

240171 - Termodècnia

Unitat responsable: 240 - ETSEIB - Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona
Unitat que imparteix: 724 - MMT - Departament de Màquines i Motors Tèrmics
Curs: 2013
Titulació: GRAU EN ENGINYERIA EN TECNOLOGIES INDUSTRIALS (Pla 2010). (Unitat docent Obligatòria)
Crèdits ECTS: 6 Idiomes docència: Català

Professorat

Responsable: LLUIS ALBERT BONALS MUNTADA
Altres: ELISABET MAS DE LES VALLS ORTIZ
RAFEL RUIZ MANSILLA

Horari d'atenció

Horari: Encargada de laboratori: Nuria Vives (nvives@mmt.upc.edu) tel. 934015900

Requisits

Termodinàmica i Mecànica de Fluids
Informàtica bàsica

Competències de la titulació a les que contribueix l'assignatura

Específiques:

1. Capacitat per comprendre i aplicar els principis de coneixements bàsics de la química general, química orgànica i inorgànica i de les seves aplicacions a l'enginyeria.
2. Capacitat per la resolució dels problemes matemàtics que poden plantejar-se en l'enginyeria. Aptitud per aplicar els coneixements sobre: àlgebra lineal; geometria; geometria diferencial; càlcul diferencial i integral; equacions diferencials i en derivades parcials; mètodes numèrics; algorítmica numèrica; estadística i optimització.
3. Comprensió i domini dels conceptes bàsics sobre les lleis generals de la mecànica, la termodinàmica, caps i ones i electromagnetisme i la seva aplicació per la resolució de problemes propis de l'enginyeria.
4. Coneixement de la termodinàmica aplicada i transmissió de calor. Principis bàsics i la seva aplicació a la resolució de problemes d'enginyeria.
5. Coneixement dels principis bàsics de la mecànica de fluids i la seva aplicació a la resolució de problemes en el camp de l'enginyeria. Càlcul de tuberies, canals i sistemes de fluids.
6. Coneixements bàsics i aplicació de tecnologies mediambientals i sostenibilitat.
7. Coneixements bàsics sobre l'ús i programació d'ordinadors, sistemes operatius, bases de dades i programes informàtics amb aplicacions en enginyeria.

Generals:

8. APRENENTATGE AUTÒNOM: Detectar mancances en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per ampliar aquest coneixement.
9. 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.
10. EMPRENEDORIA I INNOVACIÓ: Conèixer i comprendre l'organització d'una empresa i les ciències que regeixen la seva activitat; capacitat per comprendre les regles laborals i les relacions entre la planificació, les estratègies industrials i comercials, la qualitat i el benefici.
11. SOSTENIBILITAT I COMPROMÍS SOCIAL: Conèixer i comprendre la complexitat dels fenòmens econòmics i socials

240171 - Termodinàmica

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.

12. TERCERA LENGUA: Conèixer una tercera llengua, que serà preferentment l'anglès, amb un nivell adequat de forma oral i per escrit i amb consonància amb les necessitats que tindran les titulades i els titulats en cada ensenyament.

13. TREBALL EN EQUIP: Ser capaç de treballar com a membre d'un equip, ja sigui com un membre més, o realitzant tasques de direcció amb la finalitat de contribuir a desenvolupar projectes amb pragmatisme i sentit de la responsabilitat, tot assumint compromisos considerant els recursos disponibles.

14. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ: Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informació de l'àmbit d'especialitat i valorar de forma crítica els resultats d'aquesta gestió.

Metodologies docents

A les classes es combina la teoria i els problemes, convidant als estudiants a participar activament en elles, en l'anàlisi de casos i presa de decisions tècniques. Es fomenta el treball continuat al llarg del curs amb la proposició i recollida de problemes.

A les classes presencials, s'exposa la teoria (45 h) simultàniament amb l'explicació de problemes (15 h) que permeten a l'alumne aprofundir en els conceptes bàsics de la transferència de calor. A les exposicions a classe, es mostren imatges de caire industrial amb el propòsit de motivar i mostrar a l'alumne la importància de l'estudi d'aquesta temàtica; s'expliquen els conceptes teòrics i es desenvolupen els models matemàtics de càlcul, les seves restriccions i el seu àmbit d'aplicació. A les classes de problemes es mostra la utilització correcta dels models matemàtics, amb un grau creixent de dificultat i es fa especial èmfasi en la interpretació dels resultats.

Al laboratori (5 h) els alumnes tenen l'oportunitat de conèixer els aparells i metodologia per a la determinació experimental de magnituds i paràmetres tèrmics, aprofundir en la utilització de correlacions, així com en la validació dels resultats obtinguts mitjançant l'ajust dels balanços d'energia.

Els treballs dirigits consisteixen, normalment, en el plantejament de resolució de problemes. Aquests es proposen per lliurar en paper o be emprant l'entorn del Campus d'Atenea. El professorat per tant podrà proposar i recollir exercicis per escrit al llarg del curs.

