

باسمه تعالی



دانشکده علوم و فناوری‌های نوین
گروه مهندسی هسته‌ای

مشخصات کلی، برنامه و سرفصل دروس

کارشناسی ارشد رشته مهندسی هسته‌ای
گرایش راکتور

تابستان ۱۳۹۲



پیش‌گفتار

در راستای تحقق اهداف کلی برگزاری دوره کارشناسی ارشد مهندسی هسته‌ای- گرایش راکتور و نظر به تجارب حاصله در دوره‌های پیشین، لزوم بازنگری در برنامه‌ریزی دروس این دوره احساس می‌گردد. بنابراین مجموعه حاضر با هدف ایجاد منبعی مناسب برای برنامه‌های آموزشی و پژوهشی این دوره تهیه شده است. در این مجموعه ضمن تفکیک دروس در مجموعه‌های اصلی مشترک، تخصصی گرایش و اختیاری، برای هر درس تعداد واحد نظری یا عملی، دروس پیش‌نیاز و هم‌نیاز، هدف از ارائه درس و رئوس مطالبی که بایستی پوشش داده شود، نحوه ارزیابی، نیازسنجی، بازدیدهای عملی و منابع و مراجع مربوطه به طور مفصل ارائه شده است. امید است تهیه این مجموعه گامی مؤثر در دستیابی بهتر و کامل‌تر دانش آموختگان این دوره به اهداف تعیین شده باشد تا بتوانند قابلیت‌های خود را در مراکز و صنایع مختلف به کار برند.



تعداد واحدهای درسی

دانشجویان این دوره می‌بایست تعداد ۳۱ واحد درسی را مطابق جدول ۱ بگذرانند.

جدول ۱: تعداد کل واحدهای درسی رشته مهندسی هسته‌ای گرایش راکتور

واحد	شرح درس
۶	اصلی مشترک
۱۰	تخصصی گرایش
۹	اختیاری
۶	پایان نامه
۳۱	جمع

دروس دوره

(۱) دروس جبرانی

پذیرفته‌شدگان این دوره بنابر نیاز و با تشخیص گروه تعدادی از دروس جبرانی جدول ۲ را می‌گذرانند.

جدول ۲: دروس جبرانی

تعداد واحد	نام درس
۴	اصول ترموهیدرولیک
۳	فیزیک هسته‌ای
۱	آزمایشگاه فیزیک هسته‌ای
۲	محاسبات عددی
۳	ریاضی مهندسی
۳	ترمودینامیک

(۲) دروس اصلی مشترک

دانشجویان می‌بایست تعداد ۶ واحد از دروس اصلی مشترک را با نظر گروه طبق جدول ۳ بگذرانند.

جدول ۳: دروس اصلی مشترک

نام درس	تعداد واحد	پیش‌نیاز	هم‌نیاز
فیزیک بهداشت	۳	-	-
محاسبات عددی پیشرفته	۳	-	-
آشکارسازی تابش‌های هسته‌ای ۱	۳	-	-



۳) دروس تخصصی گرایش

دانشجویان موظف هستند دروس تخصصی گرایش را مطابق جدول ۴ بگذرانند.

جدول ۴: دروس تخصصی گرایش

نام درس	تعداد واحد	پیش نیاز	هم نیاز
فیزیک راکتور ۱	۳	-	-
فیزیک راکتور ۲	۳	فیزیک راکتور ۱	-
انتقال حرارت هسته ای	۳	-	-
آزمایشگاه فیزیک راکتور	۱	فیزیک راکتور ۱	-

۴) دروس اختیاری

دانشجویان لازم است تعداد ۹ واحد از دروس جدول ۵ را به عنوان دروس اختیاری، به پیشنهاد استاد راهنما و تأیید گروه انتخاب نمایند.

جدول ۵: دروس اختیاری*

نام درس	تعداد واحد	پیش نیاز	هم نیاز
فناوری نیروگاه های هسته ای	۳	فیزیک راکتور ۱	-
جریان های دو فازی	۳	-	-
فیزیک راکتورهای سریع زاینده	۳	-	-
ایمنی راکتورهای هسته ای	۳	-	-
چرخه سوخت	۳	-	-
مدیریت سوخت	۳	-	-
کاربرد روش مونت کارلو در محاسبات هسته ای	۳	-	-
دینامیک راکتورهای هسته ای	۳	فیزیک راکتور ۱	-
حفاظ سازی	۳	-	-
مواد هسته ای	۳	-	-
ریاضیات مهندسی پیشرفته	۳	-	-
مباحث ویژه در مهندسی راکتور	۳	-	-
سمینار ۱	۱	-	-
سمینار ۲	۲	-	-

* دانشجویان می توانند با نظر استاد راهنما و تصویب گروه تا دو درس (۶ واحد درسی) از جدول شماره ۳ یا سایر گرایش ها و رشته های مرتبط موجود در دانشگاه اخذ نمایند.



۵) پایان نامه

دانشجویان این دوره موظفند ۶ واحد پایان نامه را زیر نظر استاد راهنما و با تصویب گروه بگذرانند.

تبصره: دانشجویان آموزش محور می بایست به جای ۶ واحد پایان نامه، ۳ واحد سمینار و ۳ واحد درس از جدول دروس اختیاری اخذ نمایند.



فهرست دروس

صفحه	عنوان
۷	فیزیک بهداشت
۸	محاسبات عددی پیشرفته
۱۰	آشکارسازی تابش‌های هسته‌ای ۱
۱۱	فیزیک راکتور ۱
۱۲	فیزیک راکتور ۲
۱۴	انتقال حرارت هسته‌ای
۱۶	آزمایشگاه فیزیک راکتور
۱۷	فناوری نیروگاه‌های هسته‌ای
۱۹	جریان‌های دو فازی
۲۱	فیزیک راکتورهای سریع زاینده
۲۲	ایمنی راکتورهای هسته‌ای
۲۴	چرخه سوخت
۲۶	مدیریت سوخت
۲۸	کاربرد روش مونت کارلو در محاسبات هسته‌ای
۳۰	دینامیک راکتورهای هسته‌ای
۳۲	حفاظ سازی
۳۳	مواد هسته‌ای
۳۴	ریاضیات مهندسی پیشرفته
۳۶	مباحث ویژه در مهندسی راکتور
۳۷	سمینار ۱
۳۸	سمینار ۲
۳۹	جداول تطبیقی



فیزیک بهداشت
Health Physics

تعداد واحد نظری: ۳	نوع درس: اصلی مشترک
تعداد واحد عملی: -	پیش نیاز: -

هدف درس:

معرفی کمیت‌های مورد استفاده در دزسنجی تابش‌های یوننده و تجهیزات دزیمتری، فراگیری اصول فیزیک بهداشت پرتوهای یوننده، محاسبه دز داخلی و خارجی و طراحی حفاظ.

رئوس مطالب:

- ۱- پرتوزایی و منابع آن: مواد پرتوزای طبیعی و مصنوعی، دستگاه‌های مولد پرتو اعم از انواع راکتورها، شتابدهنده‌ها و دستگاه‌های پرتوپزشکی.
- ۲- برهم‌کنش پرتوهای یوننده اعم از فوتون، نوترون و ذرات باردار با ماده.
- ۳- دز سنجی و معرفی کمیت‌های آن.
- ۴- اثرات زیست‌شناختی پرتوهای یوننده.
- ۵- قوانین و راهنمای حفاظت در برابر تابش‌های یوننده.
- ۶- تجهیزات دزیمتری و اصول عملکردی آنها.
- ۷- اصول حفاظت در برابر تابش‌های خارجی و طراحی حفاظ.
- ۸- حفاظت در برابر پرتوگیری داخلی و محاسبات دز داخلی.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	-

بازدید: ندارد.

