جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فنّاوری

برنامه درسی

(بازنگری شده)

دوره: دکتری

رشته: فیزیک با ۸ گرایش:

۱- اپتیک و لیزر ۲- ذرات بنیادی و نظریه میدانها

۳- فیزیک آماری و سامانه های پیچیده ۴- فیزیک پلاسما

۵- فیزیک ماده چگال ۶- فیزیک هسته ای

۷- گرانش و کیهان شناسی ۸- نجوم و اختر فیزیک

گروه : علوم پایه

مصوبه جلسه شماره ۹۲ مورخ ۱۳۹۵/۱۲/۰۱

کمیسیون برنامه‌ریزی آموزشی

بسم الله الرّحمن الرّحیم

عنوان برنامه:

فیزیک با ۸گرایش:۱- اپتیک و لیزر۲- ذرات بنیادی و نظریه میدانها۳- فیزیک آماری و سامانه های پیچیده ۴- فیزیک پلاسما۵- فیزیک ماده چگال۶- فیزیک هسته ای ۷- گرانش و کیهان شناسی۸- نجوم و اختر فیزیک

۱. برنامه درسی بازنگری شده دوره دکتری رشته فیزیک با ۸ گرایش:۱- اپتیک و لیزر۲- ذرات بنیادی و نظریه میدانها۳- فیزیک آماری و سامانه های پیچیده۴- فیزیک پلاسما۵- فیزیک ماده چگال۶- فیزیک هسته ای ۷- گرانش و کیهان شناسی۸- نجوم و اختر فیزیک در جلسه شماره ۹۲ مورخ ۱۳۹۵/۱۲/۰۱ کمیسیون برنامه ریزی آموزشی تصویب شد.

۲. برنامه درسی بازنگری شده دوره دکتری رشته فیزیک با ۸ گرایش:۱- اپتیک و لیزر۲- ذرات بنیادی و نظریه میدانها۳- فیزیک آماری و سامانه های پیچیده۴- فیزیک پلاسما۵- فیزیک ماده چگال۶- فیزیک هسته ای ۷- گرانش و کیهان شناسی۸- نجوم و اختر فیزیک از تاریخ ۱۳۹۵/۱۲/۰۱ جایگزین برنامه های درسی دوره دکتری رشته فیزیک ذرات مصوب جلسه شماره ۴۸۱ مورخ ۱۳۸۲/۰۲/۲۸ شورای عالی برنامه ریزی ورشته فیزیک مصوب جلسه شماره ۲۵۴ مورخ ۱۳۷۱/۱۲/۰۹ شورای عالی برنامه ریزی ورشته فیزیک محاسباتی مصوب جلسه شماره ۴۸۱ مورخ ۱۳۸۲/۰۲/۲۸ شورای عالی برنامه ریزی می شود.

۳. برنامه درسی مذکور از تاریخ ۱۳۹۵/۱۲/۰۱ برای تمامی دانشگاه ها ومؤسسه های آموزش عالی و پژوهشی کشور که طبق مقررات مصوب وزارت علوم، تحقیقات و فناوری فعالیت می کنند برای اجرا ابلاغ می شود.

۴. این برنامه درسی از تاریخ ۱۳۹۵/۱۲/۰۱ به مدت ۵ سال قابل اجرا است و پس از آن قابل بازنگری است.

عبدالرحیم نوه‌ابراهیم

دبیر شورای عالی برنامه‌ریزی آموزشی

جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

شورای عالی برنامه‌ریزی

گروه علوم پایه

کمیته تخصصی فیزیک

برنامه درسی (بازنگری شده)

رشته: فیزیک

دوره دکتری

بهمن ماه ۱۳۹۵

بسم الله الرحمن الرحیم

فهرست مطالب

فصل اول- مشخصات کلی دوره دکتری فیزیک

۱-۱- دوره دکتری

۱-۱-۱-تعریف و هدف

۱-۱-۲- نقش و توانایی

۱-۱-۳- شرایط پذیرش دانشجو

۱-۱-۴- طول دوره و شکل نظام

۱-۱-۵- مرحله آموزشی

۱-۱-۶- ارزیابی جامع آموزشی و پژوهشی

۱-۱-۷- مرحله تدوین رساله

۱-۱-۸- درسهای مرحله آموزشی دوره دکتری

فصل دوم- برنامه درسی

۲-۱- جدول دروس تخصصی اختیاری گرایش اپتیک و لیزر- مقطع دکتری

۲-۲- جدول دروس تخصصی اختیاری گرایش ذرات بنیادی و نظریه میدانها- مقطع دکتری

۲-۳- جدول دروس تخصصی اختیاری گرایش فیزیک آماری و سامانه‌های پیچیده- مقطع دکتری

۲-۴- جدول دروس تخصصی اختیاری گرایش فیزیک پلاسما- مقطع دکتری

۲-۵- جدول دروس تخصصی اختیاری گرایش فیزیک ماده چگال- مقطع دکتری

۲-۶- جدول دروس تخصصی اختیاری گرایش فیزیک هسته‌ای- مقطع دکتری

۲-۷- جدول دروس تخصصی اختیاری گرایش گرانش و کیهان شناسی- مقطع دکتری

۲-۸- جدول دروس تخصصی اختیاری گرایش نجوم و اخترفیزیک- مقطع دکتری

فصل سوم- سرفصل دروس

مشخصات کلی دوره

دکتری رشته فیزیک

مقدمه

رشد سریع و روزافزون علوم مختلف در جهان به ویژه در چند دهه اخیر لزوم برنامه ریزی مناسب و تلاش مضاعف جهت هماهنگی با پیشرفت‌های گسترده علمی و صنعتی را ضروری می سازد. بدون شک خودباوری و استفاده مطلوب از خلاقیت های انسانی و ثروت های ملی از مهم‌ترین عواملی است که در این راستا می‌توانند مثمر ثمر واقع شوند و در حقیقت با برنامه ریزی مناسب و استفاده از ابزار و امکانات موجود می‌توان در مسیر ترقی و پیشرفت کشور گام نهاد.

