



جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

مشخصات کلی، برنامه و سرفصل دروس

دوره کارشناسی مهندسی هسته ای

گروه فنی و مهندسی



مصوب ششصد و نود و دومین جلسه شورای برنامه ریزی آموزش عالی

مورخ ۱۳۸۷/۷/۴

بسم الله الرحمن الرحيم

برنامه آموزشی دوره کارشناسی مهندسی هسته ای

| | |
|-----------------------|---------------|
| گروه : فنی و مهندسی | کمیته تخصصی : |
| رشته : مهندسی هسته ای | گرایش : |
| دوره : کارشناسی | کد رشته : |

شورای برنامه ریزی آموزش عالی در ششصد و نود و دومین جلسه مورخ ۸۷/۷/۶ بر اساس طرح دوره کارشناسی مهندسی هسته ای که توسط گروه فنی و مهندسی تهیه شده و به تایید رسیده است ، برنامه آموزشی این دوره را در سه فصل (مشخصات کلی ، برنامه و سرفصل دروس) به شرح پیوست تصویب کرده و مقرر می دارد:

ماده ۱) برنامه آموزشی دوره کارشناسی مهندسی هسته ای از تاریخ تصویب برای کلیه دانشگاهها و موسسات آموزش عالی کشور که مشخصات زیر را دارند، لازم الاجرا است.

الف : دانشگاهها و موسسات آموزش عالی که زیر نظر وزارت علوم ، تحقیقات و فناوری اداره می شوند.

ب : موسساتی که با اجازه رسمی وزارت علوم ، تحقیقات و فناوری و بر اساس قوانین تاسیس می شوند و بنا بر این تابع مصوبات شورای گسترش آموزش می باشند.

ج : موسسات آموزش عالی دیگر که مطابق قوانین خاص تشکیل می شوند و باید تابع ضوابط دانشگاهی جمهوری اسلامی ایران باشند.

ماده ۲) این برنامه از تاریخ ۸۷/۷/۶ برای دانشجویانی که از این تاریخ به بعد وارد دانشگاه می شوند لازم الاجرا است.

ماده ۳) مشخصات کلی ، برنامه درسی و سرفصل دروس دوره کارشناسی مهندسی هسته ای در سه فصل مشخصات کلی ، برنامه و سرفصل دروس برای اجرا به معاونت آموزشی وزارت علوم ، تحقیقات و فناوری ابلاغ می شود.



رای صادره ششصد و نود و دومین جلسه شورای برنامه ریزی آموزش عالی

مورخ ۸۷/۷/۶

درخصوص برنامه آموزشی کارشناسی ناپیوسته مدیریت صنعتی

- (۱) برنامه آموزشی دوره کارشناسی مهندسی هسته ای که از طرف گروه فنی و مهندسی پیشنهاد شده بود، با اکثریت آراء به تصویب رسید.
- (۲) این برنامه از تاریخ تصویب به مدت پنج سال قابل اجرا است و پس از آن نیازمند بازنگری است.

رای صادره ششصد و نود و دومین جلسه شورای برنامه ریزی آموزش عالی مورخ ۸۷/۷/۶ در مورد برنامه آموزشی دوره کارشناسی مهندسی هسته ای صحیح است و به مورد اجرا گذاشته شود.



محمد مهدی زاهدی
وزیر علوم، تحقیقات و فناوری

رجبعلی یزدانی
دبیر شورای گسترش و برنامه ریزی آموزش عالی

مشخصات کلی برنامه و سرفصل دروس دوره کارشناسی مهندسی هسته ای

گروه مهندسی هسته ای

| | |
|----------------------------|----------|
| تعداد واحدهای دروس عمومی | ۲۴ واحد |
| تعداد واحدهای دروس پایه | ۲۴ واحد |
| تعداد واحدهای دروس اصلی | ۴۹ واحد |
| تعداد واحدهای دروس تخصصی | ۳۶ واحد |
| تعداد واحدهای دروس اختیاری | ۱۹ واحد |
| تعداد کل واحدها | ۱۵۲ واحد |

ارایه کلاس حل تمرین برای دروس زیر الزامی است :

- ریاضی ۱ و ۲
- فیزیک هسته ای ۱ و ۲
- فیزیک عمومی ۱ و ۲
- الکترومغناطیس ۱
- الکترونیک ۱
- ریاضیات مهندسی
- معادلات دیفرانسیل



به نام خدا

گزارش توجیهی برای ایجاد رشته مهندسی هسته ای (مقطع کارشناسی)

۱- عنوان و مقطع رشته، تعریف، مشخصات کلی و جایگاه آن :

عنوان رشته : مهندسی هسته ای

مقطع: کارشناسی

تعریف: " مهندسی هسته ای عبارتست از دانش فرآیند های هسته ای و کاربرد آنها در گسترش تکنولوژیهای گوناگون و تولید برق هسته ای".

این دانش در زمینه های گوناگونی چون طراحی ، راه اندازی و نگهداری نیروگاه های هسته ای، تشخیص ها و درمان های پزشکی (مهندسی پزشکی هسته ای)، تحقیقات در زمینه ی شتاب دهنده ها ، لیزر ، فوق هادیها و... کاربرد دارد.

امروزه استفاده از انرژی شکافت هسته ای در نیروگاه های هسته ای برای تولید الکتریسته یکی از کاربردهای اصلی انرژی هسته ای می باشد. این انرژی عظیم ناشی از شکافت هسته ای همچنین می تواند بعنوان منبع قدرت سفینه های فضایی و زیر دریائیهامورد استفاده قرار گیرد، و در آینده ای نه چندان دور می توان امیدوار به داشتن نیروگاه هایی بر مبنای جوش هسته ای بود، که در این صورت مسئله بحران انرژی برای همیشه در جهان حل خواهد شد.

بنابراین، اولین تخصص مهندسان هسته ای طراحی و گسترش راکتورهای شکافتی پیشرفته ، تحقیقات بنیادی در گسترش و تعمیق استفاده از انرژی همجوشی ، گسترش انرژی هسته ای هم در زمینه تئوری و هم کاربردی برای پسمانداری زباله های رادیواکتیو، مدیریت مواد هسته ای ،تولید رادیو ایزوتوپها برای کاربردهای پزشکی و دیگر کاربردهای صنعتی، با تاکید بر افزایش رفاه بشریت در حال حاضر و حفظ بهتر محیط زیست برای آیندگان است.

رشته مهندسی هسته ای در گروه فنی و مهندسی جای دارد.



۲- اهداف راه اندازی مقطع کارشناسی مهندسی هسته ای

هدف از ایجاد رشته مهندسی هسته ای عبارتست از آماده سازی فارغ التحصیلان دانشگاهی که علاوه بر آن که به عنوان یک مهندس با تکنولوژی روز آشنا بوده و قدرت طراحی و بهینه سازی سیستم ها و نیز راه اندازی و نگهداری آنها را دارند، با علوم و تکنولوژی هسته ای آشنا بوده و قادرند با مواد و تشعشعات رادیو

اکتیو به صورت صحیح و بی خطر کار کرده و در جابجایی آنها و نگهداری و محافظت پرسنل در مقابل پرتوها کارآمد می باشد.

۳- مشکلات کشور که با ایجاد رشته ی مهندسی هسته ای حل می شوند چیستند؟

یکی از آشناترین و گسترده ترین کاربردهای مهندسی هسته ای، تولید الکتریسیته توسط نیروهای هسته ای نهفته در عناصر سنگین چون اورانیوم است. در برخی کشورها بیش از 80٪ برق تولیدی آن از نیروگاههای هسته ای تامین می گردد، با توجه به تجدید ناپذیر بودن سوختهای فسیلی و نگرانیهایی که در مورد پایان ذخیره های سوخت فسیلی وجود دارد و افزایش روز افزون قیمت آن و نیز با توجه به ارزشمند بودن این سرمایه های گرانبها و کاربردهای آن در صنایعی چون پتروشیمی، لازم است نسبت به دیگر گزینه های تولید انرژی بطور جدی اندیشیده شود.

همچنین گسترش روز افزون پزشکی هسته ای در ابعاد گوناگون، نیاز بیشتری به کارشناسان و پرتوکاران متخصص و کار ازموده را ایجاد می کند. یکی دیگر از کاربردهای انرژی هسته ای که در کشور ما به صورت تحقیقاتی قدمت زیادی دارد کشاورزی هسته ای است. با توجه به نقش و اهمیت کشاورزی در سرزمین حاصلخیز ایران می توان از کارشناسان این رشته در جهت بهبود کیفیت محصولات کشاورزی و مبارزه با آفات بهره جست.

۴- اهمیت و ضرورت رشته ی مهندسی هسته ای:

یکی از کاربرد های انرژی هسته ای ، استفاده از آن در راستای تولید انرژی برق است. در کشور ایران، در سالهای اخیر مطالعات و تصمیم گیریهایی در سطح کلان صورت گرفته است. از آن جمله می توان به مصوبه اخیر مجلس شورای اسلامی در راستای تصویب بیست هزار مگاوات برق هسته ای ظرف برنامه بیست ساله آینده اشاره نمود، اجرای این برنامه مستلزم تربیت نیروی انسانی قوی و متخصص به تعداد فراوان در زمینه انرژی هسته ای می باشد، زیرا انرژی هسته ای هیچگونه آثار سوء زیانباری که منجر به اثر گلخانه ای و تخریب محیط زیست می گردد، نداشته و یک ضرورت دنیای فردای ایران اسلامی است.



۵- توانایی دانش آموختگان رشته مهندسی هسته ای و مراکز جذب آنان:

در رابطه با آینده شغلی فارغ التحصیلان میتوان گفت: فارغ التحصیلان این رشته را میتوان در سایتهای هسته ای کشور، در نیروگاههای هسته ای ، در مراکز پزشکی هسته ای و موسسات تحقیقاتی دولتی و خصوصی به کار گرفت.

همچنین در مراکز هسته ای صنعتی مانند رادیوگرافی صنعتی و نیز شرکت هایی که وارد کننده ی تجهیزات هسته ای جهت سایتهای تحقیقاتی و آزمایشگاهها هستند، می توانند مشغول به کار گردند. حفاظت پرسنل در مقابل تشعشعات هسته ای و ساخت و تولید آشکار سازها و دزیمترها و اندازه گیری پرتوهای رادیواکتیو از دیگر وظایفی است که فارغ التحصیلان می توانند از عهده آن برآیند در صورت ادامه تحصیل تا مقاطع بالاتر نیز می توان از خدمات آنها در زمینه آموزشی بهره مند گردید.

۷- ارتباط رشته ی مهندسی هسته ای با دیگر رشته های موجود:

دانش آموختگان رشته مهندسی هسته ای مانند اغلب مهندسان از دانش ریاضی، فیزیک و کامپیوتر قوی برخوردار خواهند بود. آنان همچنین با نگرش قوی مهندسی به معضلات کشور خواهند نگریست و در جهت حل آن ها می کوشند. به آنان دیدگاه عمیق فیزیکی از پدیده های هسته ای داده خواهد شد. و نهایتاً مانند یک مهندس برق نیروگاه می سازند و مانند یک مهندس مکانیک مسایل ترموهیدرولیکی نیروگاه را بررسی میکنند.

۸- سابقه ی رشته ی مهندسی هسته ای در ایران و سایر کشور های جهان:

مقاطع تحصیلات تکمیلی این رشته در دانشگاه های صنعتی شریف، دانشگاه پلی تکنیک (صنعتی امیر کبیر)، دانشگاه شهید بهشتی در تهران و نیز دانشگاه شیراز و واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد در بیش از پانزده سال اخیر ارائه گردیده است.

در دانشگاه های خارج از کشور دو دانشگاه معتبر و برتر جهان به نام دانشگاه برکلی و دانشگاه MIT رشته مهندسی هسته ای را علاوه بر مقاطع کارشناسی ارشد و دکتری در مقطع کارشناسی در سه گرایش، مهندسی پرتو پزشکی، مهندسی راکتور و مهندسی پسماندازی هسته ای ارائه می دهند و در تعداد زیادی دانشگاه دیگر مقاطع کارشناسی ارشد، دکتری تخصصی و پست دکتری رشته مهندسی هسته ای ارائه می گردد.

۹- استادان رشته ی مهندسی هسته ای:

استادانی که مقطع کارشناسی مهندسی هسته ای را ارائه می کنند همان استادان مقاطع کارشناسی ارشد و دکتری این رشته هستند. امکان استفاده از اساتید مدعو هیئت علمی سازمان انرژی اتمی ایران نیز مهیا است.



