

**PLANIFICACIÓN DE LAS ENSEÑANZAS**

**MASTER OFICIAL EN TECNOLOGÍA EN INSTRUMENTACIÓN  
NUCLEAR**

CRÉDITOS A CURSAR: 60

DURACIÓN: 1 AÑO

FECHA RUCT: 16 DE DICIEMBRE 2010

**Director: Dr. José Rodríguez Quintero**

E-mail: [jose.rodriguez@dfaie.uhu.es](mailto:jose.rodriguez@dfaie.uhu.es)

**Secretaría Académica: Dr. José Antonio Dueñas Díaz**

E-mail: [jose.duenas@dfa.uhu.es](mailto:jose.duenas@dfa.uhu.es)

**Página web:** <http://www.uhu.es/master/tin/>

E-mail: [secretaria.mtin@dfa.uhu.es](mailto:secretaria.mtin@dfa.uhu.es)

**Periodo de clases:** Noviembre –Junio

**Periodo de proyecto:** Junio - Noviembre

LAS CLASES SE IMPARTIRÁN EN LAS SIGUIENTES SEDES DE LA UNIVERSIDAD DE HUELVA

**Facultad de Ciencias  
Experimentales.(FCCEE)**

Universidad de Huelva  
Campus Universitario El Carmen  
21071 Huelva

**Escuela Técnica Superior de  
Ingeniería. (ETSI)**

Universidad de Huelva  
Campus Universitario La Rábida  
Ctra. Palos de la Frontera  
21071 Huelva

**Campus Virtual: Plataforma MASTERNET a través de [moodle.uhu.es](http://moodle.uhu.es)**

**NORMAS DE MATRICULA**

**Todo alumno debe realizar un mínimo de 60 créditos ECTS**

El estudiante matriculado en el “Perfil investigación” debe realizar obligatoriamente el Proyecto de Investigación.

El estudiante matriculado en el “Perfil Profesional” debe realizar obligatoriamente el módulo “Proyecto Fin de Máster”.

<b>CURSOS DEL MÁSTER</b>			
<b>Curso</b>	<b>Nombre</b>	<b>Lugar</b>	<b>Créditos</b>
<b>A1</b>	FUNDAMENTOS DE LA INGENIERÍA NUCLEAR	(FCCEE)	5 (OB)
<b>A2</b>	INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL AUTOMÁTICO	(ETSI)	4 (OP)
<b>B3</b>	ELECTROTECNIA DE POTENCIA EN ACELERADORES Y CENTRALES ELÉCTRICAS	(ETSI)	4(OP)
<b>B4</b>	TÉCNICAS DE MONTECARLO Y SIMULACIÓN	(FCCEE)	4(OP)
<b>C5</b>	INSTRUMENTACIÓN NUCLEAR BÁSICA	(FCCEE)	5(OB)
<b>C6</b>	TECNOLOGÍA DE LAS CENTRALES NUCLEARES	(ETSI)	4(OP)
<b>D7</b>	TECNOLOGÍA DE ACELERADORES DE PARTÍCULAS	(FCCEE)	4(OP)
<b>D8</b>	REACTORES NUCLEARES	(FCCEE)	4(OP)
<b>E9</b>	DOSIMETRÍA Y APLICACIONES MEDICAS	(FCCEE)	4(OP)
<b>E10</b>	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE MATERIALES	(FCCEE)	4(OP)
<b>F11</b>	RADIOACTIVIDAD Y CONTROL AMBIENTAL	(FCCEE)	4(OP)
<b>F12</b>	REACCIONES Y ESTRUCTURA NUCLEAR	(FCCEE)	4(OP)
<b>PROYECTO FIN DE MÁSTER</b>			14(OB)
<b>PRACTICA DE EMPRESAS</b>			14(OP)
<b>PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</b>			14(OP)
(OB) Obligatorio, (OP) Opcional			

## PRESENTACIÓN

En un futuro próximo nuestra sociedad tendrá que dar respuesta al problema del calentamiento global producido por el consumo de combustibles fósiles. La energía nuclear es en la actualidad la única opción energética capaz de suministrar la potencia eléctrica que consume una nación moderna, sin generar la contaminación medioambiental descontrolada producida en las centrales térmicas de combustión. Los últimos avances en las tecnologías de producción de energía nuclear ADS (Accelerator Driven Systems) y de Transmutación Nuclear con Aceleradores de partículas (TNA) plantean una solución a los problemas asociados a la seguridad y la producción de residuos de vida muy larga.

Por tanto la sociedad española deberá decidir, a lo largo del presente siglo, hasta qué punto la energía nuclear, tanto la presente energía de fisión como la futura energía de fusión, deben formar parte de la producción energética. Esta importantísima decisión debe basarse en un análisis detallado y no en prejuicios preconcebidos, y requiere que exista un número suficiente de expertos que pueda evaluar las ventajas e inconvenientes de las tecnologías nucleares presentes y futuras, y su impacto en el medio ambiente. Esta problemática va a suponer un reto tecnológico sin precedentes, en el que será necesario disponer de suficientes recursos humanos con un elevado grado de especialización en Tecnologías Nucleares y sus aplicaciones.

Por otra parte, el sistema sanitario español se encuentra en la vanguardia europea en el uso y desarrollo de técnicas para diagnóstico y terapia del cáncer. Casi invariablemente el desarrollo de estas técnicas está ligado al de las Tecnologías Nucleares. En este campo hay planes específicos para la construcción en España un centro de terapia hadrónica (posiblemente en Valencia), que situará nuestro país al nivel que le corresponde en su entorno socioeconómico. Este tipo de tratamientos supone un indudable beneficio para determinados enfermos de cáncer para los que no existe una terapia alternativa, y constituye un paso tecnológico muy importante. El concurso de Ingenieros expertos en Aplicaciones Médicas de las Tecnologías Nucleares es y será por tanto necesario en Hospitales y otros centros de diagnóstico y tratamiento, empresas de comercialización, desarrollo y mantenimiento de equipos médicos y en todos los ámbitos que, de una u otra forma, tienen relación con el uso de tecnologías nucleares en la Medicina. Sin ir más lejos, en el hospital general Juan Ramón Jiménez de Huelva capital existe un acelerador lineal de electrones para radioterapia.

Por otra parte España ha realizado y realiza una importante inversión de recursos en el desarrollo y construcción de aceleradores de partículas de Baja y Alta energía. Nuestra comunidad Andaluza es pionera en este sector: justo en las proximidades de la Universidad de Huelva, a menos de una hora en automóvil, se encuentra el Centro Nacional de Aceleradores (I. de la Cartuja, Sevilla), el primer centro español de aceleradores de partículas. En este centro tecnológico se han instalado distintos aceleradores: un Tandem van de Graaf de 3 MV, dedicado a investigación nuclear básica y tecnología de materiales, un ciclotrón de protones de 18MeV para la producción de radiofármacos, y un acelerador Cockroft-Walton de 1MV para estudios de datación de materiales.

En Cataluña, se construye en la actualidad el Laboratorio de Luz Sincrotrón del Vallés, que se dedicará al análisis de materiales; hay planes concretos para la construcción de una fuente de neutrones de alta intensidad en el País Vasco, y un acelerador para radioterapia hadrónica en Valencia. Por otra parte, España participa en la construcción del LHC en el CERN (Suiza), que será el acelerador más grande del mundo, y se espera del mismo modo su participación en el gran acelerador FAIR (Alemania).

Los profesores e investigadores que participan en la docencia del Máster colaboran en estos proyectos, permitiendo que se establezca una sinergia adecuada entre los nuevos estudiantes egresados y su futuro profesional en estas instalaciones.

En definitiva, el Máster en “Ingeniería e Instrumentación Nuclear” permitirá crear expertos ingenieros y científicos que participen en todas estas actividades y que contribuirán indudablemente a la innovación y el desarrollo tecnológico de nuestra región.

### **OBJETIVOS**

El Máster tiene como objetivo general formar a los estudiantes en el diseño y construcción de instrumentación de alta tecnología característica de los aceleradores de partículas, las centrales nucleares para la generación y distribución de energía eléctrica, la radioterapia y de uso general en hospitales, las aplicaciones industriales, y la instrumentación científica destinada a la investigación básica.

Los estudios contienen un fuerte componente práctico. Se realizarán trabajos/proyectos y prácticas en los laboratorios de la Universidad y centros tecnológicos colaboradores. De este modo, los estudiantes se familiarizan con el manejo de detectores de radiación nuclear, dosimetría, aceleradores de partículas, distribución y producción de energía eléctrica, etc. y por tanto mantiene una orientación claramente profesional. Algunos aspectos formativos de especial relevancia son los siguientes:

1. Aspectos generales del diseño y construcción de instrumentación: fundamentos de la ingeniería nuclear, instrumentación básica, sistemas de control y automática, electrónica de potencia, simulación de instrumentos.
2. Diseño y construcción de aceleradores de partículas y detectores de radiación.
3. Tecnología e instrumentación específica para la producción, distribución y control de la energía eléctrica.
4. Riesgos laborales asociados a las aplicaciones tecnológicas de la radiación: producción de energía, industria, medicina (diagnóstico y terapias).
5. Tecnologías, instrumentación y nuevas alternativas para la producción de energía nuclear.
6. Tecnología e Instrumentación en Medicina Nuclear y radioterapias.
7. Instrumentación y técnicas basadas en aceleradores de partículas para el análisis y caracterización de materiales.

