



جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

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 برنامه ریزی آموزشی

بسم الله الرحمن الرحيم

عنوان برنامه:

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

۱. 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 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 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 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 و رشته فیزیک مصوب جلسه شماره ۲۵۴ مورخ ۱۳۷۱/۱۲/۰۹ شورای عالی برنامه ریزی و رشته 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 و مؤسسه 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 نوه ابراهیم

رئیس

دبیر شورای عالی برنامه ریزی آموزشی



جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

شورای عالی برنامه ریزی

گروه علوم پایه

کمیته تخصصی فیزیک

برنامه درسی (بازنگری شده)

رشته: فیزیک

دوره دکتری



بهمن ماه ۱۳۹۵

الحمد لله



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- دروسهای مرحله آموزشی دوره دکتری

فصل دوم - برنامه درسی

- ۱-۲- جدول دروس تخصصی اختیاری گرایش اپتیک و لیزر- مقطع دکتری
- ۲-۲- جدول دروس تخصصی اختیاری گرایش ذرات بنیادی و نظریه میدانها- مقطع دکتری
- ۳-۲- جدول دروس تخصصی اختیاری گرایش فیزیک آماری و سامانه‌های پیچیده- مقطع دکتری
- ۴-۲- جدول دروس تخصصی اختیاری گرایش فیزیک پلاسما- مقطع دکتری
- ۵-۲- جدول دروس تخصصی اختیاری گرایش فیزیک ماده چگال- مقطع دکتری
- ۶-۲- جدول دروس تخصصی اختیاری گرایش فیزیک هسته‌ای- مقطع دکتری
- ۷-۲- جدول دروس تخصصی اختیاری گرایش گرانش و کیهان‌شناسی- مقطع دکتری
- ۸-۲- جدول دروس تخصصی اختیاری گرایش نجوم و اخترفیزیک- مقطع دکتری

فصل سوم - سرفصل دروس



مشخصات کلی دوره

دکتری رشته فیزیک



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 می‌سازد. بدون شک خودباوری و استفاده مطلوب از خلاقیت‌های انسانی و ثروت‌های 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.

کمیت فیزیک گروه علوم پایه شورای عالی برنامه ریزی با اتکاء به خداوند متعال و با امید به فراهم شدن زمینه‌های لازم برای ارتقاء در زمینه آموزش‌های فیزیک با تجربیات پیشین در تهیه برنامه‌های 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 دوره‌ها، تقویت و گسترش مراکز تحقیقاتی، تأسیس مراکز تحقیق توسعه در صنعت و ارتباط منسجم آنها با دانشگاه‌ها می‌داند. دستیابی به بالاترین سطح از علم و فن آوری 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 حوزه‌های مرتبط در همه شئون زندگی فردی و اجتماعی افراد جامعه و لزوم بهره‌وری 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 می‌باشند 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 دوره‌های مشابه سایر دانشگاه‌های معتبر دنیا باشد. دوره کارشناسی ارشد حاضر در مقایسه با دوره‌های پیشین، خود دارای انعطاف بیشتری است تا بتواند با پیشرفت‌های آینده و همچنین با پوشش دامنه گسترده‌ای از سلیقه مخاطبین و نیازهای جامعه هم‌راستا 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 تبصره‌های 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 زمینه‌های مرتبط با فیزیک و زمینه‌های بین رشته‌ای را در بر می‌گیرد و شامل هشت گرایش است:

۱- اپتیک و لیزر

۲- ذرات بنیادی و نظریه میدانها

۳- فیزیک آماری و سامانه‌های پیچیده

۴- فیزیک پلاسما

۵- فیزیک ماده چگال

۶- فیزیک هسته‌ای

۷- گرانش و کیهان‌شناسی

۸- نجوم و اختر فیزیک

محور اصلی فعالیت‌های 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 روش‌های 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 برنامه‌ریزی. 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 زمینه‌های فیزیک

۱-۱-۲- نقش و توانایی

از فارغ التحصیلان دوره دکتری انتظار می‌رود که ضمن اشراف به آخرین یافته‌های 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 می رود 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 بین المللی 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 آوری های 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 می باشد.

الف- داشتن مدارک کارشناسی ارشد در رشته فیزیک و یا سایر رشته های 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 بگذرانند. 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 فن آوری 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 فن آوری 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 می شود.

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 دروسهای مرحله آموزشی خود را با موفقیت گذرانده باشند لازم است در ارزیابی جامع آموزشی و پژوهشی که براساس آئین نامه موسسه مجری دوره برگزار می شود شرکت نمایند. این آزمون به صورت کتبی یا شفاهی برگزار می شود 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 می شود.

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 اعضای 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 می توانند 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 می تواند حداکثر دو درس را از سایر گرایشها نیز اخذ نماید.

۲. با توجه به تحولات سریع علم و فناوری در رشته فیزیک درس هایی 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 دانشکده ای مایل به ارائه یک یا چند درس تخصصی به صورت دائمی باشد که در فهرست دروس مورد تایید وزارت نباشد، می باید 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.



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

ردیف	نام درس	تعداد واحد	تعداد ساعات			پیشنیاز/همنیاز	
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع
۱	گرانث ۲	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸
۲	کیهان شناسی ۲	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸
۳	نسبیت عام عددی	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸
۴	نظریه میدان های کوانتومی در فضا زمان خمیده	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸
۵	گرانث و کیهان شناسی کوانتومی	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸
۶	نظریه تورم	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸
۷	انرژی و ماده تاریک	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸
۸	همگرایی گرانثی	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸
۹	روش های پیشرفته در فیزیک محاسباتی و شبیه سازی	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸
۱۰	موضوعات ویژه ۱	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸
۱۱	موضوعات ویژه ۲	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸



سرفصل دروس تخصصی اختیاری گرایش گرانث و کیهان شناسی



دروس پیشنیاز: گرایش ۱	نظری	جبرانی	نوع واحد: تخصصی-اختیاری	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: گرایش ۲ عنوان درس به انگلیسی: Gravitation II		
	عملی						
	نظری	پایه				تعداد ساعت: ۴۸	
	عملی						
	نظری	الزامی					
	عملی						
	نظری	اختیاری					
	عملی						

آموزش تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ☐	سفر علمی ☐ کارگاه ☐	آزمایشگاه ☐ سمینار ☐
---	---	--

اهداف کلی درس: آموزش اصول گرانش

سرفصل مطالب:

- فرمالیزم هامیلتونی نسبیت عام
- گرانش در ابعاد بالاتر
- گرانش شامه ای
- نظریه های اصلاح یافته گرانش
- سیاهچاله ها و ترمودینامیک آنها
- نظریه اختلال در نسبیت عام (اختیاری)
- گرانش کوانتومی (اختیاری)



بخش عملی:

روش ارزیابی:

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

منابع

منابع اصلی:

- General Relativity, R.M. Wald, University of Chicago Press, 1984
- General Relativity, N. Straumann, Springer, 2004.
- Einstein's General Theory of Relativity, O. Gron and S. Hervik, Springer Verlag, 2007.

منابع فرعی:

- The Large Scale Structure of Sapcetime, S. Hawking and G. Ellis, Cambridge University Press, 1987.
- Gravitation: Foundations and Frontiers, T. Padmanabhan, Cambridge University Press, 2013.

دروس پیش نیاز: کیهان شناسی ۱	نظری	جبرانی	نوع واحد: تخصصی-اختیاری	تعداد واحد: ۳ تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به فارسی: کیهان شناسی ۲ عنوان درس به انگلیسی: Cosmology II
	عملی				
	نظری	پایه			
	عملی				
	نظری	الزامی			
	عملی				
	نظری	اختیاری			
	عملی				

آموزش تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ☐
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐

اهداف کلی درس: آموزش عناوین تکمیلی کیهان شناسی

سرفصل مطالب:

- نظریه اختلالات کیهان شناسی
- زمینه ریز موج کیهانی
- تشکیل ساختار
- کیهان شناسی در نظریه های تعمیم یافته گرانشی



بخش عملی:

روش ارزیابی:

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

منابع

- Cosmology, S. Weinberg, Oxford University Press, 2008.
- Physical Foundations of Cosmology, V. Mukhanov, Cambridge University Press, 2012.

عنوان درس به فارسی:		تعداد واحد: ۳	نوع واحد:	جبرانی	نظری	دروس پیش‌نیاز:
نسبیت عام عددی			تخصصی - نظری	پایه	عملی	گرایش ۱
					نظری	
					عملی	
					نظری	
		تعداد ساعت:		الزامی	عملی	
		۴۸			نظری	
					عملی	
					نظری	
عنوان درس به انگلیسی:			اختیاری	عملی		
Numerical General Relativity						
آموزش تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ☐						
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐						

اهداف کلی درس: آموزش اصول روش های نسبیت عام عددی

سرفصل مطالب:

- مروری بر نظریه نسبیت عام و فرمالیزم ADM
- تنظیم داده های اولیه
- انتخاب مختصات
- چشمه های مادی
- روش های عددی
- سیستم های متقارن کروی
- امواج گرانشی



بخش عملی:

روش ارزیابی:

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

منابع

- Numerical Relativity: Solving Einstein Equations on the Computer, S.L. Shapiro, Cambridge University Press, 2010.