۱۰-زمینه ی اجرایی رشته :

از نظر عملی رشته مهندسی نیاز به آزمایشگاهها و کارگاههای متعددی دارد که از آن جمله می توان به آزمایشگاههای فیزیک 1 و 2، شیمی و شیمی آلی، مکانیک سیالات و انتقال حرارت و آزمایشگاه تخصصی هسته ای و آزمایشگاه دزیمتری و آشکار سازی دارد. همچنین تجهیز کتابخانه وسایت کامپیوتری نیز ضروری می باشد. این امکانات در بسیاری از دانشگاه های کشور و مراکز تحقیقاتی هسته ای وابسته به سازمان انرژی هسته ای ایران هم اکنون مهیا است.

۱۱-قابلیت ها، مهارت ها و نقش دانش آموختگان رشته ی مهندسی هسته ای:

گسترش ایمن و اقتصادی نیروگاههای هسته ای، طراحی، ساخت و بهره برداری از نیروگاه های هسته ای و کار در نیروگاه های هسته ای از جمله نیروگاه در دست احداث بوشهر، از جمله اولین وظایف و مراکز جذب مهندسین هسته ای است. زمینه کاری دیگر آن ها فراوری سوختهای هسته ای از استخراج تخلیص، غنی سازی و آماده سازی میله های سوخت گرفته تا پسمانداری و نگهداری سوختهای مصرف شده و جابجایی کلیه مواد و تجهیزات رادیواکتیو می باشد.

همچنین مهندسین هسته ای در زمینه تحقیقات کاربردی همچون طراحی نیروگاههای هسته ای کارآمدتر، استفاده بیشتر و بهتر از سوخت های هسته ای مانند: افزایش عمر سوخت ها، بهینه سازی ساختار آن ها و کاهش قیمت راه اندازی نیروگاه های هسته ای می توانند کار کنند. بطوریکه هدف نهایی دانشکده مهندسی هسته ای عبارتست از تبدیل نیروگاههای هسته ای به اقتصادی ترین و ایمن ترین نیروگاه ها که همچنین کمترین صدمات زیست محیطی را نیز داشته باشد.

علاوه بر تمام اینها، علوم و تکنولوژی هسته ای در گستره وسیعی از کاربرهای صنعتی، زیست محیطی، کشاورزی و می تواند در خدمت جامعه باشد، که دانشجویان مقطع کارشناسی با زمینه های اصلی آن چون تولید پرتوهای رادیواکتیو، برهم کنش پرتوها با ماده، آشکار سازی و اندازه گیری پرتوهای رادیواکتیو، طراحی سیستم های هسته ای و حفاظ سازی در مقابل تابش های رادیواکتیو آشنا خواهد شد. آنان در طی آموزشهای خود 140 واحد درسی را به صورت زیر می گذرانند:



دروس عمومی 20 واحد
دروس پایه 42 واحد
دروس اصلی 50 واحد
دروس تخصصی 36 واحد

22 واحد که دانشجو موظف است تا سقف 140 واحد درسی تعدادی از آنها را انتخاب دروس اختیاری
ماید

۱۲- نوع مدرک ورودی و ضوابط و مواد امتحانی عبارتند از :

گذراندن دوره پیش دانشگاهی در رشته ریاضی فیزیک برای ورود به دوره کارشناسی مهندسی هسته ای ضروری است .

ضریب ۴

ضریب ۴

ضریب ۳



فیزیک و مکانیک

دروس ریاضی زیر دیپلم

شیمی

ظرفیت پذیرش دانشجو ۳۰ تا ۴۰ نفر در هر سال و شروع پذیرش دانشجو مهر ماه تحصیلی ۸۵-۸۶ می باشد.

۱۳- ملاحظات زیست محیطی رشته مهندسی هسته ای:

امروزه یکی از مهم ترین دغدغه های بشر حفظ محیط زیست است و دانش هسته ای گام های بزرگی در زمینه خدمت به محیط زیست برداشته و بر میدارد. در درجه اول از آن جا که نیروگاه های هسته ای کاملاً عاری از آلاینده های محیطی چون گازهای گلخانه ای و و بوده و هیچ صدمه ای به لایه اوزون وارد نمی کنند در کانون توجه قرار گرفته اند. گسترش دانش مهندسی هسته ای با گسترش نیروگاه های هسته ای به جای نیروگاه های سوخت فسیلی کمک زیادی به حفظ محیط زیست می کند. علاوه بر آن که از سوزاندن سوخت های با ارزش فسیلی که تجدید ناپذیر هستند، نیز جلوگیری می نماید.

همچنین در مطالعات زیست محیطی مانند آنالیز عنصری آلاینده های جوی، خاکی و دریایی می توان از دانش هسته ای - مانند آنالیز فعال سازی نوترونی - استفاده کرد. هر ساله بیش از صدها مقاله و تحقیق در این زمینه به چاپ می رسد و با توجه به گستردگی سرزمین ایران نیاز به کار های بیشتری نیز احساس می شود.

۱۴- مدیریت منابع و ارتقای بهره وری

رشته مهندسی در استفاده بهینه از منابع و ارتقای بهره وری می تواند هم پا و حتی بیش از دیگر رشته های دانشگاهی موثر باشد.

با استفاده از آنالیز فعال سازی نوترونی و روش های هسته ای چون چاه پیمایی هسته ای می توان منابع ارزشمند زیر زمینی را شناسایی و کشف نمود. از آن جا که نیروی هسته ای یکی از عظیم ترین انرژی های شناخته شده را در اختیار بشر قرار داده است، می توان با مصرف مقدار ناچیزی سوخت هسته ای که از نظر حجم و وزن با سوخت هایی چون نفت و گاز و گازوئیل قابل مقایسه نیستند به همان میزان انرژی دست یافت. از طرف دیگر سوخت های هسته ای قابلیت تولید سوخت های جدید را نیز دارند که نیروگاه هایی را که در این زمینه فعالیت می کنند، نیروگاه های سریع "زاینده" می نامند.

به طور خلاصه خدمات رشته مهندسی هسته ای به افزایش بهره وری غیر قابل شمارش در این مجال اندک است.



به نام خدا

رشته کارشناسی مهندسی هسته ای

جدول شماره 1

دروس عمومی



| ردیف | نام درس | درسی که باید گذرانده شود | تعداد واحد | ساعت | | | پیش نیاز | هم نیاز |
|------|---|--------------------------|------------|------|------|-----|----------|---------|
| | | | | نظری | عملی | جمع | | |
| ۱ | اندیشه اسلامی ۱ (مبتدعومعادل) | فقط دو درس | ۲ | ۳۲ | — | ۳۲ | | |
| ۲ | اندیشه اسلامی ۲ (تبوت و امامت) | | ۲ | ۳۲ | — | ۳۲ | | |
| ۳ | انسان در اسلام | | ۲ | ۳۲ | — | ۳۲ | | |
| ۴ | حقوق اجتماعی و سیاسی در اسلام | | ۲ | ۳۲ | — | ۳۲ | | |
| ۵ | فلسفه اخلاق (باتکیه بر مباحث تربیتی) | فقط یک درس | ۲ | ۳۲ | | ۳۲ | | |
| ۶ | اخلاق اسلامی (مبانی و مفاهیم) | | ۲ | ۳۲ | | ۳۲ | | |
| ۷ | آئین زندگی (اخلاق کاربردی) | | ۲ | ۳۲ | | ۳۲ | | |
| ۸ | عرفان عملی اسلام | | ۲ | ۳۲ | | ۳۲ | | |
| ۹ | انقلاب اسلامی ایران | فقط یک درس | ۲ | ۳۲ | | ۳۲ | | |
| ۱۰ | آشنایی با قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران | | ۲ | ۳۲ | | ۳۲ | | |
| ۱۱ | اندیشه سیاسی امام خمینی (ره) | | ۲ | ۳۲ | | ۳۲ | | |
| ۱۲ | تاریخ فرهنگ و تمدن اسلامی | فقط یک درس | ۲ | ۳۲ | | ۳۲ | | |
| ۱۳ | تاریخ تحلیلی صدر اسلام | | ۲ | ۳۲ | | ۳۲ | | |
| ۱۴ | تاریخ امامت | | ۲ | ۳۲ | | ۳۲ | | |
| ۱۵ | تفسیر موضوعی قرآن | فقط یک درس | ۲ | ۳۲ | | ۳۲ | | |
| ۱۶ | تفسیر موضوعی نهج البلاغه | | ۲ | ۳۲ | | ۳۲ | | |
| ۱۷ | تنظیم خانواده | اجباری | ۲ | ۳۲ | | | | |
| ۱۸ | فارسی عمومی | اجباری | ۳ | ۴۸ | | | | |
| ۱۹ | زبان عمومی | اجباری | ۳ | ۴۸ | | | | |
| ۲۰ | تربیت بدنی ۱ | اجباری | ۱ | — | ۳۲ | ۳۲ | | |
| ۲۱ | تربیت بدنی ۲ | اجباری | ۱ | — | ۳۲ | ۳۲ | | |
| ۲۲ | آموزش قرآن | اجباری | ۱ | ۱۶ | — | ۱۶ | | |
| ۲۳ | وصایای امام (ره) | اجباری | ۱ | | | | | |
| جمع | | | ۲۴ | ۳۵۲ | ۶۴ | ۴۱۶ | | |

به نام خدا

لیست دروس کارشناسی مهندسی هسته ای (پایه، اصلی، تخصصی و اختیاری)

جدول شماره ۲: دروس پایه

| نام درس پایه | تعداد واحد | ساعت | | | پیشنیاز | همنیاز |
|-------------------------|------------|------|------|-----|---------------|---------------|
| | | نظری | عملی | جمع | | |
| ریاضی عمومی ۱ | ۳ | ۴۸ | | ۴۸ | -- | -- |
| شیمی عمومی ۱ | ۳ | ۴۸ | | ۴۸ | -- | -- |
| آزمایشگاه شیمی عمومی ۱ | ۱ | | ۳۲ | ۳۲ | -- | شیمی عمومی ۱ |
| فیزیک عمومی ۱ | ۳ | ۴۸ | | ۴۸ | -- | -- |
| آزمایشگاه فیزیک عمومی ۱ | ۱ | | ۳۲ | ۳۲ | -- | فیزیک عمومی ۱ |
| ریاضی عمومی ۲ | ۳ | ۴۸ | | ۴۸ | ریاضی عمومی ۱ | -- |
| فیزیک عمومی ۲ | ۳ | ۴۸ | | ۴۸ | فیزیک عمومی ۱ | ریاضی عمومی ۲ |
| آزمایشگاه فیزیک عمومی ۲ | ۱ | | ۳۲ | ۳۲ | -- | فیزیک عمومی ۲ |
| معادلات دیفرانسیل | ۳ | ۴۸ | | ۴۸ | -- | ریاضی عمومی ۲ |
| مبانی کامپیوتر | ۳ | ۴۸ | | ۴۸ | ریاضی عمومی ۱ | -- |
| جمع واحدهای پایه | ۲۴ | | | | | |