بی‌گمان پیشرفت صنعتی و حرکت به سوی استقلال و خودکفایی که از اهداف والای انقلاب اسلامی است بدون توجه کافی به امر تحقیقات میسر نبوده و تحقق مراتب آموزش در بالاترین سطح و پژوهش در مرزهای دانش و استفاده از فن آوری پیشرفته را نشان می‌دهد.

کمیته فیزیک گروه علوم پایه شورای عالی برنامه ریزی با اتکاء به خداوند متعال و با امید به فراهم شدن زمینه های لازم برای ارتقاء در زمینه آموزش‌های فیزیک با تجربیات پیشین در تهیه برنامه های درسی اقدام به بازنگری کلی و اساسی مجموعه تحصیلات تکمیلی فیزیک (کارشناسی ارشد و دکتری) نموده است و شرط موفقیت را مشارکت و حمایت شایسته از جانب دانشگاه‌ها در ارائه این دوره ها، تقویت و گسترش مراکز تحقیقاتی، تأسیس مراکز تحقیق توسعه در صنعت و ارتباط منسجم آنها با دانشگاه ها می‌داند. دستیابی به بالاترین سطح از علم و فن‌آوری گرچه دشوار است لکن ضرورتی است که در سایه استعدادهای درخشان جوان کشور که تاریخ شاهد بروز شکوفایی آن در مقاطع مختلف بوده است، از یک طرف و اعتقاد عمیق مراکز صنعتی به نیاز به ارتقاء کیفیت تولیدات خود از طرف دیگر به سادگی میسر می‌نماید. به امید آنکه به جایگاه اصلی و درخور در علوم و فناوری برسیم.

با توجه به اینکه از آخرین بازنگری دوره کارشناسی ارشد و همچنین دکتری فیزیک مدت زمان طولانی گذشته است و از طرف دیگر با عنایت به رشد روزافزون علوم و مهندسی در دنیا و تأثیرگذاری هرچه بیشتر فناوری‌های نوین و حوزه های مرتبط در همه شئونات زندگی فردی و اجتماعی افراد جامعه و لزوم بهره وری کشور از آخرین دستاوردهای دانشی و فن آوری در جهت افزایش رقابت پذیری اقتصاد ملی بازنگری این دوره‌ها ضروری به نظر رسید. با نظرخواهی از متخصصینی که در این حوزه مشغول به فعالیت می باشند سعی شده است تا نقطه ضعف‌های پیشین بر طرف و برنامه جدید بیشتر پاسخگوی نیازهای پیشرفت و عمران کشور باشد و نیز قابل مقایسه با دوره های مشابه سایر دانشگاه های معتبر دنیا باشد. دوره کارشناسی ارشد حاضر در مقایسه با دوره‌های پیشین، خود دارای انعطاف بیشتری است تا بتواند با پیشرفت های آینده و همچنین با پوشش دامنه گسترده ای از سلیقه مخاطبین و نیازهای جامعه هم راستا گردد.

نظر بر اینکه برنامه تحصیلات تکمیلی رشته فیزیک با در نظر گرفتن آیین نامه دوره‌های مصوب شورای عالی برنامه ریزی تدوین و بازنگری شده است. از ذکر مواد و تبصره های مندرج در آن آیین نامه خودداری شده است.

۱-۱- دوره دکتری

۱-۱-۱- تعریف و هدف

دوره دکترای فیزیک بالاترین مقطع تحصیلی دانشگاهی در این زمینه است که به اعطای مدرک می‌انجامد و رسالت آن تربیت افرادی است که با نوآوری در زمینه‌های مختلف علوم و فن آوری در گسترش مرزهای دانش و رفع نیازهای کشور موثر باشند. این دوره مجموعه‌ای هماهنگ از فعالیت‌های آموزشی و پژوهشی است که کلیه زمینه های مرتبط با فیزیک و زمینه‌های بین رشته ای را در بر می‌گیرد و شامل هشت گرایش است:

۱- اپتیک و لیزر

۲- ذرات بنیادی و نظریه میدانها

۳- فیزیک آماری و سامانه های پیچیده

۴- فیزیک پلاسما

۵- فیزیک ماده چگال

۶- فیزیک هسته ای

۷-گرانش و کیهان شناسی

۸- نجوم و اختر فیزیک

محور اصلی فعالیت های علمی دوره دکتری، به تناسب موضوع، تحقیق نظری، تحقیق تجربی و یا تلفیقی از این دو است و آموزش وسیله برطرف ساختن کاستی‌های اطلاعاتی داوطلب و هموار ساختن راه حصول به اهداف تحقیق می‌باشد. هدف از دوره دکتری فیزیک ضمن احاطه یافتن دانشجویان این دوره بر آثار علمی مهم در یک زمینه خاص از فیزیک، دستیابی به موارد زیر است:

- آشنا شدن با روش های پیشرفته تحقیق و کوشش برای نوآوری در این زمینه،
- دستیابی به جدیدترین منابع علمی، تحقیقاتی و فن‌آوری،
- نوآوری در زمینه‌های علمی، تحقیقی و کمک به پیشرفت و گسترش مرزهای دانش،
- تسلط یافتن بر مواردی همچون: ۱- تعلیم، تحقیق و برنامه ریزی. ۲- طراحی، اجرا، هدایت، نظارت و ارزیابی. ۳- تجزیه و تحلیل و حل مسائل علمی در مرزهای دانش. ۴-حل مشکلات علمی پیچیده جامعه و جهان در یکی از زمینه های فیزیک

۱-۱-۲- نقش و توانایی

از فارغ التحصیلان دوره دکتری انتظار می‌رود که ضمن اشراف به آخرین یافته های علمی و اجرایی تخصص مربوط به خود، در مواردی که در هنگام انجام یک طرح پژوهشی مرتبط راه حل مشخص و مدونی وجود ندارد

قادر باشند با استفاده از آموزه‌های دوران تحصیل خود (بخش آموزشی و پژوهشی)، راه حل مناسب، بهینه و قابل قبول در سطح جامعه حرفه ای ارائه نمایند. بخش دیگری از فعالیت فارغ التحصیلان این دوره تدریس در دانشگاه ها و تربیت افراد توانمند در دوره های کارشناسی و تحصیلات تکمیلی می باشد که انتظار می‌رود در تولید علم و تبدیل علم به ایده و ثروت نقش موثری داشته باشند. همچنین از دانش آموختگان دوره های دکتری انتظار می رود که در فرایندهای پژوهشی و صنعتی مورد نیاز جامعه در سطح جهانی فعال باشند و در هدایت و راهبری، طراحی، تحقق، به روزرسانی، بهینه سازی، و نوآوری با تأمین قابلیت رقابت پذیری بین‌المللی در حوزه های مرتبط نقش تعیین کننده داشته باشند و ضمن اشراف بر کلیه روش های علمی و فنی بتوانند بهترین گزینه را با استفاده از علوم و فن آوری‌های روز دنیا انتخاب و در بهترین کیفیت طراحی و راهبری نمایند.

