

باسمه تعالی



دانشکده علوم و فناوری‌های نوین
گروه مهندسی هسته‌ای

مشخصات کلی، برنامه و سرفصل دروس

کارشناسی ارشد رشته مهندسی هسته‌ای
گرایش گداخت هسته‌ای

تابستان ۱۳۹۲



پیش‌گفتار

در راستای تحقق اهداف کلی برگزاری دوره کارشناسی ارشد مهندسی هسته‌ای- گرایش گداخت هسته‌ای 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 دانش‌آموختگان 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 می بایست تعداد ۳۱ واحد آموزشی و پژوهشی را مطابق جدول ۱ بگذرانند.

جدول ۱: تعداد کل واحدهای درسی مهندسی هسته ای گرایش گداخت هسته ای

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

دروس دوره

(۱) دروس جبرانی

پذیرفته شدگان این دوره بنابر نیاز و با تشخیص گروه تعدادی از دروس جبرانی جدول ۲ را می گذرانند.

جدول ۲: دروس جبرانی

تعداد واحد	نام درس
۳	مبانی فیزیک اتمی و هسته ای
۳	الکترومغناطیس
۲	محاسبات عددی
۳	ریاضی مهندسی
۳	فیزیک پلاسما
۳	فیزیک لیزر

(۲) دروس اصلی مشترک

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

جدول ۳: دروس اصلی مشترک

هم نیاز	پیش نیاز	تعداد واحد	نام درس
-	-	۳	فیزیک بهداشت
-	-	۳	محاسبات عددی پیشرفته
-	-	۳	آشکارسازی تابش های هسته ای ۱



۳) دروس تخصصی گرایش

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

جدول ۴: دروس تخصصی گرایش

نام درس	تعداد واحد	پیش‌نیاز	هم‌نیاز
مهندسی گداخت هسته‌ای ۱	۳	-	-
مهندسی گداخت هسته‌ای ۲	۳	مهندسی گداخت هسته‌ای ۱	-
توکامک ۱	۳	مهندسی گداخت هسته‌ای ۱	-
آزمایشگاه گداخت هسته‌ای	۱	مهندسی گداخت هسته‌ای 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	پیش‌نیاز	هم‌نیاز
فیزیک و مهندسی پلاسما ۱	۳	-	-
فیزیک و مهندسی پلاسما ۲	۳	فیزیک و مهندسی پلاسما ۱	-
فیزیک پلاسمای آماری	۳	مهندسی گداخت هسته‌ای ۱	-
مبانی طراحی راکتورهای گداخت هسته‌ای	۳	-	مهندسی گداخت هسته‌ای ۲
توکامک ۲	۳	توکامک ۱	-
سوخت و مواد گداخت هسته‌ای	۳	مهندسی گداخت هسته‌ای ۱	-
مگنتوئیدرودینامیک	۳	-	-
دستگاه‌های پلاسمای کانونی	۳	-	-
کاربردهای صنعتی پلاسما	۳	-	فیزیک و مهندسی پلاسما ۱
لیزر و کاربردهای آن در گداخت هسته‌ای	۳	-	-
مدل‌سازی و شبیه‌سازی فرایندهای گداخت هسته‌ای	۳	-	-
ریاضیات مهندسی پیشرفته	۳	-	-
حفاظت‌سازی	۳	-	-
مباحث ویژه در مهندسی گداخت هسته‌ای	۳	-	-
سمینار ۱	۱	-	-
سمینار ۲	۲	-	-

* دانشجویان می‌توانند با نظر استاد راهنما و تصویب گروه تا دو درس (۶ واحد درسی) از جدول شماره ۳ یا سایر گرایش‌ها و رشته‌های 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 تابش های هسته ای ۱
۱۱	مهندسی گداخت هسته ای ۱
۱۳	مهندسی گداخت هسته ای ۲
۱۴	توکامک ۱
۱۵	آزمایشگاه گداخت هسته ای
۱۶	فیزیک و مهندسی پلاسما ۱
۱۷	فیزیک و مهندسی پلاسما ۲
۱۸	فیزیک پلاسمای آماری
۱۹	مبانی طراحی راکتورهای گداخت هسته ای
۲۰	توکامک ۲
۲۱	سوخت و مواد گداخت هسته ای
۲۲	مگنتوئیدرودینامیک
۲۳	دستگاه های پلاسمای کانونی
۲۴	کاربردهای صنعتی پلاسما
۲۵	لیزر و کاربردهای آن در گداخت هسته ای
۲۶	مدل سازی و شبیه سازی فرایندهای گداخت هسته ای
۲۷	ریاضیات مهندسی پیشرفته
۲۹	حفاظ سازی
۳۰	مباحث ویژه در مهندسی گداخت هسته ای
۳۱	سمینار ۱
۳۲	سمینار ۲
۳۳	جداول تطبیقی



فیزیک بهداشت
Health Physics

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

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- پرتوایی و منابع آن: مواد پرتوای 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: -	پیش نیاز: -

هدف درس:

فراگیری روش ها و اصول حل عددی معادلات کاربردی در مهندسی هسته ای.

رئوس مطالب:

- ۱- مقدمه ای بر جبر خطی، مقادیر و بردارهای ویژه.
- ۲- مبانی تحلیل عددی: روش های عددی، تحلیلی، درون یابی، انتگرال گیری و کاربرد آنها در حل مسائل مقدار اولیه و معادلات دیفرانسیل، روش های حل معادلات خطی، تبدیل متشابه و فرم مخروطی جردن.
- ۳- روش های عددی برای حل معادلات دیفرانسیل معمولی و آنالیز خطای آن ها: روش اویلر، روش تیلور، روش رانگ کوتا، روش های چند گامی، روش های پیش بینی و تصحیح، آنالیز پایداری و خطاهای عددی.
- ۴- روش های Moment، حداقل مربعات، Collocation، Penalty، Galerkin و Ritz.
- ۵- روش های محاسباتی تکراری در حل معادلات دیفرانسیل جزئی: روش های ضمنی، همگرایی، جاکوبی، چند جمله ای چیشف، روش نیمه تکراری چیشف، کاربرد در معادلات پخش نوترون در دو بعد.
- ۶- روش های تفاضل محدود: تقریب مشتق ها، روش صریح، روش ضمنی، روش کرانک-نیکلسون، حل در مختصات استوانه ای و قطبی، روش ADI، روش SOR، روش برخط.
- ۷- روش های پسماند متعادل شده و اصول تغییری (Variation): معادلات اویلر-لاگرانژ، روش های مستقیم، اصل تغییری و استفاده از روش چند جمله ای.
- ۸- راه حل های کامپیوتری مسائل یک بعدی شامل تعیین مقادیر مشخصه یا مرزی از روش های تفاضل محدود، توان، ویلاندد.
- ۹- روش های 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.



مهندسی گداخت هسته ای ۱
Nuclear Fusion Engineering I

تعداد واحد نظری: ۳ تعداد واحد عملی: -	نوع درس: تخصصی گرایش پیش نیاز: -
--	-------------------------------------

هدف درس:

فراگیری مفاهیم اولیه گداخت هسته ای، فیزیک پلاسما و واکنش های گداخت و همچنین اصول مهندسی گداخت هسته ای مبتنی بر محصورسازی مغناطیسی.

رئوس مطالب:

- ۱- مفاهیم پایه انرژی هسته ای: شامل شکافت و گداخت هسته ای.
- ۲- واکنش های هسته ای، برخوردهای کلمبی و مبانی فیزیک پلاسما.
- ۳- واکنش های گداخت هسته ای.
- ۴- انواع روش های محصورسازی: شامل محصورسازی مغناطیسی و لختی.
- ۵- روش ها و سامانه های محصورسازی مغناطیسی پلاسما.
- ۶- روش های گرمایش پلاسما.
- ۷- اصول و مهندسی راکتورهای گداخت هسته ای.
- ۸- مبانی توکامک و محاسبه توان در راکتورهای گداخت هسته ای.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	-

بازدید: ندارد.

منابع اصلی:

- 1- W. M. Stacey, "Fusion: An Introduction to Physics and Technology of Magnetic Confinement Fusion", Wiley-VCH, 2nd edition, 2010.
- 2- K. Niu, K. Sugiura, "Nuclear Fusion", Cambridge University Press, 2009.
- 3- K. Miyamoto, "Plasma Physics for Nuclear Fusion", the MIT Press, 1989.
- 4- J. P. Freidberg, "Plasma Physics and Fusion Energy", Cambridge University Press, 2008.
- 5- T. J. Dolan, "Fusion Research: Principles, Experiments and Technology", Pergamon Pr., 1981.



- 6- A. A. Harms, K. F. Schoepf, G. H. Miley, D. R. Kingdon, "Principles of Fusion Energy: An Introduction to Fusion Energy for Students of Science and Engineering", World Scientific Pub Co Inc., 2000.
- 7- M. Kikuchi, "Frontiers in Fusion Research: Physics and Fusion", Springer, 2011.



مهندسی گداخت هسته‌ای ۲
Nuclear Fusion Engineering II

تعداد واحد نظری: ۳ تعداد واحد عملی: -	نوع درس: تخصصی گرایش پیش‌نیاز: مهندسی گداخت هسته‌ای ۱
--	--

هدف درس:

فراگیری گداخت لیزری، مهندسی گداخت هسته‌ای مبتنی بر محصورسازی لختی و اصول و طراحی نیروگاه‌های گداخت لختی.

رئوس مطالب:

- ۱- مبانی محصورسازی لختی.
- ۲- سامانه‌های محصورساز لختی.
- ۳- کاربردهای لیزر در گداخت لختی.
- ۴- مهندسی طراحی قرص‌های سوخت گداخت لختی.
- ۵- محرک نیروگاه‌های گداخت لختی.
- ۶- مهندسی طراحی نیروگاه‌های گداخت لختی.
- ۷- ایمنی نیروگاه‌های گداخت لختی.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	-

بازدید: ندارد.

منابع اصلی:

- 1- K. Miyamoto, "Plasma Physics and Controlled Nuclear Fusion", Springer; 2005.
- 2- W. M. Stacey, "Fusion Plasma Physics", John Wiley and Sons, 2005.
- 3- K. Miyamoto, "Plasma Physics for Nuclear fusion", Revised Ed., Cambridge, MA: MIT press, 1989.
- 4- D. J. Rose, M. Clark, "Plasma and Controlled Fusion", the MIT Press; 2nd edition, 1965.



توکامک ۱
Tokamak I

تعداد واحد نظری: ۳ تعداد واحد عملی: -	نوع درس: تخصصی گرایش هم‌نیاز: مهندسی گداخت هسته‌ای ۱
--	---

هدف درس:

فراگیری ساختار کلی توکامک‌ها، روش‌های محصورسازی مغناطیسی در توکامک، بررسی اجزا مختلف توکامک و نقش آن‌ها در فرآیند تشکیل همجوشی.

رئوس مطالب:

- ۱- روش‌های محصورسازی پلاسما در توکامک‌ها.
- ۲- اجزای ساختاری توکامک‌ها.
- ۳- پردازش و طراحی منحرف‌کننده‌ها و محدودکننده‌های توکامک.
- ۴- دیواره اولیه توکامک‌ها.
- ۵- برهمکنش پلاسما با دیواره.
- ۶- مهندسی و طراحی پوشش بارور توکامک‌ها.
- ۷- مهندسی سوخت و انتقال آن در توکامک‌ها.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	-

بازدید: دارد (یک روز توکامک دماوند سازمانی انرژی اتمی تهران).

منابع اصلی:

- 1- J. Wesson, "TOKAMAKS", Oxford University Press, 2004.
- 2- K. Miyamoto, "Plasma Physics and Controlled Nuclear Fusion", Springer; 2005.
- 3- W. M. Stacey, "Nuclear Reactor Physics", Wiley-VCH, 2007.



آزمایشگاه گداخت هسته‌ای
Nuclear Fusion Laboratory

تعداد واحد نظری: -	نوع درس: تخصصی گرایش
تعداد واحد عملی: ۱	پیش‌نیاز: مهندسی گداخت هسته‌ای ۱

هدف درس:

فراگیری عملکرد و راه‌اندازی دستگاه پلاسمای کانونی و ابزارهای اندازه‌گیری آن و آشنایی با راکتور توکامک و اندازه‌گیری پارامترها آن.

رئوس مطالب:

- ۱- راه‌اندازی سامانه‌های خلاء و محفظه‌های تحت فشار
- ۲- تنظیم سامانه‌های تریگر و اسپارک گپ و مشاهده پالسهای خروجی
- ۳- اندازه‌گیری جریان تخلیه پلاسمای کانونی با استفاده پیچه روگوفسکی
- ۴- اندازه‌گیری تابش ایکس دستگاه پلاسمای کانونی
- ۵- اندازه‌گیری شدت باریکه یون با استفاده از فنجان فاراده
- ۶- آشکارسازی نوترون‌های گداخت D-D
- ۷- راه‌اندازی راکتور توکامک و اندازه‌گیری پارامترهای آن

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	-	+	-

بازدید: دارد (برای انجام ردیف هفتم از راکتور گداخت سازمان انرژی اتمی (توکامک دماوند-تهران) به مدت ۱ روز بازدید به عمل خواهد آمد)

منابع اصلی:

- ۱- دستورکار آزمایشگاه گداخت، گروه مهندسی هسته‌ای، دانشگاه اصفهان، ۱۳۹۱.



فیزیک و مهندسی پلاسما ۱
Plasma Physics and Engineering I

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

هدف درس:

فراگیری اصول فیزیکی محیط‌های پلاسما، الکترودینامیک ذرات باردار در محیط‌های پلاسمایی و رفتار پلاسما.

رئوس مطالب:

- ۱- مبانی فیزیک پلاسما، خواص بنیادی و رفتار محیط‌های پلاسما.
- ۲- الکترودینامیک ذرات باردار در میدان‌های الکترومغناطیسی.
- ۳- برخورد‌های کولنی در محیط‌های پلاسما.
- ۴- توصیف سیال پلاسما شامل مدل دوسیالی و مدل مگنتوئیدرودینامیک.
- ۵- پخش و ناپایداری‌ها در پلاسما.
- ۶- امواج در پلاسما، نظریه جنبشی.
- ۷- معادلات شاره‌ها.
- ۸- سامانه‌های محصورسازی مغناطیسی و لختی، اصول و کاربردهای مگنتوئیدرودینامیک (MHD).

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	-

بازدید: ندارد.

منابع اصلی:

- 1- F. F. Chen, "Introduction to Plasma Physics and Controlled Fusion", Springer, 2010.
- 2- A. Fridman, L. A. Kennedy, "Plasma Physics and Engineering", CRC Press; 2nd edition, 2011.
- 3- U. S. Inan, M. Gołkowski, "Principles of Plasma Physics for Engineers and Scientists", Cambridge University Press, 2011.
- 4- J. L. Shohet, "Plasma State", Academic Press Inc., 1971.
- 5- R. J. Goldston, P. H. Rutherford, "Introduction to Plasma Physics", Taylor & Francis, 1995.
- 6- N. A. Krall, A. W. Trivelpiece, "Principles of Plasma Physics", San Francisco Pr., 1986.



فیزیک و مهندسی پلاسما ۲

Plasma Physics and Engineering II

تعداد واحد نظری: ۳	نوع درس: اختیاری
تعداد واحد عملی: -	پیش نیاز: فیزیک و مهندسی پلاسما ۱

هدف درس:

فراگیری مفاهیم تکمیلی فیزیک محیط های پلاسما و خواص انواع محیط های پلاسما .

رئوس مطالب:

- ۱- برهم کنش لیزر پلاسما و کاربرد آن در نیروگاه های گداخت لختی.
- ۲- فیزیک پلاسمای خورشیدی.
- ۳- فیزیک پلاسمای دمای پایین و کاربردهای صنعتی آن.
- ۴- سامانه های پینچ پلاسما.
- ۵- کاربردهای صنعتی پلاسما.
- ۶- شبیه سازی و مدل سازی رفتار پلاسمای توکامک.
- ۷- شبیه سازی و مدل سازی عملکرد قلب نیروگاه های گداخت لختی.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	-

بازدید: ندارد.

منابع اصلی :

- 1- L. Spitzer Jr, "Physics of Fully Ionized Gases", Dover Publications; 2nd edition, 2006.
- 2- S. Pfalzner, "Introduction to Inertial Confinement Fusion", Taylor and Francis, 2006.
- 3- S. Ichimaru, "Basic Principles of Plasma Physics: A Statistical Approach", W. H. Benjamin, 1973.
- 4- P. C. Clemmow, "Electrodynamics of particles and Plasmas", Westview Press, 1995.
- 5- T. H. Stix, "Waves in Plasmas", American Institute of Physics, 1992.
- 6- K. Miyamoto, "Plasma Physics and Controlled Nuclear Fusion", Springer; 2005.
- 7- D. J. Rose, M. Clark, "Plasma and Controlled Fusion", the MIT Press; 2nd edition, 1965.



فیزیک پلاسمای آماری
Statistical Plasma Physics

تعداد واحد نظری: ۳ تعداد واحد عملی: -	نوع درس: اختیاری هم‌نیاز: مهندسی گداخت هسته ای ۱
--	---

هدف درس:

فراگیری اصول دینامیک آماری پلاسما و مدل سازی رفتار پلاسمای گداخت هسته ای مبتنی بر دینامیک آماری.