جدول شماره ۳: دروس اصلی



| نام دروس اصلی | تعداد واحد | ساعت | | | همینا |
|-------------------------------------|------------|------|------|-----|---|
| | | نظری | عملی | جمع | |
| نقشه کشی صنعتی | ۲ | ۱۶ | ۳۲ | ۴۸ | -- |
| مقدمه ای بر علوم و تکنولوژی هسته ای | ۲ | ۳۲ | | ۳۲ | فیزیک عمومی ۱ |
| فیزیک مدرن و کوانتم | ۳ | ۴۸ | | ۴۸ | فیزیک عمومی ۲، معادلات دیفرانسیل |
| ترمودینامیک مهندسی | ۳ | ۴۸ | | ۴۸ | فیزیک عمومی ۱ |
| مبانی مهندسی برق | ۳ | ۴۸ | | ۴۸ | فیزیک عمومی ۲، معادلات دیفرانسیل |
| آزمایشگاه مبانی مهندسی برق | ۱ | | ۳۲ | ۳۲ | آزمایشگاه فیزیک عمومی ۲، مبانی مهندسی برق |
| جبر خطی | ۳ | ۴۸ | | ۴۸ | ریاضی عمومی ۲ |
| فیزیک هسته ای ۱ | ۳ | ۴۸ | | ۴۸ | فیزیک مدرن و کوانتم |
| آزمایشگاه فیزیک هسته ای ۱ | ۱ | | ۳۲ | ۳۲ | فیزیک هسته ای ۱ |
| آزمایشگاه فیزیک مدرن و کوانتم | ۱ | | ۳۲ | ۳۲ | فیزیک مدرن و کوانتم |
| ریاضیات مهندسی | ۳ | ۴۸ | | ۴۸ | ریاضی عمومی ۲، معادلات دیفرانسیل |
| الکترو مغناطیس | ۳ | ۴۸ | | ۴۸ | فیزیک عمومی ۲، ریاضیات مهندسی |
| الکترونیک ۱ | ۳ | ۴۸ | | ۴۸ | مبانی مهندسی برق |
| آزمایشگاه الکترونیک ۱ | ۱ | | ۳۲ | ۳۲ | الکترونیک ۱ |
| مکانیک سیالات | ۳ | ۴۸ | | ۴۸ | معادلات دیفرانسیل |
| انتقال حرارت | ۳ | ۴۸ | | ۴۸ | مکانیک سیالات، ترمودینامیک |
| آزمایشگاه انتقال حرارت | ۱ | | ۳۲ | ۳۲ | انتقال حرارت |

| نام درس اصلی | تعداد واحد | ساعت | | | پیشنیاز | همنیاز |
|------------------------------|------------|------|------|-----|--------------------------------|---------------------------------|
| | | نظری | عملی | جمع | | |
| مکانیک آماری | ۳ | ۴۸ | | ۴۸ | ترمودینامیک مهندسی | -- |
| محاسبات عددی | ۲ | ۳۲ | | ۳۲ | مبانی کامپیوتر | -- |
| مقدمه ای بر علم مواد هسته ای | ۳ | ۴۸ | | ۴۸ | فیزیک عمومی ۱، ۲ شیمی عمومی | -- |
| کارآموزی | ۲ | | | | | معادل ۱۳۶ ساعت پس از ترم ششم |
| جمع واحدهای اصلی | ۴۹ | | | | | |



جدول شماره ۴: دروس تخصصی

| نام دروس تخصصی | تعداد واحد | ساعت | | | پیشنیاز | همنیاز |
|--|------------|------|------|-----|---|---|
| | | نظری | عملی | جمع | | |
| حفاظت در برابر پرتوها | ۳ | ۴۸ | | ۴۸ | فیزیک هسته ای ۱ | -- |
| زبان تخصصی | ۲ | ۳۲ | | ۳۲ | زبان عمومی | ترم پنجم یا بعد از آن |
| مقدمه ای بر تئوری راکتور های هسته ای | ۳ | ۴۸ | | ۴۸ | انتقال حرارت، فیزیک هسته ای، ریاضیات مهندسی | -- |
| آشکار سازی و سیستم های اندازه گیری هسته ای | ۳ | ۴۸ | | ۴۸ | فیزیک هسته ای ۱ و مبانی مهندسی برق | -- |
| آزمایشگاه آشکار سازی و سیستم های اندازه گیری هسته ای | ۱ | | ۳۲ | ۳۲ | -- | آشکار سازی و سیستم های اندازه گیری هسته ای |
| مواد هسته ای | ۳ | ۴۸ | | ۴۸ | مقدمه ای بر علم مواد هسته ای، تئوری راکتورهای هسته ای | -- |
| سیستم های کنترل خطی | ۳ | ۴۸ | | ۴۸ | ریاضی مهندسی، جبر خطی | -- |
| ایمنی راکتور های هسته ای | ۳ | ۴۸ | | ۴۸ | تئوری راکتور های هسته ای، مهندسی نیروگاههای هسته ای | -- |
| مهندسی نیروگاه های هسته ای | ۳ | ۴۸ | | ۴۸ | انتقال حرارت، تئوری راکتورهای هسته ای |  |
| مقدمه ای بر همجوشی کنترل شده | ۳ | ۴۸ | | ۴۸ | فیزیک مدرن و کوانتم | |

| نام درس تخصصی | تعداد واحد | ساعت | | | پیشنیاز | همنیاز |
|--------------------------------------|------------|------|------|-----|--|----------------------|
| | | نظری | عملی | جمع | | |
| آشنایی با مونت کارلو و کدهای هسته ای | ۳ | ۴۸ | | ۴۸ | مبانی کامپیوتر، فیزیک هسته ای ۱ | -- |
| جنبه های زیست محیطی علوم هسته ای | ۳ | ۴۸ | | ۴۸ | حفاظت در برابر پرتوها، تئوری راکتورهای هسته ای | -- |
| پروژه | ۳ | | | | | ترم آخر یا ما قبل آن |
| جمع واحدهای تخصصی | ۳۶ | | | | | |



جدول شماره ۵: دروس اختیاری رشته مهندسی هسته ای، گرایش: --

| نام درس اختیاری | تعداد واحد | ساعت | | | پیشنیاز | همنیاز |
|--|------------|------|------|-----|---|-----------------|
| | | نظری | عملی | جمع | | |
| شبیه سازی عددی در انتقال تابش | ۳ | ۴۸ | | ۴۸ | جبر خطی، معادلات دیفرانسیل، مبانی کامپیوتر، فیزیک هسته ای | -- |
| مقدمه ای بر رادیو ایزوتوپها و رادیو داروها | ۳ | ۴۸ | | ۴۸ | -- | فیزیک هسته ای ۱ |
| مدیریت پسمانداری هسته ای | ۳ | ۴۸ | | ۴۸ | ریاضیات مهندسی، تئوری راکتورهای هسته ای | -- |
| فیزیک هسته ای ۲ | ۳ | ۴۸ | | ۴۸ | فیزیک هسته ای ۱ | -- |
| شیمی آلی | ۳ | ۴۸ | | ۴۸ | شیمی عمومی | -- |
| آزمایشگاه شیمی آلی | ۱ | | ۳۲ | ۳۲ | آزمایشگاه شیمی عمومی ۱ | شیمی آلی |
| کار آفرینی عمومی | ۳ | ۴۸ | | ۴۸ | ترم آخر یا ما قبل آن | -- |
| جمع واحدهای اختیاری | ۱۹ | | | | | |



ریاضی عمومی 1

تعداد واحد: 3

نوع واحد: نظری

پیش نیاز: ندارد

ساعات تدریس: 48 ساعت

سرفصل دروس:

یک ساعت حل تمرین در هفته جهت درس فوق الزامی است



مختصات دکارتی ، مختصات قطبی ، اعداد مختلط ، جمع و ضرب و ریشه های هندسی اعداد مختلط ، نمایش قطبی اعداد مختلط - تابع ، جبر توابع ، حد و قضایای مربوطه حد ، بینهایت و حد در بینهایت ، حد چپ و راست ، پیوستگی ، مشتق ، دستوره های مشتق گیری ، تابع معکوس و مشتق آن ، مشتق توابع مثلثاتی و توابع معکوس آنها ، قضیه رل ، قضیه میانگین بسط تیلر ، کاربردهای هندسی و فیزیکی مشتق ، منحنی ها و شتاب در مختصات قطبی ، کاربرد مشتق در تقریب ریشه های معادلات ، تعریف انتگرال توابع پیوسته و قطعه پیوسته ، قضایای اساسی حساب دیفرانسیل و انتگرال ، تابع اولیه ، روشهای تقریبی برآورد انتگرال در محاسبه مساحت و حجم و طول منحنی و گشتاور و مرکز ثقل و کار و ... (در مختصات دکارتی و قطبی) ، لگاریتم و تابع نمایی و مشتق آنها ، تابع های هذلولی ، روشهای انتگرال گیری مانند تعویض متغیر و جزء و تجزیه کسرها ، برخی تعویض متغیرهای خاص دنباله و سری عددی و قضایای مربوطه سری توان و قضیه تیلور با باقیمانده.

درس

* به تبصره بعد از طرح ریاضی (2) توجه کنید.

شیمی عمومی 1

تعداد واحد: 3

نوع واحد: نظری

پیش نیاز: ندارد

ساعات تدریس: 48 ساعت

سرفصل درس:



مقدمه: علم شیمی، نظریه اتمی دالتون، قوانین ترکیبی شیمیایی، وزن اتمی و اتم گرم، عدد آواگادرو، تعریف مول، محاسبات شیمیایی.

ساختمان اتم: مقدمه، ماهیت الکتریکی ماده (تجربه تامسون، تجربه میسینگان)، ساختمان اتم، تجربه رادرفورد، تابش الکترومغناطیس، مبدأ نظریه کوانتوم، (نظریه کلاسیک تابش)، اثر فتوالکتریک اتم بوهر، طیف اشعه و عدد اتمی، مکانیک کوانتومی (دوگانگی ذره و موج، طیف خطی گیتار، اصل عدم قطعیت، معادله شرودینگر، ذره در جعبه)، اتم هیدروژن، (اعداد کوانتومی s, m, l, n)، اتمهای با بیش از یک الکترون، ترازهای انرژی، آرایش الکترونی، جدول تناوبی، شعاع اتم یونی، الکترون خواهی، بررسی هسته اتم و مطالعه ایزوتوپهای رادیواکتیو.

ترموشیمی: اصول ترموشیمی، واکنشهای خودبخودی انرژی آزاد و آنتروپی، معادله گیبس، هلمهولتز حالت گازی: قوانین گازها، گازهای حقیقی، نظریه جنبشی گازها، توزیع سرعتهای مولکولی گرمای ویژه گازها.

پیوندهای شیمیایی: پیوندهای یونی و کووالان، اربیتالهای اتمی و مولکولی، طول پیوند، زاویه پیوندی، قاعده هشتایی، پیوندهای چندگانه، قطبیت پیوندها، پدیده رزونانس، پیوند هیدروژنی، پیوندهای فلزی، نیمه رساناها، نارساناها، (با مثالهایی از علوم روزمره) مایعات و جامدات محلولها: تبخیر، فشار بخار، نقطه جوش، نقطه انجماد، فشار بخار جامدات، تصفیه، مکانیزم حل شدن فشار بخار محلولها و قوانین مربوط به آن

تبادل در سیستم های شیمیایی: واکنشهای برگشت پذیر و تبادل شیمیایی و ثابت های متبادل، (گازها، جامد، مایع) اصول لوشاتیه

سرعت واکنشهای شیمیایی: سرعت واکنش اثر غلظت در سرعت، معادلات سرعت، کاتالیزورها (با مثالهایی از انفجار تجزیه نوری تبدیل انرژی)

اسیدها و بازها و تعادلات یونی: نظریه آرتیوس، نظریه ترستد لوری، نظریه لوئیس، الکترولیتهای ضعیف، آمفوتریسم، هیدرولیز، محلولهای تامپون

اکسایش و کاهش: حالت اکسایش، نظریه نیم واکنش، موازنه واکنشهای اکسایش و کاهش پیل گالوانی و معادله نرنست، سایر پیلهای شیمیایی (پیلهای سوختی، باتریها، خوردندگی)

شیمی هسته ای فصل 27 مورتیمر



آزمایشگاه شیمی عمومی 1

تعداد واحد: 1

نوع واحد: عملی

پیش نیاز: ندارد

ساعات تدریس: 32 ساعت

سرفصل درس:



مسائل ایمنی

آشنایی با وسایل آزمایشگاه و شیشه گری

آزمایش قانون بقای جرم

تعیین عدد آوگادرو

تعیین وزن اتمی منیزیم

تعیین گرمای انحلال نیترات پتاسیم و یا گرمای واکنش اسید و باز (آزمایش کالریمتری)

تیتراسیون اسید و باز

تعیین و محاسبه سختی آب (سختی موقت، کربنات و بیکربنات)

9- جدا کردن چند یون با استفاده از کروماتوگرافی کاغذی

10- تعادل شیمیایی اندازه گیری غلظت یون مس (یا آهن) با استفاده از اسپکتروفوتومتری

11- اندازه گیری سرعت واکنش و تعیین اثر غلظت و حرارت بر روی سرعت واکنش تعیین میزان تجزیه

سدیم هیپوکلریت

12- آزمایش الکتروشیمی (تشکیل پیلها)

13- تعیین نزول نقطه انجماد

14- تیتراسیون اکسیداسیون و احیاء

15- ترکیبات یونی کوالانت - واکنشهای یونی

16- احیاء و اکسیدهای فلزی به وسیله هیدروژن و عوامل احیاء دیگر

17- تعیین وزن مولکولی گازها

18- جدول تغییرات فشار بخار آب



فیزیک عمومی 1

تعداد واحد: 3

نوع واحد: نظری

پیش نیاز: ندارد

ساعات تدریس: 48 ساعت

سرفصل درس:



یک ساعت حل تمرین در هفته جهت درس فوق الزامی است

اندازه گیری ، بردارها ، حرکت در یک بعد ، حرکت در یک صفحه ، دینامیک ذره ، کار بقاء انرژی ،
دینامیک ذرات ، سینماتیک و دینامیک دورانی ، ضربه ، تعاریف دما و گرما ، قانون صفر ، اول و دوم
ترمودینامیک ، نظریه جنبشی گازها.