### **RECURSOS DE APRENDIZAJE**

- Presentaciones PC
- Transparencias
- Sesiones teóricas
- Sesiones practicas
- Plataforma virtual Universidad de Huelva (Moodle)
- Salidas académicas (Visitas a laboratorios)

## CENTROS, SOCIEDADES, EMPRESAS PATROCINADORAS Y PRÁCTICAS DE MÁSTER

Laboratorios europeos	Andrzej Soltan (Institute for Nuclear Research, Varsovia, Polonia) Flerov Laboratory of Nuclear Reactions ( Dubna, Moscow region, Russia) GSI (Darmstadt, Alemania) Cyclotron Reasearch Center (Louvain la Neuve, Bélgica)
Laboratorios de aceleradores nacionales	Centro Nacional de Aceleradores (Sevilla)
Sociedades científicas	Grupo Especializado de Física Nuclear de la Real Sociedad Española de Física.
Empresas	ATI sistemas SL PET Cartuja NUSIM Hospital Juan Ramón Jiménez (Huelva) ERCROS Asociación de Industrias Químicas Básicas de Huelva (AIQB)



**CALENDARIO MÁSTER EN TECNOLOGÍA E INSTRUMENTACIÓN NUCLEAR 2011-2012**

	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
1		A2		C6	Varsovia			D7
2	A1	A2		C6	Varsovia		F11	
3	A1			C6	Varsovia		F11	
4	A1				Varsovia		F11	D7
5		A2			Varsovia			D7
6				C5	Varsovia			D7
7	A1	A2		C5	Varsovia		F11	D7
8	A1			C5	Varsovia		F11	D7
9	A1	B3	C5	C5	Varsovia	D8	F11	
10	A1		C5	C5	Varsovia	D8	F11	
11	A1		C5		Varsovia	D8	F11	D7
12		B3	C5		Varsovia	D8		D7
13		B3	C5	F12	Varsovia	D8		
14	A1	B3		F12	Varsovia		B4	
15	A1	B3		F12	E10		B4	
16	A1	B3	C5	F12	E10	E9	B4	
17	A1		C5	F12		E9	B4	
18	A1		C5			E9	B4	
19		B3	C5		E10	E9		
20		B3	C5	F12	E10	E9		
21	A1	B3		F12	E10		B4	
22	A1	B3		F12	E10		B4	
23	A2		C6	F12	E10		B4	
24	A2		C6	F12		E9		
25	A2		C6			E9		
26			C6		E10	E9		
27			C6		E10	E9		
28	A2			Varsovia	D8			
29	A2			Varsovia	D8			
30	A2		C6		D8		D7	
31			C6				D7	

A1	FUNDAMENTOS DE LA INGENIERÍA NUCLEAR (FCCEE)
A2	INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL AUTOMÁTICO ( ETSI )
B3	ELECTROTECNIA DE POTENCIA EN ACELERADORES Y CENTRALES ELÉCTRICAS ( ETSI )
B4	TÉCNICAS DE MONTECARLO Y SIMULACIÓN (FCCEE)
C5	INSTRUMENTACIÓN NUCLEAR BÁSICA (FCCEE)
C6	TECNOLOGÍA DE LAS CENTRALES NUCLEARES ( ETSI )
D7	TECNOLOGÍA DE ACELERADORES DE PARTÍCULAS (FCCEE)
D8	REACTORES NUCLEARES (FCCEE)
E9	DOSIMETRÍA Y APLICACIONES MEDICAS (FCCEE)
E10	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE MATERIALES (FCCEE)
F11	RADIOACTIVIDAD Y CONTROL AMBIENTAL (FCCEE)
F12	REACCIONES Y ESTRUCTURA NUCLEAR (FCCEE)

	Día festivo
	Día no lectivo
	Salida académica
Las clases se impartirán en:	
FCCEE	Facultad de ciencias experimentales
ETSI	Escuela Técnica Superior de Ingeniería
HORARIO	
16:30 A 20:30	
De lunes a viernes	

<b>CURSO 1: FUNDAMENTOS DE LA INGENIERÍA NUCLEAR</b>	
<b>Obligatorio</b>	<b>5 Créditos</b>
<b>Fechas: 2 de noviembre 2011 – 22 de noviembre 2011</b>	
<b>Profesor responsable del modulo:</b> Dr. Francisco Pérez Bernal (FPB)	
<b>Profesores:</b>	Dr. Miguel Carvajal Zaera (MCZ) Dr. José Rodríguez Quintero (JRQ) Dr. Mario Gómez De Santamaría (MGS)
<b>Idioma:</b>	Castellano
<b>Competencias y objetivos:</b>	
<p>Introducir al alumno en los conceptos básicos de la estructura nuclear, las reacciones nucleares, y la radiactividad, de forma que se tenga la base suficiente para entender la generación de energía por métodos nucleares, el tipo de magnitudes que se miden en los experimentos de física nuclear, los métodos de radio protección, así como el uso de la instrumentación nuclear básica.</p>	
<b>Contenidos:</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introducción (3h). (FPB) <p>Estructura de la materia. Masa y energía; unidades y equivalencia. Interacciones fundamentales. Tipos de reacciones nucleares. Características cualitativas de las reacciones nucleares. Fenomenología. Experimentos con aceleradores de partículas.</p> </li> <li>2. Introducción a la Física Cuántica (7h). (JRQ) <p>Introducción histórica a la Mecánica Cuántica y fenómenos cuánticos. Principios de la Mecánica Cuántica. Resolución de problemas en 1 y en 3 dimensiones. Momento angular y paridad. Probabilidades de transición. Aplicaciones cotidianas de la Mecánica Cuántica.</p> </li> <li>3. Dispersión de partículas (5h). (FPB) <p>Teoría clásica de la dispersión. Dispersión de Rutherford. Teoría Cuántica de la dispersión. Sistemas de referencia. Sección eficaz y recorrido libre medio. Tasa de reacción.</p> </li> <li>4. Estructura atómica (4h). (MCZ) <p>Campo electromagnético y fotones. Niveles de energía atómica. Excitación y ionización. Fluorescencia. Rayos X. Emisión de electrones.</p> </li> <li>5. Estructura Nuclear (5h). (JRQ) <p>La interacción nuclear. Masa, carga y radio nuclear. Estabilidad nuclear. Energía de enlace y energía de separación.</p> </li> <li>6. Modelos nucleares básicos (5h). (JRQ) <p>El modelo de la gota líquida. El modelo de capas y los niveles de energía nucleares. Apareamiento de nucleones.</p> </li> <li>7. Procesos radiactivos (5h). (MCZ) <p>Introducción. Leyes del decaimiento radiactivo. Equilibrio secular y ramificaciones. Fuentes naturales de radiactividad. Fuentes artificiales. Activación. Radiactividad alfa. Radiactividad beta. Radiactividad gamma. Isomerismo nuclear y conversión interna.</p> </li> </ol>	

Emisión retardada de partículas.

8. Reacciones nucleares (6h). (FPB)

Introducción. Tipos de reacciones. Cinemática de la reacción. Leyes de conservación. Potenciales nucleares. Sección eficaz nuclear. Función de excitación. Modelo del núcleo compuesto. Resonancias. Reacciones nucleares directas.

9. Interacciones neutrónicas (3h). (MGS)

Propiedades generales y rangos de energía. Dispersión elástica e inelástica. Captura radiativa y emisión de partículas cargadas.

10. Fisión nuclear (4h). (MGS)

Características generales. Modelos de fisión nuclear. Fisión espontánea e inducida. Nucleidos fisionables. Secciones eficaces características. Consideraciones energéticas. Productos de fisión. Reacción en cadena. Condiciones de criticidad.

11. Fusión nuclear (3h). (MGS)

Fusión nuclear: reacciones naturales e inducidas. Reactores de fusión.

**Metodología:**

La metodología empleada se basa en clases presenciales de teoría y problemas, en las que eventualmente podrán presentarse proyecciones o animaciones que ilustren las ideas mostradas. Asimismo, se realizará un seguimiento continuo del alumno por métodos telemáticos (no presenciales), empleando alguna plataforma de enseñanza virtual.

**Criterios de evaluación:**

La evaluación de la asignatura se realizará a partir de: la asistencia, la realización de un conjunto de test al final de cada tema y/o la confección de un trabajo sobre algún tema relacionado con el temario del curso. La asistencia computará con un 20% y los tests-trabajo con un 80%.

**Actividades:**

Las clases tendrán lugar en el seminario del Departamento de Física Aplicada de la Universidad de Huelva: 4ª planta del módulo 1 de la Facultad de Ciencias Experimentales en el campus universitario de "El Carmen".

Su horario será de 16:30 a 20:30. Cada día, en general, impartirán clase dos profesores durante 2 horas, dedicándose cada uno de ellos a un tema diferente del temario.

El inicio de este curso será el día 3 de noviembre de 2011.

**Bibliografía:**

*Básica*

1. FÍSICA CUÁNTICA, Eisberg, R. y Resnik, R., Ed. Limusa.
2. NUCLEAR PHYSICS, PRINCIPLES AND APPLICATIONS, J. Lilley, Ed. John Wiley & Sons.
3. INTRODUCTORY NUCLEAR PHYSICS, K.S. Krane, Ed. John Wiley & Sons.
4. INTRODUCTION TO NUCLEAR REACTIONS, G.R. Satchler, Ed. Oxford Clarendon Press.
5. BASIC IDEAS AND CONCEPTS IN NUCLEAR PHYSICS, K. Heyde, Ed. Institute of Physics Publishing.

## *Complementaria*

6. FÍSICA MODERNA” P.A. Tipler, Ed. Reverté.
7. THEORETICAL NUCLEAR PHYSICS, J.M. Blatt & V.F. Weisskopf
8. FÍSICA NUCLEAR: PROBLEMAS RESUELTOS. Ed. Alianza. Autores: M. Shaw, A. Williard. (1996).
9. INGENIERÍA DE REACTORES NUCLEARES, S. Glasstone y A. Sesonske. Ed. Reverté.
10. FÍSICA DEL REACTOR NUCLEAR, A. Henry, Massachusetts Institute of Technology.
11. TEORÍA DE REACTORES Y ELEMENTOS DE INGENIERÍA NUCLEAR, F. Goded, V. Serradell, F. Oltra, J.M. Martínez-Val. Vols. I y II. JEN (1975)
12. BASIC NUCLEAR ENGINEERING, Arthur R. Foster, Robert L. Wright, Allyn and Bacon Series in Engineering.
13. FUSION RESEARCH, T.J. Dolan. Ed. Pergamon Press.
14. TEORÍA Y PROBLEMAS DE FÍSICA MODERNA, – D. GAUTREAU, Serie Schaum, McGraw-Hill.
15. REACTORES NUCLEARES- José M. Martínez-Val y M. Piera. Ed. ETSII Madrid, Madrid, 1997
16. INTRODUCTION TO NUCLEAR ENGINEERING, John R. Lamarsh. Ed Addison-Wesley. 2<sup>a</sup> ed.,1983.
17. NUCLEAR PHYSICS: PRINCIPLES AND APPLICATIONS. - John Lilley, Ed John Wiley& Sons Ltd. New York, 2001.
18. LAS RADIACIONES IONIZANTES: SU UTILIZACIÓN Y RIESGOS. - X. Ortega y J. Jorba (eds.) , Edicions UPC. Barcelona, 1994.
19. MEASUREMENT AND DETECTION OF RADIATION. N. Tsoulfanidis, McGraw-Hill, London, 1983
20. RADIATION DETECTION AND MEASUREMENT, G. F. Knoll, John Wiley, London, 1979
21. PRÁCTICAS DE FÍSICA NUCLEAR, María Shaw y Amalia Williard, Universidad Nacional de Educación a Distancia. Madrid, 1993.
22. NUCLEAR PRINCIPLES IN ENGINEERING, T. Jevremovic, Ed. Springer, New York, 2005.
23. NUCLEAR TECHNOLOGY, Joseph A. Angelo Jr., Ed. Greenwood Press, London, 2005.

<b>CURSO 2: INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL AUTOMÁTICO</b>																										
<b>Opcional</b>				<b>4 Créditos</b>																						
<b>Fechas: 23 de noviembre 2011 – 7 de diciembre 2011</b>																										
<b>Profesor responsable del modulo: Dr. Miguel Ángel Martínez Bohórquez</b>																										
<b>Profesores:</b>	Dr. Antonio Javier Barragán Piña																									
<b>Idioma:</b>	Castellano																									
<b>Competencias y objetivos:</b>																										
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocimiento de los parámetros a medir y controlar en una instalación nuclear.</li> <li>• Conocimiento de los diferentes sistemas de instrumentación y control usados en las instalaciones nucleares.</li> <li>• Conocimiento sobre como implementar sistemas de adquisición automática de datos y técnicas de control</li> </ul>																										
<b>Contenido:</b>																										
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introducción al control.</li> <li>2. Características de los elementos de proceso.</li> <li>3. Transductores.</li> <li>4. Acondicionamiento y transmisión de señales.</li> <li>5. Controladores analógicos.</li> <li>6. Control digital.</li> <li>7. Interfaces de potencia.</li> </ol>																										
<b>Metodología:</b> Actividades de aprendizaje y su valoración en créditos ECTS.																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="6">Presenciales</th> <th rowspan="2">No presenciales</th> </tr> <tr> <th>M</th> <th>AAD</th> <th>PA</th> <th>PL</th> <th>PO</th> <th>PC</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.7</td> <td>0.5</td> <td>0.2</td> <td>0.5</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>2.1</td> </tr> </tbody> </table>						Presenciales						No presenciales	M	AAD	PA	PL	PO	PC	0.7	0.5	0.2	0.5	0.0	0.0	2.1	
Presenciales						No presenciales																				
M	AAD	PA	PL	PO	PC																					
0.7	0.5	0.2	0.5	0.0	0.0	2.1																				
M (clase magistral); Actividades académicas dirigidas; PA (prácticas de aula); PL (prácticas de laboratorio); PO (prácticas de ordenador); PC (prácticas de campo).																										
<b>Criterios de evaluación:</b>																										
<p>La evaluación de la asignatura se realizará teniendo en cuenta la asistencia y el aprovechamiento de las distintas actividades programadas, según se describe a continuación.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocimientos y competencias adquiridas: El alumno deberá realizar tres cuestionarios durante las clases, que contará en la nota final de la asignatura un 30%.</li> <li>• Asistencia a clases: La falta de asistencia y aprovechamiento de las clases impartidas, teóricas y prácticas, supondrán un 20% de la nota final de la asignatura. Se considerará necesario una asistencia de al menos el 80%. La asistencia a los seminarios que se organicen será obligatoria.</li> <li>• Actividades o Trabajos dirigidos: El alumno le entregará al profesor el trabajo realizado, según el formato indicado a continuación, debiendo exponerlos en público ante el resto de la clase. La calificación obtenida, que dependerá del trabajo y la exposición realizada, supondrá un 50% de la nota final de la asignatura.</li> </ul>																										
<b>Actividades:</b>																										
<p>Las clases teóricas se irán desarrollando en el aula, intercalando problemas entre las explicaciones cuando se estime oportuno. La clase magistral es un medio de ofrecer una visión general y sistemática de los temas destacando los aspectos más importantes de los mismos, ofreciendo al alumno la posibilidad de motivación por quienes ya son expertos en el conocimiento de una materia, a través del diálogo y el intercambio de ideas.</p>																										

Las clases prácticas se desarrollarán en laboratorios del departamento de Ingeniería Eléctrica y Térmica, en aulas de informática o, en su caso, en empresas colaboradoras del máster.

Las exposiciones y seminarios, impartidas por personas de referencia en el ámbito en cuestión, permitirán conocer la situación actual de los temas tratados en la asignatura.

Las actividades dirigidas, además de potenciar las capacidades citadas anteriormente, son un estímulo a profundizar en temas en los que el alumno tenga un interés especial.

Las tutorías constituyen un método individualizado del seguimiento de aprendizaje y de desarrollo de las capacidades citadas. En ellas se tratará de resolver, entre otras cuestiones, las dudas planteadas por los alumnos sobre las enseñanzas teórico/prácticas cursadas.

### **Bibliografía:**

1. MARTÍNEZ-VAL, J. M., y PIERA, M., “Reactores Nucleares”. Ed. Sección de Publicaciones de la ETSII de la UPM, Madrid, 1997.
2. GODED, F. y otros, “Teoría de reactores y elementos de ingeniería nuclear (vols. I y II)”. Ed. JEN, Madrid, 1981.
3. GLASSTONE, S. y SESONSKE, A., “Ingeniería de Reactores Nucleares”. Editorial Reverte. 1990.
4. TANARRO, A., “Instrumentación nuclear”. Ed. JEN, Madrid, 1973. LAMARSH, J.R. "Introduction to Nuclear Engineering" 2nd Edition. Ed. Addison-Wesley, 1983.
5. MARSALL, W. "Nuclear Power Technology". Vol. 3. Ed. Clarendon Press, 1983.
6. MICHAEL JACOB, J. “Industrial Control Electronics: applications and Design”. Ed. Prentice-Hall, 1989.
7. FRANKLIN, G. F.; POWELL, J. D.; WORKMAN M. “Digital control of dynamic systems (3ª edición)”. Ed. Addison Wesley, 1998.
8. DORF, R. C.; BISHOP, R. H. “Modern Control Systems”. Prentice – Hall, 2001.

**CURSO 3: ELECTROTECNIA DE POTENCIA EN ACELERADORES Y CENTRALES ELÉCTRICAS****Opcional****4 Créditos****Fechas: 9 de diciembre 2011 – 22 de diciembre 2011****Profesor responsable del modulo:** Dr. Patricio Salmerón Revuelta**Profesores:** Dr. Jaime prieto Thomas  
Dr. Francisco Javier Alcántara Benjumea**Idioma:** Castellano**Competencias y objetivos:**

En esta asignatura se tratará sobre las instalaciones eléctricas de potencia asociadas a las instalaciones nucleares, tanto desde el punto de vista de la generación de energía como de equipos con tecnología nuclear. Se analizarán los equipos eléctricos necesarios para el seguro y correcto funcionamiento de instalaciones nucleares, desde los circuitos y convertidores utilizados en los equipos de medicina nuclear o los grandes aceleradores de partículas, hasta el control y la regulación de los alternadores y las estaciones transformadoras en la producción de energía eléctrica. Asimismo se estudiará su interconexión con la red eléctrica general, y los subsistemas de distribución propios de las instalaciones nucleares.

**Contenidos:**

1. Circuitos y sistemas de potencia en instalaciones nucleares.
2. Dispositivos y convertidores electrónicos de potencia
3. Aplicaciones de la electrónica de potencia en la tecnología nuclear.
4. Alternadores trifásicos. Regulación y control
5. Estaciones transformadoras.
6. Redes y servicios auxiliares.
7. Interconexión con la red eléctrica

**Metodología:** Actividades de aprendizaje y su valoración en créditos ECT.

Presenciales						No presenciales
M	AAD	PA	PL	PO	PC	
0.7	0.5	0.2	0.25	0.0	0.25	2.1

M (clase magistral); Actividades académicas dirigidas; PA (prácticas de aula); PL (prácticas de laboratorio); PO (prácticas de ordenador); PC (prácticas de campo).

**Actividades:**

Las clases teóricas se irán desarrollando en el aula, intercalando problemas entre las explicaciones cuando se estime oportuno. La clase magistral es un medio de ofrecer una visión general y sistemática de los temas destacando los aspectos más importantes de los mismos, ofreciendo al alumno la posibilidad de motivación por quienes ya son expertos en el conocimiento de una materia, a través del diálogo y el intercambio de ideas.

Las clases prácticas se desarrollarán en laboratorios del departamento de Ingeniería Eléctrica y Térmica, en aulas de informática o, en su caso, en empresas colaboradoras del máster.

Las exposiciones y seminarios, impartidas por personas de referencia en el ámbito en cuestión, permitirán conocer la situación actual de los temas tratados en la asignatura.

Las actividades dirigidas, además de potenciar las capacidades citadas anteriormente, son un estímulo a profundizar en temas en los que el alumno tenga un interés especial.

Las tutorías constituyen un método individualizado del seguimiento de aprendizaje y de desarrollo de las capacidades citadas. En ellas se tratará de resolver, entre otras cuestiones, las dudas planteadas por los alumnos sobre las enseñanzas teórico/prácticas cursadas.

### **Criterios de evaluación:**

La evaluación de la asignatura se realizará teniendo en cuenta la asistencia y el aprovechamiento de las distintas actividades programadas, según se describe a continuación.

- Conocimientos y competencias adquiridas: El alumno deberá realizar tres cuestionarios durante las clases, que contará en la nota final de la asignatura un 30%.
- Asistencia a clases: La asistencia y aprovechamiento de las clases impartidas, teóricas y prácticas, supondrá un 20% de la nota final de la asignatura. Se considerará necesaria una asistencia de al menos el 80%. La asistencia a los seminarios que se organicen será obligatoria.
- Actividades o Trabajos dirigidos: El alumno entregará al profesor el trabajo realizado, debiendo exponerlo en público ante el resto de la clase. La calificación obtenida, que dependerá del trabajo y la exposición realizada, supondrá un 50% de la nota final de la asignatura.

### **Bibliografía:**

1. CENTRALES NUCLEARES. José Ramírez Vázquez. CEAC, 1974.
2. CENTRALES ELÉCTRICAS. Angel Luis Orille Fernández. Universidad Politécnica de Cataluña, 1997.
3. POWER ELECTRONICS: CONVERTERS, APPLICATIONS AND DESIGN. Mohan, Undeland, Robins. John Wiley & Sons, 1989.
4. ELECTRÓNICA INDUSTRIAL. ELECTRÓNICA DE POTENCIA. Hansruedi Bühler. Ed. Gustavo Gili, 1990.
5. MÁQUINAS ELÉCTRICAS. Jesús Fraile Mora. McGraw-Hill, 2003.
6. MÁQUINAS ELÉCTRICAS EN RÉGIMEN DINÁMICO. M. Cortes Cherta. T.A. E.T.S.I.I. Barcelona, 1990.
7. ANALISIS OF ELECTRIC MACHINERY. P. C. Krause y otros. IEEE Press, 1995.
8. TRANSFORMADORES DE POTENCIA, MEDIDA Y PROTECCIÓN. Enrique Ras. Paraninfo, 1975.
9. ESTACIONES DE TRANSFORMACIÓN Y DISTRIBUCIÓN, PROTECCIÓN DE
10. SISTEMAS ELÉCTRICOS. José Ramírez Vázquez. CEAC, 1972.
11. PROTECCIONES EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS. P. Montané Sangrá. Marcombo, 1988.
12. REGLAMENTO SOBRE CONDICIONES TÉCNICAS Y GARANTÍA DE SEGURIDAD EN CENTRALES ELÉCTRICAS, SUBESTACIONES Y CENTROS DE TRANSFORMACIÓN. Ministerio de Ciencia y Tecnología.
13. MAGNETOHYDRODYNAMICS, STANDARD HANDBOOK FOR ELECTRICAL ENGINEERS. M. S. Tillack, N. B. Morley. McGraw-Hill, 1998.
14. HANDBOOK OF ELECTROMAGNETIC PUMP TECHNOLOGY. R. S. Baker, M. J. Tessier. Elsevier Science Publishing, 1987.
15. CONTROL ELECTRÓNICO DE LOS MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA. R. Chauprade, F. Milsant. Ed. Gustavo Gili, 1983.
16. CONVERTIDORES DE FRECUENCIA PARA MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA: FUNCIONAMIENTO Y APLICACIONES. J. M. Merino Azcárraga. McGraw-Hill, 1998.
17. ANALISIS DE SISTEMAS ELECTRICOS DE POTENCIA, W. D. Stevenson. McGraw-Hill, 1988.
18. POWER SYSTEM ANALYSIS AND DESIGN, J. Duncan Glover, Mulukutla S. Sarma. Thomson Learning Inc., 2002.

**CURSO 4: TÉCNICAS DE MONTECARLO Y SIMULACIÓN****Opcional****4 Créditos****Fechas: 13 de febrero 2012 – 23 de febrero 2012****Profesor responsable del modulo:** Dr. Felipe Jiménez Blas**Profesores:** Dr. Enrique De Miguel Agustino  
Dr. Enrico Farnea**Idioma:** Castellano**Competencias y objetivos:**

Su objetivo es familiarizar a los alumnos con las bases necesarias para simular el comportamiento de instrumentos científicos empleando métodos de Montecarlo.

Se trata por tanto de una asignatura eminentemente teórica que va a ser de gran ayuda a aquellos alumnos que pretendan continuar sus estudios con el programa de doctorado y/o posteriormente desarrollar una carrera científica o tecnológica.

Dentro de las competencias genéricas que esta asignatura permite desarrollar, se destacan:

- Capacidad de análisis y síntesis.
- Capacidad de aprender y trabajar de forma autónoma.
- Habilidades para la investigación.
- Capacidad de crítica y autocrítica.
- Conocimientos generales básicos

**Contenidos:**

## 1. Método de Monte Carlo

- Introducción
- Reseña histórica del método de Monte Carlo
- Breve introducción al lenguaje de programación Fortran.
- Generación de números aleatorios

## 2. Introducción básica a teoría de probabilidades

- Sucesos y variables aleatorias
- Distribución de variables aleatorias
- Integración Monte Carlo y estimación de errores

## 3. Muestreo de variables aleatorias

- Algoritmos básicos
- Algoritmo de Metrópolis

## 4. Aplicaciones al diseño de instrumentación nuclear

- Ejemplo 1: procesos de transporte
- Ejemplo 2: procesos de scattering
- Ejemplo 3: camino aleatorio (random walks)

**Metodología:**

Los 4 créditos ECTS de que consta la asignatura representan un total de 150 horas de dedicación del alumno. El reparto del trabajo propuesto es el siguiente:

- **Trabajo en el aula: 42 h.**  
Clases teóricas, 30 h  
Clases prácticas, 12 h
- **Otras actividades formativas: 10 h**  
Exposiciones y seminarios, 4 h  
Actividades, trabajos dirigidos y tutorías, 6 h
- **Trabajo autónomo del alumno: 94 h**  
Estudio de las clases teóricas, 30 h  
Estudio de la clases prácticas, 2 h  
Preparación de actividades dirigidas, 62 h
- **Realización de exámenes: 4 h**  
Realización de exámenes escritos, 4 h
- **Trabajo total del estudiante: 150 h**  
La organización docente semanal será desarrollada de común acuerdo con el resto de las asignaturas del máster.

### **Criterios de evaluación:**

La evaluación de la asignatura se realizará teniendo en cuenta la asistencia y el aprovechamiento de las distintas actividades programadas, según se describe a continuación.

- **Conocimientos y competencias adquiridas:** El alumno deberá realizar un examen (con preguntas tipo test y pequeños problemas) al terminar el temario, que contará en la nota final de la asignatura un 30%.
- **Asistencia a clases:** La asistencia y aprovechamiento de las clases impartidas, teóricas y prácticas, supondrán un 20% de la nota final de la asignatura. Se considerará necesario una asistencia de al menos el 80%. La asistencia a los seminarios que se organicen será obligatoria.
- **Actividades o Trabajos dirigidos:** El alumno le entregará al profesor un conjunto de problemas y ejercicios, así como una memoria de las prácticas realizadas. Esta parte de la asignatura supondrá un 50% de la nota final.

### **Actividades:**

Las clases teóricas se irán desarrollando en el aula, intercalando problemas entre las explicaciones cuando se estime oportuno. La clase magistral es un medio de ofrecer una visión general y sistemática de los temas destacando los aspectos más importantes de los mismos, ofreciendo al alumno la posibilidad de motivación por quienes ya son expertos en el conocimiento de una materia, a través del diálogo y el intercambio de ideas.

Las clases prácticas se desarrollarán en alguna de las aulas de informática de la Universidad de Huelva en la que previamente se habrá instalado el software que se empleará durante las sesiones.

Las exposiciones y seminarios, impartidas por personas de referencia en el ámbito en cuestión, permitirán conocer la situación actual de los temas tratados en la asignatura.

### **Bibliografía:**

1. I.M. Sóbol, Método de Montecarlo, Editorial Mir, Moscú 1983. Kalos, Malvin H.; Whitlock, Paula A. Monte Carlo Methods. New York: John Wiley and Sons, 1986. ISBN 0-471-89839-2
2. James, F. Monte Carlo theory and practice. Reports on Progress in Physics, 1980, vol. 43, núm. 9, p.1145-1189.

3. Jenkins, Theodore M.; Nelson, Walter R.; Rindy, Alessandro. Monte Carlo Transport of Electrons and Photons. New York [etc.]: Plenum Press, cop. 1988. ISBN 0-306-43099-1.
4. R. Rubinstein. (1981) "Simulation and the Monte Carlo Method" (Wiley, New York); J. Wood (1982) "Computational Methods in Reactor Shielding" (Pergamon Press).
5. Manual del código GEANT4. <http://geant4.web.cern.ch/geant4/>
6. Manual del código PENELOPE.  
<http://www.nea.fr/html/dbprog/peneloperef.html>

## CURSO 5: INSTRUMENTACIÓN NUCLEAR BÁSICA

**Obligatorio**

**5 Créditos**

**Fechas: 9 de enero 2012 – 20 de enero 2012/ 6 de febrero 2012- 10 de febrero 2012.**

**Profesor responsable del modulo:** Dr. Ismael Martel Bravo

**Profesores:** Dr. Olof Tengblad

**Idioma:** Castellano

### **Competencias y objetivos:**

Esta asignatura está dirigida a aquellos alumnos que pretendan tener una formación apropiada en los fundamentos y técnicas que se emplean en la detección de partículas en física nuclear. Su objetivo es familiarizar a los alumnos con los distintos tipos de detectores que se encuentran hoy en día en el mercado. De igual forma, podrán conocer los distintos módulos electrónicos e informáticos que llevan asociados los detectores de partículas.

### **Contenidos:**

#### **Temario del curso**

##### 1. Fundamentos de la detección.

- Interacción de partículas cargadas con la materia.
- Interacción de fotones con la materia.
- Interacción de neutrones con la materia.

##### 2. Detectores de fotones y partículas cargadas.

- Detectores de ionización gaseosa.
- Detectores de centelleo. Fotomultiplicadores.
- Detectores de semiconductor.
- Análisis comparativo del rango de aplicabilidad de las tres familias de detectores.

##### 3. Detectores de neutrones lentos y rápidos.

- Reacciones de interés.
- Tipos de detectores de neutrones lentos.
- Tipos de detectores de neutrones rápidos.
- Espectrometría de neutrones por el método del tiempo de vuelo.

##### 4. Otros detectores y técnicas especiales.

- Telescopios Delta E-E.
- Detectores sensibles a la posición.
- Detectores de trazas nucleares.
- Detectores de tiempo de vuelo.
- Detectores Cherenkov.
- Mallas/series de detectores.
- Calorímetros.
- Detectores de superconductor.
- Espectrómetros magnéticos.

##### 5. Electrónica.

- Pulsos eléctricos.
- Transmisión de señales.

- Amplificadores.
- Discriminadores.
- Conversores analógicos digitales.
- Unidades lógicas.

### **Prácticas de laboratorio**

1. Estudio de la dispersión Rutherford de partículas alfa en una lamina de oro.
2. Montaje de detectores de tipo centelleador.
3. Espectroscopia de absorción total (TAS) con un cristal de BGO en geometría 4pi.
4. Simulación numérica por ordenador.
5. Sistema de adquisición de datos.

**Metodología:** Se trata de una asignatura eminentemente práctica, aunque también se presentará someramente la base teórica de todos los dispositivos experimentales con los que se trate.

### **Actividades:**

#### **Criterios de evaluación:**

La evaluación de la asignatura se realizará teniendo en cuenta la asistencia y el aprovechamiento de las distintas actividades programadas, según se describe a continuación.

- Conocimientos y competencias adquiridas: El alumno deberá realizar tres cuestionarios durante las clases, que contará en la nota final de la asignatura un 30%.
- Asistencia a clases: La falta de asistencia y aprovechamiento de las clases impartidas, teóricas y prácticas, supondrán un 20% de la nota final de la asignatura. Se considerará necesario una asistencia de al menos el 80%. La asistencia a los seminarios que se organicen será obligatoria.
- Actividades o Trabajos dirigidos: El alumno le entregará al profesor el trabajo realizado, según el formato indicado a continuación, debiendo exponerlos en público ante el resto de la clase. La calificación obtenida, que dependerá del trabajo y la exposición realizada, supondrá un 50% de la nota final de la asignatura.

### **Bibliografía:**

#### *Básica*

1. [Kno] "Radiation Detection and Measurement", G.F. Knoll.
2. [Tan] "Instrumentación Nuclear", A. Tanarro Sanz.

#### *Complementaria*

3. [Bry] "Introduction to Accelerator Physics", P.J. Bryant.
4. [Deb] "Gamma- and X-ray Spectrometry with Semiconductor Detectors", K. Debertin and R.G.Helmer.
5. [Fer] "Introduction to Experimental Particle Physics", R. Fernow.
6. [Leo] "Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments", W.R. Leo.
7. [Mos] "New Detector Developments for Nuclear Radiation", R. Mossbauer (J. Phys. G S1-S13 (1991) )
8. [Sch] "Particle accelerators and their uses", W. Scharf.
9. [Big] "Nucleon and particle physics simulations: the consortium for upper-level physics software" Bigelow et al., John Wiley 1995.

**CURSO 6: TECNOLOGÍA DE LAS CENTRALES NUCLEARES****Opcional****4 Créditos****Fechas: 23 de enero 2012 – 3 de febrero de 2012****Profesor responsable del modulo:** Dr. Rodríguez Vásquez Jesús**Profesores:** Dr. José Macías**Idioma:** Castellano**Competencias y objetivos:**

Entre los objetivos generales destacan:

- Presentar los aspectos básicos de la tecnología de los componentes, sistemas y estructuras de las centrales y de la gestión de su explotación.
- Proporcionar al estudiante los criterios técnicos y de seguridad que se aplican a los proyectos, la operación y, en su caso, el desmantelamiento de centrales nucleares, en el marco del sistema de producción de energía eléctrica.

Como objetivos más específicos, se marcan:

- Resaltar el concepto de cultura de la seguridad y el factor humano en la explotación de las centrales.
- Resaltar la importancia de los métodos administrativos y técnicos de verificación de la seguridad en instalaciones energéticas complejas.

**Contenidos:**

1. Centrales eléctricas.
2. Clasificación de centrales nucleares.
3. Diseño general y organización de una central nuclear.
4. Reactores nucleares.
5. Moderadores y materiales de estructura para reactores
6. Combustibles nucleares.
7. Control de los reactores nucleares.
8. Extracción de energía.
9. Sistemas auxiliares.

**Metodología:** Actividades de aprendizaje y su valoración en créditos ECTS.

Presenciales					
M	AAD	PA	PL	PO	PC
2	0.5	0.0	0.0	0.0	1.5

M (clase magistral); Actividades académicas dirigidas; PA (prácticas de aula); PL (prácticas de laboratorio); PO (prácticas de ordenador); PC (prácticas de campo).

**Criterios de evaluación:**

La evaluación de la asignatura se realizará teniendo en cuenta la asistencia y el aprovechamiento de las distintas actividades programadas, según se describe a continuación.

- Conocimientos y competencias adquiridas: El alumno deberá realizar tres cuestionarios durante las clases, que contará en la nota final de la asignatura un 30%.
- Asistencia a clases: La falta de asistencia y aprovechamiento de las clases impartidas, teóricas y prácticas, supondrán un 20% de la nota final de la asignatura. Se considerará necesario una asistencia de al menos el 80%. La asistencia a los seminarios que se organicen será obligatoria.
- Actividades o Trabajos dirigidos: El alumno le entregará al profesor el trabajo realizado, según el formato indicado a continuación, debiendo exponerlos en público ante el resto de la clase. La calificación obtenida, que dependerá del trabajo y la exposición realizada, supondrá un 50% de la nota final de la asignatura.

**Actividades:**

Las clases teóricas se irán desarrollando en el aula, intercalando problemas entre las explicaciones cuando se estime oportuno. La clase magistral es un medio de ofrecer una visión general y sistemática de los temas destacando los aspectos más importantes de los mismos, ofreciendo al alumno la posibilidad de motivación por quienes ya son expertos en el conocimiento de una materia, a través del diálogo y el intercambio de ideas.

Las clases prácticas se desarrollarán en laboratorios del departamento de Ingeniería Eléctrica y Térmica, en aulas de informática o, en su caso, en empresas colaboradoras del máster.

Las exposiciones y seminarios, impartidas por personas de referencia en el ámbito en cuestión, permitirán conocer la situación actual de los temas tratados en la asignatura.

Las actividades dirigidas, además de potenciar las capacidades citadas anteriormente, son un estímulo a profundizar en temas en los que el alumno tenga un interés especial.

