

**FITXA IDENTIFICATIVA****Dades de l'Assignatura**

Codi	34246
Nom	Física estadística
Cicle	Grau
Crèdits ECTS	4.5
Curs acadèmic	2022 - 2023

Titulació/titulacions

Titulació	Centre	Curs	Període
1105 - Grau en Física	Facultat de Física	3	Segon quadrimestre

Matèries

Titulació	Matèria	Caràcter
1105 - Grau en Física	7 - Termodinàmica i Física Estadística	Obligatòria

Coordinació

Nom	Departament
CERVERA MONTESINOS, JAVIER	345 - Física de la Terra i Termodinàmica
MAFE MATOSES, SALVADOR	345 - Física de la Terra i Termodinàmica

RESUM

L'objectiu d'aquesta guia és orientar en l'estudi de l'assignatura Física Estadística, matèria bàsica de 4.5 crèdits ECTS de tercer curs (segon quadrimestre) del Grau en Física. L'assignatura guarda una estreta relació i complementarietat amb unes altres assignatures del Grau, molt especialment amb l'assignatura de Termodinàmica (amb la qual forma una agrupació de matèries), però també amb les assignatures de Mecànica i Ones, Física de l'Atmosfera, Física Quàntica i Física de l'Estat Sòlid. Té per objectiu la descripció física dels sistemes compostos per moltes individualitats en termes de les seues característiques microscòpiques fent ús de mètodes estadístics. Les línies bàsiques del programa s'articulen al voltant dels conceptes de col·lectiu de Gibbs i entropia de Boltzmann; les aplicacions inclouen gasos ideals clàssic (Maxwell-Boltzmann) i quàntics (Fermi-Dirac i Bose-Einstein) i una introducció als sistemes de partícules interactives (mètodes de camp mitjà) i al model d'Ising (transicions de fase).



És difícil trobar un camp de la Física on els conceptes (entropia, temperatura, potencial químic, etc.) i les tècniques (mètodes de la funció de partició, simulacions per ordinador, etc.) de la Física Estadística no troben aplicació, des de la Física Nuclear, la Nanotecnologia i la Biofísica Molecular fins a la Física de la Matèria Condensada, l'Òptica Quàntica, la Física de la Terra i l'Astrofísica. Aquesta qüestió s'ha tingut present en el disseny de l'assignatura: a l'exposició fonamentada dels conceptes i mètodes segueix la discussió de molts exemples multidisciplinaris. S'espera que aquest enfocament aplicat no només faci més interessant l'estudi de l'assignatura sinó que proporcione, a més, una base inicial per entendre l'ús extens dels models de la Física Estadística en altres assignatures.

CONEXEMENTS PREVIS

Relació amb altres assignatures de la mateixa titulació

No heu especificat les restriccions de matrícula amb altres assignatures del pla d'estudis.

Altres tipus de requisits

Com que es tracta d'una assignatura de tercer curs (segon quadrimestre), es disposa ja d'una base per afrontar-la:

1. conceptes fonamentals de Mecànica (espai de fases, teorema de equipartició, etc.), Termodinàmica (significat macroscòpic de l'entropia, temperatura i potencial químic; equilibri termodinàmic i processos; transicions de fase, etc.) i Física Quàntica (estats quàntics i nivells d'energia en sistemes simples, partícules idèntiques: fermions i bosons, etc.); coneixements d'Òptica i Electromagnetisme en medis materials; i
2. elements de Matemàtica Aplicada (probabilitat i distribucions de probabilitat, conceptes bàsics d'àlgebra, càlcul diferencial i integral), així com també Mètodes Numèrics elementals.

A més, l'experiència posa de manifest la necessitat d'incloure una introducció matemàtica breu a l'inici del Tema 1.

COMPETÈNCIES

1105 - Grau en Física

- Posseir i comprendre els fonaments de la física en els aspectes teòrics i experimentals, així com el bagatge matemàtic necessari per a la seua formulació.
- Saber aplicar els coneixements adquirits a l'activitat professional, saber resoldre problemes i elaborar i defensar arguments, recolzant-se en els dits coneixements.



- Resolució de problemes: ser capaç d'avaluar clarament els ordres de magnitud, de desenvolupar una percepció de les situacions que són físicament diferents però que mostren analogies, per permetre, doncs, l'ús de solucions conegudes a problemes nous.
- Comprensió teòrica de fenòmens físics: tenir una bona comprensió de les teories físiques més importants (estructura lògica i matemàtica, suport experimental, fenòmens físics descrits).
- Destreses matemàtiques: comprendre i dominar l'ús dels mètodes matemàtics i numèrics utilitzats més comunament.
- Modelització i resolució de problemes: ser capaç d'identificar els elements essencials d'un procés/situació i d'establir-ne un model de treball. Ser capaç de realitzar les aproximacions requerides amb l'objecte de reduir un problema fins a un nivell manejable. Pensament crític per construir models físics.
- Investigació bàsica i aplicada: adquirir una comprensió de la naturalesa de la investigació física, de les formes en què es du a terme, i de com la investigació en física és aplicable a molts camps diferents, per exemple l'enginyeria; habilitat per dissenyar procediments experimentals i/o teòrics per: (i) resoldre els problemes corrents en la investigació acadèmica o industrial; (ii) millorar els resultats existents.
- Destreses generals i específiques en llengües estrangeres: haver millorat el domini de l'anglès (o d'una altra llengua estrangera d'interès) mitjançant: accés a bibliografia fonamental, comunicació oral i escrita (anglès científicotècnic), cursos, estudis a l'estranger, reconeixement de crèdits en universitats estrangeres etc.
- Capacitat d'aprenentatge: ser capaç d'iniciar-se en nous camps de la física i de la ciència i la tecnologia en general, a través de l'estudi independent.
- Comunicació oral i escrita: ser capaç de transmetre informació, idees, problemes i solucions mitjançant l'argumentació i el raonament propis de l'activitat científica, utilitzant els conceptes i les eines bàsiques de la física.
- Que els estudiants hagen demostrat posseir i comprendre coneixements en una àrea d'estudi que parteix de la base de l'educació secundària general, i se sol trobar a un nivell que, si bé descansa en llibres de text avançats, inclou també alguns aspectes que impliquen coneixements procedents de l'avantguarda del seu camp d'estudi.
- Que els estudiants sàpien aplicar els seus coneixements al seu treball o vocació d'una forma professional i posseïsquen les competències que solen demostrar-se per mitjà de l'elaboració i defensa d'arguments i la resolució de problemes dins de la seua àrea d'estudi.
- Que els estudiants tinguen la capacitat d'arreglar i interpretar dades rellevants (normalment dins de la seua àrea d'estudi) per emetre judicis que incloguen una reflexió sobre temes rellevants d'índole social, científica o ètica.
- Que els estudiants puguin transmetre informació, idees, problemes i solucions a un públic tant especialitzat com no especialitzat.
- Que els estudiants hagen desenvolupat aquelles habilitats d'aprenentatge necessàries per a emprendre estudis posteriors amb un alt grau d'autonomia.



RESULTATS DE L'APRENTATGE

L'assignatura està dissenyada perquè l'alumnat entenga i aplique els conceptes i les tècniques de la Física Estadística a problemes concrets que puguem presentar-se tant en aquesta assignatura com en unes altres. En particular, es plantegen els objectius següents:

- i) descriure el comportament dels sistemes macroscòpics formats per moltes individualitats en termes de les característiques microscòpiques d'aquestes individualitats fent ús dels conceptes col·lectiu de Gibbs i entropia de Boltzmann;
- ii) resoldre problemes pràctics amb gasos ideals (clàssic i quàntics) i sistemes de partícules interactives;
- iii) comprendre la connexió que hi ha entre la Física Estadística i unes altres assignatures del Grau, així com també adquirir la terminologia bàsica d'aquesta part de la Física.

Uns altres objectius de caràcter metodològic són:

- i) plantejar hipòtesis i desenvolupar habilitats d'aproximació per resoldre problemes pràctics;
- ii) conèixer els ordres de magnitud i les unitats característiques de la Física Estadística així com també la presentació gràfica d'aquestes;
- iii) percebre la naturalesa multidisciplinària de la majoria dels problemes actuals de la Física; i
- iv) usar la intuïció i la creativitat, així com també una certa estètica (naturalesa matemàtica de les lleis físiques, geometria i simetries, analogia i correspondències entre problemes aparentment diferents, etc.), en l'anàlisi dels fenòmens naturals.

Com a conseqüència dels objectius anteriors, els resultats de l'aprenentatge han de permetre al



finalitzar el curs el següent:

i) donat un problema real, l'estudiant haurà d'establir la relació entre les característiques microscòpiques de les individualitats que componen el sistema model i les seues propietats macroscòpiques, per a la qual cosa emprarà mètodes estadístics. Amb aquest fi, farà ús dels conceptes de col·lectiu de Gibbs i d'entropia de Boltzmann, i emprarà preferentment el mètode de la funció de partició;

ii) en cada problema, l'estudiant plantejarà hipòtesis senzilles, efectuarà anàlisis d'ordres de magnitud i identificarà quines característiques són essencials en el seu model físic del sistema real. Farà ús de la intuïció i la creativitat, sotmeses sempre a l'experiència i al raonament crític, a l'hora de formular i desenvolupar models microscòpics senzills.

iii) haurà de comprendre així mateix les propietats bàsiques de les distribucions de Fermi-Dirac i de Bose-Einstein, així com també el seu límit clàssic (distribució de Maxwell-Boltzmann) i les seues aplicacions. Assolirà els conceptes elementals necessaris per abordar l'estudi dels sistemes de partícules interactives, amb especial èmfasi en l'aproximació de camp mitjà i els models de xarxes (Ising);

iv) aconseguirà la capacitat d'aplicar els coneixements adquirits a tot tipus de sistemes físics que verifiquen les hipòtesis bàsiques de la Física Estadística a fi d'entendre la connexió de l'assignatura amb les altres assignatures del Grau.

Finalment, unes altres destreses més genèriques, transversals a la resta d'assignatures del Grau són: el maneig dels sistemes d'unitats físiques, les habilitats d'aproximació, la capacitat d'interpretar la informació gràfica, l'ús de tècniques de simulació elementals i, en general, l'anàlisi crítica de tot tipus de situacions.

DESCRIPCIÓ DE CONTINGUTS

1. Descripció estadística dels sistemes macroscòpics.

Combinatòria. Distribucions de probabilitat. Sistemes despins. Espai fàsic. Col·lectius i postulats fonamentals de la Física Estadística. Col·lectiu microcanònic: entropia i temperatura. Significat estadístic de l'entropia. Entropia i irreversibilitat.

**2. Funció de partició.**

Factor de Boltzmann i funció de partició. Col·lectiu canònic, valors mitjans i fluctuacions. Gas ideal monoatòmic. Teorema de equipartició. Límit clàssic. Factor de Gibbs i gran funció de partició. Col·lectiu gran canònic, valors mitjans i fluctuacions. Equivalència entre col·lectius.

3. Gasos ideals. Estudi clàssic i quàntic.

Distribucions de Fermi-Dirac i de Bose-Einstein. Condensació de Bose-Einstein. Límit clàssic: distribució de Maxwell-Boltzmann. Gas d'electrons lliures. Gas de fotons.

4. Sistemes de partícules interactives.

Funció de partició configuracional. Gasos reals i potencials d'interacció. Aproximació de camp mitjà: fluid de van der Waals. Model d'Ising i mètode de Monte Carlo.

VOLUM DE TREBALL

ACTIVITAT	Hores	% Presencial
Classes de teoria	38,00	100
Tutories reglades	7,00	100
Estudi i treball autònom	37,50	0
Preparació de classes pràctiques i de problemes	30,00	0
TOTAL	112,50	

METODOLOGIA DOCENT**Docència presencial 40%:**

Classes teòric-pràctiques. S'aborden els aspectes conceptuals i formals de la matèria i la resolució de problemes o casos com aplicació dels conceptes teòrics. Es basen principalment en la lliçó magistral dialogada i l'ús d'eines docents com demostracions experimentals, animacions o vídeo, representació gràfica de solucions, projeccions de presentacions, etc.).

Sessions de tutories grupals o de treball en grups reduïts. Es centren en el treball de l'estudiant i la



seua participació activa: resolució de dubtes sorgits a l'enfrontar-se als conceptes teòrics i a la resolució de problemes, reforç en aspectes de major dificultat, qüestionaris de caràcter conceptual, demostracions experimentals pertinents als casos estudiats i, associat a una component d'avaluació contínua, verificació del progrés dels estudiants en la matèria.

Treball personal de l'estudiant 60%:

- Estudi dels fonaments teòrics.
- Resolució de problemes, qüestions tipus test, i treballs (individualment o en grup).
- Tutories individuals: consultes puntuals de l'estudiant al docent sobre dubtes i dificultats sorgides en l'estudi i en la resolució de problemes, o discussió sobre temes d'interès, bibliografia, etc.

Trobareu informació més específica sobre la metodologia de l'assignatura al *web d'Aula Virtual*.

AVALUACIÓ

Els sistemes d'avaluació són els següents:

1. **Exàmens escrits:** una part avaluarà la comprensió dels aspectes teòric-conceptuals i el formalisme de l'assignatura, tant mitjançant preguntes teòriques com a través de qüestions conceptuals i numèriques o casos particulars senzills. Altra part valorarà la capacitat d'aplicació del formalisme, mitjançant la resolució de problemes, així com la capacitat crítica respecte als resultats obtinguts. En ambdues parts es valoraran una correcta argumentació i una adequada justificació.
2. **Avaluació contínua:** valoració de treballs i problemes presentats pels estudiants, qüestions proposades i discutides en l'aula, presentació oral de problemes resolts o qualsevol altre mètode que supose una interacció entre docents i estudiants.

OBSERVACIONS:

L'estudiant té a la seua disposició dos itineraris per a superar l'assignatura:

1. Itinerari d'avaluació contínua: utilitza els dos sistemes d'avaluació previs. D'acord amb els criteris genèrics adoptats en la CAT del Grau en Física, la nota final serà el màxim entre:
 - a. 70% examen + 30% avaluació contínua (sempre que la nota de l'examen no siga inferior a 4 sobre 10).



b. 100% examen.

2. Itinerari d'examen: La nota s'obtindrà íntegrament de l'examen.

Els estudiants trobaran informació més específica sobre l'avaluació de l'assignatura al web d'Aula Virtual.

REFERÈNCIES

Bàsiques

- S. Mafé y J. Cervera, Apuntes + Problemario de Física Estadística, Aula Virtual de la Universitat de València.
- S. Mafé; J. de la Rubia, Manual de Física Estadística, Servei de Publicacions de la Universitat de València, 1998.
- R. Baierlein, Thermal Physics, Cambridge Univ. Press, 1999.
- D. V. Schroeder, An Introduction to Thermal Physics, Addison-Wesley 2000.

Complementàries

- J. L. Castillo y P. L. García, Introducción a la Termodinámica Estadística mediante problemas, Sanz y Torres, 1994.
- C. Fernández Tejero y J. M. Rodríguez Parrondo, 100 Problemas de Física Estadística, Alianza Ed., 1996.
- "<http://mw.concord.org/modeler/>" Molecular Workbench. Visual, Interactive Simulations for Teaching and Learning Science, The Concord Consortium, 2013.
- "<http://phet.colorado.edu/>" Interactive Simulations. University of Colorado at Boulder, 2017.
- H. Gould y J. Tobochnik, Statistical and thermal physics: with computer applications, Princeton University Press, 2010.
- R. K. Pathria y Beale P.D., Statistical Mechanics, Elsevier Science, 1996.