جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

شورای گسترش و برنامه‌ریزی آموزش عالی

برنامه درسی رشته

فیزیک

Physics

مقطع کارشناسی ارشد ناپیوسته

گروه علوم پایه

باسمه تعالی

نام رشته: فیزیک | **عنوان گرایش: –**

گروه: علوم پایه | **دوره تحصیلی: کارشناسی ارشد ناپیوسته**

کارگروه تخصصی: فیزیک | **نوع مصوبه: بازنگری**

پیشنهادی: دانشگاه صنعتی شریف | **تاریخ تصویب: ۱۴۰۰/۰۳/۲۳**

برنامه درسی بازنگری شده دوره کارشناسی ارشد ناپیوسته رشته فیزیک، پیشنهادی دانشگاه صنعتی شریف، به استناد مصوبه جلسه شماره ۸۸۲ تاریخ ۱۳۹۵/۱۱/۲۳ شورای عالی برنامه ریزی آموزشی به شرح زیر تصویب شد:

ماده یک- این برنامه درسی برای دانشجویانی که پس از تصویب برنامه درسی یاد شده وارد دانشگاه های صنعتی شریف و الزهرا(س) می‌شوند، قابل اجرا است.

ماده دو – این برنامه درسی در سه فصل: مشخصات کلی، جدول‌های واحدهای درسی و سرفصل دروس تنظیم شده است و برای اجرا در دانشگاه های صنعتی شریف و الزهرا(س) پس از اخذ مجوز پذیرش دانشجو از شورای گسترش و برنامه‌ریزی آموزش عالی و سایر ضوابط و مقررات مصوب وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، ابلاغ می‌شود.

ماده سه- این برنامه درسی نمی تواند به صورت همزمان با برنامه درسی فیزیک دارای گرایش در یک دانشگاه یا موسسه آموزش عالی پذیرش دانشجو داشته باشد.

ماده چهار- این برنامه درسی از سال تحصیلی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ قابل اجرا است و پس از ۵ سال، در صورت تشخیص کارگروه تخصصی مربوطه، نیاز به بازنگری دارد.

دکتر محمدرضا آهنچیان
دبیر کمیسیون برنامه‌ریزی آموزشی

دانشگاه صنعتی شریف
دانشکده‌ی فیزیک

برنامه‌ی دوره‌ی کارشناسی ارشد فیزیک- بی‌گرایش

دانشکده‌ی فیزیک دانشگاه صنعتی شریف به عنوان دانشگاه پیشرو در زمینه‌ی فیزیک در ایران، مطابق روال دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیک می‌پذیرد. دوره‌ی کارشناسی ارشدِ این دانشکده گرایش رسمیِ پژوهشی ندارد (بی‌گرایش).

مدت این دوره ۲ سال یا ۴ نیم‌سالِ تحصیلی است. این دوره به دو شیوه‌ی «آموزشی» یا «آموزش‌محور» (بدون پایان‌نامه) و «آموزشی- پژوهشی» یا «پژوهش‌محور» (با پایان‌نامه) برگزار می‌شود. شیوه‌ی دانش‌آموختگی در دانشنامه ذکر خواهدشد. تعداد واحدهای درسی برای به پایان‌رساندن این دوره دستِ‌کم ۲۹ واحد در شیوه‌ی پژوهش‌محور و دستِ‌کم ۳۰ واحد در شیوه‌ی آموزش محور و به‌شرح زیر است:

۱) درس‌های الزامی ۱۵ واحد (جدول ۱)
۲) درس‌های اختیاری در شیوه‌ی آموزش‌محور دستِ‌کم ۱۵ واحد و در پژوهش‌محور ۸ واحد (جدول‌های ۲ و ۳)
۳) پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد ۶ واحد (برای شیوه‌ی پژوهش‌محور)

تذکرهای مهم:

1. در صورتی‌که دانشجویِ مشمولِ آموزش رایگان در مدت مقرر دانش‌آموخته نشود، شورای تحصیلات تکمیلی دانشگاه می‌تواند مدت تحصیلِ دانشجو را حداکثر تا دو نیم‌سال افزایش دهد. افزایش سنوات تحصیلی در نیم‌سال اول به‌صورت رایگان و در نیم‌سال دوم با دریافت شهریه است.
2. دانشجویانِ شیوه‌ی پژوهش‌محور می‌توانند با توجه به شرایط ذکرشده در آیین‌نامه‌ی دوره‌ی کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی شریف (تصویب‌شده در سال ۱۳۹۷) زیر نظر یکی از اعضای هیئت علمی دانشکده و در یکی از شاخه‌های پژوهشی موجود در آن (تجربی: ماده چگال تجربی، اپتیک و لیزر، اخترفیزیک و کیهان‌شناسی رصدی، و فیزیک ذرات تجربی؛ نظری: بیوفیزیک، ماده چگال نظری، سیستم‌های پیچیده، کیهان‌شناسی و اخترفیزیک، فیزیک ذرات و انرژی‌های بالا، اپتیک و لیزر، و اطلاعات کوانتومی) به تحصیل بپردازند.
3. دانشجویان دوره‌ی کارشناسی ارشد می‌توانند درس‌های مشترکِ دوره‌های کارشناسی و کارشناسی ارشد را هم بگیرند. علاوه بر این، گرفتنِ درس‌های دوره‌ی دکتری هم، در صورتِ تایید استاد درس و استاد راهنمای دانشجو، برای دانشجویان دوره‌ی کارشناسی ارشد مجاز است. جدول‌های ۲ و ۳ برخی از این درس‌ها را فهرست کرده‌است.
4. چنان‌چه موضوعی در دوره‌ی تحصیلِ دانشجو در دانشکده ارائه نشود، به تشخیصِ استاد راهنما، دانشجو می‌تواند تنها یک بار درس «مطالعه‌ی انفرادی» را در موضوع مورد نظر با یکی از اعضای هیئت علمی دانشکده بگذارند.

5. هر دانشجو در دوره‌ی تحصیل ملزم به ثبت نام در ۱ واحد سمینار دکتری (از جدول ۴ به‌جز سمینار عمومی دکتری) می‌باشد.
6. نمره‌ی قبولی در هر درس، چه درس‌های اصلیِ دوره و چه درس‌های جبرانی، ۱۲ از ۲۰ است. چنان‌چه معدل دانشجو در یک نیم‌سال از ۱۴ کمتر باشد، دانشجو در آن نیم‌سال «مشروط» می‌شود. مشروطی در دو نیم‌سالِ تحصیلی، چه به‌صورت متوالی و چه غیرمتوالی، باعث اخراج دانشجو خواهدشد. معدل کلِ دانشجو در پایانِ دوره‌ی تحصیل نباید کمتر از ۱۴ باشد.
7. در شیوه‌ی پژوهش‌محور دانشجو موظف است پس از پایانِ نیم‌سال اول و پیش از آغازِ نیم‌سال سومِ تحصیلی موضوع پایان‌نامه‌ی خود را با نظر استاد راهنما انتخاب کند. موضوع پایان‌نامه صرفاً پس از تصویب در کمیته‌ی تحصیلات تکمیلی دانشکده و تأیید مدیریت تحصیلات تکمیلی دانشگاه قطعیت می‌یابد. تا زمانی که پایان‌نامه کاملاً به‌انجام نرسیده‌است، لازم است دانشجو در هر نیم‌سال تحصیلی در درس «پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد» ثبت‌نام کند (در صورت لزوم به‌صورتِ ۰ واحدی).
8. در شیوه‌ی پژوهش‌محور پس از دفاع از پایان‌نامه نمره‌ی آن به‌صورتِ کیفی («عالی»، «بسیار خوب»، «خوب»، «قابل‌قبول»، «مردود») و یا «P/F» (قبول/رد) وارد کارنامه‌ی دانشجو می‌شود. نمره‌ی پایان‌نامه در معدل کلِ دانشجو حساب نمی‌شود. در صورتِ دفاع از پایان‌نامه در مهلتِ تعیین‌شده تا نیم‌سالِ پنجمِ تحصیلِ دانشجو (۳۰ دی‌ماهِ سالِ تحصیلی)، نمره‌ی آن به‌صورتِ کیفی و در صورتِ دفاع در تاریخی پس از آن (مشروط بر آن که ادامه‌ی تحصیلِ دانشجو از نظر مدیریت تحصیلات تکمیلی دانشگاه مجاز باشد) صرفاً یکی از نمره‌های «P» یا «F» داده می‌شود.
9. چنان‌چه رشته‌ی مقطع کارشناسیِ دانشجو با فیزیک همخوانی نداشته‌باشد (مثلاً رشته‌های فنی و مهندسی)، با تشخیص کمیته‌ی تحصیلات تکمیلی دانشکده لازم است دانشجو تعدادی از درس‌ها را در چارچوب «درس‌های جبرانی» بگذراند. این درس‌ها حتماً بایستی تا پایانِ نیم‌سالِ دوم تحصیلیِ گذرانده‌شوند. علی‌رغمِ ثبت نمره‌ی درس‌های جبرانی در کارنامه، این درس‌ها در معدلِ آن نیم‌سال و نیز معدل کلِ دانشجو حساب نمی‌شوند. درس‌های جبرانیِ فیزیک معمولاً درسِ شماره‌ی ۲ برای درس‌های الزامیِ دوره‌ی کارشناسی ارشد (جدول ۱) هستند: «مکانیک کوانتومی ۲»، «الکترومغناطیس ۲»، و «ترمودینامیک و مکانیک آماری ۲».
10. حداکثرِ تعداد واحدهای جبرانی ۱۲ است. اگر تعداد این واحدها ۸ یا بیشتر باشد، دانشجو می‌تواند یک نیم‌سال بیش از طول دوره‌ی کارشناسی ارشد به تحصیل بپردازد. این نیم‌سال جزو سنوات تحصیلیِ دانشجو حساب شده و امکان افزایش سنوات تحصیلیِ دیگری مرتبط با گرفتنِ درس‌های جبرانی وجود ندارد. تا ۶ واحد از درس‌های جبرانی معاف از شهریه هستند.
11. دانشجویان دوره‌ی کارشناسی ارشد فیزیک مجازند با توجه به برنامه‌ی ارائه‌شده از طرف دانشکده، در هر نیم‌سالِ تحصیلی در حداقل ۸ واحد (در صورتی‌که تعداد واحدهای باقی‌مانده از ۸ واحد کمتر نباشد) و حداکثر ۱۴ واحد ثبت‌نام کند. واحدهای مربوط به درس‌های جبرانی در سقفِ مجموع واحدهای گرفته‌شده در آن نیم‌سال حساب نمی‌شوند.
12. چنان‌چه دانشجو برخی از درس‌های الزامی دوره‌ی کارشناسی ارشد فیزیک (جدول ۱) را در مقطع کارشناسی گذرانده‌باشد، اگر نمره‌ی آن درس‌ها کمتر از ۱۴ باشد، دانشجو ملزم است دوباره این درس‌ها را در مقطع کارشناسی ارشد بگیرد. در غیر این‌صورت، با نظر معاون تحصیلات تکمیلی دانشکده دانشجو می‌تواند برای تکمیلِ واحدهای لازم یا همین درس‌ها و یا درس‌های دیگری را بگیرد.
13. امکان تغییرِ شیوه از آموزش‌محور به پژوهش‌محور وجود ندارد.

جدول ۱ : درس‌های الزامیِ دوره‌ی کارشناسی ارشد فیزیک

نام درس	شماره‌ی درس	واحد	پیش‌نیاز
مکانیک کوانتومی ۳	۲۴۳۱۹	۴	مکانیک کوانتومی ۲ (کارشناسی)
الکترومغناطیس ۳	۲۴۲۱۶	۴	الکترومغناطیس ۲ (کارشناسی)
ترمودینامیک و مکانیک آماری ۳	۲۴۱۵۶	۴	ترمودینامیک و مکانیک آماری ۲ (کارشناسی)
آزمایشگاه فیزیک عالی ۱ یا ۲	۲۴۴۰۳ یا ۲۴۴۰۴	۲	آزمایشگاه فیزیک ۴ (کارشناسی)
سمینار دکتری (جدول شماره‌ی ۴)	—	۱	—

جدول ۲: برخی از درس‌های اختیاریِ دوره‌ی کارشناسی ارشد فیزیک

نام درس	شماره‌ی درس	واحد
مکانیک کلاسیک ۱	۲۴۱۱۵	۴
نظریه‌ی گروه‌ها	۲۴۱۹۱	۳
ریاضی‌فیزیک پیشرفته	۲۴۱۹۵	۳
ریاضی‌فیزیک پیشرفته ۱	۲۴۱۹۰	۴
ریاضی‌فیزیک پیشرفته ۲	۲۴۱۹۲	۴
فیزیک پلاسما	۲۴۴۷۱	۳
اخترفیزیک ۱	۲۴۹۱۱	۳
اخترفیزیک ۲	۲۴۹۱۲	۳
اخترزیست‌شناسی	۲۴۹۳۲	۳
فیزیک خورشید	۲۴۹۳۶	۳
آشنایی با نسبیت عام	۲۴۱۴۲	۳
بیوفیزیک	۲۴۷۱۱	۳
فیزیک ماده چگال نرم	۲۴۶۳۴	۴
شبیه‌سازی رایانه‌ای در فیزیک	۲۴۸۲۸	۳
آزمایشگاه شبیه‌سازی رایانه‌ای در فیزیک	۲۴۸۲۴	۱
یادگیری ماشینی در فیزیک	۲۴۸۱۹	۳
دینامیک غیرخطی و آشوب	۲۴۱۱۹	۳
مدل‌سازی در پدیده‌های آماری	۲۴۱۷۰	۳
علوم اعصاب	۲۴۱۶۶	۳
فیزیک اقتصاد	۲۴۱۷۷	۳
الکتروآکوستیک ۱	۲۴۲۶۱	۳
اپتیک غیرخطی ۱	۲۴۲۳۹	۳
فیزیک لیزر	۲۴۲۸۳	۳
کاربردهای لیزر	۲۴۲۸۸	۳
لیزر پیشرفته	۲۴۲۸۹	۳
طیف‌نگاری لیزری	۲۴۲۹۴	۳
اپتوالکترونیک	۲۴۲۹۵	۳

نانوفیزیک	۲۴۵۸۷	۳
ابررسانایی	۲۴۶۷۴	۳
فیزیک لایه‌های نازک	۲۴۶۲۰	۳
فیزیک نیمه‌هادی‌ها	۲۴۶۱۳	۳
فیزیک حالت جامد پیشرفته ۱	۲۴۶۲۸	۳
فیزیک حالت جامد پیشرفته ۲	۲۴۶۲۹	۳
فیزیک حالت جامد ۲	۲۴۶۱۸	۳
ماده چگال	۲۴۶۳۰	۴
فیزیک مغناطیس	۲۴۶۳۱	۳
فیزیک سطح	۲۴۶۶۷	۳
آشنایی با علم مواد	۲۴۴۱۲	۳
فیزیک منابع انرژی	۲۴۵۹۰	۳
سلول‌های خورشیدی	۲۴۶۶۲	۳
مقولات ویژه در فیزیک تجربی	۲۴۴۰۵	۲
ذرات بنیادی مقدماتی	۲۴۵۴۱	۳
نظریه‌ی میدان کوانتومی مقدماتی	۲۴۳۴۳	۴
مقدمه‌ای بر نظریه‌ی ریسمان	۲۴۵۵۷	۳
نظریه‌ی میدان کوانتومی ۱	۲۴۳۳۴	۴
مقولات ویژه در نظریه‌ی میدان دمای متناهی	۲۴۵۶۸	۴
مکانیک سیالات	۲۴۴۷۵	۳
مبانی فلسفیِ مکانیک کوانتومی	۲۴۹۴۶	۳

جدول شماره‌ی ۳: برخی از درس‌های دوره‌ی دکتری فیزیک

شاخه‌های پژوهشی (غیررسمی)	درس‌های پایه	برخی از درس‌های تخصصی
ماده چگال نظری	ماده چگال ۱	سیستم‌های الکترونی همبسته‌ی قوی
	ماده چگال ۲	
	فیزیک بس‌ذره‌ای ۱	
ماده چگال تجربی	ماده چگال ۱	فیزیک سطح
	ماده چگال ۲	نانو تکنولوژی
		فرآیندهای سطح در جامدات
کیهان‌شناسی	گرانش و نسبیت عام ۱	مقولات ویژه در همگرایی گرانشی
	کیهان‌شناسی ۱	آشکارسازهای ذرات
	کیهان‌شناسی ۲	زیست اخترفیزیک
		پرتوهای کیهانی
		مقولات ویژه در اخترفیزیک
		گرانش و نسبیت عام ۲
ذرات	نظریه‌ی میدان کوانتومی ۱	مقولات ویژه در نظریه‌ی میدان (QCD)
	نظریه‌ی میدان کوانتومی ۲	مقولات ویژه در ذرات
	ذرات پیشرفته ۱	نظریه‌ی ریسمان ۱
		نظریه‌ی ریسمان ۲
		نظریه‌ی میدان در دمای متناهی
اپتیک و لیزر	اپتیک کوانتومی ۱	لیزر اسپکتروسکوپی
	اپتیک کوانتومی ۲	مقولات ویژه در اندرکنش لیزر و پلاسما
	اپتیک غیرخطی	نانوفوتونیک
	لیزر پیشرفته ۱	
	لیزر پیشرفته ۲	
سیستم‌های پیچیده	پدیده‌های بحرانی	ماده چگال نرم
	نظریه‌ی میدان آماری	بیوفیزیک
	ماده چگال ۱	فرآیندهای تصادفی
		فیزیک سیستم‌های نامنظم
		نظریه‌ی میدان همدیس
اطلاعات کوانتومی	اطلاعات کوانتومی	سیستم‌های کوانتومی باز
	محاسبات کوانتومی	مقولات ویژه در ترمودینامیک کوانتومی

جدول شماره‌ی ۴: سمینارهای دکتری دانشکده‌ی فیزیک

سمینار فیزیک ذرات
سمینار نظریه‌ی میدان دمای متناهی
سمینار اطلاعات کوانتومی
سمینار لیزر و اپتیک
سمینار کیهان‌شناسی
سمینار اخترفیزیک
سمینار ماده چگال نرم
سمینار ماده چگال
سمینار ماده چگال تجربی
سمینار سیستم‌های الکترونی همبسته‌ی
سمینار ابررسانایی
سمینار فیزیک آماری
سمینار نظریه‌ی میدان همدیس
سمینار میکرودست‌کاری نوری

فهرست آزمایش‌های آزمایشگاه فیزیک عالی ۱

1. پذیرفتاری پارامغناطیس
2. شکاف انرژی نیمه‌هادیها
3. آشنایی با پدیده‌ی فلورسانس و فسفرسانس
4. اثر زیمانِ عادی
5. آشنایی با مایکروویو
6. بررسی پیوندگاهِ p-n
7. آشنایی با آشکارسازهای نوری
8. میکروسکوپ نشر میدانی (FEM)
9. مشاهده‌ی ابررسانایی
10. آشنایی با سلول‌های خورشیدی
11. تشدید اسپین الکترون

فهرست مطالب درس مکانیک تحلیلی

1-مکانیک تحلیلی 1 (چهار واحدی)

مکانیک نیوتنی، قوانین پایستگی، سیستم ذرات، حرکت‌های نوسانی ساده نوسانی میرا و واداشته، حساب وردشی، مکانیک لاگرانژی، مختصات تعمیم یافته، قید و نیروهای قیدی، تقارن در مکانیک لاگرانژی، مکانیک هامیلتونی، فضای فاز و قضیه‌ی لیوویل، نیروی مرکزی، مساله‌ی کپلر

2- مکانیک تحلیلی 2 (چهار واحدی)

برخورد و سطح مقطع برخورد، نوسان‌های جفت شده، مدهای ویژه و بسامدهای ویژه، حرکت در چارچوب‌های نا لخت، دینامیک جسم صلب، معادلات اویلر، فرفره‌ی متقارن، سیستم‌های پیوسته و معادله‌ی موج، مقدمات آشوب و سیستم‌های ناخطی، دینامیک پیوستار (دینامیک شاره‌ها، دینامیک مواد دانه‌ای، دینامیک سطوح)

3- مکانیک تحلیلی 3 (چهار واحدی)

مکانیک هامیلتونی و تبدیل‌های کانونی، معادلات هامیلتون ژاکوبی،آشوب و معادلات غیر خطی، سیستم‌های دینامیکی، خمینه‌ها و مکانیک به زبان خمینه‌ها

کتاب ماریون و تورنتون برای درس‌های یک و دو مناسب است. برای درس سوم از کتاب‌های پیشرفته‌تری مثل گلداشتان رزبند و ... می‌توان استفاده کرد.

فهرست مطالب درس مکانیک کوانتومی

1- مکانیک کوانتومی 1 : (چهار واحدی)

مروری بر مکانیک کلاسیک ؛پیدایش مکانیک کوانتومی؛ اصول موضوع ؛معادله شرودینگر؛ پتانسیل های ساده در یک بعد؛ نوسانگر هارمونیک ؛ اتم هیدروژن؛ تقارن در مکانیک کوانتومی؛ تقارن دورانی در دو و سه بعد و تکانه زاویه ای ، اسپین ، جمع تکانه زاویه ای.

2- مکانیک کوانتومی 2 : (چهار واحدی)

روش های تقریبی در مکانیک کوانتومی (اختلال مستقل از زمان، روش وردشی) ؛ اثرات اختلالی در اتم هیدروژن (اثرات نسبیتی ، شکافت ریز و شکافت فوق ریز)؛ ذرات یکسان؛ اتم هلیوم؛ اتم های چندالکترونی و جدول تناوبی ؛ ساختمان مولکولها؛ اختلال وابسته به زمان؛ تابش ؛ پراکندگی در سه بعد؛ صورت بندی انتگرال مسیر.

3- مکانیک کوانتومی 3 : (چهار واحدی)

کاربرد مکانیک کوانتومی برای توصیف پدیده هایی در جامدات، هسته ها و ذرات؛ نمایش انتگرالی از معادله شرودینگر(تابع گرین – معادله لیپمن شوینگر)، مباحث پیشرفته در پراکندگی (بسط امواج جزیی، تشدید)، سیستم های بس ذ ره ای (روش توماس فرمی، روش تابعی چگالی) ؛ مکانیک کوانتومی نسبیتی، سیستم های بس ذره ای و کوانتش دوم.

فهرست مطالب درس مکانیک آماری

1-مکانیک آماری 1 (چهار واحدی)

ترمودینامیک، تعادل گرمایی، کمیت‌های ترمودینامیکی، قوانین ترمودینامیکی، چرخه‌های ترمودینامیکی، سیستم‌های گازی و مغناطیسی، گذر فازها، تعاریف ابتدایی احتمالات، ولگشت و قضیه‌ی حد مرکزی، نظریه‌ی جنبشی گازها، و مسایل مربوط به آن.

2- مکانیک آماری 2(چهار واحدی)

فرضیات اولیه (احتمالات، قضیه‌ی ارگودیک و انتروپی از دیدگاه آماری و نظریه‌ی اطلاعات)، آنسامبل قانونی کوچک و قانونی آنسامبل قانونی بزرگ و کاربردها، معرفی برخی مسایل برهمکنش‌دار مانند گاز واندروالس، مدل آیزینگ (یک و دو بعدی) مدل XY رشته‌های پروتیینی و، گاز کوانتومی فرمیونی، گاز کوانتومی بوزونی، چگالش بوز-اینشتین، مختصری در استفاده‌ی ابزارهای آماری در مسایل نو، فیزیک دماهای پایین، پدیده‌های ترابرد.

3- مکانیک آماری 3 (چهار واحدی)

مروری کوتاه بر مکانیک آماری استاندارد، سیستم‌های برهمکنشی و بسط خوشه‌ای، نظریه‌ی میدان میانگین و نظریه‌ی لانداوو-گینزبورگ، مقدمات پدیده‌های بحرانی، شبیه‌سازی در مکانیک آماری، نظریه پاسخ خطی، مدل‌های حل‌پذیر، سیستم‌های دور از تعادل، سیستم‌های بی‌نظم، بسپارها و غشاها. قضیه‌ی افت و خیز تلف.

برای درس اول کتاب‌های استاندارد ترمودینامیک مناسب است. برای درس دوم کتابی مثل رایف (به علاوه‌ی تعدادی مرجع برای مباحث مدرن‌تر) مناسب است. برای درس سوم کتاب پلیشکه معرفی می‌شود.

فهرست مطالب درس الکترومغناطیس

1-الکترومغناطیس 1: (چهار واحدی)

الکترواستاتیک (معادله‌ی پواسن، معادله‌ی لاپلاس و کاربردها)، روش تصویر، دستگاه رساناها، دی‌الکتریک‌ها، نظریه‌ی میکروسکوپی دی الکتریک، حریان الکتریکی، میدان مغناطیسی، خواص مغناطیسی ماده، القای الکترو مغناطیسی، انرژی الکترو مغناطیسی

2-الکترومغناطیس 2 : (چهار واحدی)

میدان‌های متغیر با زمان، معادله‌های ماکسول، قوانین پایستگی، امواج الکترومغناطیسی و انتشار موج، امواج در ناحیه‌های مرزدار، موجبرها و کاواک‌های تشدید، پاشندگی، الکترودینامیک (پتانسیل لنارد-ویشرت، میدان بار نقطه‌ای با حرکت یکنواخت و شتاب‌دار، میدان‌های تابش برای سرعت‌های کم، نسبیت خاص.

3-الکترومغناطیس 3: (چهار واحدی)

مساله‌ی مقادیر مرزی در الکترواستاتیک، سیستم‌های ساده‌ی تابش‌کننده، پراکندگی و پراش، فیزیک پلاسما، نظریه‌ی نسبیت خاص، دینامیک ذرات نسبیتی و میدان‌های الکترومغناطیسی،برخورد بین ذرات باردار، تابش ذرات متحرک.

فهرست مطالب درس ریاضی فیزیک

ریاضی فیزیک 1 : (چهار واحدی)

فضاهای برداری با بعد محدود (بردارها و تبدیلات خطی، جبرعملگرها، ماتریس ها، تجزیه طیفی عملگرها) ؛ فضاهای برداری با بعد نامحدود (فضاهای هیلبرت، توابع تعمیم یافته، چند جمله ای های متعامد کلاسیک، آنالیز فوریه) ؛ توابع مختلط (حساب دیفرانسیل مختلط، حساب باقیمانده ها، آنالیز مختلط) ؛ معادلات دیفرانسیل (جداسازی متغیرهای در دستگاه های کروی و استوانه ای ، معادلات دیفرانسیل خطی مرتبه دوم، آنالیز مختلط ومعادلات دیفرانسیل خطی مرتبه دوم ، تبدیلات انتگرالی و معادلات دیفرانسیل)

ریاضی فیزیک 2 : (چهار واحدی)

نظریه عملگرها در فضای هیلبرت (مقدمه ای بر نظریه عملگرها، معادلات انتگرال ، سیستم های اشتورم لیوویل) ؛ توابع گرین (توابع گرین در یک بعد، توابع گرین درابعاد بیشتر، صورت بندی و مثال ها) ؛ نظریه احتمالات و فرایندهای تصادفی (متغیرهای تصادفی و توابع توزیع احتمال، توابع مولد گشتاورها، توابع توزیع دوجمله ای-پواسون – گاووس، فرایندهای مارکوف ، معادله مادر و حل های حالت پایا)، نظریه گروه و جبرهای لی و نمایش های آنها (گروه های متناهی، گروه های ماتریسی و مولد های بی نهایت کوچک آنها، نمایش گروه های محدود، جبر مولد ها و مثال هایی از نمایش های آنها) مقدمه ای بر هندسه دیفرانسیل (مقدمه ای برتوپولوژی، هندسه دیفرانسیل سطوح ، مفاهیم مقدماتی در خمینه ها، میدان های برداری و فرم های دیفرانسیل ، تانسورها ، خمینه های ریمانی).

ریاضی فیزیک 3 : (چهار واحدی)

مباحث این درس انتخابی است و توسط استاد درس به عنوان موضوعات ویژه تدریس خواهدشد.

سرفصل‌های درس‌های نظریه‌ی میدان کوانتومی ۱ و ۲

توجه: این مطالب در طول ۲ نیم‌سال تدریس می‌شوند.

1. کوانتومی‌کردن میدان اسکالر

2. کوانتومی‌کردن میدان الکترومغناطیسی

3. کوانتومی‌کردن میدان دیراک

4. کوانتومی‌کردن میدان برداری با جرم غیرصفر

5. ارزش‌های انتظاری در خلاء و انتشارگرها

6. اندرکنش‌های میدان کوانتومی و بسط اختلالی

7. ماتریس S (پراکندگی) و مقطع مؤثر برخورد

8. فرمالیزم اندرکنشی دیراک (فرمالیزم LSZ)

9. دیاگرام‌های فاینمن و نمونه‌هایی از اندرکنش‌های میدان‌های کوانتومی

10. توابع گرین چندنقطه‌ای

11. بازبهنجارش

12. الکترودینامیک کوانتومی

13. اثر کامپتون

14. نابودی جفت

15. تصحیحات تابشی

16. مسئله‌ی مادون قرمز

17. کوانتومی‌کردن با استفاده از روش انتگرال مسیری

18. سیستم‌های مقید

19. کنش و پتانسیل مؤثر

20. میدان‌های غیرآبلی پیمانه‌ای و تقارن BRST

21. مدل گلاشو، واینبرگ، و سلام

22. کرومودینامیک کوانتومی

23. بازبهنجارش کرمودینامیک کوانتومی

24.گروه بازبهنجارش

25.محاسبه‌ی تابع beta در مرتبه‌ی تک‌حلقه برای الکترودینامیک کوانتومی و کرومودینامیک کوانتومی

26.محاسبه‌ی تابع beta با استفاده روش میدان زمینه

27.بسط ضرب عملگرها

28.شکست خودبه‌خودی تقارن و مکانیزم هیگز

29.ناهنجاری‌های کوانتومی

30.حل‌های غیرنقطه‌ای نظریه‌ی میدان (تک‌قطبی مغناطیسی، اینستنتون‌ها، سالیتون‌ها)

سرفصل‌های درس‌های ذرات بنیادی پیشرفته ۱ و ۲

توجه: این مطالب در طول ۲ نیم‌سال تدریس می‌شوند.

1. تقارن‌های ذرات بنیادی

2. تقارن‌های هندسی و تقارن‌های C، P، و T و کاربردها و نقص‌های آن‌ها

3. قضیه‌ی CPT

4. تقارن‌های داخلی SU(2) و SU(3)

5. مدل کوارک، طعم و رنگ

6. تقارن‌های پیمانه‌ای

7. شکست خودبه‌خودی تقارن

8. مدل استاندارد اندرکنش‌های ضعیف و الکترومغناطیسی

9. کرومودینامیک کوانتومی (QCD) و کاربردهای آن در توضیح پراکندگی و واپاشی‌ها

10. مدل پارتون

11. نظریه‌ی وحدت بزرگ در چارچوب تقارن‌های پیمانه‌ای

12. نوسان نوترینوها

13. مسئله‌ی تک‌قطبی مغناطیسی و موجودات توپولوژیک

سرفصل‌های درس ماده چگال ۱

1. تعیین ساختارهای بلوری توسط پراش پرتو ایکس، الکترون، نوترون، و ...
2. روش‌های مطالعه‌ی سطوح و فصل مشترک مواد
3. آلیاژها، بلورهای مایع، و شبه‌بلورها
4. حل معادله‌ی شرودینگر برای یک بلور و قضیه‌ی بلاخ
5. نظریه‌ی تقریباً آزاد الکترونی و بستگی قوی
6. برهم‌کنش الکترون-الکترون
7. محاسبات ساختار نواری
8. خواص مکانیکی مواد و الاستیسیته
9. روش‌های محاسبه و اندازه‌گیری فونون‌ها
10. مکانیک شاره‌ها و ابرشاره‌ها

سرفصل‌های درس ماده چگال ۲

1. حل معادلات دینامیکی الکترون‌های بلاخ در میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی
2. نظریه‌ی مایع فرمی
3. محاسبه‌ی خواص ترابردی مواد با معادلات بولتزمن
4. نظریه‌های میکروسکوپی رسانش الکتریکی
5. محاسبه‌ی خواص نوری مواد
6. خواص نوری نیمه‌رساناها و عایق‌ها (اکسیتون، پلارون، پلاریتون، و ...)
7. خواص نوری فلزات (پلاسمون، پراکندگی رامان، و گسیل فوتونی)
8. نظریه‌های خواص مغناطیسی ماده و نظم مغناطیسی در مواد
9. خواص مغناطیسی یون‌ها و الکترون‌ها
10. برهم‌کنش‌های ممان‌های مغناطیسی و گذارفازهای مغناطیسی
11. ابررسانایی و نظریه‌ی میکروسکوپی آن

سرفصل‌های درس فیزیک بس‌ذره‌ای

1. گاز الکترونی سه‌بعدی
2. نظریه‌ی پاسخ خطی و تعمیم آن
3. چاه‌ها، سیم‌ها، و نقطه‌های کوانتومی
4. سیستم‌های الکترونی با بعد کمتر از ۳
5. سیستم‌های قوی همبسته‌ی الکترونی
6. اثر کاندو
7. الگوی ناخالص اندرسون
8. الگوی هابارد
9. نظریه‌ی تابعی چگالی
10. نظریه‌ی میدان متوسط دینامیکی DMFT
11. نظریه‌ی مایع فرمی_لاندائو
12. نظریه‌ی مایعات غیرفرمی
13. تکنیک‌های غیراختلالی
14. بوزونیزاسیون، مدل‌های تاموناگا و لاتینجر
15. ابررساناهای متعارف، نظریه‌ی BCS
16. ابررساناهای دمای بالا
17. ابرشارگی، He3، و He4
18. نظریه‌ی لاندائو_گینزبورگ
19. کاربرد DMFT
20. نقش برهم‌کنش‌های الکترون_فونون
21. کاربرد نظریه‌های غیراختلالی
22. کاربرد جایگزیدگی و بی‌نظمی

سرفصل‌های درس‌های کیهان‌شناسی ۱ و ۲

1. کیهان‌شناسی رصدی

2. کهکشان‌ها و انواع آن‌ها

3. چشمه‌های رادیویی و کوازارها

4. مجموعه‌ها و ابَرمجموعه‌های کهکشانی

5. اصل کیهان‌شناختی

6. متریک رابرتسون–واکر

7. اندازه‌گیری فواصل جهانی

8. قانون هابل

9. ناهمسانگردی جریان هابلی

10. توزیع ماده در فواصل نزدیک

11. شمارش کهکشان‌ها و کوازارها

12. ساخت بزرگ‌مقیاس جهان

13. نسبیت عام و کیهان‌شناسی

14. معادلات میدان نسبیت عام در کیهان‌شناسی

15. مدل‌های کیهان‌شناسی و مدل‌های کیهان‌شناسی با جمله‌ی λ

16. مدل‌های فریدمانی

17. مدل استاندارد و مشکلات بنیادی آن

18. نظریه‌ی حالت پایدار

19. فرضیه‌ی اعداد بزرگ

20. تکوین کهکشان‌ها

21. جرم جینز در جهان در حال انبساط

22. رشد ساختارها در دوران پس از ترکیب

23.نظریه‌های جدید تکوین کهکشان‌ها

24.بقایای انفجار بزرگ

25.جهان آغازین و ترمودینامیک آن

26.نوترینوهای اولیه

27.نسبت تعداد نوترون‌ها به پروتون‌ها

28.سنتز هلیوم وهسته‌های دیگر

29.اشعه‌ی زمینی کیهانی

30.کیهان‌شناسی و ذرات بنیادی

31.نظریه‌های وحدت بزرگ و اهمیت آن‌ها در کیهان‌شناسی

32.مدل تورمی جهان آغازین و حل مشکلات بنیادی مدل استاندارد

33.افت‌وخیز چگالی در جهان تورمی و مسئله‌ی ساخت بزرگ

34.مقیاس عالم

35.تحولات جدید

سرفصل‌های درس نظریه‌ی میدان آماری

1. مقدمه‌ای بر پدیده‌های بحرانی
2. نظریه‌ی لاندائو
3. گروه بازبهنجارش
4. بسط اختلالی و گراف‌های فاینمن
5. بازبهنجارش
6. معادلات Callan–Symanzik
7. انتگرال مسیر در نظریه‌ی کوانتومی و مکانیک آماری
8. کوانتش میدان اسکالر
9. توابع گرین و ماتریس S
10. نظریه‌های پیمانه‌ای یا نظریه‌ی میدان همدیس

سرفصل‌های درس اپتیک کوانتومی ۱

مقطع: دکتری

تعداد واحد: ۴

1. تئوری کوانتومی تشعشع
2. حالت‌های همدوس و فشرده‌ی تشعشع
3. تئوری توزیع کوانتومی
4. اینترفرومتری فوتون–فوتون و میدان–میدان
5. تئوری کوانتومی برهم‌کنش اتم–میدان
6. لیزرهای بدون وارونگی و همدوسی اتمی
7. تئوری کوانتومی واهلش تشعشع
8. تئوری کوانتومی لیزر
9. دوپایداری اپتیکی
10. ترکیب سه و یا چهار موج (رامان اسپکتروسکوپی)
11. اتم–اپتیک
12. فلورسانس تشدیدی
13. Quantum theory of radiation
14. Coherent and squeezed states of the radiation field
15. Quantum distribution theory
16. Field-field and photon-photon interferometry
17. Quantum theory of atom-field interaction
18. Lasing without inversion and atomic coherence and interference
19. Quantum theory of radiation damping
20. Quantum theory of laser
21. Resonance fluorescence
22. Atom optics
23. Optical bistability

Three- or four-wave mixing .24

مراجع اصلی:

1. Quantum Optic (Marlan O. Scully and M. Suhail Zubairy)

2. Elements of Quantum Optics (Meystre and Sargent)

سرفصل‌های درس اپتیک کوانتومی ۲

مقطع: دکتری

تعداد واحد: ۴

اهداف:

درس‌های پیش‌نیاز:

سرفصل‌ها:

1.

2. Paraxial Quantum Optics
3. Linear Optical Device
4. Experiments in Linear Optics
5. Nonlinear Quantum Optics
6. Photons Detection
7. Quantum Noise and Dissipation
8. The Master equation
9. Quantum Optomechanical System
10. Entangled States in Quantum Optics

مراجع اصلی:

1. Quantum Optics, by Garrison and Knight
2. Cavity Quantum Electrodynamics, by Dutra

مراجع کمکی:

سرفصل‌های درس لیزر پیشرفته

تشعشع اتمی شامل معادلات rate و line shape

نوسانگر و تقویت‌کننده‌های لیزر شامل اشباع تقویت

ویژگی‌های کلی لیزر شامل راندمان‌های لیزر اثرات ترانزیت شامل سوئیچ، تقویت سوئیچ Q، قفل مد، و اثرات پاشندگی

عنوان‌های پیشرفته در الکترومغناطیس لیزر شامل مدهای ناپایدار

تئوری کوانتومی لیزر شامل اندرکنش لیزر با ماده

ترازهای لیزرهای مولکولی و معرفی لیزرهای انتقال الکترونی

مقدمه‌ای بر chirp pulse amplification و نوسانگرها و تقویت‌کننده‌های CPA فمتوثانیه

شکل‌دهی پالس‌های لیزرهای کوتاه pulse shaping

معرفی optical frequency comb

منابع بسیار همدوس برای طیف‌نگاری اتمی و attophysics

اندازه‌گیری پالس‌های بسیار کوتاه و auto collection

سرفصل‌های درس نظریه‌ی اطلاعات کوانتومی

عنوان درس (انگلیسی):

مقطع: دکتری

تعداد واحد: ۴

اهداف:

درس‌های پیش نیاز:

سرفصل‌ها:

1. نظریه‌ی اطلاعات کلاسیک
2. کدگذاری بدون نوفه
3. کدگذاری در حضور نوفه
4. نظریه‌ی اطلاعات کوانتومی
5. تصحیح خطاهای کوانتومی
6. کانال‌های کوانتومی
7. درهم‌تنیدگی و اندازه‌های آن
8. درهم‌تنیدگی حالت‌های خالص
9. درهم‌تنیدگی حالت‌های آمیخته
10. درهم‌تنیدگی حالت‌های پیوسته

مراجع اصلی:

1. M. A. Nielsen and I. L. Chaung, *Quantum Computation and Quantum Information* (Cambridge University Press, Cambridge, 2000)
2. J. Preskill, *Lecture Notes on Quantum Computation and Quantum Information*, http://www.theory.caltech.edu/people/preskill/ph229

مراجع کمکی:

سرفصل‌های درس مقولات ویژه در سیستم‌های کوانتومی باز

عنوان درس (انگلیسی): Open Quantum System

مقطع: مشترک

تعداد واحد: ۴

اهداف:

با پیشرفت نظریه‌ی اطلاعات کوانتومی و رایانش کوانتومی (quantum information and quantum computation) این پرسش جدی مطرح شده است که چگونه می‌توان اطلاعات کوانتومی و در مقیاس بزرگتر سیستم‌های کوانتومی را از آثار مخرب محیطی و اتلاف مصون کرد. چنین مسئله‌ای نمودِ این واقعیت است که سیستم‌های کوانتومی در حال برهم‌کنش با محیط پیرامون خود هستند و از این رو «باز» تلقی می‌شوند. بررسی آثار "وادوسی" (decoherence) – آثار نامطلوب محیطی – روی سیستم‌های کوانتومی و یافتن روش‌هایی برای مقابله یا کم‌کردن اثر آن نیاز به دانستن دینامیک سیستم‌های باز و فرآیندهای کوانتومی (open quantum system/processes) دارد. نظریه‌های واجفتیدگی دینامیکی (dynamical decoherence)، زیرفضاهای بی‌وادوسی (decoherence-free subspace)، تصحیح خطای کوانتومی (quantum error Correction) و به‌طور کلی‌تر روش‌های مقاوم در برابر خطا (fault-tolerant) و نیز نظریه‌ی کنترلِ تطبیقیِ سیستم‌های باز (adaptive control) نمونه‌هایی از روش‌هایی هستند که از مطالعه سیستم‌های باز برخاسته‌اند.

