



Universitat de Lleida

GUIA DOCENT  
**ENGINYERIA TÈRMICA II**

Coordinació: MARTORELL BOADA, INGRID

Any acadèmic 2023-24

## Informació general de l'assignatura

<b>Denominació</b>	ENGINYERIA TÈRMICA II			
<b>Codi</b>	102301			
<b>Semestre d'impartició</b>	1R Q(SEMESTRE) AVALUACIÓ CONTINUADA			
<b>Caràcter</b>	<b>Grau/Màster</b>	<b>Curs</b>	<b>Caràcter</b>	<b>Modalitat</b>
	Doble titulació: Grau en Enginyeria Mecànica i Grau en Enginyeria de l'Energia i Sostenibilitat	3	OBLIGATÒRIA	Presencial
	Grau en Enginyeria de l'Energia i Sostenibilitat	3	OBLIGATÒRIA	Presencial
	Grau en Enginyeria Mecànica	3	OBLIGATÒRIA	Presencial
<b>Nombre de crèdits assignatura (ECTS)</b>	6			
<b>Tipus d'activitat, crèdits i grups</b>	<b>Tipus d'activitat</b>	<b>PRALAB</b>	<b>PRAULA</b>	<b>TEORIA</b>
	<b>Nombre de crèdits</b>	0.4	2.6	3
	<b>Nombre de grups</b>	6	2	1
<b>Coordinació</b>	MARTORELL BOADA, INGRID			
<b>Departament/s</b>	ENGINYERIA INDUSTRIAL I DE L'EDIFICACIÓ			
<b>Distribució càrrega docent entre la classe presencial i el treball autònom de l'estudiant</b>	Les classes seran presencials. Es considera que el treball realitzat en horari de classe representa un 40 % del treball total que l'alumne ha de realitzar.			
<b>Informació important sobre tractament de dades</b>	Consulteu <a href="#">aquest enllaç</a> per a més informació.			
<b>Idioma/es d'impartició</b>	Català 100%			

Professor/a (s/es)	Adreça electrònica professor/a (s/es)	Crèdits impartits pel professorat	Horari de tutoria/lloc
ERAS VILA, JOSEP ANTONI	josep.eras@udl.cat	5	
MARTORELL BOADA, INGRID	ingrid.martorell@udl.cat	5,6	

## Informació complementària de l'assignatura

Enginyeria tèrmica II és una assignatura obligatòria de tercer curs que s'imparteix al primer quadrimestre en el GEM i el GEES.

Aquesta assignatura requereix un treball continuat durant tot el semestre a fi d'assolir els objectius de la mateixa. Es recomana visitar de manera freqüent l'espai del Campus Virtual associat a l'assignatura, ja que s'hi anuncia tota la informació de la mateixa. Es recomana utilitzar directament el correu personal del professorat enlloc d'emprar només la missatgeria del Campus Virtual.

En l'assignatura es fa un recorregut pels diferents principis de la termodinàmica i a més a més s'estudien cicles de refrigeració i de potència.

En aquesta assignatura hi ha planificades unes pràctiques de laboratori en grups reduïts. Les normes associades a aquestes pràctiques són:

És **OBLIGATORI** que els estudiants portin els següents equips de protecció individual (EPI) a les pràctiques docents.

- Bata laboratori blava o blanca UdL unisex
- Ulleres de protecció
- Guants de protecció mecànica

Poden adquirir-se a través de la botiga Údels de la UdL:

Carrer de Jaume II, 67 baixos  
Centre de Cultures i Cooperació Transfronterera

<http://www.publicacions.udl.cat/>

L'ús d'altres equips de protecció (per exemple taps auditius, mascaretes respiratòries, guants de risc químic o elèctric, etc.) dependrà del tipus de pràctica a realitzar. En aquest cas, el personal docent responsable informará si és necessari la utilització d'EPI's específics.

No portar els EPI's descrits o no complir les normes de seguretat generals que es detallen a sota comporta que l'estudiant no pugui accedir als laboratoris o hagi de sortir del mateixos. La no realització de les pràctiques docents per aquest motiu comporta les **conseqüències en l'avaluació** de l'assignatura que es descriuen en aquesta guia docent.

## NORMES GENERALS DE SEGURETAT EN LES PRÀCTIQUES DE LABORATORI

- Mantenir el lloc de realització de les pràctiques net i ordenat. La taula de treball ha de quedar lliure de motxilles, carpetes, abrics...

- En el laboratori no es pot anar amb pantalons curts ni faldilles curtes.
- Portar calçat tancat i cobert durant la realització de les pràctiques.
- Portar el cabell llarg sempre recollit.
- Mantenir les bates cordades per protegir enfront d'esquitxades i vessaments de substàncies químiques.
- No portar polseres, penjolls o mànigues amples que puguin ser atrapats pels equips, muntatges...
- Evitar portar lents de contacte, ja que l'efecte dels productes químics és molt més gran si s'introdueixen entre la lent de contacte i la còrnia. Es pot adquirir un cobre-ulleres de protecció.
- No menjar ni beure dins el laboratori.
- Està prohibit fumar dins dels laboratoris.
- Rentar-se les mans sempre que es tingui contacte amb algun producte químic i abans de sortir del laboratori.
- Seguir les instruccions del professor i dels tècnics de laboratori i consultar qualsevol dubte sobre seguretat.

Per a major informació es pot consultar el manual d'acollida del Servei de Prevenció de Riscos Laborals de la UdL que es troba a: <http://www.sprl.udl.cat/alumnes/index.html>

## Objectius acadèmics de l'assignatura

- Obtenir les dades necessàries de propietats físiques de fluids de taules i diagrames amb solvència.
- Ser capaç de resoldre numèricament els problemes de termodinàmica.
- Ser capaç d'argumentar els resultats obtinguts aprofundint en el pensament crític
- Ser capaç d'analitzar críticament i sintetitzar els conceptes apresos a l'assignatura
- Aprendre els coneixements teòrics i pràctics de l'energia tèrmica.
- Entendre els principis bàsics dels cicles de refrigeració i de potència.

## Competències

- **CB2.** Que els estudiants sàpiguen aplicar els seus coneixements al seu treball o vocació d'una forma professional i posseïxin les competències que solen demostrar-se per mitjà de l'elaboració i defensa d'arguments i la resolució de problemes dins la seva àrea d'estudi.
- **CB3.** Que els estudiants tinguin la capacitat de reunir i interpretar dades rellevants (normalment dins la seva àrea d'estudi) per emetre judicis que incloguin una reflexió sobre temes rellevants d'índole social, científica o ètica
- **CB5.** Que els estudiants hagin desenvolupat aquelles habilitats d'aprenentatge necessàries per emprendre estudis posteriors amb un alt grau d'autonomia.
- **CG2.** Comprendre i dominar els 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.
- **CG7.** Tenir coneixements de termodinàmica aplicada i transmissió de calor, principis bàsics i la seva aplicació a la resolució de problemes d'enginyeria.
- **CG8.** Tenir coneixements dels principis bàsics de la mecànica de fluids i la seva aplicació a la resolució de problemes en el camp de l'enginyeria i saber calcular canonades, canals i sistemes de fluids.
- **CT2.** Adquirir un domini significatiu d'una llengua estrangera, especialment de l'anglès.
- **CT5.** Adquirir nocions essencials del pensament científic.
- **EPS1.** Capacitat de resolució de problemes i elaboració i defensa d'arguments dins de la seva àrea d'estudis.
- **EPS6.** Capacitat d'anàlisi i síntesi.
  
- **GEM21/CE2.** Tenir coneixements aplicats d'enginyeria tèrmica.
- **GEM24/CE3.** Tenir coneixement aplicat dels fonaments dels sistemes i màquines fluidomecàniques.

## Continguts fonamentals de l'assignatura

### 1. Propietats de substàncies pures

- 1.1. Substàncies pures
- 1.2. Fases d'una substància pura
- 1.3. Processos de canvi de fas d'una substància pura
- 1.4. Diagrames de propietats per processos de canvi de fase
- 1.5. Taules de propietats
- 1.6. Equació d'estat dels gasos ideals
- 1.7. El factor de compressibilitat – Una mesura de la desviació del comportament de gas ideal
- 1.8. Calors específiques
- 1.9. Energia interna, entalpia i calor específic de gasos ideals
- 1.10. Energia interna, entalpia i calor específic de sòlids i líquids
- 1.11. Problemes de propietats de substàncies pures

## **2. Primer principi de termodinàmica**

- 2.1. El primer principi de termodinàmica
- 2.2. Balanç d'energia per sistemes tancats
- 2.3. Balanç d'energia per sistemes en estat estacionari
- 2.4. Alguns aparells d'enginyeria en estat estacionari
- 2.5. Balanç d'energia per processos en estat no estacionari
- 2.6. Problemes de primer principi de termodinàmica

## **3. Segon principi de termodinàmica**

- 3.1. Introducció al segon principi de termodinàmica
- 3.2. Dipòsits d'energia tèrmica
- 3.3. Màquines tèrmiques
- 3.4. Eficiències en la conversió d'energia
- 3.5. Refrigeradors i bombes de calor
- 3.6. El cicle de Carnot
- 3.7. La màquina tèrmica de Carnot
- 3.8. El refrigerador i la bomba de calor de Carnot
- 3.9. Problemes de segon principi de termodinàmica

## **4. Entropia**

- 4.1. Entropia

- 4.2. El principi d'increment d'entropia
- 4.3. Canvi d'entropia de substàncies pures
- 4.4. Processos isentròpics
- 4.5. Canvi d'entropia de líquids i sòlids
- 4.6. Canvi d'entropia de gasos ideals
- 4.7. Eficiències isentròpiques d'aparells en estat estacionari
- 4.8. Balanç d'entropia
- 4.9. Problemes d'entropia

## 5. Cicles de potència de gas

- 5.1. Cosideracions bàsiques en l'anàlisi de cicles de potència
- 5.2. El cicle de Carnot i el seu valor en enginyeria
- 5.3. Suposicions d'aire estàndard
- 5.4. Motores recíprocs
- 5.5. El cicle Otto: el cicle ideal dels motors d'encès per guspira
- 5.6. El cicle Diesel: el cicle ideal dels motors d'encès per compressió
- 5.7. Els cicles de Stirling i Ericsson
- 5.8. El cicle de Brayton: el cicle ideal per les turbines de gas
- 5.9. Problemes de cicles de potència de gas

## 6. Cicles de potència de vapor i cicles combinats

- 6.1. El cicle de Carnot de vapor
- 6.2. El cicle de Rankine: el cicle ideal dels cicles de potència de vapor
- 6.3. Desviacions dels cicles de potència de vapor reals dels ideals

## Eixos metodològics de l'assignatura

La metodologia utilitzada en aquesta assignatura combina l'inquiry-based learning amb la classe inversa. Els eixos metodològics de l'assignatura es dividiran en:

- 1.-Activitats de classe inversa prèvia a l'assistència a classe: per a cada tema l'alumnat haurà de completar una activitat de classe inversa a través del campus virtual.
- 2.-Sessions teòrico-pràctiques: discussió de dubtes i conceptes erronis de les activitats de classe inversa. Introducció de nous conceptes i activitats pràctiques.
- 3.-Sessions de problemes: el professor farà alguns exemples però els alumnes prendran part activa del seu procés d'aprenentatge.
- 4.-Sessions pràctiques al laboratori.

## Pla de desenvolupament de l'assignatura

El pla de desenvolupament seguirà l'ordre dels continguts i intercal·larà una sessió de teoria amb una altra de problemes.

Setmana	Metodologia	Temari	Hores presencials	Hores treball autònom
1-2	Classe magistral. Resolució de problemes	Presentació assignatura i 1. Substàncies pures.	6	9
2-4	Classe magistral. Resolució de problemes.	2. Primer principi	8	12
4-6	Classe magistral. Resolució de problemes.	3. Segon principi	8	12
6-8	Classe magistral. Resolució de problemes.	4. Entropia.	10	15
9		Avaluació. Prova escrita.		
10-12	Classe magistral. Resolució de problemes.	5. Cicles de potència de gas	12	18
13-15	Classe magistral. Resolució de problemes. Pràctiques	6. Cicles de potència de vapor	12	18
16-19		Avaluació. Prova escrita. Recuperació		

## Sistema d'avaluació

### AVALUACIÓ CONTÍNUA

#### BLOC D'AVALUACIÓ 1: PRIMER PARCIAL (prova teòrica)

-ACTIVITAT D'AVUACIÓ 1:

-Pes en la nota final: 30%

-QUALIFICACIÓ MÍNIMA NECESSÀRIA PER SUPERAR L'ASSIGNATURA: 3

**BLOC D'AVUACIÓ 2:** SEGON PARCIAL (prova teòrica)

-ACTIVITAT D'AVUACIÓ 2:

-Pes en la nota final: 30%

-QUALIFICACIÓ MÍNIMA NECESSÀRIA PER SUPERAR L'ASSIGNATURA: 3

**BLOC D'AVUACIÓ 3:** PRÀCTIQUES DE LABORATORI-Activitat en grup

ACTIVITAT D'AVUACIÓ 3:

-Pes en la nota final: 20%

-A presentar en grup

-REQUISIT D'AVUACIÓ: Per avaluar les pràctiques de laboratori a l'informe hauran d'aparèixer totes les pràctiques que s'han fet.

**BLOC D'AVUACIÓ 4:** PROBLEMES I ACTIVITATS FLIPPED LEARNING I A CLASSE – durant tot el curs, en grup o individuals

ACTIVITAT D'AVUACIÓ 4:

-Pes en la nota final: 20%

Hi haurà recuperació només de les 2 proves escrites individuals. Per poder fer mitja a final de curs la nota als exàmens parcials ha de ser  $\geq 3,0$  punts.

En cas que l'estudiantat no aconsegueixi la qualificació mínima necessària establerta en alguns dels blocs d'avaluació però la mitjana de l'assignatura resulti aprovada, l'assignatura serà qualificada en l'acta amb un 4,9.

## **AVUACIÓ ALTERNATIVA**

L'alumnat que opti per l'avaluació alternativa haurà de realitzar les següents activitats:

**BLOC D'AVUACIÓ 1 (40%):** PRIMER PARCIAL (prova escrita individual)

- ACTIVITAT D'AVUACIÓ 1:

- PES EN LA NOTA FINAL: 40%

- QUALIFICACIÓ MÍNIMA NECESSÀRIA PER SUPERAR L'ASSIGNATURA : 3



**BLOC D'AVALUACIÓ 2 (40%):** SEGON PARCIAL (prova escrita individual)

- ACTIVITAT D'AVALUACIÓ 2:

- PES EN LA NOTA FINAL: 40%

- QUALIFICACIÓ MÍNIMA NECESSÀRIA PER SUPERAR L'ASSIGNATURA : 3

**BLOC D'AVALUACIÓ 3:** PRÀCTIQUES DE LABORATORI-Activitat en grup

-ACTIVITAT D'AVALUACIÓ 3:

-Pes en la nota final: 20%

-A presentar en grup

-REQUISIT D'AVALUACIÓ: Per avaluar les pràctiques de laboratori a l'informe hauran d'aparèixer totes les pràctiques que s'han fe

Hi haurà recuperació només de les 2 proves escrites individuals. Per poder fer mitja a final de curs la nota als exàmens parcials ha de ser  $\geq 3,0$  punts.

En cas que l'estudiant no aconsegueixi la qualificació mínima necessària establerta en alguns dels blocs d'avaluació però la mitjana de l'assignatura resulti aprovada, l'assignatura serà qualificada en l'acta amb un 4,9.

## Bibliografia i recursos d'informació

### Bibliografia recomanada

- Yunus A. Çengel, Michael A. Boles "Thermodynamics, an engineering approach", International Edition, Eight Edition, Mc Graw Hill, ISBN: 978-0-07-339817-4.
- Michael J. Moran, Howard N. Shapiro, Daisie D. Boettner, Margaret B. Bailey. "Fundamentals of Engineering Thermodynamics", 7th Edition, ISBN-10: 0470917687
- Michael Horsley, "Engineering Thermodynamics", Springer, ISBN-10: 0412445204.
- Antonio Saggion, Rossella Faraldo, Mattero Puerno. "Thermodynamics. Fundamentals Principles and Applications", Springer, 2019, ISBN: 978-3030269753.