منابع اصلی:

1. H. Cember, T. Johnson, "Introduction to Health physics", MC Graw Hill, 2008.
2. J. Shapiro, "Radiation Protection: A Guide for Scientists, Regulators and Physicians", Harvard University Press, 2002.
3. J. E. Turner, "Atoms, Radiation, and Radiation Protection", Wiley-VCH, 2007.
4. F. H. Attix, "Introduction to Radiological Physics and Radiation Dosimetry", Wiley-VCH, 2007.
5. E. J. Hall, "Radiobiology for the Radiologist", Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2000.



محاسبات عددی پیشرفته

Advanced Numerical Methods

تعداد واحد نظری: ۳	نوع درس: اصلی مشترک
تعداد واحد عملی: -	پیش‌نیاز: -

هدف درس:

فراگیری روش‌ها و اصول حل عددی معادلات کاربردی در مهندسی هسته‌ای.

رئوس مطالب:

- ۱- مقدمه‌ای بر جبر خطی، مقادیر و بردارهای ویژه.
- ۲- مبانی تحلیل عددی: روش‌های عددی، تحلیلی، درونیابی، انتگرالگیری و کاربرد آنها در حل مسائل مقدار اولیه و معادلات دیفرانسیل، روش‌های حل معادلات خطی، تبدیل متشابه و فرم مخروطی جردن.
- ۳- روش‌های عددی برای حل معادلات دیفرانسیل معمولی و آنالیز خطای آن‌ها: روش اویلر، روش تیلور، روش رانگ کوتا، روش‌های چند گامی، روش‌های پیش‌بینی و تصحیح، آنالیز پایداری و خطاهای عددی.
- ۴- روش‌های Moment، حداقل مربعات، Collocation، Penalty، Galerkin و Ritz.
- ۵- روش‌های محاسباتی تکراری در حل معادلات دیفرانسیل جزئی: روش‌های ضمنی، همگرایی، جاکوبی، چند جمله‌ای چیشف، روش نیمه تکراری چیشف، کاربرد در معادلات پخش نوترون در دو بعد.
- ۶- روش‌های تفاضل محدود: تقریب مشتق‌ها، روش صریح، روش ضمنی، روش کرانک-نیکلسون، حل در مختصات استوانه‌ای و قطبی، روش ADI، روش SOR، روش برخط.
- ۷- روش‌های پسماند متعادل شده و اصول تغییری (Variation): معادلات اویلر-لاگرانژ، روش‌های مستقیم، اصل تغییری و استفاده از روش چند جمله‌ای.
- ۸- راه‌حل‌های کامپیوتری مسائل یک بعدی شامل تعیین مقادیر مشخصه یا مرزی از روش‌های تفاضل محدود، توان، ویلاندت.
- ۹- روش‌های اجزاء محدود.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	+

بازدید: ندارد.



منابع اصلی:

1. C. F. Gerald, P. O. Wheatley, "Applied Numerical Calculation", Addison- Welsley, 1999.
2. J. H. Ferziger, "Numerical Methods for Engineering Application", John Wiley, 1998.
3. E. E. Lewis, W. F. Miller, "Computational Methods of Neutron Transport", American Nuclear Society, 1993.
4. R. H. Pennington, "Computer Methods and Numerical Analysis", Macmilan, 2000.
5. R. T. Ackroyd, "Finite Element Methods for Particle Transport", Research Studies Pre., 1997
6. J. S. Dehesa, J. M. G. Gomez, "Mathematical and Computational Methods in Nuclear Physics", Springer-Verlag, 1984.



آشکارسازی تابش های هسته ای ۱
Nuclear Radiation Detection I

تعداد واحد نظری: ۳	نوع درس: اصلی مشترک
تعداد واحد عملی: -	پیش نیاز: -

هدف درس:

فراگیری اصول آشکارسازی و طرز کار انواع آشکارسازهای تابش های هسته ای

رئوس مطالب:

- ۱- مروری بر چشمه های پرتوزا و اندرکنش های پرتو با ماده.
- ۲- آمار شمارش و برآورد خطا در شمارش.
- ۳- خواص عمومی آشکارسازهای پرتو: معرفی طیف های انتگرالی و دیفرانسیلی؛ معرفی حد تفکیک انرژی، راندمان آشکارسازی و زمان مرده آشکارسازها.
- ۴- آشکارسازهای گازی: معرفی ساختار، مشخصات و طرز کار انواع آشکارسازهای گازی شامل اتاقک های یونش، شمارنده های تناسبی و شمارنده های گایگرمولر.
- ۵- آشکارسازهای سوسوزن: معرفی انواع آنها شامل سوسوزن های معدنی و آلی؛ معرفی و طرز کار تیوب های تکثیرکننده فوتونی.
- ۶- طیف سنجی گاما با آشکارسازهای سوسوزن.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	-

بازدید: ندارد.

منابع اصلی:

1. C. F. Knoll, "Radiation Detection and Measurement", John Wiley & Sons, 4th edition, 2010.
2. N. Tsoulfanidis, "Measurement and Detection of Radiation", Taylor & Francis, 2nd edition, 1995.



فیزیک راکتور ۱
Reactor Physics I

تعداد واحد نظری: ۳	نوع درس: تخصصی گرایش
تعداد واحد عملی: -	پیش‌نیاز: -

هدف درس:

فراگیری مفاهیم اساسی فیزیک نوترونی راکتور از قبیل سطح مقطع‌ها، نظریه پخش، ضریب تکثیر، سینتیک راکتور، راکتیویته و سموم.

رئوس مطالب:

- ۱- سطح مقطع‌ها، واکنش‌های زنجیره‌ای، ضریب تکثیر، وضعیت بحرانی راکتور، کلیاتی درباره نیروگاه‌های هسته‌ای، طرح راکتور هسته‌ای.
- ۲- نظریه پخش: میزان اندرکنش‌ها و شار نوترون، دانسیته جریان نوترون، حل معادله پخش، قانون Fick، تفسیر فیزیکی قانون Fick، شرایط مرزی معادله پخش در حالت پایا.
- ۳- کاربردهای معادلات پخش: حل معادله پخش در محیط‌های بدون تکثیر، حل معادله پخش در محیط‌های با تکثیر.
- ۴- سینتیک راکتور: مدل نقطه‌ای، حل معادلات مدل نقطه‌ای، پسخور راکتیویته و دینامیک راکتور، تعیین تجربی پارامترهای سینتیک راکتور و راکتیویته.
- ۵- کنترل راکتیویته: ارزش و اثرات میله‌های کنترل متحرک، سموم قابل سوختن، اثرات ذاتی راکتیویته.
- ۶- تجزیه و تحلیل تغییرات ترکیب قلب راکتور: مسمومیت ناشی از محصولات شکافت، محاسبات.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	-

بازدید: ندارد.

منابع اصلی:

1. J. R. Lamarsh, "Introduction to Nuclear Reactor Theory", American Nuclear Society, 2002.
2. J. J. Duderstadt, L. J. Hamilton, "Nuclear Reactor Analysis", John Wiley, 1976.
3. W. M. Stacey, "Nuclear Reactor Physics", Wiley-VCH, 2007.
4. E. E. Lewis, "Fundamentals of Nuclear Reactor Physics", Burlington, MA: Academic Press, 2008.
5. G. I. Bell, "Nuclear Reactor Theory", Krieger Pub. Co., 1979.
6. J. R. Lamarsh, A. J. Baratta, "Introduction to Nuclear Engineering", Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 2001.



فیزیک راکتور ۲
Reactor Physics II

تعداد واحد نظری: ۳ تعداد واحد عملی: -	نوع درس: تخصصی گرایش پیش‌نیاز: فیزیک راکتور ۱
--	--

هدف درس:

فراگیری مفاهیم تکمیلی فیزیک راکتور از قبیل پیچش (Buckling)، نظریه چند گروهی، ثابت گروه‌های حرارتی و سریع، محاسبات سلولی، نظریه ترابرد و اغتشاش.

رئوس مطالب:

- ۱- محاسبات پیچش (Buckling) قلب راکتور، پیچش هندسی و جرمی، طراحی اولیه قلب راکتور.
- ۲- بررسی اثر بازتابنده‌ها.
- ۳- نظریه پخش چند گروهی: به دست آوردن معادله پخش چند گروهی، کاربردهای ساده مدل پخش چند گروهی، حل عددی معادلات پخش چند گروهی.
- ۴- محاسبات طیف سریع و ثابت‌های گروه سریع: کند شدن نوترون در محیط بی‌نهایت، جذب رزنانس، کند شدن نوترون در محیط‌های محدود، محاسبات طیف سریع و ثابت‌های گروه سریع.
- ۵- محاسبات طیف حرارتی و ثابت‌های گروه حرارتی: کلیاتی درباره طیف نوترون حرارتی، روش‌های تقریبی حرارتی شدن نوترون، محاسبات طیف حرارتی.
- ۶- محاسبات سلولی برای شبکه‌های قلب راکتور ناهمگن: اثرات شبکه در محاسبات راکتور، اثرات ناهمگنی در فیزیک نوترون حرارتی، اثرات ناهمگنی در فیزیک نوترون سریع.
- ۷- نظریه ترابرد: به دست آوردن معادله ترابرد، معادلات S_N و P_N ، معادله ترابرد چند گروهی، ساده‌سازی‌های معادله ترابرد.
- ۸- نظریه اغتشاش.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	-

بازدید: ندارد.

منابع اصلی:

1. J. R. Lamarsh, "Introduction to Nuclear Reactor Theory", American Nuclear Society, 2002.
2. J. J. Duderstadt, L. J. Hamilton, "Nuclear Reactor Analysis", John Wiley, 1976.



3. W. M. Stacey, "Nuclear Reactor Physics", Wiley-VCH, 2007.
4. E. E. Lewis, "Fundamentals of Nuclear Reactor Physics", Burlington, MA: Academic Press, 2008.
5. G. I. Bell, "Nuclear Reactor Theory", Krieger Pub. Co., 1979.
6. J. R. Lamarsh, A. J. Baratta, "Introduction to Nuclear Engineering", Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 2001.



انتقال حرارت هسته‌ای
Nuclear Heat Transport

تعداد واحد نظری: ۳ تعداد واحد عملی: -	نوع درس: تخصصی گرایش پیش‌نیاز: -
--	-------------------------------------

هدف درس:

فراگیری چگونگی تولید گرما در قلب راکتورهای هسته‌ای و نحوه انتقال حرارت در آن، معرفی انواع خنک‌کننده‌ها و چگونگی برداشت گرما از قلب توسط آنها، طراحی اولیه ترموهیدرولیکی قلب راکتور.

رئوس مطالب:

- ۱- مقدمه ای بر تولید حرارت در راکتور: انرژی شکافت در راکتورها، سوخت شکافت پذیر در راکتورها، تولید انرژی توسط یک میله سوخت، تولید حرارت در راکتورهای با قلب همگن و ناهمگن، تولید حرارت در زمان خاموشی راکتور.
- ۲- هدایت حرارتی در میله سوخت پایا: معادلات هدایت حرارت در سوخت‌های از نوع صفحه‌ای، استوانه‌ای، استوانه توخالی و کروی، انتقال حرارت در یک تیغه تحت تابش (برای حفاظ‌های حرارتی)، روش‌های بهبود انتقال حرارت بین سطوح و گازها (پره‌ها و...)، حل معادله پواسون (Poisson) وابسته به زمان.
- ۳- انتقال حرارت در میله سوخت برای حالت ناپایا: تفکیک پارامترهای Lumped، محاسبه درجه حرارت ناپایا از طریق روش تفاضل محدود، حل عددی هدایت دو بعدی گذرا، حل ترکیبی برای شکل‌های صفحه‌ای، استوانه‌ای و بدون لایه مرزی، حل تحلیلی دقیق.
- ۴- مقدمه‌ای بر انتقال حرارت جابجایی، لایه مرزی، جابجایی آزاد و اجباری.
- ۵- انتقال حرارت و جریان یک فازی سیال‌های خنک‌کننده غیر فلزی: تخلیه حرارت و قدرت پمپ، ضرایب انتقال حرارت، اثر عدد پراندتل بر انتقال حرارت به صورت جابجایی، خنک‌کننده غیر فلزی (جریان در لوله با مقطع دایروی و یا غیر دایروی)، اثرات شار حرارتی غیر یکنواخت محوری و توزیع درجه حرارت، اثر افزایش سرعت گاز در انتقال حرارت.
- ۶- خنک‌کننده‌های فلزی مایع: کلیاتی درباره انتقال حرارت فلزات مایع (در لوله‌های دایروی و مجاری غیر دایروی)، توزیع شعاعی و محوری درجه حرارت.
- ۷- انتقال حرارت با تغییر در فاز: فرآیندهای تغییر فاز (جوش و میعان)، هسته‌ها، بزرگ شدن حباب، منطقه‌های جوش، بحران جوش و سوختن و تأثیرات پارامترها در آنها، روابط شار حرارتی بحرانی برای آب و سیالات دیگر، مختصری در مورد جریان‌های دو فازی، انواع جریان دو فازی.
- ۸- طراحی قلب راکتور: توزیع درجه حرارت برای میله‌های سوخت، گلوگاه بحرانی خنک‌کننده، عوامل گرمایش نقطه‌ای، مثالی در رابطه با تعیین فاکتور گرمایش نقطه‌ای، فاکتور گرمایش نقطه‌ای به طور کلی، طرح قلب راکتور.
- ۹- قلب جوشان: موازنه انرژی و جرم برای راکتورهای جوشان، ایجاد فشار در مجاری جوش، جرم مخصوص میانگین در مجاری جوش، اثر Chimney، قلب جوش برای کانال‌های چندتایی.



روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	-

بازدید: ندارد.

منابع اصلی:

1. M. M. El-Wakil, "Nuclear Heat Transport", American Nuclear Society, 1981.
2. N. E. Todreas, M. Kazimi, "Nuclear Systems Volume I: Thermal Hydraulic Fundamentals", Taylor & Francis, 2011.
3. F. P. Incropera, "Fundamentals of Heat and Mass Transfer", John Wiley & Sons, 2006.
4. L. S. Tong, Y. S. Tang, "Boiling Heat Transfer And Two-Phase Flow", CRC Press, 1997.



