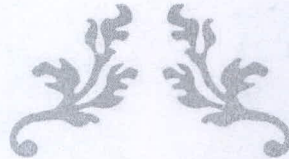




جمهوری اسلامی ایران  
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری  
شورای عالی برنامه‌ریزی آموزشی



برنامه درسی رشته

# نانوفیزیک

Nanophysics

مقطع دکتری تخصصی



کرایش

نانو ساختارها

Nanostructures

برنامه درسی مرجع



گروه علوم پایه  
پیش‌شماره دانشگاه صنعتی شاهرود

# بافت

نام رشته: نانوفیزیک  
عنوان گرایش: نانوساختارها  
گروه تحصیلی: علوم پایه  
دوره تحصیلی: دکتری تخصصی  
زیرگروه تحصیلی: فیزیک  
نوع مصوبه: بازنگری  
پیشنهادی: دانشگاه صنعتی شاهرود  
تاریخ تصویب: ۱۴۰۳/۰۴/۱۰

برنامه درسی بازنگری شده دوره دکتری تخصصی نانوفیزیک گرایش نانوساختارها، در جلسه شماره ۱۷۹ تاریخ ۱۴۰۳/۰۴/۱۰ کمیسیون برنامه ریزی درسی، محتوا و سرفصل رشته‌های تحصیلی به شرح زیر تصویب شد:

ماده یک- این برنامه درسی برای دانشجویانی که پس از تصویب این برنامه درسی در دانشگاه‌ها و موسسات آموزش عالی پذیرفته می‌شوند، قابل اجرا است.

ماده دو- این برنامه درسی، جایگزین برنامه درسی رشته نانوفیزیک گرایش نانوساختارها مصوب جلسه ۵۵۴ تاریخ ۱۳۸۴/۰۵/۰۸ شورای عالی برنامه ریزی آموزشی می‌شود.

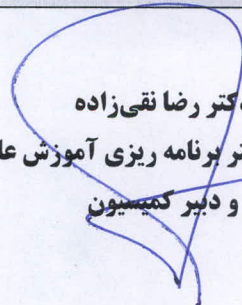
ماده سه- این برنامه درسی در سه فصل: مشخصات کلی، جدول‌های واحدهای درسی و سرفصل دروس تنظیم شده است و برای اجرا در دانشگاه‌ها و موسسات آموزش عالی پس از اخذ مجوز پذیرش دانشجو از شورای گسترش آموزش عالی و سایر ضوابط و مقررات مصوب وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، ابلاغ می‌شود.

ماده چهار- این برنامه درسی از شروع سال تحصیلی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ به مدت ۵ سال قابل اجرا است و پس از آن، در صورت تشخیص کارگروه تخصصی مربوطه، نیاز به بازنگری دارد.

دکتر روح‌الله رازینی  
معاون آموزشی و رئیس کمیسیون



دکتر رضا نقی‌زاده  
مدیر کل دفتر برنامه ریزی آموزش عالی  
و دبیر کمیسیون







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

دانشگاه صنعتی شاهرود



دانشگاه صنعتی شاهرود

برنامه درسی رشته

# نانوفیزیک

NANOPHYSICS

مقطع دکتری

گرایش

نانوساختارها

Nanostructures





اعضای کمیته تدوین و بازنگری برنامه (به ترتیب حروف الفبا):

دکتر مهدی انصاری راد	عضو هیات علمی دانشگاه صنعتی شاهرود
دکتر مرتضی ایزدی فرد	عضو هیات علمی دانشگاه صنعتی شاهرود
دکتر سعید حسامی پیله رود	عضو هیات علمی دانشگاه صنعتی شاهرود
دکتر محمدباقر رحمانی	عضو هیات علمی دانشگاه صنعتی شاهرود
دکتر حسین عشقی	عضو هیات علمی دانشگاه صنعتی شاهرود
دکتر محمدابراهیم قاضی	عضو هیات علمی دانشگاه صنعتی شاهرود
دکتر طیبه مولاروی	عضو هیات علمی دانشگاه صنعتی شاهرود
دکتر حمید هراتی زاده	عضو هیات علمی دانشگاه صنعتی شاهرود

شماره: ۵۱۱۴۴۸

تاریخ: ۱۴۰۲/۱۱/۲۴

پیوست:



وزارت علوم، تحقیقات و فناوری



دانشگاه صنعتی شاهرود

۴۲

بکصد و سی و پنجمین جلسه گروه ماده چگال و نانو فیزیک در روز دوشنبه مورخ ۱۴۰۲/۱۱/۲۴ در ساعت ۱۰ صبح با یاد و نام خدا به صورت حضوری در محل دانشکده فیزیک برگزار و موارد ذیل مورد بررسی و تصویب قرار گرفت:

۱- برنامه درسی رشته نانوفیزیک-گرایش نانو ساختارها (مقطع دکتری) بر اساس آئین نامه شماره ۲۱/۲۳۸۰۶ وزارت عتف مبنی بر تفویض اختیارات برنامه ریزی درسی به دانشگاه های دارای هیئت ممیزه، و پیرو نامه شماره ۲/۲۱/۲۴۶۲۶۰ وزارتخانه در خصوص لزوم بازنگری برنامه های درسی با قدمت بیش از ۱۰ سال، در جلسات تخصصی گروه ماده چگال و نانوفیزیک، به شرح برنامه پیش رو، مورد تدوین مجدد و بازنگری کلی قرار گرفت. این برنامه پس از بررسی در شورای برنامه ریزی و توسعه آموزشی و نیز شورای تحصیلات تکمیلی دانشگاه، به تصویب شورای دانشگاه رسیده است.

دکتر مرتضی ایزدی فرد	دکتر سعید حسامی پیله رود	دکتر حمید هراتی زاده	دکتر محمدباقر رحمانی	دکتر حسین عشقی	دکتر مهدی انصاری راد (مدیر گروه)	دکتر محمدابراهیم قاضی
[Signature]	[Signature]	[Signature]	[Signature]	[Signature]	[Signature]	[Signature]
دکتر سعید حسامی پیله رود	دکتر حمید هراتی زاده	دکتر محمدباقر رحمانی	دکتر حسین عشقی	دکتر مهدی انصاری راد (مدیر گروه)	دکتر محمدابراهیم قاضی	
[Signature]	[Signature]	[Signature]	[Signature]	[Signature]	[Signature]	



جدول تغییرات

ردیف	در برنامه قبلی	در برنامه بازنگری شده
۱.	گرایش - نانو ساختارها - نانوفوتونیک	گرایش - نانو ساختارها
۲.	دروس الزامی مشترک: حداقل ۶ واحد دروس الزامی تخصصی: حداقل ۶ واحد	دروس تخصصی الزامی: ۷ واحد دروس تخصصی اختیاری: ۷ واحد
۳.	تحقیق و پژوهش شامل ۲۴ واحد رساله و ۳ واحد سمینار	سمینار ۱ (۱ واحد، تخصصی الزامی) سمینار ۲ (۱ واحد، تخصصی اختیاری)
		رساله: ۲۲ واحد
۴.	-	فناوری نانو و مواد نانو ساختار (تخصصی الزامی)
۵.	الکترو دینامیک ۲	-
۶.	فیزیک سیستم‌های بس ذره‌ای (الزامی مشترک)	دستگاه‌های بس ذره‌ای (تخصصی اختیاری)
۷.	-	فیزیک ماده چگال ۱ (تخصصی الزامی)
۸.	-	فیزیک ماده چگال ۲ (تخصصی اختیاری)
۹.	برهم کنش نور با ساختارهای نانومتری ... (الزامی مشترک)	خواص و طیف‌سنجی اپتیکی مواد نانو ساختار (تخصصی اختیاری)
۱۰.	روش‌های سنجش نانومتری (الزامی تخصصی)	روش‌های مشخصه‌یابی نانو مواد (تخصصی اختیاری)
۱۱.	-	روش‌های نانو محاسباتی پایه (تخصصی اختیاری)
۱۲.	-	شبیه‌سازی مواد با استفاده از نظریه تابعی چگالی (تخصصی اختیاری)
۱۳.	-	فرآیندهای الکترونی در نانو مواد (تخصصی اختیاری)
۱۴.	-	نانوالکترونیک: فیزیک، مواد و قطعات (تخصصی اختیاری)
۱۵.	-	سلول‌های خورشیدی نانو ساختار (تخصصی اختیاری)
۱۶.	-	حسگرهای نانو ساختار (تخصصی اختیاری)
۱۷.	-	مواد مغناطیسی نانو ساختار (تخصصی اختیاری)
۱۸.	فناوری نانوپلازما	-
۱۹.	فیزیک سطح پیشرفته	-
۲۰.	روش‌های پیشرفته آنالیز سطح	-



<p>با توجه به تغييرات گسترده در حوزه نانوفيزيک در دهه گذشته، <u>مراجع و سرفصل</u> دروس تخصصی اختیاری حفظ شده در برنامه درسی روزرسانی شد.</p>	<p>دروس اختیاری</p>	<p>.۲۱</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------	------------



