Guia docent
300209 - TER - Termodinàmica

Última modificació: 29/06/2026

Unitat responsable: Escola d'Enginyeria de Telecomunicació i Aeroespacial de Castelldefels
Unitat que imparteix: 748 - FIS - Departament de Física.

Titulació: GRAU EN ENGINYERIA DE SISTEMES AEROESPACIALS (Pla 2015). (Assignatura obligatòria).

Curs: 2026 **Crèdits ECTS:** 6.0 **Idiomes:** Català, Castellà, Anglès

PROFESSORAT

Professorat responsable: Definit a la infoweb de l'assignatura.

Altres: Definit a la infoweb de l'assignatura.

CAPACITATS PRÈVIES

· Operabilitat amb els fonaments de la trigonometria, el càlcul vectorial i el càlcul diferencial i integral.
· Familiaritat amb els conceptes de magnitud física, unitats i conversió d'unitats.
· Familiaritat amb l'ús de la notació científica en càlcul bàsic.
· Familiaritat amb els conceptes de força, treball, energia, pressió i temperatura.
· Coneixements bàsics de l'estructura de la matèria.
· Operabilitat amb els principis de conservació d'energia.

REQUISITS

Prerequisits: Fonaments de Física, Càlcul, i Química.
Corequisits: Àlgebra i Geometria.

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:
CE16. CE 16 AERO. Conocimiento adecuado y aplicado a la Ingeniería de: Los conceptos y las leyes que gobiernan los procesos de transferencia de energía, el movimiento de los fluidos, los mecanismos de transmisión de calor y el cambio de materia y su papel en el análisis de los principales sistemas de propulsión aeroespaciales. (CIN/308/2009, BOE 18.2.2009)
CE18. CE 18 AERO. Conocimiento adecuado y aplicado a la Ingeniería de: Los fundamentos de la mecánica de fluidos; los principios básicos del control y la automatización del vuelo; las principales características y propiedades físicas y mecánicas de los materiales. (CIN/308/2009, BOE 18.2.2009)
CE19. CE 19 AERO. Conocimiento aplicado de: la ciencia y tecnología de los materiales; mecánica y termodinámica; mecánica de fluidos; aerodinámica y mecánica del vuelo; sistemas de navegación y circulación aérea; tecnología aeroespacial; teoría de estructuras; transporte aéreo; economía y producción; proyectos; impacto ambiental. (CIN/308/2009, BOE 18.2.2009)
CE8. CE 8 AERO. Comprender los ciclos termodinámicos generadores de potencia mecánica y empuje. (CIN/308/2009, BOE 18.2.2009)
CE2. CE 2 AERO. Comprensión y dominio de los conceptos básicos sobre las leyes generales de la mecánica, termodinámica, campos y ondas y electromagnetismo y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería. (CIN/308/2009, BOE 18.2.2009)

Genèriques:
CG2. CG2 - Planificación, redacción, dirección y gestión de proyectos, cálculo y fabricación en el ámbito de la ingeniería aeronáutica que tengan por objeto, de acuerdo con los conocimientos adquiridos, los vehículos aeroespaciales, los sistemas de propulsión aeroespacial, los materiales aeroespaciales, las infraestructuras aeroportuarias, las infraestructuras de aeronavegación y cualquier sistema de gestión del espacio, del trafico y del transporte aéreo.

Transversals:
CT7. 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.
CT6. APRENENTATGE AUTÒNOM - Nivell 2: Dur a terme les tasques encomanades a partir de les orientacions bàsiques donades pel professorat, decidint el temps que cal emprar per a cada tasca, incloent-hi aportacions personals i ampliant les fonts d'informació indicades.

Bàsiques:
CB3. CB3 - Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio)
para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética

METODOLOGIES DOCENTS

L'assignatura s'impartirà combinant classes magistrals, activitats dirigides i algunes sessions pràctiques de demostració.

