

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

|                      |                    |
|----------------------|--------------------|
| <b>Codi</b>          | 34246              |
| <b>Nom</b>           | Física estadística |
| <b>Cicle</b>         | Grau               |
| <b>Crèdits ECTS</b>  | 4.5                |
| <b>Curs acadèmic</b> | 2020 - 2021        |

**Titulació/titulacions**

| <b>Titulació</b>      | <b>Centre</b>      | <b>Curs</b> | <b>Període</b>     |
|-----------------------|--------------------|-------------|--------------------|
| 1105 - Grau en Física | Facultat de Física | 3           | Segon quadrimestre |

**Matèries**

| <b>Titulació</b>      | <b>Matèria</b>                         | <b>Caràcter</b> |
|-----------------------|----------------------------------------|-----------------|
| 1105 - Grau en Física | 7 - Termodinàmica i Física Estadística | Obligatòria     |

**Coordinació**

| <b>Nom</b>                 | <b>Departament</b>                       |
|----------------------------|------------------------------------------|
| 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:

- 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;
- resoldre problemes pràctics amb gasos ideals (clàssic i quàntics) i sistemes de partícules interactives;
- 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            |
| <b>TOTAL</b>                                    | <b>112,50</b> |              |

**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**

D'acord amb els nous ajustos de la docència de les titulacions oficials de la UVEG per a l'inici del segon quadrimestre del curs 2020-21, i que es recull en la resolució de la Rectora de la Universitat de València, de 28 de gener de 2021, <https://links.uv.es/8kXO6vG> afegim aquesta addenda a la metodologia docent de les Guies Docents de les assignatures de segon quadrimestre:

#### **METODOLOGIA DOCENT:**

Durant el mes de febrer 2021, la docència de teories i seminaris-treballs tutelats, passen a modalitat de videoconferència síncrona impartida en l'horari fixat per l'assignatura i el grup. A partir de l'1 de març, se seguirà la modalitat docent indicada en la Guia Docent i a les modalitats docents aprovades en les Comissions Acadèmiques de Títol dels mesos de juliol 2020 i novembre 2020, respectivament, tret que les autoritats sanitàries i Rectorat indiquin una nova reducció de presencialitat, en aquest cas es tornaria a la modalitat de videoconferència síncrona.

**CONTINGUTS:** Les seccions dels Temes teòrics els continguts de les quals es reduiran s'indiquen clarament en els fitxers tipus pdf respectius pujats a Aula Virtual i disponibles per a tot l'alumnat.

**AVALUACIÓ:** El format inicialment proposat per a l'examen final (qüestions de teoria i problemes) i el seu pes en l'avaluació (70% enfront del 30% de l'avaluació contínua basada en treballs tutelats al llarg del curs) podria experimentar variacions en funció de les condicions i normes sanitàries existents. Si eixe fora





el cas, es comunicaran amb suficient antelació a tot l'alumnat.