**فصل اول**

**مشخصات کلی برنامه درسی**



## الف) مقدمه: معرفی کلی و تبیین برنامه درسی

با توجه به سرعت روزافزون تحولات در حوزه علوم و فناوری نانو، و بعد از گذشت قریب به دو دهه از اجرای دوره تحصیلات تکمیلی نانوفیزیک در تعدادی از دانشگاه‌ها و پژوهشگاه‌های کشور، سرفصل حاضر با هدف بازنگری در دوره آموزشی مقطع دکتری رشته **نانوفیزیک (Nanophysics)**، گرایش **نانوساختارها (Nanostructures)**، تدوین شده است. هدف کلی دوره، تربیت و آماده‌سازی دانشجویان مقطع بالاتر از کارشناسی ارشد برای انجام تحقیق و پژوهش نظری و کاربردی در یکی از زمینه‌های تخصصی نانوفیزیک در صنایع مرتبط و نیز جهت همکاری در امر تدریس است. با توجه به تصویب «سند ملی توسعه علوم و فناوری نانو» در آبان‌ماه ۱۴۰۱ در شورای عالی انقلاب فرهنگی، توجه جدی به رشته نانوفیزیک و توانمندسازی مناسب آموزشی-پژوهشی دانشجویان این رشته از اهمیت بسزایی برخوردار است. بر همین اساس، ارتقای کیفیت علمی و پرورش فارغ‌التحصیلان کارآمد متناسب با نیازهای آتی کشور و پژوهش‌های روز دنیا در تدوین این سرفصل مورد توجه جدی بوده است. این سرفصل مجموعه‌ای از فعالیت‌های آموزشی و پژوهشی است که زمینه‌های مرتبط با نانوفیزیک و زمینه‌های بین‌رشته‌ای را در بر می‌گیرد. با توجه به موارد مطروحه بالا، برنامه درسی حاضر ضمن در نظر داشتن تجربه اجرای برنامه‌های درسی موجود رشته‌های نانوفیزیک و فیزیک ماده چگال، در جلسات شورای تخصصی نانوفیزیک دانشکده فیزیک و مهندسی هسته‌ای دانشگاه صنعتی شاهرود مورد بررسی قرار گرفته و به تصویب نهائی همکاران مشارکت کننده در تدوین این برنامه درسی رسیده است.

## ب) اهداف

توانائی سنتز، دستکاری و مشخصه‌یابی مواد چگال (جامدات آلی و معدنی، مایعات، پلیمرها و غیره) در مقیاسی از مرتبه ۱ الی ۱۰۰ نانومتر حوزه مطالعاتی علوم و فناوری نانو را تشکیل می‌دهد. این حوزه بزرگ خود شامل حیطه‌هایی چون نانوفیزیک، نانوشیمی، نانو مواد، نانو الکترونیک، و غیره است که هر یک از نظرگاه تخصصی خود به بررسی و کنترل ماده در ابعاد نانو می‌پردازند. همزمان با توجه گسترده دانشگاه‌ها و مراکز صنعتی در سراسر دنیا به تحقیق و پژوهش در این حیطه‌ها، ستاد ویژه توسعه فناوری نانو در سال ۱۳۸۲ جهت سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی برای پیشرفت در فناوری نانو در کشور تشکیل شد. متعاقب این امر، بر اساس مصوبه شورای برنامه‌ریزی آموزش عالی در سال ۱۳۸۴ مبنی بر ضرورت ایجاد رشته نانوفیزیک، اولین برنامه درسی این رشته در دو مقطع کارشناسی ارشد و دکتری توسط دانشکده فیزیک دانشگاه تهران تدوین شد. برنامه درسی مذکور بعد از گذشت قریب به دو دهه از اجرای دوره تحصیلات تکمیلی نانوفیزیک در تعدادی از دانشگاه‌ها و پژوهشگاه‌های کشور، در برنامه پیش‌رو مورد بازنگری قرار گرفته است. از آنجا که حیطه‌های مختلف علوم و فناوری نانو در رشته‌های مختلفی در مقاطع تحصیلات تکمیلی تحت اجرا قرار گرفته‌اند، برنامه درسی حاضر تحت عنوان رشته نانوفیزیک با گرایش نانوساختارها بوده و با هدف اصلی ایجاد آمادگی در فارغ‌التحصیلان برای ورود به بازار کار مرتبط مورد تدوین مجدد قرار گرفته است. به طور ویژه، با توجه به اهمیت شناخت فیزیک مواد نانومقیاس، این برنامه با تاکید بر ایجاد توانائی درک فرآیندها و سازوکارهای فیزیکی پایه در مقیاس نانو تدوین شده است. دانشجویان این رشته با توجه به این توانائی قادر خواهند بود تا با کاربردهای گسترده حوزه نانو آشنائی عمیق‌تر و پایه‌ای‌تر پیدا کرده و جهت کاربردهای جدید پیشگام باشند.





### پ) اهمیت و ضرورت

دوره‌های تحصیلات تکمیلی در رشته نانوفیزیک در بسیاری از دانشگاه‌های دنیا وجود داشته و به علت ماهیت میان‌رشته‌ایِ مباحث مرتبط با علوم نانو، این رشته ارتباط تنگاتنگی با سایر رشته‌های مرتبط مانند شیمی، زیست‌شناسی، برق و الکترونیک، مکانیک و غیره دارد. با توجه به سرعت روزافزون تحولات در حوزه‌های گوناگون علوم و فناوری نانو، بروز بودن برنامه‌های درسی در رشته‌های فوق‌الذکر از جمله نانوفیزیک، اجتناب‌ناپذیر به نظر می‌رسد. از طرف دیگر با گذشته قریب به ۲۰ سال از ارائه و اجرای اولین برنامه درسی نانوفیزیک، نیاز است کاستی‌های برنامه مذکور رفع گردیده و نقاط قوت آن با توجه به اهداف و سیاست‌های کلان کشور در حوزه نانو، تحولات پرشتاب این حوزه، و نیز در اختیار بودن منابع و مراجع بروزتر مورد بازنگری قرار گیرد. تلاش شده است این امر در تدوین و بازنگری برنامه درسی نانوفیزیک به شرح برنامه پیش‌رو به‌نحو شایسته محقق گردد.



**ت) تعداد و نوع واحدهای درسی**

**جدول (۱) - توزیع واحدها**

تعداد واحد	نوع دروس
۷	دروس تخصصی الزامی
۷	دروس تخصصی اختیاری
۲۲	پایان نامه
۳۶	جمع

**ث) نقش، توانایی و شایستگی مورد انتظار از دانش آموختگان:**

دروس مرتبط	مهارت‌ها، شایستگی‌ها و توانمندی‌های ویژه
فناوری نانو و مواد نانو ساختار	آشنائی با مواد نانو ساختار و روش‌های سنتز و مشخصه‌یابی آنها
روش‌های مشخصه‌یابی نانو مواد	
خواص و طیف‌سنجی اپتیکی مواد نانو ساختار	
مبانی فیزیک نانو ذرات	درک فرآیندهای پایه فیزیکی در مواد نانو مقیاس
روش‌های مشخصه‌یابی نانو مواد	
فرآیندهای الکترونی در نانو مواد	
نانوالکترونیک: فیزیک، مواد و قطعات	
روش‌های نانو محاسباتی پایه	مدل‌سازی عددی فرآیندها در مقیاس نانو
شبیه‌سازی مواد با استفاده از نظریه تابعی چگالی	
نانوالکترونیک: فیزیک، مواد و قطعات	آشنائی تخصصی با کاربرد مواد نانو ساختار
سلول‌های خورشیدی نانو ساختار	
حسگرهای نانو ساختار	
مواد مغناطیسی نانو ساختار	
دروس مرتبط	مهارت‌ها، شایستگی‌ها و توانمندی‌های عمومی
فیزیک ماده چگال ۱ و ۲	آشنائی پیشرفته با فیزیک حاکم بر مواد
مکانیک آماری پیشرفته	
دستگاه‌های بس‌ذره‌ای	



**ج) شرایط و ضوابط ورود به دوره** (اطلاعات این بند به صورت پیشنهادی بوده و شرایط و ضوابط ورود به دوره‌های تحصیلی، تابع سیاست‌های بالادستی است)

شرایط ورود به مقطع دکتری رشته نانوفیزیک-گرایش نانو ساختارها مطابق با آیین‌نامه مصوب شورای عالی برنامه‌ریزی است و از میان فارغ‌التحصیلان مقطع کارشناسی ارشد رشته فیزیک صورت می‌پذیرد. ورود از میان فارغ‌التحصیلان مقطع کارشناسی ارشد سایر رشته‌های علوم پایه، علوم نانو و مهندسی بلامانع بوده، اما گذراندن دروس جبرانی، مطابق با نظر گروه تخصصی یا شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده و بر اساس ضوابط و سیاست‌های کلی دانشگاه، برای این دسته از دانشجویان الزامی خواهد بود.