منابع:

Fundamental of physics BY: Halliday and Resnick

آزمایشگاه فیزیک عمومی 1

تعداد واحد: 1

نوع واحد: عملی

پیش نیاز: ندارد

ساعات تدریس: 32 ساعت

سرفصل درس:



- آزمایش 1- اندازه گیری طول ، زاویه ، جرم حجمی (چگالی)
- آزمایش 2- اندازه گیری ضریب فنر و تعیین g بوسیله فنر ، به هم بستن فنرها به طور سری و موازی ، طرز ساختن یک نیروسنج
- آزمایش 3- اندازه گیری ضریب اصطکاک برای سطوح مختلف (در سطح افقی ، شیب دار ، قرقره و ...)
- آزمایش 4- بررسی قوانین حرکت (اندازه گیری زمان و تغییر مکان و شتاب حرکت با ماشین آتوود ، شتاب حرکت لغزشی و غلطشی ، بررسی قوانین حرکت بر روی سطح شیب دار
- آزمایش 5- مطالعه سقوط آزاد و تعیین g و مطالعه حرکت پرتابی
- آزمایش 6- مطالعه اصل بقای اندازه حرکت و برخورد (برخورد کشسان elastic)
- آزمایش 7- مطالعه حرکت‌های دورانی و بقای اندازه حرکت زاویه‌ای (نقطه مادی و دیسک)
- آزمایش 8- مطالعه تعادل اجسام و اندازه گیری گشتاورها
- آزمایش 9- اندازه گیری g با استفاده از آونگ ساده و مرکب
- آزمایش 10- آزمایش‌های مربوط به مکانیک سیالات (نیروهای کشش سطحی ، اصل برنولی و ...)
- آزمایش 11- اندازه گیری گشتاورها
- آزمایش 12- مطالعه حرکت ژيروسکی (اندازه گیری سرعت حرکت تقدیمی و بررسی قوانین حرکت ژيروسکی)
- آزمایش 13- آونگ کاتر

تبصره: از آزمایشگاهی فوق ، تعدادی به انتخاب گروه در حداقل 11 جلسه سه ساعته آزمایشگاهی ارائه می‌گردد ، در هر حال تعداد آزمایشهای انجام شده توسط دانشجو نباید کمتر از 12 باشد.



ریاضی عمومی 2

تعداد واحد: 3

نوع واحد: نظری

پیش نیاز: ریاضی عمومی 1

ساعات تدریس: 48 ساعت

سرفصل درس:

یک ساعت حل تمرین در هفته جهت درس فوق الزامی است



معادلات پارامتری، مختصات فضائی، بردار فضا، ضرب عددی، ماتریسهای 3×3 و دستگاه معادلات خطی سه مجهولی، عملیات روی سطرها، معکوس ماتریس، حل دستگاه معادلات استقلال خطی، پایه در و تبدیل خطی و ماتریس آن، دترمینان 3×3 و ارزش و بردار ویژه، ضرب برداری، معادلات خط و صفحه روبه در، دو تابع برداری و مشتق آن، سرعت و شتاب، خمیدگی، بردارهای قائم بر منحنی، تابع چند متغیره، مشتق سوئی و جزئی، صفحه مماس و خط قائم بر منحنی، تابع چند متغیره، مشتق سوئی و جزئی، صفحه مماس و خط قائم گرادیان گرادیان، قاعده زنجیری، برای مشتق جزئی، دیفرانسیل کامل، انتگرالهای دوگانه و سه گانه و کاربرد آنها در مسائل هندسی و فیزیکی تعویض ترتیب انتگرال گیری (بدون اثبات دقیق)، مختصات استوانه ای و کروی، میدان برداری انتگرال منحنی الخط، انتگرال روبه های دیورژاسن، چرخه لاپلاسین، پتانسیل فضاهاى گرین، در سطح کتب ریاضی عمومی 1 تبصره: ترتیب ریز مواد دروس ریاضی (1) و (2) پیشنهادی است و دانشگاهها با توجه به کتابی که انتخاب می کنند می توانند ترتیب را تغییر دهند.

فیزیک عمومی 2



تعداد واحد : 3

نوع واحد: نظری

پیشنیاز : فیزیک عمومی 1

ساعات تدریس : 48 ساعت

سرفصل دروس:

یک ساعت حل تمرین در هفته جهت درس فوق الزامی است.

بار و ماده ، میدان الکتریکی ، قانون گوس، ژتانسیل الکتریکی، خازنها و دی الکتریکها ، جریان و مقاومت ، نیروی محرکه الکتریکی و مدارها، میدان مغناطیسی ،قانون آمپر قانون القاء فارادی، القاء خواص مغناطیسی ماده ، نوسانات الکترومغناطیسی ، جریانهای متناوب ، معادلات ماکسول، امواج الکترومغناطیسی.

منابع:

Fundamentals of physics

آزمایشگاه فیزیک عمومی 2

تعداد واحد: 1

نوع واحد: عملی

پیش نیاز: ندارد

(همزمان با فیزیک عمومی 2)

ساعات تدریس: 32 ساعت

سرفصل درس:

صورت آزمایشها:

آزمایش 1- طرق اندازه گیری مقاومت الکتریکی (با استفاده از اهم متر ، پل وتستون ، قانون اهم و ...) و

اندازه گیری مجموعه مقاومت ها به طور سری و موازی

آزمایش 2- تحقیق رابطه $R=p(l/s)$ و بررسی تغییرات مقاومت

آزمایش 3- تحقیق قوانین اهم و کیرشهف در مدارهای الکتریکی و اندازه گیری مقاومت درونی

دستگاههای اندازه گیری

آزمایش 4- بررسی پیلهای مشهور و انباره (باتری) و رسم منحنی های شارژ و دشارژ و اندازه گیری

نیروی محرکه پیلها

آزمایش 5- مطالعه خازنها و رسم منحنی های شارژ و دشارژ و اندازه گیری ظرفیت خازن و بررسی قوانین

سری و موازی

آزمایش 6- مشاهده خطوط میدان مغناطیسی طبیعی و الکتریکی و بررسی و اندازه گیری نیروی محرکه

القایی

آزمایش 7- مشاهده منحنی مغناطیس آهن

آزمایش 8- مطالعه ترانسفورماتورها و اندازه گیری مقاومت اهمی اولیه و محاسبه و تعیین مقاومت ظاهری

معادل و ...



آزمایش 9- بررسی مدارهای $RR \& RC$ و اندازه گیری ولتاژهای ورودی و خروجی و اختلاف فاز بین آنها ، بررسی اثر خازنها در مدارها با فرکانس کم و زیاد

آزمایش 10- بررسی مدارهای $LR \& RL$ اندازه گیری ولتاژهای ورودی و خروجی و اندازه گیری مقاومت ظاهری و اختلاف فاز ، بررسی اثر سیم پیچ در مدارهای با فرکانس کم و زیاد و بررسی پدیده تشدید

آزمایش 11- آشنایی با اسیلوسکوپ و کاربرد آن (مشاهده امواج سینوسی مربعی و ترکیب امواج و اندازه گیری فرکانس به کمک منحنی لیسازو و اندازه گیری اختلاف فاز)

آزمایش 12- امواج الکترومغناطیسی: مشاهده دستگاههای تولید کننده امواج الکترومغناطیسی (امواج مایکرو ویو ، اشعه X و اشعه ماوراء بنفش) ، بررسی و انتشار و تداخل امواج مایکرو ویو

آزمایش 13- اتصالات ستاره و مثلث در جریانهای سه فاز

آزمایش 14- اندازه گیری توان در جریانهای سه فاز با دو اتصال ستاره و مثلث

آزمایش 15- بررسی کنتور جریان متناوب (یک فاز و سه فاز) و اندازه گیریهای مربوط

آزمایش 16- بررسی ژنراتورها و الکتروموتورها و اندازه گیری های مربوطه

آزمایش هایی در خصوص الکترواستاتیک از قبیل رسم خطوط میدانهای در شکلهای مختلف ، مشاهدات و اندازه گیری های مربوط به بارهای ساکن ، و اندوگراف و ...

تبصره: از آزمایشهای فوق ، تعدادی به انتخاب گروه در حداقل 11 جلسه سه ساعته آزمایشگاهی ارائه می گردد ، در هر حال تعداد آزمایشهای انجام شده توسط یک دانشجو نباید کمتر از 12 باشد.



مبانی کامپیوتر

تعداد واحد: 3

نوع واحد: نظری

پیش نیاز: ریاضی عمومی 1

ساعات تدریس: 48

سرفصل درس:



مقدمه و تاریخچه مختصر کامپیوتر

اجزای سخت افزار (پردازنده مرکزی - حافظه اصلی - امکانات جانبی)
مفاهیم آنالوگ و دیجیتال (دیجیتالی کردن سیگنالهای یک و دو بعدی شامل معرفی کارتهای مبدل A/D و D/A و مفاهیم نمونه برداری با فرکانس و بیت های مختلف ، کارتهای صوتی ، اسکنر ، دیجیتایزر و امثالهم).

زبان و انواع آن (زبان ماشین - زبان اسمبلی - زبانهای سطح بالا)
تعریف نرم افزار و انواع آن (سیستم عامل و انواع آن - برنامه های مترجم - برنامه های کاربردی)
مراحل حل مسئله: تعریف مسئله - تحلیل مسئله - تجزیه مسئله به مسائل کوچکتر و تعیین ارتباط آنها
الگوریتم: تعریف الگوریتم - عمومیت دادن راه حل و طراحی الگوریتم - بیان الگوریتم به کمک شبکه کد - دنبال کردن الگوریتم - مفهوم زیر الگوریتم

برنامه و حل مسائل: تعریف برنامه - ساختار کلی برنامه - ساختمانهای اساسی برنامه سازی:
الف : ساخت های منطقی (ترتیب و توالی - تکرار - شرط ها و تصمیم گیری - مفهوم بازگشتی)
ب : ساخت های داده ای (گونه های داده ای ساده: صحیح - اعشاری - برلین نویسه ای (کارکتری) - گونه های داده ای مرکب: آرایه - رکورد - مجموعه)

ج: زیر روال ها (نحوه انتقال پارامترها)

د: آشنایی با مفهوم فایل - فایل پردازی و عملیات ورودی

خروجی مفاهیم فوق می‌بایستی به یکی از سه زبان پاسکال ، فرترن 77 یا بالاتر و یا زبان C بیان شود.
با تأکید بر آموزش یکی از زبانهای برنامه نویسی ترجیحاً ویژال C به طور کامل .



معادلات دیفرانسیل

تعداد واحد: 3

نوع واحد: نظری

پیش نیاز: ندارد

هم زمان: ریاضی عمومی 2

ساعات تدریس: 48 ساعت

سرفصل درس:

یک ساعت حل تمرین در هفته جهت درس فوق الزامی است



طبیعت معادلات دیفرانسیل و حل آنها ، خانواده منحنی‌ها و مسیرهای قائم ، الگوهای فیزیکی ، معادله جداسدنی ، معادله دیفرانسیل خطی مرتبه اول ، معادله همگن ، معادله خطی مرتبه دوم ، معادله همگن با ضرایب ثابت ، روش ضرایب نامعین ، روش تغییر پارامترها ، کاربرد معادلات مرتبه دوم در فیزیک و مکانیک ، حل معادله ، دیفرانسیل با سریها ، توابع بسل و گاما ، چند جمله ای لژاندر ، مقدمه ای بر دستگاه معادلات دیفرانسیل ، تبدیل لاپلاس و کاربرد آن در حل معادلات دیفرانسیل

مراجع:

1_ Elementry differential equation and boundary value problems , Wiliam E. boyee , third edition , john wiley and sons.

کتاب فوق توسط آقایان سلطانیپور و شمس به فارسی ترجمه و در سال 1369 در مرکز نشر دانشگاهی چاپ شده است.

