

Universitat Politècnica de Catalunya – Universitat de Barcelona

Màster oficial d'Enginyeria en Energia

Fitxa de descripció d'assignatura

Assignatura	Física del Reactor Nuclear			Codi:	33580
				Versió:	2
Tipus:	Optativa	Crèdits totals ECTS:	5	Hores/setmana totals:	8
Idioma:	Català	Crèdits presencials Teoria:	1,2	Hores/setmana presencials Teoria:	1,8
Hores/crèdit:	25	Crèdits presencials Problemes:	0,8	Hores/setmana presencials Problemes:	1,2
Quadrimestre:	3er	Crèdits presencials Laboratori:	0	Hores/setmana presencials Laboratori:	0
Nivell:		Crèdits no presencials:	3	Hores/setmana no presencials:	5
Coordinador:	Lluís Batet				
Professors:	Lluís Batet, Alfredo de Blas, Francesc Reventós				
Horari i lloc de tutories:	Hora: a convenir (cita per e-mail) Lloc: Secció d'Enginyeria Nuclear (Dept. Física i Enginyeria Nuclear) – ETSEIB, pavelló C				
Prerrequisits:					
Correquisits:					
Objectius generals:	<ul style="list-style-type: none"> - Donar a l'estudiant una visió dels fenòmens que permeten la generació de potència tèrmica en un reactor nuclear de fissió o de les condicions en què aquesta generació és possible. - Proporcionar les eines analítiques que permeten calcular la distribució espacial i l'evolució temporal de la producció de potència en el nucli d'un reactor de fissió - Presentar qualitativament i quantitativa els fenòmens dinàmics que afecten la multiplicació de neutrons en el nucli del reactor, establint un lligam amb els continguts de la Termohidràulica. 				
Objectius específics de cada tema:	<p>En acabar cadascun dels temes l'estudiant serà capaç de:</p> <p>Tema 0: Introducció</p> <ul style="list-style-type: none"> Descriure la composició de la matèria i la relació entre massa i energia Descriure els principis que permeten obtenir energia d'una reacció nuclear Descriure els principis bàsics de funcionament d'una central nuclear i enumerar-ne els sistemes principals <p>Tema 1: Reaccions nuclears, reaccions neutròniques.</p> <ul style="list-style-type: none"> Enumerar els diferents tipus de reaccions nuclears amb neutrons Explicar què és una secció eficaç microscòpica i descriure'n el significat físic Explicar la dependència energètica de les seccions eficaces i el fenomen de la ressonància Descriure el concepte de "grup de neutrons" <p>Tema 2: La fissió nuclear. Productes de la fissió.</p> <ul style="list-style-type: none"> Descriure les principals característiques de la fissió i enumerar els diferents productes de la fissió Classificar les espècies nuclear respecte de la seva facilitat per patir una reacció de fissió Explicar la importància de la forma com es distribueix l'energia de fissió entre els productes <p>Tema 3: Transport de neutrons en un medi material. L'equació de difusió</p> <ul style="list-style-type: none"> Explicar les diferències entre flux i corrent de neutrons Explicar els termes que intervenen en les reaccions de balanç de neutrons Descriure les particularitats de la teoria de la difusió de neutrons <p>Tema 4: Moderació i termalització de neutrons. Els neutrons tèrmics.</p> <ul style="list-style-type: none"> Descriure el procés que segueix un neutró des que neix d'una fissió fins que desapareix del sistema Descriure l'espectre energètic dels neutrons en un reactor nuclear Explicar l'efecte de la temperatura sobre la probabilitat d'escapament a les ressonàncies Analitzar els fenòmens que fan que l'espectre dels neutrons tèrmics s'aparti del de Maxwell-Boltzmann Calcular paràmetres de grup per als neutrons tèrmics Resoldre l'equació de difusió dels neutrons amb dos grups <p>Tema 5: Teoria del reactor nuclear. Criticitat.</p> <ul style="list-style-type: none"> Explicar la fórmula dels quatre factors Resoldre l'equació del reactor per a dos grups de neutrons 				

Analitzar els termes que apareixen en la condició de criticitat d'un reactor nu i d'un amb reflector
 Explicar els efectes que té una configuració heterogènia respecte d'una homogènia en la criticitat

Tema 6: Cinètica del reactor.
 Explicar la importància dels neutrons retardats en un reactor
 Explicar els termes que apareixen en l'equació in-hour
 Descriure les solucions de l'equació in-hour a diferents pertorbacions de la reactivitat

Tema 7: Dinàmica del reactor.
 Descriure els diferents fenòmens que poden modificar la reactivitat del reactor
 Analitzar diferents casos de variació de reactivitat amb realimentació
 Descriure l'efecte que té l'evolució isotòpica del combustible sobre l'anàlisi
 Analitzar un llibre de corbes d'un reactor

Tema 8: Mètodes multigrups. Codis de càlcul.
 Calcular paràmetres de grup
 Explicar mètodes numèrics de resolució de l'equació de difusió multigrup
 Analitzar la realimentació provocada per l'acoblament neutrònic-termohidràulic

Objectius transversals: Anàlisi numèric de sistemes complexos
 Treball en equip

Programa de Teoria:

Tema 0: Introducció.

L'estructura de la matèria. El nucli
 Definicions, generalitats
 Equivalència massa-energia. L'energia d'enllaç.
 Estabilitat i inestabilitat nuclear. La radioactivitat.
 Principis de funcionament del reactor nuclear. La reacció de fissió en cadena

Tema 1: Reaccions nuclears, reaccions neutròniques.

Reaccions nuclears. Reaccions nuclears amb neutrons
 Seccions eficaces
 Variació de les seccions eficaces amb l'energia. Ressonàncies
 Concepte de grup de neutrons: neutrons tèrmics, neutrons ràpids

Tema 2: La fissió nuclear. Els productes de la fissió.

La fissió nuclear, models
 Classificació dels núclids segons la reacció de fissió
 Seccions eficaces de fissió dels núclids
 Fragments i productes de fissió
 Neutrons de fissió
 Energia de fissió

Tema 3: Transport de neutrons en un medi material. L'equació de difusió

Introducció: concepte de densitat, flux i corrent de neutrons, taxa de reacció
 Equació del transport de neutrons
 Equació de continuïtat
 Llei de Fick i equació de difusió dels neutrons
 Solucions a l'equació de difusió dels neutrons
 Significat físic de les solucions de l'equació de difusió: àrea de difusió

Tema 4: Moderació i termalització de neutrons. Els neutrons tèrmics.

Dispersió de neutrons. El xoc moderador
 Espectre energètic dels neutrons durant la moderació
 Absorció ressonant. Probabilitat d'escapament a les ressonàncies
 Termalització de neutrons
 Neutrons tèrmics, espectre de Maxwell-Boltzmann, altres aproximacions a l'espectre energètic
 Paràmetres de grup dels neutrons tèrmics
 Equació de difusió dels neutrons tèrmics

Equació de difusió amb dos grups de neutrons

Tema 5: Teoria del reactor nuclear. Criticitat.

El medi multiplicador

Equació del reactor per a un grup de neutrons

Fórmula dels quatre factors

Criticitat en un reactor tèrmic. Equació amb dos grups

Reflectors

Reactors heterogenis

Tema 6: Cinètica del reactor.

Neutrons instantanis i retardats

Canvis en el coef. de multiplicació: control, cremat, verins, temperatura, accidents

Equació in-hour

Resposta del reactor: solucions de l'equació in-hour

Reactivitat i període estable

Tema 7: Dinàmica del reactor.

Realimentació per temperatura

Enverinament per productes de fissió

Efecte del bor

Cremat del combustible

Balanç de reactivitat

Anàlisi de conjunt

Evolució isotòpica del combustible

Llibre de corbes d'un reactor

Tema 8: Mètodes multigrups. Codis de càlcul.

Paràmetres de grup

Mètodes de càlcul numèric. Discretització

Acoblament neutrònic-termohidràulic

Pràctiques de Laboratori:

Pendent de confirmació (si n'hi ha, es modificarà lleugerament el calendari)

Activitats No Presencials:

Resolució individual i en grup d'exercicis i qüestions obertes.

Càrrega setmanal de l'estudiant en hores:

Tipus d'activitat / Setmana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Total
Teoria	3	3	3	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2		27
Pràctiques																
Problemes				1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1		18
Activitat no presencial				5		6				5		6				22
Treball individual	5	5			5		5		4		5		5		4	38
Treball en grup			6					6						5		16
Proves i exàmens									2						2	4
Altres activitats																
TOTAL	8	8	9	8	8	9	8	8	9	8	8	9	8	8	8	125

Metodologia docent:

Una part important dels conceptes s'introduiran en sessions de teoria i sessions d'exercicis assistits.

L'estudiant haurà de resoldre a casa una sèrie d'exercicis proposats, així com qüestions teòriques diverses que posaran a prova la seva capacitat d'assimilar nous coneixements i la capacitat d'anàlisi.

Una part del treball no presencial es farà en grup

Bibliografia Bàsica:

Lamarsh & Baratta, Introduction to Nuclear Engineering, Prentice Hall, 2001 (segona edició)

Duderstadt & Hamilton, Nuclear Reactor Analysis, John Wiley & Sons, 1976

Bibliografia Complementària:

Criteri d'avaluació:					
Controls parcials:	10 %	Exercicis/problemes:	20%	Últim control:	20 %
No presencial:	30%	Pràctiques:	%	Altres proves:	20%
Mètodes d'avaluació:					
S'avaluarà l'estudiant en base al seu seguiment i aprofitament del curs, d'acord amb la distribució assenyalada a l'apartat anterior. En l'apartat "altres proves" es tindrà en compte la participació en les classes de teoria i problemes.					