

**49200 - FÍSICA ESTADÍSTICA Y
SISTEMAS COMPLEJOS**

CENTRO: 180 - Escuela de Ingeniería Informática

TITULACIÓN: 4046 - Grado en Ingeniería Física y Matemática

ASIGNATURA: 49200 - FÍSICA ESTADÍSTICA Y SISTEMAS COMPLEJOS

CÓDIGO UNESCO: 2213

TIPO: Obligatoria

CURSO: 4

SEMESTRE: 1º semestre

CRÉDITOS ECTS: 6

Especificar créditos de cada lengua:

ESPAÑOL: 6

INGLÉS:

Enlace a la MEMORIA DE VERIFICACIÓN

<https://www2.ulpgc.es/plan-estudio/4046/40/verificacion/4>

REQUISITOS PREVIOS RESPECTO A ASIGNATURAS DE LA TITULACIÓN

Mecánica Analítica y Relatividad, Termodinámica, Fundamentos de Mecánica Cuántica

CONTENIDOS TEÓRICOS, PRÁCTICOS Y DE LABORATORIO

La Agenda 2030 plantea, que para hacer efectivo el desarrollo sostenible, se debe actuar contra la pobreza en todas sus formas y dimensiones, la desigualdad, trabajar en favor de la preservación del planeta, la promoción de una economía sostenible y el fomento de la inclusión social. Por tanto, el compromiso con la sostenibilidad debe abordar de manera sistémica las dimensiones económica, social y ambiental. Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) inciden claramente en presentar la educación como un instrumento para avanzar en la sostenibilidad. Esta asignatura se adhiere a las directrices sobre sostenibilidad curricular emitidas por la CRUE y la propia ULPGC a través la Agenda 2030, y sus 17 ODS. Las competencias y contenidos de "Física Estadística y Sistemas Complejos" integrarán contenidos y referencias a los ODS: 4 y 8; y la metodología y la evaluación se guiarán por buenas prácticas de sostenibilidad en todo lo posible. En particular, el programa junto con las actividades a realizar en la asignatura, se abordarán teniendo en cuenta los ODS principalmente relacionados con "Física Estadística y Sistemas Complejos".

Tema 1. Introducción.

1.1 Consideraciones generales.

1.2 Fundamentación y estructura.

Bibliografía: [2],[3]

Tema 2. Física estadística clásica del equilibrio.

2.1. Macroestados y microestados. Descripciones macroscópicas y microscópicas.

2.2. Propiedades mecánico-termodinámicas. Valor observado.

2.3. Función densidad.

2.4. Ecuación clásica de Liouville.

2.5. Sistemas en equilibrio. Postulado de igualdad de probabilidad a priori.

2.6. Colectividad microcanónica.

2.7. Colectividad canónica.

2.8. Colectividad macrocanónica.

2.9. Aplicaciones: Gas ideal monoatómico. Estadística de Maxwell-Boltzmann. Teorema

generalizado de equipartición.

Bibliografía: [2],[3]

Tema 3. Física Estadística cuántica del equilibrio.

3.1 Introducción.

3.2. Operador densidad.

3.3. Colectividad microcanónica.

3.4. Colectividad canónica

3.5. Colectividad macrocanónica.

3.6. Partículas idénticas. Fermiones y bosones.

3.7. Estadística de los números de ocupación.

3.8. Aplicaciones: Gas ideal cuántico. Paramagnetismo.

Bibliografía: [2],[3]

Tema 4. Gas de Fermi.

4.1. Potencial químico.

4.2. Propiedades termodinámicas de un gas de Fermi.

4.3. Ejemplos: metales, estrellas de neutrones y enanas blancas.

Bibliografía: [2],[3],[4]

Tema 5. Gas de Bose.

5.1. Gas degenerado de Bose-Einstein.

5.2. Condensación de bose-Einstein. Superfluidez.

5.3. Propiedades de un gas de Bose a bajas temperaturas.

5.4. Gas de fotones en equilibrio.

5.5. Excitaciones bosónicas: fonones y magnones.

Bibliografía: [2],[3],[4]

Tema 6. Transiciones de fase y orden.

6.1. Definición. Parámetro de orden. Clasificación.

6.2 Modelo de Ising. Teoría del campo medio.

6.3. Rotura de simetrías.

Bibliografía: [4],[5]

Tema 7. Introducción a la física de sistemas complejos.

7.1. Definición de sistema complejo. Características. Ejemplos. Modelos matemáticos. Análisis de propiedades emergentes. Relación entre la Física Estadística y los sistemas complejos.

7.2. Punto crítico. Punto de bifurcación. Atractores.

7.3. Escalas espaciales y temporales en sistemas complejos. Funciones de correlación espacial y temporal: comportamientos cerca del punto crítico. Leyes de potencia.

7.4. Sistemas caóticos. Características. Caos estocástico. Relación con los sistemas complejos.

7.5. Fractales. Características y tipos. Formación de fractales. Relación con los sistemas complejos.

7.6. Modelos de Ising, de percolación y de montaña de arena.

Bibliografía: [1]

Práctica de informática (PI): Simulación numérica de sistemas de muchas partículas.

Bibliografía: [2],[3]

EVALUACIÓN:

Criterios y sistemas de evaluación

Leyenda de actividades formativas.

AF1: Sesiones académicas de fundamentación

AF2: Sesiones académicas de interacción.

AF3: Sesiones académicas de prácticas de laboratorio/informáticas.

AF4: Sesiones académicas de prácticas de aula.

AF5: Trabajos.

AF6: Estudio.

Criterios y sistemas de evaluación

Las fuentes de evaluación que se usarán son las que se detallan a continuación:

FE1. Realización de exámenes o pruebas escritas. En la corrección de estas, por parte del profesor, se considerará: (a) la capacidad del alumno para explicar el procedimiento seguido para la resolución de las cuestiones y los problemas planteados, sí como las hipótesis necesarias para ello. (b) La capacidad de expresar correctamente el resultado final obtenido en los problemas y el uso de las unidades correctas. (c) El orden y la claridad en la resolución de las cuestiones y problemas.

Actividades formativas que contribuye a evaluar: AF1, AF2, AF4, y AF5.

(Competencias que evalúa: CB1, CB2, CB3, CB5, CG1, CG3, CE1, CE2)

FE2. Realización de trabajos no presenciales (que pueden ser realizados de forma individual o en grupos de dos estudiantes) en los que se resolverán problemas propuestos por el profesor que tienen relación con los contenidos teóricos del curso y que requerirán simulaciones numéricas sencillas. La corrección de algunos de estos trabajos se podrá realizar mediante una presentación oral de ellos por los estudiantes. En la corrección de los trabajos, por parte del profesor, se considerará la resolución correcta del problema, así como la redacción apropiada del pequeño informe que se debe presentar, en donde se incluyan los objetivos que se pretenden alcanzar y las hipótesis realizadas en el desarrollo del trabajo.

Actividades formativas que contribuye a evaluar: AF1, AF2, AF3, AF4, y AF5.

(Competencias que evalúa: CB1, CB2, CB3, CB4, CB5, CG1, CG3, CG4, CG5, CG6, CT1, CT2, CT3, CE1, CE2, CE5, CE6, CE15)

FE3. Informes de las prácticas de laboratorio/computacionales (realizadas de forma individual). Los alumnos presentarán durante el curso los informes de las tres prácticas informáticas realizadas. En la evaluación de las prácticas informáticas se considera el trabajo que realizado en la sala informática así como el informe que al final debe entregar. Para la evaluación de este se considerará que los códigos que deban realizar sean correctos, que los apliquen para las cuestiones que se les plantee y que los resultados que obtengan sean razonables y que realicen un razonamiento crítico de estos. Finalmente, se evaluará, también, la calidad en de la presentación del informe.

Actividades formativas que contribuye a evaluar: AF1, AF2, AF3, AF4, y AF5.

(Competencias que evalúa: CB1, CB2, CB3, CB4, CB5, CG1, CG3, CG4, CG5, CT1, CT2, CT3, CE1, CE2, CE5, CE6, CE15)

En la Convocatoria Ordinaria se emplearán los siguientes sistemas de evaluación:

(a) Examen parcial que no libera materia. Se realizará un examen parcial. Se corresponderá con los contenidos de los temas 1 al 3.

- (b) Examen final en convocatoria. En este examen todos los estudiantes se examinarán de los contenidos de todos los temas de la asignatura.
- (c) Informes de las prácticas informáticas realizadas durante el curso.
- (d) Trabajo no presencial, que se entregará al profesor al finalizar el curso.

En las Convocatorias Extraordinaria y Especial se emplearán los siguientes sistemas de evaluación:

- (a) Examen final en convocatoria. En este examen todos los estudiantes se examinarán de los contenidos de todos los temas de la asignatura.
- (b) Informes de las prácticas informáticas realizadas durante el curso.
- (c) Trabajo no presencial, que se entregará al profesor al finalizar el curso.

En cualquiera de las convocatorias, si el estudiante ha hecho uso de la IA en cualquiera de sus actividades, deberá indicarlo expresamente en ellas.

Criterios de calificación

Notación:

CEP: calificación del examen parcial (FE1).

CEF: calificación del examen final (FE1).

CT: calificación del trabajo no presencial (FE2).

CP: calificación de las prácticas informáticas (FE3).

En la Convocatoria Ordinaria la calificación final se obtiene como:

$$\text{Calificación final} = 0.20 \cdot \text{CEP} + 0.60 \cdot \text{CEF} + 0.10 \cdot \text{CT} + 0.10 \cdot \text{CP}$$

En las Convocatorias Extraordinaria y Especial la calificación final se obtiene como:

$$\text{Calificación final} = 0.80 \cdot \text{CEF} + 0.10 \cdot \text{CT} + 0.10 \cdot \text{CP}$$

En todas las convocatorias, para aprobar la asignatura deben cumplirse los siguientes requisitos:

(1) La calificación tanto de CEF como de CP debe ser mayor o igual a 4.5 puntos (sobre 10).

(2) La calificación final debe ser mayor o igual a 5 puntos (sobre 10).

Si no se cumplen ambos requisitos, la calificación final de la asignatura será como máximo 4 puntos (sobre 10).

Si el estudiante no se presenta al examen de convocatoria, la calificación será No Presentado.

PLANIFICACIÓN SEMANAL

Semana 1.

Contenidos a tratar: Temas 1 y 2

Horas presenciales: 4 horas AF1

Horas no presenciales: 1 horas AF5 y 5 horas AF6

Semana 2.

Contenidos a tratar: Tema 2

Horas presenciales: 4 horas AF2

Horas no presenciales: 1 horas AF5 y 5 horas AF6

Semana 3.

Contenidos a tratar: Tema 2

Horas presenciales: 4 horas AF2

Horas no presenciales: 1 horas AF5 y 5 horas AF6

Semana 4.

Contenidos a tratar: Tema 2

Horas presenciales: 3 horas AF1 y 1 hora AF2

Horas no presenciales: 1 horas AF5 y 5 horas AF6

Semana 5.

Contenidos a tratar: Temas 2 y 3

Horas presenciales: 3 horas AF1 y 1 hora AF2

Horas no presenciales: 1 horas AF5 y 5 horas AF6

Semana 6.

Contenidos a tratar: Tema 3

Horas presenciales: 3 horas AF1 y 1 horas AF4

Horas no presenciales: 1 horas AF5 y 5 horas AF6

Semana 7.

Contenidos a tratar: Tema 3

Horas presenciales: 3 horas AF1 y 1 hora AF2

Horas no presenciales: 1 horas AF5 y 5 horas AF6

Semana 8.

Contenidos a tratar: Tema 3

Horas presenciales: 3 horas AF1 y 1 hora AF4

Horas no presenciales: 1 horas AF5 y 5 horas AF6

Semana 9.

Contenidos a tratar: Tema 4

Horas presenciales: 3 horas AF1 y 1 hora AF2

Horas no presenciales: 1 horas AF5 y 5 horas AF6

Semana 10.

Contenidos a tratar: Tema 4 y PI

Horas presenciales: 3 horas AF1 y 1 horas AF3

Horas no presenciales: 1 horas AF5 y 5 horas AF6

Semana 11.

Contenidos a tratar: Tema 5 y PI

Horas presenciales: 3 horas AF1 y 1 horas AF3

Horas no presenciales: 1 horas AF5 y 5 horas AF6

Semana 12.

Contenidos a tratar: Temas 5 y 6 y PI

Horas presenciales: 3 horas AF1 y 1 hora AF3

Horas no presenciales: 1 horas AF5 y 5 horas AF6

Semana 13.

Contenidos a tratar: Tema 6 y PI

Horas presenciales: 3 horas AF1 y 1 hora AF3

Horas no presenciales: 1 horas AF5 y 5 horas AF6

Semana 14.

Contenidos a tratar: Tema 7 y PI

Horas presenciales: 3 horas AF1 y 1 horas AF3

Horas no presenciales: 1 hora AF5 y 5 horas AF6

Semana 15.

Contenidos a tratar: Tema 7 y PI

Horas presenciales: 3 horas AF1 y 1 hora AF3

Horas no presenciales: 1 horas AF5 y 5 horas AF6

PROFESORADO

Dr./Dra. Rafael Rodríguez Pérez

(COORDINADOR)

Departamento: 257 - FÍSICA

Ámbito: 385 - Física Aplicada

Área: 385 - Física Aplicada

Despacho: FÍSICA

Teléfono: 928451287 **Correo Electrónico:** rafael.rodriguezperez@ulpgc.es

CV: [Información curricular del profesor](#)

BIBLIOGRAFÍA

[1 Básico] Mecánica estadística I

Javier Brey Abalo, Juan de la Rubia Pacheco, Javier de la Rubia Sánchez.

UNED,, Madrid : (2001)

8436245725

[2 Básico] Curso de Física Estadística I

Jordi Ortín Rull, José María Sancho Herrero.

Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona,, Barcelona : (2006)

978-84-475-3117-2

[3 Básico] Essential Statistical Mechanics

Malcolm Kennett

- (2021)

978-1-108-48078-9

[4 Básico] STATISTICAL MECHANICS OF PHASES AND PHASE TRANSITIONS

Steven A. Kivelson, Jack Mingde Jiang and Jeffrey Chang

- (2024)

978-0-691-24974-2

[5 Básico] Nonlinear dynamics and chaos :with applications to physics, biology, chemistry, and engineering I

Steven H. Strogatz.

Addison-Wesley : Perseus Books,, Reading, Mass. : (1998)

0201543443