



جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

شورای عالی برنامه ریزی آموزشی

برنامه درسی

رشته مهندسی هسته‌ای

کرایش کد اخت

دوره دکتری تخصصی

گروه فنی و مهندسی



به استناد مصوبه جلسه شماره ۸۶۱ تاریخ ۱۳۹۴/۰۳/۱۶ شورای عالی برنامه ریزی آموزشی

نام رشته: مهندسی هسته ای

عنوان گرایش: گداخت

گروه: فنی و مهندسی

دوره تحصیلی: دکتری تخصصی

کارگروه تخصصی: مهندسی شیمی

نوع مصوبه: تدوین

پیشنهادی دانشگاه: صنعتی امیرکبیر

به استناد مصوبه جلسه ۸۶۱ شورای عالی برنامه‌ریزی آموزشی در تاریخ ۱۳۹۴/۰۳/۱۶؛ در مورد تایید برنامه‌های مدون و دارای مجوز در شورای عالی برنامه‌ریزی آموزشی و با عنایت به نامه شماره ۵۰/۶۲۵ تاریخ ۱۳۹۸/۰۴/۱۰ دانشگاه صنعتی امیرکبیر در مورد تصویب برنامه درسی مهندسی هسته‌ای گرایش گداخت در مقطع دکتری تخصصی، این برنامه تا زمان بازنگری و به مدت ۵ سال، مصوب تلقی می‌شود.

دکتر محمدرضا آهنجیان

دبیر کمیسیون برنامه‌ریزی آموزشی

ع



به نام خدا

مشخصات کلی، برنامه و سر فصل دروس

دوره دکتری رشته مهندسی هسته ای - گداخت

گروه فنی و مهندسی

دانشگاه صنعتی امیرکبیر

دانشکده فیزیک و مهندسی انرژی



فصل اول: مشخصات کلی

۱-۱- مقدمه

۲-۱- تعریف و هدف

۳-۱- طول دوره و شکل نظام

۴-۱- تعداد واحدهای درسی دوره

۵-۱- شرایط پذیرش دانشجو

۶-۱- امتحان جامع

۷-۱- مراحل تدوین رساله

فصل دوم: برنامه دوره دکتری مهندسی هسته ای - گداخت

۱-۲- دروس تخصصی اختیاری

۲-۲- سرفصل دروس تخصصی اختیاری



فصل اول

مشخصات کلی



1-1- مقدمه

فن آوری گداخت هسته ای یکی از راه‌های تولید انرژی هسته‌ای است و مهم‌ترین کاربرد آن، تولید الکتریسیته مقرون به صرفه در مقیاسی گسترده می‌باشد. برخلاف فرایند شکافت هسته‌ای که بین هسته‌های سنگین رخ می‌دهد، در گداخت هسته ای، فرایندهای هسته‌ای بین هسته‌های سبک وزن، انرژی تولید می‌کنند. استفاده از انرژی گداخت دارای سه مزیت اساسی است: منبع فراوان سوخت، سازگاری با محیط زیست و ایمنی بالا. در آینده ای نزدیک، راکتورهای گداخت هسته ای منبع اصلی تولید الکتریسیته‌ی جهان خواهند بود. به علت اهمیت تحقیقات در زمینه ی گداخت هسته ای و روند پیشرفت جهانی این حوزه که مبانی فیزیکی و فنی مربوط به محصورسازی پلاسمای گداخت با روش های مختلف را در بر می گیرد، دوره دکتری مهندسی هسته ای-گداخت تعریف گردید. دوره دکتری مهندسی هسته ای-گداخت، بالاترین مقطع تحصیلی دانشگاهی در این رشته است که به اعطای درجه دکتری منتهی می شود. این دوره از مجموعه ای از فعالیت های آموزشی در قالب دروس تخصصی اختیاری و همچنین فعالیت پژوهشی در قالب رساله تشکیل شده است. هدف از ایجاد این دوره، تربیت متخصصانی با درجه دکتری در زمینه های مختلف انرژی گداخت هسته ای در کشور است که در دانشگاه ها و مراکز تحقیقاتی مرتبط بتوانند علاوه بر آموزش و گسترش دانش و مهندسی انرژی گداخت در مقیاسی جهانی، به انجام پژوهش های پایه و کاربردی در سطح عالی بپردازند. بدون تردید دستیابی به انرژی مقرون به صرفه گداخت هسته ای یکی از عظیم ترین دستاوردهای بشری قلمداد خواهد شد و تربیت نیروهای متخصص در عالی ترین سطح در کشور از اهمیت فراوانی برخوردار است.

1-2- تعریف و هدف

دوره دکتری مهندسی هسته ای-گداخت شامل مجموعه ای از درس های نظری و تجربی است تا پژوهشگران متخصص در عالی ترین سطح و اعضای هیات علمی مورد نیاز دانشگاه ها و مراکز آموزشی-پژوهشی را در حوزه های مختلف مهندسی گداخت هسته ای همچون محصورسازی مغناطیسی، محصورسازی لختی، محصورسازی الکتروستاتیکی، توکامک، استلراتورها، دستگاه های پینچ پلازما نظیر دستگاه پلاسمای کائونی، مدلسازی انرژی و تحقیقات در زمینه منابع انرژی آینده تربیت نماید.



۳-۱- طول دوره و شکل نظام

طول اسمی لازم برای اتمام این دوره به طور متوسط چهار سال است و حداکثر مدت زمان مجاز برای اتمام آن مطابق آئین نامه دوره دکتری مصوب شورای عالی برنامه ریزی می باشد. این دوره شامل یک مرحله آموزشی و یک مرحله پژوهشی است. طول مدت مجاز مرحله آموزشی حداکثر دو سال است و دروس این مرحله به صورت واحدی در چهار نیم سال ارائه می شوند. نحوه انجام مرحله پژوهشی و تدوین پایان نامه مطابق آئین نامه های دکتری مصوب شورای عالی برنامه ریزی است.

۴-۱- تعداد واحد های درسی دوره

تعداد کل واحدهای درسی و پژوهشی این دوره ۳۶ واحد و به شرح زیر می باشد:

| واحد | دوره |
|------|--------------------|
| ۱۲ | دروس تخصصی اختیاری |
| ۲۴ | پایان نامه |
| ۳۶ | جمع |

تبصره : دانشجویان موظف هستند در صورت توصیه استاد راهنمای مربوطه پس از تأیید شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده در صورت نیاز دروس تخصصی اختیاری بیشتری نیز اخذ نمایند.



۱-۵- شرایط پذیرش دانشجو

دانشجویان دوره دکترای مهندسی هسته ای-گداخت از طریق آزمون کتبی و مصاحبه از بین دانش اندوختگان دوره کارشناسی ارشد و به شرح زیر انتخاب می گردند:

| دوره | رشته های کارشناسی ارشد مورد قبول |
|---------------|---|
| کارشناسی ارشد | مهندسی هسته ای - قیژیک - مهندسی برق - مهندسی مکانیک - مهندسی مواد |

مواد آزمون های عمومی و تخصصی دوره به ترتیب زیر می باشد:

| عنوان درس | درس |
|--|------------|
| زبان انگلیسی - هوش و استعداد تحصیلی | دروس عمومی |
| گداخت - حفاظت در برابر اشعه - ریاضیات مهندسی | دروس تخصصی |

۱-۶- امتحان جامع

دانشجویانی که کلیه دروس مرحله آموزشی خود را با موفقیت گذرانده باشند، می توانند در آزمون جامع که به صورت کتبی یا شفاهی و طبق مصوبات هیئت امنای دانشگاه مورد نظر برگزار می شود، شرکت کنند. این آزمون از محتویات دروس تحصیلات تکمیلی دانشجو با نظر شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده ذی ربط و انتخاب دانشجو برگزار شده و دانشجو می تواند حداکثر دوبار در آن شرکت نماید. جزئیات و شرایط برگزاری امتحان جامع مطابق دستورالعمل مصوب شورای عالی

برنامه ریزی می باشد.



۱-۷- مرحله پژوهش و تدوین رساله

دانشجویانی که در امتحان جامع پذیرفته می‌شوند، در مرحله تدوین رساله ثبت نام می‌کنند. تعداد کل واحدهایی که دانشجو در مرحله تدوین رساله به نام واحد پروژه تحقیقاتی می‌بایست اخذ کند، ۲۴ واحد می‌باشد. ثبت‌نام و اخذ واحدهای رساله به معنی تصویب و قبول رساله نیست. نحوه اجرا و ارزیابی رساله مطابق با آیین‌نامه دوره دکتری انجام می‌شود.

تبصره ۱- دانشجو موظف است پس از قبولی در آزمون جامع، تا پایان نیمسال چهارم، پیشنهاد نهایی رساله خود را با راهنمایی و همکاری استاد (اساتید) راهنما و مشاور تهیه کند تا با تایید استاد (اساتید) راهنما و شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده، در کمیته تخصصی بررسی پیشنهاد رساله مطرح و از چارچوب کلی آن دفاع کند.

تبصره ۲- پس از تایید پیشنهاد رساله در کمیته فوق‌الذکر، دانشجو موظف است به شکل منظم، گزارش پیشرفت تحقیق خود را به استاد (اساتید) راهنما و مشاور ارائه نماید.

تبصره ۳- تغییر استاد راهنما و یا موضوع رساله تنها یک بار و با تصویب شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده امکان پذیر است و بدیهی است سنوات تحصیلی دانشجو نباید از حداکثر مجاز تجاوز نماید.

تبصره ۴- پس از تکمیل و تدوین رساله در موعد مقرر و تایید کیفیت علمی و صحت مطالب آن با توجه به قوانین دانشگاه مربوطه، دانشجو موظف است از رساله دکتری خود در حضور هیات داوری دفاع نماید.



فصل دوم

برنامه و سرفصل دروس دوره دکتری

رشته مهندسی هسته ای - گداخت



۱-۲ دروس اختیاری مهندسی هسته ای - گداخت

کلیه دانشجویان دوره دکتری مهندسی هسته ای- گداخت می بایست ۱۲ واحد از جدول ۱-۲ را انتخاب کنند.

جدول ۱-۲- دروس تخصصی اختیاری دوره دکتری مهندسی هسته ای-گداخت

| کد درس | نام درس | تعداد واحد | ساعت | | |
|--------|--|------------|------|------|-----|
| | | | نظری | عملی | جمع |
| ۱ | فیزیک راکتورهای گداخت ۱ | ۳ | ۴۸ | - | ۴۸ |
| ۲ | فیزیک راکتورهای گداخت ۲ | ۳ | ۴۸ | - | ۴۸ |
| ۳ | مباحث پیشرفته در راکتورهای گداخت | ۳ | ۴۸ | - | ۴۸ |
| ۴ | مبانی طراحی راکتورهای گداخت هسته ای | ۳ | ۴۸ | - | ۴۸ |
| ۵ | سوخت گداخت هسته ای | ۳ | ۴۸ | - | ۴۸ |
| ۶ | برنامه ریزی و مدل سازی انرژی | ۳ | ۴۸ | - | ۴۸ |
| ۷ | مگنتوهیدرودینامیک | ۳ | ۴۸ | - | ۴۸ |
| ۸ | مباحث ویژه در مهندسی گداخت هسته ای | ۳ | ۴۸ | - | ۴۸ |
| ۹ | ماشین های مولد پلاسمای کاتونی | ۳ | ۴۸ | - | ۴۸ |
| ۱۰ | آشکارسازی و دوزیمتری راکتورهای گداخت هسته ای | ۳ | ۴۸ | - | ۴۸ |
| ۱۱ | لیزر و کاربردهای آن در گداخت هسته ای | ۳ | ۴۸ | - | ۴۸ |
| ۱۲ | شبیه سازی و مدل سازی و کاربرد آن در گداخت | ۳ | ۴۸ | - | ۴۸ |
| ۱۳ | کاربردهای صنعتی پلازما | ۳ | ۴۸ | - | ۴۸ |
| ۱۴ | حفاظت در برابر اشعه گداخت هسته ای | ۳ | ۴۸ | - | ۴۸ |



۲-۲ سرفصل دروس اختیاری

| | | | | | | | |
|---------------------|--|---|----------|--|--|--|--|
| کد درس: ۱ | | | | | | | |
| دروس پیش نیاز: - | نظری <input type="checkbox"/> | جبرانی <input type="checkbox"/> | نوع درس: | تعداد واحد: | عنوان درس به فارسی: | | |
| | عملی <input type="checkbox"/> | | | ۳ | فیزیک راکتورهای گداخت ۱ | | |
| | نظری <input type="checkbox"/> | الزامی <input type="checkbox"/> | | تعداد ساعت: | عنوان درس به انگلیسی: Fusion Reactor Physics 1 | | |
| | عملی <input type="checkbox"/> | | | ۴۸ | | | |
| | نظری <input checked="" type="checkbox"/> | اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> | | آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| | عملی <input type="checkbox"/> | | | سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input type="checkbox"/> | | | |



اهداف کلی درس:

آشنایی با مبانی فیزیک پلاسما و اصول محصورسازی گداخت و نا پایداریهای پلاسما

سرفصل دروس:

- 1- محصور کردن مغناطیسی، انرژی گداخت، رفتار ذرات باردار در حضور میدان های مغناطیسی و الکتریکی، فرکانس پلاسما، پراکندگی کوئی، زمان های مشخصه، مقاومت، حرکت زیروسکوپی، حرکت سوئی ذرات.
- 2- ساختارهای محصورکننده پلاسما: آینه های مغناطیسی، توکامک، استلاراتورها، تعادل و موازنه فشار، انتقال کلاسیکی.
- 3- گرم کردن پلاسما، گرمایش اهمی، تزریق باریکه ذرات خنثی، گرم کردن موجی، تراکم، گرم کردن ناشی از گداخت آلفا.
- 4- برخورد پلاسما با جداره، سایش سطحی، تابش ناشی از ناخالصی، کنترل ناخالصی.

فهرست منابع:

1-نگاهی به نازه های توکامک، جلد 1 و 2، نویسنده: جان وسون، مترجم: رضا امراللی - محسن مردانی انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، 1396.

2. Introduction to Plasma Physics and Controlled Fusion, Francis F. Chen, Third Edition, ISBN: 978-3319223094, Springer, 2016.

3. Fusion: An Introduction to the Physics and Technology of Magnetic Confinement, W. Stacey, ISBN: 352740967, Wiley, 2010.



| | | | | | | | |
|---|--|---|----------|--|---|--|--|
| کد درس: ۲ | | | | | | | |
| دروس پیش‌نیاز: فیزیک راکتورهای گداخت ۱ | نظری <input type="checkbox"/> | جبرانی <input type="checkbox"/> | نوع درس: | تعداد واحد: | عنوان درس به فارسی: فیزیک راکتورهای گداخت ۲ | | |
| | عملی <input type="checkbox"/> | | | ۳ | | | |
| | نظری <input type="checkbox"/> | الزامی <input type="checkbox"/> | | تعداد ساعت: | عنوان درس به انگلیسی: Fusion Reactor Physics 2 | | |
| | عملی <input type="checkbox"/> | | | ۴۸ | | | |
| | نظری <input checked="" type="checkbox"/> | اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> | | آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| | عملی <input type="checkbox"/> | | | سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input type="checkbox"/> | | | |



اهداف کلی درس:

فن آوری های محصور سازی پلازما به روش های مختلف و آشنایی با انواع راکتور های گداخت به ویژه توکامک.

سرفصل دروس:

- ۱- تولید قدرت در اتر واکنش های گداخت، چرخه سوخت و فعل و انفعال های زاینده، توازن انرژی و شرایط راکتور توکامک، ناپایداری هیدرو دینامیک مغناطیسی.
- ۲- فرآیندهای پایه، توازن انرژی در راکتورهای گداخت، درجه حرارت اشتعال، کسر تولید سوخت، جزئیات توازن انرژی پلازما.
- ۳- ویژگی های نوترونی در راکتورهای گداخت، زاینده گی تریتیوم و نسبت زایش پوشش بارور، آسیب پذیری تشعشع نوترونی در مواد راکتور.
- ۴- تراکم بی در رو و اشتعال در راکتورهای گداخت.
- ۵- دینامیک و کنترل راکتورهای گداخت.
- ۶- ویژگی های محیطی یک نیروگاه گداخت، راندمان حرارتی و حرارت اتلاف.

فهرست منابع:

- 1- Design Technology of Fusion Reactors, M. Akiyama, ISBN: 9971507277, World Scientific, 1991.
- 2- Nuclear Fusion, K. Niu, ISBN: 0521113547, Cambridge University Press, 2009.
- ۳- فیزیک پلازما و انرژی گداخت هسته ای، نویسنده: جفری فریدبرگ، مترجم: مرتضی حبیبی، رضا امراللهی، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، چاپ دوم، ۱۳۹۷.



| کد درس: ۳ | | | | | | |
|--|--|---|----------|-------------|--|----|
| دروس پیش‌نیاز: فیزیک راکتورهای گداخت ۱ | <input type="checkbox"/> نظری | <input type="checkbox"/> جبرانی | نوع درس: | تعداد واحد: | عنوان درس به فارسی: | |
| | <input type="checkbox"/> عملی | | | ۳ | مباحث پیشرفته در راکتورهای گداخت | |
| | <input type="checkbox"/> نظری | <input type="checkbox"/> الزامی | | تعداد ساعت: | عنوان درس به انگلیسی: Advanced Topics in Fusion Reactors | |
| | <input type="checkbox"/> عملی | | | | | ۴۸ |
| | <input checked="" type="checkbox"/> نظری | <input checked="" type="checkbox"/> اختیاری | | | | |
| | <input type="checkbox"/> عملی | | | | | |
| آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> | | | | | | |
| سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input type="checkbox"/> | | | | | | |



اهداف کلی درس:

فن آوری های محصور سازی پلاسما در ساختارهای غیر توکامیکی

سرفصل دروس:

۱- فیزیک و مهندسی دستگاه های پینچ پلاسمایی

۲- فیزیک و مهندسی استلراتورها

۳- فیزیک و مهندسی ساختارهای محصور سازی اینرسی بر مبنای لیزر

۴- فیزیک و مهندسی ساختارهای محصور سازی اینرسی لیزر سریع

فهرست منابع:

1. Physics of High Density Z-Pinch Plasmas, M. A. Liberman, J. S. D. Groot, , A. Toor, R. B. Spielman. ISSN: 978-0-387-98568-8, Springer, 1999.
2. The Plasma Boundary of Magnetic Fusion Devices. P.C. Stangeby, ISBN: 0750305592, 1st edition, CRC Press, 2000.
3. Introduction to Laser Fusion, C. Yamanaka , Harwood academic publishers, ISBN-13: 978-3718650637, 1991.
4. The Physics of Inertial Fusion, Stefano Atzeni, Jürgen M. Vehn, ISBN: 978-0199568017, Oxford University Press, 2009.
5. Stellarator and Heliotron devices, M. Wakatani, ISBN: 0-19-507831-4, Oxford University Press, 1998.



| | | | | | | |
|--|--|---|----------|--|--|---|
| کد درس: ۴ | | | | | | |
| دروس پیش‌نیاز: فیزیک راکتورهای گداخت ۱ | نظری <input type="checkbox"/> | جبرانی <input type="checkbox"/> | نوع درس: | تعداد واحد: | ۳ | عنوان درس به فارسی: مبانی طراحی راکتورهای گداخت هسته ای |
| | عملی <input type="checkbox"/> | | | الزامی <input type="checkbox"/> | تعداد ساعت: | ۴۸ |
| | نظری <input type="checkbox"/> | | | | | |
| | عملی <input type="checkbox"/> | | | | | |
| | نظری <input checked="" type="checkbox"/> | اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> | | آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> | سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input type="checkbox"/> | |
| عملی <input type="checkbox"/> | | | | | | |



اهداف کلی درس:

طراحی مفهومی و مهندسی یک نیروگاه گداخت که قابلیت تولید الکتریسیته را داشته باشد.

سرفصل دروس:

- 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- آنالیز و شبیه سازی عملکرد راکتورهای گداخت هسته ای
- ۵- مدلسازی و پیش بینی رفتار نیروگاه های گداخت هسته ای
- ۶- مدلسازی ایمنی راکتورهای گداخت هسته ای
- ۷- اصول طراحی و مهندسی نیروگاه های محصورسازی لختی
- ۸- طراحی و شبیه سازی سیستم های پنج پلازما



فهرست منابع:

- 1- Fusion Plasma Physics, W. Stacey, ISBN: 9783527405862, Wiley, 2008.
- 2- The physics of plasmas, T.J.M. Boyd and J.J. Sanderson, ISBN 0521459125, Cambridge University Press, 2003.
- 3- Plasma Confinement, R. D. Hazeltine, J. D. Meiss, ISBN 0486432424, Courier Dover Publications, 2003.



| | | | | | | | |
|------------------|--|---|----------|--|---|--|--|
| کد درس: ۵ | | | | | | | |
| دروس پیش نیاز: - | نظری <input type="checkbox"/> | جبرانی <input type="checkbox"/> | نوع درس: | تعداد واحد: | عنوان درس به فارسی: سوخت گداخت هسته ای | | |
| | عملی <input type="checkbox"/> | | | ۳ | | | |
| | نظری <input type="checkbox"/> | الزامی <input type="checkbox"/> | | تعداد ساعت: | عنوان درس به انگلیسی: Nuclear Fusion Fuel | | |
| | عملی <input type="checkbox"/> | | | ۴۸ | | | |
| | نظری <input checked="" type="checkbox"/> | اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> | | آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| | عملی <input type="checkbox"/> | | | سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input type="checkbox"/> | | | |

اهداف کلی درس:

آشنایی با سوخت های مورد استفاده در گداخت هسته ای، چرخه سوخت، سیستم های سوخت رسانی، بازیافت و مدیریت پسمان سوخت های مصرف شده.



سرفصل دروس:

- ۱- چرخه ی سوخت های گداخت هسته ای
- ۲- فیزیک و محاسبات واکنش های گداخت هسته ای
- ۳- سوخت های متعارف و پیشرفته ی گداخت هسته ای
- ۴- اصول و سیستم های بازفراوری تریتم
- ۵- اصول و مهندسی نسبت زایش تریتم
- ۶- اصول و روش های تزریق سوخت در توکامک
- ۷- فیزیک احتراق قرص سوخت گداخت لختی
- ۸- فیزیک و اصول طراحی قرص های سوخت گداخت لختی
- ۹- روش های پرکردن سوخت در قرص های گداخت لختی
- ۱۰- ذخیره و توزیع سوخت گداخت در نیروگاه ها
- ۱۱- بازیافت مواد غیر تریتم در نیروگاه
- ۱۲- مدیریت پسمان در سوخت های گداخت

فهرست منابع:

1. Fusion Research, T. Dolan, ISBN: 9780080255668, Pergamon press, 2000.
2. Fusion: An Introduction to the Physics and Technology of Magnetic Confinement, W. Stacey, ISBN: 352740967, Wiley, 2010.
3. The Physics of Inertial Fusion, Stefano Atzeni, Jürgen M. Vehn, ISBN: 978-0199568017, Oxford University Press, 2009.



| | | | | | | | |
|---------------------|--|---|----------|--|--|--|--|
| کد درس: ۶ | | | | | | | |
| دروس پیش نیاز: - | نظری <input type="checkbox"/> | جبرانی <input type="checkbox"/> | نوع درس: | تعداد واحد: | عنوان درس به فارسی: برنامه ریزی و مدلسازی انرژی | | |
| | عملی <input type="checkbox"/> | | | ۳ | | | |
| | نظری <input type="checkbox"/> | الزامی <input type="checkbox"/> | | تعداد ساعت: | عنوان درس به انگلیسی: Energy Planning & Simulation | | |
| | عملی <input type="checkbox"/> | | | ۴۸ | | | |
| | نظری <input checked="" type="checkbox"/> | اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> | | آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| | عملی <input type="checkbox"/> | | | سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input type="checkbox"/> | | | |



اهداف کلی درس:

شناخت مدل های مختلف انرژی در دنیا و ایران و ارزیابی های اقتصادی از سبب انرژی و تنوع منابع انرژی در ایران.

سرفصل دروس:

- ۱- ارزیابی اقتصادی انرژی در جهان و ایران و دورنمای آن
- ۲- اقتصاد انرژی هسته ای
- ۳- اقتصاد انرژی گداحت هسته ای و جنبه های محیطی آن
- ۴- دورنمای انرژی گداحت و اثرات محیطی آن بر زندگی بشر
- ۵- تنوع و امنیت در انرژی- ساختار نیروگاه های گداحت و اثرات محیطی آن در آینده
- ۶- بررسی اقتصادی انواع راکتورهای گداحت هسته ای و مدلسازی تنوع و ترکیب آنها در آینده
- ۷- برنامه ریزی میان مدت و بلندمدت تقاضای انرژی در ایران با تکیه بر سید انرژی گداحت

فهرست منابع:

- 1- Fusion: The Search for Endless Energy. Robin Herman. ISBN: 0-521-38373-0, Cambridge University Press, 1990
- 2- Energy Planning and Policy. M. Kleinpeter, ISBN: 0471965324, Wiley, 1995.
- 3- Energy Policy Planning. B. A. Bayraktar, ISBN: 1468410822, Springer, 2012.



| | | | | | | | |
|---------------------|--|---|----------|--|--|--|--|
| کد درس: ۷ | | | | | | | |
| دروس پیش‌نیاز: - | <input type="checkbox"/> نظری | جبرانی <input type="checkbox"/> | نوع درس: | تعداد واحد: | عنوان درس به فارسی: | | |
| | <input type="checkbox"/> عملی | | | ۳ | مگنتوهیدرودینامیک | | |
| | <input type="checkbox"/> نظری | الزامی <input type="checkbox"/> | | تعداد ساعت: | عنوان درس به انگلیسی: Magnetohydrodynamics | | |
| | <input type="checkbox"/> عملی | | | ۴۸ | | | |
| | <input checked="" type="checkbox"/> نظری | اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> | | آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| | <input type="checkbox"/> عملی | | | سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input type="checkbox"/> | | | |



اهداف کلی درس:

تحلیل رفتار هیدرودینامیکی-مغناطیسی پلاسما و فیزیک پلاسمای گداخت بر اساس رویکرد MHD

سرفصل دروس:

۱- اصول و معادلات حاکم بر MHD

۲- معادلات MHD و اعتبار آن در پلاسمای دمای بالا

۳- ساختار مغناطیسی و شار مغناطیسی

۴- ناپایداری ها و گسیختگی ها در پلاسمای محصورشده دمای بالا

۵- تعادل MHD ایده آل

۶- ناپایداری های MHD ایده آل

۷- ناپایداری های MHD مقاومتی

۸- کاربرد MHD در پلاسمای توکامک

۹- کاربرد MHD در پلاسمای فضایی

۱۰- مدل سازی و شبیه سازی MHD

۱۱- تحلیل MHD پلاسمای گداخت هسته ای



فهرست منابع:

- 1- Magnetohydrodynamics and Fluid Dynamics: Action Principles and Conservation Laws, Gary Webb, ISSN: 0075-8450, Springer, 2018.
- 2- An Introduction to Plasma Astrophysics and Magnetohydrodynamics, Marcel Goossens, ISBN: 1402014333, Springer, 2003.
- 3- Principles of Magnetohydrodynamics: With Applications to Laboratory and Astrophysical Plasmas, J. P. Hans Goedbloed, Stefaan Poedts, ISBN: 0521626072, Cambridge University Press, 2004.



| | | | | | | | | |
|-------------------------|--|--|----------|---|--|--|--|--|
| کد درس: ۸ | | | | | | | | |
| دروس پیش‌نیاز: - | نظری <input type="checkbox"/> | جبرانی <input type="checkbox"/> | نوع درس: | تعداد واحد: | ۳ | عنوان درس به فارسی: مباحث ویژه در مهندسی گداخت هسته ای | | |
| | عملی <input type="checkbox"/> | | | تعداد ساعت: | ۴۸ | عنوان درس به انگلیسی: Special Topics in Fusion Engineering | | |
| | نظری <input type="checkbox"/> | الزامی <input type="checkbox"/> | | اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> | آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| | عملی <input type="checkbox"/> | سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input type="checkbox"/> | | | | | | |
| | نظری <input checked="" type="checkbox"/> | | | | | | | |
| | عملی <input type="checkbox"/> | | | | | | | |



اهداف کلی درس:

در این درس، فیزیک و مهندسی توکامک ایتر و توکامک های ابرسانا مورد تحلیل و بررسی قرار خواهد گرفت تا دانشجویان با ساختارهای راکتور گداخت در آینده آشنا شوند.

سرفصل دروس:

- ۱- محفظه واکنش راکتور ایتر و مهندسی پوشش بارور
- ۲- فیزیک پلاسمای گداخت در راکتور ایتر
- ۳- منحرف کننده و ساختار استخراج سوخت مصرف نشده
- ۴- زایش تریتم و بازفروری آن در راکتورهای ابرسانا
- ۵- سوخت دهی و گرمایش پلاسمای ایتر
- ۶- ناپایداری و کنترل پلاسمای ایتر
- ۷- توکامک های ابرسانای بزرگ

فهرست منابع:

- 1- ITER Physics, C. W Horton, S. Benkadda, ISBN: 978-9814678667, World Scientific, 2015.
- 2- Frontiers in Fusion Research: Introduction to Modern Tokamak Physics, M. Kikuchi, M. Azumi, ISBN: 978-3319189048, Springer, 2015.
- 3- Plasma Physics and Controlled Fusion. J. Freidberg, ISBN: 9780511755705, Cambridge University Press, 2007.



| | | | | | | | |
|---------------------|--|---|----------|--|---|--|--|
| کد درس: ۹ | | | | | | | |
| دروس پیش نیاز: - | نظری <input type="checkbox"/> | جبرانی <input type="checkbox"/> | نوع درس: | تعداد واحد: | عنوان درس به فارسی: ماشین های مولد پلاسمای کانونی | | |
| | عملی <input type="checkbox"/> | | | ۳ | | | |
| | نظری <input type="checkbox"/> | الزامی <input type="checkbox"/> | | تعداد ساعت: | عنوان درس به انگلیسی: Plasma focus devices | | |
| | عملی <input type="checkbox"/> | | | ۴۸ | | | |
| | نظری <input checked="" type="checkbox"/> | اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> | | آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| | عملی <input type="checkbox"/> | | | سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input type="checkbox"/> | | | |



اهداف کلی درس:

در این درس، دانشجویان با مدل سازی و فیزیک پلاسمای دستگاه پلاسمای کانونی به همراه جنبه های مهندسی آن آشنا خواهند شد.

سرفصل دروس:

- ۱- تکنیک خلاء و سیستم های خلاء در پلاسمای کانونی
- ۲- سیستم های محصورسازی و تخلیه پالسی
- ۳- مشخصات پلاسمای کانونی
- ۴- اصول طراحی سیستم های پلاسمای کانونی
- ۵- طیف های مشخصه پلاسمای کانونی
- ۶- طراحی سیستم های میکروپینچ پلاسمای کانونی

فهرست منابع:

- 1- Unconventional Approaches to Fusion, B. Brunelli, G. G. Leotta, ISBN: 978146133470, Springer, 2013.
- 2- Physics of High-Density Z-Pinch Plasmas, M. A. Liberman, J. S. D. Groot, A. Toor, R. B. Spielman, ISSN: 978038798568-8, Springer, 1999.

