جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

شورای عالی برنامه ریزی آموزشی

برنامه درسی رشته

نانوفیزیک

NanoPhysics

مقطع کارشناسی ارشد ناپیوسته

برنامه درسی مرجع

گروه علوم پایه

پیشنهادی دانشگاه صنعتی شاهرود

باسمه تعالی

نام رشته: نانوفیزیک

گروه تحصیلی: علوم پایه

زیرگروه تحصیلی: فیزیک

پیشنهادی: دانشگاه صنعتی شاهرود

عنوان گرایش : ــ

دوره تحصیلی: کارشناسی ارشد ناپیوسته

نوع مصوبه: بازنگری

تاریخ تصویب: ۱۴۰۲/۱۱/۰۸

برنامه درسی بازنگری شده دوره کارشناسی ارشد ناپیوسته نانوفیزیک، در جلسه شماره ۱۷۷ تاریخ ۱۴۰۲/۱۱/۰۸ 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 نانوفیزیک مصوب جلسه ۵۵۴ تاریخ ۱۳۸۴/۰۵/۰۸ شورای عالی برنامه ریزی (پیشنهادی دانشگاه تهران) می شود.

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 ۱۴۰۴-۱۴۰۳ به مدت ۵ سال قابل اجرا است و پس از آن، در صورت تشخیص کارگروه تخصصی مربوطه، نیاز به بازنگری دارد.

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

دکتر قاسم عموعابدینی
معاون آموزشی و رئیس کمیسیون

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی برنامه ریزی و آموزشی

جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

شورای عالی برنامه‌ریزی آموزشی

دانشگاه صنعتی شاهرود

برنامه درسی رشته

نانوفیزیک

NANOPHYSICS

مقطع کارشناسی ارشد

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 پیله‌رود	**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**

دانشگاه صنعتی شاهرود

وزارت علوم تحقیقات و فناوری

شماره: ۵/۱۹۶۸

تاریخ: ۱۴۰۲/۱۱/۴

پیوست:

یکصد و سی و ششمین جلسه گروه ماده چگال و نانو فیزیک در روز دوشنبه مورخ ۱۴۰۲/۱۱/۲ 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 (مقطع کارشناسی ارشد)** بر اساس آئین‌نامه شماره ۲۱/۲۳۸۰۶ وزارت عتف مبنی بر تفویض اختیارات برنامه‌ریزی درسی به دانشگاه‌های دارای هیئت ممیزه، و بیرو نامه شماره ۳/۲۱/۲۴۶۲۶۰ وزارتخانه در خصوص لزوم بازنگری برنامه‌های درسی با قدمت بیش از ۱۰ سال، در جلسات تخصصی گروه ماده چگال و نانوفیزیک، به شرح برنامه پیش‌رو، مورد تدوین مجدد و بازنگری کلی قرار گرفت. این برنامه پس از بررسی در شورای برنامه‌ریزی و توسعه آموزشی و نیز شورای تحصیلات تکمیلی دانشگاه، به تصویب شورای دانشگاه رسیده است.

دکتر مرتضی ایزدی فرد	دکتر حمید هراتی زاده	دکتر محمدباقر رحمانی	دکتر حسین عشقی	دکتر مهدی انصاری راد (مدیر گروه)	دکتر محمدابراهیم قاضی
دکتر سعید حسامی پیله	دکتر طیبه مولاروی				

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی برنامه‌ریزی و آموزشی

جدول تغییرات

ردیف	در برنامه قبلی	در برنامه بازنگری شده
۱.	دروس الزامی: ۹ واحد دروس الزامی تخصصی: ۶ واحد دروس اختیاری: حداقل ۶ واحد	دروس تخصصی الزامی: ۱۲ واحد دروس تخصصی اختیاری: ۱۴ واحد
۲.	تحقیق و پژوهش شامل پایان‌نامه (۸ واحد)	سمینار (۲ واحد، تخصصی الزامی) پایان‌نامه (۶ واحد)
۳.	-	نانوساختارها، ویژگی‌ها و کاربردها (تخصصی الزامی)
٤.	مکانیک کوانتومی پیشرفته ۲ (الزامی)	مکانیک کوانتومی پیشرفته ۲ (تخصصی اختیاری)
٥.	مکانیک آماری پیشرفته ۱ (الزامی)	مکانیک آماری پیشرفته ۱ (تخصصی اختیاری)
٦.	فیزیک محاسباتی سیستم‌های نانومتری (الزامی)	فیزیک محاسباتی (تخصصی اختیاری)
۷.	-	مدل‌سازی عددی و شبیه‌سازی در نانوفیزیک (تخصصی اختیاری)
۸.	-	فیزیک حالت جامد پیشرفته ۲ (تخصصی اختیاری)
۹.	-	نانوساختارهای مغناطیسی (تخصصی اختیاری)
۱۰.	آزمایشگاه نانوفیزیک ۲ (اختیاری)	-
۱۱.	طیف‌سنجی لیزری	-
۱۲.	دروس اختیاری	با توجه به تغییرات گسترده در حوزه نانوفیزیک در دهه گذشته، مراجع و سرفصل دروس تخصصی اختیاریِ حفظ شده در برنامه درسی، بروزرسانی شد.