فرض بر این است که آن دسته از دانشجویان تحصیلات تکمیلی که علاقه‌مند به فعالیت در گروه اطلاعات کوانتومی هستند، پیش‌تر در یکی از درس های «نظریه اطلاعات کوانتومی» و «محاسبات کوانتومی» موضوعات عمده و استاندارد مربوطه را فرامی‌گیرند. بخشی از فعالیت‌های تحقیقاتی گروه اطلاعات کوانتومی بر روی شناسایی، تشخیص، و کنترل سیستم‌های کوانتومی باز متمرکز است، مانند توموگرافی کوانتومی (quantum tomography)، کنترل کوانتومی و کانال‌های کوانتومی. آن دسته از دانشجویان گروه اطلاعات کوانتومی که روی یکی از موضوعات مذکور فعالیت می‌کنند، در حین کارِ پژوهشی با جنبه‌هایی از سیستم‌های کوانتومی باز آشنا می‌شوند. علاوه بر آن، با توجه به اهمیت اساسی موضوع «سیستم‌های کوانتومی باز« در بخش‌های مختلف فیزیک، مانند مکانیک آماری، فیزیک ماده چگال، و اطلاعات کوانتومی، کمبود آموزش سیستماتیک در این مبحث مشهود است. در واقع انتظار می‌رود که با ارائه‌ی چنین آموزشی فرصت‌های پژوهشی متنوع در موضوع‌های میان‌رشته ای از نوع بالا ایجاد شود.

با توجه به موارد بالا و نیز این‌که ما (علی رضاخانی و لاله معمارزاده) دارای تجربه‌ی پژوهشی روی موضوعات مربوط به سیستم‌های کوانتومی باز هستیم، ارائه‌ی یک درس جدید در دوره‌ی تحصیلات تکمیلی (به‌ویژه دکتری) با عنوان «نظریه‌ی سیستم‌های کوانتومی باز» را پیشنهاد می‌دهیم.

درس‌های پیش‌نیاز:

سرفصل‌ها:

1. احتمالات کلاسیک و کوانتومی
2. معادله‌ی تحول سیستم های کوانتومی باز: (الف: وادوسی – ب: فرآیندهای مارکوف)
3. فرآیندهای تصادفی در فضای هیلبرت

4. فرآیندهای کوانتومی غیرمارکوفی

مراجع اصلی:

1. H.-P. Breuer and F. Petruccione, *Theory of Open Quantum Systems* (Oxford University Press, Oxford, 2002)
2. Alicki and M. Fannes, *Quantum Dynamical System* (Oxford University Press, Oxford, 2001)
3. Alicki and K. Lendi, *Quantum Dynamical Semigroups and Applications* (Springer, Berlin, 1987)
4. B. Fain, *Irreversibilities in Quantum Mechanics* (Kluwer Academic Publishers, New York, 2002)
5. R. Haag, *Local Quantum Physics: Fields, Particles, Algebras* (Springer, Berlin, 1996)
6. U. Weiss, *Quantum Dissipative Systems* (World Scientific, Singapore, 1999)
7. B. Davies, Q*uantum Theory of Open Systems* (Academic Press, London, 1976)
8. C. W. Gardiner and P. Zoller, *Quantum Noise* (Springer, Berlin, 2000)
9. J. Gemmer, M. Michel, and G. Mahler, *Quantum Thermodynamics* (Springer, Berlin, 2004)

مراجع کمکی:

سرفصل‌های درس مقولات ویژه در مخابرات کوانتومی

عنوان درس (انگلیسی):

مقطع: دکتری

تعداد واحد: ۴

اهداف:

درس‌های پیش‌نیاز:

سرفصل‌ها:

1. مروری کوتاه بر مخابرات کلاسیک
2. پروتکل‌های رمزنگاری کوانتومی
3. رمزنگاری با استفاده از حالت‌های گسسته
4. رمزنگاری با استفاده از حالت‌های پیوسته
5. مولد نور کوانتومی به‌خصوص تک فوتون
6. آشکارسازهای تک‌فوتونی
7. آشکارسازهای هترودین
8. خطوط انتقال کوانتومی
9. حمله‌ها به خطوط کوانتومی
10. معرفی ادوات نوری و تاثیر آن‌ها برای ایجاد حمله
11. چگونگی محقق‌سازی بعضی پروتکل‌ها

مراجع اصلی:

مراجع کمکی:

سرفصل‌های درس فرآیندهای سطح در جامدات

عنوان درس (انگلیسی): Solid Surface Processes

مقطع: دکتری

تعداد واحد: ۴

اهداف:

درس‌های پیش‌نیاز:

سرفصل‌ها:

1. مبانی سطح
   - ویژگی‌های سطح
   - حساسیت سطح
   - فرایند تمیزکردن سطح
2. نفوذ در سطح
   - سینتیک
   - مکانیزم
3. واکنش‌های شیمیایی در سطح
   - سینتیک
   - مکانیزم
   - مدل‌های رایج
   - سطح اکسیدهای فلزی
4. گذار فاز در دو بعد
5. جامدات متخلخل و تخلخل‌پذیری
   - روش‌های تخلخل‌سازی
   - جذب روی سطوح جامدات متخلخل
6. تنش در سطح و فصل مشترک‌ها
   - تحلیل فرآیند

- روش‌های اندازه‌گیری
- مدل‌های رایج
- بررسی چند مثال

7. بهبود خواص سطح (الکتریکی، اپتیکی، و مکانیکی)
   - پلاسما
   - باریکه‌ی یونی
   - لیزر
   - روش‌های سخت‌کردن سطوح
8. فرآیند الکتروکرومیک
   - تحلیل فرآیند
   - مواد مناسب
   - روش‌های اندازه‌گیری
   - کاربردها
9. فرآیند پلاسمای سرد
10. ذوب سطحی
    - تحلیل فرآیند
    - بررسی چند مثال
11. کاربرد فرآیندهای سطح
    - واکنش‌های کاتالیستی
    - سنسور گازی
    - سلول خورشیدی
    - پوشش‌های کربنی (DLC)
    - پوشش‌های الکتروشیمیایی

مراجع اصلی:

1. M. Ohring, *Reliability and Failure of Electric Materials and Devices* (Academic Press, 1998).

2. L. B. Freund and S. Suresh, *Thin Film Materials: Stress, Defect Formation and Surface Evolution* (Cambridge University Press, 2003).

3. R. I. Masel, *Principles of Adsorption and Reaction on Solid Surface* (1996).

4. G. A. Somorjai, *Chemistry in Two Dimensions: Surfaces* (Cornell University Press, Ithaca, 1981).

5. G. A. Somorua, *Introduction to Surface Chemistry and Catalysis* (Wiley, 1994)

6. J. A. Venables, *Introduction to Surface and Thin Film Processes* (Cambridge University Press, 2000).

7. K. Kolasinksi, *Surface Science: Foundation of Catalysis and Nano Science* (Wiley).

مراجع کمکی: