

# **Facultad de Ciencias**

## **Grado en Física**

**GUÍA DOCENTE DE LA ASIGNATURA:**

**Física Estadística**  
**(2019 - 2020)**

## 1. Datos descriptivos de la asignatura

Asignatura: Física Estadística	Código: 279193201
<ul style="list-style-type: none"><li>- Centro: <b>Facultad de Ciencias</b></li><li>- Lugar de impartición: <b>Facultad de Ciencias</b></li><li>- Titulación: <b>Grado en Física</b></li><li>- Plan de Estudios: <b>2009 (Publicado en 2009-11-25)</b></li><li>- Rama de conocimiento: <b>Ciencias</b></li><li>- Itinerario / Intensificación:</li><li>- Departamento/s: <b>Física</b></li><li>- Área/s de conocimiento: <b>Física Aplicada</b></li><li>- Curso: <b>3</b></li><li>- Carácter: <b>Obligatorio</b></li><li>- Duración: <b>Segundo cuatrimestre</b></li><li>- Créditos ECTS: <b>6,0</b></li><li>- Modalidad de impartición: <b>Presencial</b></li><li>- Horario: <b>Enlace al horario</b></li><li>- Dirección web de la asignatura: <b><a href="http://www.campusvirtual.ull.es">http://www.campusvirtual.ull.es</a></b></li><li>- Idioma: <b>Castellano</b></li></ul>	

## 2. Requisitos para cursar la asignatura

Los alumnos que no superen el 50% de los créditos del módulo de Formación Básica deberán matricularse, en el curso siguiente, de los créditos no superados y sólo podrán matricularse del número de créditos apropiado de este módulo hasta llegar al máximo de 60 créditos

## 3. Profesorado que imparte la asignatura

Profesor/a Coordinador/a: DANIEL ALONSO RAMIREZ
- Grupo: <b>Único</b>
<b>General</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Nombre: <b>DANIEL</b></li><li>- Apellido: <b>ALONSO RAMIREZ</b></li><li>- Departamento: <b>Física</b></li><li>- Área de conocimiento: <b>Física Aplicada</b></li></ul>

**Contacto**

- Teléfono 1:
- Teléfono 2:
- Correo electrónico: **dalonso@ull.es**
- Correo alternativo: **dalonso@ull.edu.es**
- Web: **<http://dalonso.webs.ull.es/>**

**Tutorías primer cuatrimestre:**

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Lunes	10:30	12:30	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	5ª planta desp. 53
Todo el cuatrimestre		Martes	10:30	12:30	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	5ª planta desp. 53
Todo el cuatrimestre		Martes	15:00	17:00	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	5ª planta desp. 53

Observaciones: (El lugar y horario de tutorías pueden sufrir modificaciones puntuales que serán debidamente comunicadas a los alumnos en tiempo y forma)

**Tutorías segundo cuatrimestre:**

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Lunes	10:30	12:30	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	5ª planta desp. 53
Todo el cuatrimestre		Martes	10:30	12:30	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	5ª planta desp. 53
Todo el cuatrimestre		Martes	15:00	17:00	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	5ª planta desp. 53

Observaciones: (El lugar y horario de tutorías pueden sufrir modificaciones puntuales que serán debidamente comunicadas a los alumnos en tiempo y forma)

**Profesor/a: ANTONIA RUIZ GARCIA**

- Grupo: <b>Único</b>						
<b>General</b> - Nombre: <b>ANTONIA</b> - Apellido: <b>RUIZ GARCIA</b> - Departamento: <b>Física</b> - Área de conocimiento: <b>Física Aplicada</b>						
<b>Contacto</b> - Teléfono 1: <b>922 318 266</b> - Teléfono 2: - Correo electrónico: <b>anruiz@ull.es</b> - Correo alternativo: - Web: <b>http://www.campusvirtual.ull.es</b>						
<b>Tutorías primer cuatrimestre:</b>						
Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Martes	13:30	16:30	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	4-A (4ª Planta)
Todo el cuatrimestre		Miércoles	13:30	16:30	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	4-A (4ª Planta)
Observaciones: El horario de tutorías puede sufrir modificaciones puntuales que serán debidamente comunicadas a los alumnos en tiempo y forma.						
<b>Tutorías segundo cuatrimestre:</b>						
Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Martes	13:30	16:30	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	4-A (4ª Planta)
Todo el cuatrimestre		Miércoles	13:30	16:30	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	4-A (4ª Planta)
Observaciones: El horario de tutorías puede sufrir modificaciones puntuales que serán debidamente comunicadas a los alumnos en tiempo y forma.						

#### 4. Contextualización de la asignatura en el plan de estudio

Bloque formativo al que pertenece la asignatura: **Física Obligatoria**

Perfil profesional:

## 5. Competencias

### Competencias Generales

**CG2** - Adquirir una sólida base teórica, matemática y numérica, que permita la aplicación de la Física a la solución de problemas complejos mediante modelos sencillos

**CG3** - Desarrollar una clara percepción de situaciones aparentemente diferentes pero que muestran evidentes analogías físicas, lo que permite la aplicación de soluciones conocidas a nuevos problemas. Para ello es importante que el alumnado, además de dominar las teorías físicas, adquiera un buen conocimiento y dominio de los métodos matemáticos y numéricos más comúnmente utilizados.

**CG4** - Desarrollar la habilidad de identificar los elementos esenciales de un proceso o una situación compleja que le permita construir un modelo simplificado que describa, con la aproximación necesaria, el objeto de estudio y permita realizar predicciones sobre su evolución futura. Así mismo, debe ser capaz de comprobar la validez del modelo introduciendo las modificaciones necesarias cuando se observen discrepancias entre las predicciones y las observaciones y/o los resultados experimentales.

**CG6** - Saber organizar y planificar el tiempo de estudio y de trabajo, tanto individual como en grupo; ello les llevará a aprender a trabajar en equipo y a apreciar el valor añadido que esto supone.

**CG7** - Ser capaz de participar en debates científicos y de comunicar tanto de forma oral como escrita a un público especializado o no cuestiones relacionadas con la Ciencia y la Física. También será capaz de utilizar en forma hablada y escrita otro idioma, relevante en la Física y la Ciencia en general, como es el inglés.

**CG8** - Poseer la base necesaria para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía, tanto desde la formación científica, (realizando un master y/o doctorado), como desde la actividad profesional.

### Competencias Básicas

**CB2** - Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio

**CB3** - Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética

**CB4** - Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado

**CB5** - Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía

### Competencias Específicas

**CE1** - Conocer y comprender los esquemas conceptuales básicos de la Física y de las ciencias experimentales.

**CE3** - Tener una buena comprensión de las teorías físicas más importantes, localizando en su estructura lógica y

matemática, su soporte experimental y el fenómeno físico que puede ser descrito a través de ellas.

**CE11** - Adquirir destreza en la modelización matemática de fenómenos físicos.

**CE14** - Analizar, sintetizar, evaluar y describir información y datos científicos

**CE19** - Desarrollar la "intuición" física.

**CE23** - Ser capaz de evaluar claramente los órdenes de magnitud, así como de desarrollar una clara percepción de las situaciones que son físicamente diferentes, pero que muestran analogías, permitiendo el uso de soluciones conocidas a nuevos problemas.

**CE24** - Afrontar problemas y generar nuevas ideas que puedan solucionarlos

**CE26** - Dominar la expresión oral y escrita en lengua española, y también en lengua inglesa, dirigida tanto a un público especializado como al público en general.

**CE28** - Adquirir hábitos de comportamiento ético en laboratorios científicos y en aulas universitarias.

**CE29** - Organizar y planificar el tiempo de estudio y trabajo, tanto individual como en grupo.

**CE30** - Saber discutir conceptos, problemas y experimentos defendiendo con solidez y rigor científico sus argumentos.

**CE31** - Saber escuchar y valorar los argumentos de otros compañeros.

**CE33** - Ser capaz de identificar lo esencial de un proceso / situación y establecer un modelo de trabajo del mismo.

## 6. Contenidos de la asignatura

### Contenidos teóricos y prácticos de la asignatura

#### 1. INTRODUCCIÓN A LA TEORÍA DE PROBABILIDADES

1.1. Conceptos básicos

1.2. Distribuciones de probabilidad de una variable. Distribución de Gauss. Valor medio y varianza

1.3. Distribuciones de probabilidad de varias variables. Correlaciones.

1.4. Teorema del Límite Central. Teorema de Doob para distribuciones gaussianas

#### 2. COLECTIVIDADES DE GIBBS CLÁSICAS

2.1. Descripción microscópica de un sistema microscópico

2.2. Espacio de fases

2.3. Teorema de Liouville y evolución de la función densidad

2.4. Sistemas en equilibrio. Constantes de movimiento relevantes

2.5. Colectivos estadísticos de Gibbs: Colectivo Microcanónico. Hipótesis ergódica

2.6. Colectivo Canónico

2.7. Colectivo Macrocanónico

2.8. Casos prácticos

#### 3. COLECTIVIDADES DE GIBBS CUÁNTICAS

3.1. Sistemas cuánticos de N-partículas

- 3.2. Partículas idénticas. Teorema de spín estadística. Fermiones y Bosones.
- 3.3. Operador densidad. Estados puros y mezclas
- 3.4. Descripción estadística de un subsistema parte de un sistema, concepto de traza parcial
- 3.5. Colectividades estadísticas, Microcanónica, Canónica y Macrocanónica
- 3.6. Fluctuaciones
- 3.7. Casos prácticos
  
- 4. PARTÍCULAS IDÉNTICAS EN FÍSICA ESTADÍSTICA CUÁNTICA
  - 4.1. Gas ideal cuántico. Fermiones y Bosones
  - 4.2. Descripción en el colectivo Canónico.
  - 4.3. Descripción en el colectivo Macrocanónico. Números de ocupación. Distribuciones de Fermi-Dirac y Bose-Einstein
  - 4.4. Ecuación de estado para un gas fermiónico
  - 4.6. Presión de un gas ideal de Fermi respecto a un gas de Bose
  
- 5. OSCILADOR ARMÓNICO EN LA FÍSICA ESTADÍSTICA CUÁNTICA
  - 5.1. Propiedades generales. Hamiltoniano y espectro energético
  - 5.2. Oscilador armónico cuántico térmicamente excitado
  
- 6. GAS IDEAL DE BOSONES
  - 6.1. Gas ideal de fotones en equilibrio. Radiación del cuerpo negro
  - 6.2. Gas ideal de fonones. Vibraciones en un sólido cristalino y su contribución a la capacidad calorífica
  
- 7. GAS IDEAL DE FERMIONES
  - 7.1. Propiedades magnéticas. Paramagnetismo y diamagnetismo
  - 7.2. Otras aplicaciones del gas de fermiones.

Actividades a desarrollar en otro idioma

## 7. Metodología y volumen de trabajo del estudiante

### Descripción

La asignatura se divide en un 40% de actividades presenciales y un 60% de trabajo autónomo.  
De las actividades presenciales: el 50% corresponde a clases magistrales, el 25% corresponde a clases prácticas en el aula y el 25% corresponde a tutorías en grupos reducidos con evaluación continua.  
El alumno dispondrá de 90 horas de trabajo autónomo para realizar las actividades previstas, que incluyen la asistencia de forma individual a las tutorías de los profesores.

Actividades formativas en créditos ECTS, su metodología de enseñanza-aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante

Actividades formativas	Horas presenciales	Horas de trabajo autónomo	Total horas	Relación con competencias
------------------------	--------------------	---------------------------	-------------	---------------------------

Clases teóricas	26,00	0,00	26,0	[CE33], [CE31], [CE30], [CE29], [CE28], [CE26], [CE24], [CE23], [CE19], [CE14], [CE11], [CE3], [CE1], [CB5], [CB4], [CB3], [CB2], [CG8], [CG7], [CG6], [CG4], [CG3], [CG2]
Clases prácticas (aula / sala de demostraciones / prácticas laboratorio)	15,00	0,00	15,0	[CE33], [CE31], [CE30], [CE29], [CE28], [CE26], [CE24], [CE23], [CE19], [CE14], [CE11], [CE3], [CE1], [CB5], [CB4], [CB3], [CB2], [CG8], [CG7], [CG6], [CG4], [CG3], [CG2]
Realización de seminarios u otras actividades complementarias	15,00	0,00	15,0	[CE33], [CE31], [CE30], [CE29], [CE28], [CE26], [CE24], [CE23], [CE19], [CE14], [CE11], [CE3], [CE1], [CB5], [CB4], [CB3], [CB2], [CG8], [CG7], [CG6], [CG4], [CG3], [CG2]
Realización de exámenes	4,00	0,00	4,0	[CE1]
Estudio y trabajo autónomo en todas las actividades	0,00	90,00	90,0	[CE33], [CE31], [CE30], [CE29], [CE28], [CE26], [CE24], [CE23], [CE19], [CE14], [CE11], [CE3], [CE1], [CB5], [CB4], [CB3], [CB2], [CG8], [CG7], [CG6], [CG4], [CG3], [CG2]
Total horas	60,00	90,00	150,00	
Total ECTS			6,00	



## 8. Bibliografía / Recursos

### Bibliografía Básica

#### Teoría:

- Prof. F. Mauricio, "Notas de Mecánica Estadística" (Universidad de La Laguna)
- J. Ortín Rull y J.M. Sancho Herrero, "Curso de Física Estadística" (Universidad de Barcelona, 2001)
- K. Huang, "Statistical Mechanics" (John Wiley, 1988).  
Problemas:
  - C. Fernández y J.M. Rodríguez, "100 problemas de Física Estadística" (Alianza Editorial, 1996)
  - R. Kubo, "Statistical Mechanics" (North Holland, 1971)
  - Dalvit A. R.D, Frastai J., Lawrie D. I. "Problems on Statistical Mechanics", Graduate student series in physics. Institute of Physics Publishing (1999)

### Bibliografía Complementaria

- L.D. Landau & E.M. Lifschitz, "Statistical Physics" (Butterworth-Heinemann, 1997)
- R.K. Pathria, "Statistical Mechanics" (Pergamon Press, 1995)

### Otros Recursos

En algunos casos en los ejercicios prácticos requieren que se representen gráficamente los resultados o que se hagan pequeñas estimaciones numéricas. El nivel exigido es el que ha adquirido el alumno en el curso de Computación Científica de primer curso basado en Python. Lenguajes como el Mathematica, Matlab, Octave o MapleV, son recomendables.

## 9. Sistema de evaluación y calificación

### Descripción

La evaluación de la asignatura se hará en base a la calificación obtenida según el modelo de evaluación establecido en la memoria de verificación del título, consistente en una serie de pruebas de evaluación realizadas a lo largo del cuatrimestre (c) y un examen escrito (z), de carácter obligatorio, que se realice en las convocatorias oficiales al finalizar el cuatrimestre. Este examen además recupera la evaluación de las competencias no superadas a lo largo del cuatrimestre. La calificación final será el resultado ponderado de las evaluaciones mencionadas, obtenida a partir del modelo especificado en la Memoria del Grado de Física de la ULL. De acuerdo a dicho modelo, la calificación final de la asignatura vendrá dada por:

$$p=z+0.4 c(1-0.1 z)$$

siendo c la calificación obtenida en la evaluación continua (en escala de 0-10) y z es la calificación obtenida en el examen

final escrito (en escala de 0-10).

- El seguimiento de las pruebas de evaluación (c) si bien es recomendable es optativo por parte del alumno.
- Para aplicar la formula anterior se requiere que en el examen global se supere 1/3 de la calificación máxima ( $z \geq 10/3$ ) y que se apruebe la evaluación continua ( $c \geq 5$ ).
- La calificación de los alumnos que no opten a la evaluación (c) o no aprueben la misma será la calificación de la prueba de evaluación final (z).

Las convocatorias de evaluación única (Julio, Septiembre) se realizarán mediante una prueba de evaluación escrita (z) pudiendo incorporarse a la misma la calificación (c) obtenida a lo largo del cuatrimestre en el que se imparte la asignatura, con análoga ponderación a la establecida para la convocatoria de junio del mismo curso académico.

El proceso de evaluación realizado en el transcurso del cuatrimestre se fundamenta en:

- La realización de pruebas escritas.

El examen final escrito de la asignatura constará de:

- Cuestiones teóricas.
- Problemas, de dificultad semejante a los propuestos y resueltos a lo largo de la asignatura.

#### Estrategia Evaluativa

Tipo de prueba	Competencias Criterio	Ponderación
Pruebas de desarrollo	[CE1], [CE3], [CE11], [CE14], [CE19], [CE23], [CE24], [CE26], [CE28], [CE29], [CE30], [CE31], [CE33], [CG2], [CG3], [CG4], [CG6], [CG7], [CG8], [CB4], [CB5]	100,00 %

### 10. Resultados de Aprendizaje

- Adquisición de los elementos básicos de la Teoría de Probabilidades, tales como las distribuciones de probabilidad de una y varias variables y el Teorema del Límite Central.
- Comprensión de la Teoría de las Colectividades Estadísticas de Gibbs, tanto la Clásica como la Cuántica.
- Aplicaciones a sistemas concretos tales como una molécula diatómica, o los defectos puntuales en sólidos reticulares.
- Conocimiento y comprensión de los sistemas formados por partículas idénticas en Física Estadística Cuántica.
- Adquisición de las herramientas de la Física Estadística necesarias para el estudio de sistemas modelizados por gases ideales de bosones y de fermiones, tales como la radiación del cuerpo negro, las vibraciones en un sólido cristalino, y las propiedades magnéticas en sólidos.

## 11. Cronograma / calendario de la asignatura

### Descripción

Distribución del contenido de la asignatura a lo largo de las 15 semanas en las que tienen lugar las clases magistrales, las clases prácticas en el aula y las tutorías en grupos reducidos. A lo largo de estas 15 semanas se llevará a cabo la evaluación continua de la asignatura. El examen final escrito se realizará entre las semanas 16-18, en las fechas establecidas por la Junta de Facultad de Física para las convocatorias oficiales.

El cronograma que se indica tiene carácter orientativo y está sujeto a variaciones en función del desarrollo de la materia y del Calendario Académico.

Segundo cuatrimestre					
Semana	Temas	Actividades de enseñanza aprendizaje	Horas de trabajo presencial	Horas de trabajo autónomo	Total
Semana 1:	1	Clases presenciales de teoría y problemas y trabajo autónomo	4.00	6.00	10.0
Semana 2:	1,2	Clases presenciales de teoría y problemas y trabajo autónomo	4.00	6.00	10.0
Semana 3:	2	Clases presenciales de teoría y problemas y trabajo autónomo	4.00	6.00	10.0
Semana 4:	2	Clases presenciales de teoría y problemas y trabajo autónomo	4.00	6.00	10.0
Semana 5:	2	Clases presenciales de teoría y problemas y trabajo autónomo	4.00	6.00	10.0
Semana 6:	3	Clases presenciales de teoría y problemas y trabajo autónomo	4.00	6.00	10.0
Semana 7:	3	Clases presenciales de teoría y problemas y trabajo autónomo	4.00	6.00	10.0
Semana 8:	3,4	Clases presenciales de teoría y problemas y trabajo autónomo	4.00	6.00	10.0
Semana 9:	4	Clases presenciales de teoría y problemas y trabajo autónomo	4.00	6.00	10.0
Semana 10:	4	Clases presenciales de teoría y problemas y trabajo autónomo	4.00	6.00	10.0

Semana 11:	4,5	Clases presenciales de teoría y problemas y trabajo autónomo	4.00	6.00	10.0
Semana 12:	5,6	Clases presenciales de teoría y problemas y trabajo autónomo	4.00	6.00	10.0
Semana 13:	6	Clases presenciales de teoría y problemas y trabajo autónomo	4.00	6.00	10.0
Semana 14:	6	Clases presenciales de teoría y problemas y trabajo autónomo	2.00	6.00	8.0
Semana 15:	7	Clases presenciales de teoría y problemas y trabajo autónomo	2.00	6.00	8.0
Semana 16 a 18:	Evaluación	Evaluación del alumnado	4.00	0.00	4.0
Total			60.00	90.00	150.0