Las tutorías constituyen un método individualizado del seguimiento de aprendizaje y de desarrollo de las capacidades citadas. En ellas se tratará de resolver, entre otras cuestiones, las dudas planteadas por los alumnos sobre las enseñanzas teórico/prácticas cursadas.

**Bibliografía:**

1. ALONSO, A. y otros, "La energía nuclear en sus aspectos básicos". Ed. SNE, Madrid, 1984.
2. MARTÍNEZ-VAL, J. M., y PIERA, M., "Reactores Nucleares". Ed. Sección de Publicaciones de la ETSII de la UPM, Madrid, 1997.
3. CARO, R. "Física de reactores nucleares". Ed. JEN, Madrid, 1979.
4. GODED, F. y otros, "Teoría de reactores y elementos de ingeniería nuclear (vols. I y II)". Ed. JEN, Madrid, 1981.
5. GLASSTONE, S. y SESONSKE, A., "Ingeniería de Reactores Nucleares". Editorial Reverte. 1990.
6. TANARRO, A., "Instrumentación nuclear". Ed. JEN, Madrid, 1973.
7. BOE, Decretos 2869/1972, 3229/1982, 1753/1987, 53/1992.
8. LAMARSH, J.R. "Introduction to Nuclear Engineering" 2nd Edition. Ed. Addison-Wesley, 1983.
9. MARSALL, W. "Nuclear Power Technology". Vol. 3. Ed. Clarendon Press, 1983.
10. DUDERSTADT, J.J. et al. "Nuclear Reactor Analysis". Ed. John Wiley & Sons, 1976.
11. LAMARSH, J.R. "Introduction to Nuclear Reactor Theory". Ed. Addison Wesley, 1966.

**CURSO 7: TECNOLOGÍA DE ACELERADORES DE PARTÍCULAS****Opcional****4 Créditos****Fechas: 30 de mayo 2012 – 12 de junio de 2012****Profesor responsable del modulo:** Dr. Ángel Miguel Sánchez Benítez**Profesores:** Dr. Tomas Junquera Mari  
Dr. Ismael Martel Bravo**Idioma:** Castellano**Competencias y objetivos:**

Entre los objetivos generales destacan:

- Ofrecer conocimiento sobre las bases y los componentes principales de un acelerador.
- Dar una visión sobre la importancia de los aceleradores en la investigación básica e industrial, en el tratamiento de residuos radioactivos, producción de energía nuclear y en aplicaciones médicas.

Como objetivos más específicos, se marcan:

- Formar al alumno con conocimientos técnicos, que si bien necesarios para la construcción de un acelerador, son indispensables a nivel industrial.
- Ofrecer al alumno la posibilidad de utilizar material de simulación y diseño.
- Familiarizar al alumno en la gestión administrativa, adquisición de componentes, elección de materiales y equipamiento que servirán para su desarrollo profesional.

**Contenidos:**

1. Movimiento de partículas en campos eléctricos y magnéticos.
2. Métodos de aceleración de partículas cargadas. Rangos de energías.
3. Óptica de aceleradores y manipulación de haces de partículas cargadas.
4. Fuentes de partículas cargadas.
5. Tecnología de vacío.
6. Tecnología de potencia.
7. Sistemas de detección y tracking.
8. Aplicaciones
9. Aspectos económicos.

**Metodología:** Actividades de aprendizaje y su valoración en créditos ECTS.

Presenciales						No presenciales
M	AAD	PA	PL	PO	PC	
0.7	0.5	0.2	0.5	0.0	0.0	2.1

M (clase magistral); Actividades académicas dirigidas; PA (prácticas de aula); PL (prácticas de laboratorio); PO (prácticas de ordenador); PC (prácticas de campo).

**Criterios de evaluación:**

La evaluación de la asignatura se realizará teniendo en cuenta la asistencia y el aprovechamiento de las distintas actividades programadas, según se describe a continuación.

- Conocimientos y competencias adquiridas: El alumno deberá realizar tres cuestionarios durante las clases, que contará en la nota final de la asignatura un 30%.
- Asistencia a clases: La falta de asistencia y aprovechamiento de las clases impartidas, teóricas y prácticas, supondrán un 20% de la nota final de la asignatura. Se considerará necesario una asistencia de al menos el 80%. La asistencia a los seminarios que se organicen será obligatoria.

- Actividades o Trabajos dirigidos: El alumno le entregará al profesor el trabajo realizado, según el formato indicado a continuación, debiendo exponerlos en público ante el resto de la clase. La calificación obtenida, que dependerá del trabajo y la exposición realizada, supondrá un 50% de la nota final de la asignatura

### **Actividades:**

Las clases teóricas se irán desarrollando en el aula, intercalando problemas entre las explicaciones cuando se estime oportuno. La clase magistral es un medio de ofrecer una visión general y sistemática de los temas destacando los aspectos más importantes de los mismos, ofreciendo al alumno la posibilidad de motivación por quienes ya son expertos en el conocimiento de una materia, a través del diálogo y el intercambio de ideas.

Las clases prácticas se desarrollarán en laboratorios del departamento de Ingeniería Eléctrica y Térmica, en aulas de informática o, en su caso, en empresas colaboradoras del máster.

Las exposiciones y seminarios, impartidas por personas de referencia en el ámbito en cuestión, permitirán conocer la situación actual de los temas tratados en la asignatura.

Las actividades dirigidas, además de potenciar las capacidades citadas anteriormente, son un estímulo a profundizar en temas en los que el alumno tenga un interés especial.

Las tutorías constituyen un método individualizado del seguimiento de aprendizaje y de desarrollo de las capacidades citadas. En ellas se tratará de resolver, entre otras cuestiones, las dudas planteadas por los alumnos sobre las enseñanzas teórico/prácticas cursadas.

### **BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA**

1. S. Humphries, Principles of Charged Particle Acceleration, John Wiley and Sons (1986).
2. M. Conte, William W MacKay, An Introduction to The Physics of Particle Accelerators, (1991) p:250, ISBN: 981-02-0813-8.
3. H. Wiedemann, Particle Accelerator Physics I: Basic Principles and Linear Dynamics, Springer-Verlag, (1993).
4. T. Wangler, RF Linear Accelerators, (1998), p:382, ISBN: 0-471-16814-9
5. Philip J. Bryant and Kjell Johnsen, The Principles of Circular Accelerators and Storage Rings, Cambridge Univ. Press. (1993).
6. M. Reiser, Theory and Design of Charged Particle Beams, John Wiley and Sons, 1994, p: 607, ISBN: 0-471-30616-9.
7. H. Wollnik, Optics of Charged Particles, Academic Press (1987).
8. [http://preprints.cern.ch/cernrep/1994/94-01/94-01\\_v1.html](http://preprints.cern.ch/cernrep/1994/94-01/94-01_v1.html)
9. [http://preprints.cern.ch/cernrep/1994/94-01/94-01\\_v2.html](http://preprints.cern.ch/cernrep/1994/94-01/94-01_v2.html)
10. P.K. Ghosh, Ion Traps, Oxford University Press. (1995).
11. M. Wutz, H. Adam, W. Walcher, Theory and Practice of vacuum Technology, Vieweg& Sohn Verlagsgesellschaft mbH, Braunschweig (1989).
12. N.P. Sobenin and B.V. Zverev, Electrodynamics Characteristics of Accelerating Cavities, 1993, ISBN: 90-6994-0003-5.
13. W. Scharf, Particle Accelerators and Their Uses, (1986) ISBN: 3-7186-0318-7.

## CURSO 8: REACTORES NUCLEARES

Opcional

4 Créditos

**Fechas:** 28 de marzo 2012 – 13 de abril 2012

**Profesor responsable del modulo:** Dr. Ismael Martel Bravo

**Profesores:** Dr. Fernando Legarda Ibáñez

**Idioma:** Castellano

### Competencias y objetivos:

Estudiar los métodos analíticos y numéricos existentes para la solución de las ecuaciones de transporte y difusión.

Tratar los elementos esenciales de la cinética del reactor y preparar a los alumnos para el diseño de núcleos de reactor.

### Contenidos:

1. Conceptos básicos:
  - Secciones eficaces
  - Cinemática
  - Fisión
  - Magnitudes de transporte
2. Teoría de difusión:
  - Ecuación de transporte
  - Aproximación de difusión
  - Condiciones iniciales y de contorno
3. Solución de la ecuación de difusión:
  - Medios no multiplicadores
  - Métodos numéricos
  - Medios multiplicadores
  - Criticidad
4. Difusión multigrupo:
  - Ecuaciones multigrupo
  - Solución de las ecuaciones
5. Cinética puntual:
  - Ecuaciones
  - Solución de las ecuaciones
  - Realimentación y dinámica
6. Moderación:
  - Medio infinito
  - Absorción en resonancia
  - Medio finito

### Metodología:

- Presentaciones con PC.
- Transparencias.
- Sesiones teóricas.
- Sesiones prácticas

### **Criterios de evaluación:**

La evaluación de la asignatura se realizará teniendo en cuenta la asistencia y el aprovechamiento de las distintas actividades programadas, según se describe a continuación.

- **Conocimientos y competencias adquiridas:** El alumno deberá realizar tres cuestionarios durante las clases, que contará en la nota final de la asignatura un 30%.
- **Asistencia a clases:** La falta de asistencia y aprovechamiento de las clases impartidas, teóricas y prácticas, supondrán un 20% de la nota final de la asignatura. Se considerará necesario una asistencia de al menos el 80%. La asistencia a los seminarios que se organicen será obligatoria.
- **Actividades o Trabajos dirigidos:** El alumno le entregará al profesor el trabajo realizado, según el formato indicado a continuación, debiendo exponerlos en público ante el resto de la clase. La calificación obtenida, que dependerá del trabajo y la exposición realizada, supondrá un 50% de la nota final de la asignatura.

### **Actividades:**

#### **Bibliografía:**

1. ALONSO, A. y otros, "La energía nuclear en sus aspectos básicos". Ed. SNE, Madrid, 1984.
2. MARTÍNEZ-VAL, J. M., y PIERA, M., "Reactores Nucleares". Ed. Sección de Publicaciones de la ETSII de la UPM, Madrid, 1997.
3. CARO, R. "Física de reactores nucleares". Ed. JEN, Madrid, 1979.
4. GODED, F. y otros, "Teoría de reactores y elementos de ingeniería nuclear (vols. I y II)". Ed. JEN, Madrid, 1981.
5. GLASSTONE, S. y SESONSKE, A., "Ingeniería de Reactores Nucleares". Editorial Reverte. 1990.
6. TANARRO, A., "Instrumentación nuclear". Ed. JEN, Madrid, 1973.
7. BOE, Decretos 2869/1972, 3229/1982, 1753/1987, 53/1992.
8. LAMARSH, J.R. "Introduction to Nuclear Engineering" 2nd Edition. Ed. AddisonWesley, 1983.
9. MARSALL, W. "Nuclear Power Technology". Vol. 3. Ed. Clarendon Press, 1983.
10. DUDERSTADT, J.J. et al. "Nuclear Reactor Analysis". Ed. John Wiley & Sons, 1976.
11. LAMARSH, J.R. "Introduction to Nuclear Reactor Theory". Ed. Addison-Wesley, 1966.

**CURSO 9: DOSIMETRÍA Y APLICACIONES MÉDICAS****Opcional****4 Créditos****Fechas: 16 de abril 2012 – 27 de abril 2012****Profesor responsable del modulo:** Dr. Mario Gómez De Santamaría**Profesores:**Dr. Antonio Lallena Rojo  
Dr. Santiago Velázquez Miranda  
Dr. Carlos Marques de Jesús.**Idioma:**

Castellano

**Competencias y objetivos:**

Entre los objetivos generales destacan:

- Presentar los aspectos básicos de los efectos biológicos de la exposición a la radiación, nociones de dosimetría y de tratamiento digital de imágenes.
- Proporcionar al estudiante los fundamentos de las principales técnicas de radiodiagnóstico y radioterapia junto con prácticas que les permitan familiarizarse con las mismas.

Como objetivos más específicos, se marcan:

- Resaltar las bases en las que se apoyan las modernas técnicas de radioterapia y radiodiagnóstico.
- - Resaltar una aproximación práctica a las técnicas antes citadas.

**Contenidos:**

1. Efectos biológicos de la radiación. Modelos radiobiológicos
2. Introducción al tratamiento digital de imágenes
3. Dosimetría
4. Radiografía
5. Tomografía Computarizada.
6. Medicina Nuclear.
7. Resonancia Magnética Nuclear.
8. Ecografía.
9. Terapia con fotones y electrones
10. Braquiterapia y Hadronterapia

**Metodología:** Actividades de aprendizaje y su valoración en créditos ECTS.

Presenciales						No presenciales
M	AAD	PA	PL	PO	PC	
0.7	0.5	0.2	0.5	0.0	0.0	2.1

M (clase magistral); Actividades académicas dirigidas; PA (prácticas de aula); PL (prácticas de laboratorio); PO (prácticas de ordenador); PC (prácticas de campo).

**Criterios de evaluación:**

La evaluación de la asignatura se realizará teniendo en cuenta la asistencia y el aprovechamiento de las distintas actividades programadas, según se describe a continuación.

- Conocimientos y competencias adquiridas: El alumno deberá realizar tres cuestionarios durante las clases, que contarán en la nota final de la asignatura con un peso del 30%.
- Asistencia a clases: La asistencia y aprovechamiento de las clases impartidas, teóricas y prácticas, supondrá un 20% de la nota final de la asignatura. Se considerará necesaria una asistencia de, al menos, un 80% de las clases. La asistencia a los seminarios que se organicen será obligatoria.

- **Actividades o Trabajos dirigidos:** El alumno le entregará al profesor el trabajo realizado, según el formato indicado a continuación, debiendo exponerlo en público ante el resto de la clase. La calificación obtenida, que dependerá del trabajo y la exposición realizada, supondrá un 50% de la nota final de la asignatura.

### **Actividades:**

Las clases teóricas se irán desarrollando en el aula, intercalando problemas entre las explicaciones cuando se estime oportuno. La clase magistral es un medio de ofrecer una visión general y sistemática de los temas destacando los aspectos más importantes de los mismos, ofreciendo al alumno la posibilidad de motivación por quienes ya son expertos en el conocimiento de una materia, a través del diálogo y el intercambio de ideas.

Las clases prácticas se desarrollarán en laboratorios del departamento de Ingeniería Eléctrica y Térmica, en aulas de informática o, en su caso, en empresas colaboradoras del máster.

Las exposiciones y seminarios, impartidas por personas de referencia en el ámbito en cuestión, permitirán conocer la situación actual de los temas tratados en la asignatura.

Las actividades dirigidas, además de potenciar las capacidades citadas anteriormente, son un estímulo a profundizar en temas en los que el alumno tenga un interés especial.

Las tutorías constituyen un método individualizado del seguimiento de aprendizaje y de desarrollo de las capacidades citadas. En ellas se tratará de resolver, entre otras cuestiones, las dudas planteadas por los alumnos sobre las enseñanzas teórico/prácticas cursadas.

### **Bibliografía:**

1. Suetens, P. (2002): *Fundamentals of Medical Imaging*. Cambridge University Press.
2. Dyson, N.A. (1981): *Nuclear Physics with Applications in Medicine and Biology*. Ellis & Horwood series in Medicine and Biology. John Wiley & Sons.
3. Kahn, F.M. (2003): *The Physics of Radiation Therapy*. Lippincott, Williams & Wilkins.
4. Cherry, S.R., Sorenson, J. y Phelps, M. (2003): *Physics in Nuclear Medicine*, 3ª ed. W.B. Saunders Company

<b>CURSO 10: TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE MATERIALES</b>	
<b>Opcional</b>	<b>4 Créditos</b>
<b>Fechas: 15 de marzo 2012 – 27 de marzo de 2012</b>	
<b>Profesor responsable del modulo:</b> Dr. José Miguel Nieto Liñán	
<b>Profesores:</b>	Dra. M <sup>a</sup> De Los Ángeles Ontalba Salamanca Dr. Aurelio Climent Font Dr. Jesús Damián de La Rosa Díaz Dr. Aguasanta Miguel Sarmiento Dr. Rafael Pérez López
<b>Idioma:</b>	Castellano
<b>Competencias y objetivos:</b>	
<p>Física Nuclear Aplicada pretende dar al alumno una formación adecuada en las aplicaciones posibles a otros campos de la Ciencia y la Técnica de la instrumentación y la metodología típicas de la Física Nuclear.</p> <p>En términos generales se pretende:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Describir las posibilidades que detectores y aceleradores tienen para resolver problemas en otras áreas de la Ciencia y la Tecnología.</li> <li>• Proporcionar al estudiante los conocimientos técnicos suficientes para la aplicación de las técnicas nucleares más usuales en campos como la Arqueología, la Biomedicina, el Medioambiente, al Geología, el Arte, la Ciencia de Materiales, etc.</li> </ul> <p>Como objetivos más específicos, se pretende:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer el funcionamiento de detectores de radiación y aceleradores de tamaño pequeño.</li> <li>• Conocer las técnicas de análisis de materiales de todo tipo mediante detectores y aceleradores.</li> </ul> <p>Dentro de las competencias genéricas que esta asignatura permite desarrollar, se destacan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis y síntesis.</li> <li>• Capacidad de aprender y trabajar de forma autónoma.</li> <li>• Inquietud por la calidad.</li> <li>• Trabajo en equipo y toma de decisiones.</li> </ul> <p>Entre las específicas, se encuentran:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocimientos generales básicos.</li> <li>• Solidez en los conocimientos básicos en Física Nuclear Aplicada.</li> <li>• Conocimientos de técnicas de análisis de materiales de distinto tipo</li> </ul>	
<b>Contenidos:</b>	
<b>Temario del curso</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Técnicas de recuento de bajas tasas de actividad (LLC).</li> <li>2. Datación con radionucleidos.</li> <li>3. Espectrometría de masas con aceleradores: Datación con aceleradores.</li> <li>4. Técnicas nucleares de análisis (Técnicas IBA)</li> <li>5. Espectrometría óptica de emisión (ICP-OES) y de masas (ICP-MS) con fuente acoplada de Argón.</li> <li>6. Técnicas de análisis basadas en la difracción (XRD) y la fluorescencia (XRF) de rayos X.</li> <li>7. Microscopia electrónica de barrido (SEM) y micro sonda de electrones (EMPA).</li> </ol>	

## **Prácticas de laboratorio**

### 1. Técnicas LLC

- Blindajes pasivos.
- Blindajes activos.

### 2. Técnicas IBA

- Aceleradores tandem van de Graaff.
- PIXE.
- RBS.