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 کارشناسی ارشد رشته **نانوفیزیک** (Nanophysics) (بدون گرایش) تدوین شده است. هدف کلی دوره تربیت و آماده‌سازی دانشجویان مقطع بالاتر از کارشناسی برای انجام تحقیق و پژوهش کاربردی و نظری در یکی از زمینه‌های تخصصی نانوفیزیک و همچنین آماده‌سازی برای ورود به مقطع دکتری علوم نانو و سایر رشته-گرایش‌های 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 فعالیت-های 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 موجودِ رشته‌های نانوفیزیک و فیزیک ماده‌چگال، 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 مشخصه‌یابیِ 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، نانومواد، نانوالکترونیک، 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 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 بدون گرایش بوده و جهت آمادگی فارغ‌التحصیلان برای ورود به بازار کار مرتبط و یا ادامه تحصیل در رشته-گرایش‌های مختلف نانوفیزیک در مقطع دکتری تخصصی مورد تدوین مجدد قرار گرفته است. به طور ویژه، با توجه به اهمیت شناخت فیزیک مواد نانومقیاس، برنامه درسی مقطع کارشناسی ارشد نانوفیزیک با تاکید بر ایجاد توانائیِ 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

نوع دروس	تعداد واحد
دروس تخصصی الزامی	۱۲
دروس تخصصی اختیاری	۱۴
پایان‌نامه	۶
جمع	۳۲

ث) نقش، توانایی و شایستگی مورد انتظار از دانش‌آموختگان:

مهارت‌ها، شایستگی‌ها و توانمندی‌های ویژه	دروس مرتبط
آشنائی با مواد نانوساختار و روش‌های سنتز و مشخصه‌یابی آنها	نانوساختارها، ویژگی‌ها و کاربردها
	آزمایشگاه نانوفیزیک
	روش‌های آنالیز نانوساختارها
درک فرآیندهای پایه فیزیکی در مواد نانومقیاس	فیزیک و نانوفناوری قطعات
	فیزیک لایه‌های نازک و سطح
	روش‌های آنالیز نانوساختارها
مدل‌سازی عددی فرآیندها در مقیاس نانو	فیزیک محاسباتی
	مدل‌سازی عددی و شبیه‌سازی در نانوفیزیک
آشنائی با کاربرد مواد نانوساختار	نانوساختارها، ویژگی‌ها و کاربردها
	نانوذرات و کاربردهای آن
مهارت‌ها، شایستگی‌ها و توانمندی‌های عمومی	دروس مرتبط
آشنائی با ساختار بلوری مواد و فیزیک حاکم بر آنها	مکانیک کوانتومی پیشرفته ۱و۲
	فیزیک حالت جامد پیشرفته ۱و۲
	نانوساختارها، ویژگی‌ها و کاربردها

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 کارشناسی ارشد رشته نانوفیزیک مطابق با آیین‌نامه مصوب شورای عالی برنامه‌ریزی است و از میان فارغ‌التحصیلان مقطع کارشناسی رشته‌های فیزیک و فیزیک مهندسی صورت می‌پذیرد. ورود از میان فارغ‌التحصیلان مقطع کارشناسی سایر رشته‌های علوم پایه 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 کارشناسی ارشد، تابع سیاست‌های بالادستی و منوط به امکان ارائه دروس تخصصی الزامی و اختیاری این رشته توسط اعضای هیئت علمی موسسه و نیز امکانات آزمایشگاهی لازم جهت پوشش سرفصل دروس آزمایشگاهی و عملی مشروح در این برنامه درسی است. همچنین با توجه به رشد چشمگیر کاربرد فناوری نانو در حوزه‌هایی چون آب، محیط زیست، انرژی، کشاورزی، سلامت و غیره، نیاز است موسسه مجریِ دوره، برنامه‌ریزی لازم در راستای افزایش تعریف پایان‌نامه‌های 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 فارغ‌التحصلان در آینده توسعه قابل‌توجهی داشته باشد. علاوه بر فارغ‌التحصیلان، فرصت‌های شغلی در حین تحصیل نیز از طریق تعریف پایان‌نامه‌های 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 فارغ‌التحصلان متصور خواهد بود. لازم به ذکر است در صورت ادامه تحصیل در مقطع دکتری در یکی از رشته-گرایش‌های مرتبط با علوم نانو، زمینه‌ها و فرصت‌های شغلی وسیع‌تری برای فارغ‌التحصیلان وجود خواهد داشت.

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 هدف‌گذاری‌ها، جایگاه شایسته کشور ما در
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*		پیش‌نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	عملی - نظری		نظری	عملی		
۱	مکانیک کوانتومی پیشرفته ۱	۳	۳	-	-	۲٤	٤۸	-	-	-
۲	فیزیک حالت جامد پیشرفته ۱	۳	۳	-	-	۲٤	٤۸	-	-	-
۳	نانوساختارها، ویژگی‌ها و کاربردها	۳	۳	-	-	۲٤	٤۸	-	-	-
٤	سمینار	۲	۲	-	-	۱٦	۳۲	-	-	-
٥	آزمایشگاه نانوفیزیک	۱	-	۱	-	-	-	۳۲	-	-

*: 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*		پیش‌نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	عملی - نظری		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست.	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه است.	نظری	عملی		
۱	فیزیک محاسباتی	۲	۲	-	-	۱۶	*		۳۲	-	-	-
۲	مکانیک آماری پیشرفته ۱	۳	۳	-	-	۲۴	*		۴۸	-	-	-
۳	الکترودینامیک پیشرفته ۱	۳	۳	-	-	۲۴	*		۴۸	-	-	-
۴	مکانیک کوانتومی پیشرفته ۲	۳	۳	-	-	۲۴	*		۴۸	-	مکانیک کوانتومی پیشرفته ۱	-
۵	فیزیک حالت جامد پیشرفته ۲	۳	۳	-	-	۲۴	*		۴۸	-	فیزیک حالت جامد پیشرفته ۱	-
۶	فیزیک و نانوفناوری قطعات	۳	۳	-	-	۲۴	*		۴۸	-	-	-
۷	فیزیک لایه‌های نازک و سطح	۳	۳	-	-	۲۴	*		۴۸	-	-	-

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی برنامه‌ریزی آموزشی

۸	روش‌های آنالیز نانوساختارها	۳	۳	–	–	۲٤	*		٤٨	–	–	–
۹	نانوذرات و کاربردهای آن	۳	۳	–	–	۲٤	*		٤٨	–	–	–
۱۰	نانوساختارهای مغناطیسی	۳	۳	–	–	۲٤	*		٤٨	–	–	–
۱۱	مدل‌سازی عددی و شبیه‌سازی در نانوفیزیک	۳	۳	–	–	۲٤	*		٤٨	–	فیزیک محاسباتی	–

***:** 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: مکانیک کوانتومی پیشرفته ۱			
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Quantum Mechanics ۱	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	-	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	-	تخصصی الزامی ■	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☐	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	

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

ب: هدف کلی:

- یافتن آمادگی نظری جهت تبیین پدیده‌های میکروسکوپی

اهداف ویژه:

۱. تکمیل دانش مکانیک کوانتومی آموخته شده در مقطع کارشناسی
۲. آشنائی با مفاهیم پیشرفته مکانیک کوانتومی

پ) سرفصل‌ها:

۱. مفاهیم بنیادی
۲. معادله شرودینگر
۳. کاربردهای معادله شرودینگر
۴. انتگرال مسیر فاینمن
۵. انتشارگر و کاربردهای آن
۶. اندازه حرکت زاویه‌ای
۷. تقارن در مکانیک کوانتومی
۸. مشکلات نظری مکانیک کوانتومی

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

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۰-۱۰ 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. Modern Quantum mechanics, J. J. Sakurai, Addison-Wesley, ۲۰۱۱.
۲. Quantum mechanics, E. Merzbacher, John Wiley & Sons, ۱۹۹۸.
۳. Quantum mechanics: an introduction (Vol. ۱), W. Greiner, Springer Science & Business Media, ۲۰۰۰.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه: ندارد.

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

الف: عنوان درس به فارسی: فیزیک حالت جامد پیشرفته ۱			
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Solid State Physics ۱		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	-		پایه ☐ نظری ■
دروس هم‌نیاز:	-		تخصصی الزامی ■ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
			پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی-اشتغال پذیری ☐

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

ب: هدف کلی:

- آشنائی با ساختار بلوری جامدات و خواص مربوطه

اهداف ویژه:

۱. آشنائی با نوار انرژی جامدات
۲. آشنائی با روش‌های نظری در تعیین ساختار نواری

پ) سرفصل‌ها:

۱. شبکه‌های بلوری و شبکه وارون
۲. تعین ساختار بلور به پراش پرتو ایکس
۳. طبقه‌بندی شبکه‌های بریلوئن و ساختارهای بلوری
۴. نظریه فلزات درود و زومرفلد
۵. کاستی‌های مدل الکترون آزاد
۶. خواص عمومی ترازهای الکترونی در پتانسیل متناوب (دوره‌ای)
۷. الکترون‌ها در پتانسیل تناوبی ضعیف
۸. روش پیوند محکم، روش‌های دیگر محاسبه ساختار نواری
۹. خواص ترابرد

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

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۰-۱۰ 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. Solid State Physics, N. W. Ashcroft & N. D. Mermin, V. B. Saunders Company, ۱۹۷۹.
۲. Solid State Physics, Hook and Hall, John & Sons, ۱۹۹۱.
۳. Solid State Physics, G. Grosso and G. P. Parravicini, Academic press, ۲۰۰۰.
۴. Solid State Physics, H. Ibach & H.Luth, Springer, ۱۹۹۶.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه: ندارد.

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

الف: عنوان درس به فارسی: نانوساختارها، ویژگی‌ها و کاربردها			
عنوان درس به انگلیسی:	Nanostructures, Properties and Applications	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	-	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	-	تخصصی الزامی ■	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☐	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	

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

ب: هدف کلی:

- آشنائی با نانوساختارها

اهداف ویژه:

۱. آشنائی با نانوساختارها و فناوری ساخت آنها
۲. آشنائی با فیزیک حاکم بر نانوساختارها و کاربرد آنها

پ) سرفصل‌ها:

۱. یادآوری مبانی فیزیک حالت جامد
۲. روش‌های اندازه‌گیری خواص نانوساختارها
۳. خواص نانوذرات
۴. چاه‌ها، سیم‌ها و نقطه‌های کوانتومی
۵. مواد نانوساختارشده کپه‌ای
۶. نانوساختارهای کربنی، پلیمرها و ترکیبات آلی، مواد بیولوژیکی، فرومغناطیس نانوساختارشده
۷. طیف‌نگاری نوسانی و اپتیکی
۸. نانوماشین‌ها و نانوقطعات

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

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۰-۱۰ 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. Introduction to nanotechnology, C. P. Poole, F. J. Owens, John Wiley & Sons, ۲۰۰۳.
۲. Carbon nanotubes: basic concepts and physical properties, S. Reich, et. al., John Wiley & Sons, ۲۰۰۴.
۳. Nanophysics and Nanotechnology: An Introduction to Modern Concepts in Nanoscience, E. L. Wolf, John Wiley & Sons, ۲۰۰۶.
۴. Nanotechnology: An Introduction to Nanostructuring Techniques, M. Köhler, & W. Fritzsche, John Wiley & Sons, ۲۰۰۸.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه: ندارد.

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

الف: عنوان درس به فارسی: سمینار			
عنوان درس به انگلیسی:	Seminar	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	-	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	-	تخصصی الزامی ■	عملی ☐
تعداد واحد:	۲	تخصصی اختیاری ☐	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	۳۲	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	

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، جمع‌آوری اطلاعات مرتبط با آن موضوع و ارائه آن

اهداف ویژه:

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

پ) سرفصل‌ها:

۱. نحوه ارائه سمینار
۲. نحوه جستجو در منابع اینترنتی
۳. آشنائی با پایگاه های علمی
٤. نحوه نگارش پایان نامه
٥. نحوه نگارش مقالات علمی

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 دانشجو با هماهنگی یکی از استادان گروه، یکی از موضوعات به‌روز مرتبط با رشته را انتخاب کرده و پس از انجام تحقیقات کامل، نتایج تحقیقات را هم به صورت یک سخنرانی علمی عمومی و هم به صورت مدون ارائه می‌نماید.

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز 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: آزمایشگاه نانوفیزیک			
عنوان درس به انگلیسی:	Nanophysics Laboratory		
دروس پیش‌نیاز:	-		
دروس هم‌نیاز:	-		
تعداد واحد:	۱		
تعداد ساعت:	۳۲		

نوع درس و واحد		
پایه ☐		نظری ☐
تخصصی الزامی ■		عملی ■
تخصصی اختیاری ☐		نظری-عملی ☐
پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐		
مهارتی-اشتغال پذیری ☐		

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

ب: هدف کلی:

- تجربه آزمایشگاهی پدیده‌های مرتبط با نانوفیزیک

اهداف ویژه:

۱. آشنائی تجربی با روش‌های سنتز نانوساختارها
۲. آشنائی تجربی با روش‌های مشخصه‌یابی

پ) سرفصل‌ها:

۱. لایه‌نشانی در خلاء (روش تبخیر)
۲. پوشش‌دهی چرخی (spin coating)
۳. لایه‌نشانی به روش عمقی (deep coating)
٤. اندازه‌گیری طیف جذب لایه‌ها
٥. مطالعه تابش فلورسانس نانوذرات
٦. FTIR
۷. ضخامت‌سنجی لایه‌های نازک به روش اپتیکی
۸. روش‌های ساخت نانوذرات

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

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۹۰-۱۰۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	-
آزمون پایانی	۰-۱۰ درصد

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

چ) منابع علمی پیشنهادی: -

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه: ندارد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: در دوره استاندارد، برگزاری الکترونیکی درس امکان‌پذیر نیست. در صورت الزام به آموزش الکترونیکی در شرایط خاص با ابلاغ موسسه، موسسه مجری می‌بایست شرایط لازم جهت حضور دانشجویان در یک دوره حضوری (به مدت مجموعاً حداقل ۱۰ ساعت) را فراهم نماید. در این صورت حضور دانشجویان در دوره حضوری الزامی خواهد بود.

الف: عنوان درس به فارسی: فیزیک محاسباتی			
عنوان درس به انگلیسی:	Computational Physics		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	-		پایه ☐ نظری ■
دروس هم‌نیاز:	-		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۲		تخصصی اختیاری ■ نظری-عملی ☐
			پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐
تعداد ساعت:	۳۲		مهارتی-اشتغال پذیری ☐
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس: مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه			نیست ■ است ☐

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: درس واحد عملی ندارد، اما علاوه بر ساعت هفتگی درس، ارائه یک جلسه ۹۰ دقیقه‌ای در هفته تحت عنوان «برنامه‌نویسی» جهت آموزش تکمیلی **الزامی** است.

ب: هدف کلی:

- آشنائی با مبانی شبیه‌سازی و محاسبات عددی در فیزیک

اهداف ویژه:

۱. آشنائی با روش‌های عددی حل معادلات دیفرانسیل
۲. آشنائی با روش‌های شبیه‌سازی سامانه‌های آماری

پ) سرفصل‌ها:

۱. تحلیل داده‌ها: تقریب توابع، برازش و درون‌یابی
۲. انواع معادلات دیفرانسیل حاکم بر سامانه‌های فیزیکی
۳. حل عددی دسته معادلات دیفرانسیل
٤. دینامیک مولکولی
٥. روش‌های انتگرال‌گیری عددی
٦. روش‌های مونت کارلو و روش متروپولیس
۷. ولگشت
۸. یادگیری ماشین و شبکه‌های عصبی

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

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۶۰-۸۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	-
آزمون پایانی	۲۰-۴۰ درصد

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

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱. Computational Physics, N. Giordano, H. Nakanishi, Pearson, ۲۰۰۵.
۲. An introduction to computer simulation methods: applications to physical systems, H. Gould, et. al. ۲۰۱۷.
۳. An Introduction to Kinetic Monte Carlo Simulations of Surface Reactions, A. P. J. Jansen, Springer, ۲۰۱۲.
٤. Hands-on machine learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow, G. Aurélien O'Reilly Media, Inc., ۲۰۲۲.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه: ندارد.

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

الف: عنوان درس به فارسی: مکانیک آماری پیشرفته ۱			
عنوان درس به انگلیسی:	**Advanced Statistical Mechanics ۱**	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:	**-**	**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	**-**	**تخصصی الزامی** ☐	**عملی** ☐
تعداد واحد:	**۳**	**تخصصی اختیاری** ■	**نظری-عملی** ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	**۴۸**	**مهارتی-اشتغال پذیری** ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس: مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه		**نیست** ■ **است** ☐	

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

ب: هدف کلی:

- یافتن آمادگی نظری جهت تبیین پدیده‌های شامل تعداد ذره‌های زیاد

اهداف ویژه:

۱. تکمیل دانش مکانیک آماری آموخته شده در مقطع کارشناسی
۲. آشنائی با مفاهیم پیشرفته مکانیک آماری

پ) سرفصل‌ها:

۱. مروری بر آمار و احتمالات
۲. برهم کنش بین سیستم‌های ماکروسکوپی
۳. مکانیک آماری تعادلی (کلاسیکی و کوانتومی)
٤. شمارش حالت‌های قابل حصول
٥. هنگردها و محاسبه مقادیر متوسط
٦. بررسی سامانه‌های غیربرهمکنشی از قبیل گاز کامل و نوسانگر هماهنگ
۷. آمار کوانتومی
۸. آمار حاکم بر بوزون‌ها و فرمیون‌ها

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

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۰-۱۰ 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, (۲nd Ed) R.K. Pathria, Butterworth–Heinemann, ۱۹۹٦.
۲. Statistical Mechanics, K. Huang, Wiley, ۱۹۸۷.
۳. Statistical Mechanics, K. Reif, McGraw-Hill, ۱۹۸۷.
٤. A Modern Course in Statistical Physics, L. E. Reichl, (۲nd Ed), Wiley, ۱۹۹۸.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه: ندارد.

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

الف: عنوان درس به فارسی: الکترودینامیک پیشرفته ۱			
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Electrodynamics ۱		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ■
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ■ نظری-عملی ☐
			پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐
تعداد ساعت:	٤٨		مهارتی-اشتغال پذیری ☐
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس: مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه			نیست ■ است ☐

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

ب: هدف کلی:

- یافتن آمادگی جهت تبیین پدیده‌های الکتریکی و مغناطیسی

اهداف ویژه:

۱. تکمیل دانش الکترومغناطیس آموخته شده در مقطع کارشناسی
۲. آشنائی با مفاهیم پیشرفته الکترومغناطیس

پ) سرفصل‌ها:

۱. الکترواستاتیک
۲. حل مسائل مرزی الکترواستاتیک با استفاده از تابع گرین
۳. چندقطبی‌ها
٤. حل مسائل مرزی در حضور عایق‌ها
٥. مگنتواستاتیک
٦. معادلات ماکسول و قوانین پایستگی
۷. انتشار امواج الکترومغناطیسی در خلاء
۸. مقدمه‌ای بر تابش و پراکندگی

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

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۰-۱۰ 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. Classical Electrodynamics, J. D. Jackson, J. Wiley & Sons, ۲۰۰٤.
۲. Classical electromagnetic radiation, M. A. Heald, & J. B. Marion, Courier Corporation, ۲۰۱۲.
۳. Classical electricity and magnetism, W. K. Panofsky & M. Phillips, Courier Corporation, ۲۰۰٥.
٤. Classical Electrodynamics, H. C. Ohanian, Infinity Science Press, ۲۰۰٦.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه: ندارد.

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

الف: عنوان درس به فارسی: مکانیک کوانتومی پیشرفته ۲			
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Quantum Mechanics ۲	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	مکانیک کوانتومی پیشرفته ۱	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	-	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	٤٨	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس: مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه		نیست ■	
		است ☐	

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

ب: هدف کلی:

- تکمیل مباحث مکانیک کوانتومی پیشرفته ۱

اهداف ویژه:

۱. آشنائی با روش‌های تقریبی و مسائل وابسته به زمان در مکانیک کوانتومی
۲. آشنائی با کاربردهای عملی نظریه

پ) سرفصل‌ها:

۱. روش‌های تقریبی
۲. ذرات یکسان
۳. نظریه اختلال وابسته به زمان
٤. نرخ گذار و قاعده طلایی فرمی
٥. نظریه پراکندگی
٦. آشنایی با کوانتش دوم
۷. مبانی نظریه میدان‌های کوانتومی
۸. ذکر کاربردهایی در بعضی مباحث فوق

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

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۰-۱۰ 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. Modern Quantum mechanics, J. J. Sakurai, Addison-Wesley, ۲۰۱۱.
۲. Quantum mechanics, E. Merzbacher, John Wiley & Sons, ۱۹۹۸.
۳. Quantum mechanics: an introduction (Vol. ۱), W. Greiner, Springer Science & Business Media, ۲۰۰۰.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه: ندارد.

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

الف: عنوان درس به فارسی: فیزیک حالت جامد پیشرفته ۲			
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Solid State Physics ۲	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	فیزیک حالت جامد پیشرفته ۱	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	-	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	٤٨	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس: مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه		نیست ■	
		است ☐	

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

ب: هدف کلی:

- تکمیل مباحث فیزیک حالت جامد پیشرفته ۱

اهداف ویژه:

۱. آشنائی با ارتعاشات شبکه و مدل‌سازی پدیده‌های مرتبط
۲. آشنائی پیشرفته با فیزیک حاکم بر جامدات مختلف (فلزات، نیم‌رساناها، عایق‌ها، موادمغناطیسی، و غیره)

پ) سرفصل‌ها:

۱. فراتر از تقریب‌های زمان واهلش و الکترون مستقل
۲. طبقه‌بندی جامدات
۳. مدل شبکه استاتیک
٤. نظریه کلاسیکی و کوانتومی بلور هارمونیک
٥. اندازه‌گیری روابط پاشندگی فونون، فونون‌ها در فلزات
٦. خواص دی‌الکتریک عایق‌ها
۷. نیمرساناهای همگن و ناهمگن
۸. نقص‌های بلوری
۹. دیامغناطیس، پارامغناطیس و نظم مغناطیسی

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

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۰-۱۰ 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. Solid State Physics, N. W. Ashcroft & N. D. Mermin, V. B. Saunders Company, ۱۹۷۹.
۲. Solid State Physics, Hook and Hall, John & Sons, ۱۹۹۱.
۳. Solid State Physics, G. Grosso and G. P. Parravicini, Academic press, ۲۰۰۰.
٤. Solid State Physics, H. Ibach & H.Luth, Springer, ۱۹۹٦.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه: ندارد.

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

الف: عنوان درس به فارسی: فیزیک و نانوفناوری قطعات			
عنوان درس به انگلیسی:	Physics and Nanotechnology of Devices		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	-		پایه ☐ نظری ■
دروس هم‌نیاز:	-		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ■ نظری-عملی ☐
			پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐
تعداد ساعت:	٤٨		مهارتی-اشتغال پذیری ☐
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس: مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه			نیست ■ است ☐

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

ب: هدف کلی:

- آشنایی با قطعات نانوالکترونیک و فیزیک حاکم بر آن‌ها

اهداف ویژه:

۱. آشنائی با ادوات الکترونی بر پایه اثرات در مقیاس نانو
۲. آشنائی با فرآیندهای الکترونی حاکم بر ادوات نانوالکترونیک

پ) سرفصل‌ها:

۱. پدیده‌های ترابرد حامل‌ها
۲. پیوندگاه و پدیده‌های غیرتعادلی در نیمرساناها
۳. ایجاد پیوندگاه
٤. کاربرد نانوذرات در قطعات فوتونیکی
٥. نانوترانزیستور و قطعات مجتمع
٦. آشنایی با فرایند و فناوری ساخت قطعات نانومتری، نانولیتوگرافی
۷. نانومغناطیس‌ها
۸. نورگسیل‌ها و سلول‌های خورشیدی نانوساختار
۹. حسگرهای نانوساختار

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

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۰-۱۰ 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. Nanoelectronics: Physics, Materials and Devices, A. Sarkar, et. al. (editors), Elsevier, ۲۰۲۳.
۲. 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 امکان‌پذیر است.