رئوس مطالب:

- ۱- اصول ترمودینامیک و نظریه جنبشی گازها.
- ۲- مکانیک آماری کلاسیک.
- ۳- مکانیک آماری کوانتومی
- ۴- دینامیک بوزونی و فرومیونی
- ۵- نظریه جنبشی پلاسما.
- ۶- دینامیک آماری پلاسمای دمای بالا.
- ۷- مدل سازی آماری رفتار پلاسمای گداخت هسته ای.
- ۸- شبیه سازی مونت کارلو در گداخت هسته ای.
- ۹- تحلیل آماری عملکرد قلب توکامک ها.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	-

بازدید: ندارد.

منابع اصلی:

- 1- S. Ichimaru, "Statistical Plasma Physics", Westview Press, 2004.
- 2- S. Ichimaru, "Basic Principles of Plasma Physics: A Statistical Approach", W. H. Benjamin, 1973.



مبانی طراحی راکتورهای گداخت هسته ای

Fundamentals of Fusion Reactors Design

تعداد واحد نظری: ۳	نوع درس: اختیاری
تعداد واحد عملی: -	هم‌نیاز: مهندسی گداخت هسته ای ۲

هدف درس:

فراگیری اصول، تحلیل و طراحی نیروگاه های گداخت هسته ای

رئوس مطالب:

- ۱- اجزاء اساسی نیروگاه های گداخت هسته ای.
- ۲- اصول طراحی راکتورهای مبدل توان متعارف و پیشرفته.
- ۳- شبیه سازی و طراحی نیروگاه های گداخت هسته ای.
- ۴- تحلیل عملکرد راکتورهای گداخت هسته ای.
- ۵- مدل سازی و پیش بینی رفتار نیروگاه های گداخت هسته ای.
- ۶- مدل سازی ایمنی راکتورهای گداخت هسته ای.
- ۷- اصول طراحی و مهندسی نیروگاه های محصورسازی لختی.
- ۸- طراحی و شبیه سازی سامانه های پینچ پلاسما.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	+

بازدید: ندارد.

منابع اصلی:

- 1- B. Associates, "Fusion Reactor Design and Technology", UNIPUB, 1983.
- 2- S. Pfalzner, "Introduction to Inertial Confinement Fusion", Taylor and Francis, 2006.
- 3- F. H. Baker, P. Wittmann, "Mechanical and Thermal Problems of Fusion Reactors", A. A. Balkema, 1987.
- 4- M. Akiyama, "Design Technology of Fusion Reactors", World Scientific Pub. Co. Inc., 1991.



توکامک ۲
Tokamak II

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

هدف درس:

فراگیری سامانه ها و عملکرد آنها در توکامک ها، تحلیل اصول حاکم بر توکامک ها و بررسی توکامک ITER

رئوس مطالب:

- ۱- تحلیل پلاسمای توکامک، پایداری و گسیختگی های پلاسمای توکامک.
- ۲- اصول ایمنی در توکامک ها.
- ۳- طراحی توکامک های با ساختارهای ویژه.
- ۴- فناوری های تولید سوخت هسته ای درون توکامک ها.
- ۵- سامانه های کنترل توکامک ها.
- ۶- تریتیوم و هلیوم در توکامک.
- ۷- تحلیل مفهومی راکتور ITER و اجزاء اساسی آن.
- ۸- مواد در توکامک.
- ۹- ابررسانایی و کاربرد آن در توکامک ها.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	-

بازدید: ندارد.

منابع اصلی:

- 1- J. Wesson, "TOKAMAKS", Oxford University Press, 2004.
- 2- M. Ariola, A. Pironti, "Magnetic Control of Tokamak Plasmas", Springer, 2010.
- 3- R. B. White, "The Theory of Toroidally Confined Plasmas", World Scientific Publishing Company; 2nd edition, 2006.
- 4- T. J. Dolan, "Fusion Research", Pergamon Press, 1981.
- 5- M. N. Rosenbluth, "New Ideas in Tokamak Confinement", American Inst. of Physics, 1994.
- 6- R. B. White, "Theory of Tokamak Plasmas", Elsevier Science Ltd, 1989.



سوخت و مواد گداخت هسته ای
Nuclear Fusion Fuel and Materials

تعداد واحد نظری: ۳	نوع درس: اختیاری
تعداد واحد عملی: -	پیش نیاز: مهندسی گداخت هسته ای ۱

هدف درس:

بررسی انواع سوخت های گداخت هسته ای، مواد فعال و پرتوهای حاصل از فرایند گداخت هسته ای.