۱-۱-۳- شرایط پذیرش دانشجو

شرایط ورود به دکتری فیزیک مطابق با آیین نامه مصوب شورای عالی برنامه ریزی است و در این راستا موارد زیر نیز مدنظر می‌باشد.

الف- داشتن مدارک کارشناسی ارشد در رشته فیزیک و یا سایر رشته‌های مهندسی و علوم پایه مرتبط با گرایش انتخاب شده

تبصره: چنانچه پذیرفته شدگان دوره دکتری، در دوره کارشناسی ارشد از گرایش دیگری فارغ التحصیل شده باشند، لازم است دروس تخصصی الزامی مقطع کارشناسی ارشد و تعدادی درس دیگر از جدول دروس تخصصی اختیاری گرایش پذیرفته شده را جمعاً تا سقف ۱۲ واحد به عنوان دروس جبرانی به پیشنهاد استاد راهنما و تأیید کمیته تحصیلات تکمیلی دانشکده مجری با حداقل نمره ۱۴ بگذراند. تعداد واحد و نمره این دروس در مرحله آموزشی و معدل دوره لحاظ نمی گردد.

ب- برگزاری امتحانات کتبی و شفاهی اختصاصی جهت ورود به دوره دکتری، تابع قوانین وزارت علوم، تحقیقات و فن‌آوری است.

ج- پذیرش، تشخیص و تأیید صلاحیت علمی داوطلب در ورود به دوره دکتری سرانجام به عهده دانشکده پذیرنده و زیر نظر مدیریت دانشگاه و مطابق مقررات وزارت علوم، تحقیقات و فن‌آوری انجام می شود.

۱-۱-۴- طول دوره و شکل نظام

دوره دکتری فیزیک دارای دو مرحله آموزشی و پژوهشی(تدوین رساله) است. نحوه آغاز و پایان هر مرحله، و حداقل و حداکثر طول دوره مطابق آیین نامه دوره دکتری است. در پایان دوره دکتری، مدرک دکترای فیزیک اعطا می‌شود.

۱-۱-۵- مرحله آموزشی

در مرحله آموزشی دوره دکتری فیزیک، گذراندن ۱۲ واحد درسی مطابق آیین نامه دوره دکتری از دروس دوره

دکتری (علاوه بر واحدهای گذرانده شده در مقطع کارشناسی ارشد) اجباری است و دانشجو باید در پایان مرحله آموزشی، علاوه بر واحدهایی که طبق مقررات در دوره کارشناسی ارشد گذرانده است، در سطح دروس تحصیلات تکمیلی (کارشناسی ارشد و دکتری) واحدهایی از گرایش اصلی و خارج از آن به مقدار زیر اخذ نماید.

تعداد واحدهای درسی و پژوهشی این دوره ۳۶ واحد به شرح زیر است:

- دروس تخصصی اختیاری ۱۲ واحد
- رساله ۲۴ واحد

تبصره: دانشجو موظف است در بدو ورود به دوره، استاد راهنمای خود را انتخاب نماید. در همین زمان کلیات زمینه تحقیقاتی دانشجو و فهرست دروس مربوطه باید توسط دانشجو و زیر نظر استاد راهنما تهیه و به تصویب شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده برسد.

۱-۱-۶- ارزیابی جامع آموزشی و پژوهشی

دانشجویانی که حداقل ۱۲ واحد از درسهای مرحله آموزشی خود را با موفقیت گذرانده باشند لازم است در ارزیابی جامع آموزشی و پژوهشی که براساس آئین نامه موسسه مجری دوره برگزار می‌شود شرکت نماید. این آزمون به صورت کتبی یا شفاهی برگزار می‌شود و دانشجو حداکثر دو بار می تواند در آن شرکت نماید.

۱-۱-۷- مرحله تدوین رساله

دانشجویان پس از تصویب زمینه کلی تحقیقاتی خود می توانند فعالیت های پژوهشی خود را به صورت رسمی آغاز نمایند. دانشجویانی که در ارزیابی جامع آموزشی و پژوهشی پذیرفته شوند، در مرحله تدوین رساله ثبت نام می کنند. مجموع واحدهای درسی و رساله دانشجو ۳۶ واحد است. تعداد کل واحدهایی که دانشجو در مرحله تدوین رساله بنام پروژه تحقیقاتی باید اخذ کند ۲۴ واحد است. دانشجو در هر نیمسال ۶ واحد از واحدهای پروژه تحقیقاتی را ثبت نام می کند. تمدید مراحل آموزشی و پژوهشی با توجه به سنوات دانشجو و مطابق آئین نامه دکتری خواهد بود. ثبت نام و اخذ واحدهای رساله لزوماً به معنی تصویب و قبول رساله نیست و ارزیابی رساله مطابق با آیین نامه دوره دکتری انجام می‌شود.

تبصره ۱

دانشجو موظف است پس از قبولی در ارزیابی جامع آموزشی و پژوهشی تا پایان نیمسال چهارم پیشنهاد نهایی رساله خود را با راهنمایی و همکاری اساتید راهنما و مشاور تهیه نماید تا با تأیید استاد راهنما و شورای تحصیلات تکمیلی، در کمیته تخصصی بررسی پیشنهاد رساله مطرح و از چارچوب کلی آن دفاع شود.

