Guía docente
230853 - LF - Grandes Instalaciones: Sincrotrón y Fuentes de Neutrones

Última modificación: 14/12/2023

Unidad responsable: Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación de Barcelona
Unidad que imparte: 748 - FIS - Departamento de Física.

Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN FÍSICA PARA LA INGENIERÍA (Plan 2018). (Asignatura obligatoria).
MÁSTER UNIVERSITARIO ERASMUS MUNDUS EN BIO & PHARMACEUTICAL MATERIALS SCIENCE (Plan 2021). (Asignatura obligatoria).

Curso: 2023 **Créditos ECTS:** 5.0 **Idiomas:** Inglés

PROFESORADO

Profesorado responsable: Consultar aquí / See here: https://telecos.upc.edu/ca/estudis/curs-actual/professorat-responsables-coordinadors/responsables-assignatura

Otros: Consultar aquí / See here: https://telecos.upc.edu/ca/estudis/curs-actual/professorat-responsables-coordinadors/professorat-assignat-idioma

CAPACIDADES PREVIAS

- Física general básica, especialmente electromagnetismo, propagación de ondas electromagnéticas en el vacio, en metales y en dieléctricos
- Fundamentos de instrumentación
- Física del estado sólido, especialmente estrucutras cristalinas
- Fundamentos de probabilidad
- Fundamentos de relatividad especial pueden ser útiles pero no obligatorios

REQUISITOS

Ningun

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Básicas:
CB6. Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación
CB7. Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
CB10. Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

METODOLOGÍAS DOCENTES

- Clases magistrales
- Ejercicios teóricos y prácticos usando herramientas de software
- Pràcticas de laboratorio
- Desarrollo de un proyecto

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

- Familiarizarse con los conceptos principales de aceleración de partículas cargadas y el principio de funcionamiento de sincrotrones
- Entender los principios de generación de radiación sincrotrón y haces de neutrones y conocer sus características principales
- Conocer los sistemas más importantes en grandes instalaciones
- Saber reconocer la complementariedad de cada una de las dos técnicas (sincrotrón y dispersión de neutrones)
- Conocer las bases de las principales técnicas de medida en sincrotones y fuentes de neutrones
- Conocer las diferentes propiedades físicas de los materiales que es posible medir en grandes instalaciones
- Saber las bases para analizar los datos producidos en grandes instalaciones

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo grande	48,0	37.21
Horas aprendizaje autónomo	81,0	62.79

Dedicación total: 129 h

CONTENIDOS

1. Fundamentos de aceleradores de partículas

Descripción:
En este primer tema se realizará una introducción general a los aceleradores de partículas explicando los diferentes tipos, los sistemas usados â□□â□□para acelerar electrones y sus parámetros principales.

Objetivos específicos:
Introducción general. Tipos de aceleradores. Métodos de aceleración. Aceleradores liniales y circulares. Sistemas mangéticos. Sistemas de aceleración y RF. Características del haz

Actividades vinculadas:
Ejercicios relacionados.

Dedicación: 8h
Grupo grande/Teoría: 8h

2. Generación de radiación electromagnética

Descripción:
Se explicarán los diferentes métodos de generación de radiación electromagnética, tanto de frenada como sincrotrón y se detallarán las instalaciones existentes donde se realizan experimentos con radiación sincrotrón. Se realizará una descripción del sincrotrón ALBA.

Objetivos específicos:
Aplicaciones de rayos-X de frenada. Radiación sincrotrón. Métodos de generación de RS. Dispositivos de inserción. Características de RS. Líneas de luz y experimentos. ALBA.

Actividades vinculadas:
Ejercicios relacionados y visita a ALBA.

Dedicación: 4h
Grupo grande/Teoría: 4h

3. Ejemplos de grandes instalaciones: colisionadores, aceleradores de iones, radiación sincrotron y fuentes de espalación

Descripción:
Se explicarán y detallará el funcionamiento de las grandes instalaciones existentes, tanto colisionadores de partículas, aceleradores, sincrotrones como fuentes de neutrones y de espalación.

Objetivos específicos:
Complejo acelerador del CERN y LHC. Fuentes de Neutrones. Fuente Europea de Espalación y otros ejemplos. Fuente de radiación sincrotrón española ALBA. Nuevos tipus de instalaciones de radiación electromagnética.

Actividades vinculadas:
Prácticas de laboratorio en ALBA: medidas magnéticas, medidas de RF, medidas de dispersión de energia en un Linac

Dedicación: 4h
Grupo grande/Teoría: 4h

4. Fundamentos de dispersión de rayos X y neutrones

Descripción:
Se abordarán los distintos mecanismos con los que la radiación puede interaccionar con la materia, haciendo una descripción clásica de la estructura atómica. Se empezará explicando la interacción con un electrón aislado para, generalizarla después a un sistema complejo caracterizado por su densidad electrónica. Finalmente, se comentarán las diferencias existentes en función de si la interacción se produce con fotones o con neutrones.

Objetivos específicos:
La interacción de rayos-X con la materia. Dispersión debida a un electrón. Dispersión debida a una nube de electrones. Función de dispersión para neutrones. Función de dispersión para rayos X. Absorción.

Actividades vinculadas:
Ninguna.

Dedicación: 2h
Grupo grande/Teoría: 2h

5. Linias de luz.

Descripción:
Se describirán en detalle los distintos componentes de una línea de luz teniendo en cuenta todo lo aprendido en el tema anterior sobre la interacción de los rayos X con la materia. También se realizará una descripción de las diferentes técnicas experimentales existentes con su campo de aplicación y ejemplos concretos.

Objetivos específicos:
Front end: apertura primaria, rendijas del front end, filtros de baja energia. Óptica primaria: espejos de rayos X, monocromadores. Óptica de microfocus y nanofocus. Moniotres de intensidad de haz. Detectores. Tecnicas experimentales en línias de luz.

Actividades vinculadas:
Seminarios especializados a cargo de personal de ALBA

Dedicación: 2h
Grupo grande/Teoría: 2h

6. Dispersión inelástica de neutrones

Descripción:
Se explicará detalladamente el proceso de dispersión inelástica de neutrones y se detallará el tipo de información que se puede extraer.

Objetivos específicos:
Dispersión coherente e incoherente. Funciones de Van Hoff (movimientos localizados, deslocalizados e intramoleculares)

Actividades vinculadas:
Ninguna.

Dedicación: 4h
Grupo grande/Teoría: 4h

7. Aplicaciones de neutrones

Descripción:
Las diferentes aplicaciones que se pueden realizar con neutros serán descritas en detalle, incluyendo las relacionadas con medidas de dispersión, las relacionadas con el magnetismo en la materia y la obtención de imágenes usando neutrones.

Objetivos específicos:
Métodos de dispersión inelástica de neutrones (tiempo de vuelo, spin echo, backscaterring). Magnetismo con neutrones. Imageniería con neutrones.

Actividades vinculadas:
Ninguna.

Dedicación: 2h
Grupo grande/Teoría: 2h

8. Difracción en fuentes de sincrotron

Descripción:
Se hará una descripción de la materia en términos de redes cristalinas y cómo esta estructura se puede obtener a partir de medidas de difracción de rayos X. Se explicarán los problemas de la técnica y cómo se pueden solucionar y finalmente se explicará cómo extraer información de materiales desordenados, ya sean líquidos o sólidos.

Objetivos específicos:
Cristales y picos de Bragg. Red recíproca. Planos atómicos y Ley de Bragg. Influencia de la base. El problema de la fase. Muestras en polvo. Materiales líquidos y amorfos: funciones de distribución radial, factores de estructura.

Actividades vinculadas:
- Ejercicios relacionados.
- Práctica de análisi de datos con software específico.

Dedicación: 6h
Grupo grande/Teoría: 6h

9. Fundamentos de X-ray Absorption Fine Structure (XAFS)

Descripción:
Se explicará la técnica más común basada en absorción de rayos X, centrándose en la descripción del fenómeno físico que produce las oscilaciones en los coeficientes de absorción de un material y el tipo de información que se puede extraer del análisis y ajuste de estas oscilaciones. Finalmente se explicará cómo diseñar un experimento de XAFS, especialmente en lo que se refiere a la preparación de las muestras.

Objetivos específicos:
Absorción de rayos X y fluorescencia. Descripción teórica simple. Dispersión múltiple. Análisi de datos. Diseño del experimento. Preparación de las muestras.

Actividades vinculadas:
- Práctica de análisi de datos con software específico.

Dedicación: 4h
Grupo grande/Teoría: 4h

10. Imageniería sincrotrón mediante rayos X duros y otras técnicas.

Descripción:
Se hará una breve descripción de cómo obtener imágenes de diferentes tipos de muestras usando radiación sincrotrón y una descripción genérica de otras técnicas más especializadas haciendo mención sobre todo al tipo de información que se puede extraer de ellas.

Objetivos específicos:
Imagenieria sincrotrón mediante rayos X duros. Otras aplicacions: espectroscopía de fotoemisión, difracción de rayos X resonante y magnética, microscopía de rayos X, radiación sincrotrón infraroja, dispersión inelástica de rayos X.

Actividades vinculadas:
Ninguna.

Dedicación: 2h
Grupo grande/Teoría: 2h

11. Análisi de datos frecuentista

Descripción:
Dada la importancia de realizar un correcto tratamiento de los datos experimentales obtenidos en grandes instalaciones, en este tema se hará un repaso del tratamiento estadístico de los datos y sus errores desde una visión clásica o frecuentista de la estadística.

Objetivos específicos:
Datos y errors: una visión estadística. Repaso de los métodos clásicos de ajustes. Distribuciones estadísticas. Tests de hipótesis en estadística clásica.

Actividades vinculadas:
Ninguna.

Dedicación: 2h
Grupo grande/Teoría: 2h

12. Análisi de datos Bayesiano

Descripción:
Se realizará una introducción a la estadística Bayesiana, destacando su utilidad a la hora de discriminar entre diferentes modelos compatibles con los datos experimentales obtenidos.

Objetivos específicos:
Estadística Bayesiana: de números a funciones de distribución de probabilidad (PDF). Teorema de Bayes y medida: donde se esconden las PDF? Ajustando funciones mediante una aproximación Bayesiana. Mérodo de Montecarlo de cadenas de Markov para obtener PDFs posteriores. Selección de modelo en estadística Bayesiana.

Actividades vinculadas:
- Práctica de selección de modelos.

Dedicación: 4h
Grupo grande/Teoría: 4h

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

Examenes escritos: 40%
Ejercicios: 25%
Proyecto: 15%
Prácticas de laboratorio: 20%
No existen actos reevaluables.

NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

Los exámenes escritos serán pruebas test de opción múltiple o ejercicios cortos que se realizarán en horario lectivo una vez finalizada la parte del temario que se evaluará. Para estas pruebas, de carácter individual, sólo se podrá hacer uso de calculadora. Los ejercicios, proyecto y prácticas se podrán realizar tanto individualmente como en grupo y se realizarán tanto en horario lectivo como fuera de él.

BIBLIOGRAFÍA

Básica:
- Mobilio, S.; Boscherini, F.; Meneghini, C. Synchrotron radiation: basics, methods and applications [en línea]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2015 [Consulta: 02/06/2020]. Disponible a: https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?docID=1802923. ISBN 9783642553158.
- Als-Nielsen, J.; McMorrow, D. Elements of modern X-ray physics [en línea]. 2nd ed. West Sussex: John Wiley & Sons, 2011 [Consulta: 18/05/2020]. Disponible a: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781119998365. ISBN 9780470973943.
- Willmott, P.R. An introduction to synchrotron radiation: techniques and applications [en línea]. 2nd ed. Hoboken, New Jersey: Wiley, 2019 [Consulta: 18/05/2020]. Disponible a: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781119280453. ISBN 9781119280392.
- Sivia, D.S. Elementary scattering theory: for X-ray and neutron users. Oxford: Oxford University Press, 2011. ISBN 9780199228683.
- Wiedemann, H. Particle accelerator physics. 4th ed. Cham: Springer, 2015. ISBN 9783319183169.

RECURSOS

Otros recursos:
- Presentaciones de la asignatura (a través del campus digital de la UPC, Atenea)