شیمی آلی

تعداد واحد: 3

نوع واحد: نظری

پیش نیاز: شیمی عمومی 1

ساعات تدریس: 48 ساعت

سرفصل درس:



مقدمه:

تاریخچه مختصر شیمی آلی ، اوربیتال اتمی کربن ، اوربیتال مولکولی ، تقارن اوربیتالی ، اشاره ای به پیوندها و مولکولهای قطبی ، اسیدها و بازهای لويس ، نقطه جوش و نقطه ذوب ، ایزومتری تیدروکربورهای آلیفاتیک : ساختمان کلی و نامگذاری ، ساختمان ملکولی متان بعنوان نمونه ، خواص فیزیکی و شیمیایی آلکن ها ، واکنش ها لوژناسیون ، انرژیهای مختلف پیوند $H-C$ در موقعیتهای اول ، دوم و سوم ، ترکیبات حلقوی آلیفاتیک ، نامگذاری خواص فیزیکی و شیمیایی ، بررسی حالت فضائی ، کنفورماسیون ، کنفیگوراسیون شکل قایق و صندلی سیکلو هگزان و نحوه تبدیل آن ، فشار داخلی حلقه ها و خواص شیمیایی و ایزومتری سیس و ترانس

آلکنها: پیوند π ایزومری ساختمان و هندسی ، نامگذاری ، خواص فیزیکی و شیمیایی و طرق تهیه آلکن ها بر اساس عمل حذفی $E1$ و $E2$ حالت گذرا در واکنشهای خواص پیوند π (خاصیت بازی لويس) دیمیرزاسیون و الیگومریزاسیون در واکنش های افزایشی هسته خواه، اثر اسیدها ، آب و مکانیسم های مربوطه ، هیدروژناسیون ، واکنشهای افزایشی $1-4$ رزونانس ، واکنش $alders_Diels$ آلن ها ، دی ان ها ، سیکلو آلکن ها

آلکین ها: ساختمان پیوند $C=C$ خطی بودن $H-C \equiv H-C$ مقایسه اسیدیته آن با $H-C$ اولفین و الکانها ، خواص فیزیکی و ایزومری ، نامگذاری طرق تهیه ، خواص شیمیایی پیوند $C \equiv C$ واکنش افزایشی حلقوی ، واکنشهای مشابه دیلز - آلدلر چند حلقه ای ، روش نامگذاری مشتقات بنزن ، خواص فیزیکی

واکنش های مختلف و مکانیزم آنها: تیتراسیو ، هالوژناسیون ، آلکیلایسیون و آسیلایسیون شیمی رادیکال آزاد ، ترکیبات گوگردی ضد رادیکال آزاد ، واکنشهای استخلافی - افزایشی ، اکسیداسیون حلقه ها ، آزولن ، انولن

ایزومری نوری: به صورت مختصر اصطلاحات مزو انانترومتر ، راسمیک ، نوکلئیدها (اسیدهای نوکلئیک) - پیوندها - هیدروژنی - ماریج DNA - پپتیدهای در پروتئین و آنزیمها ، ترکیبات چربی ها(الکل + اسیدهای چرب)



آزمایشگاه شیمی آلی

تعداد واحد: 1

نوع واحد: عملی

پیش نیاز: آزمایشگاه شیمی عمومی

(همزمان با شیمی آلی)

ساعات تدریس: 32 ساعت

سرفصل درس:



آزمایشات روی موضوعات کلی زیر انجام می‌شود:

هیدروکربورهای آلیفاتیک ، خواص و ساختمان مولکولی

آلکنها ، خواص و طرز تهیه

آلیکن ها ، بررسی ساختمان پیوند $C=C$ مشتقات بنزن

انجام واکنش های تیتراسیون ، هالوژناسیون ، آلکیلاسیون و آسیلاسیون

ترکیبات جربی‌ها: الکل و اسیدهای چرب

مقدمه ای بر علوم و تکنولوژی هسته‌ای

تعداد واحد: 2

نوع واحد: نظری

پیش نیاز: فیزیک عمومی 1

هم زمان با فیزیک عمومی 2

ساعات تدریس: 32 ساعت

سرفصل درس:



آشنایی دانشجویان با اصول و مبانی علوم و تکنولوژی هسته‌ای شامل نیروها، انرژی، ماده، نور، ساختار اتمها و هسته‌ها، ایزوتوپها، انواع واپاشیهای رادیواکتیو و برهم کنش تابش با ماده تولید انرژی توسط نیروهای هسته‌ای و مقایسه انواع منابع انرژی و اثرات آنها بر محیط زیست، آلاینده‌ها، نگرانیهای جهانی زیست محیطی و جنبه های اقتصادی انرژیهای مختلف اثرات بیولوژیکی تابشها، چشمه های رادیواکتیو، دزیمتری و واحدهای اندازه گیری آن حفاظت در برابر اشعه، حفاظ سازی و ایمنی هسته ای

تئوری راکتورهای هسته‌ای، شکاف زنجیره ای و بحرانی شدن راکتور

جوش هسته ای کنترل شده - فیزیک پلاسما

کاربردهای دیگر تابش ها شامل: رادیوگرافی صنعتی، آنالیز فعالسازی نوترونی، سیستم های سترون سازی و سن یابی به کمک روش های هسته‌ای

مقدمه ای بر علم مواد هسته ای

تعداد واحد: 3

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: شیمی عمومی و فیزیک 2

ساعات تدریس: 48 ساعت

سرفصل درس:



مقدمه ای بر علم مواد :

- توضیح خواص مکانیکی، حرارتی، مغناطیسی و الکترونیکی و نوری و خواص اینگونه مواد و مروری بر اتصالات شیمیایی

- اتمهای منفرد، نیروهای پیوند قوی، ملکولها، نیروهای پیوندی نوع دوم، فواصل بین اتمی، اعداد کوردیناس انواع مواد.

آرایش اتمی در جامدات:

- تبلور، سیستمهای بلوری، بلورهای مکعبی، بلورهای شش وجهی، خاصیت چند شکلی بودن، شبکه چند اتمی، جهات بلوری، صفحات بلوری، ساختمان مواد غیر بلوری.

بی نظمی در جامدات:

- ناخالصها در جامدات، محلول جامد در فلز، محلول جامد در ساختمان مرکب، نابجائی در بلورها، عیوب چیده شدن، مرز دانه ها عیوب در مواد غیر بلوری، جابجایی اتمی و اثرات پرتوها در ایجاد صدمه به جامدات (مثل اثر پرتو روی غلاف سوخت هسته ای در نیروگاه)

انتقال بار الکتریکی در جامدات:

- حاملهای بار و هدایت فلزی، عایقها، نیمه هادیها، وسایل نیم هادی، (بعلت نقش نیمه هادیها در آشکار سازهای هسته ای این مباحث بیشتر توضیح داده شود)

ساختمان و خواص فلزات تک فاز:

- آلیاژها تک فاز، ساختمان میکروسکوپی فلزات چند بلوری، تغییر شکل کشان، تغییر شکل پلاستیک تک کریستالهای فلزی، تغییر شکل فلزات چند کریستالی، بازیابی و تبلور مجدد، خستگی، خزش و شکست.

ساختمان و خواص مواد چند فازي فلزي:

- روابط کیفی فازها، دیاگرام فازها، ترکیب شیمیائی فازها، مقادیر فازها، فازهای سیستم آهن و کربن، واکنشهای فازهای جامد، ساختمان میکروسکوپی چند فازي، عملیات حرارتی، پروسس رسوبی، سختی پذیری، کاربرد و انتخاب فلزات و آلیاژها با توجه به ساختمان و خواص آنها با تاکید بر کاربرد مواد در تاسیسات هسته ای



مواد سرامیکی و خواص آنها:

- فازهای سرامیکی، کریستالهای سرامیکی: ترکیبات چند جزئی، سیلیماتها، شیشه ها، مواد نسوز، سیمان، چینی و غیره، عکس العمل الکترومغناطیسی سرامیکی، عکس العمل مکانیکی سرامیکها، خواص دیگر مواد سرامیکی.

شناخت و خواص مواد غیر فلزی غیر معدنی:

- پلیمرها: روش تهیه پلیمرها، لاستیک طبیعی، و لکانیزه کردن، حالت ها شیشه ای و متبلور پلیمرها، خواص مکانیکی پلیمرها، آشنایی با چند پلیمر صنعتی، چوب و کاغذ، شناخت چند نوع چوب صنعتی، خواص مکانیکی چوب، کاغذ و روش تهیه خواص آن.

خورندگی در مواد:

- خورندگی در فلزات، اصول الکتروشیمیائی خورندگی، واکنشهای آندی و کاتدی، جفتهای گالوانیکی، سرعت خورندگی و طرق اندازه گیری آن، کنترل خوردگی، ممانعت کننده ها، حفاظت آندی و کاتدی، روکش دادن، محیط های خورنده و طبقه بندی آنها، اکسیداسیون و مکانیزم آن، خورندگی در مواد سرامیکی و پلاستیکی.

ریاضی مهندسی



تعداد واحد: 3

نوع واحد: نظری

پیش‌نیاز: ریاضی عمومی 2، معادلات دیفرانسیل

ساعات تدریس: 48 ساعت

سرفصل درس:

یک ساعت حل تمرین در هفته جهت درس فوق الزامی است

سری فوریه و انتگرال آن، تبدیل فوریه: تعریف سری فوریه، فرمول اویلر بسط در نیمه دایره، نوسانات
و اداشته، انتگرال فوریه، تبدیل لاپلاس

معادلات با مشتقات جزئی: نخ مرتعش، معادله موج یک متغیره، روش تفکیک متغیرها ف جواب دلا مبر
برای معادله موج، معادله انتشار گرما، معادله موج، معادله دو متغیره، معادله لاپلاس در مختصات دکارتی
و کروی و قطبی، معادلات بیضوی، پارابولیک و هیپر بولیک، موارد استعمال تبدیل لاپلاس در حل
معادلات با مشتقات جزئی حل معادلات با مشتق جزئی با استفاده از انتگرال فوریه.

توابع تحلیلی و نگاشت کانفرمال و انتگرالهای مختلط: حد و پیوستگی، مشتق توابع مختلط، توابع نمائی و
مثلثاتی، هذلولی و لگاریتمی، مثلثاتی معکوس و نمائی با نمای مختلط، نگاشت کانفرمال

انتگرال خطی در صفحه مختلط قضیه انتگرال کوشی، محاسبه انتگرال خطی بوسیله انتگرالهای نامعین،
فرمول کوشی بسطهای تیلورو مک لورن، انتگرال گیری به روش مانده ها قضیه مانده ها، محاسبه برخی
از انتگرال حقیقی.

مرجع :

_ Advanced engineering mathematics.

By: whily et.at.uth edition



الکترو مغناطیس

تعداد واحد: 3

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: فیزیک عمومی 2،

هم زمان با ریاضی مهندسی

ساعات تدریس: 48 ساعت

سرفصل درس:

یک ساعت حل تمرین در هفته جهت درس فوق الزامی است



مروری بر آنالیز برداری ، الکترواستاتیک ، حل مسائل الکترواستاتیک ، میدان الکترواستاتیکی در دی الکتریک ها، نظریه میکروسکوپی دی الکتریکها ، انرژی الکترواستاتیکی، جریان الکتریکی، میدان مغناطیسی جریانهای ثابت ، خواص مغناطیسی ماده ، نظریه میکروسکوپی مغناطیسی ، القا الکترواستاتیکی ، انرژی مغناطیسی.

مراجع:

fundation of electromagnetic theory , j.reitz, f.j.milford & R.W

CHRISTY, Addison – wesley publishing company(1979)

introduction to electromagnetic field and wave, p.lorrain & D.R Corson

(1962) freeman.

electromagnetic fields and waves (3 rd), p.lorrian and D.R.corson, (1988)

w,h.freemane &co.

فیزیک مدرن و کوانتوم

تعداد واحد: 3

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: فیزیک عمومی 2 و مقدمه ای بر علوم و تکنولوژی هسته ای

همزمان: معادلات دیفرانسیل

ساعات تدریس: 48 ساعت



سرفصل درس:

مشکلات فیزیک کلاسیک ، سینماتیک نسبیتی (فضا و زمان) ، دینامیک نسبیتی (اندازه حرکت و انرژی) ،
آثار کوانتومی ، طبیعت ذره ای تشعشعات الکترومغناطیسی آثار کوانتومی : طبیعت موجی ذرات مادی ،
بسته های موجی و رابطه عدم قطعیت ، حل معادله موج شرودینگر ، پتانسیل های یک بعدی ، ساختار کلی
مکانیک کوانتومی و تعبیر احتمالاتی آن.