تبصره ۲

۱) پس از تأیید پیشنهاد رساله در کمیته مربوطه، دانشجو موظف است به شکل منظم گزارش پیشرفت تحقیق خود را به استادان راهنما و مشاور ارائه نماید.

۲) در راستای ارزیابی کارهای انجام شده، دانشجو گزارش پیشرفت کار رساله را در انتهای هر سال (از آغاز مرحله پژوهش) به کمیته بررسی و هدایت رساله متشکل از استادان راهنما و مشاور رساله و تعدادی از اساتید داخل و خارج از موسسه که توسط گروه تخصصی و تصویب شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده تعیین شده است، ارائه می نماید.

۳) توصیه می شود اعضاء حاضر در کمیته تخصصی بررسی و هدایت هر رساله از هیئت داوران آن رساله باشند.

تبصره ۳

تغییر استاد راهنما و یا موضوع رساله ، تنها یک بار و با تصویب شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده امکان پذیر است و بدیهی است سنوات تحصیلی دانشجو نباید از حداکثر مجاز تجاوز نماید.

تبصره ۴

پس از تکمیل و تدوین رساله در موعد تعیین شده و تأیید کیفیت علمی و صحت مطالب آن از طرف استاد راهنما، دانشجو موظف است از رساله دکتری خود در حضور هیات داوری دفاع نماید.

۱-۱-۸- دروس مرحله آموزشی دوره دکتری

عناوین دروس دوره دکتری همان عناوین دروس تخصصی اختیاری ارائه شده برای دوره کارشناسی ارشد هستند که به تفکیک گرایش در جدول دروس آمده اند. دانشجویان در طول دوره تحصیل خود و پیش از ارزیابی جامع آموزشی و پژوهشی می‌توانند با نظر استاد راهنما دروسی را تحت عنوان موضوعات ویژه بگذرانند. هدف از دروس موضوعات ویژه، ارائه و بررسی پیشرفته ترین مطالب و مباحث جدید در زمینه های تحقیقی است که امکان ارائه آن در قالب یک درس کلاسیک فراهم نشود و یا هنوز برنامه درس به تصویب شورای برنامه ریزی نرسیده باشد. عنوان و برنامه درس باید پیش از ثبت نام دانشجو به تصویب شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده رسیده باشد. ضمناً دانشجویان در مقطع دکتری نباید درس هایی را اخذ نمایند که در دوره کارشناسی ارشد خود آن ها را گذرانده اند.

اخذ درس های دوره دکتری باید به صورت زیر انجام گیرد:

۱. دروس دوره دکتری با احتساب تعداد واحد دروس مصوب توسط موسسه آموزشی، باید از بین درسهای ارائه شده برای دوره تحصیلات تکمیلی فیزیک (کارشناسی ارشد و دکتری) با نظر استاد راهنمای دانشجو اخذ شود. همچنین در صورت تأیید استاد راهنما و گروه مربوطه، دانشجو می‌تواند حداکثر دو درس را از سایر گرایشها نیز اخذ نماید.

۲. با توجه به تحولات سریع علم و فناوری در رشته فیزیک درس‌هایی تحت عنوان موضوعات ویژه در

گرایشهای مختلف کارشناسی ارشد و دوره دکتری تعیین شده است که سرفصل های ویژه و جدید با تصویب محتوی، در دانشکده تحت این عنوان به صورت موقت قابل ارائه است تا دانشکده ها بتوانند با تحولات علمی همگام گردند.

۳. اگر دانشکده‌ای مایل به ارائه یک یا چند درس تخصصی به صورت دائمی باشد که در فهرست دروس مورد تایید وزارت نباشد، می‌باید سرفصل درس پیشنهادی را پس از اجرای آزمایشی در قالب موضوعات ویژه و پس از تأیید مراجع ذیصلاح دانشگاه، جهت بررسی و تصویب نهایی به دفتر برنامه ریزی درسی وزارت ارسال نماید.

۴. برخی از دروس به دلیل اهمیت ویژه ای که در گرایشهای متفاوت دارند در جداول دروس مربوط به هر یک از گرایشها تکرار شده اند. آنها دارای یک سرفصل بوده و یک عنوان درس تلقی می گردند.

۵. چنانچه دانشکده مجری نتواند برخی از دروس را در قالب ۳ واحدی اجرا نماید، می تواند با مجوز دانشگاه خود آنها را به صورت ۴ واحدی اجرا نماید.

۲-۳- جدول دروس تخصصی اختیاری گرایش فیزیک آماری و سامانه های پیچیده- مقطع دکتری

ردیف	نام درس	تعداد واحد			تعداد ساعات			پیشنیاز/همنیاز
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع	
۱	فیزیک سامانه‌های زیستی	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	پ: فیزیک سامانه‌های پیچیده
۲	فرایندهای تصادفی	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	
۳	شبکه‌های عصبی	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	
۴	نظریه‌گراف و شبکه‌های پیچیده	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	
۵	نظریه میدان آماری	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	
۶	مدل‌های گسسته و معادلات پیوسته رشد سطح	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	
۷	روش‌های بهینه سازی در فیزیک	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	
۸	هواشناسی عمومی	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	
۹	مبانی هواشناسی دینامیکی	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	پ: دینامیک غیرخطی و آشوب
۱۰	فیزیک سامانه‌های پیچیده	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	
۱۱	دینامیک غیرخطی و آشوب	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	
۱۲	علوم اعصاب	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	
۱۳	فیزیک آماری غیرتعادلی	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	
۱۴	فیزیک سامانه های نامنظم	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	
۱۵	موضوعات ویژه ۱	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	
۱۶	موضوعات ویژه۲	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	

سرفصل دروس تخصصی اختیاری گرایش فیزیک آماری و سامانه های پیچیده

عنوان درس به فارسی: **فیزیک سامانه های زیستی**	تعداد واحد: ۳	نوع واحد: تخصصی-اختیاری	جبرانی	نظری	دروس پیشنیاز: **فیزیک سامانه‌های پیچیده**
				عملی	
	تعداد ساعت: ۴۸		پایه	نظری	
				عملی	
عنوان درس به انگلیسی: **The Physics of Biosystems**			الزامی	نظری	
				عملی	
			اختیاری	**نظری**	
				عملی	
آموزش تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد☐ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار☐					