رئوس مطالب:

- ۱- سوخت های راکتورهای گداخت هسته ای
- ۲- پوشش بارور و اکتیویته مواد ساختاری نیروگاه های گداخت هسته ای
- ۳- بازفرآوری سوخت هسته ای در نیروگاه های گداخت هسته ای.
- ۴- پسمان سوخت راکتورهای گداخت و مدیریت آن.
- ۵- اصول ایمنی و احتمال وقوع حوادث در نیروگاه های گداخت هسته ای.
- ۶- مبانی زیست محیطی نیروگاه های گداخت هسته ای.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	-

بازدید: ندارد.

منابع اصلی :

- 1- J. R. Vacca, "Nuclear Fusion and Waste", Infinity Science Press, 2007.
- 2- R. G. Cochran, N. Tsoulfanidis, W. F. Miller, "The Nuclear fuel Cycle: Analysis and Management", America Nuclear Society, 2nd sub edition, 1993.
- 3- M. Benedict, T. Pigford, "Nuclear Chemical Engineering", MC Graw-Hill, 1981.



مگنتوئیدرودینامیک
Magnetohydrodynamics

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

هدف درس:

فراگیری مباحث تعادل در پلاسما، روابط حاکم بر مگنتوئیدرودینامیک (MHD) و بررسی و تحلیل آن.

رئوس مطالب:

- ۱- اصول و معادلات حاکم بر MHD.
- ۲- معادلات MHD و اعتبار آن در پلاسماهای دمای بالا.
- ۳- ناپایداری‌ها و گسیختگی‌ها در پلاسماهای محصور شده دمای بالا.
- ۴- تعادل MHD ایده‌آل.
- ۵- ناپایداری‌های MHD ایده‌آل.
- ۶- ناپایداری‌های MHD مقاومتی.
- ۷- کاربرد MHD در پلاسماهای توکامک.
- ۸- کاربرد MHD در پلاسماهای فضایی.
- ۹- مدل‌سازی و شبیه‌سازی MHD.
- ۱۰- تحلیل MHD پلاسماهای گداخت هسته‌ای.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	-

بازدید: ندارد.

منابع اصلی:

- 1- P. A. Davidson, "An Introduction to Magnetohydrodynamics", Cambridge University Press, 2001.
- 2- M. Goossens, "An Introduction to Plasma Astrophysics and Magnetohydrodynamics", Springer, 2003.
- 3- P. H. Roberts, "An Introduction to Magnetohydrodynamics", American Elsevier Pub. Co., 1967.



دستگاه های پلاسمای کانونی
Plasma Focus Devices

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

هدف درس:

فراگیری ویژگی های پلاسمای کانونی، اجزاء و نحوه عملکرد دستگاه پلاسمای کانونی و کاربردهای آن.

رئوس مطالب:

- ۱- روش های محصور سازی پلاسمای و دستگاه پلاسمای کانونی.
- ۲- مشخصات پلاسمای کانونی.
- ۳- روش های خلاء و سامانه های خلاء در پلاسمای کانونی.
- ۴- سامانه های محصورسازی و تخلیه پالسی.
- ۵- اصول طراحی سامانه های پلاسمای کانونی.
- ۶- ویژگی های پرتوهای گسیلی پلاسمای کانونی.
- ۷- نوترون زایی دوتریم در پلاسمای کانونی.
- ۸- طراحی سامانه های میکروپینچ پلاسمای کانونی.
- ۹- کاربردهای دستگاه های پلاسمای کانونی.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	-

بازدید: ندارد.

منابع اصلی:

- 1- M. Khalid, "Study of 2.3 KJ Plasma Focus as K-Radiation (Al, Neon, Cu, Ar) Source: High efficient X-ray source, Lithography, Tailored X-ray source, Contact microscopy, Radiography", VDM Verlag, 2009.
- 2- A. Fernande, "Dense Plasma Focus", Spir, 2012.



کاربردهای صنعتی پلاسما
Industrial Applications of Plasma

تعداد واحد نظری: ۳ تعداد واحد عملی: -	نوع درس: اختیاری هم‌نیاز: فیزیک و مهندسی پلاسما ۱
--	--

هدف درس:

شناخت انواع پلاسما و کاربردهای آن در صنعت.

