

## 60113 - Técnicas experimentales en física

Guía docente para el curso 2013 - 2014

Curso: 1, Semestre: 1 - 0, Créditos: 8.0

---

### Información básica

---

#### Profesores

- **Angel Larrea Arbaizar** alarrea@unizar.es
- **Sebastián Jarabo Lallana** sjarabo@unizar.es
- **Juan Pablo Martínez Jiménez** jpmartin@unizar.es
- **Jesús Ignacio Martínez Martínez** jimartin@unizar.es
- **María Luisa Sarsa Sarsa** mlsarsa@unizar.es
- **Elías Palacios Latasa** elias@unizar.es
- **Nicolás Jesús Medrano Marqués** nmedrano@unizar.es
- **Virginia Raquel Palero Díaz** palero@unizar.es

#### Recomendaciones para cursar esta asignatura

La asignatura pretende ofrecer una visión básica de los fundamentos, métodos, equipamiento, aplicaciones y ejemplos de algunas de las técnicas físicas más utilizadas, con especial énfasis en las técnicas aplicadas en investigación, y en aquellas en las que existen equipamientos y expertos en nuestro entorno más próximo. Es especialmente recomendable para alumnos interesados en Física experimental. Se puede considerar complementaria a todas las asignaturas del máster en las que los métodos y técnicas experimentales sean relevantes: Física que bajas temperaturas, Física nuclear aplicada, Física y medio ambiente, Métodos de medida con técnicas láser, microestructura y propiedades de materiales, Procesado analógico de señales, Elementos de Física Biológica, Física de materiales en grandes instalaciones, Física de partículas, Física en laboratorios subterráneos, Láser, Materiales funcionales, Nanociencia y nanotecnología, Propiedades mecánicas de materiales, y Teoría avanzada de la formación de imagen.

#### Actividades y fechas clave de la asignatura

- Fecha de inicio de la asignatura: La asignatura se iniciará en la fecha decidida por la Facultad de Ciencias para el inicio del curso.
- Fecha de finalización de la asignatura: La asignatura finalizará en la fecha decidida por la Facultad de Ciencias para la finalización del primer cuatrimestre.
- Horarios de impartición de clases teóricas: lunes y martes, de 13:00 a 14:00, y miércoles, de 12:00 a 14:00.
- Horarios de impartición de prácticas: martes y miércoles, de 16:00 a 18:00, en función de las necesidades de la técnica que se imparte en teoría esa semana
- Fecha en la que se proponen los trabajos de la asignatura por los profesores: 30 de octubre

- Fecha límite para la elección de trabajo por parte de los alumnos: 13 de noviembre
  - Fecha de presentación de los trabajos: por determinar.
- 

## Inicio

---

### Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

**El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...**

- 1:** Posee un conocimiento básico de los fundamentos y principales aplicaciones de algunas de las técnicas de caracterización e investigación más usadas en Física
- 2:** Posee información básica sobre los equipamientos que tales técnicas utilizan.
- 3:** Conoce algunos ejemplos básicos sobre su utilización en el ámbito de la caracterización e investigación física.
- 4:** Es capaz de realizar una profundización sobre alguna de las técnicas y aplicaciones a partir de sus conocimientos y el manejo de bibliografía especializada

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

Uno de los aspectos más relevantes de la Física actual es el experimental. Las técnicas experimentales en Física constituyen un campo de enorme riqueza y variedad. Su ámbito de aplicación trasciende la propia investigación en Física, y se aplican en caracterización en prácticamente todos los ámbitos de la Ciencia y la Tecnología, siendo especialmente importantes sus aplicaciones en el ámbito industrial, y recorriendo desde las técnicas de caracterización más sencillas a las aplicaciones de alta tecnología. La asignatura pretende ofrecer una visión básica de los fundamentos, métodos, equipamiento, aplicaciones y ejemplos de algunas de las técnicas físicas más utilizadas, con especial énfasis en las técnicas aplicadas en investigación, y en aquellas en las que existen equipamientos y expertos en nuestro entorno más próximo.

---

## Contexto y competencias

---

### Sentido, contexto, relevancia y objetivos generales de la asignatura

**La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:**

Esta asignatura ofrece un panorama general de algunas de las técnicas experimentales en Física más utilizadas. En función de la especialización profesional o académica que los alumnos del máster poseen, existen ámbitos en los que su conocimiento sobre las técnicas de caracterización e investigación son mayores, pero otros en los que no han profundizado. Esta asignatura ofrece la posibilidad de que el alumno tenga una visión de las técnicas de los ámbitos más variados. Se enfatiza en particular la formación en equipamiento básico, aplicaciones y ejemplos. Por ello, se incide en técnicas que están implantadas en la propia universidad o en nuestro entorno, y se cuenta entre el profesorado con expertos en cada una de ellas, que ofrecen una visión eminentemente práctica.

## Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

La asignatura pretende ofrecer una visión básica de los fundamentos, métodos, equipamiento, aplicaciones y ejemplos de algunas de las técnicas físicas más utilizadas, con especial énfasis en las técnicas aplicadas en investigación, y en aquellas en las que existen equipamientos y expertos en nuestro entorno más próximo. Es especialmente recomendable para alumnos interesados en Física experimental. Se puede considerar complementaria a todas las asignaturas del máster en las que los métodos y técnicas experimentales sean relevantes: Física que bajas temperaturas, Física nuclear aplicada, Física y medio ambiente, Métodos de medida con técnicas láser, microestructura y propiedades de materiales, Procesado analógico de señales, Elementos de Física Biológica, Física de materiales en grandes instalaciones, Física de partículas, Física en laboratorios subterráneos, Láser, Materiales funcionales, Nanociencia y nanotecnología, Propiedades mecánicas de materiales, y Teoría avanzada de la formación de imagen.

## Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...

- 1:** Discriminar sobre las técnicas experimentales más apropiadas a aplicar en problemas concretos de caracterización o investigación en Física.
- 2:** Conocer el tipo de datos que tales técnicas pueden suministrar en problemas concretos.
- 3:** Interpretar los resultados que se obtienen a partir de tales técnicas en problemas concretos, y ponerlos en relación tanto con otros resultados como con los objetivos planteados para la resolución del problema.

## Importancia de los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura:

Uno de los aspectos más relevantes de la Física actual es el experimental. Las técnicas experimentales en Física constituyen un campo de enorme riqueza y variedad. Su ámbito de aplicación trasciende la propia investigación en Física, y se aplican en caracterización en prácticamente todos los ámbitos de la Ciencia y la Tecnología, siendo especialmente importantes sus aplicaciones en el ámbito industrial, y recorriendo desde las técnicas de caracterización más sencillas a las aplicaciones de alta tecnología. Una asignatura que ofrezca una visión de algunas de las técnicas más usadas, con la visión de expertos en su utilización, es no sólo relevante en la formación de un alumno de máster, sino casi imprescindible si su vida profesional se desarrollará en el ámbito de la Física experimental, de la Ciencia que utilice herramientas de caracterización física, o de la Tecnología

---

## Evaluación

---

### Actividades de evaluación

#### El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación

- 1:** Se llevará a cabo una evaluación continuada, proceso que se realizará por medio de preguntas en clase sobre los fundamentos y aplicaciones de cada técnica, la instrumentación básica que ésta requiere, y la resolución de ejercicios o casos prácticos simples relacionados con ejemplos de aplicación de la técnica, por parte de los estudiantes. Esta evaluación continuada supondrá el 20% de la calificación final del estudiante en la asignatura.
- 2:** La capacidad del alumno para comprender los fundamentos, aplicaciones, equipamientos y ejemplos en técnicas experimentales se evaluará también mediante la realización por su parte de un trabajo bibliográfico sobre alguna de ellas, de su elección, lo que le permitirá profundizar sobre ella utilizando bibliografía especializada. El trabajo estará tutorizado por uno de los profesores de la asignatura, y será presentado

oralmente frente a un tribunal de profesores de la asignatura. Ello supone el 80% de la calificación del estudiante.

### **3: Prueba de evaluación global**

En principio esta asignatura está diseñada para estudiantes presenciales. No obstante en el caso de que hubiera estudiantes no presenciales o estudiantes que tuvieran que presentarse en sucesivas convocatorias por no haber superado la asignatura en primera convocatoria, estos realizarían las siguientes pruebas:

Prueba 1. Un examen escrito sobre fundamentos, equipamiento y aplicaciones de las distintas técnicas experimentales incluidas en el programa de la asignatura, que supondrán el 60% de su calificación final.

Prueba 2. Un trabajo bibliográfico sobre alguna de las técnicas, semejante al realizado por los alumnos presenciales, tutorizado por uno de los profesores de la asignatura, y presentado oralmente frente a un tribunal de profesores de la asignatura. Ello supondrá el 40% de la calificación del estudiante.

---

## **Actividades y recursos**

---

### **Presentación metodológica general**

#### **El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:**

Cada una de las técnicas experimentales tratadas en la asignatura se estructura de la siguiente forma: en primer lugar, se imparten clases teóricas presenciales (clase magistral), en las que se enseñan los fundamentos y aplicaciones de la técnica correspondiente. Posteriormente, se llevan a cabo sesiones de aprendizaje basado en casos. En ellas, el profesor, experto en la técnica correspondiente, muestra a los alumnos los equipamientos, ofrece la posibilidad, cuando la técnica lo permite, de que se ejercite en la adquisición de datos, y presenta ejemplos ilustrativos de los datos que se pueden obtener y su interpretación en ejemplos reales. Además, el alumno realiza un trabajo bibliográfico tutorizado, mayoritariamente no presencial, que le permite profundizar en el conocimiento de una de esas técnicas

#### **Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)**

##### **El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...**

###### **1:** Las técnicas que se incluyen en el programa incluyen las siguientes temáticas:

*I Caracterización micro estructural de sólidos:*

Difracción de rayos X en polvo y monocristal.

Microscopia electrónica de barrido y de transmisión.

Microanálisis por emisión de rayos X.

Caracterización óptica de micropartículas.

*II Espectroscopias de sólidos:*

Bases de la espectroscopia: espectroscopia de sólidos y espectroscopia molecular

Espectroscopias ópticas- Espectroscopia Raman-

Resonancias magnéticas- Espectroscopia Mossbauer. Otras técnicas.

*III Propiedades magnéticas de sólidos:*

Magnetización, susceptibilidad magnética y magnetostricción.

#### *IV Propiedades térmicas:*

Capacidad calorífica por calorimetría adiabática, DSC, AC y por relajación.

Efecto magnetocalórico.

Conductividad térmica y dilatación térmica.

#### *V Detectores avanzados de radiación y partículas:*

Detección bolométrica e híbrida. Aplicaciones en Física Nuclear y de Partículas.

Espectrometría *alfa, beta y gamma*.

#### *VI Técnicas de instrumentación electrónica y medida asistida por ordenador:*

Instrumentos inteligentes. Sistemas de interfaz con computador: tarjetas de adquisición de datos y buses

Software para control, adquisición y procesado de medidas eléctricas.

*VII Laboratorio de electromagnetismo:* Reflectometría en el dominio del tiempo. Caracterización de dieléctricos.

#### *VIII Laboratorio de Óptica:*

Velocimetría de fluidos. Holografía. Interferometría óptica. Interferometría holográfica.

Amplificadores ópticos, láseres en fibras y ondas guiadas.

- 2:** Para cada técnica, se imparten clases teóricas presenciales (clase magistral), en las que se enseñan los fundamentos y aplicaciones de la técnica correspondiente. En total, se invierte unas 60 horas presenciales en estas actividades.
- 3:** Para cada técnica, se llevan a cabo sesiones de aprendizaje basado en casos. En ellas, el profesor, experto en la técnica correspondiente, muestra a los alumnos los equipamientos, ofrece la posibilidad, cuando la técnica lo permite, de que se ejercite en la adquisición de datos, y presenta ejemplos ilustrativos de los datos que se pueden obtener y su interpretación en ejemplos reales. Se ocupan unas 20 horas presenciales en este tipo de actividades.
- 4:** Adicionalmente, el alumno realiza un trabajo bibliográfico tutorizado, mayoritariamente no presencial, que le permite profundizar en el conocimiento de una de esas técnicas

## **Planificación y calendario**

### **Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos**

#### **Capacidad calorífica por calorimetría adiabática, DSC, AC y por relajación**

##### **Efecto magnetocalórico**

Profesor: Elías Palacios (4 horas teoría + 1 h práctica), del 5 de octubre al 7 de octubre

##### **Amplificadores ópticos, láseres en fibras y ondas guiadas**

Profesor: José Miguel Álvarez (5T + 4P), del 19 de octubre al 26 de octubre

##### **Detección bolométrica e híbrida. Aplicaciones en Física Nuclear y de Partículas**

##### **Espectrometría *alfa, beta y gamma***

Profesora: M<sup>a</sup> Luisa Sarsa (6T + 2P), del 27 de octubre al 4 de noviembre

### **Imanación, susceptibilidad magnética**

Profesora: Clara Marquina (4T + 2P), del 9 de noviembre al 11 de noviembre

### **Dilatación térmica y magnetostricción**

Profesor: Pedro Algarabel (4T + 2P), del 16 de noviembre al 18 de noviembre

### **Microscopia electrónica de barrido y de transmisión**

#### **Microanálisis por emisión de rayos X**

Profesor: Ángel Larrea (5T + 2P), del 23 de noviembre al 30 de noviembre

#### **Difracción de rayos X en polvo y monocristal**

Profesor: Javier Blasco (3T + 1P), del 1 de diciembre al 2 de diciembre

### **Bases de la espectroscopia: espectroscopia de sólidos y espectroscopia molecular**

#### **Espectroscopias ópticas, resonancias magnéticas y otras técnicas**

Profesor: Jesús Martínez (4T + 1P), del 9 de diciembre al 15 de diciembre

#### **Caracterización óptica de micropartículas**

#### **Velocimetría de fluidos. Holografía. Interferometría óptica. Interferometría holográfica**

Profesora: Virginia Palero (4T + 2P), del 16 de diciembre al 22 de diciembre

#### **Espectroscopia Raman**

Profesora: M<sup>a</sup> Luisa Sanjuán (2T + 1P), del 11 de enero al 12 de enero

#### **Espectroscopia Mossbauer**

Profesora: Cristina Piquer (3T + 1P), del 13 de enero al 18 de enero

### **Instrumentos inteligentes. Sistemas de interfaz con computador: tarjetas de adquisición de datos y buses**

#### **Software para control, adquisición y procesado de medidas eléctricas**

Profesora: Concepción Aldea (5T + 2P), del 19 de enero al 26 de enero

#### **Reflectometría en el dominio del tiempo. Caracterización de dieléctricos**

Profesor: Juan Pablo Martínez (2T + 2P), 27 de enero

Fecha de presentación de trabajo: 5 de febrero

## **Bibliografía**

### **Bibliografía básica recomendada**

### **Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada**

- Catti, M.. Fundamentals of Crystallography. International Union of Crystallography. Oxford University Press, 2000.
- Chang, Raymond. Principios básicos de espectroscopía / Raymond Chang ; traducción I.Katime Amashta . - [1a. ed. española] Madrid : AC, D.L. 1983
- Enss, C.. Cryogenic particle detection. Springer
- Fundamentals of crystallography / C. Giacovazzo...[et al.] ; Edited by C. Giacovazzo . 2nd ed. Oxford [etc.] : Oxford University Press, 2002
- Gopal, E.S.Raja. Specific heats at low temperatures / E.S.R. Gopal . - [1st ed.] London : Heywood Books, 1966
- Instrumentación electrónica / Miguel A. Pérez García ... [et al.] Madrid : International Thomson Editores Spain Paraninfo, D.L.

2003

- Kleinknecht, K.. Detectors for particle radiation. 2nd Cambridge University Press. 1998
- Morrish, Allan H.. The Physical Principles of Magnetism. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2001.
- Tishin, A.M.. The Magnetocaloric effect and its applications. Institute of Physics Publishing, 2003.