اهداف کلی درس: به کارگیری مباحث مختلف فیزیک مانند الکترومغناطیس، ترمودینامیک و مکانیک آماری در مورد سامانه‌های زیستی و شناخت پدیده‌های حیاتی

سرفصل مطالب:

- مقدمه
- آشنایی با محیط های زنده و مفاهیم زیستی
- ولگشت و پخش
- افت وخیز و تلف
- حرکت در رینولدز پایین
- نیروهای آنتروپی
- شیمی زیست
- خود ساختاردهی
- آنزیمها و ماشین های مولکولی
- رفتارهای جمعی

بخش عملی:

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
	+	آزمونهای نوشتاری+	
		عملکردی	

منابع

- Biological Physics, Philip Nelson, Freeman, 2015

عنوان درس به فارسی: **فرایندهای تصادفی**	تعداد واحد: ۳	نوع واحد: تخصصی- اختیاری	جبرانی	نظری	دروس پیشنیاز:
				عملی	
			پایه	نظری	----------
عنوان درس به انگلیسی: **Random Processes**	تعداد ساعت: ۴۸			عملی	
			الزامی	نظری	
				عملی	
			اختیاری	**نظری**	
				عملی	
	آموزش تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد☐				
	سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار☐				

اهداف کلی درس: آشنایی با پدیده‌ها و فرایندهایی که در آنها افت و خیزهای کاتوره‌ای نقش اساسی را دارند و روشهای تحلیل رفتار این گونه سامانه‌ها

سرفصل مطالب:

- تئوری احتمال
- احتمال الحاقی و میانگین آنسامبلی
- تحلیل خطا و آزمون فرضیه
- توابع همبستگی
- تحلیل فوریه و چگالی طیفی
- گشتاورها و تابع مولد
- فراکتال
- فرایندهای مارکوف
- معادلات دیفرانسیل تصادفی

بخش عملی:

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
	+	**آزمونهای نوشتاری+**	
		عملکردی	

منابع

منابع اصلی:

- Stochastic Processes for Physicist, Kurt Jacobs, Published in the United States of America by Cambridge University Press, New York, 2010.
- An Introduction to Random Vibration, Spectral And wave Analysis, D.E. Newland, 3rd RevisedEdition (or latest), Pearson Education Limited, 1996.

منابع فرعی:

- Stochastic Processes in physics and chemistry, N.G. Van kampen, Publisher: Elsevier Science & Technology Books, 3rd Edition (or latest), 2007
- Handbook Of Stochastic Method, C.W. Gardiner, Springer, 2nd Edition (or latest), 1997

عنوان درس به فارسی: **شبکه‌های عصبی**	تعداد واحد: ۳	نوع واحد: تخصصی-اختیاری	جبرانی	نظری	دروس پیشنیاز:
				عملی	
	تعداد ساعت: ۴۸		پایه	نظری	----------
				عملی	
عنوان درس به انگلیسی: **Neural Networks**			الزامی	نظری	
				عملی	
			اختیاری	**نظری**	
				عملی	
	آموزش تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد☐				
	سفر علمی ☐	کارگاه ☐	آزمایشگاه ☐	سمینار☐	

اهداف کلی درس: فراگیری شبکه‌های عصبی و شیوه‌های مکانیک آماری در آن

سرفصل مطالب:

- مقدمه‌ای بر شناخت نورون‌ها
- مدل هاپفیلد
- مدل‌های تعمیم‌یافته‌ی هاپفیلد
- شبکه‌های چند لایه‌ای
- مساله‌ی بهینه سازی
- شیشه‌های اسپینی
- روش نسخه

بخش عملی:

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
	+	آزمونهای نوشتاری+	
		عملکردی	

منابع

-. Introduction to the theory of neural computation, Hertz J, Krogh A, Palmer RGBasic Books, 1991

- An introduction to the theory of spin glasses and neural networks, Dotsenko, Viktor., Vol. 54.World Scientific, 1995

عنوان درس به فارسی: **نظریه گراف و شبکه‌های پیچیده**	تعداد واحد: ۳	نوع واحد: تخصصی- اختیاری	جبرانی	نظری	دروس پیشنیاز:
				عملی	
	تعداد ساعت: ۴۸		پایه	نظری	----------
				عملی	
عنوان درس به انگلیسی: **Graph Theory and Complex Networks**			الزامی	نظری	
				عملی	
			اختیاری	**نظری**	
				عملی	
آموزش تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد☐ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار☐					

اهداف کلی درس: آشنایی با مفاهیم نظریه گراف و روش‌های مطالعه‌ی ساختار و دینامیک شبکه‌ها

سرفصل مطالب:

- شبکه‌های واقعی (زیستی-اجتماعی-اطلاعاتی)
- نظریه گراف و ساختار درشت مقیاس شبکه‌ها
- الگوریتم های شبکه‌ای (روش‌های ماتریسی)
- مدل‌های شبکه‌ای (ساختار وشکل گیری)
- فرآیندهای شبکه‌ای (تراوش-سیستم های دینامیکی-جستجو در شبکه)

بخش عملی:

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
	+	آزمونهای نوشتاری+	
		عملکردی	

منابع

منابع اصلی:

- Networks: An Introduction, M. E.J. Newman, Oxford University Press, 2010.
- The Structure and Dynamics of Networks (Eds.), Mark Newman, Albert-Laszlo Barabasi, and Ducan Watts, Princeton University Press, 2006

منابع فرعی:

- Statistical Mechanics of Complex Networks, R. Pastor-Satorras, M. Rubi, and A. Diaz-Guilera (Eds.), Springer, 2003
- Graph Theory and Applications, Jean-Claude Fournier, John Wiley & Sons, 2009

عنوان درس به فارسی: **نظریه میدان آماری**	تعداد واحد: ۳	نوع واحد: تخصصی-اختیاری	جبرانی	نظری	دروس پیشنیاز:
				عملی	
	تعداد ساعت: ۴۸		پایه	نظری	----------
				عملی	
عنوان درس به انگلیسی: **Statistical Field Theory**			الزامی	نظری	
				عملی	
			اختیاری	**نظری**	
				عملی	
آموزش تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد☐ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار☐					