مأخذ درس:

1_ elementary amorden physics, rhichard

T.weidner and Robert L.sells

2_ فیزیک هسته ای ، کرین - فصل های اول و دوم

جبر خطی

تعداد واحد: 3

نوع واحد: نظری

پیش‌نیاز: ریاضی عمومی 2

ساعات تدریس: 48 ساعت

سرفصل درس:



تشریح مفاهیم شبه گروه semigroup - گروه - مدول - حلقه - میدان و فضاهای خطی (برداري) با مثالهای مختلف از هندسه - جبر - توابع حقیقی و مختلط - ترکیب خطی و استقلال خطی - بردارهای مبنا - بعد فضا - زیر فضای خطی تبدیلات (اپراتورهای) خطی - تابعی های خطی - linear functional - range - فضای ضد null space - بررسی تبدیلات و تابعی های خطی در فضای n بعدی - تبدیلات خطی ماتریسها - عملیات ماتریسی - دترمینان - روشهای حل معادلات خطی - تشریح مفهوم جبر خطی با مثالهای مختلف - جبر بول - طیف تبدیلات خطی - مقادیر ویژه و بردارهای ویژه - تغییر متغیرهای مبنا و تبدیلات تشابهی - ماتریسهای نظری - فرمهای جردن - قضیه کابلی و هامیلتون - کثیر الجمله می نیال - نحوه محاسبه توابع ماتریسی - آنالیز خطی. جبر دوخطی و چند خطی - دوگانیه ضرب تانسور فضاهای نرم دار - ضرب داخلی فرمهای درجه دوم.

تعداد واحد: 3

نوع واحد: نظری

پیش نیاز: فیزیک عمومی 2- معادلات دیفرانسیل

ساعات تدریس: 48 ساعت

سرفصل درس:



یادآوری قوانین فیزیک الکتریسیته - انرژی و توان الکتریکی - خواص مقاومتی ، اندوکتانسی و خازنی مدارها - مدارهای ترکیبی R و L و C - تحلیل مدارهای RC ، RL ، LC ، و RLC - جریانهای مستقیم و متغیر با زمان - جریانهای متناوب - بیان ریاضی جریانهای متغیر با زمان و متناوب با کمک تبدیل فوریه - توان حقیقی و مجازی و ظاهری - تحلیل فازوری مدارها - رسم نمودارهای جریان و ولتاژ در یک مدار - تعریف سیستم در مدار و تابع تبدیل آن - رسم پاسخ فرکانسی یک سیستم - فیلترهای پایین گذر و بالاگذر پسیو - معرفی دیود و ترانزیستور - یکسوسازهای نیم موج و تمام موج - تقویت کننده های ترانزیستوری - تعریف کلی تقویت کننده های تفاضلی و ابزار دقیق - ماشین های الکتریکی یک فاز و سه فاز - ترانسفورماتورها (اتوترانس و ترانس لغزنده) - موتورهای جریان DC و AC - موتورهای سنکرون و آسنکرون - ورودی انواع موتورهای تک فاز (با قطب شکافدار، با خازن، اونیورسال ، رلاکتانس و غیره

آزمایشگاه مبانی مهندسی برق

تعداد واحد: 1

نوع واحد: عملی

پیشنیاز: آزمایشگاه فیزیک عمومی 2

هم زمان با مبانی برق

ساعات تدریس: 32 ساعت

سرفصل درس:



آشنایی با وسایل اندازه گیری و علائم ثبت شده روی آنها - طرز کار با وسایل اندازه گیری - طرز قرار گرفتن دستگاههای اندازه گیری در مدارهای برق - انتخاب محدوده صحیح دستگاههای اندازه گیری - آشنایی با وسایل کمکی در اندازه گیری (مانند ترانسفورماتورهای اندازه گیری، شنت، مقاومت سری) اندازه گیری قدرت در جریان دائم سیستم یک فاز و سه فاز - اندازه گیری فرکانس - اتصال موازی و سری لامپهای رشته ای اتصال مثلث و ستاره مصرف کننده ها (مثلا لامپهای رشته ای فلورسنت) - طرز کار اسیلوسکوپ - مقادیر لحظه ای و ماکزیمم و متوسط و موثر ولتاژ و جریان سینوسی شکل - مشخصات دیودها - رسم منحنی مشخصات دیودها - اسیلوسکوپ - تنظیم ولتاژ بکمک تریاک و تریستور - فتوسل - فتودیود - فتورزستور - مدارها یکسو کننده و مشخصات ولتاژ یکسوی آنها - اتصال لامپهای فلورسنت سیم کشی.

زبان تخصصی

تعداد واحد: 2

نوع واحد: عملی

پیشنیاز: زبان 1 و ترم چهارم به بعد

ساعت تدریس: 32 ساعت

سرفصل درس:



خواندن و تحلیل متنهای فیزیک و هسته ای و راکتورهای هسته ای و سیستم های هسته ای، به زبان انگلیسی و نوشتن مقالات کوتاه فیزیکی به زبان انگلیسی

فیزیک هسته ای 1

تعداد واحد: 3

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: فیزیک مدرن و کوانتوم

ساعات تدریس: 48 ساعت

سرفصل درس:



یک ساعت حل تمرین در هفته جهت درس فوق الزامی است

مروری بر مکانیک کوانتومی ، انرژی پیوندی ، مدل قطره ای ، فرمول نیمه تجربی جرم ، مدل پوسته ای ، سطوح انرژی هسته ها ، تقارن باری و استقلال باری نیروهای هسته ای ، اندرکنش تشعشعات هسته ای و ماده ، اندرکنش ذرات باردار و ماده ، اندرکنش نوترون با ماده ، واپاشی رادیو اکتیوی ، پهنای حالات ناپایدار ، واپاشی گاما ، واپاشی الفا ، واپاشی بتا

مأخذ:

Elements of nuclear physic

W.E.Meyerhof, 1988 graw hill book company

Introductory nuclear physics, K .S.Krance 1988 , john wiley & sons.

آزمایشگاه فیزیک هسته ای 1

تعداد واحد: 1

نوع واحد: عملی

پیشنیاز: ندارد

(هم زمان با فیزیک هسته ای 1)

ساعات تدریس: 32 ساعت

سرفصل درس:



تکنیکهای اندازه گیری با شمارنده GM

تعیین مقدار یک ایزوتوپ غیر مشخص و اندازه گیری قدرت تفکیک زمانی یک شمارنده GM

تحقیق قانون عکس مجذوب فاصله

تعیین برد ذرات و انرژی ماکزیمم آنها

جذب اشعه گاما و محاسبه انرژی آنها

مطالعه خواص و برد ذرات اشعه آلفا

توزیع آماری تشعشعات حاصل از رادیو اکتیویته

رادیو اکتیویته القائی و محاسبه نیمه عنصر ^{115}In

طیف نمائی پرتوهای گاما عناصر ^{22}Na , ^{60}Co , ^{137}Cs با استفاده از آشکار ساز سوسوزن.

آزمایشگاه فیزیک مدرن و کوانتوم

تعداد واحد: 1

نوع واحد: عملی

پیش‌نیاز: فیزیک مدرن و کوانتوم

ساعات تدریس: 32 ساعت

سرفصل درس:



آزمایش مایکلسن و مورلی

پدیده فتوالکتریک و تعیین ثابت پلانک

آزمایش کامپتون با اشعه X

طیف اشعه X

جذب اشعه X

پراش الکترون

پراکندگی راترفورد

کارآموزی

تعداد واحد: 2

نوع واحد: عملی

پیش نیاز: معادل 136 ساعت پس از ترم ششم

سرفصل درس:



هدف از این درس، آشنایی عملی دانشجویان با دستگاهها و سیستم های اندازه گیری هسته ای می باشد. برای انجام آن تحت نظر استاد راهنما به خارج از دانشگاه و در یکی از مراکز تحقیقات هسته ای اعزام میشود و مدت حداقل 136 ساعت تحت نظر سرپرست کارآموزی در محل، به آموختن و کسب تجربه عملی می پردازد. در نهایت سرپرست کارآموز فرم مخصوص را تکمیل و تایید می نماید و به استاد راهنما عودت می نماید. استاد راهنما موظف است در حین کارآموزی دانشجوی حداقل یکبار به محل رفته و تا پایان دوره پیگیری کار دانشجو را بنماید.

در پایان دانشجو موظف است گزارشی از دوران کارآموزی خود را طبق فرمت تعیین شده توسط دانشگاه به همراه فرم مخصوص ارائه شده به سرپرست کارآموزی (که نمره سرپرست به دانشجو در آن درج شده) به استاد راهنما تحویل دهد تا نمره نهایی توسط استاد راهنما برای دانشجو منظور گردد.

آشکار سازی و سیستمهای اندازه گیری هسته ای

تعداد واحد: 3

نوع واحد: نظری



پیشنیاز: فیزیک هسته ای 1 و مبانی مهندسی برق

ساعات تدریس: 48 ساعت

سرفصل درس:

بر همکنش ماده و تشعشع ، خواص عمومی آشکار سازهای تشعشع ، آمار شمارش و پیشگویی خطا ، آشکار سازهای گازی ، آشکار سازهای جرقه ای (سنتیلاسیون) آشکار سازهای نیمه هادی ، آشکار سازهای نوترون ، اطاقک جرقه ای (spark chamber) ، شمارنده چرنکوف ، آشکار سازهای ردیاب شکل گیری تپی ، توابع تب خطی و منطقی ، سیستمهای شمارش تب ، آنالیز دیجیتال ، پارامترهای موثر در قدرت تفکیک و کار آئی آشکار ساز، مدراهای زمانی و تفکیک صفری (zero crossing) ، آنالیز تک کاناله و چند کاناله.

نام درس: حفاظت در برابر پرتوها

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: فیزیک هسته ای ۱

همزمان: ندارد

ساعات تدریس: ۲۸ ساعت

سرفصل درس:

دزیمتری پرتوها، فعالیت ویژه، آثار بیولوژیکی پرتوها، واحدهای دزیمتری پرتوها، منابع طبیعی و مصنوعی پرتوها، استانداردهای حفاظت در برابر پرتوها، محاسبات مربوط به مدت تابش و دز برای اشعه گاما و ذرات باردار و نوترون ها، محاسبات مربوط به حداکثر دز مجاز و حداکثر غلظت مجاز، محاسبات مربوط به دریافت پرتو از اشکال هندسی مختلف چشمه ها، حفاظت در برابر پرتوها (خارجی و داخلی) سپر بندی در برابر پرتوها، محاسبات حفاظ سازی و انجام پروژه عملی



مقدمه ای بر رادیو ایزوتوپها و رادیو داروها

تعداد واحد: 3

نوع واحد: نظری

پیش نیاز: --

هم زمان با فیزیک هسته ای 1

ساعات تدریس: 48 ساعت

سرفصل درس:



مقدمه ، نیمه عمر موثر، آمار واپاشی رادیواکتیو، تولید هسته های پرتوزا ، سن یابی (تاریخ سنجی) رادیو ایزوتوپی، کاربردهای پزشکی ، صنعتی و کشاورزی ، روشهای غنی سازی رادیو فارماسوتیک ، اندازه گیری میزان تشعشع ، آنالیز با فعال سازی نوترونی آشکارسازی در (invitro) و (inviro) با استفاده از آشکارسازهای خارجی ، روشها و ابزارهای ویژه ، مکانیسم آسیبهای بیولوژیکی ، نحوه کار مطمئن با رادیو نوکلئیدها .

مأخذ درس:

Introductory physics of Nuclear medicine, Chandra

Nuclear& Radio chemistry , fredlom der& kennedy

Application of nuclear physics, j.H. fremlin the English Universities press limited(1964)

آز آشکارسازی و سیستمهای اندازه گیری هسته‌ای

تعداد واحد: 1

نوع واحد: عملی

پیش نیاز: --

هم زمان با آشکارسازی و سیستمهای اندازه گیری هسته‌ای

ساعات تدریس: 32 ساعت

سرفصل درس:



انجام آزمایشاتی بر روی موضوعات زیر:

- آشکارسازی جرقه ای
- آشکارسازهای گازی
- آشکارسازهای نوترونی
- شمارنده چرنکوف
- اطاقک جرقه ای
- آشکارسازهای ردیاب شکل گیری پتی

مقدمه ای بر تئوری راکتورهای هسته ای

تعداد واحد: 3

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: فیزیک هسته ای و ریاضی مهندسی و انتقال حرارت

ساعات تدریس: 48 ساعت

سرفصل درس:

فصل اول: مشخصات مواد متشکله راکتورهای هسته ای، طبق بندی راکتورها از نظر نوترونی و کاربردی

فصل دوم: واپاشی هسته ای پرتو زا

فصل سوم: چشمه های نوترون

فصل چهارم: برهم کنش های نوترون

فصل پنجم: تئوری پخش نوترون



مأخذ درس:

مقدمه ای بر مهندسی هسته ای - ترجمه علی افشار بکشلو و منیژه رهبر

2_ introduction to nuclear engineering john R.Lamarsh,1983 Neutron physics,K.H.bechurts and k.wirtz

ترجمه علی افشار بکشلو و علی پذیرنده 1364

پروژه

تعداد واحد: 3

نوع واحد: عملی

پیش نیاز: ترم آخر یا ما قبل آن

ساعات تدریس: 48 ساعت

سرفصل درس:



پس از ارائه پروپوزال برای پروژه توسط یکی از اساتید، (بعنوان استاد راهنما) موضوع در گروه مطرح می شود و در صورت تأیید، دانشجو تحت نظارت استاد راهنمای خود بر روی موضوع کار و تحقیق نموده و پس از تأیید استاد راهنما مبنی بر اتمام پروژه، در یک جلسه دفاعیه با حضور حداقل یک نفر استاد بعنوان داور در حضور استاد راهنما از پروژه خود دفاع می نماید و نمره خود را اخذ می نماید.