۳- مبانی و کاربردهای دستگاه پلاسمای کانونی، مرتضی حبیبی، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۱۳۹۵



| | | | | | | | | | | | |
|---------------------|--|---|----------|---|---|--|--|--|--|--|--|
| کد درس: ۱۰ | | | | | | | | | | | |
| دروس پیش نیاز: - | نظری <input type="checkbox"/> | جبرانی <input type="checkbox"/> | نوع درس: | تعداد واحد: ۳ | عنوان درس به فارسی: آشکارسازی و دوزیمتری راکتورهای گداخت هسته ای | | | | | | |
| | عملی <input type="checkbox"/> | | | تعداد ساعت: ۴۸ | عنوان درس به انگلیسی: Detection and Dosimetry for Nuclear Fusion Reactors | | | | | | |
| | نظری <input type="checkbox"/> | الزامی <input type="checkbox"/> | | اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> | | | | | | | |
| | عملی <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | |
| | نظری <input checked="" type="checkbox"/> | اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> | | اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> | | | | | | | |
| | عملی <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | |
| | آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> | | | | | | | | | | |
| | سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | |



اهداف کلی درس:

در این درس دانشجویان با دوزیمتری تابش های هسته ای و دزیمتری در راکتورهای گداخت آشنا خواهند شد.

سرفصل دروس:

- ۱- تابش های هسته ای
- ۲- روش های آماری و خطا در آشکارسازی تابش
- ۳- آشکارسازهای تابش های هسته ای
- ۴- تکنیک های آشکارسازی نوترون
- ۵- تکنیک های آشکارسازی اشعه ایکس و گاما
- ۶- تکنیک های آشکارسازی ذرات باردار
- ۷- آشکارسازی طیف های پلاسمای کانونی
- ۸- آشکارسازهای گداخت هسته ای
- ۹- مدل سازی آشکارسازهای گداخت هسته ای
- ۱۰- کاربردهای لیزر در آشکارسازی
- ۱۱- اصول و مبانی دوزیمتری
- ۱۲- دوزیمتری سیستم های گداخت هسته ای

فهرست منابع:

- 1-Radiation Detection and Measurement, Glenn F. Knoll, ISBN: 9780470131480, Wiley, 1999.
- 2-Measurement and Detection of Radiation, Nicholas Tsoufanidis, ISBN: 9781560323174 Taylor & Francis, Inc., 1995.



| | | | | | | | |
|-------------------------|--|---|----------|--|--|--|--|
| کد درس: ۱۱ | | | | | | | |
| دروس پیش نیاز: - | نظری <input type="checkbox"/> | جبرانی <input type="checkbox"/> | نوع درس: | تعداد واحد: | عنوان درس به فارسی: لیزر و کاربردهای آن در گداخت هسته ای | | |
| | عملی <input type="checkbox"/> | | | ۳ | | | |
| | نظری <input type="checkbox"/> | الزامی <input type="checkbox"/> | | تعداد ساعت: | عنوان درس به انگلیسی: Laser and its Applications in Nuclear Fusion | | |
| | عملی <input type="checkbox"/> | | | ۴۸ | | | |
| | نظری <input checked="" type="checkbox"/> | اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> | | آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| | عملی <input type="checkbox"/> | | | سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input type="checkbox"/> | | | |



اهداف کلی درس:

با توجه به اهمیت کاربرد فن آوری لیزرهای برتوان در انرژی گداخت، در این درس دانشجویان با اصول لیزر و کاربرد آن در راکتورهای گداخت آشنا خواهند شد.

سرفصل دروس:

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

فهرست منابع:

- 1- Introduction to Laser Fusion, C. Yamanaka, Harwood academic publishers, ISBN: 978-3718650637, 1991.
- 2- The Physics of Inertial Fusion, Stefano Atzeni, Jürgen M. Vehn, ISBN: 978-0199568017, Oxford University Press, 2009.
- 3- Inertial Confinement Fusion, James J. Duderstadt, Gregory A. Moses, ISBN: 978-0471090502, John Wiley & Sons Inc, 1992.



| | | | | | | | |
|---------------|--|---|----------|-------------|---|---|--|
| کد درس: ۱۲ | | | | | | | |
| درس پیش‌نیاز: | نظری <input type="checkbox"/> | جبرانی <input type="checkbox"/> | نوع درس: | تعداد واحد: | عنوان درس به فارسی: شبیه سازی و مدلسازی و کاربرد آن در گداخت هسته | | |
| | عملی <input type="checkbox"/> | | | ۳ | | | |
| | نظری <input type="checkbox"/> | الزامی <input type="checkbox"/> | | تعداد ساعت: | ۴۸ | عنوان درس به انگلیسی: Simulation and Modelling Applications in Nuclear Fusion | |
| | عملی <input type="checkbox"/> | | | | | | |
| | نظری <input checked="" type="checkbox"/> | اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> | | | | | |
| | عملی <input type="checkbox"/> | | | | | | |
| | آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> | | | | | | |
| | سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input type="checkbox"/> | | | | | | |



اهداف کلی درس:

آشنایی با مدل سازی و برنامه های شبیه سازی عمومی و تخصصی برای تحلیل و شبیه سازی ساختار و فیزیک راکتورهای گداخت.

