Guía docente de la asignatura

Interacción Radiación Materia (M44/56/3/30)

Fecha de aprobación por la Comisión Académica: 02/07/2025

Máster	Máster Universitario en Física: Radiaciones, Nanotecnología, Partículas y Astrofísica
MÓDULO	Física y Tecnología de Radiaciones
RAMA	Ciencias
CENTRO RESPONSABLE DEL TÍTULO	Escuela Internacional de Posgrado

Semestre	Primero	**Créditos**	6	**Tipo**	Optativa	**Tipo de enseñanza**	Presencial

PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES

Es importante tener conocimientos sobre física cuántica, física atómica y molecular y física nuclear. También se recomienda tener conocimientos sobre física de radiaciones. Dado que esta asignatura tiene un contenido eminentemente práctico, enfocado a la simulación Monte Carlo de la interacción radiación-materia, es recomendable tener conocimientos de programación en cualquier lenguaje (preferiblemente en FORTRAN).

Se recomienda no utilizar herramientas de IA para el desarrollo de la asignatura. En caso de hacerlo, el estudiante debe adoptar un uso ético y responsable de las mismas, siguiendo las "Recomendaciones para el uso de la inteligencia artificial en la UGR", documento publicado en esta
ubicación: https://ceprud.ugr.es/formacion-tic/inteligencia-artificial/recomendaciones-ia#contenidoo

BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (Según memoria de verificación del Máster)

Interacción de fotones y partículas con masa (cargadas y neutras) con la materia.

Simulación Monte Carlo de la interacción radiación-materia.

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/ 06/05/2026 - 11:02
Código seguro de verificación (CSV): C66925F39BE516D9626822E3932F1FC0 Pág. 1 de 8

COMPETENCIAS

COMPETENCIAS BÁSICAS

- CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en 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.
- CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
- CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
- 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.

COMPETENCIAS GENERALES

- CG03 - Capacidad de trabajo en equipo. El estudiante deberá integrar su trabajo en el interés de un proyecto común.
- CG04 - Capacidad de expresar y defender en público los resultados y conclusiones obtenidos como resultado del proceso de aprendizaje. Deberá desarrollar y dominar las técnicas de comunicación oral ante cualquier auditorio. Aprender a utilizar sus potencialidades personales para presentar resultados públicamente. Adquisición del convencimiento de que su conocimiento del trabajo realizado le convierte de inmediato en foco de interés y atención.
- CG05 - Capacidad de generación de propuestas innovadoras y competitivas en la investigación y en la actividad profesional.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE01 - Capacidad de interpretar datos procedentes de la observación experimental o la simulación numérica.
- CE02 - Capacidad de considerar rigurosamente las limitaciones e incertidumbres en los resultados y de los métodos que pueden aplicarse para minimizarlas.
- CE03 - Capacidad de profundizar en los distintos campos de la Física y de identificar los aspectos que se encuentran en los límites del conocimiento.
- CE04 - Capacidad de formular hipótesis, idear experimentos, manejar métodos de cálculo y simulación numérica y desarrollar modelos.

COMPETENCIAS TRANSVERSALES

- CT01 - Capacidad de razonamiento crítico: el estudiante debe ser capaz de distinguir aquellos aspectos de su trabajo o del de otros que suponen innovación y avance.
- CT02 - Compromiso ético. Tanto en su etapa de alumno como posteriormente en su trabajo profesional, el estudiante debe ser consciente de la absoluta necesidad de realizar

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/
Código seguro de verificación (CSV): C66925F39BE516D9626822E3932F1FC0
06/05/2026 - 11:02
Pág. 2 de 8

sus tareas con absoluto respeto a la honradez, la verdad y el servicio a la sociedad.
- CT03 - Capacidad de automotivación. Forma parte de la madurez que debe alcanzarse en el proceso formativo a estos niveles: las dificultades han de enfrentarse con decisión y confianza.
- CT04 - Capacidad de reconocimiento de la diversidad y multiculturalidad. Forma parte de la actitud vital que se supone al graduado: su conciencia social ha de guiar aquellos aspectos de su profesión que involucren a otros miembros de la comunidad.