اهداف کلی درس: آشنایی با نظریه‌ی میدان و کاربردهایش در سیستم‌های آماری

سرفصل مطالب:

- مروری بر پدیده‌های بحرانی
- نظریه‌ی لانداو گینزبورگ
- مدل‌های مختلف آماری
- اصول بازبهنجارش
- نمودارهای فاینمن
- معادلات کالن سیمنزیک
- مباحث ویژه

بخش عملی:

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
	+	آزمونهای نوشتاری+	
		عملکردی	

منابع

منبع اصلی:

- Quantum and statistical field theory, Le Bellac, Michel. Oxford: Clarendon Press, 1991

منابع فرعی:

- Statistical Field Theory, Volume I: From Brownian Motion to Renormalization and Lattice Gauge Theory, Itzykson, C., and D. Drouffe. Cambridge Monographs on Mathematical Physics, 1989
- Introduction to statistical field theory, Brézin, Edouard. Cambridge University Press, 2010

عنوان درس به فارسی: **مدل‌های گسسته و معادلات پیوسته رشد سطح**	تعداد واحد: ۳	نوع واحد: تخصصی-نظری	جبرانی	نظری	دروس پیشنیاز:
				عملی	.
	تعداد ساعت: ۴۸		پایه	نظری	------
				عملی	
عنوان درس به انگلیسی: **Discrete Models and Continuous Equations of Surface Growth**			الزامی	نظری	
				عملی	
			اختیاری	**نظری**	
				عملی	
	آموزش تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ■				
	سفر علمی ☐	کارگاه ☐	آزمایشگاه ☐	سمینار ☐	

اهداف کلی درس: آشنایی با مدلهای مورد نیاز برای تحلیل رشد سطح

سرفصل مطالب:

فصل مشترک‌ها، مفاهیم مقیاس‌بندی، خود تناسب یگانه (Self- affinity)، تناسب چندگانه (multi-affinity)، مدل‌های گسسته رشد، مدل انباشت پرتابی(Ballistic deposition)، مدل انباشت تصادفی، مدل انباشت تصادفی با واهلش سطحی، مدل جامد روی جامد (SOS)، مدل جامد روی جامد مقید، معادلات پیوسته رشد، معادله ادوارد-ویلکینسون، معادله کاردر-پاریزی-ژانگ، برآرایی باریکه مولکولی، مونت کارلوی جنبشی

بخش عملی:

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
	+	آزمون های نوشتاری: +	
		عملکردی:	

منابع

- Fractal Concepts in Surface Growth, Albert-Laszlo Barabasi and Harry Eugene Stanley, Cambridge University Press, 1995
- Dynamics of Fractal Surfaces, Fereydoon Family and Tamas Vicsek, World Scientific, 1991
- The Science of Fractal Images, 1st ed., Heinz-Otto Peitgen and Dietmar Saup, Springer, 1988
- Fractals (Physics of Solids and Liquids), J. Feder, Springer, 1988

عنوان درس به فارسی: **روش‌های بهینه سازی در فیزیک**	تعداد واحد: ۳	نوع واحد: تخصصی-اختیاری	جبرانی	نظری	دروس پیشنیاز:
				عملی	----------
	تعداد ساعت: ۴۸		پایه	نظری	
				عملی	
عنوان درس به انگلیسی: **Optimization Algorithms in Physics**			الزامی	نظری	
				عملی	
			اختیاری	**نظری**	
				عملی	
آموزش تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد☐ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار☐					

اهداف کلی درس: آشنایی با مفاهیم و الگوریتم های بهینه سازی و بکارگیری آنها در مسایل فیزیکی

سرفصل مطالب:

- پیچیدگی محاسباتی
- گراف ها و الگوریتم های شبکه‌ای
- الگوریتم های ژنتیکی
- روش های دقیق (Branch and Bound Algorithm)
- سیستم های نامنظم فیزیکی (شیشه های اسپینی)
- روش های مونت کارلو (سرمایش شبیه سازی شده)
- روش نسخه (Replica Method) و روش حفره (Cavity Method)
- الگوریتم های کوانتومی (Quantum Annealing)

بخش عملی:

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
	+	آزمونهای نوشتاری+	
		عملکردی	

منابع

منابع اصلی:

- Optimization Algorithms in Physics, Alexander K. Hartmann and HeikoRieger, Wiley-VCH, 2002
- Information, Physics, and Computation, M. Mezard and A. Montanari., Oxford University Press, 2009

منابع فرعی:

- Phase Transitions in Combinatorial Optimization Problems, Alexander K. Hartmann and Martin Weigt, Wiley-VCH, 2005
- Quantum Annealing and Related Optimization Methods, Aarnab Das and Bikas K. Chakrabarti (Eds.) , Springer-Verlag, 2005
- New Optimization Algorithms in Physics, Alexander K. Hartmann and HeikoRieger, Wiley-VCH, 2004

عنوان درس به فارسی: **هواشناسی عمومی**	تعداد واحد: ۳	نوع واحد: تخصصی-اختیاری	جبرانی	نظری	دروس پیشنیاز:
				عملی	
			پایه	نظری	
عنوان درس به انگلیسی: **General Meteorology**	تعداد ساعت: ۴۸			عملی	
			الزامی	نظری	
				عملی	
			اختیاری	**نظری**	
				عملی	
آموزش تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد☐ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار☐					

اهداف کلی درس: معرفی هواشناسی و بررسی جوّ از نظر مطالعات هواشناسی

سرفصل مطالب:

- زمین و جوّ آن
- انرژی: گرمایش زمین و جوّ آن
- دماهای فصلی و روزانه
- رطوبت جوّ
- میعان: شبنم، مه و ابر
- پایداری و رشد ابرها
- بارش
- فشار هوا و باد: از سامانه های کوچک مقیاس تا جهانی
- توده‌های هوا و جبهه‌ها
- چرخنده‌های عرض‌های میانی
- پیش‌بینی هوا
- توفان‌های تندری
- تغییرات اقلیم زمین
- آب و هوای جهانی
- آلودگی هوا
- نور، رنگ و اپتیک جوّ