### **چ) شرایط، ضوابط و الزامات اجرا و گسترش رشته**

اجرای رشته نانوفیزیک در مقطع دکتری، تابع سیاست‌های بالادستی و منوط به امکان ارائه دروس تخصصی الزامی و اختیاری این رشته توسط اعضای هیئت علمی موسسه است. همچنین با توجه به رشد چشمگیر کاربرد فناوری نانو در حوزه‌هایی چون آب، محیط زیست، انرژی، کشاورزی، سلامت و غیره، نیاز است موسسه مجری دوره، برنامه‌ریزی لازم در راستای افزایش تعریف رساله‌های تقاضامحور را لحاظ نماید.

### **ه) زمینه‌های شغلی حال و آینده**

با توجه به ماهیت میان‌رشته‌ای تخصص‌های مرتبط به علوم نانو، بازار کار گسترده‌ای برای فارغ‌التحصیلان رشته نانوفیزیک، به ویژه در حوزه تحقیقات تجربی، در حال حاضر وجود دارد. از آنجا که «سند ملی توسعه علوم و فناوری نانو» الزاماتی را برای تولید محصولات دانش‌بنیان، فروش محصولات مرتبط، و ارتقاء صنایع موجود با بهره‌گیری از فناوری نانو در حوزه‌های اولویت‌دار مانند انرژی و محیط زیست در افق زمانی ۱۴۱۲ تعریف نموده است، پیش‌بینی می‌شود زمینه‌های شغلی فارغ‌التحصیلان در آینده توسعه قابل توجهی داشته باشد. علاوه بر فارغ‌التحصیلان، فرصت‌های شغلی در حین تحصیل نیز از طریق تعریف رساله‌های تقاضامحور در قالب طرح‌های کاربردی با صنایع وجود خواهد داشت. همچنین، با توجه به نیاز به عمومی‌سازی دانش در حوزه علوم و فناوری نانو، فرصت‌های شغلی ترویجی نیز بیش از پیش برای فارغ‌التحصیلان متصور خواهد بود. همکاری در امر تدریس و پژوهش در موسسات آموزش عالی نیز از جمله زمینه‌های شغلی فارغ‌التحصیلان این رشته خواهد بود.

### **ی) جایگاه تمدنی، فرهنگی و اجتماعی**

با توجه به شاخص‌هایی چون جایگاه جهانی ایران در توسعه علم نانو از طریق انتشارات مقالات در مجلات با کیفیت، تعداد اختراعات در پایگاه‌های معتبر بین‌المللی، ارتقاء صنایع موجود با بهره‌گیری از فناوری نانو، صادرات پایدار محصولات مرتبط، و سایر شاخص‌های مندرج در «سند ملی توسعه علوم و فناوری نانو»، توسعه و تربیت نیروی کارآمد در رشته نانوفیزیک ضروری به نظر می‌رسد تا بتوان ضمن گام برداشتن در راستای هدف گذاری‌ها، جایگاه شایسته کشورمان ایران در منطقه و جهان محقق شود.



فصل دوم

جدول عناوین و مشخصات دروس



جدول (۱) - عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی الزامی\*

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	تعداد واحد به تفکیک نوع			تعداد جلسات	تعداد ساعات**		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	عملی - نظری		نظری	عملی		
۱	فیزیک ماده چگال ۱	۳	۳	-	-	۲۴	۴۸	-	-	
۲	مکانیک آماری پیشرفته	۳	۳	-	-	۲۴	۴۸	-	-	
۳	فناوری نانو و مواد نانوساختار	۳	۳	-	-	۲۴	۴۸	-	-	
۴	سمینار ۱	۱	۱	-	-	۱۶	۱۶	-	-	

\*: علاوه بر درس سمینار ۱ (ردیف ۴)، دانشجو باید با نظر استاد راهنما و گروه آموزشی، دو درس از میان سه درس نظری جدول فوق (ردیف‌های ۱ الی ۳) را اخذ نماید.

\*\* : ساعت آموزش برای هر واحد نظری ۱۶ ساعت، عملی ۳۲ ساعت، عملی (از نوع کارگاهی) ۴۸ ساعت، کارآموزی و کارورزی ۶۴ یا ۱۲۸ ساعت است.





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

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	تعداد واحد به تفکیک نوع			تعداد جلسات	وضعیت آمایشی / مأموریتی درس		تعداد ساعات*		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	عملی - نظری		مرتبط با آمایش / مأموریت موسسه نیست.	مرتبط با آمایش / مأموریت موسسه است.	نظری	عملی		
۱	فیزیک ماده چگال ۲	۳	۳	-	-	۲۴	*	۴۸	-	فیزیک ماده چگال ۱	-	
۲	دستگاه‌های بس‌ذره‌ای	۳	۳	-	-	۲۴	*	۴۸	-	-	-	
۳	روش‌های نانومحاسباتی پایه	۲	۲	-	-	۱۶	*	۳۲	-	-	-	
۴	شبیه‌سازی مواد با استفاده از نظریه تابعی چگالی	۳	۳	-	-	۲۴	*	۴۸	-	-	-	
۵	نانوالکترونیک: فیزیک، مواد و قطعات	۳	۳	-	-	۲۴	*	۴۸	-	-	-	
۶	روش‌های مشخصه‌یابی نانومواد	۲	۲	-	-	۱۶	*	۳۲	-	-	-	
۷	مبانی فیزیک نانوذرات	۲	۲	-	-	۱۶	*	۳۲	-	-	-	
۸	فرآیندهای الکترونی در نانومواد	۲	۲	-	-	۱۶	*	۳۲	-	-	-	



-	-	-	۳۲	*	۱۶	-	-	۲	۲	خواص و طیف‌سنجی اپتیکی مواد نانوساختار	۹
-	-	-	۳۲	*	۱۶	-	-	۲	۲	سلول‌های خورشیدی نانوساختار	۱۰
-	-	-	۴۸	*	۲۴	-	-	۳	۳	حسگرهای نانوساختار	۱۱
-	-	-	۳۲	*	۱۶	-	-	۲	۲	مواد مغناطیسی نانوساختار	۱۲
-	-	-	۴۸	*	۲۴	-	-	۳	۳	مباحث ویژه در نانوساختارها	۱۳
-	سمینار ۱	-	-	*	-	-	-	۱	۱	سمینار ۲	۱۴

\*: ساعت آموزش برای هر واحد نظری ۱۶ ساعت، عملی ۳۲ ساعت، عملی (از نوع کارگاهی) ۴۸ ساعت، کارآموزی و کارورزی ۶۴ یا ۱۲۸ ساعت است.



فصل سوم

## ویژگی‌های دروس



الف: عنوان درس به فارسی: فیزیک ماده چگال ۱		
نوع درس و واحد	Condensed Matter Physics ۱	
<input type="checkbox"/> پایه <input checked="" type="checkbox"/> نظری	- دروس پیش نیاز:	
<input type="checkbox"/> عملی <input checked="" type="checkbox"/> تخصصی الزامی	- دروس هم نیاز:	
<input type="checkbox"/> نظری-عملی پروژه/ رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>	۳	تعداد واحد:
<input type="checkbox"/> مهارتی-اشتغال پذیری	۴۸	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی  آزمایشگاه  سمینار  کارگاه  موارد دیگر: -

**ب: هدف کلی:**

- آشنائی با مفاهیم پیشرفته در حالت جامد و ماده چگال

**اهداف ویژه:**

۱. تکمیل دانش حالت جامد پیشرفته آموخته شده در مقطع کارشناسی ارشد
۲. شناخت پدیده‌های پراکندگی، هدایت الکتریکی و پدیده‌های مغناطیسی در مواد چگال

**پ) سرفصل‌ها:**

۱. دستگاه‌های بس ذره‌ای الکترون‌ها و پروتون‌ها
۲. دستگاه مولکول‌های هیدروژن، حالت فلزی جامد هیدروژن
۳. فلزات معمولی، مایع فرمی الکترونی
۴. هدایت الکتریکی و گرمایی فلزات، فرآیندهای پراکندگی در فلزات، فلزات در حضور میدان مغناطیسی، آثار کوانتومی در هدایت الکتریکی
۵. ترازوئی مغناطیسی و اثر دی هاس ون آلفن
۶. صوت در فلزات
۷. روش‌های محاسبه طیف الکترونی در فلزات، روش شبه پتانسیل
۸. غیرفلزات، بلورهای مولکولی و ...

ت) روش یاددهی- یادگیری متناسب با محتوا و هدف: استفاده از روش‌های آموزشی استاندارد

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم سال	۱۰-۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۴۰-۳۰ درصد
آزمون پایانی	۷۰-۵۰ درصد

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

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱. Quantum Theory of Many-Particle Systems, A. L. Fetter, J. D. Walecka, McGraw-Hill, ۲۰۰۳.
۲. Electronic Structures, Basic Theory and Practical Methods, R. M. Martin, Cambridge University. Press, ۲۰۰۴.
۳. Electron Correlations in Molecules and Solids, P. Fulde, Springer, ۲۰۰۳.
۴. Atomic and Electronic Structures of Solids, E. Kaxiras, Cambridge University. Press, ۲۰۰۳.
۵. A Quantum Approach to Condensed Matter Physics, P. Taylor, O. Heinonen, Cambridge University Press, ۲۰۰۲.
۶. Modern condensed matter physics, S. M. Girvin, K. Yang, Cambridge University Press, ۲۰۱۹.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه: ندارد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: برگزاری الکترونیکی امکان پذیر است.



