

SEMESTRE	CRÉDITOS	CARÁCTER	TIPO DE ENSEÑANZA	IDIOMA DE IMPARTICIÓN
2º	6	Optativa	Presencial / Semipresencial / Virtual	Español
<b>MÓDULO</b>		Física y Tecnología de Radiaciones		
<b>MATERIA</b>		Física de Radiaciones: Nuevos Desarrollos y Aplicaciones		
<b>CENTRO RESPONSABLE DEL TÍTULO</b>		Escuela Internacional de Posgrado		
<b>MÁSTER EN EL QUE SE IMPARTE</b>		<b>Máster en Física: Radiaciones, Nanotecnología, Partículas y Astrofísica</b>		
<b>CENTRO EN EL QUE SE IMPARTE LA DOCENCIA</b>		Facultad de Ciencias		
<b>PROFESORES<sup>(1)</sup></b>				
<b>José Ignacio Porras Sánchez</b>				
<b>DIRECCIÓN</b>	Departamento de Física Atómica, Molecular y Nuclear, Facultad de Ciencias, Despacho 129, Tel. 958240030 email: <a href="mailto:porras@ugr.es">porras@ugr.es</a>			
<b>TUTORÍAS</b>	<a href="https://directorio.ugr.es/static/PersonalUGR/*/show/64529234ca7791b6802e6ca722d9da05">https://directorio.ugr.es/static/PersonalUGR/*/show/64529234ca7791b6802e6ca722d9da05</a>			
<b>Javier Praena Rodríguez</b>				
<b>DIRECCIÓN</b>	Departamento de Física Atómica, Molecular y Nuclear, Facultad de Ciencias, Despacho 129, Tel. 958243217 email: <a href="mailto:jpraena@ugr.es">jpraena@ugr.es</a>			
<b>TUTORÍAS</b>	<a href="https://directorio.ugr.es/static/PersonalUGR/*/show/b34e0d5738140286be1b4404fbfc739c">https://directorio.ugr.es/static/PersonalUGR/*/show/b34e0d5738140286be1b4404fbfc739c</a>			
<b>Ángel Ibarra Sánchez</b>				
<b>DIRECCIÓN</b>	Laboratorio Nacional De Fusión, División De Tecnología De Fusión, CIEMAT, Madrid. Tel. 913466507. E-mail: <a href="mailto:angel.ibarra@ciemat.es">angel.ibarra@ciemat.es</a>			
<b>TUTORÍAS</b>	Durante la semana(s) en las que imparta sus clases			

<sup>1</sup> Consulte posible actualización en Acceso Identificado > Aplicaciones > Ordenación Docente

(∞) Esta guía docente debe ser cumplimentada siguiendo la "Normativa de Evaluación y de Calificación de los estudiantes de la Universidad de Granada" (<http://secretariageneral.ugr.es/pages/normativa/fichasugr/ngc7121/>!)

## COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS

### COMPETENCIAS BÁSICAS Y GENERALES

#### Generales:

- CG3 - Capacidad de trabajo en equipo. El estudiante deberá integrar su trabajo en el interés de un proyecto común.
- CG4 - 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.
- CG5 - Capacidad de generación de propuestas innovadoras y competitivas en la investigación y en la actividad profesional.

#### 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
- 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 ESPECÍFICAS

#### Específicas:

- CE1 - Capacidad de interpretar datos procedentes de la observación experimental o la simulación numérica.
- CE2 - Capacidad de considerar rigurosamente las limitaciones e incertidumbres en los resultados y de los métodos que pueden aplicarse para minimizarlas.
- CE3 - Capacidad de profundizar en los distintos campos de la Física y de identificar los aspectos que se encuentran en los límites del conocimiento.
- CE4 - Capacidad de formular hipótesis, idear experimentos, manejar métodos de cálculo y simulación numérica y desarrollar modelos.

### COMPETENCIAS TRANSVERSALES

#### Transversales:

- CT2 - 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.
- CT1 - 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.
- CT3 - 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.
- CT4 - 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.



## OBJETIVOS O RESULTADOS DE APRENDIZAJE (SEGÚN LA MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL TÍTULO)

- El alumno sabrá/comprenderá:  
Los fundamentos físicos de los reactores nucleares y aceleradores y sus aplicaciones prácticas.
- El alumno será capaz de:  
Trabajar y/o investigar en problemas asociados a las instalaciones nucleares y sus aplicaciones

## BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN LA MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL TÍTULO)

Fisión nuclear: física de los reactores nucleares. Nuevas tecnologías en fisión.  
Reacciones de fusión nuclear. Aceleradores de baja y media energía. Producción de radioisótopos. Otras aplicaciones: resonancia magnética, activación neutrónica.

## TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

### TEMARIO TEÓRICO:

- 1. Fisión nuclear.  
Reacciones nucleares. Reacciones inducidas por neutrones. Secciones eficaces. Características de la fisión nuclear. Reacciones en cadena. Reactores nucleares. Física de los reactores nucleares. Tipos de reactores. Ciclo del combustible nuclear. Residuos de la fisión y tratamiento. Seguridad en las centrales nucleares. Reactores de investigación. Nuevas tecnologías en fisión: sistemas conducidos por acelerador. Fuentes de neutrones por espalación: n\_TOF y EES.
- 2. Reacciones de fusión nuclear.  
Reacciones D-D y D-T. Fusión por confinamiento magnético e inercial. Instalaciones: ITER e IFMIF.
- 3. Aceleradores de baja y media energía y aplicaciones.  
Ciclotrones y Linacs. Reacciones inducidas por partículas cargadas. Producción de radioisótopos de interés en medicina y ciencias básicas.
- 4. Otras aplicaciones de la tecnología.  
Resonancia magnética, activación neutrónica, etc.

### TEMARIO PRÁCTICO:

Seminarios/Talleres

- Taller de Simulación Monte Carlo: aplicación a casos de interés estudiados en la asignatura.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:

- BODANSKY D., Nuclear Energy: Principles, Practices and Prospects, American Institute of Physics, 1996.
- GLASSTONE, S., SESONSKA, A., Nuclear Reactor Engineering, Van Nostrand Reinhold Co., 1994.
- DUDERSTADT, J. J., Nuclear Reactor Analysis, Wiley & Sons, 1976
- LAMARSH, J. R., Introduction to Nuclear Engineering. Addison Wesley, 1984.
- El ciclo de combustible nuclear, SNE, 1997.
- LEWIS, E.E. Nuclear Reactor Safety. Wiley Interscience. 1977.
- LAMARSH, J. R., Introduction to Nuclear Reactor Theory. Addison Wesley Co. 1975.
- COLLIER, J. G., HEWITT, G. F., Introduction to Nuclear Power, Hemisphere Publishing Corp., 1987.

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

- ORTEGA, X., JORBA, J. Las radiaciones ionizantes: aplicaciones y riesgos., Ediciones UPC. Barcelona , 1994



- WILLE, K. The Physics of Particle Accelerators: An Introduction, Oxford University Press 2001.
- Cyclotron Produced Radionuclides: Physical Characteristics and Production Methods, Technical Report Series 468, IAEA 2009.
- DeSOETE, D., GIJBELS R., HOSTE J. Neutron activation analysis, Wiley, 1972
- BETHGE, K., KRAFT, G., KREISLER, P., WALTER, G., Medical Applications of Nuclear Physics, Springer 2004.

#### ENLACES RECOMENDADOS (OPCIONAL)

IAEA: [www.iaea.org](http://www.iaea.org)  
 CERN: [home.web.cern.ch](http://home.web.cern.ch)  
 EES: <http://europeanspallationsource.se/>  
 CSN: [www.csn.es](http://www.csn.es)

#### METODOLOGÍA DOCENTE

- Clases de teoría: Clase expositivas empleando el método de la lección. Resolución de dudas planteadas por los estudiantes.
- Clase de problemas: Se resolverán problemas tipo. Se enfatizará en plantear métodos de resolución y no en los resultados. Se plantearán problemas para que los estudiantes los vayan resolviendo individualmente o por parejas.
- Resolución de ejercicios propuestos por el profesor.
- Clase de prácticas en ordenador
- Trabajos prácticos de síntesis por el alumnado.

#### EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)

##### CONVOCATORIA ORDINARIA

El artículo 17 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que la convocatoria ordinaria estará basada preferentemente en la evaluación continua del estudiante, excepto para quienes se les haya reconocido el derecho a la evaluación única final.

- Resolución de problemas durante el curso y participación en clase: Ponderación mínima: 30 %. Ponderación máxima: 60 %.
- Realización y defensa de un trabajo final de la materia. Ponderación mínima: 40 %. Ponderación máxima: 70 %.

##### CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA

El artículo 19 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que los estudiantes que no hayan superado la asignatura en la convocatoria ordinaria dispondrán de una convocatoria extraordinaria. A ella podrán concurrir todos los estudiantes, con independencia de haber seguido o no un proceso de evaluación continua. De esta forma, el estudiante que no haya realizado la evaluación continua tendrá la posibilidad de obtener el 100% de la calificación mediante la realización de una prueba y/o trabajo, que consistirá en una única prueba escrita donde el alumno deberá responder a cuestiones teóricas y resolver problemas prácticos. Se evaluará sobre 10, siendo necesario alcanzar 5 puntos para superar la asignatura.

#### DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS QUE FORMARÁN PARTE DE LA EVALUACIÓN ÚNICA FINAL ESTABLECIDA EN LA *NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA*

El artículo 8 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece



que podrán acogerse a la evaluación única final, el estudiante que no pueda cumplir con el método de evaluación continua por causas justificadas.

Para acogerse a la evaluación única final, el estudiante, en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura o en las dos semanas siguientes a su matriculación si ésta se ha producido con posterioridad al inicio de las clases o por causa sobrevenidas. Lo solicitará, a través del procedimiento electrónico, a la Coordinación del Máster, quien dará traslado al profesorado correspondiente, alegando y acreditando las razones que le asisten para no poder seguir el sistema de evaluación continua.

La evaluación en tal caso consistirá en una única prueba escrita donde el alumno deberá responder a cuestiones teóricas y resolver problemas prácticos. Se evaluará sobre 10, siendo necesario alcanzar 5 puntos para superar la asignatura.

## ESCENARIO A (ENSEÑANZA-APRENDIZAJE PRESENCIAL Y NO PRESENCIAL)

### ATENCIÓN TUTORIAL

HORARIO (Según lo establecido en el POD)	HERRAMIENTAS PARA LA ATENCIÓN TUTORIAL (Indicar medios telemáticos para la atención tutorial)
<ul style="list-style-type: none"> <li>Horario flexible</li> </ul>	<p>En escenario semipresencial, salvo excepciones, se atenderán las tutorías por videoconferencia (Google Meet) o correo electrónico oficial. Las tutorías individuales tendrán lugar previa petición del estudiante.</p>

### MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DOCENTE

- La proporción entre clases virtuales y presenciales dependería del centro y circunstancias sanitarias. Si éstas y el número de estudiantes lo permite, se impartirán todas las clases presencialmente. En caso contrario, en las clases virtuales se concentraría la enseñanza de índole teórica, y en las presenciales se primaría la impartición de problemas.
- Los talleres se realizarán en grupos pequeños de forma presencial. Garantizando las medidas de seguridad. Las clases virtuales se impartirán utilizando las plataformas Google Meet o las que dicte la UGR en su momento. Se primará la impartición síncrona, aunque las circunstancias sanitarias podrían imponer un escenario asíncrono, en cuyo caso se grabarían las clases presenciales, que serían compartidas por Google drive y se complementarían con actuaciones de seguimiento y retorno formativo específicas para ese fin (tutorías, tareas, entregas,...)
- Las plataformas descritas (Prado, Google Meet, Consigna UGR, Google Drive a través de cuenta @go.ugr, correo institucional,...) son las actualmente autorizadas por la UGR. Podrían verse modificadas si las instrucciones de la UGR al respecto cambiasen durante el curso.
- Como medida adicional, se prestaría especial atención en facilitar material docente a los estudiantes a través de la plataforma Prado, Consigna UGR y/o Google Drive.

### MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA EVALUACIÓN (Instrumentos, criterios y porcentajes sobre la calificación final)

#### Convocatoria Ordinaria

- Resolución de problemas durante el curso y participación en clases: Ponderación mínima: 30%. Ponderación máxima: 60%.
- Realización y defensa de un trabajo final de la materia. Ponderación mínima: 40%. Ponderación máxima: 70%.

#### Convocatoria Extraordinaria

El estudiante que no haya realizado la evaluación continua tendrá la posibilidad de obtener el 100% de la calificación mediante la realización de una prueba, si es posible de forma presencial y si no telemática, que consistirá en una única prueba escrita donde el alumno deberá responder a cuestiones teóricas y resolver problemas prácticos. Se evaluará sobre 10, siendo necesario alcanzar 5 puntos para superar la asignatura.



<b>Evaluación Única Final</b>	
Realización de una prueba, si es posible de forma presencial y si no telemática, que consistirá en una única prueba escrita donde el alumno deberá responder a cuestiones teóricas y resolver problemas prácticos. Se evaluará sobre 10, siendo necesario alcanzar 5 puntos para superar la asignatura.	
<b>ESCENARIO B (SUSPENSIÓN DE LA ACTIVIDAD PRESENCIAL)</b>	
<b>ATENCIÓN TUTORIAL</b>	
<b>HORARIO</b> (Según lo establecido en el POD)	<b>HERRAMIENTAS PARA LA ATENCIÓN TUTORIAL</b> (Indicar medios telemáticos para la atención tutorial)
<ul style="list-style-type: none"> <li>Horario flexible</li> </ul>	Se atenderán las tutorías por videoconferencia (Google Meet) o correo electrónico oficial. Las tutorías individuales tendrán lugar previa petición del estudiante.
<b>MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DOCENTE</b>	
<p>Todas las clases serían virtuales. Se impartirán utilizando las plataformas Google Meet o las que dicte la UGR en su momento. Se primará la impartición síncrona, aunque las circunstancias sanitarias podrían imponer un escenario asíncrono, en cuyo caso se grabarían las clases presenciales, que serían compartidas por Google drive y se complementarían con actuaciones de seguimiento y retorno formativo específicas para ese fin (tutorías, tareas, entregas,...)</p> <p>Las plataformas descritas (Prado, Prado Examen, Google Meet, Google Drive a través de cuenta @go.ugr, correo institucional,...) son las actualmente autorizadas por la UGR. Podrían verse modificadas si las instrucciones de la UGR al respecto cambiasen durante el curso.</p> <p>Como medida adicional, se prestaría especial atención en facilitar material docente a los estudiantes a través de la plataforma Prado, Consigna UGR y/o Google Drive.</p>	
<b>MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA EVALUACIÓN (Instrumentos, criterios y porcentajes sobre la calificación final)</b>	
<b>Convocatoria Ordinaria</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Resolución de problemas durante el curso y participación en clases virtuales: Ponderación mínima: 30 %. Ponderación máxima: 60 %.</li> <li>Realización y defensa on-line de un trabajo final de la materia. Ponderación mínima: 40 %. Ponderación máxima: 70 %.</li> </ul>	
<b>Convocatoria Extraordinaria</b>	
El estudiante que no haya realizado la evaluación continua tendrá la posibilidad de obtener el 100% de la calificación mediante la realización de una prueba telemática, que consistirá en una única prueba escrita donde el alumno deberá responder a cuestiones teóricas y resolver problemas prácticos. Se evaluará sobre 10, siendo necesario alcanzar 5 puntos para superar la asignatura.	
<b>Evaluación Única Final</b>	
Realización de una prueba telemática, que consistirá en una única prueba escrita donde el alumno deberá responder a cuestiones teóricas y resolver problemas prácticos. Se evaluará sobre 10, siendo necesario alcanzar 5 puntos para superar la asignatura.	

