Universitat Autònoma de Barcelona

**2019/2020**

# Física de Radiaciones

Código: 100186
Créditos ECTS: 6

| Titulación | Tipo | Curso | Semestre |
|---|---|---|---|
| 2500097 Física | OT | 4 | 2 |

## Contacto

Nombre: Carlos Domingo Miralles
Correo electrónico: Carles.Domingo@uab.cat

## Uso de idiomas

Lengua vehicular mayoritaria: catalán (cat)
Algún grupo íntegramente en inglés: No
Algún grupo íntegramente en catalán: No
Algún grupo íntegramente en español: No

## Otras observaciones sobre los idiomas

La docencia de la asignatura se imparte indistintamente en catalán / español

## Equipo docente

Miguel Ángel Caballero Pacheco

## Equipo docente externo a la UAB

Immaculada Martínez Rovira

## Prerequisitos

Es recomendable que, además de los conocimientos generales impartidos en las asignaturas de primer ciclo, se tengan conocimientos previos de las bases de la física atómica y de la física nuclear.

## Objetivos y contextualización

- Diferenciar las radiaciones ionizantes de las no ionizantes

- Estudiar los procesos de desintegración nuclear, la ley de actividad radiactiva y las series de desintegraciones radiactivas

- Conocer los principios físicos de la interacción de cualquier tipo de radiación ionizante con la materia

- Aplicar estos principios físicos en la detección de radiaciones ionizantes

- Estudiar y diferenciar los diferentes tipos de detectores de radiación y la electrónica asociada a la detección.

- Tener conocimientos de los diferentes campos de aplicación de las radiaciones ionizantes: medio ambiente, medicina e industria.

- Conocer las magnitudes físicas, limitativas y operacionales en protección radiológica y su relación con la interacción radiación-materia.

## Competencias

- Aplicar los principios fundamentales al estudio cualitativo y cuantitativo de las diferentes áreas particulares de la física.
- Comunicar eficazmente información compleja de forma clara y concisa, ya sea oralmente, por escrito o mediante TIC, y en presencia de público, tanto a audiencias especializadas como generales.
- Conocer las bases de algunos temas avanzados, incluyendo desarrollos actuales en la frontera de la Física, sobre los que poder formarse posteriormente con mayor profundidad.
- Desarrollar estrategias de aprendizaje autónomo.
- Desarrollar un pensamiento y un razonamiento crítico y saber comunicarlos de manera efectiva, tanto en las lenguas propias como en una tercera lengua.
- Formular y abordar problemas físicos identificando los principios más relevantes y usando aproximaciones, si fuera necesario, para llegar a una solución que debe ser presentada explicitando hipótesis y aproximaciones.
- Generar propuestas innovadoras y competitivas en la investigación y en la actividad profesional.
- Planear y realizar, usando los métodos apropiados, un estudio o investigación teórico e interpretar y presentar los resultados.
- Planear y realizar, usando los métodos apropiados, un estudio, medida o investigación experimental e interpretar y presentar los resultados.
- Razonar críticamente, poseer capacidad analítica, usar correctamente el lenguaje técnico, y elaborar argumentos lógicos.
- Realizar trabajos académicos de forma independiente usando bibliografía, especialmente en inglés, bases de datos y colaborando con otros profesionales.
- Respetar la diversidad y pluralidad de ideas, personas y situaciones.
- Trabajar autónomamente, usar la propia iniciativa, ser capaz de organizarse para alcanzar unos resultados, planear y ejecutar un proyecto.
- Trabajar en grupo, asumiendo responsabilidades compartidas e interaccionando profesional y constructivamente con otros con absoluto respeto a sus derechos.
- Usar las matemáticas para describir el mundo físico, seleccionando las herramientas apropiadas, construyendo modelos adecuados, interpretando resultados y comparando críticamente con la experimentación y la observación.

## Resultados de aprendizaje

1. Aplicar técnicas de convolución para obtener el espectro de los campos neutrónicos detectados a partir de las medidas efectuadas en los espectrómetros.
2. Calcular de forma aproximada blindajes adecuados a la protección radiológica en casos prácticos concretos.
3. Combinar la información proporcionada por diversos detectores para obtener información integrada de las características de la radiación analizada.
4. Comunicar eficazmente información compleja de forma clara y concisa, ya sea oralmente, por escrito o mediante TIC, y en presencia de público, tanto a audiencias especializadas como generales.
5. Conocer las bases de las técnicas e instrumentos de producción de radiaciones ionizantes utilizados en medicina, en la industria y en investigación.
6. Conocer las bases de los detectores de radiación utilizados en formación de imágenes para diagnóstico y tratamiento médico.
7. Desarrollar estrategias de aprendizaje autónomo.
8. Desarrollar un pensamiento y un razonamiento crítico y saber comunicarlos de manera efectiva, tanto en las lenguas propias como en una tercera lengua.
9. Describir los principios físicos en que se basa la detección de radiación ionizante.
10. Determinar el tipo de detector más adecuado a cada tipo de radiación ionizante.
11. Determinar las características básicas y realizar medidas de radiación alfa, beta y gamma en el laboratorio.

12. Generar propuestas innovadoras y competitivas en la investigación y en la actividad profesional.
13. Obtener la ecuación de Bethe-Bloch y aplicarla la interacción de las partículas cargadas con la materia.
14. Obtener las ecuaciones para el efecto Compton, la sección eficaz Compton y los coeficientes de absorción y atenuación y aplicarlos a la interacción de los fotones con la materia.
15. Proceder a la calibración de distintos tipos de detectores a partir de los resultados en instalaciones metrológicas.
16. Razonar críticamente, poseer capacidad analítica, usar correctamente el lenguaje técnico, y elaborar argumentos lógicos.
17. Realizar trabajos académicos de forma independiente usando bibliografía, especialmente en inglés, bases de datos y colaborando con otros profesionales.
18. Realizar un análisis de los niveles de radiación a partir de un conjunto de medidas obtenidas en una instalación real.
19. Resolver las ecuaciones diferenciales asociadas a las cadenas de desintegración.
20. Respetar la diversidad y pluralidad de ideas, personas y situaciones.
21. Trabajar autónomamente, usar la propia iniciativa, ser capaz de organizarse para alcanzar unos resultados, planear y ejecutar un proyecto.
22. Trabajar en grupo, asumiendo responsabilidades compartidas e interaccionando profesional y constructivamente con otros con absoluto respeto a sus derechos.
23. Utilizar la simulación numérica para el cálculo del transporte de la radiación a través de la materia.

## Contenido

- Propiedades generales de los detectores

Modos de operación. Resolución en energía. Eficiencia de detección. Tiempo muerto. Tiempo de resolución.

- Detectores de gas

Cámaras de ionización.

Contadores proporcionales: Multiplicación. Funcionamiento de los contadores proporcionales. Eficiencia de detección y curvas de conteo.

Contadores Geiger-Müller: Descarga. Comportamiento temporal. Particularidades de diseño. eficiencia

- Detectores de centelleo

Centelleantes sólidos. Centelleadores líquidos. Fotomultiplicadores y fotodiodos. Espectrometría. Respuesta a la radiación gamma y los neutrones

- semiconductores

Diodos de Si. Detectores de Ge. Otros semiconductores. Detectores de avalancha.

- Detectores de neutrones

Detección de neutrones lentos. Detección y espectrometría de neutrones rápidos. Detectores basados en activación.

- otros detectores

Emulsiones fotográficas. Dosímetros termoluminiscents. Detectores de trazas. Detectores Cerenkov. Cámaras de niebla. Cámaras de burbujas.

- electrónica nuclear

Procesado de pulsos. Impedancias. Funciones lineales y funciones lógicas. Dispositivos digitales. Analizadores multicanal

4.- Aplicaciones

- radioprotección

Dosimetría. Magnitudes y unidades. Cálculo de dosis. Efectos biológicos de la radiación. Protección radiológica: radiación externa y dosimetría interna

- aplicaciones industriales

Medidas de espesores. Medidas de densidad. Control de niveles. Control de calidad. Esterilización.

- aplicaciones médicas

Pruebas diagnósticas (TAC). Producción de radiofármacos. PET. Tratamientos de radioterapia: Linacre y hadronterapia.

- Medio ambiente:

Utilización de trazadores. Protección del medio ambiente. Geocronología.

5.- Prácticas (listado provisional)

Herramientas informáticas en física de las radiaciones (aula)
El contador Geiger-Müller: curva característica, tiempo de resolución y factor geométrico.
Determinación de la eficiencia de detección
Detección de partículas alfa con un detector semiconductor de barrera de superficie.
Absorción y retrodispersión de la radiación beta
Espectrometría gamma con destello sólido NaI (Tl). Calibración en energía y estudio de los espectros
Espectrometría de neutrones: el sistema activo (3He) y el sistema pasivo (activacióde 197Au) de esferas Bonner de la UAB.

## Metodología

La asignatura tiene clases presenciales de teoría, problemas y prácticas de laboratorio. Es altamente recomendable asistir a las clases de teoría y de problemas, y es obligatorio asistir y realizar las prácticas de laboratorio.

Durante el curso se planteará la realización de actividades dirigidas, tanto de carácter más teórico (búsqueda bibliográfica y realización de trabajos) como de tipo práctico (resolución de problemas y búsqueda de datos experimentales).

El alumno deberá dedicar una parte importante del tiempo en la ampliación de los conocimientos dados en clase y en el estudio personal.

## Actividades

| Título | Horas | ECTS | Resultados de aprendizaje |
|---|---|---|---|
| Tipo: Dirigidas | | | |
| Clases presenciales de problemas | 12 | 0,48 | 1, 2, 3, 5, 6, 9, 7, 8, 10, 11, 18, 13, 14, 15, 19, 23 |
| Clases presenciales de teoría | 30 | 1,2 | 1, 2, 3, 6, 9, 8, 10, 18, 13, 14, 19, 23 |
| Prácticas presenciales de laboratorio | 7 | 0,28 | 1, 3, 5, 6, 10, 11, 18, 15, 23 |
| Tipo: Autónomas | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Búsqueda de información y estudio | 61 | 2,44 | 4, 7, 8, 17, 12, 16, 20, 21, 22 |
| Realización de los informes de prácticas | 16 | 0,64 | 4, 7, 8, 17, 12, 16, 20, 21, 22 |
| Trabajos bibliográficos y problemas | 15 | 0,6 | 4, 7, 8, 17, 12, 16, 20, 21, 22 |

## Evaluación

La evaluación de la asignatura se realizará con cuatro tipos de actividades:

1.- Exámenes teórico prácticos: Habrá dos exámenes parciales con cuestiones y problemas sobre el temario impartido en clase o que el alumno haya trabajado a lo largo del curso que tienen un peso global del 50%. Los exámenes parciales se realizan en las fechas reservadas para esta actividad en el calendario del grado de física. Cada examen parcial tiene un peso entre el 20% y el 30% sobre la nota final. La prueba de repesca, en la fecha prevista en el calendario del grado de física, permite a los alumnos que no hayan superado uno o ambos parciales tener una segunda oportunidad de hacerlo. No se prevé la posibilidad de que los alumnos que hayan superado el curso se presenten a la prueba de repesca para subir la nota.

2.- Tests de control y evaluación continua que se realizarán durante el curso. Por su naturaleza, no es posible la repesca. Típicamente se realizan 3 tests a lo largo del curso. El peso global de esta actividad es del 20%.

3.- Evaluación de las prácticas de laboratorio. A partir de los informes correspondientes y de la evaluación que realicen los profesores de laboratorio durante la realización de las prácticas. La realización de las prácticas es un requisito indispensable para superar la asignatura. El peso de esta actividad es del 20%.

4.- Evalución de los trabajos y problemas dirigidos. Con un peso global sobre la nota de 10%.

Para superar el curso es obligatorio tener nota de todas las actividades evaluables.

## Actividades de evaluación

| Título | Peso | Horas | ECTS | Resultados de aprendizaje |
|---|---|---|---|---|
| Dos exámenes parciales: 1) Interacción de la radiación con la materia; 2) Detectores de radiación y aplicaciones. Cada parcial tiene un peso de entre 20% y 30% | 50% | 5 | 0,2 | 1, 5, 6, 9, 7, 8, 10, 13, 14, 15, 19, 23 |
| Evaliuación de las prácticas i de sus informes correspondientes | 20% | 0 | 0 | 1, 3, 5, 6, 7, 8, 11, 18, 12, 15, 16, 20, 21, 22, 23 |
| Evaluzación de trabajos y problemas dirigidos | 10% | 0 | 0 | 1, 2, 3, 4, 7, 8, 17, 18, 12, 16, 20, 23 |
| Repesca: recuperación de los dos exámenes parciales | 50% | 3 | 0,12 | 1, 5, 6, 9, 7, 8, 10, 13, 14, 15, 19, 23 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Tests de control durante el curso | 20% | 1 | 0,04 | 9, 7, 10, 13, 14 |

## Bibliografía


- G.F. Knoll. *Radiation Detection and Measurement*. John Wiley & sons, Inc (1999).
- G.C Lowenthal, P.L. Airey. *Practical Applications of Radioactivity and Nuclear Radiatilons*. Cambridge University Press (2001)
- J.E. Martin, Physics for Radiation Protection: A Handbook. Wiley-VCH (2006).
- J.E. Turner. *Atoms, Radiation, and Radiation Protection.* John Wiley & sons, Inc (1995)