الف: عنوان درس به فارسی: مکانیک آماری پیشرفته		
نوع درس و واحد	Advanced Statistical Mechanics	عنوان درس به انگلیسی:
<input type="checkbox"/> پایه <input checked="" type="checkbox"/> نظری	-	دروس پیش نیاز:
<input type="checkbox"/> عملی <input checked="" type="checkbox"/> تخصصی الزامی	-	دروس هم نیاز:
<input type="checkbox"/> نظری-عملی پروژه/ رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>	۳	تعداد واحد:
<input type="checkbox"/> مهارتی-اشتغال پذیری	۴۸	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی  آزمایشگاه  سمینار  کارگاه  موارد دیگر: -

**ب: هدف کلی:**

- آشنائی با مکانیک آماری دستگاه‌های برهم کنشی و غیر تعادلی

**اهداف ویژه:**

۱. آشنایی با مباحث پیشرفته مکانیک آماری (این درس تکمیل درس مکانیک آماری پیشرفته مقطع کارشناسی ارشد رشته فیزیک و نانوفیزیک است).
۲. آشنائی با مکانیک آماری غیر تعادلی

**پ) سرفصل‌ها:**

۱. مکانیک آماری دستگاه‌های برهم کنشی
۲. بسط خوشه‌ای و ضرایب ویریا
۳. پدیده‌های بحرانی و روش لاندائو
۴. مدل آیزینگ
۵. افت و خیز تعادلی و روابط انساگر
۶. معادله مینا
۷. سیال کلاسیکی، سیال کوانتومی
۸. قضیه افت و خیز- اتلاف
۹. تبدیل فاز غیر تعادلی و ...

(ت) روش یاددهی- یادگیری متناسب با محتوا و هدف: استفاده از روش‌های آموزشی استاندارد

(ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۱۰-۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۰-۴۰ درصد
آزمون پایانی	۵۰-۷۰ درصد

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

(چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱. Statistical mechanics, 4th Edition, R.K. Pathria, Academic Press, ۲۰۲۱.
۲. Statistical mechanics, 2nd Edition, K. Huang, John Wiley & Sons, ۱۹۸۷.
۳. Statistical mechanics, S.K. Ma, World Scientific Publishing Company, ۱۹۸۵.
۴. Statistical physics: Volume ۵ (Vol. ۵), 2rd Edition, L.D. Landau, E.M. Lifshitz, Elsevier, ۱۹۸۰.
۵. A modern course in statistical physics, 4th Edition, E. Reichle, Wiely, ۱۹۹۸.

(ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه: ندارد.

(خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: برگزاری الکترونیکی امکان پذیر است.





الف: عنوان درس به فارسی: فناوری نانو و مواد نانو ساختار		
نوع درس و واحد	Nanotechnology and Nanostructured Materials	عنوان درس به انگلیسی:
پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>	-	دروس پیش نیاز:
تخصصی الزامی <input checked="" type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>	-	دروس هم نیاز:
تخصصی اختیاری <input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>		تعداد واحد:
پروژه/رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>	۳	تعداد ساعت:
مهارتی-اشتغال پذیری <input type="checkbox"/>	۴۸	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی  آزمایشگاه  سمینار  کارگاه  موارد دیگر: -

### ب: هدف کلی:

- آشنائی پیشرفته با فیزیک مواد نانو ساختار و فناوری ساخت و کاربرد آنها

### اهداف ویژه:

- آشنائی پیشرفته با نانو ساختارها و فناوری ساخت آنها
- آشنائی پیشرفته با فیزیک حاکم بر نانو ساختارها و کاربرد آنها

### پ) سرفصل ها:

- مروری بر مفاهیم بلور و ساختارهای بلوری
- حل معادله شرودینگر در انواع چاه های کوانتومی، پدیده تونل زنی
- ساختار نواری
- تعریف مواد نانو ساختار، آشنائی با انواع نانو ساختارها
- محدودیت کوانتومی در نانو ساختارها
- چگالی حالت ها در ساختارهای کپه ای و مواد نانو ساختار
- تفاوت خواص و رفتار مواد در ساختارهای حجمی و نانو
- مروری بر روش های کلی سنتز مواد نانو ساختار،
- مبانی نانو الکترونیک، پدیده های انتقال حامل ها در نیم رساناهای نانو ساختار
- بررسی کاربردهای مواد نانو ساختار در صنایع مختلف و ...

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف: استفاده از روش های آموزشی استاندارد

### ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال	۱۰-۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۴۰-۳۰ درصد
آزمون پایانی	۷۰-۵۰ درصد

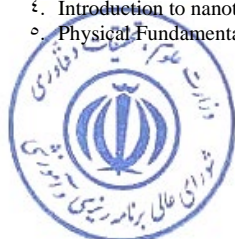
ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: امکانات آموزشی استاندارد

### چ) منابع علمی پیشنهادی:

- Synthesis and Applications of Nanoparticles, A, Thakur, et. al. (editors), Springer, ۲۰۲۲.
- Introduction To Nano Technology, K. F. M. Australia, et. al. KFM Australia PTY LTD, ۲۰۲۱
- Nanostructured Semiconductors, S. Zhuiykov, Woodhead Publishing, ۲۰۱۸.
- Introduction to nanotechnology, C. P. Poole, F. J. Owens, John Wiley & Sons, ۲۰۰۲.
- Physical Fundamentals of Nanomaterials, B. Zhang, Elsevier, ۲۰۱۸.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه: ندارد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: برگزاری الکترونیکی امکان پذیر است.



الف: عنوان درس به فارسی: سمینار ۱		
نوع درس و واحد	Seminar ۱	
<input type="checkbox"/> پایه <input checked="" type="checkbox"/> نظری	- دروس پیش نیاز:	
<input type="checkbox"/> عملی <input checked="" type="checkbox"/> تخصصی الزامی	- دروس هم نیاز:	
<input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/> تخصصی اختیاری پروژه/ رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>	۱	تعداد واحد:
<input type="checkbox"/> مهارتی-اشتغال پذیری	۱۶	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی  آزمایشگاه  سمینار  کارگاه  موارد دیگر: -

**ب: هدف کلی:**

- تبیین اصول انتخاب یک موضوع علمی، جمع آوری اطلاعات مرتبط با آن موضوع و ارائه آن

**اهداف ویژه:**

۱. آشنایی با مستندات علمی
۲. آشنائی با نحوه نگارش رساله و مقالات علمی

**پ) سرفصل‌ها:**

۱. نحوه ارائه سمینار
۲. نحوه جستجو در منابع تخصصی
۳. آشنائی با پایگاه‌های علمی تخصصی
۴. انتخاب موضوع و جستجو در منابع علمی
۵. ارائه

**ت) روش یاددهی- یادگیری متناسب با محتوا و هدف:** استفاده از روش‌های آموزشی استاندارد

**ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):**

- |                                  |             |
|----------------------------------|-------------|
| فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال* | ۸۰-۱۰۰ درصد |
| آزمون پایان نیم‌سال              | -           |
| آزمون پایانی                     | ۰-۲۰ درصد   |

\*در این درس دانشجویان با هماهنگی استاد درس و استاد راهنمای دوره، یکی از موضوعات به‌روز مرتبط با رشته-گرایش خود را انتخاب کرده و پس از انجام تحقیقات کامل، نتایج تحقیقات را به صورت یک سخنرانی علمی عمومی برای دانشکده ارائه می‌نمایند.

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

**چ) منابع علمی پیشنهادی:**

- کلیه کتاب‌ها، مقالات و منابع علمی معتبر مرتبط با سمینار

**ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:** ندارد.

**خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:** برگزاری الکترونیکی امکان‌پذیر است.



الف: عنوان درس به فارسی: فیزیک ماده چگال ۲		
نوع درس و واحد	Condensed Matter Physics ۲	عنوان درس به انگلیسی:
<input type="checkbox"/> پایه <input checked="" type="checkbox"/> نظری	فیزیک ماده چگال ۱	دروس پیش نیاز:
<input type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/> تخصصی الزامی	-	دروس هم نیاز:
<input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/> پروژه/ رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>	۳	تعداد واحد:
<input type="checkbox"/> مهارتی-اشتغال پذیری <input type="checkbox"/>	۴۸	تعداد ساعت:
<input checked="" type="checkbox"/> نیست <input type="checkbox"/> است	وضعیت آمایشی/آموریتی درس: مرتبط با آمایش/آموریت موسسه	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی  آزمایشگاه  سمینار  کارگاه  موارد دیگر: -

### ب: هدف کلی:

- آشنائی با مفاهیم پیشرفته در حالت جامد و ماده چگال

### اهداف ویژه:

۱. تکمیل مباحث درس فیزیک ماده چگال ۱
۲. آشنائی با مباحث ویژه در ماده چگال مانند تقارن، بازهنجارش، جایگزیدگی و ...

### پ) سرفصل‌ها:

۱. تقارن شکسته
۲. ابرشاره‌ها
۳. پیوستگی آدیاباتیکی و بازهنجارش، گروه بازهنجارش
۴. جامدات کوانتومی، جامدات غیر هارمونیک
۵. نتایج دقیق در مسئله کاندو
۶. گذارهای فلزی در دستگاه‌های دوبعدی
۷. جایگزیدگی
۸. اثر کوانتومی هال
۹. ابررسانائی و ..

ت) روش یاددهی- یادگیری متناسب با محتوا و هدف: استفاده از روش‌های آموزشی استاندارد

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۱۰-۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۴۰-۳۰ درصد
آزمون پایانی	۷۰-۵۰ درصد

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

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱. Quantum Theory of Many-Particle Systems, A. L. Fetter, J. D. Walecka, McGraw-Hill, ۲۰۰۳.
۲. Electronic Structures, Basic Theory and Practical Methods, R. M. Martin, Cambridge University. Press, ۲۰۰۴.
۳. Electron Correlations in Molecules and Solids, P. Fulde, Springer, ۲۰۰۳.
۴. Atomic and Electronic Structures of Solids, E. Kaxiras, Cambridge University. Press, ۲۰۰۳.
۵. A Quantum Approach to Condensed Matter Physics, P. Taylor, O. Heinonen, Cambridge University Press, ۲۰۰۲.
۶. Modern condensed matter physics, S. M. Girvin, K. Yang, Cambridge University Press, ۲۰۱۹.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه: ندارد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: برگزاری الکترونیکی امکان پذیر است.



الف: عنوان درس به فارسی: دستگاه‌های بس ذره‌ای		
عنوان درس به انگلیسی:	Many Particle Systems	
دروس پیش نیاز:	-	
دروس هم نیاز:	-	
تعداد واحد:	۳	نوع درس و واحد <input type="checkbox"/> پایه <input checked="" type="checkbox"/> نظری
تعداد ساعت:	۴۸	<input type="checkbox"/> عملی <input checked="" type="checkbox"/> تخصصی الزامی <input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/> پروژه/رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/> مهارتی-اشتغال پذیری <input checked="" type="checkbox"/> نیست <input type="checkbox"/> است
وضعیت آزمایشی/آموریتی درس: مرتبط با آمایش/آموریت موسسه		

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی  آزمایشگاه  سمینار  کارگاه  موارد دیگر: -

### ب: هدف کلی:

- آشنائی با روش‌های متداول در بررسی دستگاه‌های بس ذره‌ای

### اهداف ویژه:

۱. آشنائی با دستگاه‌های بس ذره‌ای و برهم کنشی و فیزیک حاکم بر آنها
۲. آشنائی با کاربردهای نظریه‌های بس ذره‌ای

### پ) سرفصل‌ها:

۱. مقدمه‌ای بر دستگاه‌های بس ذره‌ای
۲. کوانتس میدان
۳. نمایش عدد اشغال برای دستگاه‌های بس ذره‌ای
۴. گاز الکترون برهم کنشی
۵. نظریه پاسخ خطی، رسانش الکتریکی، خواص نوری جامدات
۶. توابع گرین، رهیافت ماتسوبارا
۷. نظریه اختلال بس ذره‌ای و نمودارهای فاینمن
۸. برهم کنش الکترون-فونون
۹. کاربردهای نظریه بس ذره‌ای و ...

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف: استفاده از روش‌های آموزشی استاندارد

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۱۰-۰۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۰-۴۰ درصد
آزمون پایانی	۵۰-۷۰ درصد

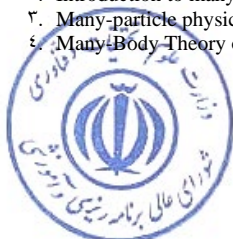
ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: امکانات آموزشی استاندارد

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱. Many-body quantum theory in condensed matter physics: an introduction, H. Bruus, K. Flensberg, Oxford University Press, ۲۰۰۴.
۲. Introduction to many-body physics, P. Coleman, Cambridge University Press, ۲۰۱۵.
۳. Many-particle physics, G.D. Mahan, Springer, ۲۰۰۰.
۴. Many-Body Theory of Condensed Matter Systems: An Introductory Course, M.G. Cottam, Z. Haghshenasfard, Cambridge University Press, ۲۰۲۰.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه: ندارد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: برگزاری الکترونیکی امکان پذیر است.



الف: عنوان درس به فارسی: روش‌های نانومحاسباتی پایه		
نوع درس و واحد	Basic Nanocomputational Methods	عنوان درس به انگلیسی:
<input type="checkbox"/> پایه <input checked="" type="checkbox"/> نظری	-	دروس پیش‌نیاز:
<input type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/> تخصصی الزامی	-	دروس هم‌نیاز:
<input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/> پروژه/رساله/پایان‌نامه <input type="checkbox"/> مهارتی-اشتغال‌پذیری	۲	تعداد واحد:
<input checked="" type="checkbox"/> نیست <input type="checkbox"/> است	۳۲	تعداد ساعت:
وضعیت آمایشی/آموریتی درس: مرتبط با آمایش/آموریت		موسسه

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی  آزمایشگاه  سمینار  کارگاه  موارد دیگر: -

**ب: هدف کلی:**

- آشنایی پیشرفته با روش‌های شبیه‌سازی در فیزیک و نانوفیزیک

**اهداف ویژه:**

۱. آشنایی با معادلات حاکم بر دستگاه‌های با تعداد زیاد ذره و حل عددی آنها
۲. آشنایی با روش‌های شبیه‌سازی در ماده چگال نرم و سخت

**پ) سرفصل‌ها:**

۱. حرکت براونی
۲. پلیمرها، غشاهای زیستی
۳. حل عددی معادلات لائزون و فوکر پلانک
۴. شبیه‌سازی در حوزه ماده چگال سخت شامل محاسبه فرکانس‌های فونونی، خواص ارتعاشی و گرمایی، ترابرد الکترونی
۵. نظریه تابعی چگالی
۶. مونت کارلوی جنبشی
۷. شبیه‌سازی فرآیندهای الکترونی و اپتوالکترونی در مواد نانو ساختار
۸. آشنایی با کاربردهای یادگیری ماشین و ...

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف: استفاده از روش‌های آموزشی استاندارد

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۱۰-۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۰-۴۰ درصد
آزمون پایانی	۵۰-۷۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه: امکانات آموزشی استاندارد

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱. Statistical Mechanics: Theory and Molecular Simulation, M. Tuckerman, Oxford university press, ۲۰۱۰.
۲. Monte Carlo methods in statistical physics, M. E. Newman & G. T. Barkema, Clarendon Press, ۱۹۹۹.
۳. Molecular Modeling and Simulation: an Interdisciplinary Guide, T. Schlick, (Vol. ۲). New York: Springer, ۲۰۱۰.
۴. An Introduction to Kinetic Monte Carlo Simulations of Surface Reactions, A. P. J. Jansen, Springer, ۲۰۱۲.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه: ندارد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: برگزاری الکترونیکی امکان‌پذیر است.





الف: عنوان درس به فارسی: شبیه‌سازی مواد با استفاده از نظریه تابعی چگالی		
نوع درس و واحد	Materials Simulation using Density Functional Theory	عنوان درس به انگلیسی:
نظری <input checked="" type="checkbox"/> پایه <input type="checkbox"/>	-	دروس پیش نیاز:
عملی <input type="checkbox"/> تخصصی الزامی <input type="checkbox"/>	-	دروس هم‌نیاز:
نظری-عملی <input type="checkbox"/> تخصصی اختیاری <input checked="" type="checkbox"/>		تعداد واحد:
پروژه/رساله / پایان‌نامه <input type="checkbox"/>	۳	
مهارتی-اشتغال پذیری <input type="checkbox"/>	۴۸	تعداد ساعت:
نیست <input checked="" type="checkbox"/> است <input type="checkbox"/>	وضعیت آمایشی/آمورتیتی درس: مرتبط با آمایش/آمورتیت موسسه	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی  آزمایشگاه  سمینار  کارگاه  موارد دیگر: -

**ب: هدف کلی:**

- آشنائی پیشرفته با نظریه تابعی چگالی

**اهداف ویژه:**

- آشنائی با کاربرد نظریه تابعی چگالی در شبیه‌سازی ساختار الکترونی مواد
- آشنائی با بسته‌های محاسباتی مهم در پیاده‌سازی نظریه تابعی چگالی

**پ) سرفصل‌ها:**

- مقدمه‌ای بر نظریه تابعی چگالی، مبانی محاسبات ساختار الکترونی
- تابعی‌های تبدیلی همبستگی
- روش‌های حل معادلات کوهن شم
- بکارگیری اوربیتال‌های جایگزیده اتمی به عنوان توابع پایه، شبه‌پتانسیل
- کار با بسته‌های محاسباتی نظیر XCrySDen, VESTA, ATK, کار با بسته‌های نظیر DFT نظیر Siesta, Quantum Espresso
- بهینه کردن پارامترهای محاسباتی و واهلش ساختار و بررسی نتایج
- شبیه‌سازی انواع مختلف ساختارها مثل حالت انبوهه، انواع حالت‌های نانو و خوشه
- محاسبات ساختار نواری، چگالی حالت‌های الکترونی (DOS)، محاسبات اپتیکی، مغناطیسی و تراپردی و ...

(ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف: استفاده از روش‌های آموزشی استاندارد

(ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۱۰-۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۰-۴۰ درصد
آزمون پایانی	۵۰-۷۰ درصد

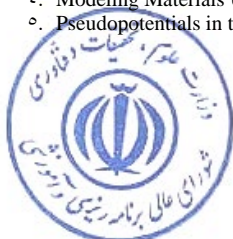
(ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه: امکانات آموزشی استاندارد

(چ) منابع علمی پیشنهادی:

- Density Functional Theory: An Advanced Course (Theoretical and Mathematical Physics), E. Engel, R. M. Dreizler, Springer, ۲۰۱۱.
- Density Functional Theory: A Practical Introduction, D. S. Sholl, A. S. Janice, John Wiley & Sons, ۲۰۰۹.
- A Chemist's Guide to Density Functional Theory, W. Koch, M.C. Holthausen, John Wiley & Sons, ۲۰۱۵.
- Modeling Materials Using Density Functional Theory, J. Kitchin, Boston, Free Software Foundation, ۲۰۰۸.
- Pseudopotentials in the Theory of Metals, W. A. Harrison, Publisher: W. A. BENJAMIN, INC., New York, ۱۹۶۶.

(ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه: ندارد.

(خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: برگزاری الکترونیکی امکان‌پذیر است.



الف: عنوان درس به فارسی: نانوالکترونیک: فیزیک، مواد و قطعات		
نوع درس و واحد	Nanoelectronics: Physics, Materials, and Devices	عنوان درس به انگلیسی:
نظری <input checked="" type="checkbox"/> پایه <input type="checkbox"/>	-	دروس پیش نیاز:
عملی <input type="checkbox"/> تخصصی الزامی <input type="checkbox"/>	-	دروس هم نیاز:
نظری-عملی <input type="checkbox"/> تخصصی اختیاری <input checked="" type="checkbox"/>		تعداد واحد:
پروژه/رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>	۳	
مهارتی-اشتغال پذیری <input type="checkbox"/>	۴۸	تعداد ساعت:
نیست <input checked="" type="checkbox"/> است <input type="checkbox"/>	وضعیت آمایشی/آمورتی درس: مرتبط با آمایش/آمورتی موسسه	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی  آزمایشگاه  سمینار  کارگاه  موارد دیگر: -

**ب: هدف کلی:**

- آشنایی پیشرفته با قطعات نانوالکترونیک

**اهداف ویژه:**

- آشنائی با قطعات نیم رساناهای معدنی، آلی و مولکولی
- آشنائی با فیزیک حاکم بر اتصالات و پیوندگاهها و قطعات نانوالکترونیک

**پ) سرفصلها:**

- پدیدههای انتقال حاملها در نیم رساناها
- اتصال و ایجاد پیوند p-n
- محدودیت کوانتومی و نقش آن در مشخصه جریان قطعات نانوالکترونیک
- مبانی الکترونیک مولکولی: مولکولهای رسانا و نیم رسانا، دیودهای مولکولی، سوئیچها
- فناوری ساخت قطعات نانو: افزودن ناخالصی و روشهای ساخت
- فیزیک قطعات اپتوالکترونی: آشکارسازهای نوری، جذب فرسوخ
- فیزیک سلولهای خورشیدی نانو ساختار
- فیزیک حسگرهای نانو ساختار و ...

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف: استفاده از روشهای آموزشی استاندارد

**ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):**

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم سال	۱۰-۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۴۰-۳۰ درصد
آزمون پایانی	۷۰-۵۰ درصد

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

**چ) منابع علمی پیشنهادی:**

- Nanoelectronics: Physics, Materials and Devices, A. Sarkar, et. al. (editors), Elsevier, ۲۰۲۳.
- Nanoelectronics Fundamentals: Materials, Devices and Systems, H. Reza, Springer, ۲۰۱۹.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه: ندارد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: برگزاری الکترونیکی امکان پذیر است.



الف: عنوان درس به فارسی: روش‌های مشخصه‌یابی نانومواد		
نوع درس و واحد	Nanomaterials' Characterization Techniques	عنوان درس به انگلیسی:
پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>	-	دروس پیش‌نیاز:
تخصصی الزامی <input type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>	-	دروس هم‌نیاز:
تخصصی اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>		تعداد واحد:
پروژه/رساله / پایان‌نامه <input type="checkbox"/>		۲
مهارتی-اشتغال پذیری <input type="checkbox"/>		تعداد ساعت:
		۳۲
نیست <input checked="" type="checkbox"/> است <input type="checkbox"/>	وضعیت آمایشی/آموریتی درس: مرتبط با آمایش/آموریت موسسه	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی  آزمایشگاه  سمینار  کارگاه  موارد دیگر: -

**ب: هدف کلی:**

- آشنائی پیشرفته با دستگاه‌ها و روش‌های آنالیز و مشخصه‌یابی نانو ساختارها

**اهداف ویژه:**

- آشنائی با فیزیک برهم‌کنش نور و ذره با ماده
- آشنائی با اصول عملکرد دستگاه‌های شناسائی، آنالیز و مشخصه‌یابی نانو ساختارها

**پ) سرفصل‌ها:**

- آشنائی با انواع روش‌های مشخصه‌یابی
- آنالیز تصویر: میکروسکوپ نوری، میکروسکوپ الکترونی (SEM، TEM)، و میکروسکوپ برابری روشی
- آنالیز عنصری و شیمیایی: پلاسما جفت‌شده القایی (ICP) و XRF
- آنالیز ساختاری: LEED، TEM، XRD
- آنالیز سطحی: LEED، AES، SIMS، XPS
- آنالیز آلی: FTIR، GCMS، HPLC، Raman

ت) روش یاددهی- یادگیری متناسب با محتوا و هدف: استفاده از روش‌های آموزشی استاندارد

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۱۰-۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۰-۴۰ درصد
آزمون پایانی	۵۰-۷۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه: امکانات آموزشی استاندارد

چ) منابع علمی پیشنهادی:

- Materials Characterization, Y. Leng, 2nd Edition, Wiley, 2013.
- Characterization of nanostructures, S. Myhra, J. C. Riviere, CRC Press, 2013.
- Principles of Materials Characterization and Metrology, K. M. Krishnan, Oxford University Press, 2021.
- Field Emission Scanning Electron Microscopy, N. Brodusch, et. al., Springer, 2018.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه: ندارد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: برگزاری الکترونیکی امکان‌پذیر است.



الف: عنوان درس به فارسی: مبانی فیزیک نانوذرات		
نوع درس و واحد	Fundamental Physics of Nanoparticles	عنوان درس به انگلیسی:
<input type="checkbox"/> پایه <input checked="" type="checkbox"/> نظری		- دروس پیش نیاز:
<input type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/> تخصصی الزامی		- دروس هم نیاز:
<input type="checkbox"/> نظری-عملی <input checked="" type="checkbox"/> تخصصی اختیاری		تعداد واحد: ۲
پروژه/ رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>		تعداد ساعت: ۳۲
مهارتی-اشتغال پذیری <input type="checkbox"/>		
<input checked="" type="checkbox"/> نیست <input type="checkbox"/> است	وضعیت آمایشی/آمورتی درس: مرتبط با آمایش/آمورتی موسسه	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی  آزمایشگاه  سمینار  کارگاه  موارد دیگر: -

**ب: هدف کلی:**

- آشنایی پیشرفته با نانوذرات، فناوری ساخت و فیزیک حاکم بر آنها

**اهداف ویژه:**

۱. آشنایی با خواص و رفتار کوانتومی نانوذرات
۲. آشنایی با کاربرد نانوذرات در صنایع مختلف

**پ) سرفصل‌ها:**

۱. آشنایی با انواع نانوذرات
۲. تاثیر شکل نانوذرات بر سطح تماس، نسبت سطح به حجم در نانوذرات
۳. نانولوله‌ها و فلورین‌های کربنی
۴. نیم رساناها و ساختارهای ناهمگون
۵. حل معادله شرودینگر در دستگاه‌های با ابعاد پایین، چاه‌ها، سیم‌ها و نقاط کوانتومی، چاه‌های کوانتومی نامتناهی و متناهی، چگالی حالت‌ها
۶. اکسیتون‌ها
۷. محدودیت کوانتومی، مهندسی گاف انرژی در نقاط کوانتومی، خواص اپتیکی نقاط کوانتومی
۸. روش‌های سنتز نانوذرات، کاربرد نانوذرات در صنعت و ...

(ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف: استفاده از روش‌های آموزشی استاندارد

(ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۱۰-۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۴۰-۳۰ درصد
آزمون پایانی	۷۰-۵۰ درصد

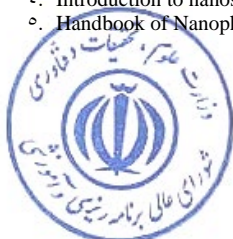
(ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: امکانات آموزشی استاندارد

(چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱. Quantum Wells, Wires and Dots, Theoretical and Computational Physics of Semiconductor Nanostructures, P. Harrison, Wiley, ۲۰۰۵
۲. Nanoparticles, From Theory to Application, G. Schmid (Editor), John Wiley & Sons, ۲۰۱۰.
۳. Microwaves in Nanoparticle Synthesis: Fundamentals and applications, S. Horikoshi, N. Serpone (Editors) John Wiley & Sons, ۲۰۱۳.
۴. Introduction to nanoscience and nanotechnology, G. L. Hornyak, et al., CRC press, ۲۰۰۸.
۵. Handbook of Nanophysics: Nanoparticles and Quantum Dots, K.D. Sattler, CRC press, ۲۰۱۶

(ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه: ندارد.

(خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: برگزاری الکترونیکی امکان پذیر است.



الف: عنوان درس به فارسی: فرآیندهای الکترونی در نانومواد		
نوع درس و واحد	Electronic Processes in Nanomaterials	عنوان درس به انگلیسی:
<input type="checkbox"/> پایه <input checked="" type="checkbox"/> نظری		- دروس پیش نیاز:
<input type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/> تخصصی الزامی		- دروس هم نیاز:
<input type="checkbox"/> نظری-عملی <input checked="" type="checkbox"/> تخصصی اختیاری		تعداد واحد: ۲
پروژه/ رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>		تعداد ساعت: ۳۲
<input type="checkbox"/> مهارتی-اشتغال پذیری <input checked="" type="checkbox"/> نیست <input type="checkbox"/> است	وضعیت آمایشی/آمورتی درس: مرتبط با آمایش/آمورتی موسسه	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی  آزمایشگاه  سمینار  کارگاه  موارد دیگر: -

### ب: هدف کلی:

- آشنایی پیشرفته با فرآیندهای الکترونی و اپتوالکترونی در نانومواد

### اهداف ویژه:

۱. آشنایی با ترابرد بار و انرژی در نانومواد
۲. آشنایی با مدل‌های باز ترکیب بار و نابودی اکسیژن

### پ) سرفصل‌ها:

۱. چگالی حالت‌ها در مواد نانو ساختار بلوری و مواد بی‌نظم آلی و معدنی و مواد مولکولی و پلیمرها
۲. توزیع تعادلی و غیر تعادلی الکترون‌ها در مواد نانو ساختار
۳. سطوح انرژی الکترونی جایگزیده
۴. پتانسیل الکتروشیمیایی در نانومواد
۵. فرآیند انتقال بار در مرزها و فصل‌های مشترک
۶. توابع کار و سد تزریق بار در مرزها
۷. مدل‌های ترابرد بار و انرژی (اکسیژن) در مواد نیم رسانای آلی و معدنی، مدل‌های باز ترکیب بار و نابودی اکسیژن
۸. فرآیندهای اپتوالکترونی در مواد نانو ساختار و ...

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف: استفاده از روش‌های آموزشی استاندارد

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۱۰-۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۰-۴۰ درصد
آزمون پایانی	۵۰-۷۰ درصد

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

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱. Semiconductor nanostructures for optoelectronic applications, T. Steiner, Artech House, ۲۰۰۴.
۲. Nanoscale Science and Technology, R. W. Kelsall, et. al., Wiley Online Library, ۲۰۰۵.
۳. Nanostructured energy devices: equilibrium concepts and kinetics, J. Bisquert, CRC Press, ۲۰۱۴.
۴. Electronic processes in organic semiconductors: An introduction, A. Köhler, H. Bässler, John Wiley & Sons, ۲۰۱۵.
۵. Charge transport in disordered solids with applications in electronics, S. Baranovski, John Wiley & Sons, ۲۰۰۶

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه: ندارد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: برگزاری الکترونیکی امکان پذیر است.





الف: عنوان درس به فارسی: خواص و طیف‌سنجی اپتیکی مواد نانوساختار		
نوع درس و واحد	Optical Properties and Spectroscopy of Nanostructured Materials	عنوان درس به انگلیسی:
پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>	-	دروس پیش‌نیاز:
تخصصی الزامی <input type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>	-	دروس هم‌نیاز:
تخصصی اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>		تعداد واحد:
پروژه/رساله/پایان‌نامه <input type="checkbox"/>		۲
مهارتی-اشتغال‌پذیری <input type="checkbox"/>		تعداد ساعت:
		۳۲
نیست <input checked="" type="checkbox"/> است <input type="checkbox"/>	وضعیت آمایشی/مأموریتی درس: مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی  آزمایشگاه  سمینار  کارگاه  موارد دیگر: -

**ب: هدف**

**کلی:**

- آشنایی پیشرفته با خواص اپتیکی مواد نانوساختار و مشخصه‌یابی آن

**اهداف ویژه:**

- آشنایی با روش‌های طیف‌سنجی
- آشنایی با فیزیک حاکم بر جذب و گسیل تابش در مواد نانوساختار

**پ) سرفصل‌ها:**

- یادآوری مفاهیم اولیه مکانیک کوانتومی برای انواع ساختارهای کوانتومی و ساختار نواری در نیم‌رساناها
- فرآیند جذب فوتون در نیم‌رساناهای نانو ساختار
- باز ترکیب‌های نوری و غیر نوری
- آشنایی با اکسیژن‌ها، نقش اکسیژن‌ها در باز ترکیب‌های نوری
- مشخصه‌یابی اپتیکی مواد نانوساختار بر اساس تکنیک‌های طیف‌سنجی اپتیکی مانند UV-VIS, PL, PLE, Magneto PL, TRPL, Micro PL
- انواع طیف‌های اپتیکی مواد، ویژگی طیفی گذارهای نوار به نوار، ویژگی طیفی گذارهای اکسیژنی
- مهندسی گاف نواری
- میدان‌های قطبشی در ساختارهای کوانتومی، تاثیر میدان‌های بیرونی بر طیف گسیلی نانوساختارها، اثر استتار بر طیف اپتیکی
- تحلیل طیف‌های گسیلی، جذبی و انعکاسی از مواد نانوساختار و ...

ت) روش یاددهی- یادگیری متناسب با محتوا و هدف: استفاده از روش‌های آموزشی استاندارد

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۱۰-۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۴۰-۳۰ درصد
آزمون پایانی	۷۰-۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه: امکانات آموزشی استاندارد

چ) منابع علمی پیشنهادی:

- Optical properties and spectroscopy of nanomaterials. J. Z. Zhang, World Scientific, ۲۰۰۹.
- Optics of Nanomaterials, V. I. Gavrilenko, Jenny Stanford Publishing, ۲۰۱۹.
- Nanostructured Metal Oxides and Devices, M. K. Jayaraj (editor) Singapore: Springer, ۲۰۲۰.
- Optical and Electronic Process of Nano-matters, M. Ohtsu, (editor), Springer Science & Business Media, ۲۰۱۲.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه: ندارد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: برگزاری الکترونیکی امکان‌پذیر است.





الف: عنوان درس به فارسی: سلول‌های خورشیدی نانوساختار		
نوع درس و واحد	Nanostructured Solar Cells	عنوان درس به انگلیسی:
<input type="checkbox"/> پایه <input checked="" type="checkbox"/> نظری		دروس پیش‌نیاز: -
<input type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/> تخصصی الزامی		دروس هم‌نیاز: -
<input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/> پروژه/رساله/پایان‌نامه <input type="checkbox"/> مهارتی-اشتغال‌پذیری		تعداد واحد: ۲
<input checked="" type="checkbox"/> نیست <input type="checkbox"/> است		تعداد ساعت: ۳۲
		وضعیت آمایشی/آموریتی درس: مرتبط با آمایش/آموریت موسسه

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی  آزمایشگاه  سمینار  کارگاه  موارد دیگر: -

### ب: هدف کلی:

- آشنایی پیشرفته با اصول حاکم بر عملکرد سلول‌های خورشیدی نانوساختار

### اهداف ویژه:

۱. آشنایی با انواع سلول‌های خورشیدی نانوساختار
۲. آشنایی با مفاهیم پایه و پیشرفته در سلول‌های خورشیدی

### پ) سرفصل‌ها:

۱. تابش جسم سیاه، طیف خورشید و خصوصیات آن
۲. جذب و تابش نور در نیم‌رساناها و ضریب جذب
۳. الکترون و حفره در سلول‌های خورشیدی، مکانیسم جذب فوتون و بازترکیب الکترون و حفره
۴. ساختار پایه‌ای سلول‌های خورشیدی
۵. معرفی انواع سلول‌های خورشیدی نانوساختاری و اصول عملکرد آنها
۶. راندمان سلول خورشیدی، روش‌های مشخصه‌یابی سلول‌های خورشیدی
۷. اکسیتون‌ها در سلول‌های خورشیدی نانوساختار
۸. فناوری ساخت و سنتز، و ...

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف: استفاده از روش‌های آموزشی استاندارد

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۱۰-۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۴۰-۳۰ درصد
آزمون پایانی	۷۰-۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه: امکانات آموزشی استاندارد

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱. The physics of solar cells, J. A. Nelson, World Scientific Publishing Company, ۲۰۰۳.
۲. Physics of solar cells: from basic principles to advanced concepts, P. Würfel, U. Würfel, John Wiley & Sons, ۲۰۱۶.
۳. The Physics of Solar Energy Conversion, J. Bisquet, CRC Press, ۲۰۲۰.
۴. Electronic processes in organic semiconductors: An introduction, A. Köhler, H. Bässler, John Wiley & Sons, ۲۰۱۵

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه: ندارد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: برگزاری الکترونیکی امکان‌پذیر است.



الف: عنوان درس به فارسی: حسگرهای نانوساختار		
عنوان درس به انگلیسی:	نوع درس و واحد	
دروس پیش نیاز:	-	پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>
دروس هم نیاز:	-	تخصصی الزامی <input type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>
تعداد واحد:	۲	تخصصی اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>
	۳۲	پروژه/رساله/پایان نامه <input type="checkbox"/>
تعداد ساعت:	۳۲	مهارتی-اشتغال پذیری <input type="checkbox"/>
وضعیت آمایشی/آموریتی درس: مرتبط با آمایش/آموریت موسسه		
نیست <input checked="" type="checkbox"/> است <input type="checkbox"/>		

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی  آزمایشگاه  سمینار  کارگاه  موارد دیگر:

**ب: هدف کلی:**

- آشنایی پیشرفته با انواع حسگرهای بر پایه مواد نانو ساختار

**اهداف ویژه:**

۱. آشنائی با اصول فیزیکی، اجزا و کاربرد حسگرها
۲. آشنائی با ساخت قطعات حسگری

**ب) سرفصلها:**

۱. دسته بندی و اصطلاحات حسگری
۲. فناوری حسگرهای نیم رسانا
۳. بررسی مکانیزمهای حسگری
۴. حسگرهای صوتی، حسگرهای مکانیکی، حسگرهای تابشی، حسگرهای گرمایی، حسگرهای شیمیایی، حسگرهای زیستی، حسگرهای مجتمع
۵. مشخصه یابی حسگرها
۶. تاثیر ساختارهای نانو در عملکرد حسگرها، تاثیر نانو ساختارهای نامتجانس و نانو پیوندگاهها در حسگرها
۷. نحوه ساخت قطعات حسگری
۸. بینی های الکترونیکی و ...

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف: استفاده از روش های آموزشی استاندارد

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال	۱۰-۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۴۰-۳۰ درصد
آزمون پایانی	۷۰-۵۰ درصد

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

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱. Semiconductor Sensors, S.M. Sze, Wiley, ۱۹۹۴.
۲. Semiconducting Metal Oxides for Gas Sensing, Y. Deng, Springer, ۲۰۱۹.
۳. Handbook of Modern Sensors, ۵th Edition, J Fraden, Springer, ۲۰۱۶.
۴. Optical, acoustic, magnetic, and mechanical sensor technologies, K. Iniewski, CRC Press, ۲۰۱۲.
۵. Semiconductor device-based sensors for gas, chemical, and bio applications, Fan Ren & Stephen J. Pearton, ۲۰۱۱.
۶. Chemical Sensors-An Introduction for Scientists and Engineers, P. Grundle, Springer, ۲۰۰۷.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه: ندارد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: برگزاری الکترونیکی امکان پذیر است.



الف: عنوان درس به فارسی: مواد مغناطیسی نانو ساختار		
نوع درس و واحد	Nanostructured Magnetic Materials	عنوان درس به انگلیسی:
<input type="checkbox"/> پایه <input checked="" type="checkbox"/> نظری	-	دروس پیش نیاز:
<input type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/> تخصصی الزامی	-	دروس هم نیاز:
<input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/> پروژه/ رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>	۲	تعداد واحد:
<input type="checkbox"/> مهارتی-اشتغال پذیری <input checked="" type="checkbox"/> نیست <input type="checkbox"/> است	۳۲	تعداد ساعت:
وضعیت آمایشی/آموریتی درس: مرتبط با آمایش/آموریت		موسسه

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی  آزمایشگاه  سمینار  کارگاه  موارد دیگر:

**ب: هدف کلی:**

- آشنائی پیشرفته با مواد مغناطیسی نانو ساختار

**اهداف ویژه:**

- آشنائی با بروز خواص مغناطیسی در ابعاد پایین
- آشنائی با فیزیک حاکم بر مواد مغناطیسی نانو ساختار و سنتز آن‌ها

**پ) سرفصل‌ها:**

- اساس نانو مغناطیس
- مواد مغناطیسی سخت و نرم
- حوزه های مغناطیسی
- مغناطیس ذرات کوچک
- مغناطیس سطحی و لایه‌های نازک
- گذار مغناطیسی
- مغناطیس ساختارهای کوچک (سیم‌ها، نقاط و غیره)
- ضبط مغناطیسی، و ...

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف: استفاده از روش‌های آموزشی استاندارد

**ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):**

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۱۰-۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۴۰-۳۰ درصد
آزمون پایانی	۷۰-۵۰ درصد

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

**چ) منابع علمی پیشنهادی:**

- Modern magnetic materials: principles and applications, R. C. O'handley, Wiley, ۲۰۰۰.
- Magnetic nanostructured materials: from lab to fab, A. Tiwari, Elsevier, ۲۰۱۸.

۳. مبانی نانومغناطیس، آ. پی. گواپماریز، ترجمه یوسف علی‌زادفرزین و دیگران، نشر ناقوس، ۱۳۹۵.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه: ندارد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: برگزاری الکترونیکی امکان‌پذیر است.



الف: عنوان درس به فارسی: مباحث ویژه در نانوساختارها		
نوع درس و واحد	Special Topics in Nanostructured	عنوان درس به انگلیسی:
<input type="checkbox"/> پایه <input checked="" type="checkbox"/> نظری	-	دروس پیش نیاز:
<input type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/> تخصصی الزامی	-	دروس هم نیاز:
<input type="checkbox"/> نظری-عملی <input checked="" type="checkbox"/> تخصصی اختیاری		تعداد واحد:
پروژه/ رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>	۳	
مهارتی-اشتغال پذیری <input type="checkbox"/>	۴۸	تعداد ساعت:
<input checked="" type="checkbox"/> نیست <input type="checkbox"/> است	وضعیت آمایشی/آموریتی درس: مرتبط با آمایش/آموریت موسسه	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی  آزمایشگاه  سمینار  کارگاه  موارد دیگر:

**ب: هدف کلی:**

۱. این درس جهت پوشش مباحث ویژه و جدید مطابق با نیاز دانشجویان در انجام رساله ارائه خواهد شد.

**اهداف ویژه:**

۱. آشنائی با مباحث ویژه در حوزه علوم و فناوری نانو

**پ) سرفصلها:**

۱. سرفصل مطالب با توجه به تصمیم گروه آموزشی و/یا استاد (اساتید) ارائه دهنده درس تعیین خواهد شد.

(ت) روش یاددهی- یادگیری متناسب با محتوا و هدف: استفاده از روش های آموزشی استاندارد

(ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال	۱۰-۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۳۰-۴۰ درصد
آزمون پایانی	۵۰-۷۰ درصد

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

(چ) منابع علمی پیشنهادی:

(ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه: ندارد.

(خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: برگزاری الکترونیکی امکان پذیر است.





الف: عنوان درس به فارسی: سمینار ۲		
عنوان درس به انگلیسی:	Seminar ۲	
دروس پیش نیاز:	سمینار ۱	
دروس هم نیاز:	-	
تعداد واحد:	۱	
	-	
تعداد ساعت:	-	
وضعیت آمایشی/آموریتی درس: مرتبط با آمایش/آموریت موسسه	<input checked="" type="checkbox"/> نیست <input type="checkbox"/> است	
نوع درس و واحد	<input type="checkbox"/> پایه <input type="checkbox"/> تخصصی الزامی <input checked="" type="checkbox"/> تخصصی اختیاری <input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/> پروژه/رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/> مهارتی-اشتغال پذیری	
	<input checked="" type="checkbox"/> نظری <input type="checkbox"/> عملی	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی  آزمایشگاه  سمینار  کارگاه  موارد دیگر:

**ب: هدف کلی:**

۱. مرور منابع در یک موضوع تخصصی و توانائی تدوین و ارائه آنها

**اهداف ویژه:**

۱. ارائه یک موضوع تخصصی مرتبط با موضوع رساله به صورت سخنرانی

**پ) سرفصل ها:**

-

(ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف: استفاده از روش های آموزشی استاندارد

(ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

- فعالیت های کلاسی در طول نیم سال

- آزمون پایان نیم سال

آزمون پایانی\* ۱۰۰ درصد

\* در این درس دانشجویان با هماهنگی استاد راهنمای دوره، یکی از موضوعات تخصصی و به روز مرتبط با موضوع رساله دکتری خود را انتخاب کرده و پس از انجام تحقیقات کامل، نتایج تحقیقات را به صورت یک سخنرانی علمی تخصصی برای دانشکده ارائه می نماید.

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

(چ) منابع علمی پیشنهادی:

-

(ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه: ندارد.

(خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: برگزاری الکترونیکی امکان پذیر است.