El cos de la teoria s'impartirà en classes magistrals. Depenent de les característiques del tema objecte d'estudi, el format de les classes serà diferent, d'acord amb el següent esquema
· Els temes on es pot realitzar un raonament inductiu o deductiu es presentaran emprant la pissarra i recomanant als alumnes que prenguin els seus propis apunts.
· Els temes on fonamentalment es mostren dades experimentals es presentaran emprant presentacions audiovisuals, aprofitant les capacitats gràfiques disponibles per presentar la informació amb més claredat
· En algunes classes es combinaran les dues metodologies, emprant la pantalla de projecció situada en un costat de la pissarra per presentar la informació gràfica mentre es desenvolupa el raonament a la pissarra.

Les activitats dirigides estan orientades a comprovar el treball realitzat per l'alumne fora de l'aula. Amb una setmana d'antelació es distribuirà una llista de problemes a resoldre per l'alumne. A la classe d'activitat dirigida es seleccionarà aleatòriament els alumnes que a la pissarra presentaran la seva resolució del problema. Seguidament s'establirà un debat sobre la solució presentada, la metodologia emprada, la connexió del problema amb la teoria desenvolupada i també amb altres problemes d'enginyeria i de la vida quotidiana.

En alguns temes es realitzaran demostracions experimentals dels fenòmens que s'estudien.

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

En acabar l'assignatura de Termodinàmica, l'estudiant/a ha de ser capaç de:

· Explicar les lleis de la termodinàmica i la seva aplicació en sistemes tancats i oberts.
· Definir les variables termodinàmiques d'interès en enginyeria: Energia Interna, Entalpia i Entropia. Explicar el seu significat i la seva relació amb el manteniment i conservació dels dispositius en enginyeria.
· Explicar el comportament de líquids i gasos en diferents condicions de pressió i temperatura i els canvis de fase entre ells.
· Definir el rendiment ideal i isentròpic dels dispositius d'enginyeria: toveres, difusors, turbines, compressors, intercanviadors de calor, cambres de mescla, vàlvules d'estrenyiment, etc.
· Explicar el funcionament d'un motor tèrmic i calcular el seu rendiment. Explicar les diferències entre els motors que utilitzen diferents cicles termodinàmics (Otto, Diesel, Brayton) i els respectius camps d'aplicació.
· Explicar el principi de propulsió d'un motor aeronàutic i calcular l'empenta i la potència de propulsió en diferents condicions d'operació.
· Explicar les tecnologies de propulsió disponibles i les seves limitacions tecnològiques. Explicar les propietats bàsiques dels combustibles i les reaccions de combustió.
· Explicar la diferència entre aire sec i humit, i les seves propietats. Explicar el funcionament dels sistemes de condicionament d'aire d'edificis.
· Identificar els mecanismes físics de transmissió de calor. Explicar la seva importància relativa en diferents materials i geometries i calcular el flux de calor en els casos d'interès en enginyeria. Explicar la diferència entre règim estacionari i règim transitori de conducció de la calor.
· Comunicar-se amb claredat i eficàcia de manera oral i escrita per justificar raonaments de tipus científic amb arguments qualitatius i quantitatius. Analitzar críticament els seus raonaments per trobar errors i evitar l'obtenció de resultats quantitatius erronis.

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup gran	66,0	44.00
Hores aprenentatge autònom	84,0	56.00

Dedicació total: 150 h

CONTINGUTS

Conceptes bàsics de Termodinàmica

Descripció:
· Presentació i conceptes previs.
· Sistemes termodinàmics: sistemes tancats i oberts.
· Variables termodinàmiques.
· Estat i Equilibri: Postulat d'Estat.
· Processos i Cicles.
· Concepte intuïtiu de calor.
· Principi zero de la Termodinàmica.
· Temperatura i termòmetres: Escala absoluta de Temperatura.

Activitats vinculades:
· Activitats dirigides:
o AV1: Resolució de problemes fora de l'aula per part de l'alumne.
o AV1: Exposició dels problemes a l'aula per part dels alumnes. Discussió col·lectiva sobre els mètodes emprats i els resultats obtinguts.
· Avaluació:
o AV2: Control de Teoria.
o AV3: Control de Problemes.

