

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

Codi	34246
Nom	Física estadística
Cicle	Grau
Crèdits ECTS	4.5
Curs acadèmic	2019 - 2020

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.

CONEIXEMENTS 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), l'estudiant 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 d'E

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.
- Desenvolupament d'habilitats d'aprenentatge necessàries per emprendre estudis posteriors amb un elevat grau d'autonomia.
- 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.
- 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.
- 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.
- Destreses generals i específiques de llengües estrangeres: millorar el domini de l'anglès científicotècnic mitjançant la lectura i l'accés a la bibliografia fonamental de la matèria.
- Comprensió teòrica de fenòmens físics: tener una buena comprensión de los fundamentos de la Termodinámica y la Física Estadística (estructura lógica y matemática, apoyo experimental, fenómenos físicos descritos).

RESULTATS DE L'APRENENTATGE

L'assignatura està dissenyada perquè l'alumnat entenga i aplique els conceptes i les tècniques de la Física Estadística a problemes concrets que puguin 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 de 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.

ADDENDA COVID-19

Aquesta addenda només s'activarà si la situació sanitària ho requereix i previ acord del Consell de Govern

1. Continguts / Contenidos

Se reducen los contenidos inicialmente recogidos en la guía docente seleccionando aquellos indispensables para adquirir las competencias. La reducción corresponde a un 50% aproximadamente del temario que quedaba por impartir en el momento de la suspensión de las clases presenciales (no se imparte el Tema 4). Se informó a los y las estudiantes con suficiente antelación de este hecho. Cabe resaltar que los Temas explicados desarrollan los contenidos explícitamente citados en los descriptores de la asignatura tales como descripción estadística de los sistemas de muchas partículas, colectivos, gas ideal, estadísticas cuánticas, gas de electrones y gas de fotones. Por tanto, queda garantizado que los y las estudiantes consiguen los objetivos de aprendizaje esenciales y adquieren las competencias básicas de la asignatura.

2. Volum de treball i planificació temporal de la docència



2. Volumen de trabajo y planificación temporal de la docencia

La guía docente preveía 37 horas de clases de teoría y problemas y 8 de prácticas (trabajos tutelados) en el aula de las que restaban aproximadamente el 50% (18 y 4 respectivamente) en el momento de inicio de la docencia no presencial. Se redujeron las 18 horas de teoría y problemas a 9 horas aproximadamente, que se impartieron mediante 11 videos explicativos (locutados) en formato mp4 que los y las estudiantes descargaron de Aula Virtual.

Se siguió un orden semanal similar al programado, pero no un horario diario estricto, permitiendo así una buena adecuación a los y las estudiantes que preguntaron cuántas dudas consideraron oportunas mediante correos electrónicos dirigidos al profesor responsable. Las preguntas e informaciones generales se difundieron a todos y todas mediante el servicio de mensajería comunitario de Aula Virtual. Se redujeron las 4 horas de trabajos tutelados a 2 horas apoyadas por dos videos explicativos y por consultas individuales (correo electrónico) al profesor responsable, lo que permitió cumplir los objetivos marcados y la entrega del mínimo número de trabajos tutelados necesario para la evaluación continua. Cabe resaltar que la reducción en el temario descrita anteriormente se compensa con un aumento de la carga de trabajo de los y las estudiantes, de manera que la carga total de créditos ECTS queda inalterada.

3. Metodología docente

3. Metodología docente

Sustitución de la docencia presencial por 13 videos explicativos en formato mp4 (transparencias tipo Power Point similares a las previstas en la docencia presencial, pero locutadas y problemas/ejercicios resueltos) junto a problemas propuestos para entregar resueltos. Para los problemas resueltos por el profesor, se emplearon transparencias tipo Power Point locutadas; mientras que los propuestos a los y las estudiantes constituyeron proyectos individuales de evaluación continua a entregar en plazos fijados. Todo el material se subió, de modo paulatino y respetando siempre los períodos vacacionales, a Aula Virtual. Se siguió para ello un orden semanal similar al programado.

Las tutorías se organizaron y atendieron de modo personal, normalmente en el mismo día (24 horas máximo) por correo electrónico a todos los y las estudiantes que así lo solicitaron. Además, aquellas preguntas e informaciones de interés general se difundieron a toda la comunidad mediante el servicio de mensajería de Aula Virtual. La metodología anterior fue propuesta y explicada a toda la comunidad durante la primera semana de docencia no presencial y permitió cumplir los objetivos básicos programados así como la entrega del número mínimo de trabajos tutelados necesario para la evaluación continua.



4. Avaluació

4. Evaluación

Se mantienen las actividades evaluables de manera continua en la guía original (problemas tipo A) así como las notas obtenidas antes de la entrada en vigor del estado de alarma. No obstante, su peso en la nota final aumenta desde el 30% que se estableció en la guía docente anterior hasta el 50% actual.

Sustitución del examen final (50% de la nota de aquellos y aquellas que han seguido la evaluación continua) por una única evaluación continua, adicional pero obligatoria, planteada en los siguientes términos:

En el mes de mayo, una vez finalizado el plazo de entrega de todos los problemas tipo A (problema A-3: 24 de abril y problema A-4: 8 de mayo) y antes de acabar el período lectivo inicialmente previsto (20 de mayo) se propondrán a través de Aula Virtual dos problemas adicionales obligatorios. Cada estudiante resolverá y facilitará al profesor estos dos problemas conjuntamente, en único documento, dentro de un plazo temporal suficientemente amplio (no inferior a 48 h) que evitará posibles limitaciones de acceso a la red. El inicio de este plazo se publicará en Aula Virtual y su final será el día 20 de mayo. Para resolver los problemas, se podrá hacer uso de todo el material explicado y disponible en Aula Virtual. Los y las estudiantes son responsables de la resolución individual de los dos problemas, a mano o por ordenador, su correcta digitalización en formato PDF y su posterior remisión al profesor en tiempo y forma. Si una persona no dispusiera de los medios necesarios para ello, deberá contactar con el profesor por correo electrónico con suficiente antelación, que dará traslado de dicha situación al servicio universitario encargado de su resolución. En todo caso, el estudiante deberá conservar el original de todo el material entregado al profesor.

Las notas se publicarán con posterioridad a la fecha límite de la primera convocatoria prevista en el calendario oficial de exámenes, pero con suficiente antelación respecto de la correspondiente a la segunda convocatoria. Si en el proceso de corrección surgieran dudas razonables sobre la posible utilización de ayudas externas y/o medios no autorizados en la realización de los problemas, se solicitará del estudiante afectado una justificación oral sobre los mismos, articulando un sistema de grabación y custodia como prueba.

2) Para los y las estudiantes que no hayan entregado a lo largo del curso el mínimo (2) de problemas tipo A (trabajos tutelados) de la evaluación continua voluntaria, los dos problemas obligatorios anteriores a resolver en un tiempo suficiente pero limitado constituirán el 100% de la calificación.

Para la segunda convocatoria se seguirá un procedimiento y criterio similar a la primera, que tendrá en cuenta la fecha límite marcada por la programación del calendario oficial de exámenes para la segunda convocatoria.



5. Bibliografia

5. Bibliografía

Todo el material bibliográfico básico de la asignatura (apuntes de teoría tipo Power Point, problemarios resueltos y propuestos, seminarios de ampliación, etc.) se mantuvo vigente, pues estaba disponible en Aula Virtual desde el principio del curso. Asimismo, se realizaron transparencias locutadas adicionales de todas las clases no presenciales programadas.