COMPETENCIAS

COMPETENCIAS BÁSICAS

- CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en 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.
- CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
- CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
- 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.

COMPETENCIAS GENERALES

- CG03 - Capacidad de trabajo en equipo. El estudiante deberá integrar su trabajo en el interés de un proyecto común.
- CG04 - Capacidad de expresar y defender en público los resultados y conclusiones obtenidos como resultado del proceso de aprendizaje. Deberá desarrollar y dominar las técnicas de comunicación oral ante cualquier auditorio. Aprender a utilizar sus potencialidades personales para presentar resultados públicamente. Adquisición del convencimiento de que su conocimiento del trabajo realizado le convierte de inmediato en foco de interés y atención.
- CG05 - Capacidad de generación de propuestas innovadoras y competitivas en la investigación y en la actividad profesional.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE01 - Capacidad de interpretar datos procedentes de la observación experimental o la simulación numérica.
- CE02 - Capacidad de considerar rigurosamente las limitaciones e incertidumbres en los resultados y de los métodos que pueden aplicarse para minimizarlas.
- CE03 - Capacidad de profundizar en los distintos campos de la Física y de identificar los aspectos que se encuentran en los límites del conocimiento.

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/
Código seguro de verificación (CSV): C66925F39BE516D9626822E3932F1FC0
06/05/2026 - 11:02
Pág. 3 de 8

- CE04 - Capacidad de formular hipótesis, idear experimentos, manejar métodos de cálculo y simulación numérica y desarrollar modelos.

COMPETENCIAS TRANSVERSALES

- CT01 - Capacidad de razonamiento crítico: el estudiante debe ser capaz de distinguir aquellos aspectos de su trabajo o del de otros que suponen innovación y avance.
- CT02 - Compromiso ético. Tanto en su etapa de alumno como posteriormente en su trabajo profesional, el estudiante debe ser consciente de la absoluta necesidad de realizar sus tareas con absoluto respeto a la honradez, la verdad y el servicio a la sociedad.
- CT03 - Capacidad de automotivación. Forma parte de la madurez que debe alcanzarse en el proceso formativo a estos niveles: las dificultades han de enfrentarse con decisión y confianza.
- CT04 - Capacidad de reconocimiento de la diversidad y multiculturalidad. Forma parte de la actitud vital que se supone al graduado: su conciencia social ha de guiar aquellos aspectos de su profesión que involucren a otros miembros de la comunidad.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

El alumno conocerá:

-los procesos físicos básicos que se ponen en juego en la interacción de partículas cargadas y neutras con la materia.

-los mecanismos que dan lugar al depósito de energía en los materiales con los que interactúa la radiación

-la metodología básica con la que se lleva a cabo la simulación Monte Carlo de los procesos de interacción radiación-materia, así como las limitaciones que ésta lleva aparejadas.

El alumno será capaz de:

-analizar los procesos de interacción radiación-materia, estableciendo los mecanismos fundamentales puestos en juego e identificando los que sean dominantes en cada caso.

-resolver problemas relacionados con los distintos aspectos de la interacción radiación-materia.

-realizar simulaciones Monte Carlo de la interacción radiación-materia en situaciones sencillas usando alguno de los códigos disponibles y utilizando técnicas de reducción de varianza.

PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

TEÓRICO

1. Interacción de partículas cargadas pesadas con la materia.

Mecanismos de pérdida de energía. Máxima energía transferida en una colisión única. Espectro

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/ 06/05/2026 - 11:02
Código seguro de verificación (CSV): C66925F39BE516D9626822E3932F1FC0 Pág. 4 de 8

de energía perdida en colisiones únicas. Poder de frenado. Energías de excitación media. Alcance.

2. Interacción de electrones y positrones con la materia

Mecanismos de pérdida de energía. Poderes de frenado de colisión y radiación. Producción de radiación. Alcance.

3. Fenómenos relacionados con la interacción de partículas cargadas con la materia.

Rayos delta. Poder de frenado restringido. Transferencia de energía lineal. Ionización específica. Straggling de energía y alcance.

4. Interacción de fotones con la materia

Mecanismos de interacción. Efecto fotoeléctrico. Efecto Compton. Producción de pares. Reacciones fotonucleares. Coeficientes de atenuación, de transferencia de energía y de absorción de energía

5. Neutrones

Fuentes de neutrones. Interacción de los neutrones con la materia. Dispersión elástica. Espectro de pérdida de energía en la interacción neutrón-protón. Reacciones con neutrones. Activación neutrónica. Fisión.

6. Simulación Monte Carlo del transporte de radiación en medios materiales.

Conceptos básicos de la simulación Monte Carlo. Simulación del transporte de radiación. Promedios estadísticos e incertidumbres. Técnicas de reducción de varianza. Códigos de simulación Monte Carlo del transporte de radiación en medios materiales. El código PENELOPE. Aplicaciones.

PRÁCTICO

Simulación Monte Carlo del transporte de radiación en medios materiales. Utilización del código PENELOPE en disintos problemas de interés en física de radiaciones y física médica. Utilización de los programas de la distribución de PENELOPE para creación de materiales (material) y geometrías (pengeom y pengeomjar) y aplicaciones de carácter general (penmain).

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

- J.E. Turner. Atoms, radiation, and radiation protection. Wiley-VCH, 2007.
- F. Salvat. PENELOPE, a code system for Monte Carlo simulation of electron and photon

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/ 06/05/2026 - 11:02
Código seguro de verificación (CSV): C66925F39BE516D9626822E3932F1FC0 Pág. 5 de 8

transport. NEA, 2021.

- K.S. Krane. Introductory nuclear physics. Wiley, 1987.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- W.R. Leo. Techniques for nuclear and particle physics experiments: A how-to approach. Springer-Verlag, 1994.
- G.F. Knoll. Radiation detection and measurement. John Wiley & Sons, 2010.
- H. Nikjoo, S. Uehara, D. Emfietzogl. Interaction of radiation with matter. CRC Press, 2012.
- C. Leroy, P.-G. Rancoita. Principles of radiation interaction in matter and detection. World Scientific, 2009.

ENLACES RECOMENDADOS

http://www.iaea.org/

http://www.icru.org/

http://www.icrp.org/

http://www.oecd-nea.org/

METODOLOGÍA DOCENTE

- MD01 Lección magistral (Clases teóricas-expositivas). Para transmitir los contenidos de las materias del módulo motivando al alumnado a la reflexión, facilitándole el descubrimiento de las relaciones entre diversos conceptos y formándole una mentalidad crítica.
- MD02 Actividades prácticas (Clases prácticas). Para desarrollar en el alumnado las habilidades instrumentales de la materia.
- MD03 Seminarios. Para desarrollar en el alumnado las competencias cognitivas y procedimentales de la materia.
- MD04 Tutorías académicas: Para orientar al trabajo autónomo y grupal del alumnado, profundizar en distintos aspectos de la materia y orientar la formación académica integral del estudiante.
- MD05 Estudio y trabajo autónomo del alumnado. Para favorecer en el estudiante la capacidad para autorregular su aprendizaje, planificándolo, diseñándolo, evaluándolo y adecuándolo a sus especiales condiciones e intereses.
- MD06 Estudio y trabajo en grupo. Para favorecer en los estudiantes la generación e intercambio de ideas, la identificación y análisis de diferentes puntos de vista sobre una

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/ 06/05/2026 - 11:02
Código seguro de verificación (CSV): C66925F39BE516D9626822E3932F1FC0 Pág. 6 de 8

temática, la generalización o transferencia de conocimiento y la valoración crítica del mismo.

EVALUACIÓN (instrumentos de evaluación, criterios de evaluación y porcentaje sobre la calificación final)

EVALUACIÓN ORDINARIA

Los estudiantes que concurran a la convocatoria ordinaria serán evaluados mediante evaluación continua, siendo la asistencia a clase obligatoria. Dicha evaluación se basará en los siguientes instrumentos:

- seguimiento del trabajo de los alumnos en las clases prácticas, resolución de problemas y desarrollo de proyectos individuales o en grupo, evaluándose las entregas de los informes/memorias realizadas por los mismos (hasta el 50% de la calificación final).
- realización de un trabajo final de la materia (hasta el 70% de la calificación final)

EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

La evaluación extraordinaria se llevará a cabo con los mismos instrumentos indicados para la Evaluación Única Final.

EVALUACIÓN ÚNICA FINAL

De acuerdo con la Normativa de Evaluación y de Calificación de los Estudiantes de la UGR, se contempla la realización de una evaluación única final a la que podrán acogerse aquellos estudiantes que no puedan cumplir con el método de evaluación continua por algunos de los motivos recogidos en el Artículo 8. Para acogerse a la evaluación única final, el estudiante, en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura, en las dos semanas siguientes a su matriculación si ésta se ha producido con posterioridad, o más tarde si hay causa sobrevenida, lo solicitará a través de la sede electrónica, alegando y acreditando las razones que le asisten para no poder seguir el sistema de evaluación continua.

La evaluación en este caso se llevará a cabo según los siguientes instrumentos:

- realización de un examen de la materia impartida a lo largo del curso (valoración: 50% de la calificación final); constará de una parte teórica (20% de la calificación final) y otra de ejercicios y problemas (30% de la calificación final).
- realización de un trabajo de aplicación de simulación Monte Carlo a un problema específico de la materia (valoración: 50% de la calificación final).

INFORMACIÓN ADICIONAL

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/
Código seguro de verificación (CSV): C66925F39BE516D9626822E3932F1FC0
06/05/2026 - 11:02
Pág. 7 de 8

Las tutorías de los profesores Salvat Gavaldà y García Pareja serán personales durante su estancia en Granada para impartir la parte de la asignatura que tienen asignada. Fuera de ese plazo atenderán a los alumnos vía correo electrónico.

Alumnos con necesidades específicas de apoyo educativo (NEAE):

Siguiendo las recomendaciones de la CRUE y del Secretariado de Inclusión y Diversidad de la UGR, los sistemas de adquisición y de evaluación de competencias recogidos en esta guía docente se aplicarán conforme al principio de diseño para todas las personas, facilitando el aprendizaje y la demostración de conocimientos de acuerdo a las necesidades y la diversidad funcional del alumnado. La metodología docente y la evaluación serán adaptadas al alumnado con NEAE, conforme al Artículo 11 de la Normativa de Evaluación y de Calificación de estudiantes de la UGR, publicada en el Boletín Oficial de la UGR nº 112, de 9 de noviembre de 2016
Inclusión y Diversidad de la UGR.

En el caso de estudiantes con discapacidad u otras NEAE, el sistema de tutoría deberá adaptarse a sus necesidades, de acuerdo a las recomendaciones de la Unidad de Inclusión de la UGR, procediendo los Departamentos y Centros a establecer las medidas adecuadas para que las tutorías se realicen en lugares accesibles. Asimismo, a petición del profesorado, se podrá solicitar apoyo a la unidad competente de la Universidad cuando se trate de adaptaciones metodológicas especiales.

Información de interés para alumnado con discapacidad y/o Necesidades Específicas de Apoyo Educativo (NEAE): Gestión de servicios y apoyos (https://ve.ugr.es/servicios/atencion-social/estudiantes-con-discapacidad).

Información de interés para estudiantado con discapacidad y/o Necesidades Específicas de Apoyo Educativo (NEAE): Gestión de servicios y apoyos (https://ve.ugr.es/servicios/atencion-social/estudiantes-con-discapacidad).

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/
Código seguro de verificación (CSV): C66925F39BE516D9626822E3932F1FC0
06/05/2026 - 11:02
Pág. 8 de 8