



Asignatura: Física Estadística Avanzada
Código: 32669
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Máster en Física de la Materia Condensada y de los
Sistemas Biológicos
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria (especialidad de Nanofísica)
Nº de créditos: 6 ECTS

ASIGNATURA / COURSE TITLE

Física Estadística Avanzada / [Advanced Statistical Physics](#)

1.1. Código / Course number

32669

1.2. Materia / Content area

Módulo obligatorio de especialidad: Nanofísica / [Compulsory Specialization Module: Nanophysics](#)

1.3. Tipo / Course type

Formación obligatoria / [Compulsory subject](#)

1.4. Nivel / Course level

Máster / [Master \(second cycle\)](#)

1.5. Curso/ Year

1º / 1st

1.6. Semestre / Semester

1º / 1nd ([Spring semester](#))

1.7. Idioma / Language

Inglés, español / [English/Spanish](#)

1.8. Requisitos previos / Prerequisites

1.9. Requisitos mínimos de asistencia a las sesiones presenciales / [Minimum attendance requirement](#)

Asistencia mínima: 80% de clases teóricas y 80% de clases prácticas. La asistencia a los seminarios especializados es opcional pero altamente recomendable / [Minimum](#)



Asignatura: Física Estadística Avanzada
Código: 32669
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Máster en Física de la Materia Condensada y de los
Sistemas Biológicos
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria (especialidad de Nanofísica)
Nº de créditos: 6 ECTS

attendance for both theory and practical lectures: 80%. Attendance to seminars is highly recommended but optional.

1.10. Datos del equipo docente / Faculty data

Coordinador / [Coordinator: Pedro Tarazona Lafarga](#)
Departamento de Física Teórica de la Materia Condensada/ [Department of Condensed Matter Theoretical Physics](#)
Facultad de Ciencias / [Faculty Science](#)
Despacho - 602 Módulo C5/ [Office 602 - Module C5](#)
Teléfono 914974907 / [Phone: 91497 4907](#)
Correo electrónico/[Email: pedro.tarazona@uam.es](#)
Página web/[Website:](#)
Horario de atención al alumnado/[Office hours: \[11-18\]h](#)

1.11. Objetivos del curso / Course objectives

El objetivo de esta asignatura es conseguir, a través de la metodología docente empleada y las actividades formativas desarrolladas a lo largo del curso, que el estudiante, al finalizar el mismo, haya adquirido las nociones básicas sobre la teoría de transiciones de fase y sobre la fenomenología de los problemas de transporte, y sea capaz de aplicar estas nociones a otros problemas relacionados. Más específicamente, los estudiantes adquirirán los conocimientos fundamentales de las herramientas basadas en Física Estadística aplicadas a sistemas clásicos de partículas interactuantes (los sistemas cuánticos se cubren en otras asignaturas), haciendo especial hincapié a sus aplicaciones a sistemas complejos de interés en la física de la materia blanda y en sistemas de interés biológico, si bien las técnicas aprendidas son generales y aplicables a cualquier otro campo de la física de la materia condensada (estos otros campos se estudiarán en asignaturas optativas).

Estos resultados de aprendizaje contribuyen a la adquisición de las siguientes competencias del título:

- Desarrollar destrezas teóricas en entornos nuevos y aplicarlos a contextos más amplios.
- Analizar críticamente problemas complejos con información incompleta.
- Manejar fuentes de información científica y ser capaces de comprender la investigación actual en Física Estadística.
- Sintetizar y comunicar eficazmente los resultados obtenidos
- Ampliar conocimientos de modo autónomo.

que están recogidos con los siguientes códigos en dicha Memoria de Verificación: CG1, CG3, CB6, CB7, CB8, CB9, CB10, CE10, CE6, CE7, CE8, CE9.



Asignatura: Física Estadística Avanzada
Código: 32669
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Máster en Física de la Materia Condensada y de los
Sistemas Biológicos
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria (especialidad de Nanofísica)
Nº de créditos: 6 ECTS

The course is aimed at providing the student with basic concepts in the theory of phase transitions and transport phenomena, so that he/she is able to apply these concepts to other related problems. Specifically, the student will learn the basic statistico-mechanical tools of interacting classical systems (note that quantum systems are covered in other courses of the master), with special emphasis on soft matter and systems of biological interest. The tools reviewed in the course are however quite general and applicable to other fields of condensed-matter physics.