آزمایشگاه فیزیک راکتور
Reactor Physics Laboratory

تعداد واحد نظری: -	نوع درس: تخصصی گرایش
تعداد واحد عملی: ۱	پیش‌نیاز: فیزیک راکتور ۱

هدف درس:

آشنایی با نحوه عملکرد یک راکتور آزمایشگاهی و اندازه‌گیری فاکتورهای مربوط

رئوس مطالب:

- ۱- تعیین جرم بحرانی.
- ۲- مدرج کردن میله‌های کنترل با روش‌های زمان دو برابر شدن و سقوط آزاد (Rod Calibration).
- ۳- تعیین توزیع شار نوترون‌های سریع و حرارتی در قلب راکتور (Flux Distribution).
- ۴- تعیین قدرت راکتور با روش کالیبره‌تری (Reactor Power Calibration).
- ۵- اندازه‌گیری ضریب خلاء.
- ۶- اندازه‌گیری تولید و سوختن زینان.
- ۷- اندازه‌گیری دز گاما و نوترون در قلب راکتور.
- ۸- تعیین قدرت راکتور با روش اندازه‌گیری شار نوترون.
- ۹- اندازه‌گیری طول پخش نوترون‌های حرارتی در آب.
- ۱۰- اندازه‌گیری مقدار β/l .

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	-	+	-

بازدید: دارد (کلیه آزمایشات علاوه بر استفاده از شبیه‌ساز راکتور گروه به مدت یک هفته در محل راکتورهای سازمان انرژی اتمی اصفهان یا تهران برگزار می‌گردد).

منابع اصلی:

1. W. J. Strum, "Reactor Laboratory Experiments", ANL-6410, 1961.
۲. مرتضی قریب، محمد ارکانی، "آزمایشات راکتورهای هسته‌ای"، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، ۱۳۸۷.



فناوری نیروگاه‌های هسته‌ای

Nuclear Power Plant Technology

تعداد واحد نظری: ۳	نوع درس: اختیاری
تعداد واحد عملی: -	پیش‌نیاز: فیزیک راکتور ۱

هدف درس:

فراگیری چگونگی تولید انرژی و نحوه عملکرد انواع نیروگاه‌های هسته‌ای متداول، معرفی نسل‌های جدید راکتورهای هسته‌ای.

رئوس مطالب :

- ۱- جنبه های ترمودینامیکی نیروگاه هسته‌ای: مقدمه، چرخه کار، چرخه های واقعی و مفهوم ترکیب پذیری، چرخه رانکین، کارایی و قدرت خروجی یک نیروگاه هسته‌ای مبنی بر چرخه برگشت پذیری باز تولید، افزایش گرما با یک چشمه گرمایی دما متغیر، چرخه‌های فوق گرما و باز گرما، انتخاب سیال کاری، چرخه‌های بخار چند سیاله.
- ۲- نیروگاه هسته‌ای آب جوشان: ضریب حفره در راکتورهای آبی، حالت راکتورهای آب معمولی با سوخت غنی شده زیاد و غنی شده کم، ضرایب فشار در راکتورهای جوشان، رادیو اکتیویته سامانه بخار، نیروگاه با چرخه مستقیم، نیروگاه با چرخه دوگانه، مقایسه نیروگاه با چرخه مستقیم و چرخه دو گانه، کنترل نیروگاه با جریان بازگشتی، شرح کامل یک نیروگاه هسته‌ای آب جوشان، توربین‌های نیروگاه آب جوشان.
- ۳- نیروگاه هسته‌ای آب تحت فشار: مقدمه، مواد برای راکتورهای آبی، مولدهای بخار، محفظه کنترل فشار راکتور، کنترل توسط محلول شیمیایی، شرح کامل یک نیروگاه هسته‌ای آب تحت فشار.
- ۴- نیروگاه هسته‌ای آب سنگین: مشخصات هسته‌ای آب سنگین، استفاده اورانیوم طبیعی به عنوان سوخت، توضیح و مشخصات نیروگاه هسته‌ای آب سنگین، نیروگاه آب سنگین تحت فشار، نیروگاه آب سنگین نوع لوله تحت فشار.
- ۵- نیروگاه هسته‌ای با خنک کننده گازی.
- ۶- راکتورهای سریع زاینده: مقدمه، واکنش‌های هسته‌ای در راکتورهای سریع زاینده، تبدیل و زایش، نسبت زاینده‌گی، زمان دو برابر شدگی، جنبه‌های ایمنی راکتورهای سریع، سینتیک راکتور سریع، ضریب حفره سدیم، اثر داپلر در راکتورهای سریع، خنک کننده‌های راکتورهای سریع، فلزات مایع، تورم مواد در راکتورهای سریع، تشریح یک نیروگاه هسته‌ای سریع زاینده.
- ۷- نیروگاه‌های هسته‌ای نسل چهارم.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	-

بازدید: دارد (یک روز نیروگاه هسته‌ای بوشهر، یک روز مرکز ساخت میله‌های سوخت اصفهان).



منابع اصلی :

1. M. M. El-Wakil, "Nuclear Energy Conversion", American Nuclear Society, 1982.
2. R. A. Knief, "Nuclear Engineering: Theory and Technology of Commercial Nuclear Power", American Nuclear Society; 2nd dition, 2008.
3. J. A. Angelo Jr, "Nuclear Technology", Greenwood, 2004.
4. N. E. Todreas, "Nuclear Systems Volume 2: Elements of Thermal Design", Taylor & Francis, 1990.
5. G. Kessler, "Sustainable and Safe Nuclear Fission Energy: Technology and Safety of Fast and Thermal Nuclear Reactors (Power Systems)", Springer, 2012.
6. Y. Oka, S. Koshizuka, Y. Ishiwatari, A. Yamaji, "Super Light Water Reactors and Super Fast Reactors: Supercritical-Pressure Light Water Cooled Reactors", Springer, 2010.



جریان های دوفازی
Two Phase Flows

تعداد واحد نظری: ۳	نوع درس: اختیاری
تعداد واحد عملی: -	پیش نیاز: -

هدف درس:

بررسی و تحلیل جریان های دو فازی سیال (در قلب راکتور، مدار ثانویه) و نحوه انتقال حرارت توسط این جریان ها.

رئوس مطالب:

- ۱- مقدمه ای بر جریان های دوفازی: اشکال مختلف جریان و طبقه بندی آن، پارامترهای جریان دوفازی.
- ۲- معادلات موازنه جرم و انرژی و اندازه حرکت: روابط جریان های تک فازی، کسر حفره (Void Fraction)، لغزش (Slip).
- ۳- جریان های حبابی و لخته ای (Slug and Bubble): مدل دوبعدی یک سرعتی، مدل یک بعدی دو سرعتی.
- ۴- جریان های حلقه ای (Annular).
- ۵- انتقال حرارت در جریان های دوفازی: میعان، انواع جوشش، تشکیل هسته ها، روابط جوشش هسته ای، Burn Out.
- ۶- روابط اساسی جریان های دوفازی، جریان های دوفازی بحرانی و نوسانی.
- ۷- کسر حفره (Void Fraction) و افت فشار در حالت پایا در راکتورهای آبی.
- ۸- مسایل دوفازی در نیروگاه های هسته ای.
- ۹- تحلیل جریان پایا در مجراهای جزئی.
- ۱۰- شار حرارتی بحرانی پایا در میله های سوخت راکتورهای آبی.
- ۱۱- خنک کردن اضطراری قلب راکتور.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	-

بازدید: ندارد.

منابع اصلی:

1. J. J. Ginoux, "Two Phase Flow and Heat Transfer with Application to Nuclear Reactor Design Problem", publication co., 1978.
2. A. E. Bergles, "Two Phase Flow and Heat Transfer in the Power Process Industry", MC Graw-Hill Inc., 1981.



3. J. G. Collier, J. R. Thome, "Convective Boiling and Condensation", Oxford University Press, 1996.
4. L. S. Tong, Y. S. Tang, "Boiling Heat Transfer And Two-Phase Flow", CRC Press, 1997.
5. C. Kleinstreuer, "Two-Phase Flow: Theory and Applications", Taylor & Francis, 2003.
6. C. E. Brennen, "Fundamentals of Multiphase Flow", Cambridge University Press, 2009.



فیزیک راکتورهای سریع زاینده
Fast Breeder Reactor Physics

تعداد واحد نظری: ۳	نوع درس: اختیاری
تعداد واحد عملی: -	پیش‌نیاز: -

هدف درس:

فراگیری نحوه کار و عملکرد راکتورهای سریع زاینده.

رئوس مطالب:

- ۱- سطح مقطع‌های چند گروهی.
- ۲- مبانی زاینده‌گی و نقش راکتورهای زاینده سریع.
- ۳- مقدمات طراحی راکتورهای سریع زاینده: طراحی سامانه‌های مکانیکی و حرارتی، انتخاب مواد و پارامترهای قلب.
- ۴- طراحی هسته‌ای قلب راکتور.
- ۵- سینتیک و اثرات راکتیویته.
- ۶- مدیریت سوخت راکتورهای زاینده سریع.
- ۷- طراحی میله و مجموعه سوخت، طراحی ترموهیدرولیکی قلب.
- ۸- سامانه‌های راکتور: سامانه‌های انتقال حرارت، سامانه‌های کنترل و ابزار دقیق.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	-

بازدید: ندارد.

منابع اصلی:

1. B. Walter, "Fast Breeder Reactor", Pergamon Press, 1981.
2. N. Singh, "Basic Concepts Behind Fast Breeder Reactor Core Design", Lap Lambert Academic Publishing, 2012.
3. P. Hirsch, T. N. Marsham, R. S. Pease, B. L. Eyre, "The Fast Neutron Breeder Fission Reactor", Scholium Intl., 1991.
4. L. J. Koch, "Experimental Breeder Reactor-II (EBR-II): An Integrated Experimental Fast Reactor Nuclear Power Station", American Nuclear Society, 2008.
5. G. Kessler, "Sustainable and Safe Nuclear Fission Energy: Technology and Safety of Fast and Thermal Nuclear Reactors (Power Systems)", Springer, 2012.
6. Y. Oka, S. Koshizuka, Y. Ishiwatari, A. Yamaji, "Super Light Water Reactors and Super Fast Reactors: Supercritical-Pressure Light Water Cooled Reactors", Springer, 2010.



ایمنی راکتورهای هسته ای
Nuclear Reactor Safety

تعداد واحد نظری: ۳	نوع درس: اختیاری
تعداد واحد عملی: -	پیش نیاز: -

هدف درس:

فراگیری مفاهیم خطر و قابلیت اطمینان و بررسی آنها، معرفی سامانه های ایمنی نیروگاه های هسته ای، بررسی انواع حوادث محتمل نیروگاه های هسته ای و تحلیل آثار آنها.

رئوس مطالب:

- ۱- مقدمه ای بر احتمالات.
- ۲- قابلیت اطمینان سامانه: از کارافتادگی سامانه ها، قابلیت اطمینان سامانه های ساده و قابل تعمیر، تست سامانه ها، سامانه های l/n و ویژگی ها.
- ۳- روش های محاسبه خطای سامانه: درخت عیب و درخت حادثه.
- ۴- بررسی خطر در راکتورها: مفهوم و تعریف خطر، بررسی خطر در راکتورهای آبی، بررسی خطر در حمل مواد رادیواکتیو، مقایسه مخاطرات ناشی از حوادث مختلف با خطر راکتورها، تحلیل خطر در مقابل سود (Risk Benefit Analysis).
- ۵- کنترل کیفی و کنترل کمی: مفهوم و اهمیت آن در راکتورها، نحوه انجام و مراحل آن.
- ۶- تغییرات راکتیویته و نتایج آن: بررسی حالت گذرای راکتور در اثر تغییرات راکتیویته.
- ۷- حوادث محتمل در نیروگاه های هسته ای: انواع دسته بندی و ویژگی ها.
- ۸- بررسی سامانه های طراحی شده در راکتورها جهت کنترل حوادث.
- ۹- بررسی برخی از حوادث مهم: LOCA, ...
- ۱۰- محفظه راکتور و مسائل ایمنی آن: تحت فشار قرار گرفتن محفظه راکتور، آزاد شدن انرژی حاصل از فشار، ذوب شدن قلب راکتور.
- ۱۱- پخش مواد رادیواکتیو: موجودی محصولات شکافت در قلب راکتور، چگونگی آزاد شدن مواد رادیواکتیو در محفظه، پخش مواد رادیواکتیو در فضا، پی آمدهای زیست محیطی.
- ۱۲- بررسی حوادث اتفاق افتاده در صنایع هسته ای.
- ۱۳- بررسی قوانین وضع شده در مورد ایمنی راکتورهای هسته ای.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	+



بازدید: ندارد.

منابع اصلی:

1. E. E. Lewis, "Nuclear Power Reactor Safety", John Wiley, 1978.
2. J. C. Lee, N. J. McCormick, "Risk and Safety Analysis of Nuclear Systems", John Wiley, 2011.
3. G. A. Greene, J. P. Hartnett, T. F. Irvine, Y. I. Cho, "Nuclear Reactor Safety", Academic Press , 1997.
4. G. Petrangeli, "Nuclear Safety", Butterworth-Heinemann publications, 2006.
5. N. J. McCormick, "Reliability and Risk Analysis", Academic Press, 1981.
6. M. Modarres, M. Kaminskiy, V. Krivtsov, "Reliability Engineering and Risk Analysis", CRC Press, 2009.



چرخه سوخت
Fuel Cycle

تعداد واحد نظری: ۳	نوع درس: اختیاری
تعداد واحد عملی: -	پیش‌نیاز: -

هدف درس:

فراگیری چگونگی فرایند تولید، بهره برداری و پسمانداری سوخت هسته‌ای.

رئوس مطالب:

- ۱- مقدمه: دیاگرام فرایند سوخت، نحوه کار چرخه سوخت، بازآوری (Reprocessing)، جداسازی ایزوتوپ.
- ۲- چرخه‌های سوخت برای راکتورهای هسته‌ای: سوخت‌های هسته‌ای، مدیریت سوخت و سموم، مدیریت سوخت در راکتورهای تحت فشار و استفاده از کدهای محاسباتی Burn-Up.
- ۳- میله‌ها و بسته‌های سوخت راکتورهای هسته‌ای: مشخصات و ویژگی‌ها، نحوه ساخت، تحلیل تنش‌های وارد شده به آنها در طول کار راکتور.
- ۴- اورانیوم: ایزوتوپهای اورانیوم، سری‌های واپاشی اورانیوم، اورانیوم فلزی، ترکیبات اورانیوم، شیمی محلول اورانیوم، منابع و اصول استخراج اورانیوم، تغلیظ اورانیوم، تصفیه اورانیوم، غنی سازی اورانیوم، تولید فلز اورانیوم، تولید قرص سوخت اورانیوم.
- ۵- پلوتونیوم: ایزوتوپهای پلوتونیوم، ترکیبات پلوتونیوم.
- ۶- خواص سوخت تابش داده شده و مواد موجود در راکتور: رادیواکتیویته محصولات شکافت، رادیواکتیویته ناشی از فعال‌سازی نوترونی.
- ۷- باز فرآوری سوخت: ترکیب سوخت پرتو داده شده، روش‌های مختلف بازفرآوری، فرایند PUREX، جلوگیری از بحرانی شدن در کارخانه‌های بازفرآوری، ایزوتوپ‌های پایدار و روش‌ها و اصول جداسازی آنها، جداسازی اورانیوم.
- ۸- مسائل و پسماندهای هسته‌ای.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	-

بازدید: دارد (یک روز مرکز فرآوری سوخت هسته‌ای اصفهان).



منابع اصلی :

1. M. Benedict, T. Pigford, "Nuclear Chemical Engineering", MC Graw Hill, 1981.
2. R. G. Cochran, N. Tsoulfanidis, W. F. Miller, "Nuclear Fuel Cycle", American Nuclear Society, 1993.
3. G. J. Lumetta, K. L. Nash, S. B. Clark, J. I. Friese, "Separations for the Nuclear Fuel Cycle in the 21st Century", American Chemical Society, 2006.
4. P. D. Wilson, "The Nuclear Fuel Cycle: From Ore to Waste", Oxford University Press, 1996.
5. Core Management and Fuel Handling for Research Reactors: Safety Guide (Safety Standards), International Atomic Energy Agency, 2008.
6. M. R. Greenberg, B. M. West, K. W. Lowrie, H. J. Mayer, "The Reporter's Handbook on Nuclear Materials, Energy, and Waste Management", Vanderbilt University Press, 2009.



مدیریت سوخت

Fuel Management

تعداد واحد نظری: ۳	نوع درس: اختیاری
تعداد واحد عملی: -	پیش نیاز: -

هدف درس:

بررسی فرسایش سوخت، چیدمان سوخت داخل قلب راکتور و مدیریت بهینه سوخت در راکتورهای هسته ای.

رئوس مطالب:

- ۱- معرفی سطوح مختلف مدیریت سوخت: مدیریت سوخت در داخل قلب، مدیریت سوخت در خارج قلب.
- ۲- بررسی بهره و فرسایش سوخت: معرفی بهره سوخت و واحدهای آن، بررسی تغییرات راکتیویته سوخت بر حسب بهره در راکتورهای مختلف.
- ۳- مدل راکتیویته خطی راکتورهای آب سبک: بررسی تغییرات طول سیکل و بهره سوخت در حالت چند دسته ای (Multi-Batch) نسبت به حالت تک دسته ای (Single-Batch).
- ۴- کدهای محاسباتی تحلیل قلب: ساختار کدهای مربوطه و بررسی روش های محاسباتی هر یک.
- ۵- مدل سازی سوخت گذاری داخل قلب راکتور.
- ۶- نحوه چیدمان بهینه سوخت آب سبک.
- ۷- زمان بهینه سوخت گذاری آب سبک.
- ۸- بهینه سازی طراحی قلب راکتور آب سبک.
- ۹- مدیریت سوخت در راکتورهای هسته ای آب سنگین.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	+

بازدید: دارد (یک روز مرکز هسته ای اصفهان)

منابع اصلی:

1. P. Silvenoinen, "Reactor Core Fuel Management", Pergamon Press, 1976.
2. M. J. Driscoll, T. J. Downar, E. E. Pilat, "The Linear Reactivity Model for Nuclear Fuel Management", La Grange Park, IL: American Nuclear Society, 1991.
3. Core Management and Fuel Handling for Research Reactors: Safety Guide (Safety Standards), International Atomic Energy Agency, 2008.



4. M. R. Greenberg, B. M. West, K. W. Lowrie, H. J. Mayer, "The Reporter's Handbook on Nuclear Materials, Energy, and Waste Management", Vanderbilt University Press, 2009.
5. M. B. Nikitin, A. Andrews, M. Holt, "Managing the Nuclear Fuel Cycle: Policy Implications of Expanding Global Access to Nuclear Power", BiblioGov, 2010.



کاربرد روش مونت کارلو در محاسبات هسته‌ای

Application of the Monte Carlo Method in Nuclear Calculations

تعداد واحد نظری: ۳	نوع درس: اختیاری
تعداد واحد عملی: -	پیش‌نیاز: -

هدف درس:

معرفی روش مونت کارلو و فراگیری نحوه استفاده آن در ترابرد ذرات و شبیه‌سازی‌های هسته‌ای.

رئوس مطالب:

۱. مقدمه‌ای بر روش مونت کارلو.
۲. متغیرهای تصادفی پیوسته و گسسته، متغیرهای تصادفی چندگانه، توابع توزیع احتمال، میانگین/ واریانس/ انحراف از معیار متغیرهای نمونه‌گیری شده.
۳. قانون اعداد بزرگ، قضیه حد مرکزی.
۴. تولید و آزمون اعداد تصادفی، اعداد شبه تصادفی.
۵. انواع روش‌های نمونه‌گیری و نحوه Scoring.
۶. دقت محاسبات در روش مونت کارلو: Precision, Accuracy.
۷. کاربرد روش مونت کارلو در ترابرد ذرات: ترابرد ذرات بدون بار، نحوه به‌دست آوردن شار و جریان، حل یک مسئله نوعی، مسائل چند بعدی.
۸. روش‌های تسریع محاسبات: کاهش انحراف.
۹. آشنایی با نحوه اجرا و عملکرد یک کد هسته‌ای مونت کارلو، برنامه‌نویسی چند مثال.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	+

بازدید: ندارد.

منابع اصلی:

1. W. L. Dunn, J. K. Shultis, "Exploring Monte Carlo Methods", Academic Press. Elsevier, 2012.
2. M. H. Kalos, P. A. Whitlock, "Monte Carlo Methods", Wiley-VCH, 2008.
3. MCNP, A General Monte Carlo N-Particle Transport Code, Version 5, Vol. I, Overview and Theory, LA-UR-03-1987, Los Alamos National Lab., Los Alamos, NM, 2003.
4. C. P. Robert, G. Casella, "Monte Carlo Statistical Methods", Springer, 2009.
5. D. P. Kroese, T. Taimre, Z. I. Botev, "Handbook of Monte Carlo Methods", Wiley, 2011.



دینامیک راکتورهای هسته ای
Nuclear Reactor Dynamics

تعداد واحد نظری: ۳	نوع درس: اختیاری
تعداد واحد عملی: -	پیش نیاز: فیزیک راکتور ۱

هدف درس:

مطالعه و تحلیل حالات گذرای راکتورهای هسته ای، تحلیل پایداری راکتور در حضور فیدبک ها و بررسی سیستم های کنترلی آن.

رئوس مطالب:

- ۱- اصول محاسبه معادلات دینامیک: مفاهیم اساسی، معادلات دینامیکی، چرخه ساده شده نوترونی، نوترون های تاخیری.
- ۲- راکتیویته ثابت و تغییرات پله ای راکتیویته: شرایط تعادل و بحرانی، معادله در ساعت (In Hour Eq.) حالت یک گروهی، پاسخ سامانه در اثر ورودی پله ای، چشمه های تابع زمان، پاسخ فرکانسی سامانه و توابع انتقال.
- ۳- راکتیویته وابسته به زمان: معادله تقریبی دینامیکی، نوسانات راکتیویته، پاسخ سامانه در اثر ورودی مثلثی (Ramp)، توابع فوق هندسی (Hypergeometry) و روش انتگرال، راه اندازی راکتور.
- ۴- پسخور راکتیویته و خیز قدرت (Reactivity Feedback and Power Excursion) در راکتورهای حرارتی همگن، راکتورهای حرارتی غیرهمگن، راکتور های سریع؛ کرنل پسخور خطی، مدل نورد هایم فوکس، خیزهای راکتیویته کوچک، مدل ورودی و مثلثی فوکس.
- ۵- تحلیل تغییر ترکیب سوخت.
- ۶- پایداری سامانه های خطی: سامانه های خطی با پسخور، معیار روث (Routh Criterion)، نمایش پاسخ فرکانسی، معیار نایکوویست (Nyquist Criterion)، روش روت لوکاس (Root-Lucas).
- ۷- محاسبات پایداری راکتور.
- ۸- محاسبات تراز راکتیویته.
- ۹- سامانه های کنترل و تنظیم قدرت در راکتورهای مختلف.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	-

بازدید: ندارد.