عنوان درس به فارسی:		تعداد واحد: ۳		نوع واحد: تخصصی - نظری	جبرانی	نظری	دروس پیشنهادی:
نظریه میدان‌های کوانتومی در فضا زمان خمیده		تعداد ساعت: ۴۸				عملی	
عنوان درس به انگلیسی:						نظری	پایه
Quantum field theory in curved space-time						عملی	
						نظری	الزامی
						عملی	
						نظری	اختیاری
						عملی	
						نظری	
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			
				نظری			
				عملی			

اهداف کلی درس: آموزش اصول روش‌های نظریه میدان‌های کوانتومی در فضا زمان خمیده

سرفصل مطالب:

- نظریه میدان‌های کوانتومی در فضای مینکوفسکی
- نظریه میدان‌های کوانتومی در فضای خمیده
- مثال‌هایی از فضا زمان تخت
- مثال‌هایی از فضا زمان خمیده
- بازبینی جارش تانسور استرس
- سیاهچاله‌های کوانتومی

بخش عملی:

روش ارزیابی:

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

منابع

- Quantum Fields in Curved Spacetime, N. D. Birrell and P. C. W. Davies, Cambridge University Press, 1984.
- Quantum Field Theory in Curved Spacetime Quantized Fields and Gravity, L. Parker and D. Toms, Cambridge University Press, 2009.

دروس پیشنهادی: گرایش ۱ و کیهان شناسی ۱	نظری	جبرانی	نوع واحد: تخصصی- اختیاری	تعداد واحد: ۳ تعداد: ۴۸ ساعت:	عنوان درس به فارسی: گرایش و کیهان شناسی کوانتومی عنوان درس به انگلیسی: Quantum gravity and quantum cosmology
	عملی				
	نظری	پایه			
	عملی				
	نظری	الزامی			
	عملی				
	نظری	اختیاری			
	عملی				

☐ آموزش تکمیلی عملی: دارد	☐ ندارد
☐ سفر علمی	☐ کارگاه
☐ آزمایشگاه	☐ سمینار

اهداف کلی درس: آشنائی با چشم انداز روش های فرمولبندی گرایش و کیهان شناسی کوانتومی

سرفصل مطالب:

- مروری بر مکانیک کوانتومی و نظریه میدان های کوانتومی
- فرمولبندی هامیلتونی گرایش
- گرایش کوانتومی حلقه ای
- کیهان شناسی کوانتومی



بخش عملی:

روش ارزیابی:

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

منابع

منابع اصلی:

- Quantum Cosmology and Lorentzian Spacetimes, G. Esposito, Quantum Gravity, Springer, 1992.

منابع فرعی:

- Quantum Gravity, C. Rovelli, Cambridge University Press, 2007

دروس پیشنهادی: کیهان شناسی نسبیت عام	نظری	جبرانی	نوع واحد: تخصصی-اختیاری	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: نظریه تورم عنوان درس به انگلیسی: Inflation theory
	عملی				
	نظری	پایه		تعداد ساعت: ۴۸	
	عملی				
	نظری	الزامی			
	عملی				
	نظری	اختیاری			
	عملی				
آموزش تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ☐ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐					

اهداف کلی درس: آموزش اصول نظریه میدان‌های تورمی به عنوان یکی از پارادیم‌هایی که در کیهان اولیه برای حل برخی از مشکلات کیهانشناسی و ایجاد شرایط اولیه، معرفی شده است.

سرفصل مطالب:

- کیهان همگن و همسانگرد
- مسایل مدل استاندارد کیهانشناسی
- گذار فازها در کیهان اولیه
- فیزیک تورم (معرفی مدل‌های مختلف تورمی)
- سینماتیک و دینامیک مدل تورمی
- تقریب غلطش آهسته و خروج هموار
- بازگرمایش
- شرایط اولیه اختلالات (اسکالری، برداری و تانسوری)
- طیف توان
- اختلالات کیهانی کوانتومی
- محاسبه اختلالات کوانتومی (δ_N formalism)
- امواج گرانشی از تورم
- شکلهای ناگوسی بودن و ناهمسانگردی مدل‌های تورمی
- جایگاه مدل‌های تورمی در کیهانشناسی رصدی

بخش عملی:



روش ارزیابی:

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

منابع:

منابع اصلی:

- Cosmological Inflation and Large-Scale Structure, Andrew R. Liddle, David H. Lyth, Cambridge University Press, 2000
- The Inflationary Universe, Alan Guth, Addison, 1997
- The primordial density perturbation: Cosmology, inflation and the origin of structure, David H. Lyth Andrew R. Liddle, Cambridge University Press, 2009
- Cosmology, S. Weinberg, Oxford University Press, 2008

منابع فرعی:

- Physical foundations of cosmology, V. Mukhanov, Cambridge University Press, 2008
- Primordial Cosmology, Patrick Peter and Dr. Jean-Philippe Uzan , Oxford University Press, 2013
- Introduction to the Theory of the Early Universe: Cosmological Perturbations and Inflationary Theory, Dmitry S Gorbunov, Valery A Rubakov, World Scientific, 2011



عنوان درس به فارسی:		تعداد واحد: ۳		نوع واحد: تخصصی-اختیاری	پایه	جبرانی	نظری	دروس پیشنهادی:
انرژی و ماده تاریک		تعداد ساعت: ۴۸					عملی	
عنوان درس به انگلیسی:							نظری	
Dark energy and Dark matter							عملی	
							نظری	
							عملی	
							نظری	
							عملی	
							نظری	
							عملی	
آموزش تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ☐ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐								

اهداف کلی درس: آموزش ماهیت انرژی تاریک و ماده تاریک در کیهان

سرفصل مطالب:

- کیهان همگن و همسانگرد
- مسایل مدل استاندارد کیهانشناسی
- شواهد وجود ماده و انرژی تاریک
- ماده تاریک سرد، گرم و داغ
- کاندیداهای ماده تاریک در مدل استاندارد ذرات و ورای آن
- کاندیداهای ماده تاریک در مدل گرانش تعمیم یافته
- ثابت کیهانشناسی و مسایل آن
- انرژی تاریک متغیر
- گرانش تعمیم یافته به عنوان انرژی تاریک
- برهمکنش ماده و انرژی تاریک
- رشد اختلالات ماده و انرژی تاریک
- ترمودینامیک ماده و انرژی تاریک



بخش عملی:

روش ارزیابی:

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

منابع:

منابع اصلی:

- Dark Energy: Theory and Observations, Luca Amendola, Shinji Tsujikawa, Cambridge, 2010
- The cosmological constant and dark energy, P.J.E. Peebles and Biharat Ratra, Rev. Mod. Phys. 75, 559, 2003
- Galaxy Formation and Evolution, H. Mo, F.V.D. Bosch and S. White, Cambridge, 2010
- Cosmology, S. Weinberg, Oxford University Press, 2008
- Particle dark matter: evidence, candidates and constraints, Physics Reports, Volume 405, Issues 5–6, Pages 279–39, January 2005

منابع فرعی:

- Emergent Gravity and the Dark Universe, Erik P. Verlinde , arXiv:1611.02269
- Dark energy and dark matter in the Universe in three volumes: DARK ENERGY: OBSERVATIONAL EVIDENCE AND THEORETICAL MODELS, Volume 1, B. Novosyadlyj, V.Pelykh, Yu. Shtanov, A. Zhuk, Vol. 1: arXiv:1502.04177, 2013
- Dark energy and dark matter in the Universe in three volumes: Dark matter: Astrophysical aspects of the problem, Volume 2, Shulga V.M., Zhdanov V.I., Alexandrov A.N., Berczik P.P., Pavlenko E.P., Pavlenko Ya.V., Pilyugin L.S., Tsvetkova V.S.K. Akadempriodyka, 2014.



عنوان درس به فارسی:		تعداد واحد: ۳		نوع واحد:		جبرانی		نظری		دروس پیش نیاز:	
همگرایی گرانشی		تعداد ساعت: ۴۸		تخصصی-اختیاری		پایه		عملی		کیهان شناسی	
عنوان درس به انگلیسی:								نظری		نسبیت عام	
Gravitational Lensing						الزامی		عملی			
						اختیاری		نظری			
								عملی			

اهداف کلی درس: آموزش اصول نظریه همگرایی گرانشی و بررسی انواع آن

سرفصل مطالب:

- انحراف نور در نسبیت عام
- همگرایی قوی گرانشی
- ریزهمگرایی گرانشی
- لنزهای دوتایی
- همگرایی ضعیف گرانشی
- اندازه گیری شکل، برش و بیضویت
- تابع همبستگی ضریبی همگرایی ضعیف گرانشی با سایر میدانهای کیهانی
- همگرایی گرانشی ضعیف در تابش زمینه کیهانی
- همگرایی گرانشی ناشی از ریزمانهای کیهانی