Dedicació: 12h
Grup gran/Teoria: 3h 30m
Activitats dirigides: 1h 30m
Aprenentatge autònom: 7h

Energia

Descripció:
· Treball mecànic en sistemes termodinàmics
o Treball de frontera mòbil.
o Treball de fletxa o d'eix.
o Treball elèctric.
· Calor
o Antecedents històrics.
o Equivalent mecànic de la calor: Experiment de Joule.
· Formes microscòpiques d'energia: Energia interna.
· Eficiència de conversió d'energia
o Processos de combustió.

Activitats vinculades:
· Activitats dirigides:
o AV1: Resolució de problemes fora de l'aula per part de l'alumne.
o AV1: Exposició dels problemes a l'aula per part dels alumnes. Discussió col·lectiva sobre els mètodes emprats i els resultats obtinguts.
· Avaluació:
o AV2: Control de Teoria.
o AV3: Control de Problemes.

Dedicació: 12h
Grup gran/Teoria: 3h 30m
Activitats dirigides: 1h 30m
Aprenentatge autònom: 7h

Propietats de les substàncies pures

Descripció:
· Estats de la matèria i canvis de fase.
· Experiment d'Andrews i fracció de vapor en mescles saturades.
· Utilització de taules de propietats termodinàmiques.
· Superfície d'Estat
o Substàncies que es dilaten en fondre.
o Substàncies que es contrauen en fondre: el cas de l'aigua.
· Gasos ideals
o Hipòtesis del gas ideal.
o Equacions d'estat del gas ideal.
o Processos isoterms i politròpics en gasos ideals.
· Gasos reals
o Factor de compressibilitat.
o Altres equacions d'estat.
· Variació de la pressió a l'atmosfera
o Aproximació isoterma.
o L'atmosfera estàndard internacional.

Activitats vinculades:
· Activitats dirigides:
o AV1: Resolució de problemes fora de l'aula per part de l'alumne.
o AV1: Exposició dels problemes a l'aula per part dels alumnes. Discussió col·lectiva sobre els mètodes emprats i els resultats obtinguts.
· Avaluació:
o AV2: Control de Teoria.
o AV3: Control de Problemes.

Dedicació: 12h
Grup gran/Teoria: 3h 30m
Activitats dirigides: 1h 30m
Aprenentatge autònom: 7h

Primer principi de la Termodinàmica en sistemes tancats

Descripció:
· Conservació de l'energia en processos adiabàtics.
· Conservació de l'energia en processos no adiabàtics: Primer principi de la Termodinàmica.
· Definició general de calor específica.
· Expansió d'un gas contra el buit
o Energia interna i entalpia d'un gas ideal en funció de la temperatura.
o Calors específics d'un gas ideal.
· Energia interna, entalpia i calors específiques de líquids i sòlids.

Activitats vinculades:
· Activitats dirigides:
o AV1: Resolució de problemes fora de l'aula per part de l'alumne.
o AV1: Exposició dels problemes a l'aula per part dels alumnes. Discussió col·lectiva sobre els mètodes emprats i els resultats obtinguts.
o AV6: Pràctica de demostració: Equivalent elèctric/mecànic de la calor.
· Avaluació:
o AV2: Control de Teoria.
o AV3: Control de Problemes.

Dedicació: 15h
Grup gran/Teoria: 5h
Activitats dirigides: 3h
Aprenentatge autònom: 7h

Teoria cinètica dels gasos

Descripció:
· Hipòtesis del gas ideal.
· Col·lisions de les molècules d'un gas amb les parets del recipient: pressió.
· Equació d'estat del gas ideal en funció de l'energia cinètica mitja: Temperatura.
· Teorema d'equipartició de l'energia
o Calors específiques dels gasos.
o Calors específiques dels sòlids: Llei de Dulong i Petit.
· Distribució de velocitats moleculars en un gas ideal:
o Recorregut lliure mig i freqüència de col·lisions.
o Composició de les atmosferes planetàries.

Activitats vinculades:
· Activitats dirigides:
o AV1: Resolució de problemes fora de l'aula per part de l'alumne.
o AV1: Exposició dels problemes a l'aula per part dels alumnes. Discussió col·lectiva sobre els mètodes emprats i els resultats obtinguts.
o AV7: Pràctica de demostració: Comprovació de l'equació d'estat del gas ideal.
· Avaluació:
o AV2: Control de Teoria.
o AV3: Control de Problemes.

Dedicació: 0h 30m
Aprenentatge autònom: 0h 30m

Primer principi de la Termodinàmica en sistemes oberts

Descripció:
· Flux màssic i volumètric.
· Flux estacionari i no estacionari.
· Conservació de la massa en sistemes oberts.
· Treball de flux i energia total del flux d'un fluid.
· Conservació de l'energia en sistemes oberts: Primer principi de la Termodinàmica.
· Dispositius d'interès en enginyeria
o Toveres i difusors.
o Turbines i compressors.
o Vàlvules d'estrangulament.
o Intercanviadors de calor.
o Cambres de mescla.
o Flux en canonades.
· Flux no estacionari: cas particular del flux uniforme.

Activitats vinculades:
· Activitats dirigides:
o AV1: Resolució de problemes fora de l'aula per part de l'alumne.
o AV1: Exposició dels problemes a l'aula per part dels alumnes. Discussió col·lectiva sobre els mètodes emprats i els resultats obtinguts.
· Avaluació:
o AV2: Control de Teoria.
o AV3: Control de Problemes.

Dedicació: 20h
Grup gran/Teoria: 5h
Activitats dirigides: 5h
Aprenentatge autònom: 10h

Segon principi de la Termodinàmica

Descripció:
· Processos espontanis en la vida quotidiana.
· Fonts d'energia tèrmica.
· Màquines tèrmiques
o Rendiment.
o Enunciat de Kelvin-Planck de la segona llei de la Termodinàmica.
· Màquines frigorífiques
o Eficiència com a màquina frigorífica i com a bomba de calor.
o Enunciat de Clausius de la segona llei.
· Equivalència entre els dos enunciats de la segona llei.
· Processos reversibles i irreversibles.
· Teoremes de Carnot.
· Escala Termodinàmica de la Temperatura.
· El cicle de Carnot.

Activitats vinculades:
· Activitats dirigides:
o AV1: Resolució de problemes fora de l'aula per part de l'alumne.
o AV1: Exposició dels problemes a l'aula per part dels alumnes. Discussió col·lectiva sobre els mètodes emprats i els resultats obtinguts.
o AV8: Pràctica de demostració: El motor d'Stirling.
· Avaluació:
o AV4: Control de Teoria.
o AV5: Control de Problemes.

Dedicació: 13h
Grup gran/Teoria: 5h
Activitats dirigides: 1h
Aprenentatge autònom: 7h

Entropia

Descripció:
· Desigualtat de Clausius.
· Definició matemàtica d'Entropia.
· Entropia dels sistemes tancats: Principi de l'increment d'entropia de l'Univers.
· Generació d'entropia.
· Entropia de les substàncies pures.
· Processos isentròpics en substàncies pures
o Sòlids i líquids.
o Gasos ideals
¿ Tractament aproximat amb calors específiques constants.
¿ Tractament exacte emprant taules.
· Significat físic de l'entropia: Entropia i desordre.
· Entropia i informació.
· Diagrames T-S i H-S.
· Eficiència isentròpica
o Definició.
o Eficiència isentròpica de dispositius de flux estacionari: turbines, compressors i toveres.
o Cas especial: difusors.

Activitats vinculades:
· Activitats dirigides:
o AV1: Resolució de problemes fora de l'aula per part de l'alumne.
o AV1: Exposició dels problemes a l'aula per part dels alumnes. Discussió col·lectiva sobre els mètodes emprats i els resultats obtinguts.
· Avaluació:
o AV4: Control de Teoria.
o AV5: Control de Problemes.

Dedicació: 17h
Grup gran/Teoria: 5h
Activitats dirigides: 2h
Aprenentatge autònom: 10h

Cicles de potència de gas

Descripció:
· Limitacions del cicle de Carnot per aplicacions en enginyeria.
· Hipòtesi de l'aire estàndard.
· Motors alternatius
o Cicle Otto.
o Cicle Diesel.
o Aspectes tecnològics.
· Turbines de gas basades en terra
o Cicle de Brayton per generació d'energia.
o Modificacions: interrefredament i regeneració.
· Cicle de turbopropulsió
o Equacions bàsiques i rendiment de propulsió.
o Turboreactors.
o Turboventiladors.
o Turbopropulsors.
o Aspectes tecnològics.
· Motors per a vol supersònic: Ramjet.

Activitats vinculades:
· Activitats dirigides:
o AV1: Resolució de problemes fora de l'aula per part de l'alumne.
o AV1: Exposició dels problemes a l'aula per part dels alumnes. Discussió col·lectiva sobre els mètodes emprats i els resultats obtinguts.
· Avaluació:
o AV4: Control de Teoria.
o AV5: Control de Problemes.

Dedicació: 35h
Grup gran/Teoria: 9h 30m
Activitats dirigides: 6h 30m
Aprenentatge autònom: 19h

Cicles de producció d'energia i de refrigeració

Descripció:
· Cicle de Carnot amb canvi de fase.
· Cicle de Rankine.
· Cicle de Carnot invers amb canvi de fase.
· Cicle de refrigeració per compressió de vapor.

Activitats vinculades:
No.

Dedicació: 2h
Aprenentatge autònom: 2h

Transmissió de calor

Descripció:
· Nombres adimensionals.
· Transmissió de calor en sòlids, líquids i gasos.
· Conducció
o Llei de Fourier
¿ Conductivitat tèrmica.
¿ Règim transitori i estacionari.
o Solucions estacionàries en geometries simples.
· Convecció
o Convecció forçada
¿ Coeficient de convecció.
¿ Sistemes de calefacció per convecció.
¿ Sistemes de refrigeració per convecció: refrigeració d'equips electrònics.
o Convecció lliure: convecció a l'atmosfera.
o Convecció amb canvi de fase.
· Radiació
o L'espectre electromagnètic.
o Radiació del cos negre: Lleis de Planck, Wien i Stefan-Boltzmann.
o Radiació emesa pel Sol.
o Cossos grisos: Emissivitat.
o Efecte hivernacle.
· Llei de Newton del refredament.

Activitats vinculades:
· Activitats dirigides:
o AV1: Resolució de problemes fora de l'aula per part de l'alumne.
o AV1: Exposició dels problemes a l'aula per part dels alumnes. Discussió col·lectiva sobre els mètodes emprats i els resultats obtinguts.
· Avaluació:
o AV4: Control de Teoria.
o AV5: Control de Problemes.

Dedicació: 2h
Aprenentatge autònom: 2h

Reaccions químiques i transformacions en materials

Descripció:
· Combustió ideal i real.
· Entalpia de formació i entalpia de combustió.
· Primer principi de la Termodinàmica en sistemes reactius.
· Temperatura de flama adiabàtica.
· Segona llei de la Termodinàmica en sistemes reactius: Energies lliures de Gibbs i Helmholtz.
· Processat de materials a volum i pressió constant.

Activitats vinculades:
· Activitats dirigides:
o AV1: Resolució de problemes fora de l'aula per part de l'alumne.
o AV1: Exposició dels problemes a l'aula per part dels alumnes. Discussió col·lectiva sobre els mètodes emprats i els resultats obtinguts.
· Avaluació:
o AV4: Control de Teoria.
o AV5: Control de Problemes.

Dedicació: 0h 30m
Aprenentatge autònom: 0h 30m

Mescles de gas-vapor i condicionament d'aire

Descripció:
· Mescles de gasos.
· Aire sec i atmosfèric.
· Humitat absoluta i relativa de l'aire.
· Temperatura del punt de rosada.
· Temperatura de saturació adiabàtica i de bulb humit.
· La carta psicomètrica.
· Condicionament d'aire.

Activitats vinculades:
No.

Dedicació: 1h
Aprenentatge autònom: 1h

Termodinàmica del flux d'alta velocitat

Descripció:
· Processos d'estancament
o Punt d'estancament.
o Temperatura dinàmica i total d'un fluid.
· Velocitat del so i nombre de Mach.
· Flux isentròpic unidimensional
o Variació de la velocitat amb l'àrea del conducte.
o Relacions de propietats pel flux isentròpic de gasos ideals.
· Flux isentròpic en una tovera
o Toveres convergents.
o Toveres convergents-divergents.
· Ones de xoc normals.

Activitats vinculades:
No.

Dedicació: 8h
Grup gran/Teoria: 2h
Activitats dirigides: 2h
Aprenentatge autònom: 4h

ACTIVITATS

RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS FUERA DEL AULA POR PARTE DEL ESTUDIANTE. DISCUSIÓN COLECTIVA SOBRE LOS MÉTODOS EMPLEADOS Y LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Descripció:
S'indicaran els problemes que caldrà resoldre a cada classe d'aplicació amb una setmana d'antelació. Els estudiants resoldran aquests problemes fora de l'aula, individualment o col·lectivament. A les classes d'aplicació, el professor indicarà aleatòriament quin estudiant ha de resoldre el problema a la pissarra. L'estudiant el resoldrà i, seguidament, s'establirà un debat sobre la solució presentada, la metodologia emprada, la connexió del problema amb la teoria desenvolupada i també amb altres problemes d'enginyeria i de la vida quotidiana.

Objectius específics:
Consolidar els continguts de teoria. Desenvolupar la capacitat de resolució de problemes de Termodinàmica.

Material:
Problemes proposats pel professorat, disponibles a Atenea, i llibre de text de la bibliografia bàsica.

Lliurament:
Problemes resolts. Es farà un control d'avaluació específic d'aquest tipus de problemes.

Dedicació: 60h
Activitats dirigides: 20h
Aprenentatge autònom: 40h

CONTROL DE TEORIA 1

Descripció:
En grups de 40 estudiants es realitzarà un control amb 10 preguntes de resposta curta sobre els conceptes desenvolupats fins a aquell moment.

Objectius específics:
Comprovar els coneixements assolits dels continguts 1, 2, 3, 4, 5 i 6, per part del professorat i dels estudiants.

Material:
Control de teoria en paper.

Lliurament:
Els estudiants presentaran els controls resolts individualment per ser avaluats amb un 15% de la nota final.

Dedicació: 1h
Grup gran/Teoria: 1h

CONTROL DE PROBLEMES 1

Descripció:
En grups de 40 estudiants es realitzarà un control de problemes sobre els problemes resolts a l'AV1 fins a aquell moment.

Objectius específics:
Comprovar els coneixements assolits dels continguts 1, 2, 3, 4, 5 i 6, per part de professors i estudiants.

Material:
Control de problemes en paper.

Lliurament:
Els estudiants presentaran els controls resolts individualment per ser avaluats amb un 30% de la nota final.

Dedicació: 1h
Grup gran/Teoria: 1h

CONTROL DE TEORIA 2

Descripció:
En grups de 40 estudiants es realitzarà un control amb 10 preguntes de resposta curta sobre els conceptes desenvolupats des de l'AV2 fins al final del curs.

Objectius específics:
Comprovar els coneixements assolits dels continguts 7, 8, 9, 11 i 12, per part del professorat i dels estudiants.

Material:
Control de teoria en paper.

Lliurament:
Els estudiants presentaran els controls resolts individualment per ser avaluats amb un 15% de la nota final.

Dedicació: 1h
Grup gran/Teoria: 1h

CONTROL DE PROBLEMES 2

Descripció:
En grups de 40 estudiants es realitzarà un control de problemes sobre els problemes resolts a l'AV1 des de l'AV3 fins al final del curs.

Objectius específics:
Comprovar els coneixements assolits dels continguts 7, 8, 9, 11 i 12, per part del professorat i dels estudiants.

Material:
Control de problemes en paper.

Lliurament:
Els estudiants presentaran els controls resolts individualment per ser avaluats amb un 40% de la nota final.

Dedicació: 1h
Grup gran/Teoria: 1h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

Qualsevol acte de frau acadèmic, plagi, ús o tinença a l'abast de mitjans no autoritzats en qualsevol activitat d'avaluació comportarà la qualificació de zero (0) en la prova o lliurament afectat. A més, d'acord amb la normativa de la Universitat, la possible derivació dels fets per a l'obertura d'un expedient disciplinari implicarà que l'assignatura quedi en l'estat provisional de "pendent d'avaluació" fins a la resolució de l'expedient. La gestió d'aquestes incidències es desplega d'acord amb el **Marc d'actuació per a la integritat acadèmica en l'avaluació de la UPC**.

S'aplicaran els criteris d'avaluació definits a la infoweb de l'assignatura.

NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

Totes les activitats proposades són obligatòries. Per tant, una activitat no presentada es puntuarà amb una nota de zero. Els exàmens i controls es realitzaran individualment. Les activitats dirigides es realitzaran individualment o en grup, segons s'indiqui en cada cas.

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:
- Çengel, Yunus A. Heat and mass transfer : a practical approach. 3rd ed. Boston, Mass. [etc.]: McGraw-Hill, 2007. ISBN 0073129305.
- Kerrebrock, Jack L. Aircraft engines and gas turbines [en línia]. 2nd ed. Cambridge, Mass.: MIT Press, 1992 [Consulta: 22/12/2022]. Disponible a: https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=6243327. ISBN 0262111624.
- Çengel, Yunus A.; Boles, Michael A. Thermodynamics : an engineering approach. 6th ed. Boston [etc.]: McGraw-Hill, 2007. ISBN 9780071257718.
- Çengel, Yunus A.; Boles, Michael A. Termodinámica [en línia]. 5a ed. México, D.F.: McGraw-Hill Interamericana, 2006 [Consulta: 26/07/2022]. Disponible a: https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=5808940. ISBN 9789701056116.

Complementària:
- Kreith, Frank; Bohn, Mark S. Principios de transferencia de calor. 6a ed. Madrid: International Thomson, 2002. ISBN 8497320611.
- Holman, J. P. Transferencia de calor. Madrid [etc.]: McGraw-Hill, 1998. ISBN 844812040X.
- Zemansky, Mark Waldo; Dittman, Richard H.; Masarnau Brasó, Juan. Calor y termodinámica. 6a ed. Madrid [etc.]: McGraw-Hill : La Colina, 1984. ISBN 8485240855.
- García Pérez, Alberto. Diseño de motores de aviación comercial. Madrid: Centro de Documentación y Publicaciones de Aena, 2008. ISBN 9788492499090.
- Saravanamuttoo, H. I. H.; Rogers, G. F. C.; Cohen, H. Gas turbine theory [en línia]. 5th ed. Harlow, England ; New York: Prentice Hall, 2001 [Consulta: 26/07/2022]. Disponible a: https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=5175062. ISBN 013015847X.

RECURSOS

Altres recursos:
Presentacions gràfiques realitzades pel professor.
Diapositives, problemes proposats i exàmens d'anys anteriors.
Recursos en xarxa:
· http://www.animatedengines.com/ />· http://web.mit.edu/16.unified/www/FALL/thermodynamics/ />· http://www.efunda.com/formulae/heat_transfer/home/overview.cfm