شبیه سازی عددی در انتقال تابش

تعداد واحد: 3

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: جبر خطی - معادلات دیفرانسیل - مبانی کامپیوتر - فیزیک هسته‌ای 1



ساعات تدریس: 48 ساعت

سرفصل درس:

شبیه سازی هنری است که با استفاده از ابزار و مفاهیم فیزیکی و ریاضی سعی در خلق واقعیت ها به صورت مجازی دارد. به زبان ساده تقلید واقعیت های طبیعت است. ما سعی خواهیم کرد که به کمک روش مونت کارلو بخشی از این واقعیت ها را به تصویر بکشیم. لازم به ذکر است که بسیاری از فرایندهای دینامیکی را نمی توان به کمک روش مونت کارلو شبیه سازی کرد. نمونه ای از چنین وقایعی را در ضمن بیان شبیه سازی ها اشاره خواهیم کرد.

فصل اول مفاهیم پایه و ابزارها

شبیه سازی و مدل کردن یک فرایند چیست؟

این نوع شبیه سازی ها تا چه اندازه به واقعیت نزدیک و اعتبار آن چقدر است؟

انواع و ویژگیهای سیستم هایی که می توان شبیه سازی کرد.

کمیت های پیوسته و ناپیوسته

اهمیت مدل سازی و شبیه سازی در فرایندهای شامل اندرکنش تابشها با مواد، انسانها و جامعه،

حیوانات...

فصل دوم شبیه سازی فرایندهای پیوسته

1_2 مقدمه

2_2 معادلات دیفرانسیل معمولی و مدل های سیستم های دارای ذرات پیشمار

3_2 شبیه سازی پیوسته با کامپیوتر انالوگ



- 4_2 روشهای حل عددی معادلات دیفرانسیل معمولی
- 5_2 جریان و طرحواره تابشها و سیگنالها
- 6_2 سیستمهای دینامیکی
- 7_2 مثالهایی از شبیه سازی سیستمهای ذره ای
- فصل سوم مفاهیم اصلی شبیه سازی و مدل کردن
- 1_3 اندرکنش تابشها با مواد
- 1_1_3 ذرات باردار
- 2_1_3 ذرات بدون بار
- 2_3 احتمال برخورد و مفهوم سطح مقطع اندرکنش
- 3_3 اعداد کاتوره ای و مولدهای اعداد کاتوره ای
- 4_3 تعیین احتمال برخورد
- 6_3 مثالهایی از شبیه سازی حرکات دینامیکی دسته جمعی ذرات
- فصل چهارم شبیه سازی و مدل کردن فرایندهای ناهمگن
- 1_4 تابع چگالی احتمال و روش فون نیومن
- 2_4 حرکت دسته جمعی ذرات (فوتون، نوترون) در محیطهای جاذب و مولد
- 3_4 حرکت دسته جمعی ذرات باردار در محیطهای بیولوژیکی
- 4_4 شبیه سازی فرایندهای آبخاری و مجموعه ای از ذرات (نظیر برخورد اشعه کیهانی به ازت و اکسیژن و تولید ذرات بیشمار دیگر)
- 5_4 مثالهایی از اندرکنش های تکثیر کننده
- پروژه پایان درسی: تهیه و تنظیم و اجرای یک برنامه شبیه سازی

آشنایی با مونت کارلو و کدهای هسته ای

تعداد واحد: 3

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: مبانی کامپیوتر - فیزیک هسته ای 1

ساعت تدریس: 48 ساعت

سرفصل درس:



آشنایی با کاربرد مونت کارلو

متغیرهای کتره ای و توابع توزیع احتمال

تولید و آزمون اعداد کتره ای

کاربرد روش مونت کارلو برای یک مساله ترانسپورت نوعی

شمارش فلاکس و جریان

روشهای تسريع محاسبات

ردگیری گاما و نوترونها (ذرات خنثی)

مسائل چند بعدی

استاتیستیک

فیزیک هسته ای 2

تعداد واحد: 3

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: فیزیک هسته ای 1

ساعت تدریس: 48 ساعت

سرفصل درس:



واکنشهای هسته ای، کاربرد قوانین بقا، انواع واکنشهای هسته ای، سطح مقطع ها، واکنشهای هسته ای مرکب، واکنشهای مستقیم، مدل اپتیکی، مدل اندرکنش سطحی و واکنشهای برهنه کردن، شکافت هسته ای، مسئله دو جسمی هسته ای، مسئله دوترون، وابستگی اسپینی نیروهای هسته ای، نوکلئون و پراکندگی نوکلئون، سطح مقطع پراکندگی، تعیین پتانسیلهای (singlet) و سه تایی (triplet)، نظریه مزونی نیروهای هسته ای، نیروهای هسته ای ضعیف و بوزنهای واسطه برداری، کرومودینامیک کوانتومی و نیروهای هسته ای قوی.

مأخذ درس:

- 1_ Elements of nuclear physics W.E. meyerhof mc graw_hill (1967)
- 2_ Concepts of nuclear physics second Eb B.R.cohen mc graw – hill
- 3_ Introductory nuclear physics K.S. Kane john wiley & sons (1988)

مواد هسته ای

تعداد واحد: 3

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: مقدمه ای بر علم مواد هسته ای، تئوری راکتورهای هسته ای

ساعات تدریس 48

سرفصل درس:



- 1- مقدمه : انواع راکتورها و مواد متشکله آنها و رفتار حرارتی مواد
- 2- ساختار کریستالی جامدات، انواع و ساختار نقص های نقطه ای در شبکه کریستالی
- 3- غلظت های تعادلی، نقص های نقطه ای در کریستالها
- 4- پخش در جامدات ، قانون فیک ، مکانیسم های اتمی
- 5- رفتار الاستیک جامدات ، ترموالاستیسیته
- 6- تغییر شکلی پلاستیکی در جامدات
- 7- خواص مکانیکی فلزات
- 8- تشکیل حباب در جامدات
- 9- رفتار محصولات شکافت در سوخته های هسته ای
- 10- اثرات تخریبی تابش های هسته ای در فلزات
- 11- اثرات نوترونهای سریع در فلزات

مراجع :

1- Reed – Hill , Physical Metallurgg Principles 1973

2- Olader , Fundamental Aspects of nuclear Reactor fuel Elements ,
1976

سیستمهای کنترل خطی

تعداد واحد : 3

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : ریاضی مهندسی - جبر خطی

ساعات تدریس : 48 ساعت

سر فصل درس :



معرفی روشهای تجزیه و تحلیل سیستمها و سپس ارائه موارد زیر:

1- مقدمات و تعاریف (طبقه بندی سیستم ها، سیستمهای کنترل مدار باز و بسته سیستمهای خطی)

2- مدل سازی سیستمهای خطی (معادلات دیفرانسیل، تابع تبدیل، صفرها و قطبها)

3- مدلهای فضای حالت

4- مشخصات سیستمهای کنترل مدار بسته

5- پایداری سیستمهای مدار بسته خطی

- روش روت هروتیس

- روش مکان ریشه ها

- روش پاسخ فرکانسی (دیاگرام بد، نایکوئیست، دیاگرام نیکلز)

6- طراحی کنترل کننده ها ($LEAD$, LAG - PID , LAG)

7- سیستمهای کنترل دیجیتال

کتاب مرجع :

1- R.C.Dorf and R.H. Bishop , Modern Control System, Addison-

Wesley, 1999.

نقشه کشی صنعتی

تعداد واحد : 2

نوع واحد: نظری و عملی

پیشنیاز: ندارد

سرفصل دروس: 64 ساعت



الف: نظری (1 واحد 16 ساعت)

محتوی:

مقدمه ای بر پیدایش نقشه کشی صنعتی و کاربرد آن ، تعریف تصویر، رسم تصویر، نقطه، خط، صفحه، جسم بر روی یک صفحه تصویر، معرفی صفحات اصلی تصویر، اصول رسم سه تصویر، رابطه هندسی بین تصاویر مختلف ، وسائل نقشه کشی و کاربرد آنها، ابعاد استاندارد کاغذهای نقشه کشی ، انواع خطوط، کاربرد آنها، جدول مشخصات نقشه، ترسیمات هندسی، روشهای مختلف و معرفی فرجه اول و سوم، طریقه رسم سه تصویر یک جسم در فرجه سوم ، روش رسم شش تصویر یک جسم در فرجه اول ، تبدیل فرجه ، رسم تصویر از روی مدل‌های ساده ، اندازه نویسی و کاربرد حروف و اعداد ، رسم تصویر یک جسم به کمک تصاویر معلوم آن با روش شناسائی سطوح و احجام ، تعریف برش و قراردادهای مربوط به آن، برش ساده (متقارن و غیر متقارن)،

برش شکسته ، برش شکسته شعاعی و مایل، نیم برش ساده ، نیم برش شکسته ، برش موضعی ، برشهای گردشی و جابجا شده ، مستثنیات در برش ، تعریف تصویر مجسم و کاربرد آن، طبقه بندی تصاویر مجسم، تصویر مجسم قائم (ایزومتریک، دیمتریک، تری متریک) ، تصویر مجسم مایل شامل مایل ایزومتریک (کاوالیو) و مایل دیمتریک (کابینت) ، اتصالات پیچ و مهره، پرچ، جوش و طریقه رسم انواع آنها، طریقه رسم نقشه های سوار شده باختصار 7/5 (1 - آ)

ب: عملی (1 واحد 48 ساعت)

الکترونیک 1

تعداد واحد: 3

نوع واحد: نظری

پیش نیاز: مبانی مهندسی برق

ساعات تدریس: 48 ساعت

سرفصل درس:



مروری بر نیمه رساناها و پدیده های مربوط به آنها- پیوند و منحنی مشخصه دو قطبی ها (دیودها)... مدارهای دیودها و یکسو کننده ها و صافی ها- معرفی ترانزیستورهای BJT و ساختمان آنها... منحنی مشخصه ترانزیستورها- بررسی نقطه کار و خط بار- بررسی مدارهای بایاس و چگونگی عملکرد ترانزیستورها بعنوان تقویت کننده های امیتر مشترک، بیس مشترک و کلکتور مشترک - تقویت کننده های ترانزیستوری در فرکانس پائین به همراه بررسی مدارهای معادل برای سیگنالهای الکتریکی کوچک و یا مدار معادل دورگه اج و بررسی قوانین تون و نورتون - پسخوراند (فیدبک) و اثرات آن در مدارها- بررسی مدارهای نوسان ساز- اساس کار فرستنده و گیرنده بررسی مدولاسیون دامنه (AM) و فرکانس (FM)- چگونگی آشکارسازی AM, FM

معرفی ترانزیستورهای FET, MOSFET - چگونگی بایاس آنها - تقویت کننده ها- معرفی تقویت کننده های تفاضلی (OP.Amp) - مدارهای تقویت کننده (OP.Amp) - معرفی تقویت کننده ابزار دقیق.

مراجع درس :

هرگونه کتاب تحت عنوان الکترونیک نظیر:

1_ Electronic Device & Circuits, Jacob Milman & Christos C. Halkias

2_ Electronic Principles, Albert P. Malrino

سیستمهای کنترل خطی

تعداد واحد : 3

نوع واحد : نظری

پشنیاز : ریاضی مهندسی - جبر خطی

ساعات تدریس : 48 ساعت

سر فصل درس :



معرفی روشهای تجزیه و تحلیل سیستمها و سپس ارائه موارد زیر:

1- مقدمات و تعاریف (طبقه بندی سیستم ها، سیستمهای کنترل مدار باز و بسته سیستمهای خطی)

2- مدل سازی سیستمهای خطی (معادلات دیفرانسیل، تابع تبدیلی صفرها و قطبها)

3- مدلهای فضای حالت

4- مشخصات سیستمهای کنترل مدار بسته

5- پایداری سیستمهای مدار بسته خطی

- روش روت هرویتس

- روش مکان ریشه ها

- روش پاسخ فرکانسی (دیاگرام بد، نایکوئیست، دیاگرام نیکلز)

6- طراحی کنترل کننده ها (LAG ، PID ، LAG ، $LEAD$)

7- سیستمهای کنترل دیجیتال

کتاب مرجع :

1_ R.C.Dorf and R.H. Bishop , Modern Control System, Addison_

Wesley, 1999.