بخش عملی:

روش ارزیابی:

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

منابع:

منابع اصلی:

- Gravitational Lensing: Strong, Weak and Micro, P. Schneider, C. Kochanek, J. Wambsganss, Saas-Fee Advanced course 33, Springer, 2005
- Gravitational Lenses, P. Schneider, J. Ehlers, E.E. Falco, Springer, 1999
- Weak gravitational lensing of the CMB, Antony Lewis, Anthony Challinor, Physics Reports 429, 1 – 65, 2006
- Weak Gravitational Lensing, Matthias Bartelmann, Peter Schneider, Phys.Rept.340, 291-472, 2001
- Cosmology, S. Weinberg, Oxford University Press, 2008

منابع فرعی:

- Singularity Theory and Gravitational Lensing, Petters, Arlie O., Levine, Harold, Wambsganss, Joachim, Birkhäuser Basel, 2008



دروس پیشیناز: -----	نظری	جبرائی	نوع واحد: تخصصی - اختیاری	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: روش‌های پیشرفته در فیزیک محاسباتی و شبیه‌سازی عنوان درس به انگلیسی: Advanced methods in computational physics and simulation
	عملی				
	نظری	پایه		تعداد ساعت: ۴۸	
	عملی				
	نظری	الزامی			
	عملی				
	نظری	اختیاری			
	عملی				
آموزش تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ☐ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐					

اهداف کلی درس: آموزش اصول روش‌ها و الگوریتم‌های پیشرفته در فیزیک محاسباتی و شبیه‌سازی

سرفصل مطالب:

- مقدمات سیستم‌های عامل مانند لینوکس و یونیکس، نوشتن Bash script
- مدلسازی داده‌ها، انتشارگر خطا (Data modeling and Error propagators)
- محاسبه تابع توزیع و تابع همبستگی، تبدیلات عددی بین توابع توزیع، تولید داده‌های تصادفی با تابع توزیع گوسی و دلخواه
- تحلیل فوریه گسسته و الگوریتم‌های آن، محاسبه طیف توان
- روشهای عددی حل معادلات دیفرانسیل با شرایط اولیه و مقادیر مرزی، روشهای انتگرال گیری عددی، معادلات ویژه مقدری
- شبیه سازی فرآیندهای تصادفی (معادله لانژون، ولگشت تصادفی و ..)
- فرآیندهای آشوبی و شبیه سازی و تحلیل آنها
- شبیه سازی مونت کارلو (کاربردها در سیستم‌های آماری و مدلسازی داده‌ها، انتگرال گیری، مونت کارلو وردشی، مونت کارلو همیلتونی، زنجیره مارکوف مونت کارلو)
- شبیه سازی دینامیک مولکولی (گازها و مواد دانه‌ای)
- تحلیل درست نمایی و ماتریس فیشر (Likelihood analysis and Fisher matrix)
- مقدمات الگوریتم ژنتیک

بخش عملی:



روش ارزیابی:

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

منابع

منابع اصلی:

- Computational Physics, Nicholas J. Giordano and Hisao Nakanish, Pearson, 2005.
- Computer simulation Methods in theoretical physics, Dieter W. Hermann, Springer, 1990

منابع فرعی:

- An Introduction to Computational Physics, Tao Pang , Cambridge University Press, 2006
- Computational methods for physicists _ compendium for students, Simon Sirca and Martin Horvat, Springer, 2013
- An introduction to computer simulation-methods: Applications to physical systems, Harvey Gould, Jan Tobochnik and Wolfgang Christian, Addison-Wesley, 2007
- Computatona; Physics, Rubin H. Landau, Manuel J. Paez and Cristian C. Bordeianu, 2011.



دروس پیشنهادی: -----	نظری	جبرانی	نوع واحد: تخصصی-اختیاری	تعداد واحد: ۳ تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به فارسی: موضوعات ویژه ۱ عنوان درس به انگلیسی: Special Topics I
	عملی				
	نظری	پایه			
	عملی				
	نظری	الزامی			
	عملی				
	نظری	اختیاری			
	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:



دروس پیشنیاز: -----	نظری	جبرانی	نوع واحد: تخصصی-اختیاری	تعداد واحد: ۳ تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به فارسی: موضوعات ویژه ۲ عنوان درس به انگلیسی: Special Topics II
	عملی				
	نظری	پایه			
	عملی				
	نظری	الزامی			
	عملی				
	نظری	اختیاری			
	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:

