



Asignatura: Física Estadística Avanzada  
Código: 30594  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Máster en Física de la Materia Condensada y Nanotecnología  
Nivel: Máster  
Tipo: Asignatura obligatoria  
Nº de créditos: 4 ECTS

## ASIGNATURA / COURSE TITLE

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

### 1.1. Código / Course number

30594

### 1.2. Materia / Content area

Fundamentos de Física de la Materia Condensada / [Fundamentals of Condensed Matter Physics](#)

### 1.3. Tipo / Course type

Formación básica / [Compulsory subject](#)

### 1.4. Nivel / Course level

Máster / [Master \(second cycle\)](#)

### 1.5. Curso / Year

1º/1<sup>st</sup>

### 1.6. Semestre / Semester

1<sup>er</sup> trimestre / [1<sup>st</sup> trimester](#)

### 1.7. Número de créditos / Credit allotment

4 ECTS

### 1.8. Requisitos previos / Prerequisites

Para cursar esta asignatura es imprescindible poseer un buen conocimiento de Física Estadística básica y de Termodinámica, así como disponer de un nivel de inglés que permita al alumno leer bibliografía de consulta / [To follow this subject, a good background on elementary Statistical Physics and Thermodynamics is required. Students must have a suitable level of English to read references.](#)



Asignatura: Física Estadística Avanzada  
Código: 30594  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Máster en Física de la Materia Condensada y Nanotecnología  
Nivel: Máster  
Tipo: Asignatura obligatoria  
Nº de créditos: 4 ECTS

## 1.9. Requisitos mínimos de asistencia a las sesiones presenciales / **Minimum attendance requirement**

La asistencia es obligatoria / [Attendance is mandatory](#)

## 1.10. Datos del equipo docente / **Faculty data**

Docente / [Lecturer](#) (Coordinador)

Enrique Velasco Caravaca

Departamento de Física Teórica de la Materia Condensada/ [Department of Theoretical Condensed Matter Physics](#)

Facultad de Ciencias/ [Faculty of Science](#)

Despacho C-V 605/ [Office 605 Module 05](#)

Teléfono / [Phone](#): +34 91 497 4904

Correo electrónico/[Email](#): [enrique.velasco@uam.es](mailto:enrique.velasco@uam.es)

Página web/[Website](#): [http://www.uam.es/personal\\_pdi/ciencias/evelasco/](http://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/evelasco/)

Horario de atención al alumnado/[Office hours](#):

## 1.11. Objetivos del curso / **Course objectives**

El objetivo de este curso es que los estudiantes adquieran un conocimiento básico de las herramientas basadas en Física Estadística aplicadas a sistemas de partículas interactuantes. Se tratarán en profundidad diversas aproximaciones en distintos sistemas de materia condensada basadas en la aproximación de campo medio, dando asimismo un tratamiento unificado de esta aproximación. Se hará una introducción a la teoría de transiciones de fase. Se tratarán también los fenómenos críticos y se hará una introducción a las técnicas de renormalización. La aplicación de estas técnicas se hará en el contexto de los líquidos simples y complejos, así como en física de superficies, describiendo, en cada caso, no sólo las técnicas matemáticas sino la fenomenología física de cada tipo de sistemas./[The aim of this course is to provide the students with a basic knowledge of different techniques based on concepts of Statistical Physics, as applied to systems of interacting particles. Different approaches based on the mean-field approximation will be analysed in detail, and applied to a number of systems typical of condensed-matter physics. A unified approach to the mean-field approximation will be emphasised. Also, an introduction to the theory of phase transitions will be given. Critical phenomena and renormalisation-group techniques will be briefly reviewed. The application of the different techniques will be performed in the context of simple and complex liquids, and also in the field of surface physics. In each case, not only the mathematical techniques, but also the physical phenomenology of each system will be presented.](#)

Además de las competencias generales previstas en la memoria del máster en su conjunto, las competencias específicas que adquirirá el estudiante adscritas a esta asignatura son las de: (i) tener unos conocimientos básicos y una visión de conjunto



Asignatura: Física Estadística Avanzada  
Código: 30594  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Máster en Física de la Materia Condensada y Nanotecnología  
Nivel: Máster  
Tipo: Asignatura obligatoria  
Nº de créditos: 4 ECTS

de las principales líneas de estudio e investigación del área de la física de la materia condensada; (ii) conocer y dominar los conceptos y modelos teóricos más fundamentales que permiten abordar el estudio de la materia a escala nanoscópica, incluyendo sistemas nanoestructurados./ [Together with the expected general competences as described in the master planning report, the specific competences to be obtained in this course are: \(i\) to have a basic knowledge and a wide perspective on the main learning and research lines within Condensed Matter Physics; \(ii\) to get knowledge and skills about fundamental and theoretical models to address the study of matter at the nanometre scale, including nanostructured systems.](#)

## 1.12. Contenidos del programa / Course contents

### 1. REVISIÓN DE TERMODINÁMICA Y MECÁNICA ESTADÍSTICA

Introducción a la Física Estadística y relación con la Termodinámica. Resumen de los principios de la Termodinámica. Variables y parámetros termodinámicas. Procesos termodinámicos. Resumen de los principios de la Mecánica Estadística. Aplicaciones a sistemas ideales. Ejemplos de sistemas no ideales. Necesidad e las interacciones en los sistemas reales. Termodinámica de las transiciones de fase. Termodinámica de interfases.

### 2. MECÁNICA ESTADÍSTICA DE LÍQUIDOS

Líquidos clásicos y cuánticos. Función de partición canónica. Desarrollo del virial. Modelos de interacción. Líquidos densos: funciones de distribución y correlación. Simulación por ordenador de líquidos.

### 3. TRANSICIONES DE FASE

Teoría de campo medio: teoría de van der Waals. Modelos de red. Mejora de la teoría de Weiss: teoría de Bethe. Teoría de Bragg-Williams. Modelo de Ising en 1D. Gas reticular y modelos para aleaciones. Teoría de Landau. Teoría de Ginzburg-Landau. Exponentes críticos. Teoría de escala y universalidad. Grupo de renormalización.

### 4. MECÁNICA ESTADÍSTICA DE INTERFASES

Fenomenología de los fenómenos de adsorción. Diagramas de fase de adsorción típicos. Isotherma de Langmuir y diversos modelos estadísticos de adsorción. Teoría van der Waals para la interfase líquido-vapor. Modelo reticular para los fenómenos multicapa. Transiciones de wetting. Modelo de Cahn para las transiciones de wetting.

### 1. REVIEW OF THERMODYNAMICS AND STATISTICAL MECHANICS

[Introduction to Statistical Mechanics and connection to Thermodynamics. Review of the laws of Thermodynamics. Thermodynamic variables and parameters. Thermodynamic processes. Review of laws of Statistical Mechanics. Application to ideal systems. Examples of non-ideal systems. Why interactions are needed. Thermodynamics of phase transitions. Thermodynamics of interfaces.](#)

### 2. STATISTICAL MECHANICS OF LIQUIDS



Asignatura: Física Estadística Avanzada  
Código: 30594  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Máster en Física de la Materia Condensada y Nanotecnología  
Nivel: Máster  
Tipo: Asignatura obligatoria  
Nº de créditos: 4 ECTS

Classical and quantum liquids. Canonical partition function. Virial expansion. Interaction models. Dense liquids: distribution and correlation functions. Computer simulation of liquids.

### 3. PHASE TRANSITIONS

Mean-field theory: van der Waals theory. Lattice models. Improvement of Weiss theory: Bethe theory. Bragg-Williams theory. Ising model in 1D. Lattice gas and lattice-alloy models. Landau theory. Ginzburg-Landau theory. Critical exponents. Scaling theory and universality. Renormalisation group.

### 4. STATISTICAL MECHANICS OF INTERFACES

Phenomenology of adsorption phenomena. Typical adsorption phase diagrams. Langmuir isotherm and various statistical models for adsorption. van der Waals theory for the liquid-vapour interface. Lattice model of multilayer phenomena. Wetting transitions. Cahn model for wetting transitions.

## 1.13. Referencias de consulta / Course bibliography

### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA / BASIC BIBLIOGRAPHY:

- M. Plischke y B. Bergesen, *Equilibrium Statistical Physics*, World Scientific (1994).
- K. Huang, *Statistical Physics*, Wiley (1987).
- R. Pathria, *Statistical Mechanics*, Pergamon (1998).

### BIBLIOGRAFÍA ADICIONAL RECOMENDADA / RECOMMENDED BIBLIOGRAPHY:

- M. Kléman y O. D. Lavrentovich, *Soft matter physics: an introduction*, Springer Verlag (2003).
- J. J. Binney et al., *The theory of critical phenomena*, Oxford (1993).

## Métodos docentes / Teaching methodology

- Clase magistral en grupo (con proyector y pizarra) / Standard group lectures (with beam projector and blackboard)
- Seminarios / Seminars
- Página web de la asignatura / Course web page
- Aprendizaje basado en problemas (trabajo personal y resolución individual y conjunta en clase) / Learning based on problems (personal work and joint and personal discussions in the classroom)
- Ejercicio final del curso con exposición oral/escrita / Exercise at end of course with oral/written exposition
- Tutorías individuales a petición del alumno / Personal tutorials on student's request



Asignatura: Física Estadística Avanzada  
Código: 30594  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Máster en Física de la Materia Condensada y Nanotecnología  
Nivel: Máster  
Tipo: Asignatura obligatoria  
Nº de créditos: 4 ECTS

## Tiempo de trabajo del estudiante / Student workload

		Nº de horas	Porcentaje
Presencial	Clases teóricas	32 h	40%
	Clases prácticas	(32%)	
	Seminarios	2 h (2%)	
	Presentación y corrección de problemas	6 h (6%)	
No presencial	Resolución de problemas planteados	8 h (8%)	60%
	Estudio semanal (4 horas x 10 semanas)	40 h (40%)	
	Preparación del ejercicio final	12 h (12%)	
Carga total de horas de trabajo: 25 horas x 4 ECTS		100 h	

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

Se utilizará un método de evaluación continua en el que la nota final será la obtenida con la siguiente fórmula: (a) Ejercicio final de un tema planteado por el profesor o propuesto por el estudiante (resumen escrito y/o presentación oral) = 30%; (b) resolución, entrega y presentación oral de problemas durante el curso = 50%; (c) participación en clase (participación activa en clase, preguntas orales, etc.) = 20%. / Students will be evaluated within a continuous evaluation scheme. The final grade will be the result of the following formula: (a) final exercise suggested by professor or by student (written report and/or oral presentation) = 30%; (b) solution, report and oral presentation of problems proposed during the course = 50%; (c) active participation in the classroom = 20%.

Se usarán los mismos métodos y criterios de evaluación en la convocatoria extraordinaria / The same criteria and procedures will be used for the extraordinary evaluation.



Asignatura: Física Estadística Avanzada  
Código: 30594  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Máster en Física de la Materia Condensada y Nanotecnología  
Nivel: Máster  
Tipo: Asignatura obligatoria  
Nº de créditos: 4 ECTS

## Cronograma\* / Course calendar

Semana Week	Contenido Contents	Horas presenciales Contact hours	Horas no presenciales Independent study time
1, 2 y 3	TEMA 1 / Unit 1	8	6
3, 4 y 5	TEMA 2 / Unit 2	10	14
5, 6, 7 y 8	TEMA 3 / Unit 3	10	14
8, 9 y 10	TEMA 4 / Unit 4	10	14
11 y 12	Realización y presentación escrito/oral de trabajos finales /Written/ oral presentation of final works	2	12

\*Este cronograma tiene carácter orientativo.