



# Guia docent

## 220015 - TD - Termodinàmica

Última modificació: 02/04/2024

**Unitat responsable:** Escola Superior d'Enginyeries Industrial, Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa  
**Unitat que imparteix:** 724 - MMT - Departament de Màquines i Motors Tèrmics.

**Titulació:** GRAU EN ENGINYERIA EN TECNOLOGIES AEROESPACIALS (Pla 2010). (Assignatura obligatòria).  
GRAU EN ENGINYERIA EN VEHICLES AEROESPACIALS (Pla 2010). (Assignatura obligatòria).

**Curs:** 2024      **Crèdits ECTS:** 6.0      **Idiomes:** Català

### PROFESSORAT

---

**Professorat responsable:** Joaquim Rigola

**Altres:** Yolanda Calventus, Frida Roman, Carles Oliet, Santiago Torras, Nicolas Ablanque

### CAPACITATS PRÈVIES

---

L'estudiantat ha d'haver adquirit els coneixements bàsics de càlcul diferencial i integral. Ha de saber els conceptes de temperatura i pressió, de treball. Conèixer l'equació del gas ideal.

### COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

---

#### Específiques:

5. Comprensió i domini dels conceptes bàsics sobre les lleis generals de la mecànica, termodinàmica, camps i ones i electromagnetisme i la seva aplicació per a la resolució de problemes propis de l'enginyeria.

1. GrETA/GrEVA - Comprendre els cicles termodinàmics generadors de potència mecànica i empena

#### Transversals:

2. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ - Nivell 2: Després d'identificar les diferents parts d'un document acadèmic i d'organitzar-ne les referències bibliogràfiques, dissenyar-ne i executar-ne una bona estratègia de cerca avançada amb recursos d'informació especialitzats, seleccionant-hi la informació pertinent tenint en compte criteris de rellevància i qualitat.

### METODOLOGIES DOCENTS

---

L'assignatura s'organitza en:

1.- Classes en grups grans: En aquestes classes es desenvolupen les classes de teoria, part de les classes de problemes i les avaluacions corresponents al 1er i 2on Parcial i les proves de nivell. S'utilitzarà el model expositiu que el professor cregui més convenient per assolir els objectius que s'han fixat a l'assignatura.

2.- Classes en grups mitjans: En aquestes classes es desenvolupen sessions de problemes per part del professor o bé els proposats als alumnes per a la seva resolució i que formen part de l'aprenentatge autònom. Sempre que es cregui oportú es podrà fer alguna activitat dirigida.

3.- Classes en grups petits: En aquesta activitat es desenvolupen les pràctiques de laboratori i la competència genèrica CG6 "Ús solvent dels recursos de la informació".

La plataforma ATENEA s'utilitzarà com a eina de suport en els tres tipus de classes que s'han descrit. S'utilitzarà com a transmissor i comunicador amb l'estudiantat i per fer les entregues que el professorat indiqui.



## OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

- Adquirir una base per a l'estudi posterior de la transferència de calor, de la mecànica de fluids i dels motors tèrmics mitjançant un tractament rigorós i complet de la Termodinàmica seguint una metodologia clàssica
- Adquirir la capacitat d'aplicació de la Termodinàmica a assignatures afins o relacionades amb ella, i més enllà, i saber aplicar el cos de doctrina termodinàmica a l'enginyeria en general.
- Adquirir la capacitat de formular hipòtesis simplificadores dels problemes termodinàmics basats en processos reals.
- Adquirir habilitat en el maneig de la instrumentació emprada en el laboratori.
- Relacionar i aplicar els conceptes teòrics tant a la resolució de problemes com a les pràctiques de laboratori.
- Millorar la capacitat en l'ús de magnituds i unitats, taules i equacions per a la determinació de magnituds físiques, i utilització de software pel càlcul de propietats termofísiques .
- Adquirir capacitat per a un ús eficient de la bibliografia.

## HORES TOTALES DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup gran	32,0	21.33
Hores grup mitjà	14,0	9.33
Hores grup petit	14,0	9.33
Hores aprenentatge autònom	90,0	60.00

**Dedicació total:** 150 h

## CONTINGUTS

### Contingut 1: Conceptes previs sobre el plantejament de la Termodinàmica

#### Descripció:

1.- Conceptes previs sobre el plantejament de la Termodinàmica  
1.1.- Objectius i mètode de la Termodinàmica Clàssica de l'Equilibri. 1.2.- Sistema termodinàmic i tipus de sistemes. 1.3.- Estat d'un sistema i variables d'estat. Postulat d'estat 1.4.-Equacions d'estat. 1.5.- Equilibri termodinàmic. 1.6.- Processos en sistemes termodinàmics. Processos quasi-estàtics, reversibles i irreversibles. 1.7.-Processos cíclics. 1.8.- Coeficients tèrmics:compressibilitat isotèrmic, expansió isobàric i piezotèrmic.

#### Objectius específics:

- Identificar el vocabulari específic relacionat amb la Termodinàmica mitjançant la definició precisa de conceptes bàsics per establir el llenguatge propi de la Termodinàmica. Dominar els conceptes de: sistema, frontera, entorn, estat, variables d'estat, variable independent, equilibri termodinàmic, procés
- Saber classificar un sistema atenent a les seves parets, saber trobar les seves variables independents.
- Definir el concepte d'equació d'estat i equació tèrmica d'estat.
- Definir els conceptes de coeficient d'expansió, compressibilitat, piezo-tèrmic, el seu signe, la seva dependència de les variables termodinàmiques, unitats i la relació entre ells.
- Calcular variacions de temperatura, de pressió, de volum i trobar l'equació tèrmica d'estat a partir dels coef. Tèrmics

#### Activitats vinculades:

Classes de teoria, problemes i pràctiques de laboratori.

#### Dedicació: 13h

Grup gran/Teoria: 4h

Grup mitjà/Pràctiques: 1h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 6h



## Contingut 2: Propietats volumètriques d'una substància pura, simple i compressible

### Descripció:

2.- Estudi fenomenològic del comportament PvT d'una substància pura, simple i compressible.

2.1.- Concepte de substància pura. 2.2.- Definició de fase i canvi de fase. 2.3.-Descripció de la superfície PvT. Projeccions P-T, P-v i T-v. Identificació de les fases estables i punt triple. 2.4.-Estudi de la regió líquid-vapor: condensació de gasos i propietats crítiques. Títol d'un vapor humit. 2.5.- Dades tabulades de propietats PvT d'algunes substàncies pures. 2.6.- Equacions d'estat.

### Objectius específics:

- Saber identificar les diferents regions monofàsiques, bifàsiques i línia triple d'un diagrama PvT. Saber diferenciar una substància que s'expansiona o que es contrau en solidificar-se.
- Diferenciar les diferents projeccions del diagrama tridimensional PvT: Pv, Tv, PT (diagrama de fases), especialment en la regió en la que condensen els gasos. Saber identificar totes les fases.
- Descriure el comportament d'un gas en comprimir-lo isotèrmicament tant a temperatures superiors i inferiors a la crítica.
- Definir els conceptes de: líquid comprimit o subrefredat, vapor sobrecalfat, corba de saturació, pressió i temperatura de saturació, líquid saturat i vapor saturat, vapor humit. Punt crític
- Utilitzar les taules termodinàmiques de propietats PvT de substàncies per identificar en quin estat es troba una substància en unes determinades condicions de T, P o v i saber calcular a partir de dades de les taules el volum, la massa, temperatura o pressió.

### Activitats vinculades:

Classes de teoria, problemes i pràctiques de laboratori.

Activitat: Prova de nivell continguts 1 i 2

### Dedicació: 27h

Grup gran/Teoria: 5h

Grup mitjà/Pràctiques: 2h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 18h



### Contingut 3: El Primer Principi de la Termodinàmica

#### Descripció:

3.1.- El Primer Principi de la Termodinàmica en sistemes tancats  
3.1.1.-Interaccions energètiques. 3.1.2.- Treball en Termodinàmica. 3.1.3.- Definició de calor. 3.1.4.-Formulació del Primer Principi en sistemes tancats. 3.1.5.-Anàlisi energètica d'un cicle. 3.1.6.-Funció entalpia. 3.1.7.-Efectes tèrmics. Capacitat calorífica a volum constant i a pressió constant. Relació de Mayer. 3.1.8.- Variacions d'energia interna i entalpia en gasos ideals. 3.1.9.- Definició de gas perfecte. 3.1.10.- Model de substància incompressible. 3.1.11.- Calor latent de transformació o canvi de fase. Equació de Clapeyron 3.1.12.- Calor sensible. 3.1.13.- Expansió lliure d'un gas en el buit. 3.1.14.-Processos adiabàtics: equacions PvT per a processos adiabàtics reversibles de gasos perfectes. 3.1.15.- Processos politròpics.  
3.2.-El primer principi de la Termodinàmica en sistemes oberts.  
3.2.1.- Definició de sistema continu i volum de control. 3.2.2.- Conservació de la massa i de l'energia en un volum de control. 3.2.3.- Desenvolupament del terme treball.3.2.4.- Balanç de massa i energia en un volum de control. 3.2.5.- Processos amb gasos perfectes en sistemes oberts de flux estacionari.  
3.3.- Aplicació de l'anàlisi energètica a volums de control.  
3.3.1.- Descripció de dispositius en flux estacionari d'interès tècnic. 3.3.2.- Resolució de problemes de dispositius de flux estacionari. 3.3.3.- Resolució de problemes de flux no estacionari.

#### Objectius específics:

- Definir el concepte de treball termodinàmic i aplicar-lo a qualsevol sistema termodinàmic
- Formular el primer principi de la Termodinàmica com un enunciat del principi de conservació de l'energia per sistemes tancats (massa de control)
- Definir el concepte de calor
- Definir el calor específic a pressió i a volum constant i relacionar-los amb el càlcul de l'energia interna i l'entalpia d'un gas ideal.
- Definir gas perfecte
- Conèixer les equacions de les adiabàtiques reversibles d'un gas perfecte i dels processos politròpics.
- Resoldre problemes de balanç d'energia en sistemes tancats.
- Saber deduir les equacions de conservació de la massa i de l'energia en un volum de control
- Interpretar cadascun dels termes que hi apareixen. Desenvolupar el terme treball
- Definir estat estacionari
- Formular les equacions de conservació de la massa i de l'energia en un volum de control en flux estacionari
- Descriure processos de gasos perfectes en sistemes oberts de flux estacionari

#### Activitats vinculades:

Classes de teoria, problemes i pràctiques de laboratori.  
Examen 1r parcial. Continguts 1, 2 i 3 (però a confirmar pel professorat)

#### Dedicació: 50h

Grup gran/Teoria: 10h  
Grup mitjà/Pràctiques: 5h  
Grup petit/Laboratori: 5h  
Aprenentatge autònom: 30h

## Contingut 4: El Segon Principi de la Termodinàmica

### Descripció:

4.1.- Introducció al Segon Principi de la Termodinàmica

4.1.1.- Limitacions del Primer Principi. 4.1.2.- Enunciats clàssics del Segon Principi. 4.1.3.- Màquines tèrmiques. Rendiments.

4.1.4.-Màquines frigorífiques i bombes de calor. Coeficients d'eficiència. 4.1.5.-Processos reversibles i irreversibles. 4.1.6.-Cicles de Carnot. Corolaris de Carnot. 4.1.7.- Formulació del rendiment i del coeficient d'eficiència en funció de les temperatures dels focus. 4.1.8.- Concepte de temperatura. Escala termodinàmica de temperatures.

4.2.- Entropia. Balanç d'entropia.

4.2.1.- Desigualtat de Clausius.4.2.2.- Concepte d'entropia. 4.2.3.- Equacions Tds. 4.2.4.- Càlcul de les variacions d'entropia.

4.2.5.- Entropia d'una substància pura, simple i compressible. Dades tabulades de l'entropia. 4.2.6.-Diagrames entròpics: h-s i T-s. 4.2.7.-Principi de l'augment d'entropia. 4.2.8.-Flux d'entropia tèrmica i producció d'entropia. 4.2.9.-Fonts d'irreversibilitats.

4.2.10.-Producció d'entropia i degradació de l'energia. 4.2.11.- Balanç d'entropia en sistemes tancats i en volums de control.

4.3.- El Segon Principi aplicat a dispositius en flux estacionari adiabàtics. El rendiment isentròpic.

4.3.1.-Procés isentròpic. 4.3.2.- Rendiment isentròpic d'alguns dispositius de flux estacionari: turbines, compressors, toveres, difusors i bombes. 4.3.3.- Comparació entre interaccions de treball reversible i irreversible en turbines, compressors i bombes.

4.3.4.- Comparació entre l'energia cinètica en el procés isentròpic i en el procés real en toveres.

### Objectius específics:

Identificar les limitacions del Primer Principi

Recordar els enunciats clàssics del Segon Principi de la Termodinàmica. Definir focus tèrmic

Definir procés reversible i irreversible

Definir el concepte de rendiment tèrmic i COP

Analitzar les màquines tèrmiques directes i els refrigeradors i bombes de calor.

Donar exemples de cicles termodinàmics com el de Rankine, Brayton, i cicles de refrigeració.

Descriure el cicle de Carnot

Recordar i demostrar els corolaris de Carnot

Deduir i interpretar la desigualtat de Clausius

Definir el concepte d'entropia a partir de la desigualtat de Clausius.

Formular equacions per al càlcul de variacions d'entropia de gasos ideals i perfectes, substàncies incompressibles, canvis de fase, focus tèrmics

Calcular entropies i variacions d'entropia amb les equacions de l'apartat anterior i utilitzant les taules.

Descriure els diagrames T-s i h-s i representar-hi processos i cicles

Formular el principi d'augment d'entropia

Formular el balanç d'entropia en un sistema tancat. Interpretar els termes que apareixen en l'equació .

Classificar les irreversibilitats i donar exemples

Deduir l'equació de balanç d'entropia en volums de control

Aplicar les equacions de balanç d'entropia en sistemes tancats i volums de control a la resolució de problemes

Definir una classe especial de processos idealitzats anomenats isentròpics.

Comparar els processos isentròpics amb els processos reals (adiabàtics irreversibles) utilitzant el treball real i el treball isentròpic.

Definir el rendiment isentròpic d'una expansió i d'una compressió.

Analitzar sistemes com turbines, compressors, bombes i toveres en els que intervingui el concepte de rendiment isentròpic

### Activitats vinculades:

- Classes de teoria, problemes i pràctiques de laboratori.

- Activitat: Prova de nivell sobre màquines tèrmiques i el segon principi en sistemes tancats

### Competències relacionades:

CE08. GrETA/GrEVA - Comprendre els cicles termodinàmics generadors de potència mecànica i empena

### Dedicació: 47h

Grup gran/Teoria: 9h

Grup mitjà/Pràctiques: 5h

Grup petit/Laboratori: 5h

Aprenentatge autònom: 28h



## Contingut 5: Cicles Termodinàmics

### Descripció:

5.1.- Cicles de potència.

5.1.1.- Cicle de Rankine bàsic. 5.1.2.-Aplicacions del cicle de Rankine. 5.1.3.-Cicle de Brayton simple. 5.1.4.- Aplicacions del cicle de Brayton.

5.2.- Cicles de refrigeració.

5.2.1.- Cicles de refrigeració per compressió de vapor (Rankine invers). Aplicacions.

### Objectius específics:

Reconèixer els elements bàsics d'un cicle de Rankine bàsic

Reconèixer els elements bàsics d'un cicle de Brayton simple

Donar exemples d'aplicacions d'ambdós cicles

Realitzar l'anàlisi energètica d'aquests cicles

Reconèixer els elements bàsics d'un cicle de refrigeració per compressió de vapor

### Activitats vinculades:

Classes de teoria, problemes i pràctiques de laboratori

Examen 2on Parcial: Tots els continguts del curs

### Competències relacionades:

CE08. GrETA/GrEVA - Comprendre els cicles termodinàmics generadors de potència mecànica i empenta

### Dedicació: 13h

Grup gran/Teoria: 4h

Grup mitjà/Pràctiques: 1h

Aprenentatge autònom: 8h

## ACTIVITATS

### ACTIVITAT 1: CLASSES DE TEORIA

**Descripció:**

Metodologia en Grup gran

Exposició dels continguts de l'assignatura seguint un model de classe expositiva i participativa.

La matèria de l'assignatura s'ha organitzat en 5 àrees temàtiques o temes.

En aquesta classe es resoldran problemes amb tot el grup.

**Objectius específics:**

Al finalitzar aquesta activitat, l'estudiantat ha de ser capaç de dominar els coneixements adquirits, consolidar-los i aplicar-los correctament a problemes tècnics que impliquin situacions reals. A més a més, han de servir de base pel desenvolupament d'altres assignatures de l'àmbit tèrmic relacionades amb la Termodinàmica com la Transferència de Calor, els Motors Tèrmics i la Refrigeració.

**Material:**

Bibliografia bàsica

Apunts del professor (ATENEA).

Llibre de taules de propietats termodinàmiques de fluids purs.

Diagrames de propietats de fluids purs: T-s , h-s i P-h.

**Lliurament:**

Aquesta activitat s'avalua conjuntament amb l'activitat 2 (problemes) mitjançant un primer examen parcial i un segon examen parcial o final.

**Competències relacionades:**

CE08. GrETA/GrEVA - Comprendre els cicles termodinàmics generadors de potència mecànica i empenta

**Dedicació:** 68h

Grup gran/Teoria: 26h

Aprenentatge autònom: 42h



## ACTIVITAT 2: CLASSES DE PROBLEMES

### Descripció:

Metodologia grup mitjà

De cada un dels temes, es realitzaran uns problemes a classe a fi i efecte de què els alumnes adquireixin les pautes necessàries per a portar a terme aquesta resolució: plantejament, resolució numèrica, simplificacions, unitats,...

### Objectius específics:

En finalitzar aquesta activitat, l'estudiantat ha de ser capaç d'aplicar els coneixements teòrics a la resolució de problemes tècnics reals. Des d'un punt de vista estrictament metodològic, l'estudiantat ha de ser capaç de: 1.- Entendre l'enunciat i analitzar el problema. 2.-Plantejar i desenvolupar un pla de treball per resoldre el problema. 3.-Plantejar els possibles camins per arribar a la solució prevista en funció de les dades. 4.- Resoldre el problema emprant les equacions necessàries, atenent les regles i instruccions sobre unitats, signes i xifres significatives. 5.- Interpretar la resposta i veure si aquesta és lògica, tant numèricament com en unitats.

### Material:

Bibliografia bàsica

Apunts del professor (ATENEA).

Llibre de taules de propietats termodinàmiques de fluids purs.

Diagrames de propietats de fluids purs: T-s , h-s i P-h.

### Lliurament:

Aquesta activitat s'avalua conjuntament amb l'activitat 1 (teoria) mitjançant un examen parcial i un examen final.

### Competències relacionades:

CE08. GrETA/GrEVA - Comprendre els cicles termodinàmics generadors de potència mecànica i empena

### Dedicació: 40h

Grup mitjà/Pràctiques: 14h

Aprenentatge autònom: 26h





### ACTIVITAT 3: PRÀCTIQUES DE LABORATORI

**Descripció:**

Aquesta activitat consisteix en realitzar 4 pràctiques de laboratori més dues sessions d'exposició de dues de les pràctiques realitzades.

Les pràctiques es realitzaran en grups de dos alumnes en el laboratori de Termodinàmica.

L'estructura a seguir serà:

- 1.- Preparació de la pràctica mitjançant el manual de pràctiques.
- 2.- Realització de la pràctica en grups de 2 alumnes. La durada màxima serà de 2 hores.
- 3.- Discussió dels resultats obtinguts i dels problemes que han sorgit durant la realització de la pràctica.
- 4.- Redacció d'un informe relatiu a la pràctica realitzada amb resultats experimentals, construccions gràfiques, qüestions i conclusions.
- 5.- Exposició oral de dues de les pràctiques realitzades. S'avaluarà aquesta exposició en quan a objectius, metodologia, resultats, conclusions i preguntes plantejades al final de l'exposició. La durada màxima serà de 15 min.

**Objectius específics:**

En finalitzar aquesta activitat, l'estudiant ha de ser capaç de: a) Saber descriure les tasques experimentals realitzades; b) Tractar les dades experimentals obtingudes i treure conclusions; c) Elaborar correctament l'informe del treball realitzat; d) Saber exposar correctament aquest informe, amb claredat i ordenadament, en un temps adequat, i contestar correctament les qüestions que es plantegin.

**Material:**

Material de laboratori

Equips i muntatges adequats als objectius de la pràctica.

Guions de les pràctiques i informes a presentar.

**Lliurament:**

Per a cada pràctica realitzada s'entregarà l'informe corresponent que està incluit en els Guions de Pràctiques.

S'entregarà una pràctica per grup, però si algú vol fer l'informe sol també ho podrà fer.

L'entrega es fa via Atenea

La qualificació de les pràctiques de laboratori (NL) serà un 15% de la qualificació global

**Competències relacionades:**

CE08. GrETA/GrEVA - Comprendre els cicles termodinàmics generadors de potència mecànica i empena

06 URI N2. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ - Nivell 2: Després d'identificar les diferents parts d'un document acadèmic i d'organitzar-ne les referències bibliogràfiques, dissenyar-ne i executar-ne una bona estratègia de cerca avançada amb recursos d'informació especialitzats, seleccionant-hi la informació pertinent tenint en compte criteris de rellevància i qualitat.

**Dedicació:** 36h

Grup petit/Laboratori: 14h

Aprenentatge autònom: 22h



#### ACTIVITAT 4: EXAMEN 1R PARCIAL

**Descripció:**

Desenvolupament de l'examen parcial de l'assignatura dels continguts 1, 2 i 3 (el professorat aclarirà exactament quina matèria serà avaluada)

Inclou aspectes teòrics i desenvolupament de problemes.

Aquest parcial no elimina matèria

**Objectius específics:**

Mostrar el nivell de coneixements assolit en les activitats teòriques i de problemes.

**Material:**

Llibre de Taules i Gràfics de propietats termodinàmiques.

Es permet l'ús d'un formulari que el professorat indicarà com ha de ser

**Lliurament:**

L'examen es resol sobre el plec de fulls lliurats al inici de la prova per la part teòrica i/o sobre fulls addicionals pels problemes. Els fulls addicionals, si n'hi ha, s'adjunten als de teoria al finalitzar la prova.

Al inici de la prova s'indicarà la puntuació de cada exercici, teoria i problemes, i els criteris d'avaluació.

La qualificació d'aquesta activitat N1P val un 30% de la qualificació global final.

Aquest primer parcial no elimina matèria.

**Dedicació:** 2h

Grup gran/Teoria: 2h

#### ACTIVITAT 5: EXAMEN 2N PARCIAL (FINAL)

**Descripció:**

Desenvolupament de l'examen final de l'assignatura. Aquesta prova inclou tot el contingut de l'assignatura.

En aquesta prova s'establirà el mecanisme per a reconduir els alumnes que no hagin aprovat l'examen del primer parcial.

Inclou aspectes teòrics i desenvolupament de problemes.

**Objectius específics:**

Mostrar el nivell de coneixements assolit en les activitats teòriques i de problemes.

**Material:**

Llibre de Taules i Gràfics de propietats termodinàmiques.

Es permet l'ús del formulari que el professor indicarà com ha de ser

**Lliurament:**

L'examen es resol sobre el plec de fulls lliurats al inici de la prova per la part teòrica i/o sobre fulls addicionals pels problemes. Els fulls addicionals, si n'hi ha, s'adjunten als de teoria al finalitzar la prova.

A l'inici de la prova s'indicarà la puntuació de cada exercici, teoria i problemes, i els criteris d'avaluació.

La qualificació d'aquesta activitat N2P val un 40% de la qualificació global final.

**Competències relacionades:**

CE08. GrETA/GrEVA - Comprendre els cicles termodinàmics generadors de potència mecànica i empena

**Dedicació:** 2h

Grup gran/Teoria: 2h



## ACTIVITAT 6: PROVES PARCIALES DE NIVELL

### Descripció:

Desenvolupament d'una prova parcial de nivell del temari ja estudiat.  
Durant el curs es realitzaran 2 proves de nivell avaluables

### Objectius específics:

Mostrar el nivell de coneixements adquirits en les activitats teòriques i de problemes

### Material:

Llibre de Taules i Gràfics de propietats termodinàmiques.  
És permet l'ús d'un formulari que el professorat indicarà com ha de ser

### Lliurament:

La prova es resol sobre el plec de fulls lliurat al inici.  
Al començament de la prova s'indicarà la puntuació de cada exercici i el criteri d'avaluació.  
La qualificació promig de les 2 proves de nivell, Nc, equivaldrà a un 15% de la qualificació global final.

### Competències relacionades:

CE08. GrETA/GrEVA - Comprendre els cicles termodinàmics generadors de potència mecànica i empena

### Dedicació: 2h

Grup gran/Teoria: 2h

## SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

- Examen 1er Parcial N1P pes : 30%
- Examen 2on Parcial N2P pes : 40%
- Pràctiques de Laboratori NL pes: 15%
- Proves parcials de Nivell Nc pes : 15%

Els resultats poc satisfactoris de l'examen del 1er parcial, es podran reconduir dins l'examen del 2on parcial (amb una qualificació entre 0 i 5 per a tots els estudiants amb una nota inferior a 5). La nota obtinguda per l'aplicació de la reconducció substituirà a la qualificació inicial sempre i quan sigui superior.

## NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

1.- Respecte de l'activitat 3 (pràctiques de laboratori), tota falta d'assistència equival a una puntuació de zero de la pràctica sense possibilitat de recuperació. La falta de puntualitat al inici de les sessions (màxim 15 min) implicarà la no realització de la pràctica, sense possibilitat de recuperació. L'informe de les pràctiques es pot fer per grup o individual i es lliurarà a la propera sessió de pràctiques. Si un alumne no ha assistit a una sessió de pràctiques no podrà signar l'informe fet pels seus companys. L'exposició es farà per grups, emprant els recursos informàtics adients, i es lliurarà còpia del material utilitzat al finalitzar l'exposició. L'alumne que no assisteixi a la sessió d'exposició tindrà una qualificació de zero en aquest apartat que farà promig ponderat amb la de l'informe lliurat.

2.- Els exàmens corresponents al primer parcial (activitat 4), al segon parcial (activitat 5) i a les proves de nivell (activitat 6) es faran sense l'ús de llibres, apunts o altra material docent, excepte el llibre de Taules i Gràfics i d'un formulari. No es podrà utilitzar una calculadora que sigui programable ni es podrà tenir al damunt de la taula de treball cap aparell de telefonia mòbil encara que no estigui connectat.

L'alumne s'identificarà degudament mitjançant el DNI o el carnet d'estudiant.

3.-L'activitat 3 valorarà també la competència genèrica assignada (CG6: Us solvent dels recursos de la informació)



## BIBLIOGRAFIA

---

### Bàsica:

- Çengel, Yunus A.; Boles, Michael A. Termodinámica [en línia]. 9ª ed. México: McGraw-Hill, 2019 [Consulta: 03/10/2022]. Disponible a :  
<https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=5808940>. ISBN 9781456269166.
- Moran, Michael J. [et al.]. Fundamentos de termodinámica. 2a ed. Barcelona: Reverté, 2004. ISBN 8429143130.
- Wark, Kenneth [et al.]. Termodinámica [en línia]. 6a ed. Madrid: McGraw-Hill, 2001 [Consulta: 03/10/2022]. Disponible a :  
[https://www-ingebook-com.recursos.biblioteca.upc.edu/ib/NPcd/IB\\_BooksVis?cod\\_primaria=1000187&codigo\\_libro=4153](https://www-ingebook-com.recursos.biblioteca.upc.edu/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=4153). ISBN 9788448191214.

### Complementària:

- Montserrat, S. [et al.]. Pràctiques de laboratori de termodinàmica. 6a ed. Terrassa: U.D.I. Termodinàmica i Físico-química E.T.S.E.I.A.T., 2010.
- Professors del Departament de Màquines i Motors Tèrmics. Termodinàmica : taules i gràfiques de propietats termodinàmiques. 2a ed. Barcelona: ETSEIB. CPDA, 2015.

## RECURSOS

---

### Material audiovisual:

- Apunts realitzats pel professorat de l'assignatura. Són les transparències, problemes proposats que es faran servir a classe

### Altres recursos:

Apunts fets pel professorat de l'assignatura