سرفصل دروس:

۱- مبانی و اصول بنیادی شبیه سازی

۲- تکنیک های شبیه سازی

۳- شبیه سازی راتگ کوتا

۴- الگوریتم های روش اولر

۵- مدل ها و برهم کنش های دینامیکی سیستم

۶- شبیه سازی های حرکت تصادفی

۷- کاربردهای روش مونت کارلو در گداخت هسته ای

۸- الگوریتم ژنتیک

۹- کدهای محاسباتی گداخت هسته ای

فهرست منابع:

1- Plasma Physics via Computer Simulation, C. K. Birdcall, ISBN: 9780750310253, Taylor and Francis, 2004.

2- Introduction to Computational Science: Modeling and Simulation for the Sciences. A. B. Shiflet, G. W. Shiflet, ISBN: 9781400850556. Princeton University Press, 2014.

3- Numerical Analysis, R. L. Burden and J. D. Faires. PWS Publishing, 1993.



| | | | | | |
|---------------------|--|---|----------|---|--|
| کد درس: ۱۳ | | | | | |
| دروس پیش نیاز: - | نظری <input type="checkbox"/> | جبرانی <input type="checkbox"/> | نوع درس: | تعداد واحد: ۳ | عنوان درس به فارسی: کاربردهای صنعتی پلاسما |
| | عملی <input type="checkbox"/> | | | تعداد ساعت: ۴۸ | عنوان درس به انگلیسی: Industrial Applications of Plasma |
| | نظری <input type="checkbox"/> | الزامی <input type="checkbox"/> | | آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input type="checkbox"/> | سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input type="checkbox"/> |
| | عملی <input type="checkbox"/> | | | | |
| | نظری <input checked="" type="checkbox"/> | اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| | عملی <input type="checkbox"/> | | | | |



اهداف کلی درس:

در این درس دانشجویان با کاربردهای مختلفی که پلاسمای در مقیاس صنعتی دارد بطور کامل آشنا خواهند شد و توانایی طراحی و مهندسی سیستم های مختلف پلاسمایی را خواهند داشت.

سرفصل دروس:

- ۱- مبانی پلازما و سیستم های مولد پلازما
- ۲- مشخصات پلاسمای دمای پائین
- ۳- کاربردهای صنعتی پلاسمای دمای پائین
- ۴- مشخصات پلاسمای دمای بالا
- ۵- کاربردهای صنعتی پلاسمای دمای بالا
- ۶- کاربردهای صنعتی پلاسمای کاتوئی
- ۷- کنده کاری و انباشت پلاسمایی
- ۸- کاربردهای صنعتی لیزر-پلازما

فهرست منابع:

- 1- Industrial Plasma Engineering: Applications, J Reece Roth, Vol. 1, IOP publishing, 2001.
- 2- Industrial Plasma Engineering: Applications, J Reece Roth, Vol. 2, IOP publishing, 2001.
- 3- Plasma Etching: Fundamentals and Applications, M. Sugawara, ISBN: 978-0198562870, Oxford University Press, 1998.



| | | | | | | | |
|-------------------------|--|---|----------|--|---|--|--|
| کد درس: ۱۴ | | | | | | | |
| دروس پیش‌نیاز: - | نظری <input type="checkbox"/> | جبرانی <input type="checkbox"/> | نوع درس: | تعداد واحد: | عنوان درس به فارسی: حفاظت در برابر اشعه گداخت هسته ای | | |
| | عملی <input type="checkbox"/> | | | ۳ | | | |
| | نظری <input type="checkbox"/> | الزامی <input type="checkbox"/> | | تعداد ساعت: | عنوان درس به انگلیسی: Radiation Protection for Nuclear Fusion Radiation | | |
| | عملی <input type="checkbox"/> | | | ۴۸ | | | |
| | نظری <input checked="" type="checkbox"/> | اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> | | آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| | عملی <input type="checkbox"/> | | | سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input type="checkbox"/> | | | |



اهداف کلی درس:

آشنایی دانشجویان با چگونگی حفاظت در برابر اشعه گداخت هسته ای در نیروگاه های گداخت، پرداختن به مسائل ایمنی و زیست محیطی

سرفصل دروس:

- ۱- سوخت های راکتورهای گداخت هسته ای
- ۲- پوشش بارور و اکتیویته مواد ساختاری نیروگاه های گداخت هسته ای
- ۳- باز فراوری سوخت هسته ای در نیروگاه های گداخت هسته ای
- ۴- پسمان سوخت راکتورهای گداخت و مدیریت آن
- ۵- مبانی حفاظت در برابر اشعه و دزیمتری در نیروگاه های گداخت هسته ای
- ۶- اصول ایمنی و احتمال وقوع حوادث در نیروگاه های گداخت هسته ای
- ۷- مبانی زیست محیطی نیروگاه های گداخت هسته ای



فهرست منابع:

- 1- The Nuclear Fuel Cycle: Analysis and Management, R. G. Cochran and N. T. Soulfanidis, ISBN: 0894484516, America Nuclear Society, 1990.
- 2- Nuclear Chemical Engineering, M. Benedict, T. H. Pigford, and H. Levi, ISBN: 978-0070045316, McGraw-Hill, 1981.
- 3- Nuclear Safety, Gianni Petrangeli, ISBN: 978-0-7506-6723-4, Butterworth-Heinemann, 2006.