In addition to these goals, the course activities and teaching methodologies will promote the following skills as detailed in the Verification Report of the Master studies:

Development of theoretical competences in new environments and their application to broader contexts.

Critical analysis of complex problems in absence of complete information.

Scientific information managing skills and its deployment to reach an understanding of contemporary research in Statistical Physics.

Synthesis and effective communication of obtained results.

Acquisition of expanded knowledge beyond the syllabus in an autonomous manner.

These skills are further detailed in the mentioned Verification Report and are labeled as: CG1, CG2, CG3, CG4, CG5, CB6, CB7, CB8, CB9, CB10, CE10, CE6, CE7, CE8, CE9.

1.12. Contenidos del programa / Course contents

- ⤴ **Física estadística de sistemas con interacciones, modelos y aproximaciones:** Modelo de Ising para ferromagnetismo y equivalencia en modelo de gas de red, para fluidos. Desarrollos de alta y baja temperatura. Correlación y función respuesta./ **Statistical physics in systems with interactions:** Ising models for ferromagnetism and its equivalence to the lattice-gas model for fluids. High and low temperature concepts expansions. Correlations and response function.
- ⤴ **Transiciones de fase:** Aproximación de campo medio para el modelo de Ising y solución exacta en 1D. Relaciones dualidad en 2D y solución de Onsager para el modelo de Ising. Exponentes críticos y clases de universalidad. Escalamiento y grupo de renormalización./ **Phase transitions:** Mean field approximation of the Ising model and its exact solution in 1D. Duality relations in 2D, Onsager's solution for Ising model. Critical exponents and universality classes. Scaling and renormalization group.
- ⤴ **Simple and complex fluids:** Diagrama de fases vapor-líquido-sólido. Entropía de empaquetamiento, modelo de esferas duras. Funciones de distribución, modelo 1D de barras duras. Desarrollo del virial y volumen



Asignatura: Física Estadística Avanzada
Código: 32669
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Máster en Física de la Materia Condensada y de los
Sistemas Biológicos
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria (especialidad de Nanofísica)
Nº de créditos: 6 ECTS

excluido. Moléculas anisótropas, cristales líquidos, aproximaciones de Onsager y de Maier-Saupe./**Simple and complex fluids:** Vapour-liquid-solid phase diagrams. Packing entropy, hard-spheres model. Distribution functions, 1D hard-rods model. Virial expansion and excluded volume. Anisotropic molecules, liquid crystals, Onsager and Maier-Saupe approaches.

- ▲ **Superficies e interfases:** Teoría de Landau y formalismo del funcional de la densidad. Fluctuaciones, correlaciones y función respuesta, ecuación de Ornstein-Zernike. Modelos funcionales para fluidos simples y complejos. Fluctuaciones superficiales y hamiltonianos mesoscópicos./**Surfaces and Interfaces:** Landau theory and density functional formalism. Fluctuations, correlations and response function, Ornstein-Zernike equation. Functional models for simple and complex fluids. Surface fluctuations and mesoscopic Hamiltonians.
- ▲ **Aplicaciones en polímeros:** Teoría de Flory-Huggins para mezclas poliméricas /**Applications in polymers:** Flory Theory-Huggins for polymer blends
- ▲ **Termodinámica fuera de equilibrio y fenómenos de transporte:** Entropy production, thermodynamic forces and flows, Onsager relations. Niveles de descripción dinámicos: Dinámica Browniana, dinámica de Langevin. Ecuación de Fokker-Planck y de Smoluchovsky. Teoría de escape de Kramer. Movilidad hidrodinámica. **Non-equilibrium thermodynamics and transport phenomena:** Entropy production, thermodynamic forces and flows. Onsager relations. Description levels, Brownian Dynamics, Langevin Dynamics, Fokker-Planck and Smoluchovsky equations, Kramer escape rate, Hydrodynamic mobility.

1.13. Referencias de consulta / **Course bibliography**

- ▲ M. Plischke y B. Bergesen, Equilibrium Statistical Physics, World Scientific (1994).
- ▲ K. Huang, Statistical Physics, Wiley (1987).
- ▲ R. Pathria, Statistical Mechanics, Pergamon (1998).
- ▲ M. Kléman y O. D. Lavrentovich, Soft matter physics: an introduction, Springer Verlag (2003).
- ▲ J.L. Barrat, J.P. Hansen, Basic Concepts for Simple and Complex Liquids, Cambridge Univ. Press (2003)



Asignatura: Física Estadística Avanzada
Código: 32669
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Máster en Física de la Materia Condensada y de los
Sistemas Biológicos
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria (especialidad de Nanofísica)
Nº de créditos: 6 ECTS

- ⤴ R. A. L. Jones, Soft Condensed Matter, Oxford Master Series in Physics, (2002)
- ⤴ S-K Ma, Statistical Mechanics, Word Scientific (1985)
- ⤴ H. Risken, The Fokker-Planck Equation, Methods of Solution and Applications, Springer (1989)
- ⤴ J.K.G. Dhont, An Introduction to Dynamics of Colloids, Elsevier Science, (1996)

2. Métodos docentes / Teaching methodology

- ⤴ **Clases magistrales:** clases de teoría sobre los contenidos fundamentales de la asignatura, apoyas por una presentación proyectada y pizarra. El material audiovisual estará disponible para los estudiantes en la página web del Master o en las páginas personales de los profesores.
- ⤴ **Clases prácticas:** Solución de problemas propuestos en clase. Asimismo, algunos de los ejercicios serán resueltos en pizarra por los alumnos (en turno, o voluntario), promoviendo la discusión en grupo sobre el mismo.
- ⤴ **Discusiones en grupo:** discusiones sobre artículos/temas de investigación propuestos por los profesores.
- ⤴ **Seminarios avanzados:** sesiones monográficas por investigadores invitados sobre algún tema relacionado con la asignatura, con énfasis en los avances más recientes.
- ⤴ **Theory lectures:** Oral presentations by the teachers of the fundamental contents of the subject. Audiovisual material will be available for the students in the Master web page, or in the personal web pages of lecturers.
- ⤴ **Practical lectures:** Problems proposed over the course. On selected days, students will present some of these problems and promote group discussion.
- ⤴ **Group discussions:** Discussion of research papers proposed by the teachers.
- ⤴ **Advanced seminars:** Monographic sessions by invited researchers on some specific aspect related to the subject, with emphasis on the current state of the art.

3. Tiempo de trabajo del estudiante / Student workload



Asignatura: Física Estadística Avanzada
Código: 32669
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Máster en Física de la Materia Condensada y de los
Sistemas Biológicos
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria (especialidad de Nanofísica)
Nº de créditos: 6 ECTS

		Nº de horas	Porcentaje
Presencial	Clases teóricas/prácticas	46	40%
	Seminarios/Tutorías	10	
	Presentaciones	4	
No presencial	Estudio semanal	25	60%
	Preparación ejercicios	25	
	Preparación artículos de debate	25	
Carga total de horas de trabajo		150	

4. Métodos de evaluación y porcentaje en la calificación final / Evaluation procedures and weight of components in the final grade

Los resultados de aprendizaje serán evaluados a lo largo del curso mediante diferentes métodos de evaluación, cuya contribución a la calificación final será la siguiente:

Ejercicios entregados al profesor: 60%.

Participación en clase (preguntas, comentarios, discusión de artículos, presentación de ejercicios en clase): 40%.

En la presentación de ejercicios se evaluará la capacidad de aplicación de los conceptos del curso a la resolución de problemas prácticos y en la metodología y consecución de los planteamientos utilizados.

Exercises : 60%.

Participation (questions, comments, discussion about research articles, presentation of exercises in blackboard): 40%.



Asignatura: Física Estadística Avanzada
Código: 32669
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Máster en Física de la Materia Condensada y de los
Sistemas Biológicos
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria (especialidad de Nanofísica)
Nº de créditos: 6 ECTS

Exercises will be evaluated according to the ability of the student to apply basic concepts of the course to several practical problems posed to the student, and to the methodology used and results obtained.

5. Cronograma* / Course calendar

Semana aprox. Week	Contenido Contents	Horas presenciales Contact hours	Horas no presenciales Independent study time
1	Statistical physics of interacting systems	2	4
2-3	Phase transitions	8	22
4-5	Simple and complex fluids	8	22
6-7	Surfaces and interfaces	8	22
8-12	Applications polymers	6	15
13	Non-equilibrium thermodynamics and transport phenomena	18	25

*Este cronograma tiene carácter orientativo.