رئوس مطالب:

- ۱- مبانی پلاسما و سامانه‌های مولد پلاسما.
- ۲- مشخصات پلاسمای دمای پایین و کاربردهای صنعتی آن
- ۳- مشخصات پلاسمای دمای بالا کاربردهای صنعتی آن.
- ۴- مشخصات و کاربردهای صنعتی پلاسمای کانونی.
- ۵- کنده‌کاری و انباشت پلاسمایی.
- ۶- انواع کاربردهای صنعتی پلاسما.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	-

بازدید: دارد (یک روز سازمان انرژی اتمی تهران).

منابع اصلی:

- 1- J. R. Roth, "Industrial Plasma Engineering: Applications", Taylor and Francis, 2001.
- 2- Y. Kawai, H. Ikegami, N. Sato, A. Matsuda, "Industrial Plasma Technology", Wiley-VCH, 2010.
- 3- M. Sugawara, B. L. Stansfield, S. Handa, K. Fujita, "Plasma Etching: Fundamentals and Applications", Oxford University Press, USA, 1998.



لیزر و کاربردهای آن در گداخت هسته ای

Laser and Its Applications in Nuclear Fusion

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

هدف درس:

فراگیری مبانی فیزیک لیزر، انواع لیزرها و برهمکنش های لیزر و پلاسما و کاربردهای آن در مهندسی گداخت لختی.

رئوس مطالب:

- ۱- مبانی و اصول لیزر.
- ۲- چشمه های مولد لیزرهای توان بالا.
- ۳- برهم کنش های لیزر.
- ۴- کاربرد لیزر در سامانه های گداخت لختی.
- ۵- فیزیک و مهندسی سامانه NIF.
- ۶- هدف در نیروگاه های گداخت لختی.
- ۷- طراحی نیروگاه های گداخت لختی با محرک های لیزری.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	-

بازدید: ندارد.

منابع اصلی:

- 1- C. Yamanaka, "Introduction to Laser Fusion", Harwood Academic Publishers, 1991.
- 2- S. Eliezer, K. Mima, "Applications of Laser-Plasma Interactions", Taylor and Francis, 2008.
- 3- H. Motz, "The Physics of Laser Fusion", Academic Pr., 1981.
- 4- J. J. Duderstadt, G. A. Moses, "Inertial Confinement Fusion", John Wiley and Sons Inc., 1982.



مدلسازی و شبیه سازی فرایندهای گداخت هسته ای

Modeling and Simulation of Nuclear Fusion Processes

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

هدف درس:

شبیه سازی و مدلسازی فرایندهای گداخت هسته ای با استفاده از کدهای محاسباتی متداول.

رئوس مطالب:

- ۱- مبانی و اصول شبیه سازی و روش های شبیه سازی.
- ۲- مدل ها و برهمکنش های دینامیکی سامانه های پلاسمایی.
- ۳- شبیه سازی حرکت های تصادفی و نظریه پخش.
- ۴- اصول و کاربردهای شبیه سازی مونت کارلو در فرایندهای گداخت هسته ای.
- ۵- معرفی کدها و نرم افزارهای مرتبط با گداخت هسته ای.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	+

بازدید: ندارد.

منابع اصلی:

1. T. Tajima, "Computational Plasma Physics: With Applications to Fusion and Astrophysics", Westview Press, 2004.
2. C. Pozrikidis, "Numerical Computation in Science and Engineering", Oxford University Press, USA, 2nd edition, 2008.
3. A. B. Shiflet, G. W. Shiflet, "Introduction to Computational Science: Modeling and Simulation for the Sciences", Princeton University Press, 2006.
4. R. L. Burden, J. D. Faires, "Numerical Analysis", Brooks Cole; 8th edition, 2004.



ریاضیات مهندسی پیشرفته

Advanced Engineering Mathematics

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

هدف درس:

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



حفاظ سازی Shielding

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

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: چشمه‌های نوترون، برهمکنش نوترون با ماده و تضعیف نوترون، فعال سازی نوترونی، اصول حفاظ سازی در برابر پرتوهای نوترونی.
- ۳- حفاظ سازی فوتون: چشمه‌های گاما، برهمکنش‌های 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 دستگاه‌ها.
- ۵- حفاظ سازی ذرات باردار: برهمکنش‌ها و تضعیف ذرات باردار، حفاظ سازی ذرات باردار.
- ۶- روش‌های 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.