Com a suport a la docència, al Campus Atenea, l'alumne disposa de FAQ (Frequently Asked Questions) on hi troba resposta a algunes de les seves qüestions més habituals, així com una col·lecció de problemes amb respostes. Tanmateix, per a l'estudi personal, l'alumne disposa d'apunts de l'assignatura i de bibliografia bàsica de referència, disponible a la biblioteca del centre.

Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

Competències de la titulació a les que contribueix l'assignatura

Específiques:

1. Saber determinar distribucions de temperatura i la transferència de calor per conducció, convecció i/o radiació en sistemes diversos.
2. Principis bàsics i la seva aplicació a la resolució de problemes d'enginyeria.

Objectiu general

1. Introduir els conceptes teòrics, terminologia, convenis, principis, lleis fonamentals i metodologies de càlcul de la transferència de calor per conducció, convecció i radiació.
2. Es pretén impartir uns coneixements bàsics que serveixin de punt de partida per assignatures de segon cicle on es

240171 - Termodinàmica

tracti la modelització dels fenòmens de transmissió de calor amb generació i/o acumulació presents a la indústria i el disseny d'equips industrials.

Objectius específics

1. L'alumne ha de saber determinar i reduir si convé, les pèrdues de calor de qualsevol sistema no isotèrmic (canonades, murs, aletes, etc.) emprant solucions analítiques o bé numèriques.
2. Bases dels bescanviadors de calor: saber determinar el bescanvi de potència tèrmica entre dos fluids en moviment a diferents temperatures (flux intern en conductes)
3. Saber calcular un balanç espectral de potència radiant tèrmica entre les superfícies d'un recinte (forn) amb un medi no participant (aire sec o buit). Efecte hivernacle.

Hores totals de dedicació de l'estudiantat

Dedicació total: 0h	Grup gran/Teoria:	0h	0%
	Grup mitjà/Pràctiques:	0h	0%
	Grup petit/Laboratori:	0h	0%
	Activitats dirigides:	0h	0%
	Aprenentatge autònom:	0h	0%

240171 - Termodinàmica

Continguts

<p>INTRODUCCIÓ</p>	<p>Dedicació: 15h Grup gran/Teoria: 6h Aprentatge autònom: 9h</p>
<p>Descripció: Objecte i abast de l'assignatura. Concepte de calor i transferència de calor. Mecanismes de transferència de calor. Conducció i primera llei de Fourier. Convecció i llei del refredament de Newton. Radiació i la llei de Stefan-Boltzmann. Resistència i conductància tèrmica. Mecanismes combinats. Coeficient global de transferència de calor (U). Conservació de l'energia en un volum de control. Propietats tèrmiques de la matèria. Unitats.</p>	
<p>CONDUCCIÓ UNIDIMENSIONAL EN ESTAT ESTACIONARI</p>	<p>Dedicació: 30h Grup gran/Teoria: 12h Aprentatge autònom: 18h</p>
<p>Descripció: Equació de la difusió de la calor. Condicions inicials i de contorn. Parets planes i sistemes radials. Integració de la primera llei de Fourier. Conductància tèrmica. Mecanismes combinats. Resistència de contacte. Aïllants tèrmics. Radi crític amb h variable. Conducció amb generació d'energia tèrmica. Transferència de calor en superfícies esteses o aletes.</p>	
<p>METODES NUMÈRICS (ESTAT ESTACIONARI I TRANSITORI)</p>	<p>Dedicació: 35h Grup gran/Teoria: 14h Aprentatge autònom: 21h</p>
<p>Descripció: Solucions analítiques de l'equació de la difusió de la calor. Sòlids ideals. Mètode de la resistència interna negligible. Solucions per mètodes numèrics. Discretització de l'espai i el temps. Diferències finites. Mètode del balanç d'energia. Règim estacionari i transitori. Càlcul de conductàncies. Introducció a un programari lliure d'alt nivell: OPENFOAM que funciona sota el sistema operatiu LINUX. Resolució amb OPENFOAM d'exercicis numèrics de geometries complexes i amb condicions de contorn extretes del món industrial.</p>	

240171 - Termodinàmica

<p>CONVECCIÓ</p>	<p>Dedicació: 22h Grup gran/Teoria: 9h Aprentatge autònom: 13h</p>
<p>Descripció: Equacions de Navier-Stokes i de conservació de l'energia. Nombres adimensionals. Nombre de Nusselt. Correlacions. Capa límit hidrodinàmica i tèrmica. Equacions de balanç. Perfil de velocitats i temperatura. Definició del coeficient de convecció. Flux intern turbulent en conductes. Nombre de Nusselt. Fórmules de Filolenko i Gnielinski. Equació diferencial del balanç d'energia en un conducte. Condicions de contorn. Doble tub. Bescanviadors de calor.</p>	
<p>RADIACIÓ TÈRMICA</p>	<p>Dedicació: 35h Grup gran/Teoria: 14h Aprentatge autònom: 21h</p>
<p>Descripció: Naturalesa i característiques de la radiació tèrmica. Fluxos superficials hemisfèrics. Cos negre. Intensitat de radiació. Llei de distribució de Planck. Funció de radiació. Lleis de Kirchhoff. Factors de visió. Balanç espectral d'energia radiant en un recinte de N superfícies lambertianes. Efecte hivernacle.</p>	

240171 - Termodinàmica

Sistema de qualificació

Es fan servir les quatre notes següents:

1) Nota examen final (NEF) és la nota de la prova de conjunt que es realitzarà en la data que fixi l'Escola i constarà d'un test amb preguntes conceptuals i/o curts exercicis de càlcul (tot el temari i la pràctica de laboratori) i un parell de problemes oberts (correcció manual) . Durada total de l'examen: entre 3 i 4 hores.

2) Nota prova parcial (NPP) és la nota de la prova parcial que es realitzarà a meitat del quadrimestre en la data que fixi l'Escola. Inclourà preguntes conceptuals i/o exercicis de càlcul. El seu contingut farà referència al temari exposat a classe fins al dia de la prova.

3) Nota laboratori (NLAB) correspon a la nota de les pràctiques de laboratori i s'obtindrà a partir del informe que lliurin els alumnes. Hi ha programada una pràctica experimental. S'exposaran unes llistes per tal que l'alumne s'inscrigui a un subgrup de pràctiques (màxim de 8 alumnes), dirigit pel seu professor de teoria. L'alumne ha de llegir anticipadament el text de la pràctica que trobarà al campus digital i haurà de lliurar l'informe corresponent.

Es convalida amb un 5 la nota de pràctica de laboratori dels alumnes que les tinguin aprovades

4) Nota de mètodes numèrics, (NNUM)

Dins de l'horari de teoria/problemes (6h) s'explicaran els fonaments i la metodologia de resolució de problemes de transferència de calor emprant mètodes numèrics (diferències finites). Els alumnes lliuraran de forma manuscrita e individual un exercici en estat estacionari i un altre en estat transitori.

A continuació a l'aula informàtica s'introduirà (8h) el programari lliure OPENFOAM suportat pel sistema operatiu LINUX. Organitzats amb grups de 4, es proposarà als alumnes un exercici de geometria complexa, que caldrà resoldre amb aquesta eina, l'OPENFOAM.

Cada grup haurà d'anar lliurant una sèrie de resultats intermedis en les dates especificades, fins arribar a lliurar la solució definitiva. Periòdicament es publicaran els resultats intermedis, perquè cada grup vagi detectant els seus propis errors i així poder corregir-los adequadament.

A partir d'aquest conjunt de lliurables, es ponderarà la nota de mètodes numèrics, (NNUM)

La nota final de l'assignatura NFINAL és:

$$N_FINAL=0,20*N_PP+0,20*N_NUM+0,05*N_LAB+0,55*N_EF$$

N_FINAL Nota final arrodonida d'acord a la normativa vigent

N_EF Nota de l'examen final

N_PP Nota de la prova parcial

N_LAB Nota de pràctiques de laboratori

N_NUM Nota de mètodes numèrics

Els exercicis fets a casa a proposta del professorat, són exigibles de presentar en qualsevol moment del curs, i poden servir en determinades circumstàncies per pujar la nota a criteri del professor o professora. L'augment de nota s'acota entre 0 i 1 punt.

Únicament amb l'objectiu de millorar la nota, el professorat es reserva la possibilitat d'incorporar si escau d'altres elements o criteris d'avaluació.

240171 - Termodinàmica

Normes de realització de les activitats

Durant la realització de qualsevol de les proves (parcial, avaluació continuada i final) només es podrà dur calculadora i un full A4 (dues cares) manuscrit original amb tota la informació que l'alumne consideri oportunes (serà retirat tot aquell formulari que no verifiqui aquests requisits).

És necessari que a l'examen es portin introduïdes a la calculadora les propietats de l'aire i de l'aigua facilitades al llarg del curs (o en tot cas anotades al formulari).

Les preguntes al professorat només poden fer referència a la comprensió de l'enunciat.

Bibliografia

Bàsica:

Incropera, Frank Paul ; David P. DeWitt. Fundamentos de transferencia de calor.. 4a ed. Mexico: Prentice Hall, 1999. ISBN 9701701704.

Bonals Muntada, Lluís Albert. Transferència de calor: apunts de classe. Barcelona: Serveis Gràfics Copisteria Imatge, 2011.

Complementària:

Mills, Anthony F. Transferencia de Calor. Mexico: Irwin, 1995. ISBN 8480861940.

Rohsenow, Warren M. ed. Handbook of heat transfer. 3th ed. New York: McGraw-Hill, 1998. ISBN 0070535558.