منابع اصلی:

1. D. L. Hetrick, "Dynamics of Nuclear Reactors", American Nuclear Society, 1993.
2. K. O. Ott, R. J. Neuhold, "Introductory Nuclear Reactor Dynamics", American Nuclear Society, 1985.
3. M. S. Ash, "Nuclear Reactor Kinetics", MC Graw-Hill, 1979.
4. D. G. Cacuci, "Handbook of Nuclear Engineering", Springer, 2012.
5. N. E. Todreas, M. S. Kazimi, "Nuclear Systems", Taylor & Francis, 2011.
6. J. J. Duderstadt, L. J. Hamilton, "Nuclear Reactor Analysis", John Wiley, 1976.



حفاظ سازی Shielding

تعداد واحد نظری: ۳	نوع درس: اختیاری
تعداد واحد عملی: -	پیش نیاز: -

هدف درس:

آموزش اصول طراحی حفاظ برای انواع منابع و مولدهای پرتوهای یونیزان.

رئوس مطالب:

- ۱- مقدمه و اصول تئوری حفاظ سازی.
- ۲- حفاظ سازی نوترون: چشمه های نوترون، برهمکنش نوترون با ماده و تضعیف نوترون، فعال سازی نوترونی، اصول حفاظ سازی در برابر پرتوهای نوترونی.
- ۳- حفاظ سازی فوتون: چشمه های گاما، برهمکنش های فوتون با ماده و تضعیف فوتون، فوتو نوترون، اصول حفاظ سازی در برابر پرتوهای گاما.
- ۴- مولدهای اشعه ایکس و اصول طراحی حفاظ برای این دستگاه ها.
- ۵- حفاظ سازی ذرات باردار: برهمکنش ها و تضعیف ذرات باردار، حفاظ سازی ذرات باردار.
- ۶- روش های تحلیلی طراحی حفاظ.
- ۷- روش مونت کارلو در طراحی حفاظ و کدهای مونت کارلو.
- ۸- مواد حفاظ: مقاومت مواد، تخریب پرتویی مواد حفاظ، انتخاب ماده حفاظ.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	+

بازدید: ندارد.

منابع اصلی:

1. A. B. Chilton, J. K. Shultis, R. E. Faw, "Principles of Radiation shielding", Prentice Hall, 1983.
2. J. K. Shultis, R. E. Faw, "Radiation Shielding", American Nuclear Society, 2000.
3. Distributed through American National Standards Institute (ANSI), "Neutron Radiation Protection Shielding - Design Principles and Considerations for the Choice of Appropriate Materials", 2007.
4. OECD Nuclear Energy Agency, "Shielding Aspects of Accelerators, Targets and Irradiation Facilities", Volume 4, 1999.



مواد هسته ای

Nuclear Materials

تعداد واحد نظری: ۳	نوع درس: اختیاری
تعداد واحد عملی: -	پیش نیاز: -

هدف درس:

مطالعه و بررسی ساختار و خواص فیزیکی و مکانیکی مواد هسته ای و پارامترهای موثر بر آنها.

رئوس مطالب:

- ۱- مقدمه ای بر مهندسی و علم مواد: پیوندهای بین اتمی، ساختارهای کریستالی، عیوب کریستالی ...
- ۲- بررسی خواص مکانیکی مواد: رابطه تنش و کرنش، شکست انعطاف پذیری و تافنس، شکست ترد به انعطاف پذیر، شکست خستگی، خزش.
- ۳- تجزیه و تحلیل تنش: شدت تنش، تنش های حرارتی.
- ۴- مشخصه های عملکرد مواد در محیط های هسته ای: سوخت، غلاف، کندکننده، بازتابنده، خنک کننده، محفظه راکتور، لوله های رابط، شیرها، پمپ ها.
- ۵- مکانیزم تخریب مواد در محیط های هسته ای بر اثر تابش: اصول کلی، جابجایی اتمی، شکنندگی، تورم خستگی (Swelling Fatigue) با توجه به تنش های حرارتی.
- ۶- مکانیزم تخریب مواد در محیط های هسته ای بر اثر خوردگی.
- ۷- بررسی فرایندهای محتمل بین مواد در محیط های هسته ای (به خصوص فعل و انفعالات هسته ای- مکانیکی و روابط موجود): سوخت با غلاف سوخت، کندکننده با بازتابنده، مواد داخلی محفظه راکتور.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	-

بازدید: دارد (یک روز مرکز هسته ای اصفهان)

منابع اصلی:

1. R. Abbaschian, R. E. Reed Hill, "Physical Metallurgy Principles", CL Engineering, 2008.
2. M. Benjamin, "Nuclear Reactor Materials and Applications", Van Nostrand Reinhold, 1983.
3. K. L. Murty, I. Charit, "An Introduction to Nuclear Materials", Wiley-VCH, 2012.
4. D. R. Olander, "Fundamental Aspects of Nuclear Reactor Fuel Elements", US Dept. of Energy, 1976.
5. G. S. Was, "Fundamentals of Radiation Materials Science: Metals and Alloys", Springer, 2007.



ریاضیات مهندسی پیشرفته

Advanced Engineering Mathematics

تعداد واحد نظری: ۳	نوع درس: اختیاری
تعداد واحد عملی: -	پیش نیاز: -

هدف درس:

تسلط بر روش های حل معادلات دیفرانسیل به صورت تحلیلی و به کارگیری آنها در حل بعضی از مسائل معمول مهندسی هسته ای.

رئوس مطالب:

- ۱- دنباله ها و سری ها.
- ۲- آنالیز اعداد مختلط: معرفی فضای اعداد مختلط و فراگیری روش های حل معادلات مختلط.
- ۳- معرفی نگاشت های همدیس.
- ۴- طبقه بندی معادلات دیفرانسیل: مروری بر روش های حل تحلیلی معادلات دیفرانسیل معمولی (ODE).
- ۵- آنالیز برداری و تانسوری: عملیات برداری از دیدگاه هندسی، عملیات تانسوری بر حسب مولفه ها، عملیات دیفرانسیلی بر روی بردار و تانسور.
- ۶- معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزئی (PDE): معرفی انواع معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزئی، معادله لاپلاس، معادله پواسون، معادله هلمهولتز، معادله نفوذ، معادله موج و ...، انواع شرایط مرزی، معرفی معادلات مربوطه در مهندسی هسته ای.
- ۷- استفاده از روش تفکیک متغیرها در حل PDE ها: مسئله مقدار ویژه اشتورم لیوویل و توابع عمود برهم، بسط توابع ویژه، تبدیل مسئله با شرایط مرزی ناهمگن به مسئله با شرایط مرزی همگن، بکارگیری روش بسط توابع ویژه برای مسائلی با شرایط مرزی همگن، بکارگیری روش بسط توابع ویژه با کمک رابطه گرین.
- ۸- اصل دوهمانل، استفاده از اصل برهم نهش در حل معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزئی.
- ۹- استفاده از روش تابع گرین در حل PDE ها: تعریف و کاربرد توابع گرین در حل معادلات دیفرانسیل پاره ای، بکارگیری تابع گرین برای معادلات دیفرانسیل مستقل از زمان، بکارگیری تابع گرین برای معادلات دیفرانسیل وابسته به زمان.
- ۱۰- روش های حساب تغییرات، فرمول بندی وردش (Variational Formulation).

