

240171 - Termodinàmica

Unitat responsable: 240 - ETSEIB - Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona
Unitat que imparteix: 724 - MMT - Departament de Màquines i Motors Tèrmics
Curs: 2019
Titulació: GRAU EN ENGINYERIA EN TECNOLOGIES INDUSTRIALS (Pla 2010). (Unitat docent Obligatòria)
Crèdits ECTS: 6 Idiomes docència: Català, Castellà

Professorat

Responsable: LLUIS ALBERT BONALS MUNTADA

Altres: RUIZ MANSILLA RAFAEL
ALEJANDRO GARCIA MÓNACO
ENRIC VELO GARCIA
GORKA BONALS SASTRE

Horari d'atenció

Horari: Encarregada de laboratori: Nuria Vives (nvives@mmt.upc.edu) tel. 934015900
Totes les consultes amb el professorat seràn previament concertades via mail.

Bonals, Lluís Albert <lluis.albert.bonals@upc.edu>, ETSEIB-H7, Termodinàmica, 934016580
García, Alejandro <alejandro.garcia.monaco@upc.edu>, ETSEIB-H7, Termodinàmica, 934011921
Bonals, Gorka <gorka.bonals@upc.edu>, ETSEIB-H7, Termodinàmica, 934016580
Ruiz, Rafael <rafael.ruiz@upc.edu>, ETSEIB I-7, Laboratori CER&C, 934017780
Velo, Enric <enrique.velo@upc.edu>, ETSEIB-H7, Termodinàmica, 934016581

Requisits

Termodinàmica i Mecànica de Fluids
Informàtica bàsica

Competències de la titulació a les quals 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.

Transversals:

240171 - Termodinàmica

8. APRENTATGE 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 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 LLENGUA: 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. Us poden ajudar els apunts que trobareu en el següent link, <http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/90176/9788495355898.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

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.

240171 - Termodènia

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 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: 150h	Hores grup gran:	55h	36.67%
	Hores grup mitjà:	0h	0.00%
	Hores grup petit:	5h	3.33%
	Hores activitats dirigides:	0h	0.00%
	Hores aprenentatge autònom:	90h	60.00%

240171 - Termodinàmica

Continguts

<p>INTRODUCCIÓ</p>	<p>Dedicació: 15h</p> <p>Grup gran/Teoria: 6h</p> <p>Aprenentatge autònom: 9h</p>
<p>Descripció:</p> <p>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.</p> <p>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</p> <p>Grup gran/Teoria: 12h</p> <p>Aprenentatge autònom: 18h</p>
<p>Descripció:</p> <p>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</p> <p>Grup gran/Teoria: 14h</p> <p>Aprenentatge autònom: 21h</p>
<p>Descripció:</p> <p>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.</p> <p>Introducció a un programari comercial d'alt nivell: ANSYS que funciona sota el sistema operatiu WINDOWS. Resolució amb ANSYS d'exercicis numèrics de geometries complexes i amb condicions de contorn extrems 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 spectral 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, la pràctica de laboratori i la de numèric) 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 al final de la sessió de pràctiques.

4) Nota de mètodes numèrics, (NNUM)

Dins de l'horari de teoria/problemes s'explicaran (6h) els fonaments i la metodologia de resolució de problemes de transferència de calor emprant mètodes numèrics en diferències finites. Els alumnes,

a) Lliuraran com a mínim un exercici en estat estacionari i un altre en estat transitori.

b) Aproximadament DUES SETMANES DESPRÉS de la prova parcial, es realitzarà una prova individual del tema de mètodes numèrics. La data varia segons el calendari i es fixarà a l'inici del quadrimestre. Es publicarà a Atenea la data i hora d'aquesta prova. (també al tauló d'anuncis de la planta 7^a) (es recomana portar una calculadora programable) S'exposarà també algun exemple de simulació numèrica resolt en ANSYS i s'explicarà (2h) com s'apliquen les diferents condicions de contorn amb aquest programa, última versió per estudiants (32500 nodes). Organitzats amb grups de 4 alumnes com a màxim, es proposarà un exercici de geometria complexa, que caldrà resoldre amb aquesta eina avançada de simulació numèrica. Es podrà resoldre a les aules informàtiques de l'escola o bé a casa amb el PC personal de cadascú.

c) Treball de simulació numèrica emprant ANSYS

Cada grup haurà de lliurar un zip amb els fitxers de l'ANSYS, un petit informe en format Word i en format pdf, responnent totes les preguntes formulades. Aquests fitxers es publicaran a Atenea en la data indicada pel professor.

A partir d'aquestes tres notes a), b) i c) es ponderarà la nota de mètodes numèrics, (NNUM). Un 10% és el pes dels exercicis lliurats (estacionari i transitori), un 60% es el pes de l'examen i un 30% el del treball en ANSYS.

La nota final de l'assignatura NFINAL és:

$$N_FINAL = 0,20 \times N_PP + 0,15 \times N_NUM + 0,05 \times N_LAB + 0,60 \times N_EF$$

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 voluntaris i es poden demanar en qualsevol moment del curs.

Només els alumnes que aprovin l'assignatura rebran un augment de nota que s'acota entre 0 i 1 punts en funció de la qualitat i quantitat dels exercicis lliurats.

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.

REVALUACIÓ DE L'ASSIGNATURA

La nota final de l'assignatura en la revaluació (N_FINAL_RE) és directament la nota obtinguda a l'examen de revaluació (N_EF_RE), que substitueix totes les notes anteriors. Així doncs, a l'examen de revaluació, hi entra tot el temari i els continguts de pràctiques. Durada aproximada 3-4 h.

240171 - Termodinàmica

Normes de realització de les activitats

Durant la realització de qualsevol de les proves (examen parcial, examen de mètodes numèrics, i examen final) l' alumne podrà portar una calculadora programable i un full A4 (dues cares) manuscrit original amb tota la informació que l'alumne consideri oportuna per la prova respectiva (serà retirat tot aquell formulari que no verifiqui aquests requisits, per exemple una fotocòpia).

Cal que 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 en el formulari).

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

INFORMACIÓ ADDICIONAL

PRÀCTIQUES DE LABORATORI (5h)

Inscripció i inici de les pràctiques: veure informació publicada al Campus Atenea.

Documentació: l'alumne ha de llegir anticipadament el guió de la pràctica que trobarà al campus digital.

Lliurament de l'informe: al final de la sessió de pràctiques.

CONVALIDACIONS

Es convalida amb un 5 la nota de mètodes numèrics i/o la pràctica de laboratori (cal tenir-la aprovada en alguna convocatòria anterior) als alumnes que presentin una instància a la Unitat de Termodinàmica, durant les primeres 4 setmanes lectives sol·licitant la convalidació corresponent. (cal incloure Cognoms, Nom, DNI, e-mail, convocatòria en la que va aprovar les pràctiques, i la qualificació que va obtenir). Aquesta sol·licitud es pot lliurar en ma a la responsable del Laboratori o be depositar-la a la bústia de la Unitat de Termodinàmica.

En la convalidació de la nota de mètodes numèrics NO fem convalidacions parcials o sigui no es pot convalidar una part, el treball d' ANSYS per exemple. Si es vol repetir cal tornar a realitzar la pràctica numèrica completa.

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 [en línia]. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya. Iniciativa Digital Politècnica, 2016 [Consulta: 12/09/2017]. Disponible a: <<http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/90176/9788495355898.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. ISBN 9788495355898.

Complementària:

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

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