

## Guia docent

### Identificació de l'assignatura

<b>Assignatura / Grup</b>	21026 - Física Estadística / 1
<b>Titulació</b>	Grau de Física - Tercer curs
<b>Crèdits</b>	6
<b>Període d'impartició</b>	Segon semestre
<b>Idioma d'impartició</b>	Castellà

### Professors

Professor/a	Horari d'atenció als alumnes					
	Hora d'inici	Hora de fi	Dia	Data d'inici	Data de fi	Despatx / Edifici
Raül Toral Garcés <i>Responsable</i> <a href="mailto:rtg803@uib.es">rtg803@uib.es</a>	10:00	11:00	Dilluns	07/10/2019	25/06/2020	Despatx 212, edifici IFISC

### Contextualització

És una de les tres assignatures de la matèria de Termodinàmica i Física Estadística del mòdul de Física Fonamental que, en conjunt, han de permetre a l'alumne entendre la justificació microscòpica de la descripció termodinàmica d'un sistema macroscòpic. Es cursa en el segon semestre del tercer curs, quan els alumnes ja han vist les assignatures de termodinàmica (primer semestre del segon curs) i física quàntica (primer semestre de tercer curs) el domini dels continguts de les quals és molt convenient per a la bona comprensió d'aquesta assignatura. Aquesta assignatura requereix d'uns coneixements matemàtics els quals s'han adquirit en les matèries de matemàtiques, mètodes matemàtics i, en el que respecta als conceptes bàsics de probabilitat, a l'assignatura d'anàlisi de dades experimentals.

### Requisits

#### Recomanables

Encara que no hi ha requeriments formals obligatoris, és molt convenient dominar (i per tant, haver aprovat les assignatures corresponents) els continguts de les assignatures de 21012-Termodinàmica, 21022-Física Quàntica i els conceptes de probabilitat explicats a 21003-Anàlisi de Dades Experimentals.

### Competències

## Guia docent

### Específiques

- \* E1. Ser capaç d'avaluar clarament els ordres de magnitud, de desenvolupar una percepció clara de les situacions que són físicament diferents, però que mostren analogies i que, per tant, permeten l'ús de solucions conegudes a nous problemes.
- \* E2. Comprendre l'aspecte essencial d'un procés o d'una situació i establir-ne un model de treball; l'alumnat graduat hauria de ser capaç de fer les aproximacions requerides per reduir el problema fins a un nivell assequible; pensament crític per construir models físics.
- \* E3. Tenir una bona comprensió de les teories físiques més importants, localitzant en la seva estructura lògica i matemàtica el suport experimental i el fenomen físic que pot ser descrit a través d'aquestes.
- \* E4. Saber descriure el món físic emprant les matemàtiques, entendre i saber usar els models matemàtics i les aproximacions.
- \* E6. Saber resoldre problemes de física amb solucions ben definides, tenir experiència en el tractament de problemes més complexos amb solucions obertes i saber formular problemes en termes precisos i identificant els aspectes essencials. Tenir la capacitat de fer servir diferents aproximacions davant de problemes que suposin un repte.
- \* E13. Demostrar, tenir i comprendre coneixements de tècniques i mètodes matemàtics, en un nivell que permeti una formulació avançada de les teories físiques i la resolució de problemes de manera eficient.

### Transversals

- \* T1. Capacitat d'anàlisi i síntesi
- \* T5. Coneixements generals bàsics.

### Bàsiques

- \* Podeu consultar les competències bàsiques que l'estudiant ha d'haver assolit en acabar el grau a l'adreça següent: [http://estudis.uib.cat/ca/grau/comp\\_basiques/](http://estudis.uib.cat/ca/grau/comp_basiques/)

## Continguts

Aquesta assignatura es desenvoluparà d'acord amb els següents temes que desenvolupen la breu descripció de continguts del pla d'estudis:

### Continguts temàtics

Temari. Temari

- 1.- Objectiu de la física estadística: connexió micro-macro. Descripció mecànica (clàssica i quàntica) d'un sistema de moltes partícules.
- 2.- Descripció estadística d'un sistema macroscòpic: concepte de col·lectivitat. Equació de Liouville (cas clàssic) i von Neumann (cas quàntic).
- 3.- Sistemes aïllats en equilibri: col·lectivitat microcanònica. Interpretació estadística de l'entropia. Deducció estadística de les lleis de la termodinàmica. Exemples: Gas ideal sense graus de llibertat interns i sistema d'oscil·ladors harmònics: tractaments clàssic i quàntic.
- 4.- Col·lectivitat canònica. Connexió amb la termodinàmica. Sistemes ideals, aproximació de Boltzmann i límit clàssic.
- 5.- Teorema del virial i principi d'equipartició de l'energia. Gas ideal amb graus de llibertat interns en l'aproximació de Boltzmann,



## Guia docent

- 6.- Sistemes oberts en equilibri: col·lectivitat macrocanònica. Connexió amb la termodinàmica. Sistemes ideals de partícules distingibles i indistingibles (fermions i bosons).
- 7.- Equivalència entre col·lectivitats. Fluctuacions.
- 8.- El gas de fotons i la llei de la radiació de Planck.
- 9.- Entropia i teoria de la informació.

### Metodologia docent

Els apunts seran accessibles a l'apartat d'Aula Digital de l'assignatura i els alumnes els han de mirar abans de l'exposició del tema per part del professor. El temari s'ha dividit en 9 temes no necessàriament de la mateixa durada. Els continguts teòrics s'exposaran en classes presencials. L'estudiant adquirirà els coneixements lligats a les competències mitjançant les classes presencials, l'estudi personal de la teoria i el treball pràctic de resolució de problemes. Hi haurà, aproximadament, el mateix nombre de classes de teoria que pràctiques a cada tema. Els estudiants treballaran els problemes personalment o en grups reduïts, i els exposaran a les classes pràctiques sota la tutela del professor.

### Volum de treball

L'adquisició dels coneixements, capacitats i habilitats de la matèria requerirà distintes modalitats de treball presencial i no presencial. La dedicació horària a cadascuna d'aquestes modalitats es presenta a la següent taula.

### Activitats de treball presencial (2,4 crèdits, 60 hores)

Modalitat	Nom	Tip. agr.	Descripció	Hores
Classes teòriques	Classes teòriques	Grup gran (G)	Finalitat: adquirir els coneixements teòrics bàsics per entendre els principis de la física estadística (la teoria de les col·lectivitats) i algunes de les seves aplicacions (deducció de les lleis de la termodinàmica, equació d'estat de gasos ideals i sistemes paramagnètics).  Metodologia: classe magistral, desenvolupant les competències E1, E2, E3, E4, E6, E13, T1 i T5.	30
Classes pràctiques	Classes de problemes	Grup gran (G)	Desenvolupar les competències E1, E4, E6, E13 i T1 amb la resolució de problemes que, essent semblants, són diferents dels tractats a les classes de teoria. Metodologia: exposició per part del professor de la resolució de problemes d'una llista prèviament publicada.	11
Classes pràctiques	Classes de problemes	Grup gran (G)	Desenvolupar les competències E1, E4, E6, E13 i T1 amb la resolució de problemes que, essent semblants, són diferents dels tractats a les classes de teoria. Metodologia: exposició de la resolució de problemes d'una llista prèviament publicada per part dels alumnes i en presència i amb el suport del professor.	15



## Guia docent

Modalitat	Nom	Tip. agr.	Descripció	Hores
Avaluació	1er examen parcial	Grup gran (G)	<p>La finalitat dels exàmens és la verificació del grau d'assoliment de les competències en els seus diferents tipus (les bàsiques - principalment B1 i B2-, la transversal T1, i les específiques) i dels corresponents resultats d'aprenentatge.</p> <p>Es realitzarà una prova escrita ("Prova escrita 1") de seguiment dels nivells de competències i resultats d'aprenentatge de l' assignatura d'aproximadament 2h de durada , en la que s'avaluarà l'assoliment de competències i resultats d'aprenentatge, corresponents als temes desenvolupats desde l' inici de curs fins a la realització de la prova.</p> <p>Aquesta prova, obligatòria en el contexte de l' avaluació contínua de l' assignatura, tindrà un pes del 45% de la nota total.</p> <p>Prova escrita 1: Data establerta a l'agenda.</p> <p>Nota mínima d'aquesta prova per superar l'assignatura: 4.0</p> <p>Aquesta prova no és recuperable dins el període ordinari d'exàmens.</p> <p>Les dues proves escrites són recuperables per separat al període extraordinari d'avaluació.</p>	2
Avaluació	2on examen parcial	Grup gran (G)	<p>La finalitat dels exàmens és la verificació del grau d'assoliment de les competències en els seus diferents tipus (les bàsiques - principalment B1 i B2-, la transversal T1, i les específiques) i dels corresponents resultats d'aprenentatge.</p> <p>Es realitzarà una prova escrita ("Prova escrita 2") de seguiment dels nivells de competències i resultats d'aprenentatge de l' assignatura d'aproximadament 2h de durada , en la que s'avaluarà l'assoliment de competències i resultats d'aprenentatge, corresponents als temes desenvolupats i no inclosos a la primera prova escrita.</p> <p>Aquesta prova, obligatòria en el contexte de l' avaluació contínua de l' assignatura, tindrà un pes del 45% de la nota total.</p> <p>Prova escrita 2: Data establerta a l'agenda.</p> <p>Nota mínima d'aquesta prova per superar l'assignatura: 4.0</p> <p>Aquesta prova no és recuperable dins el període ordinari d'exàmens.</p> <p>Les dues proves escrites són recuperables per separat al període extraordinari d'avaluació.</p>	2

A començament del semestre hi haurà a disposició dels estudiants el cronograma de l'assignatura a través de la plataforma UIBdigital. Aquest cronograma inclourà almenys les dates en què es faran les proves d'avaluació contínua i les dates de lliurament dels treballs. A més, el professor o la professora informarà els estudiants si el pla de treball de l'assignatura es durà a terme a través del cronograma o per una altra via, inclosa la plataforma Aula digital.

Activitats de treball no presencial (3,6 crèdits, 90 hores)

## Guia docent

Modalitat	Nom	Descripció	Hores
Estudi i treball autònom individual	Entrega de problemes resolts	<p>Avaluar el grau d' assoliment del resultats d' aprenentatge principalment mitjançant el plantejament i resolució d'aplicacions dels desenvolupaments fets a les classes de teoria.</p> <p>Es valorarà la participació dels alumnes en la discussió i plantejament dels problemes. S'assignaran als alumnes problemes per a la seva resolució en activitat no presencial i la posterior entrega per escrit i la presentació a classe.</p> <p>Aquesta activitat tindrà un pes del 10% sobre la nota total. Activitat no recuperable.</p>	60
Estudi i treball autònom individual	Comprensió dels conceptes teòrics	<p>Finalitat: comprendre, assimilar i recordar els continguts exposats a les classes teòriques.</p> <p>Metodologia: treball autònom d'estudi dels apunts de classe i consulta de la bibliografia.</p>	30

### Riscs específics i mesures de protecció

Les activitats d'aprenentatge d'aquesta assignatura no comporten riscos específics per a la seguretat i salut dels alumnes i, per tant, no cal adoptar mesures de protecció especials.

### Avaluació de l'aprenentatge dels estudiants

L'avaluació consistirà en un 10% en la presentació i resolució a classe dels problemes assignats i un 90% en els dos exàmens parcials que es realitzaran al llarg del curs: el primer examen compta un 45% de la nota final i el segon un 45%. El temari del primer examen consistirà en els temes desenvolupats desde l'inici de curs fins a la realització de la prova. El segon examen inclourà principalment els temes desenvolupats i no inclosos a la primera prova escrita, però pot incloure així mateix alguns aspectes dels temes del primer examen. Cada examen té una nota mínima de 4.0. Els exàmens no són recuperables durant el període ordinari, però es poden recuperar de manera individual durant el període extraordinari d'exàmens.

Un 10% de la nota valorarà la presentació i la correcta resolució dels problemes individuals assignats a cada un dels alumnes,

L'assignatura està aprovada si la mitjana ponderada de les nota dels exàmens parcials (quan superin la nota mínima) i el de la resolució dels problemes entregats és igual o superior a 5.

### Frau en elements d'avaluació

D'acord amb l'article 33 del Reglament acadèmic, "amb independència del procediment disciplinari que es pugui seguir contra l'estudiant infractor, la realització demostradorament fraudulenta d'algun dels elements d'avaluació inclosos en guies docents de les assignatures comportarà, a criteri del professor, una menysvaloració en la seva qualificació que pot suposar la qualificació de «suspens 0» a l'avaluació anual de l'assignatura".

## Guia docent

### 1er examen parcial

Modalitat	Avaluació
Tècnica	Proves objectives ( <b>recuperable</b> )
Descripció	La finalitat dels exàmens és la verificació del grau d'assoliment de les competències en els seus diferents tipus (les bàsiques - principalment B1 i B2-, la transversal T1, i les específiques) i dels corresponents resultats d'aprenentatge. Es realitzarà una prova escrita ("Prova escrita 1") de seguiment dels nivells de competències i resultats d'aprenentatge de l'assignatura d'aproximadament 2h de durada, en la que s'avaluarà l'assoliment de competències i resultats d'aprenentatge, corresponents als temes desenvolupats desde l'inici de curs fins a la realització de la prova. Aquesta prova, obligatòria en el contexte de l'avaluació contínua de l'assignatura, tindrà un pes del 45% de la nota total. Prova escrita 1: Data establerta a l'agenda. Nota mínima d'aquesta prova per superar l'assignatura: 4.0 Aquesta prova no és recuperable dins el període ordinari d'exàmens. Les dues proves escrites són recuperables per separat al període extraordinari d'avaluació.
Criteris d'avaluació	Explicació correcta i presentada de manera clara a les preguntes de l'examen.
Percentatge de la qualificació final: 45% amb qualificació mínima 4	

### 2on examen parcial

Modalitat	Avaluació
Tècnica	Proves objectives ( <b>recuperable</b> )
Descripció	La finalitat dels exàmens és la verificació del grau d'assoliment de les competències en els seus diferents tipus (les bàsiques - principalment B1 i B2-, la transversal T1, i les específiques) i dels corresponents resultats d'aprenentatge. Es realitzarà una prova escrita ("Prova escrita 2") de seguiment dels nivells de competències i resultats d'aprenentatge de l'assignatura d'aproximadament 2h de durada, en la que s'avaluarà l'assoliment de competències i resultats d'aprenentatge, corresponents als temes desenvolupats i no inclosos a la primera prova escrita. Aquesta prova, obligatòria en el contexte de l'avaluació contínua de l'assignatura, tindrà un pes del 45% de la nota total. Prova escrita 2: Data establerta a l'agenda. Nota mínima d'aquesta prova per superar l'assignatura: 4.0 Aquesta prova no és recuperable dins el període ordinari d'exàmens. Les dues proves escrites són recuperables per separat al període extraordinari d'avaluació.
Criteris d'avaluació	Explicació correcta i presentada de manera clara a les preguntes de l'examen.
Percentatge de la qualificació final: 45% amb qualificació mínima 4	

### Entrega de problemes resolts

Modalitat	Estudi i treball autònom individual
Tècnica	Treballs i projectes ( <b>no recuperable</b> )
Descripció	Avaluar el grau d'assoliment dels resultats d'aprenentatge principalment mitjançant el plantejament i resolució d'aplicacions dels desenvolupaments fets a les classes de teoria. Es valorarà la participació dels alumnes en la discussió i plantejament dels problemes. S'assignaran als alumnes problemes per a la seva resolució en activitat no presencial i la posterior entrega per escrit i la presentació a classe. Aquesta activitat tindrà un pes del 10% sobre la nota total. Activitat no recuperable.
Criteris d'avaluació	Capacitat de presentar una solució correcta al problema assignat de manera concisa i ben organitzada.
Percentatge de la qualificació final: 10% amb qualificació mínima 0	

### Recursos, bibliografia i documentació complementària



## Guia docent

A més dels apunts de classe que seran disponibles a Aula Digital amb anterioritat a l'exposició del tema, es recomanen els següents llibres:

### **Bibliografia bàsica**

---

- R.K. Pathria, P.D. Beale, Statistical Mechanics, (3aed), Elsevier, Butterworth Heinemann, 2011.
- J. Ortín, J.M. Sancho, Curso de Física Estadística, Barcelona, Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona, cop. 2006.

### **Bibliografia complementària**

---

- K. Huang, Introduction to statistical physics, Boca Raton, CRC Press, 2001 - F. Reif, Física estadística. Barcelona, Reverté, 1969
- D. A. McQuarrie, Statistical Mechanics. University Science Books, cop. 2000.
- D.J. Amit and Y. Verbin, Statistical Physics: An introductory course. Singapore, World Scientific, 1995.
- D. Chandler, Introduction to Modern Statistical mechanics. Oxford, New York, 1987
- D. Wu i D. Chandler Solution Manual to for Introduction to Modern Statistical mechanics.
- C. Fernandez, J.M. Rodríguez Parrondo, 100 problemas de Física Estadística, Madrid, Alianza, 1996
- R. Kubo. Statistical Mechanics: an advanced course with problems and solutions. Amsterdam, North-Holland, 1990.
- R. Balescu, Equilibrium and non-equilibrium Statistical Mechanics, Wiley 1975.
- J. J. Brey, J de la Rubia y J. de la Rubia, Mecánica Estadística. Cuadernos UNED 2001.