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	+

بازدید: ندارد.



منابع اصلی :

1. W. E. Boyce, R. C. Dprima, “Elementary Differential Equations and Boundary Value Problems”, John Wiley, 2009.
2. S. J. Farlow, “Partial Differential Equations for Scientists and Engineers”, Dover Publications, 1998.
3. E. Kreyszig, “Advanced Engineering Mathematics”, John Wiley, 2006.
4. E. E. Lewis, W. F. Miller, “Computational Methods of Neutron Transport”, American Nuclear Society, 1993.
5. S. Nakamura, “Computational in Engineering and Science with Applications to Fluid Dynamics and Nuclear System”, John Wiley & Sons Inc., 1977.
6. D. G. Zill, W. S. Wright, “Advanced Engineering Mathematics”, Jones and Bartlett Publishers, 2011.



مباحث ویژه در مهندسی راکتور
Special Topics in Reactor Engineering

نوع درس: اختیاری پیش نیاز: -	تعداد واحد نظری: ۳ تعداد واحد عملی: -
---------------------------------	--

هدف درس:

فراگیری مباحث تکمیلی و به روز مهندسی راکتور.

رئوس مطالب:

سرفصل درس توسط استاد درس تهیه و پس از تأیید گروه ارائه می شود.

روش ارزیابی:

پروژه	آزمون نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
+	+	+	-

بازدید: ندارد.

منابع اصلی:

منابع با نظر استاد مربوطه، به روز و متناسب با موضوعات تعیین شده ارائه می گردد.



سمینار ۱
Seminar I

تعداد واحد نظری: ۱	نوع درس: اختیاری
تعداد واحد عملی: -	پیش نیاز: -

هدف درس:

تبیین اصول انتخاب یک موضوع علمی، جمع آوری اطلاعات مرتبط با آن موضوع و ارائه آن.

رئوس مطالب:

در این درس دانشجو با هماهنگی یکی از استادان گروه، یکی از موضوعات روز مرتبط را انتخاب کرده و پس از انجام تحقیقات کامل در مورد سمینار، نتایج تحقیقات را به صورت یک سخنرانی علمی عمومی ارائه می نماید.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	-	-	+

بازدید: ندارد.

منابع اصلی:

کلیه کتابها، مقالات و منابع علمی معتبر مرتبط با سمینار.



سمینار ۲
Seminar II

تعداد واحد نظری: ۲	نوع درس: اختیاری
تعداد واحد عملی: -	پیش نیاز: -

هدف درس:

فراگیری نحوه انجام تحقیق؛ چگونگی انتخاب یک موضوع تخصصی، بررسی منابع علمی و جمع آوری اطلاعات مرتبط با موضوع و نحوه ارائه آن.

رئوس مطالب:

در این درس دانشجو با هماهنگی یکی از استادان گروه، یکی از موضوعات تخصصی و به روز مرتبط با مهندسی هسته ای را انتخاب کرده و پس از انجام تحقیقات کامل در مورد سمینار، نتایج تحقیقات را هم به صورت یک سخنرانی علمی عمومی و هم به صورت مدون ارائه می نماید.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	-	-	+

بازدید: ندارد.

منابع اصلی:

کلیه کتاب ها، مقالات و منابع علمی معتبر و به روز مرتبط با سمینار.



جدول تطبیقی

جدول ۶: تعداد واحدهای درسی برنامه جدید و قدیم

تعداد واحدهای درسی برنامه جدید		تعداد واحدهای درسی برنامه قدیم	
واحد	شرح درس	واحد	شرح درس
۶	اصلی مشترک	۱۶	اصلی
۱۰	تخصصی گرایش	۹	تخصصی انتخابی
۹	اختیاری	-	-
-	-	۱	سمینار
۶	پایان نامه	۶	پایان نامه
۳۱	جمع	۳۲	جمع

جدول ۷: مقایسه دروس برنامه جدید و قدیم

ملاحظات	دروس برنامه جدید		دروس برنامه قدیم	
	واحد	نام درس	واحد	نام درس
-	۴	اصول ترموهیدرولیک	۴	اصول ترموهیدرولیک
-	۳	فیزیک هسته ای	۳	فیزیک هسته ای
-	۱	آزمایشگاه فیزیک هسته ای	۱	آزمایشگاه فیزیک هسته ای
-	۳	فیزیک بهداشت	۳	فیزیک بهداشت
-	۳	محاسبات عددی پیشرفته	۳	محاسبات عددی پیشرفته
درس جدید	۳	آشکارسازی تابش های هسته ای ۱	-	-
-	۳	فیزیک راکتور ۱	۳	فیزیک راکتور ۱
-	۳	فیزیک راکتور ۲	۳	فیزیک راکتور ۲
-	۳	انتقال حرارت هسته ای	۳	انتقال حرارت هسته ای
-	۱	آزمایشگاه فیزیک راکتور	۱	آزمایشگاه فیزیک راکتور
استفاده از واژه فناوری به جای تکنولوژی	۳	فناوری نیروگاه های هسته ای	۳	تکنولوژی نیروگاه های هسته ای
-	۳	جریان های دو فازی	۳	جریان های دو فازی
-	۳	فیزیک راکتورهای سریع زاینده	۳	فیزیک راکتورهای سریع زاینده
-	۳	ایمنی راکتورهای هسته ای	۳	ایمنی راکتورهای هسته ای
حذف درس	-	-	۳	فیزیک راکتور پیشرفته



ادامه جدول ۷: مقایسه دروس برنامه جدید و قدیم

ملاحظات	دروس برنامه جدید		دروس برنامه قدیم	
	واحد	نام درس	واحد	نام درس
-	۳	چرخه سوخت	۳	چرخه سوخت ۱
حذف درس	-	-	۳	مباحث پیشرفته در ایمنی و حفاظت هسته ای
-	۳	مدیریت سوخت	۳	مدیریت سوخت
حذف درس	۳	-	۳	اقتصاد انرژی هسته ای
-	۳	کاربرد روش مونت کارلو در محاسبات هسته ای	۳	کاربرد روش مونت کارلو در محاسبات هسته ای
-	۳	دینامیک راکتورهای هسته ای	۳	دینامیک راکتورهای هسته ای
-	۳	حفاظ سازی	۳	حفاظ سازی
-	۳	مواد هسته ای	۳	مواد هسته ای ۱
حذف درس	-	-	۳	مباحث پیشرفته در راکتورهای گداخت
حذف درس	-	-	۳	فیزیک راکتورهای گداخت ۱
درس جدید	۳	ریاضیات مهندسی پیشرفته	-	-
تغییر نام درس	۳	مباحث ویژه در مهندسی راکتور	۳	مباحث پیشرفته در مهندسی راکتور
تغییر عنوان درس - مخصوص دانشجویان آموزش محور	۱	سمینار ۱	۱	سمینار
-	۶	پروژه	۶	پروژه
درس جدید - مخصوص دانشجویان آموزش محور	۲	سمینار ۲	-	-