مباحث ویژه در مهندسی گداخت هسته ای

Special Topics in Nuclear Fusion Engineering

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

هدف درس:

فراگیری مباحث تکمیلی و به روز مهندسی گداخت هسته ای.

رئوس مطالب:

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

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	-

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 موضوع 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 موضوع 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 دانشجویان 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 موضوع سمینار، نتایج تحقیقات را هم به صورت یک سخنرانی علمی عمومی و هم به صورت مدون ارائه می نمایند.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	-	-	+

بازدید: ندارد.

منابع اصلی:

کلیه کتابها، مقالات و منابع علمی معتبر و به روز مرتبط با موضوع 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	۱۴	اصلی
۱۰	تخصصی گرایش	۱۰	تخصصی اختیاری
۹	اختیاری	-	-
-	-	۲	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
تلفیق دو درس مبانی مهندسی هسته‌ای و مبانی فیزیک اتمی در یک درس مبانی فیزیک اتمی و هسته‌ای	۳	-	۳	مبانی مهندسی هسته‌ای
	-	مبانی فیزیک اتمی و هسته‌ای	۳	مبانی فیزیک اتمی
-	۳	الکترومغناطیس	۳	الکترومغناطیس مهندسی
تغییر نام درس حفاظت در برابر اشعه گداخت هسته‌ای به فیزیک بهداشت	۳	فیزیک بهداشت	۳	حفاظت در برابر اشعه گداخت هسته‌ای
درس جدید	۳	محاسبات عددی پیشرفته	-	-
تغییر نام درس	-	آشکارسازی تابش‌های هسته‌ای ۱	۳	آشکارسازی و دزیمتری راکتورهای گداخت هسته‌ای
-	۳	مهندسی گداخت هسته‌ای ۱	۳	مهندسی گداخت هسته‌ای ۱
-	۳	مهندسی گداخت هسته‌ای ۲	۳	مهندسی گداخت هسته‌ای ۲
تغییر نام درس	۳	توکامک ۱	۳	توکامک ماشین مولد گداخت هسته‌ای ۱
کاهش تعداد واحد	۱	آزمایشگاه گداخت هسته‌ای	۲	آزمایشگاه گداخت هسته‌ای ۱
-	۳	فیزیک و مهندسی پلاسما ۱	۳	فیزیک و مهندسی پلاسما ۱
-	۳	فیزیک و مهندسی پلاسما ۲	۳	فیزیک و مهندسی پلاسما ۲
تغییر نام درس	۳	فیزیک پلاسمای آماری	۳	اصول پلاسمای آماری



ادامه جدول ۷: مقایسه دروس برنامه جدید و قدیم

-	۳	مبانی طراحی راکتورهای گداخت هسته ای	۳	مبانی طراحی راکتورهای گداخت هسته ای
تغییر نام درس	۳	توکامک ۲	۳	توکامک ماشین مولد گداخت هسته ای ۲
درس جدید	۳	سوخت و مواد گداخت هسته ای	-	-
-	۳	مگنتوئیدرودینامیک	۳	مگنتوئیدرودینامیک
تغییر نام درس	۳	دستگاه های پلاسمای کانونی	۳	ماشین های مولد پلاسمای کانونی
حذف درس	-	-	۱	آزمایشگاه گداخت هسته ای ۲
-	۳	کاربردهای صنعتی پلاسما	۳	کاربردهای صنعتی پلاسما
-	۲	لیزر و کاربردهای آن در گداخت هسته ای	۳	لیزر و کاربردهای آن در گداخت هسته ای
حذف درس	۲	-	۳	برنامه ریزی و مدل سازی انرژی
تغییر نام درس	۳	مدل سازی و شبیه سازی فرایندهای گداخت هسته ای	۳	شبیه سازی و مدل سازی و کاربرد آن در گداخت هسته ای
-	۳	ریاضیات مهندسی پیشرفته	۳	ریاضیات مهندسی پیشرفته
درس جدید	۳	حفاظت سازی	-	-
-	۳	مباحث ویژه در مهندسی گداخت هسته ای	۳	مباحث ویژه در مهندسی گداخت هسته ای
حذف درس	-	-	۳	مباحث ویژه در مهندسی پلاسما
تغییر عنوان و کاهش واحد درس به ۱ واحد- مخصوص دانشجویان آموزش محور	۱	سمینار ۱	۲	سمینار
-	۶	پروژه	۶	پروژه
درس جدید- مخصوص دانشجویان آموزش محور	۲	سمینار ۲	-	-