بخش عملی:

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
	+	آزمونهای نوشتاری+	
		عملکردی	

منابع

منابع اصلی:

-Meteorology Today: An Introduction to Weather, Climate, and the Environment, C. Donald Ahrens, 9th Edition (or latest),Cengage Learning, 2009

منابعفرعی:

- Meteorology for Scientists and Engineers, Ronald B. Stull 3rd Edition (or latest), Brooks Cole, 2004

عنوان درس به فارسی: **مبانی هواشناسی دینامیکی**	تعداد واحد: ۳	نوع واحد: تخصصی-اختیاری	جبرانی	نظری	دروس پیشنیاز:
				عملی	**دینامیک غیرخطی و آشوب**
عنوان درس به انگلیسی: **Funadamentals of Dynamical Meterology**	تعداد ساعت: ۴۸		پایه	نظری	
				عملی	
			الزامی	نظری	
				عملی	
			اختیاری	**نظری**	
				عملی	
	آموزش تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد☐				
	سفر علمی ☐	کارگاه ☐	آزمایشگاه ☐	سمینار☐	

اهداف کلی درس: مطالعه دینامیک حرکات جوی در رابطه با آب و هوا، تجزیه تحلیل و پیش‌بینی سامانه‌های جوی

سرفصل مطالب:

- آنالیز مقیاس
- نیروهای اصلی
- قوانین پایستاری
- مختصات اویلر و لاگرانژی
- معادلات ترمودینامیکی
- کاربرد اولیه معادلات حاکم
- انواع حرکت
- تاوایی و گردش
- لایه مرزی سیاره‌ای
- حرکات مقیاس هم‌دیدی
- معادلات حرکت در مختصات هم‌فشار

بخش عملی:

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
	+	آزمونهای نوشتاری+	
		عملکردی	

منابع

منابع اصلی:

- An Introduction to Dynamic Meteorology, J. R. Holton, 4th Edition (or latest), International Geophysics Series, 2004

منابع فرعی :

- Dynamics of the Atmosphere, W. Zdunkowki and ABott, Cambridge University Press, 2003
- Dynamic and Physical Meteorology, G. L. Haltiner and I. L. Martin, McGraw-Hill, 1957

عنوان درس به فارسی: **فیزیک سامانه‌های پیچیده** عنوان درس به انگلیسی: **Complex Systems Physics**	تعداد واحد: ۳ تعداد ساعت: ۴۸	نوع واحد: تخصصی-اختیاری	جبرانی	نظری	دروس پیشنیاز:
				عملی	
			پایه	نظری	---------
				عملی	
			الزامی	نظری	
				عملی	
			اختیاری	**نظری**	
				عملی	
آموزش تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد☐ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار☐					

اهداف کلی درس: آشنایی با فیزیک سامانه‌های پیچیده و روشهای تحلیل رفتار آنها

سرفصل مطالب:

- مقدمه ای بر سامانه‌های پیچیده و مثالها
- مفهوم نظریه پیچیدگی برآیش (Emergence)
- آشنایی با سامانه‌های غیر خطی و آشوب
- سلول‌های خودکار
- مدل‌های شبکه‌ای و شبکه‌های مختلف
- توزیع‌های توانی و خودسامان‌دهی بحرانی
- نظریه تکامل
- رفتارهای جمعی
- کاربردها (زیست‌شناسی، محیط زیست، سامانه های اجتماعی و....)

بخش عملی:

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
	+	آزمونهای نوشتاری+	
		عملکردی	

منابع

- Foundations of Complex Systems: Emergence, Information and Predicition, Nicolis, Gregoire, and Cathy Nicolis. World Scientific, 2012
- Modeling complex systems, Boccara, Nino. Springer Science & Business Media, 2010
- Dynamics of Complex Systems, Bar-Yam,Yaneer.The Advanced Book Program Addison-Wesley, 1997

عنوان درس به فارسی: **دینامیک غیرخطی و آشوب**	تعداد واحد: ۳	نوع واحد: تخصصی-اختیاری	جبرانی	نظری	دروس پیشنیاز:
				عملی	
			پایه	نظری	-------
	تعداد ساعت: ۴۸			عملی	
عنوان درس به انگلیسی: **Non-Linear Dynamics and Choas**			الزامی	نظری	
				عملی	
			اختیاری	**نظری**	
				عملی	
	آموزش تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد☐				
	سفر علمی ☐	کارگاه ☐	آزمایشگاه ☐	سمینار☐	

اهداف کلی درس: آشنایی با مفاهیم و اصول سامانه‌های دینامیک، دینامیک غیرخطی و نظریه آشوب

سرفصل مطالب:

- مرور مقدماتی سامانه‌های غیرخطی
- نقاط ثابت و تحلیل پایداری
- سیکل حدی و دوشاخه شدن
- نمای لیاپونوف و آشوب
- آشوب در سامانه های هامیلتونی
- فراکتال ها و سامانه های پیچیده
- سالیتون ها

بخش عملی:

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
	+	آزمونهای نوشتاری+	
		عملکردی	

منابع

منابع اصلی:

- Chaos and Nonlinear Dynamics, R. Hilborn, Oxford University Press, 2000

منابع فرعی:

- Nonlinear Dynamics And Chaos, S.H. Strogatz, Perseus Books, 1994

عنوان درس به فارسی: **علوم اعصاب** عنوان درس به انگلیسی: **Neuroscience**	تعداد واحد: ۳ تعداد ساعت: ۴۸	نوع واحد: تخصصی-اختیاری	جبرانی	نظری	دروس پیشنیاز:
				عملی	
			پایه	نظری	----------
				عملی	
			الزامی	نظری	
				عملی	
			اختیاری	**نظری**	
				عملی	
آموزش تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد☐ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار☐					

اهداف کلی درس: آشنایی با علوم اعصاب و روش‌های بررسی کارکرد مغز

سرفصل مطالب:

- مقدمات زیستی نورون‌ها
- معادلات هاجکین-هاکسلی
- معادلات کانال و حرکت تپ‌ها در اکسون‌ها و دندریت‌ها
- نگاه سیستم دینامیکی به معادلات هاجکین-هاکسلی
- سیناپس‌ها
- جمعیت‌های نورونی
- حافظه، مدل هاپفیلد
- فرایند تصمیم‌گیری
- رفتارهای بحرانی مغز

بخش عملی:

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
	+	آزمونهای نوشتاری+	
		عملکردی	

منابع

- Neuronal dynamics: From single neurons to networks and models of cognition, Gerstner, Wulfram, Werner M. Kistler, Richard Naud, and Liam Paninski. Cambridge University Press, 2014

- Theoretical neuroscience.Vol. 10., Dayan, Peter, and Laurence F. Abbott. Cambridge, MA: MIT Press, 2001

عنوان درس به فارسی: **فیزیک سامانه‌های نامنظم**	تعداد واحد: ۳	نوع واحد: تخصصی-اختیاری	جبرانی	نظری	دروس پیشنیاز:
				عملی	
	تعداد ساعت: ۴۸		پایه	نظری	----------
				عملی	
عنوان درس به انگلیسی: **Physics of disordered systems**			الزامی	نظری	
				عملی	
			اختیاری	**نظری**	
				عملی	
	آموزش تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ■				
	سفر علمی ☐	کارگاه ☐	آزمایشگاه ☐	سمینار ☐	

اهداف کلی درس: آشنایی با سامانه‌های نامنظم و فیزیک مربوط به آنها

سرفصل مطالب:

- نظریه متغیرهای رندوم و فرایندهای تصادفی
- نظریه ماتریسهای رندوم: آنسامبلهای ویگنر-دایسون، توزیع آماری توابع موج و ویژه مقادیر
- ضرب ماتریسهای رندوم: قضیه حد مرکزی و حد مرکزی تعمیم یافته، نمای لیاپانوف
- پدیده‌های بحرانی در حضور بی‌نظمی
- پخش در محیط های رندوم
- سیستمهای مغناطیسی نامنظم: مدل آیزینگ در میدان رندوم، شیشه اسپینی
- انتشار امواج در محیط های رندوم
- جایگزیدگی اندرسون: جایگزیدگی ضعیف و قوی، نظریه مقیاسی، جایگزیدگی دینامیکی

بخش عملی:

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
	+	آزمونهای نوشتاری+	
		عملکردی	

منابع

- Handbook of stochastic methods, C. W. Gardiner, Springer, 1985
- Random Matrices, M. L. Mehta, Academic press, 2004
- Products of Random Matrices: in Statistical Physics, A. Crisanti et al, Springer Science, 2012

- Scaling and renormalization in statistical physics, J. Cardy, Cambridge university press,1996
- Glassy materials and disordered solids: An introduction to their statistical mechanics, K. Binder et al, World Scientific, 2011
- Green's Functions in quantum physics, E. N. Economou, Springer, 2006
- Introduction to wave scattering, localization and mesoscopic phenomena, P. Sheng, Springer Science, 2006

عنوان درس به فارسی: **فیزیک آماری غیرتعادلی** عنوان درس به انگلیسی: **Non Equilibrium Statistical Physics**	تعداد واحد: ۳ تعداد ساعت: ۴۸	نوع واحد: تخصصی-اختیاری	جبرانی	نظری	دروس پیشنیاز:
				عملی	
			پایه	نظری	----------
				عملی	
			الزامی	نظری	
				عملی	
			اختیاری	**نظری**	
				عملی	
آموزش تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ■ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐					

اهداف کلی درس: آشنایی با مباحث مربوط به فیزیک آماری غیرتعادلی

سرفصل مطالب:

- فرایندهای تصادفی
- فرایندهای مارکفی
- معادله مادر
- عملگر تحول و مولد آن
- حالتهای ایستا
- واهلش (گذار به حالتهای ایستا)
- تعادل تفصیلی
- نوفه
- معادله لانژون
- معادله فوکر پلانک
- پدیده های ترابرد

بخش عملی:

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
	+	آزمونهای نوشتاری+	
		عملکردی	

منابع

- nonequilibrium statistical mechanics , Gene F. Mazenko; Viley-VCH, 2006

- A modern course in statistical physics, L. E. Reichl; 2nd edition, John Wiley & Sons, 1998
- statistical physics, R. Kubo, M. Toda, N. Saitô, N. Hashitsume; 2nd edition, Springer, 1995
- The Fokker-Planck Equation, H. Risken, Springer-Verlag, 1989
- Non equilibrium statistical mechanics, By Michel Le Bellac, Cambridge University Press, 2004
- Lecture Notes on Nonequilibrium Statistical Physics, (A Work in Progress) Daniel Arovas, Department of Physics University of California, San Diego, 2014

عنوان درس به فارسی: **موضوعات ویژه ۱**	تعداد واحد: ۳	نوع واحد: تخصصی-اختیاری	جبرانی	نظری	دروس پیشنیاز:
				عملی	
			پایه	نظری	-----
عنوان درس به انگلیسی: **Special Topics I**	تعداد ساعت: ۴۸			عملی	
			الزامی	نظری	
				عملی	
			اختیاری	**نظری**	
				عملی	
آموزش تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد☐					
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار☐					

اهداف کلی درس:

سرفصل مطالب:

- این درس متناسب با موضوع پایان نامه یا رساله دانشجویان ارائه خواهد شد.

بخش عملی:

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
	+	آزمون های نوشتاری: +	
		عملکردی:	

منابع:

عنوان درس به فارسی: **موضوعات ویژه ۲** عنوان درس به انگلیسی: **Special Topics II**	تعداد واحد: ۳ تعداد ساعت: ۴۸	نوع واحد: تخصصی-اختیاری	جبرانی	نظری	دروس پیشنیاز:
				عملی	
			پایه	نظری	-----
				عملی	
			الزامی	نظری	
				عملی	
			اختیاری	**نظری**	
				عملی	
آموزش تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد☐ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار☐					

اهداف کلی درس:

سرفصل مطالب:

- این درس متناسب با موضوع پایان نامه یا رساله دانشجویان ارائه خواهد شد.

بخش عملی:

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
	+	آزمون های نوشتاری: +	
		عملکردی:	

منابع: