



## GUÍA DOCENTE

# FÍSICA ATÓMICA Y DE LAS RADIACIONES

### Grado en Física

Cuarto Curso

**I.- DATOS INICIALES DE IDENTIFICACIÓN**

<b>Nombre de la asignatura:</b>	Física Atómica y de las Radiaciones
<b>Nombre de la materia:</b>	Complementos de Física
<b>Carácter:</b>	Optativo
<b>Titulación:</b>	Graduada/o en Física
<b>Unidad temporal</b>	2º cuatrimestre, 4º Curso
<b>Créditos ECTS:</b>	4,5 ECTS
<b>Departamento:</b>	Física Atómica, Molecular y Nuclear

**II.- INTRODUCCIÓN A LA ASIGNATURA**

La Física Atómica y de las Radiaciones es una asignatura de carácter optativo que se imparte en el 2º cuatrimestre del 4º curso de los estudios de Grado en Física. Consta de un total de 4,5 ECTS de los cuales 3 ECTS son teóricos y 1,5 ECTS teórico-prácticos (resolución de problemas). Esta asignatura forma parte de la materia *Complementos de Física* y permitirá al estudiante complementar sus conocimientos de Física Atómica y Nuclear.

Se pretende que el alumno obtenga tras el curso un conocimiento profundo del átomo y de las radiaciones ionizantes. Para ello, se estudia, en primer lugar, la estructura atómica y el comportamiento del átomo en campos magnéticos; luego, se estudian los modos de interacción de la radiación con la materia. Por último, se presentan las aplicaciones tecnológicas más importantes de la física de las radiaciones

Diferentes disciplinas, como la Física Médica, la Física Nuclear o la Física de Partículas, requieren del conocimiento de la Física Atómica y de las Radiaciones Ionizantes, por lo que esta asignatura está particularmente aconsejada para los estudiantes que quieran especializarse en alguna de estas ramas de la Física.

### III.- VOLUMEN DE TRABAJO

	ACTIVIDAD	h/sem.	Nº sem	Total h	
TEORÍA	Asistencia a clases magistrales de teoría	2	15	30	53
	Asistencia a clases prácticas, magistrales-participativas	1	15	15	
	Trabajos tutelados			8	
	60	Estudio y preparación de contenidos teóricos (incluyendo asistencia a tutorías)		15	30
		Estudio y preparación de contenidos prácticos (incluyendo asistencia a tutorías)		15	15
		Estudio y preparación de exámenes			10
		Realización de exámenes (2h por examen x 2 exámenes)			4
		Asistencia a conferencia ciclo de la Facultad de Física+ resumen argumentado			1
<b>TOTAL VOLUMEN DE TRABAJO</b>				<b>113</b>	

### IV.- OBJETIVOS GENERALES

Los objetivos generales de la asignatura son:

- Conocer la estructura del átomo y su respuesta a los campos magnéticos
- Conocer los diferentes tipos de radiación y su producción
- Aprender los modos de interacción de la radiación con la materia
- Aprender cómo se miden los efectos de la radiación
- Conocer los elementos básicos de la protección radiológica
- Conocer las aplicaciones tecnológicas principales del uso de las radiaciones.

**V.- CONTENIDO**

- **Tema 1. Estructura atómica**
  - Átomos monoeléctricos: Orbitales, espectros de energía,
  - Estructura fina, interacción espín-órbita, efecto Lamb.
  - Átomos exóticos
  - Átomos de dos electrones.
  - Apantallamiento.
  - Átomos alcalinos.
  - Átomos alcalino-térreos.
  - Átomos complejos. Acoplamientos LS y jj.
  - El sistema periódico y estructura de capas.
  - Estados fundamentales atómicos. Reglas de Hund.
  
- **Tema 2. Átomos en campos magnéticos**
  - Momento magnético del electrón.
  - Precesión del espín en un campo magnético. Frecuencia de Larmor.
  - Espín nuclear y momentos magnéticos nucleares..
  - Efecto Zeeman.
  - Resonancia del espín del electrón
  - Estructura hiperfina.
  - Interacción hiperfina en campos magnéticos externos
  - Aplicaciones de la estructura hiperfina: resonancia magnética nuclear.
  - Aplicaciones de la RMN: Análisis químico e imagen.
  - Relojes atómicos.
  
- **Tema 3. Rayos X y aplicaciones**
  - Producción de rayos X. Radiación de frenado.
  - Espectros de emisión y radiación característica. Leyes de Moseley.
  - Espectros de absorción.
  - El efecto Auger.
  - Imagen mediante rayos X.
  - Radiación sincrotrón.
  - Sincrotrones. Instalaciones de radiación sincrotrón y aplicaciones.
  - Técnica PIXE de análisis elemental. Aceleradores lineales electrostáticos.
  
- **Tema 4. La interacción de las partículas cargadas con la materia**
  - Conceptos básicos y terminología
  - Aspectos generales del poder frenante.
  - Poder frenante radiativo

- Poder frenante de colisión para partículas cargadas pesadas
    - Poder frenante de colisión lineal
  - Poder frenante másico
  - Poder frenante de partículas cargadas ligeras
  - Poder frenante másico total.
  - Alcance de partículas cargadas
    - Curva de Bragg
  - Poder frenante medio
  - Poder frenante de colisión restringido
  - Electrones y positrones.
  - Radiación Cerenkov.
  - Fotones: dispersión Thompson, Compton, Rayleigh, fotoeléctrico, producción de pares. Reacciones fotonucleares: análisis por fotoactivación. Atenuación de fotones por la materia.
- **Tema 5. La interacción de neutrones con la materia**
    - Fuentes de neutrones
    - Interacción de neutrones con núcleos
    - Sección eficaz
    - Paso de neutrones a través de la materia
    - Kerma de neutrones
    - Haces de neutrones en Medicina
    - Terapia por captura con neutrones.
- **Tema 6. La interacción de los fotones con la materia**
    - Dispersión Thompson
    - Dispersión Compton
    - Dispersión Rayleigh
    - Efecto fotoeléctrico
    - Producción de pares.
    - Atenuación de fotones con absorbentes
      - Coeficientes de interacción
- **Tema 7. Radiactividad**
    - Tipos de desintegración radiactiva: Desintegración  $\alpha$ ,  $\beta^-$ ,  $\beta^+$ , captura electrónica, desexcitación  $\gamma$ , conversión interna, fisión espontánea, desintegración por emisión de protones y neutrones
    - Series radiactivas naturales.
    - Radiactividad Natural.
    - Radón.
    - Activación de núclidos. Análisis elemental mediante activación neutrónica.

- **Tema 8. Dosimetría y protección radiológica**
  - Radiometría: magnitudes y unidades dosimétricas.
  - Dosimetría: Conversión de energía (kerma, exposición y cema)
  - Curvas de supervivencia
  - Radioterapia
  - Efectos biológicos de la radiación.
  - Principios básicos de protección radiológica.
  
- **Tema 9. Técnicas nucleares con haces de partículas.**
  - Métodos nucleares para el análisis de la estructura y composición de las sustancias: RBS y NRA.
  - Datación geológica y arqueológica con radioisótopos..
  - Espectrometría de masas

## VI.- DESTREZAS A ADQUIRIR

Con esta asignatura los alumnos deberán adquirir las siguientes destrezas específicas:

- Conocimiento de la estructura atómica.
- Conocimiento de los diferentes tipos de radiaciones y de sus mecanismos de producción.
- Conocimiento de los rayos X, cómo se producen y sus usos principales.
- Comprensión de los diferentes procesos de interacción de los fotones con la materia
- Comprensión de los mecanismos de interacción de las partículas cargadas con la materia
- Comprensión de los mecanismos de interacción de los neutrones con la materia
- Conocimiento de los principales dispositivos experimentales que permiten detectar y medir la radiación
- Cálculos dosimétricos
- Conocimiento de las principales medidas de protección frente a las radiaciones
- Conocimiento de algunas aplicaciones importantes de la física de las radiaciones.

## VII.- HABILIDADES SOCIALES

Las propias de la titulación:

- Desarrollar la capacidad de razonamiento crítico y la aplicación del método científico.
- Ser capaz de identificar problemas, incluyendo las semejanzas con otros cuya solución es conocida, e idear estrategias para su solución.
- Desarrollar la capacidad de planificar y organizar el propio aprendizaje, basándose en el trabajo individual, a partir de la bibliografía y otras fuentes de información.
- Evaluar las diferentes causas de un fenómeno y su importancia relativa.
- Identificar los elementos esenciales de una situación compleja, realizar las aproximaciones necesarias para construir modelos simplificados que lo describan y poder así entender su comportamiento en otras situaciones.
- Ser capaz de efectuar una puesta al día de la información existente sobre un problema concreto, ordenarla y analizarla críticamente.
- Fomentar la capacidad para trabajar en equipo a la hora de abordar problemas complejos que requieren colaboración con otras personas.
- Potenciar la adquisición de recursos de expresión oral y escrita para llevar a cabo una argumentación científica clara y coherente.
- Estimular la capacidad de comunicación de los conceptos físicos involucrados en un problema mediante expresión oral y escrita.
- Potenciar la comprensión y el uso de las nuevas tecnologías de la información.

A éstas cabría añadir:

- Rigor a la hora de valorar el trabajo realizado por uno mismo. Fomentar el espíritu crítico e incentivar el espíritu de superación ante resultados inesperados o erróneos.
- Habilidad para argumentar desde criterios racionales y científicos, tanto en el ámbito académico como divulgativo, evitando prejuicios de índole social.
- Capacidad de identificar y valorar la importancia de los conceptos y recursos científicos estudiados con sus aplicaciones a otros campos de la ciencia y a la mejora del bienestar social.
- Actitudes y valores que establezcan condiciones para desarrollar un comportamiento ético en el desarrollo de la actividad profesional.

### VIII.- TEMARIO Y PLANIFICACIÓN TEMPORAL

La planificación que se muestra a continuación es lógicamente orientativa ya que, dependiendo del ritmo de adquisición de competencias de los alumnos y del grado de madurez de sus conocimientos previos, puede resultar conveniente (o necesario) reajustar el cronograma siguiente.

TEMAS DE TEORÍA	Num. semanas
1. Estructura atómica	2
2. Átomos en campos magnéticos	2
3. Estructura nuclear y desintegración radiactiva	2
4. Rayos X y aplicaciones	2
5. La interacción de las partículas con la materia	2
6. Métodos de detección de la radiación	2
7. Dosimetría y protección radiológica	2
8. Técnicas y aplicaciones de las radiaciones	1
<b>Total</b>	<b>15</b>

### IX.- BIBLIOGRAFÍA DE REFERENCIA

#### a) Bibliografía básica

- James E. Turner, **Atoms, radiation and radiation protection**, Wiley-VCH, 3rd. edition, 2007.
- H. Haken, H.C. Wolf, **The Physics of Atoms and Quanta**, Springer, 6th ed.

#### b) Bibliografía complementaria

- E. B. Podgorsak, **Radiation Physics for Medical Physicists**, Springer, 2006.
- Yu M Tsipensyuk, **Nuclear Methods in Science and Technology**
- W. R. Hendee, G.S. Ibbot, E.G. Hendee, **Radiation Therapy Physics**, John Wiley & Sons, Third edition, 2005.
- W.R. Leo, **Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments**. Springer-Verlag, 1987.



## X.- CONOCIMIENTOS PREVIOS Y COMPLEMENTOS

Para cursar esta asignatura se requieren conocimientos de Física Atómica y Nuclear. Los estudiantes que hayan estudiado las materias obligatorias del grado, y en particular la *Física Cuántica I y II* (en el tercer curso) y *Física Nuclear y de Partículas* (en el primer cuatrimestre de cuarto), deben estar en disposición de abordar esta asignatura.

Complementariamente a esta asignatura puede estudiarse la *Instrumentación Nuclear y de Partículas*, ofertada en el mismo cuatrimestre, en la que se profundiza en las técnicas de detección y que incluye prácticas de laboratorio.

## XI.- METODOLOGIA

La asignatura tiene dos partes con una metodología bien diferenciada:

- **Clases de teoría.** Serán dos clases semanales durante el período lectivo, en general de carácter magistral y en ellas se expondrán los contenidos de la asignatura anteriormente indicados. El uso de las nuevas tecnologías (presentaciones electrónicas) es especialmente apropiado para buena parte de las exposiciones, dado su elevado contenido de gráficos presentando diagramas, esquemas, tablas, fotografías de dispositivos experimentales y aplicaciones prácticas, y todo tipo de material visual que permita al alumno relacionar los contenidos con sus aplicaciones. El uso de la bibliografía resulta fundamental para comprender los contenidos y alcanzar los objetivos de la asignatura. El profesor ofrecerá este material a los alumnos (directamente o a través de la plataforma de Aula Virtual) con antelación al inicio de cada tema.
- **Clases prácticas.** En la clase práctica semanal se resolverán problemas de cada tema de la asignatura. El profesor entregará previamente una colección de problemas de cada capítulo, bien directamente o a través de la plataforma de Aula Virtual. Los problemas planteados en la colección serán de dos tipos:
  - Problemas resueltos en clase, que en general serán problemas de referencia (tipo), y que se resolverán en la clase práctica por el profesor en la pizarra y/o por los alumnos de forma participativa.
  - Problemas propuestos, que serán propuestos a los alumnos y deberán ser resueltos y entregados (voluntariamente) por los estudiantes. La valoración de estos problemas siempre será positiva.

Con esta estructura se pretende que las clases prácticas sirvan como ilustración práctica de técnicas y procedimientos presentados en las clases teóricas, y constituir un adiestramiento profesional, planteando problemas tipo y problemas que, en la medida de lo posible, hagan referencia a situaciones prácticas lo más reales posible.

## XII.- EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE

La evaluación de los conocimientos adquiridos por el estudiante constará de tres partes:

1. **Examen.** Contará el 70% de la nota final. Dado que se trata de una asignatura cuatrimestral, se realizará un único examen final escrito, dividido en dos partes, una teórica y una práctica. La parte teórica representará el 60% de la nota del examen y constará de cuestiones breves y ejercicios cortos, sin que se permita el uso de libros y apuntes. La parte práctica valdrá el 40% del examen, y constará de dos o tres ejercicios prácticos o problemas sobre la materia de la asignatura, y para su realización en general se permitirá el uso de libros y apuntes de teoría y tablas.
2. **Trabajo personal teórico-práctico.** Contará el 20% de la nota final. Se propondrán cuestiones y problemas sobre cada uno de los temas de la asignatura, a realizar individualmente. Los alumnos deberán presentar (voluntariamente) las resoluciones durante la semana siguiente a la finalización del tema en clase.
3. **Actividades complementarias.** (10%) Se recomendará la asistencia a alguna conferencia u otro tipo de actividades, y se evaluará la participación en las mismas (10%).