

240619 - Fusió Nuclear. Iter

Unitat responsable: 240 - ETSEIB - Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona
Unitat que imparteix: 748 - FIS - Departament de Física
Curs: 2019
Titulació: GRAU EN ENGINYERIA EN TECNOLOGIES INDUSTRIALS (Pla 2010). (Unitat docent Optativa)
GRAU EN ENGINYERIA DE MATERIALS (Pla 2010). (Unitat docent Optativa)
GRAU EN ENGINYERIA QUÍMICA (Pla 2010). (Unitat docent Optativa)
Crèdits ECTS: 4,5 Idiomes docència: Anglès

Professorat

Responsable: ALFREDO DE BLAS DEL HOYO

Altres: Blas Del Hoyo, Alfredo De
Cortes Rossell, Guillem Pere

Competències de la titulació a les quals contribueix l'assignatura

Transversals:

1. COMUNICACIÓ EFICAÇ ORAL I ESCRITA: Comunicar-se de forma oral i escrita amb altres persones sobre els resultats de l'aprenentatge, de l'elaboració del pensament i de la presa de decisions; participar en debats sobre temes de la pròpia especialitat.
2. SOSTENIBILITAT I COMPROMÍS SOCIAL: Conèixer i comprendre la complexitat dels fenòmens econòmics i socials típics de la societat del benestar; capacitat per relacionar el benestar amb la globalització i la sostenibilitat; habilitat per usar de forma equilibrada i compatible la tècnica, la tecnologia, l'economia i la sostenibilitat.

240619 - Fusió Nuclear. Iter

Metodologies docents

1. CLASSES TEÒRIQUES I D'EXERCICIS.

A les exposicions a l'aula es desenvolupa el contingut de les diferents lliçons que constitueixen el programa, inserint la realització d'exercicis que permeten fixar i quantificar els conceptes presentats.

Per millorar l'aprofitament d'aquestes sessions el professor es recolza en la utilització de làmines, que permeten enriquir gràficament les idees principals de l'exposició. Amb antelació suficient, es distribueix als estudiants la documentació que s'utilitza, facilitant a l'estudiant concentrar més l'atenció sobre les explicacions, sense necessitat de prendre exhaustives anotacions.

Per fer un seguiment del desenvolupament de l'assignatura s'emprarà el Campus Digital.

2. PROJECCIÓ DE DOCUMENTALS.

Per il·lustrar els aspectes tecnològics d'alguns temes, el desenvolupament dels mateixos es complementa amb la projecció de diversos documentals.

- Fusió per confinament magnètic.
- Tore Supra. (Materials superconductors emprats en el reactor Tore Supra).
- JET, Joint European Torus.

3. PRÀCTIQUES.

Per motivar a l'estudiant amb l'estudi d'aquesta matèria i facilitar l'aprenentatge s'han preparat un conjunt de pràctiques.

- Utilització d'un simulador d'un reactor de fusió nuclear tipus tokamak per a fins docents.

Les pràctiques es desenvoluparan individualment.

P1. Reproducció d'experiències reals de dispositius de fusió (Jet i Tore Supra).

P2. Simulació de l'operació del reactor de fusió ITER.

P3. Millora del confinament d'un plasma termonuclear: Inversió del perfil del factor de seguretat.

Metodologia per al desenvolupament de les pràctiques:

- Presentació dels aplicatius per part del professor: abast, models emprats, bases de dades requerides.
- Execució dels programes: definició de paràmetres, entrada de dades, emmagatzemament de dades.
- Anàlisi de resultats.
- Resolució de les qüestions plantejades i el laboració de la memòria.

4. VISITA TÈCNICA:

Cada curs es realitzarà una visita tècnica al reactor Tore Supra i al ITER site a Cadarache.

- Visita tècnica al reactor francès Tore Supra. És un reactor de fusió termonuclear tipus tokamak, construït al 1989. Per a crear el camp magnètic toroïdal, utilitza bobines superconductores. Departament de Recherches sur la Fusion Contrôlée, Commissariat d'Énergie Atomique, Associació EURATOM-CEA sur la fusion, Cadarache França.
([http:// www-cad.cea.fr](http://www-cad.cea.fr)).

- Es visitarà el emplaçament on s'ha iniciat els treballs per la construcció del ITER. Aquest es un reactor de fusió de 500 MW de potencia tèrmica nominal, tipus tokamak. Empra bobines superconductores. El pressupost es de mes de 10.000 M€. Es el segon projecte de recerca de caràcter internacional mes gran del mon. Participen: Estats Units, Japó, Europa, Xina, Rússia, Corea del Sur, Índia.

<http://www.iter.org>

(Temps, 7 hores + viatges)

240619 - Fusió Nuclear. Iter

Durant les visites es dona especial importància als aspectes tecnològics relatius als: sistemes d'escalfament per feixos neutres, sistema d'escalfament per radiofrecuència, sistemes criogènics, sistemes elèctrics per a generar camps magnètics, sistemes de diagnòstic de plasmes.

Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

L'estudiant al final del curs serà capaç de:

- Presentar els principis amb que es fonamenta el desenvolupament de la energia de fusió nuclear.
- Proporcionar una panoràmica general dels diferents camins que actualment s'estan desenvolupant per a la consecució del reactor de fusió comercial.
- Comprendre els aspectes tecnològics que requereix la producció d'energia de fusió.
- Aplicar els fonaments elementals de càlcul i avaluació.
- Conèixer el projecte ITER, els aspectes tecnològics, els objectius i el programa de construcció.

Hores totals de dedicació de l'estudiantat

Dedicació total: 112h 30m	Hores grup gran:	0h	0.00%
	Hores grup mitjà:	45h	40.00%
	Hores grup petit:	0h	0.00%
	Hores activitats dirigides:	0h	0.00%
	Hores aprenentatge autònom:	67h 30m	60.00%

240619 - Fusió Nuclear. Iter

Continguts

1. Introducció	Dedicació: 1h 30m Grup gran/Teoria: 1h 30m
Descripció: 1.1. Recursos Energètics. 1.2. Reaccions de fusió. 1.3. Combustibles dels reactors de fusió. 1.4. Productes de fusió. 1.5. Història de la fusió termonuclear.	
2. Introducció a la física nuclear	Dedicació: 3h Grup gran/Teoria: 3h
Descripció: contingut català	
3. Energia de fusió	Dedicació: 3h Grup gran/Teoria: 3h
Descripció: contingut català	
4. Balance de potencia	Dedicació: 3h Grup gran/Teoria: 3h
Descripció: contingut català	
5. Aproximació a un reactor de fusió	Dedicació: 1h Grup gran/Teoria: 1h
Descripció: contingut català	

240619 - Fusió Nuclear. Iter

6. Definició de plasma	Dedicació: 3h Grup gran/Teoria: 3h
Descripció: contingut català	
7. Comportament de una partícula en el plasma	Dedicació: 6h Grup gran/Teoria: 3h Aprentatge autònom: 3h
Descripció: contingut català	
8. Difusió i colisions. Resistivitat del plasma	Dedicació: 6h Grup gran/Teoria: 3h Aprentatge autònom: 3h
Descripció: contingut català	
9. Models MHD. Equilibri i estabilitat	Dedicació: 6h Grup gran/Teoria: 3h Aprentatge autònom: 3h
Descripció: contingut català	
10. Interacció plasma-pared	Dedicació: 1h 30m Grup gran/Teoria: 1h 30m
Descripció: contingut català	

240619 - Fusió Nuclear. Iter

11. Escalfament del plasma	Dedicació: 1h 30m Grup gran/Teoria: 1h 30m
Descripció: contingut català	
12. Diagnòstics del plasma	Dedicació: 1h 30m Grup gran/Teoria: 1h 30m
Descripció: contingut català	
13. Stellarators	Dedicació: 1h 30m Grup gran/Teoria: 1h 30m
Descripció: contingut català	

240619 - Fusió Nuclear. Iter

Planificació d'activitats

<p>UTILITZACIÓ D'UN SIMULADOR D'UN REACTOR DE FUSIÓ NUCLEAR TIPUS TOKAMAK PER A FINS DOCENTS.</p>	<p>Dedicació: 16h Grup petit/Laboratori: 4h Aprentatge autònom: 12h</p>
<p>Descripció: Les pràctiques es desenvoluparan individualment.</p> <p>P1. Reproducció d'experiències reals de dispositius de fusió (Jet i Tore Supra). P2. Simulació de l'operació del reactor de fusió ITER. P3. Millora del confinament d'un plasma termonuclear: Inversió del perfil del factor de seguretat.</p> <p>Metodologia per al desenvolupament de les pràctiques:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Presentació dels aplicatius per part del professor: abast, models emprats, bases de dades requerides. - Execució dels programes: definició de paràmetres, entrada de dades, emmagatzemament de dades. - Anàlisi de resultats. - Resolució de les qüestions plantejades i el.laboració de la memòria. <p>Material de suport: Dies, J.; Albajar, F.; Fontanet, J. (1998); "Utilització d'un simulador d'un reactor de fusió nuclear tipus tokamak per a fins docents", 94 pag., Barcelona.</p> <p>Descripció del lliurament esperat i vincles amb l'avaluació: Si es lliura la memòria, es valora positivament</p>	
<p>VISITA TECNICA A ITER I A TORE SUPRA (CADARACHE, FRANCE)</p>	<p>Dedicació: 6h Grup petit/Laboratori: 6h</p>
<p>Descripció: Cada curs es realitzarà una visita tècnica al reactor Tore Supra i al ITER site a Cadarache.</p> <ul style="list-style-type: none"> · Visita tècnica al reactor francès Tore Supra. És un reactor de fusió termonuclear tipus tokamak, construït al 1989. Per a crear el camp magnètic toroidal, utilitza bobines superconductoras. Departament de Recherches sur la Fusion Contrôlée, Commissariat d'Energie Atomique, Associació EURATOM-CEA sur la fusion, Cadarache França. (http:// www-cad.cea.fr). - Es visitarà el emplaçament on s'esta construin el ITER. Aquest es un reactor de fusió de 500 MW de potencia tèrmica nominal, tipus tokamak. Empra bobines superconductoras. El pressupost es de mes de 10.000 M€. Es el segon projecte de recerca de caràcter internacional mes gran del mon. Participen: Estats Units, Japó, Europa, Xina, Rússia, Corea del Sur, Índia. http://www.iter.org (Temps, 7 hores + viatges) <p>Durant les visites es dona especial importància als aspectes tecnològics relatius als: sistemes d'escalfament per feixos neutres, sistema d'escalfament per radiofrecuència, sistemes criogènics, sistemes elèctrics per a generar camps magnètics, sistemes de diagnòstic de plasmes.</p>	

240619 - Fusió Nuclear. Iter

Sistema de qualificació

L'avaluació es realitza assignant un pes del 40 % a la avaluació continuada (exercicis i pràctiques) i un pes del 60 % a la avaluació dels ensenyaments tècnics teòrics (fusió nuclear, física del plasma i tecnologia de la fusió nuclear). L'avaluació dels ensenyaments teòrics es realitza mitjançant dos proves. La primera cobreix els temes corresponents a la fusió nuclear i física de plasmes. La segona prova cobreix la resta del temari (amb una recuperació de la part de plasmes) i es realitzarà al final del curs (N2).

L'avaluació de les sessions pràctiques (NP) es farà en base a les memòries presentades pels estudiants corresponents a cada treball pràctic. L'avaluació dels exercicis (NE) es realitza en base a les solucions lliurades pels alumnes. Aquests exercicis es realitzen en grups en classe amb l'ajuda del professor. La qualificació final (NF) es determina amb la següent expressió:

$$NF=0,2*NE+0,2*NP+0,4*N1+0,2*N2$$

NF =Nota final

N1 =Nota de plasma nuclear i fusió nuclear

N2 =Nota de tecnologia de fusió nuclear

NP=Nota de pràctiques

NE=Nota d'exercicis

Normes de realització de les activitats

Les proves seran preguntes amb desenvolupament, sense apunts.

Bibliografia

Bàsica:

Raeder, J. Controlled nuclear fusion : fundamentals of its utilization for energy supply. New York ... [etc.]: Wiley & Sons, cop. 1986. ISBN 0471103128.

Wesson, John; Campbell, D. J. Tokamaks. 4th ed. Oxford : New York: Clarendon Press ; Oxford University Press, cop. 2011. ISBN 9780199592234.

Dolan, Thomas James. Fusion Research : principles, experiments and technology. New York [etc.]: Pergamon Press, 1980. ISBN 0080255655.

Dies,J. ; Albajar,F. ; Fontanet, J. Utilització d'un simulador d'un reactor de fusió nuclear tipus tokamak per a fins docents. 1998. Barcelona: Imatge, 1998.

Dies Llovera, Javier. Transparències de fusió nuclear : ITER. 2010. Barcelona: Imatge, 2010.

Complementària:

Hutchinson, I. H. Principles of plasma diagnostics. 2nd ed. Cambridge [etc.]: Cambridge University Press, 2002. ISBN 9780521675741.

Wakatani, Masahiro. Stellarator and heliotron devices. New York: Oxford University Press, 1998. ISBN 9780195078312.

Adam, M.M.J. La Fusion thermonucléaire contrôlée par confinement magnétique. Paris [etc.]: Masson, 1987. ISBN 2225812845.

Freidberg, Jeffrey P. Plasma physics and fusion energy. Cambridge: Cambridge University Press, 2007. ISBN 9780521851077.