کار آفرینی عمومی



تعداد واحد : 3

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد

سرفصل:

1- تعریف واژگان و مفاهیم : نظام اقتصادی و بخش های آن ، نقش بخش خصوصی (Business) و کسب کار، کارسازمان یافته و مدیریت در بخش خصوصی ، کارآفرینی ، خوداشتغالی، کسب و کار و صنایع کوچک دانش محور.

2- کارآفرینی و کسب و کار کوچک : روحیه و اخلاق کارآفرینی ، ویژگیهای کارآفرینان ، انگیزه توفیق طلبی ، سرمایه گذاری مخاطره آمیز، جایگاه اجتماعی کارآفرینان ، دیدگاههای مختلف نسبت به کارآفرینان و ایجاد واحدهای کوچک.

3- کلیات متدولوژی بررسی و ارزیابی طرحهای سرمایه گذاری، شناسایی ایده های سرمایه گذاری ، مطالعات قبل از انتخاب ایده سرمایه گذاری ، مطالعه بازار، امکان سنجی فنی و مهندسی ، امکان سنجی مالی ، ارزیابی طرح سرمایه گذاری ، مطالعه بازار، امکان سنجی فنی و مهندسی ، امکان سنجی مالی ، ارزیابی طرح سرمایه گذاری ، نحوه تدوین و رئوس مطالب یک برنامه کسب و کار.

4- نوآوری و ایجاد غریبال کردن ایده های سرمایه گذاری ، راههای تعیین رشته فعالیت روشهای ایجاد ایده های سرمایه گذاری صنعتی ، روشهای عمده تفکر خلاق ، غریبال کردن مقدماتی ایده های سرمایه گذاری.

5- نحوه تامین مالی طرحهای سرمایه گذاری و حمایت دولت ، بانکداری و مقررات راههای صنعتی ، تامین مالی از طریق تبصره های بودجه سالانه ، طرح های حمایتی دولت در جهت اشتغالزایی و خوداشتغالی دانش آموختگان.

6- قوانین و مقررات مربوط به تاسیس و اداره شرکت ها، انواع مشارکت ، کلیات در باره شرکتهای سهامی مقررات مربوط به عوارضات و مالیات های مختلف کلیاتی در باره قوانین و مقررات واردات و صادرات.

پروژه: در طول ترم دانشجویان با تشکیل گروههای 2 تا 5 نفره یک ایده سرمایه گذاری ایجاد و برنامه مقدماتی کسب و کار آنرا تدوین و بصورت گزارشی کوتاه در پایان ترم ارائه می دهند./

مکانیک آماری



تعداد واحد: 3

نوع واحد: نظری

پیش نیاز: ترمودینامیک مهندسی

همزمان: ندارد

سرفصل درس: 48 ساعت

حالت‌های یک سیستم مدل، آنتروپی و دما، توزیع بولتزمن و انرژی آزاد هلمهولتز، تشعشع حرارتی و توزیع پلانک، پتانسیل شیمیایی و توزیع گیبس، گاز کامل، گازهای فرمی و بوز، گرما و کار، انرژی آزاد گیبس و واکنش‌های شیمیایی، تبدیلهای فاز، نظریه جنبشی. 7/5 (2-آ)

مآخذ درس:

Thermal physics, C.Kittel and H.Kroeiner (1980), W.H.Freeman and Company

Fundamentals of Statistical and Thermal Physics, Reif, Fredrick, Mc.Graw – Hill (1965)

Thermal Physics, P.M.Morse, (1969), W.A.Benjomin Joc.

محاسبات عددی

تعداد واحد: 2

نوع واحد: نظری

پیش نیاز: مبانی کامپیوتر

سرفصل درس: 34 ساعت



خطاها و اشتباهات ، درون یابی و برون یابی ، یافتن ریشه های معادلات با روشهای مختلف ، مشتق گیری و انتگرال گیری عددی ، تفاوت های محدود ، روش های عددی برای حل معادلات دیفرانسیل معمولی مرتبه 1 و 2 ، عملیات روی ماتریس ها و تعیین مقادیر ویژه آنها ، حل دستگاه های معادلات خطی و غیر خطی ، روش حداقل مربعات. 7/5 (2-آ)

آزمایشگاه انتقال حرارت

تعداد واحد: 1

نوع واحد: عملی

پیشنیاز: درس انتقال حرارت یا همزمان

سرفصل درس: 34 ساعت



آزمایشها به گونه ای انتخاب می شود که حداقل برای هر یک از فصول درس یک یا دو آزمایش با توجه به امکانات دانشگاه و نظر استاد که می تواند در زمینه های اندازه گیری ضریب هدایت حرارتی ، مبدل های دو لوله ای و پوسته و لوله ، انتقال حرارت دو بعدی ، تونل باد، سیستم یکپارچه و ماکت گذاری حرارتی ، اندازه گیری ضریب تشعشع حرارتی ، کویل تبادل حرارتی و مشابه آن باشد. (1-7/5-1)

مدیریت پسمانداری هسته ای

نوع واحد : نظری

تعداد واحد : 3

پیش نیاز : ریاضی مهندسی - مقدمه ای بر تئوری راکتورهای هسته ای

هم نیاز : ندارد

ساعات تدریس : 48 ساعت



سرفصل درس

چرخه سوخت هسته ای و تولید زباله های رادیو اکتیو

زباله های رادیو اکتیو از فعالیتهای تولید سوخت (استخراج حفاری ، غنی سازی اورانیوم ، تولید میله های

سوخت ، عملکرد راکتور و باز فراوری)

طبقه بندی زباله ها (زباله های کم مقدار ، زباله های داغ ، سموم)

تکنولوژیهای بهبود زباله های رادیو اکتیو

کاهش حجم و جامد سازی LLW

ذخیره سازی و انبارداری سوخت

جامد سازی زباله های TRU

اثر باز فراوری مواد هسته ای روی تولید زباله ها

تکنیک های دفن زباله های رادیو اکتیو

محاسبات ایمنی برای مکان های دفن زباله ها

قوانین و استانداردها

محاسبات ریاضی تخمین مزایای نقاط مختلف

نام درس: انتقال حرارت

تعداد واحد: 3

نوع واحد: نظری



پیش نیاز: مکانیک سیالات ، ترمودینامیک مهندسی

سرفصل درس: 48 ساعت

مقدمه ، حرارت چرا و چطور منتقل می شود ، اصول فیزیکی و معادلات هدایت جابجایی و تشعشع ، اختلاف انتقال حرارت و ترمودینامیک ، معادله بقاء انرژی و کاربرد آنها ، تجزیه مسائل انتقال حرارت. هدایت ، معادله هدایت حرارتی یک بعدی در دیوار مرکب ، استوانه و کره ، هدایت با تولید حرارت حجمی در دیوار مسطح ، استوانه و کره ، انتقال حرارت در سطوح گسترده و عملکرد آنها. هدایت حرارتی دو بعدی و دائم در مختصات کارتزین ، استوانه ای و کروی با شرایط مرزی مختلف ، حل عددی به طریق اختلاف محدود با استفاده از روش ماتریس عکس و گوی سیال . هدایت حرارت گذرا در سیستم یک پارچه ، هدایت حرارت گذرا یک بعدی و دو بعدی با استفاده از دیاگرامها و روش عددی در مختصات کارتزین ، استوانه ای و کروی ، حل عددی و هدایت حرارت گذرا به طریق اختلاف محدود به طور صریح و غیر صریح. انتقال حرارت تشعشع ، شدت تشعشع و مفاهیم انتشار امواج ، تشعشع جسم سیاه ، جسم خاکستری و قوانین کیرشف ، ضریب شکل ، تشعشع بین سطوح سیاه و خاکستری. مقدمه ای بر انتقال حرارت جابجایی ، لایه مرزی هیدرودینامیکی و حرارتی ، جریان لامینار و توربولنت ، اهمیت فیزیکی پارامترهای بدون بعد ، تشابه اصطکاک و انتقال حرارت ، روابط تجربی جریانهای لامینار و توربولنت از روی اجسام و داخل آنها ، جریان از روی استوانه و کره، جریان از روی مجموعه لوله ها. انواع مبدل های حرارتی ، بررسی مبدل های حرارتی با استفاده از اختلاف درجه حرارت متوسط لگاریتمی ، مبدل های حرارتی با جریانهای موازی و مخالف ، مبدل های حرارتی با جریانهای عرضی چند مسیر ، روش NTU ، مبدل های حرارتی فشرده. 7/5 (2-آ)

مقدمه ای بر همجوشی کنترل شده



نوع واحد : نظری

تعداد واحد : 3

پیش نیاز : فیزیک مدرن و کوانتوم

هم نیاز : ندارد

ساعات تدریس : 48 ساعت

سرفصل درس

سطح مقطع ها

مفهوم محصور سازی

معیار لاوسون

برمزاشرالونگ

فیزیک اتمی

تعادل MHD

پایداری MHD

اینرسی محصور سازی

لیزرها

سیستم های گرم کننده مغناطیسی همجوشی

سیستم های خلاء

نگهداری تریتم

مغناطیس های ابر رسانا

ایمنی راکتورهای هسته ای

نوع واحد : نظری

تعداد واحد : 3

پیش نیاز : مقدمه ای بر تئوری راکتورهای هسته ای ، مهندسی نیروگاه های هسته ای

هم نیاز : ندارد

ساعات تدریس : 48 ساعت

سرفصل درس



فلسفه ایمنی ، طراحی عمومی بحرانیت ، مجوزها و طرز کار با سیستم ها

طراحی ضرایب راکتیویته ، طرحهای ایمنی مهندسی

آنالیز ایمنی ، حوادث

آنالیز خطر ، مدیریت بحران ، تصمیم گیری در شرایط بحرانی

سیستم های راکتور ، دینامیک راکتور و کنترل راکتور

حوادث خارجی ، زلزله ، آتش سوزی و رعد و برق

پیامدهای تشعشعی حوادث

ایمنی راکتورهای سریع

راکتورهای پیشرفته : مولدهای III و مولدهای IV

مطالعات موردی

مهندسی نیروگاههای هسته ای

نوع واحد : نظری

تعداد واحد : 3

پیش نیاز : تئوری راکتورهای هسته ای ، انتقال حرارت

هم نیاز : ندارد

ساعات تدریس : 48 ساعت



سرفصل درس

توصیف نیروگاههای قدرت هسته ای N.P.P و طرز کار آنها

ترمودینامیک قدرت هسته ای

سیکل های قدرت هسته ای

آنالیز سیستم های سیالات و مقدمه ای بر جریان دو فازی

تولید حرارت در راکتورهای هسته ای

طراحی ترموهیدرولیکی قلب راکتور و قسمت های نیروگاه

آنالیز ساختار و طراحی سیالات

جابجایی سیالات

ایمنی راکتور ، طراحی سیستم های ایمنی مهندسی

جنبه های زیست محیطی علوم هسته ای

تعداد واحد: 3 واحد

نوع واحد: نظری

پیش نیاز: حفاظت در برابر پرتوها ، تئوری راکتورهای هسته ای

هم نیاز - ندارد



سرفصل: (48 ساعت)

کاربری انرژی جهان، اثر گلخانه ای و تغییر آب و هوای جهان - اقتصاد انرژی ، مؤلف های هزینه برق ، آثار نیروگاهها روی محیط زیست و مقایسه اثر نیروگاههای هسته ای و فسیلی ، آثار و پیامدهای ناشی از حوادث هسته ای ، آثار آزمایشات و سلاحهای هسته ای ، قوانین و مقررات و سازمانها، مصوبه های انرژی اتمی ، سازمان حفاظت محیط زیست ، آژانس بین المللی انرژی اتمی ، بهبود فنی و بنیادی تاسیسات هسته ای ، تاثیر اصلاح قوانین و بازسازی ، راکتورهای هسته ای پیشرفته نقش و کاربرد علوم هسته ای در تحقیقات زیست محیطی نقش علوم هسته ای در بهبود کیفیت محیط زیست.