به فارسی:	نانومغناطیس		
عنوان درس به انگلیسی:	Nanomagnetics	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:		پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:		تخصصی اجباری ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۲	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۳۲	رساله / پایان‌نامه ☐	

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

هدف کلی:

این درس مفاهیم فیزیک پایه، روش‌های تجربی و کاربرد نانومواد را تحت پوشش قرار می‌دهد. همچنین دانشجویان را با محاسبات عملی در زمینه اثر اندازه بر خواص مغناطیسی نانومواد و کاربردهای به روز پزشکی و زیستی نانوذرات مغناطیسی آشنا می‌سازد.

اهداف ویژه:

با گذراندن این درس دانشجویان با واحدها و روش اندازه‌گیری خواص مغناطیسی مواد، انواع مغناطش، پدیدهای مغناطیسی مانند ناهمسانگردی، محاسبات اثر اندازه بر خواص مغناطیسی مواد و روش‌های سنتز و کاربرد نانوذرات مغناطیسی آشنا می‌شوند.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. تعاریف و واحدها
۲. روش‌های تجربی اندازه‌گیری خواص مغناطیسی
۳. انواع مواد مغناطیسی
۴. دومین‌ها و دیوار دومین
۵. محاسبه اندازه‌های بحرانی
۶. اثر اندازه بر خواص مغناطیسی
۷. روش‌های سنتز نانوذرات مغناطیسی
۸. کاربردهای نانوذرات مغناطیسی

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۴۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۶۰ درصد

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

جهت ارائه مؤثرتر درس نمایشگر با ابعاد بزرگ و وضوح بالا همراه با دسترسی به اینترنت پیشنهاد می‌گردد.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Biological Magnetic Materials and Applications, Edited by T. Matsunaga, T. Tanaka and D. Kisailus, 2018, Springer, Singapore.
2. Magnetic Nanomaterials Applications in Catalysis and Life Sciences, Edited by S.H. Bossmann and H. Wang, 2017, The Royal Society of Chemistry, United Kingdom.
3. Advances in Magnetic Materials: Processing, Properties, and Performance, Edited by S. Zhang and D. Zhao, 2017, Taylor & Francis, Florida.
4. B.D. Cullity and C.D. Graham, Introduction to Magnetic Materials, 2^{ed} edition, 2009, John Wiley & Son, New Jersey.
5. V.K. Varadan, L. Chen, J. Xie, Nanomedicine (Design and Application of Magnetic Nanomaterials, Nanosensors and Nanosystems), 2008, John Wiley & Sons, West Sussex.
6. F. Fiorillo, Measurement and Characterization of Magnetic Materials, 2004 Elsevier Inc., Amsterdam.

عنوان درس به فارسی:	مدل‌سازی و شبیه‌سازی سیستم‌های نانو		
عنوان درس به انگلیسی:	Modelling & Simulation in Nanosystems	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:		پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:		تخصصی اجباری ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۲	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۳۲	رساله / پایان‌نامه ☐	

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

هدف کلی:

این درس شناخت روش‌های مدرن مدل‌سازی و شبیه‌سازی کامپیوتری مناسب در زمینه نانو تکنولوژی و مواد نانو را بیان نموده و کسب مهارت‌های عملی و سودمند در چگونگی کاربردهای متدهای محاسباتی و همچنین کاربردها و محدودیت‌های‌شان را در مقیاس نانو توضیح می‌دهد و مقدمه‌ای بر موضوعات پژوهشی در این حوزه‌ها را فراهم می‌نماید و ساخت سنسورها و ابزارهای دیگر برای کاربردهای پزشکی در سطح نانو را توضیح می‌دهد.

اهداف ویژه:

هدف از ایجاد این درس آموزش جامع و فراگیر دانشجویان در زمینه آشنایی با شبیه‌سازی و مدل‌سازی در مقیاس نانو می‌باشد.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

- اصول و مقدمات مدل‌سازی در نانو (Molecular Dynamics)
- شبیه‌سازی مواد کریستالی
- بیومکانیک و کامپوزیت‌های پلیمری
- مدل‌سازی ساختار و خواص نانو تیوب‌ها
- فلزات پلی‌کریستالی
- مباحث پوشش‌دهی و جزئیات آن
- نانومکانیک نانو تیوب‌های کربن
- MEMS و کاربردهای بیوپزشکی
- ساختارهای پوشش سرامیکی
- رشد جامدات
- شبیه‌سازی فلزات
- مدلسازی نانو کامپوزیت‌ها
- تغییر شکل و شکستگی نانو تیوب‌ها

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۴۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۶۰ درصد

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

جهت ارائه مؤثرتر درس نمایشگر با ابعاد بزرگ و وضوح بالا همراه با دسترسی به اینترنت پیشنهاد می‌گردد.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1.Richard B. Ross , Sanat Mohanty, Multiscale Simulation Methods for Nanomaterials, 2008.
2. Sarhan M. Musa, Computational Nanotechnology: Modeling and Applications with MATLAB®, 2017.
3. J. M. Haile, Molecular Dynamics Simulation: Elementary Methods,1997.
4. David Sholl , Density Functional Theory: A Practical Introduction, 2009.

عنوان درس به فارسی:	نانومواد در زیست فناوری		نوع درس و واحد	
عنوان درس به انگلیسی:	Nanomaterials in Biotechnology		پایه ☐	نظری ■
دروس پیش‌نیاز:			تخصصی اجباری☐	عملی ☐
دروس هم‌نیاز:			تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد واحد:	۲		رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	۳۲			

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

هدف کلی:

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

اهداف ویژه:

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

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه‌ای بر بیونانوتکنولوژی و اصول ومبانی آن
۲. محصولات زیستی بصورت نانوذره
   - ساختمان نانو پروتئین
   - ویروس‌ها و ذرات مشابه ویروس
۳. عملکرد بیو نانو ماشین‌ها
۴. کاربردهای نانوذرات زیستی
۵. فرآیندهای بالا دستی برای فرایند نمودن نانوذرات زیستی
۶. فرآیندهای پایین دستی برای فرایند نمودن نانوذرات زیستی
۷. طراحی بیوتکنولوژیکی بیو مولکول‌ها
۸. اصول ساختاری بیو نانوتکنولوژی
۹. اصول اصلی و اساسی بیونانوتکنولوژی
۱۰. کاربردهای بیونانوتکنولوژی
۱۱. بیونانوتکنولوژی امروزی
۱۲. آینده بیونانوتکنولوژی

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۴۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۶۰ درصد

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

جهت ارائه مؤثرتر درس نمایشگر با ابعاد بزرگ و وضوح بالا همراه با دسترسی به اینترنت پیشنهاد می‌گردد.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. D. S. Goodsell, "Bionanotechnology: Lessons from nature", 2004.
2. Yubing Xie , The Nanobiotechnology Handbook, CRC press, 2017.
3. Jesus M. de la Fuente V. Grazu, Nanobiotechnology, Elsevier, 2012.
4. Oded Shoseyov, Ilan Levy, NanoBioTechnology, spinger, 2012.
5. Claudio Nicolini, Nanobiotechnology in Energy, Environment and Electronics - Methods and Applications, 2015.

عنوان درس به فارسی:	نانوفناوری و سیستم‌های میکروالکترومکانیکی		
عنوان درس به انگلیسی:	Nanotechnology and Micro Electro Mechanical Systems	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:		پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:		تخصصی اجباری ☐	عملی ☐
تعداد واحد: ۲		تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت: ۳۲		رساله / پایان‌نامه ☐	

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

هدف کلی:

این درس دانشجویان و محققان را با آخرین توسعه‌های انجام شده در زمینه نانو تکنولوژی و سیستم‌های مکانیکی میکرو الکترونی (MEMS) آشنا می‌سازد. در این درس اصول این سیستم‌ها تشریح می‌شوند و همچنین تجهیزات مکانیکی میکرو الکترونی و سیستم‌های میکرو ماشین، میکرو سنسورها، میکرو موتورها و مبانی و اصول عملکرد آن‌ها توضیح داده می‌شوند. 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 اندازه‌گیری فشار، کشش، دما، شتاب و سرعت مورد بررسی قرار می‌گیرند.

اهداف ویژه:

هدف اصلی از این درس آشنایی دانشجویان با MEMS می‌باشد و پس از گذراندن این درس و تکمیل دورهٔ آن دانشجویان بایستی با اصول و عملکرد این سیستم‌ها در نانو فناوری آشنا باشند.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه‌ای برنانوتکنولوژی و MEMS

۲. پردازش و ابزار تحلیلی برای MEMS و نانو فناوری

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

۳. Biomedical MEMS و نانو مواد

۴. MEMS مکانیکی، سنسورهای کششی و فشاری، فشارسنج‌ها، ژیروسکوپ‌ها و غیره

۵. MEMS الکترو مغناطیسی، میکرو موتورها، MEMS بی‌سیم، GPS MEMS و غیره

۶. MEMS پیزو الکتریک، SPM، STM و AFM

۷. MEMS مغناطیسی- مگنتو موتورهای SQUID

۸. MEMS حرارتی- سنسورهای اپتیکی و محرک‌ها

۹. طراحی سیستم MEMS

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۴۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۶۰ درصد

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

جهت ارائه مؤثرتر درس نمایشگر با ابعاد بزرگ و وضوح بالا همراه با دسترسی به اینترنت پیشنهاد می‌گردد.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1.James J. Allen, Micro Electro Mechanical System Design, 2005.

2.Mohamed Gad-el-Hak, MEMS: Introduction and Fundamentals, 2005

3.Atul Tiwari, Baldev Raj, Materials and Failures in MEMS and NEMS, 2015.

4. Vikas Choudhary, Krzysztof Iniewski, MEMS: Fundamental Technology and Applications, 2017.

5. Li, Ting, Liu, Zhiwei, Outlook and Challenges of Nano Devices, Sensors, and MEMS, 2017.

6.Michael Kraft and Neil M. White, MEMS for Automotive and Aerospace Applications, 2013.

عنوان درس به فارسی:	ساختارهای ویژه نانومتری		نوع درس و واحد	
عنوان درس به انگلیسی:	Specials Nanomaterials		پایه ☐	نظری ■
دروس پیش‌نیاز:			تخصصی اجباری ☐	عملی ☐
دروس هم‌نیاز:			تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد واحد:	۲		رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	۳۲			

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

هدف کلی:

در این درس تعریف، نحوه ساخت، خواص فیزیکی و شیمیایی و کاربردهای ساختارهای مختلف نانو متری از قبیل نانو لوله‌های کربنی، نانو وایرها، نانوگپ‌ها و نانودات‌ها مورد بحث قرار می‌گیرد. این مواد کاربردهای وسیعی در ساخت نانوترانزیستورها، سنسورهای شیمیایی، جاذب‌های سطحی و دیسکت‌های ذخیره اطلاعات پیدا کرده‌اند. به نظر میرسد با توسعه فناوری نانو هر روز به تعداد آن‌ها افزوده شده و درک خواص آن‌ها و موارد کاربرد آن‌ها بسیار ضروری می‌باشد.

اهداف ویژه:

با گذراندن این درس و تکمیل دورهٔ آن دانشجویان با این مواد وخواص آن‌ها آشنایی یافته، روش ساخت، روش فرآوری و کاربرد آن‌ها آشنا می‌شوند.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

الف- نانولوله‌های کربنی

- نانو لوله‌های کربنی تک دیواره
- نانو لوله‌های کربنی چند دیواره
- روش‌های سنتز آن‌ها شامل منابع جامد و منابع گازی
- سنتیک سنتز نانو لوله‌های کربنی
- مکانیسم رشد نانو لوله‌های کربنی
- رشد در غیاب کاتالیزور
- رشد در حضور کاتالیزور
- مکانیزم‌های رشد

ب- خواص نانو لوله‌ها

- تنوع خواص آن
- خواص عمومی

- خواص جذب سطحی
- خواص الکتریکی و حرارتی
- خواص مکانیکی
- فعالیت شیمیایی

ج- موارد کاربرد نانولوله‌ها

- انتقال الکتریسیته
- خواص مربوط به جذب سطحی
- استفاده در نانوترانزیستورها

د- نانووایرها و نانوگپ‌ها

- مبانی عملکرد
- الکترودهای نانومتری
- توانمندی نوری و الکترونی دسته‌های کوچک مولکولی
- ترانزیستورهای نانومتری
- ایجاد حفره‌های نانو متری با لیتوگرافی توسط تابش الکترونی و نقش آن‌ها
- کاربرد حفره‌های نانومتری در آنالیز مواد شیمیایی

ه- نانودات‌ها

- تعریف نانودات‌ها و روش ساخت آن‌ها
- کاربرد نانودات‌ها در تولید دیسک‌های فشرده برای ذخیره‌سازی اطلاعات

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۴۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۶۰ درصد

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

جهت ارائه مؤثرتر درس نمایشگر با ابعاد بزرگ و وضوح بالا همراه با دسترسی به اینترنت پیشنهاد می‌گردد.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Nikos Tagmatarchis, Advances in Carbon Nanomaterials - Science and Applications, 2012.
2. Kamal K. Kar, Carbon Nanotubes: Synthesis, Characterization and Applications, 2011.
3. Harry Kroto, C60 Buckminsterfullerene - Some inside Stories, 2015.
4. Maria Terranova, Carbon Nanomaterials for Gas Adsorption, 2012.
5. Qing Zhang, Carbon Nanotubes and their Applications, 2011.
6. Zhong Lin Wang, Nanowires and Nanobelts: Materials, Properties and Devices, 2010.

عنوان درس به فارسی:	نانوالکترونیک		نوع درس و واحد	
عنوان درس به انگلیسی:	Nanoelectronics		پایه ☐	نظری ■
دروس پیش‌نیاز:			تخصصی اجباری☐	عملی ☐
دروس هم‌نیاز:			تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد واحد:	۲		رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	۳۲			

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

هدف کلی:

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

اهداف ویژه:

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

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه‌ای بر نانوالکترونیک
۲. خواص فیزیکی نیمه‌هادی‌ها در مقیاس نانو
۳. تکنیک‌های ساخت قطعات الکترونیکی در مقیاس نانو
۴. ساختارهای الکترونیکی و فرآیندهای فیزیکی در نیمه‌هادی‌های باساختار نانو
۵. اصول نیمه‌هادی‌های باساختار نانو براساس قواعد الکترونیکی و الکترواپتیکی
۶. کاربردهای نانوالکترونیک‌ها
۷. توسعه‌های آینده در زمینهٔ خواص الکترونیکی در مقیاس نانو

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۴۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۶۰ درصد

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

جهت ارائه مؤثرتر درس نمایشگر با ابعاد بزرگ و وضوح بالا همراه با دسترسی به اینترنت پیشنهاد می‌گردد.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Kasper Moth-Poulsen, Handbook of Single-Molecule Electronics, 2015.

2. Natalia Chezhina, Dmitry Korolev, Electronic Structure of Materials - Challenges and Developments, 2019

3. Simon Deleonibus, Electronic Device Architectures for the Nano-CMOS, Ultimate CMOS Scaling to Beyond CMOS Devices, 2008

5. Fuxi Gan, Yang Wang, Data Storage at the Nanoscale - Advances and Applications, 2015

13. Tamar Seideman, Current-Driven Phenomena in Nanoelectronics, 2010.

7. K. Goser, Nanoelectronics and Nanosystem, 2003

8. Victor Klimov, Semiconductor and Metal Nanocrystals, 2003.

عنوان درس به فارسی:	مهندسی سطح پیشرفته در نانوفناوری		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Surface Engineering in Nanotechnology		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:			پایه ☐ نظری ■
دروس هم‌نیاز:			تخصصی اجباری ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۲		تخصصی اختیاری ■ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۳۲		رساله / پایان‌نامه ☐

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

هدف کلی:

اهمیت مطالعه سطح و تغییر خصوصیات ان از دیدگاه مهندسی مواد و بخصوص نانوفناوری از اهمیت ویژه و ضروری برخوردار است. مطالعات سطح از دیدگاه فیزیکی، شیمیایی و الکتروشیمیایی در ابعاد نانو بسیار پرکاربرد است. به همین دلیل لزوم آشنایی با ویژگی‌های سطح در ابعاد میکرو و نانو، نانوپوشش‌ها، اصلاح سطح و بحث های الکتروشیمیایی سطح و .... ضروری است.

اهداف ویژه:

دانشجویان در این درس با تعاریف سطح میکرونی و نانومتری، واکنش های سطحی، تغییر خصوصیات سطح، روش‌های سنتز نانوپوشش‌های نانوساختار و نانوکامپوزیت‌های سطحی و بررسی خواص فیزیکی، شیمیایی و الکتروشیمیایی اشنا می‌شوند و بعنوان یک درس کاربردی مطالب علمی را فرا می گیرند.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱- تعاریف سطح در ابعاد میکرو و نانو
۲- بررسی اتفاقات سطحی از دیدگاه مکانیکی و شیمیایی
۳- نانوتریبولوژی
۴- نانوالکتروشیمیایی
۵- روش‌های سنتز پوشش‌های نانوکامپوزیتی
۶- روش‌های سنتز پوشش‌های نانوساختار
۷- روش‌های تغییر شکل و آمورف کردن سطح مانندbrushing ، ساچمه پاشی،stir welding
۸- Functional graded nano coatings
۹- پوشش‌های آبکاری پالسی و الکترولس و کاربرد در سنتز نانومواد
۱۰- نانوپوشش‌های فوق سخت
۱۱- نانوپوشش‌های هوشمند ضد خوردگی

۱۲- نانوپوشش‌های آب‌دوست و آب‌گریز

۱۳- روش‌های مشخصه‌یابی نانوپوشش‌ها

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۴۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۶۰ درصد

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

جهت ارائه مؤثرتر درس نمایشگر با ابعاد بزرگ و وضوح بالا همراه با دسترسی به اینترنت پیشنهاد می‌گردد.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Steven Abbott, Nigel Holmes, Nanocoatings: Principles and Practice from Research to Production, 2013.
2. V.S. Saji, Ronald Cook, Corrosion Protection and Control Using Nanomaterials, 2016.
3. Pasquale Cavaliere, Cold-Spray Coatings: Recent Trends and Future perspectives, 2017.
4. Kock-Yee Law , Hong Zhao, Surface Wetting : Characterization, Contact Angle, and Fundamentals, 2015.
5. Phuong Nguyen Tri , Sami Rtimi , Claudiane M. Ouellet-Plamondon, Nanomaterials-Based Coatings : Fundamentals and Applications, 2019.
6. Bharat Bhushan, Nanotribology and Nanomechanics : An Introduction, 2018.

عنوان درس به فارسی:	کارآفرینی در نانوفناوری		
عنوان درس به انگلیسی:	Entrepreneurship in Nanotechnology	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:		پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:		تخصصی اجباری ☐	عملی ☐
تعداد واحد: ۲		تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت: ۳۲		رساله / پایان‌نامه ☐	

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

هدف کلی:

آشنایی دانشجویان با تاریخچه، مبانی و مهارت‌های مورد نیاز برای موفقیت در فرآیند کارآفرینی، مدیریت و کسب کار و نیز برآورد اقتصادی طرح و جذب سرمایه برای کسب و کارهای کوچک و بزرگ مدیریت استراژیک، مدیریت منابع انسانی ، مدیریت برنامه‌ریزی صنایع کوچک، خلاقیت ونوآوری، اخلاق کارآفرینی، تکنولوژی اطلاعات و زمینه‌های نوکارآفرینی (وام، دارایی، ثبت شرکت‌ها، ثبت نوآوری)ایده های نو(بسته به رشته‌های مختلف)، بازاریابی، حذف مشارکت در سرمایه‌گذاری، مطالعه موردی کاآفرینان متناسب با محتوای رشته نانوفناوری، که از کارآفرینان موفق دعوت می‌شود تا در جلساتی از درس حضور یافته، تجارب شخصی خود را با دانشجویان درمیان بگذراند.

اهداف ویژه:

هدف از ارائه این درس آشنایی دانشجویان نانوفناوری با موضوعات کارافرینی، مدیریت کسب و کار، راه‌اندازی کسب و کارهای کوچک و توسعه آن به سمت کسب و کارهای بزرگ، بررسی رسوخ به بازار نانوفناوری و رشد ان. مباحث فروش و سرمایه‌گذاری و .... می‌باشد. این درس یک دید سیستماتیک برای عملیاتی کردن ایده‌های پژوهش و نمونه‌سازی به سمت تجاری‌سازی به دانشجویان ارائه می‌دهد.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. آشنایی با تاریخچه کارآفرینی، مفاهیم کارآفرینی وانواع آن
۲. آشنایی با انواع کسب وکار ومبانی و اصول کسب وکار (کسب وکار درخانه، کسب وکار روستایی، کسب وکار در فناوری اطلاعات، کسب وکار در بخش خدمات)
۳. آشنایی با مبانی بازار و مدیریت بازار
۴. آشنایی با داستان‌های موفقیت و شکست کارآفرینان و قهرمانان توسعه
۵. ارزیابی، امکان‌سنجی و انتخاب ایده کارآفرینی
۶. آشنایی با چارچوب طرح کسب و کار
۷. طراحی جداول و محاسبات طرح کسب وکار (تمرین عملی)
۸. آشنایی با مراحل ثبت وتاسیس شرکت وآشنایی با انواع شرکت‌ها

۹. آشنایی با مبانی کسب وکار در اقتصاد ایران و کلیات قوانین تجارت در ایران

۱۰.آشنایی با تجربیات موفق کار آفرینان ایران در حوزه نانوفناوری

۱۱.آشنایی با مهارت‌های کارآفرینی: کارگروهی، مدیریت منابع، مدیریت مالی و ارتباطات

۱۲.برنامه ریزی و سازماندهی کسب وکار

۱۳.راه‌اندازی کسب وکار، تولید، کنترل کیفیت و کنترل هزینه‌ها

۱۴.بازاریابی، فروش و ارتباط با مشتری

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۴۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۶۰ درصد

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

جهت ارائه مؤثرتر درس نمایشگر با ابعاد بزرگ و وضوح بالا همراه با دسترسی به اینترنت پیشنهاد می‌گردد.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Eisenmann, Thomas. 2014. Business Model Analysis for Entrepreneurs. Harvard business school 9-812-096. 10

2. Facione, Peter A. 2011. Critical Thinking: What It Is and Why It Counts. Measured Reasons and the California Academic Press, Millbrae, CA. 11

3. Greenbank, P. 2010. Developing Decision-making Skills in Students: an active learning approach. Teaching and Learning Development Unit Edge Hill University

4. McGraw-Hill Companies. 2011. Small Business Ideas (Creativity, Opportunity, and Feasibility). McGraw-Hill Companies

5. Robbins, Emily. 2014. Big Ideas for Small Business Report 2014. National League of Cities

6. Smith. P. 2006. Starting My Own Small Business. Assistant Director-General for Education UNESCO. A training module on entrepreneurship for students of technical and vocational education and training at secondary level. Participant's workbook and Facilitator's guide

7. York, J. G., & Venkataraman, S. 2010. The entrepreneur–environment nexus: Uncertainty, innovation, and allocation. 25(5), 449-463. Retrieved from.

عنوان درس به فارسی:	نانوحسگرها		
عنوان درس به انگلیسی:	Nanosensors	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:		پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:		تخصصی اجباری ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۲	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۳۲	رساله / پایان‌نامه ☐	

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

هدف کلی:

نانوحسگرها موضوعی میان رشته‌ای است که شامل مهندسی و علم مواد، شیمی، فیزیک، زیست شناسی، مهندسی برق و موارد دیگر می‌باشد. این درس اصول اساسی نانوحسگرها و درک تفاوت‌های اساسی در انواع نانو حسگرها را مورد بحث قرار خواهد داد. در پایان دوره، دانشجویان انواع نانوحسگرها، نحوه ساخت و به‌کارگیری آن‌ها برای کاربردهای جدید را درک خواهند کرد.

اهداف ویژه:

با گذراندن این درس دانشجویان با انواع خواص قابل اندازه‌گیری جهت ساخت نانو حسگرها و نانومواد مورد استفاده در ساخت نانو حسگرها، انواع حسگرها بر اساس نوع خواص و نوع نانوساختار استفاده شده برای ساخت آن‌ها و در نهایت با کاربرد آن‌ها در حوزه‌های مختلف نظر آشنا خواهند شد.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه‌ای بر نانو حسگرها شامل
   - خواص قابل اندازه‌گیری
   - نانومواد مورد استفاده در نانو حسگرها
۲. نانو حسگرها مکانیکی
۳. نانو حسگرها حرارتی
۴. نانو حسگرها نوری
۵. نانو حسگرها مغناطیسی
۶. نانو حسگرها زیستی
۷. نانو حسگرها شیمیایی (تمرکز بر نانو حسگر گاز)
۸. روند آینده نانو حسگرها

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۴۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۶۰ درصد

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

جهت ارائه مؤثرتر درس نمایشگر با ابعاد بزرگ و وضوح بالا همراه با دسترسی به اینترنت پیشنهاد می‌گردد.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. V. Kumar Khanna, Nanosensors, Physical, Chemical and Biological, 2012, Taylor & Francis Group, Florida.
2. J. Irudayaraj (editor)Biomedical Nanosensors, , 2013, Taylor & Francis Group, Florida.
3. S.A. Ozkan and A. Shah (Editors), New Developments in Nanosensors for Pharmaceutical Analysis, 2019, Elsevier Inc.

عنوان درس به فارسی:	مواد نانوساختار، آب و محیط زیست		نوع درس و واحد
عنوان درس به انگلیسی:	Water and Environment Nanostructured Materials, Energy		
دروس پیش‌نیاز:			پایه ☐ نظری ■
دروس هم‌نیاز:			تخصصی اجباری ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۲		تخصصی اختیاری ■ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۳۲		رساله / پایان‌نامه ☐

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

هدف کلی:

هدف از ارائه این درس تمرکز بر کاربردهای مواد نانوساختار در حوزه های آب، انرژی و محیط زیست است. امروزه چالش‌های مهمی در حوزه‌های تولید، انتقال، ذخیره و مصرف انرژی پیش روی انسان‌ها قرار دارد. از طرف دیگر نیاز روزافزون به آب و آلودگی آب مصرفی در صنعت و کشاورزی از دیگر چالش‌های پیش روی جوامع بشری به شمار می‌رود. آب و انرژی همواره با محیط زیست همبسته بوده و دارای اثرات متقابل هستند و همواره باید به همراه یکدیگر نیز در نظر گرفته شوند. پژوهش‌ها نشان می‌دهد مواد نانوساختار می‌توانند نقش بسیار مهمی در تأمین انرژی پاک و حذف آلودگی‌های زیست محیطی ایفا کنند و بسیاری از فرآیندهای مرتبط به این حوزه‌ها را بهبود بخشند. از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به نسل‌های جدید سلول‌های خورشیدی، ابرخازن‌های نانوساختار، نانوالکتروفتوکاتالیست‌ها برای شکافت آب، سالم‌سازی آب و تصفیه پساب‌ها و نانوفتوکاتالیست‌ها اشاره کرد. در این درس اصول و مبانی پدیده های مهم در مقیاس نانو که به حوزه های آب، انرژی و محیط زیست مربوط می‌شوند مانند اصول کارکرد سلول‌های خورشیدی، نانوالکتروفتوکاتالیست‌ها، ابرخازن‌ها و فتوکاتالیست‌ها ارائه خواهد شد. اصول فیزیکی حاکم بر رفتار نانومواد مورد استفاده در حوزه های آب، انرژی و محیط زیست و چالش‌های پیش رو در کاربرد مواد نانوساختار در این حوزه‌ها بحث خواهد شد. همچنین باتوجه به رشد و سرعت چشمگیر پژوهش‌ها در این حوزه، بخشی از درس نیز به مطالعه آخرین پیشرفت‌ها در زمینه نانوساختارها مورد استفاده در حوزه‌های آب، انرژی و محیط زیست اختصاص داده خواهد شد.

اهداف ویژه:

با گذراندن این درس دانشجویان با انواع نانوساختارهای مهم مورد استفاده یا تحت توسعه در حوزه‌های آب، انرژی و محیط زیست آشنا شده و اصول فیزیکی حاکم بر رفتار این نانوساختارها در فرایندهای فیزیکی و شیمیایی مرتبط را خواهند آموخت. علاوه بر این آخرین چالش‌های پیش روی کاربردی کردن نانومواد در این زمینه‌ها بررسی و جدیدترین پیشرفت‌های این حوزه‌ها و آخرین راهکارهای ارائه شده برای افزایش کارایی و بهبود عملکرد این مواد مورد بحث قرار خواهد گرفت.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. چالش‌های پیش روی حوزه‌های آب، انرژی و محیط زیست مرتبط به مهندسی مواد
۲. انواع نانوساختارهای مورد استفاده در حوزه‌های آب، انرژی و محیط زیست
۳. نانوساختارها و تولید انرژی پاک
۴. نسل‌های مختلف، انواع و اصول عملکرد سلول‌های خورشیدی نانوساختار
۵. اصول شکافت آب و انواع نانوساختارهای مورد استفاده در نانوفتوالکتروکاتالیست‌ها
۶. انواع و اصول عملکرد و کاربردهای نانوساختارها در ذخیره‌سازی انرژی، ابرخازن‌ها، باتری‌ها و افزاره‌های ترموالکتریک
۷. پوشش‌های نانوساختار بازتابنده انرژی و جاذب امواج الکترومغناطیسی (فروسرخ)، عایق‌های گرمایی نانوساختار
۸. پوشش‌های خودتمیز شونده نانوساختار
۹. نانوساختارهای مورد استفاده در حذف آلودگی‌های پساب‌ها
۱۰. کاربرد نانوساختارها در شیرین‌سازی آب
۱۱. کاربرد نانوساختارها در کاهش آلودگی هوا
۱۲. پیشرفت‌های یک سال گذشته در کاربرد و بهینه‌سازی مواد نانوساختار در حوزه های آب، انرژی و محیط زیست

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۴۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۶۰ درصد

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

جهت ارائه مؤثرتر درس نمایشگر با ابعاد بزرگ و وضوح بالا همراه با دسترسی به اینترنت پیشنهاد می‌گردد.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Quan Li, Nano materials for Sustainable Energy, Springer, 2016.
2. Nurxat Nuraje, Ramazan Asmatulu, Guido Mul, Green Photo-active Nano materials: Sustainable Energy and Environmental Remediation (RSC Green Chemistry Book Series), Royal Society of Chemistry 2016.
3. Flavio Leandro de Souza, Edson Leite, Nanoenergy: Nanotechnology Applied for Energy Production, Second Edition, Springer 2018.
4. Chong-Min Kyung, Nano Devices and Circuit Techniques for Low-Energy Applications and Energy Harvesting, Springer, 2016.
5. Nora Savage, Nanotechnology applications for clean water, William Andrew Inc.,
6. Dennis Y.C. Leung, Jin Xuan, Micro & Nano-Engineering Fuel Cells, CRC Press, 2015.
7. Anil Leblebici, Patrick Mayorm Martin Rajman, Giovanni De Micheli, Nano-Tera.ch Engineering the Future of Systems for Health, Environmental and Energy, Springer, 2019
8. Junhui He, Nanomaterials in Energy and Environmental Applications, Pan Stanford Publishing, 2016.
9. Flavio Leandro de Souza, Edson Roberto Leite, Nanoenergy Nanotechnology Applied for Energy Production, Springer, 2013.
10. Qidong Zhao, Advanced pollutant sensing and environmental catalysis, Elsevier 2020.