الف: عنوان درس به فارسی: فیزیک لایه‌های نازک و سطح			
عنوان درس به انگلیسی:	Thin Films and Surface Physics	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	-	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	-	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	٤٨	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس: مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه		نیست ■ است ☐	

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

ب: هدف کلی:

- آشنایی با لایه‌های نازک و فیزیک حاکم بر سطوح

اهداف ویژه:

۱. آشنائی با چگونگی ساخت لایه‌های نازک
۲. آشنائی با فرآیند تشکیل لایه‌های نازک و فیزیک حاکم بر فصول مشترک

پ) سرفصل‌ها:

۱. تعریف و اهمیت فیزیک سطح و فصل مشترک
۲. روش‌های اندازه‌گیری ضخامت لایه و دستگاه‌های مرتبط با آن
۳. روش‌های شیمیایی و فیزیکی (کندوپاشی و روکش‌کاری یونی) انباشت لایه‌های نازک
٤. شبکه‌های دوبعدی ابرساختار و فضای معکوس
٥. فرآیند تشکیل لایه‌های نازک، نظریه‌های هسته‌بندی
٦. اثر پارامتر های انباشت در ساختار لایه‌های نازک
۷. دینامیک شبکه سطحی
۸. حالت‌های الکترونی سطح

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

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۰-۱۰ 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. Surfaces and Interfaces of Solid Materials, H. Lüth, Springer Science & Business Media, ۲۰۱۳.
۲. Physics at surfaces, A. Zangwill, Cambridge University Press, ۱۹۸۸.
۳. Introduction to surface and thin film processes, J. Venables, Cambridge university press, ۲۰۰۰.
٤. Modern techniques of surface science, D. P. Woodruff, Cambridge University Press, ۲۰۱٦.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه: ندارد.

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

الف: عنوان درس به فارسی: روش‌های آنالیز نانوساختارها			
عنوان درس به انگلیسی:	Nanostructures' Analysis Methods	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	-	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	-	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	٤٨	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس: مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه		نیست ■ است ☐	

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

ب: هدف کلی:

- آشنائی با دستگاه‌ها و روش‌های آنالیز و مشخصه‌یابی نانوساختارها

اهداف ویژه:

۱. آشنائی با فیزیک برهم‌کنش نور و ذره با ماده
۲. آشنائی با اصول عملکرد دستگاه‌های شناسائی، آنالیز و مشخصه‌یابی نانوساختارها

پ) سرفصل‌ها:

۱. طیف‌نگاری‌های الکترونی
۲. روش‌های یون فرودی
۳. روش‌های میدان قوی (STM و AFM)
٤. روش‌های تصویربرداری نانوساختارها (STM و TEM)
٥. روش‌های تداخلی (الکترونی و فوتونی) تعیین نانوساختارها
٦. روش‌های طیف‌نمایی ارتعاشی از سطح
۷. روش‌های اپتیک میدان نزدیک
۸. روش‌های طیف‌سنجی نوری

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

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۰-۱۰ 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. Materials Characterization, Y. Leng, ۲nd Edition, Wiley, ۲۰۱۳.
۲. Characterization of nanostructures, S. Myhra, J. C. Riviere, CRC Press, ۲۰۱۳.
۳. Principles of Materials Characterization and Metrology, K. M. Krishnan, Oxford University Press, ۲۰۲۱.
٤. Field Emission Scanning Electron Microscopy, N. Brodusch, et. al., Springer, ۲۰۱۸.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه: ندارد.

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

الف: عنوان درس به فارسی: نانوذرات و کاربردهای آن			
عنوان درس به انگلیسی:	Nanoparticles and their Applications		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	-		پایه ☐ نظری ■
دروس هم‌نیاز:	-		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ■ نظری-عملی ☐
			پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐
تعداد ساعت:	٤٨		مهارتی-اشتغال پذیری ☐
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس: مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه			نیست ■ است ☐

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

ب: هدف کلی:

- آشنایی با فیزیک، روش‌های ساخت، و کاربردهای نانوذرات

اهداف ویژه:

۱. آشنائی با انواع مختلف نانوذرات و اثرات کوانتومی مرتبط
۲. آشنائی با کاربرد نانوذرات در حیطه‌های مختلف

پ) سرفصل‌ها:

۱. مکانیک کوانتومی ابعاد پایین
۲. انواع مختلف نانوذرات
۳. خواص الکترونی، ساختاری و اپتیکی نانوذرات
٤. محدودیت کوانتومی
٥. مهندسی گاف انرژی در قطعات کوانتومی
٦. روش‌های ساخت نانوذرات
۷. آنالیز نانوذرات: پراکندگی دینامیکی نور، روش‌های آنالیز تخلخل در نانو ذرات و غیره
۸. کاربردهای نانوذرات (صنعت، پزشکی، کشاورزی و دفاعی و غیره)

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. Quantum Wells, Wires and Dots, Second Edition; P. Harrison, Wiley, ۲۰۰٥.
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.
٤. Introduction to nanoscience and nanotechnology, G. L. Hornyak, et al., CRC press, ۲۰۰۸.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه: ندارد.

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

الف: عنوان درس به فارسی: نانوساختارهای مغناطیسی			
عنوان درس به انگلیسی:	Magnetic Nanostructures		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	-		پایه ☐ نظری ■
دروس هم‌نیاز:	-		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ■ نظری-عملی ☐
			پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐
تعداد ساعت:	٤٨		مهارتی-اشتغال پذیری ☐
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس: مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه			نیست ■ است ☐

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

ب: هدف کلی:

- آشنائی با مواد مغناطیسی نانوساختار

اهداف ویژه:

۱. آشنائی با بروز خواص مغناطیسی در ابعاد پایین
۲. آشنائی با فیزیک حاکم بر مواد مغناطیسی نانوساختار و سنتز آن‌ها

پ) سرفصل‌ها:

۱. پدیده‌شناسی کلاسیکی و کوانتومی مغناطیس
۲. حوزه‌های مغناطیسی
۳. مواد مغناطیسی سخت و نرم
٤. مغناطیس سطحی و لایه‌های نازک
٥. مغناطیس ذرات کوچک، اساس نانو مغناطیس
٦. مغناطیس نانوساختارها (سیم‌ها، نقاط و غیره)،
۷. گذار مغناطیسی
۸. ضبط مغناطیسی

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

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۰-۱۰ 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. Modern magnetic materials: principles and applications, R. C. O'handley, Wiley, ۲۰۰۰.
۲. Magnetic nanostructured materials: from lab to fab, A. Tiwari, Elsevier, ۲۰۱۸.
۳. مبانی نانومغناطیس، آ. پی. گوایماریز، 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: مدل‌سازی عددی و شبیه‌سازی در نانوفیزیک			
عنوان درس به انگلیسی:	Numerical Modelling and Simulation in Nanophysics	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	فیزیک محاسباتی	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	-	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس: مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه		نیست ■ است ☐	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: درس بخش عملی الزامی ندارد اما با نظر مدرس بخشی از مباحث می‌تواند به صورت آموزش عملی و کار با کامپیوتر ارائه گردد.

ب: هدف کلی:

- آشنائی با مباحث پیشرفته در شبیه‌سازی و محاسبات عددی

اهداف ویژه:

۱. تکمیل مباحث درس فیزیک محاسباتی
۲. آشنائی با مباحث نظری پیشرفته در فیزیک محاسباتی

پ) سرفصل‌ها:

۱. مفاهیم شبیه‌سازی دینامیک مولکولی در هنگرهای آماری مختلف
۲. نظریه پاسخ خطی و محاسبه توابع پاسخ
۳. مقدمه‌ای بر نظریه تابعی چگالی و مبانی محاسبات ساختار الکترونی، روش‌های حل معادلات کوهن شم
٤. بکارگیری اوربیتال‌های جایگزیده اتمی به عنوان توابع پایه، شبه‌پتانسیل
٥. معادله مبنا و شرط موازنه تفصیلی، روش‌های حل معادله مبنا، معادلات پیوستگی، سینتیک شیمیایی، معادله لانژون تعمیم یافته
٦. روش مونت‌کارلوی جنبشی
۷. کاربرد یادگیری ماشین در تحلیل داده‌ها و تصاویر
۸. آشنائی پیشرفته با شبکه‌های عصبی و کاربردهای آن در فیزیک

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

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۰-۱۰ 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. Molecular Modeling and Simulation, T. Schlick, New York: Springer, ۲۰۱۰.
۲. Chemical dynamics in condensed phases, A. Nitzan, Oxford university press, ۲۰۰٦.
۳. Monte Carlo methods in statistical physics, M. E. Newman & G. T. Barkema, Clarendon Press, ۱۹۹۹.
٤. Modeling Materials Using Density Functional Theory, J. Kitchin, Boston, Free Software Foundation, ۲۰۰۸.
٥. Hands-On machine learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow, G. Aurélien O'Reilly Media, Inc., ۲۰۲۲.
٦. آشنائی با روش‌های شبیه‌سازی در فیزیک، م. نیک عمل و دیگران، دانشگاه صنعتی شریف، ۱۳۹۳.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه: ندارد.

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