### 3. AMS

- Aceleradores tandem Cockcroft-Walton.
- Medidas AMS.

### 4. ICP-OS/MS

- Preparación de la muestra
- Puesta a punto del equipo
- Medidas

### 5. XRF-XRD

- Preparación de la muestra
- Puesta a punto del equipo
- Medidas

### 6. Microscopia electrónica

- Preparación de la muestra
- Puesta a punto del equipo
- Medidas

## **Metodología:**

Los 4 créditos ECTS de que consta la asignatura representan un total de 150 horas de dedicación del alumno. El reparto del trabajo propuesto es el siguiente:

- Trabajo con presencia del profesor: 42 h  
Clases teóricas, 27 h  
Clases prácticas, 15 h
- Otros: 15 h  
Exposiciones y seminarios, 12 h  
Actividades o trabajos dirigidos, 3 h
- Trabajo autónomo del alumno: 79 h  
Estudio de las clases teóricas, 45 h  
Estudio de la clases prácticas, 15 h  
Preparación de actividades dirigidas, 19 h

- Realización de exámenes: 4 h  
Realización de exámenes escritos, 2 h  
Exposición de actividades dirigidas, 2 h
- Trabajo total del estudiante: 150 h

La organización docente semanal será desarrollada de común acuerdo con el resto de las asignaturas del Doctorado.

### **Criterios de evaluación:**

La evaluación de la asignatura se realizará teniendo en cuenta la asistencia y el aprovechamiento de las distintas actividades programadas, según se describe a continuación.

- Conocimientos y competencias adquiridas:- El alumno deberá realizar tres cuestionarios durante las clases, que contará en la nota final de la asignatura un 30%.
- Asistencia a clases: La asistencia y aprovechamiento de las clases impartidas, teóricas y prácticas, supondrán un 20% de la nota final de la asignatura. Se considerará necesario una asistencia de al menos el 80%. La asistencia a los seminarios que se organicen será obligatoria.
- Actividades o Trabajos dirigidos: El alumno le entregará al profesor el trabajo realizado, según el formato indicado a continuación, debiendo exponerlos en público ante el resto de la clase. La calificación obtenida, que dependerá del trabajo y la exposición realizada, supondrá un 50% de la nota final de la asignatura.

### **Actividades:**

Las clases teóricas se irán desarrollando en el aula, intercalando problemas entre las explicaciones cuando se estime oportuno. La clase magistral es un medio de ofrecer una visión general y sistemática de los temas destacando los aspectos más importantes de los mismos, ofreciendo al alumno la posibilidad de motivación por quienes ya son expertos en el conocimiento de una materia, a través del diálogo y el intercambio de ideas.

Las clases prácticas se desarrollarán en laboratorios del departamento de Física Atómica, Molecular y Nuclear de la Universidad de Sevilla y del Centro Nacional de Aceleradores, situado en la Isla de La Cartuja en Sevilla.

Las exposiciones y seminarios, impartidas por personas de referencia en el ámbito en cuestión, permitirán conocer la situación actual de los temas tratados en la asignatura.

Las actividades dirigidas, además de potenciar las capacidades citadas anteriormente, son un estímulo a profundizar en temas en los que el alumno tenga un interés especial.

Las tutorías constituyen un método individualizado del seguimiento de aprendizaje y de desarrollo de las capacidades citadas. En ellas se tratará de resolver, entre otras cuestiones, las dudas planteadas por los alumnos sobre las enseñanzas teórico/prácticas cursadas.

### **BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA**

1. Anderson, "Absorption of Ionizing Radiation", University Park Press, Baltimore 1984.
2. Bird y Williams, "Ion Beam for Material Analysis", Academic Press, New York, 1989.
3. Blanc, "Physique Nucleaire", Masson, Paris, 1973.
4. Burcham, "Elements of Nuclear Physics", Longman, Londres, 1979
5. Brière, Jouve y Paulin, "Measures en Radioactivité", Hermann, Paris, 1970.
6. Caro, "Física de Reactores Nucleares", J.E.N., Madrid 1976.
7. Chopin, Rydberg y Liljenzin, "Radiochemistry and Nuclear Chemistry", ButterworthHeinemann, Oxford 1995.
8. El-Daoushy, "The 210 Pb Global Cycle: Dating and Tracing Applications", en "Low-Level Measurements and their Applications to Environmental Radioactivity", Edit. M. GarcíaLeón y G. Madurga, World Scientific Publishing Co., Singapore, pp. 224-273, 1988.

9. Enge, "Introduction to Nuclear Physics", Addison-Wesley, Reading, 1969.
10. Geyh y Schleicher, "Absolute Age Determination: Physical and Chemical Dating Methods and Applications", Springer-Verlag, Berlin 1990.
11. Glasstone y Sesonke, "Ingeniería de Reactores Nucleares", Reverté, Barcelona, 1969.
12. Gove (Edit.), "Radiocarbon Dating with Accelerators", University of Rochester, 1978.
13. Heusser, "Background in Ionizing Radiation Detection", en "Low-Level Measurements of Radioactivity in the Environment: Techniques and Applications", Edit. M. GarcíaLeón y R. García-Tenorio, World Scientific Publishing Co., Singapore, pp. 69-112, 1994.
15. IAEA, "Radioactive Dating and Methods of Low-Level Counting", IAEA, Viena, 1967.
16. IAEA, "Methods of Low-Level Counting and Spectrometry", IAEA, Viena, 1981.
17. Ivanovich y Harmon, "Uranium-series Disequilibrium: Applications to Earth, Marine, and Environmental Sciences", Clarendon Press, Oxford 1992.
18. Jenkins, "X-Ray Fluorescence Spectrometry",
19. Johansson y Campbell, "PIXE: A Novel Technique for Elemental Analysis", Wiley, New York, 1988.
20. Knoll, "Radiation Detection and Measurement", Wiley, New York, 1989.
21. Kocher, "Radioactive Decay Data Tables", DOE/TIC-11206, Washington, 1981.
22. Krane, "Introductory Nuclear Physics", Wiley, New York, 1988.
23. Kutschera y Paul, "Accelerator Mass Spectrometry in Nuclear Physics and Astrophysics", Ann. Rev. Nucl. Part. Sci. 40, 411-438 (1990).
24. Lederer y Shirley, "Table of Isotopes", Wiley, New York, 1978.
25. Leo, "Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments", Springer-Verlag, Berlín 1994.
26. Oeschger y Wahlen, "Low-Level Counting Techniques", Ann. Rev. Nucl. Part. Sci. 25, 423-463 (1975).
27. Olsson, "Low-Level Counting Using Gas-Filled Counters as Applied to <sup>14</sup>C Dating with Emphasis on Reliability", en "Low-Level Measurements and their Applications to Environmental Radioactivity", Edit. M. García-León y G. Madurga, World Scientific Publishing Co., Singapore, pp. 171-223, 1988.
28. Povinec, "Underground Laboratories", en "Low-Level Measurements of Radioactivity in the Environment: Techniques and Applications", Edit. M. García-León y R. GarcíaTenorio, World Scientific Publishing Co., Singapore, pp. 113-140, 1994.
29. Scharf, "Particle Accelerator and their Uses Parts 1 and 2", Charwood Academic Publishers, Londres, 1986.
30. Tanarro, "Instrumentación Nuclear", J.E.N., Madrid, 1970.
31. Theodorsson, "Low-Level Counting-A Historical Review", en "Low-Level Measurements of Radioactivity in the Environment: Techniques and Applications", Edit. M. García-León y R. García-Tenorio, World Scientific Publishing Co., Singapore, pp. 3-16, 1994.
32. Travesí, "Análisis por Activación Neutrónica", J.E.N., Madrid, 1975.
33. Vorvopoulos y Paradellis, "Applications of Nuclear Techniques", World Scientific Publishing Co., Singapore 1991.
34. Yoshihara, Kudo y Sekine, "Periodic Table with Nuclides and Reference Data", Springer-Verlag, Berlin 1985.

### ***Actas de Cursos, Escuelas y Conferencias de interés***

35. AMS Conference Proceedings Series en Nuclear Instruments and Methods.
36. ICRM Conference Proceedings Series en Nuclear Instruments and Methods and Applied Radiation and Isotopes.
37. ECAART Conference Proceedings Series en Nuclear Instruments and Methods.
38. IBA Conference Proceedings Series en Nuclear Instruments and Methods.
39. Van der Woude, Äystö, Galès, Jonhson y Körner, NuPECC report, "Impact and Applications of Nuclear Science in Europe: Oportunities and Perspectives", 1994.

<b>CURSO 11: RADIATIVIDAD Y CONTROL AMBIENTAL</b>	
<b>Opcional</b>	<b>4 Créditos</b>
<b>Fechas: 2 de mayo 2012 – 15 de mayo 2012</b>	
<b>Profesor responsable del modulo:</b> Dr. Enrique Gutiérrez San Miguel Herrera	
<b>Profesores:</b>	Dr. Francisco Fernández González Dr. Juan Pedro Bolívar Raya
<b>Idioma:</b>	Castellano
<b>Competencias y Objetivos:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ofrecer una visión de los aspectos más importantes relacionados con las radiaciones ionizantes y no ionizantes</li> <li>• Conocer las fuentes y utilización de las radiaciones naturales</li> <li>• Comprender los riesgos asociados a la exposición frente a las radiaciones y conocer las normas de protección frente a las radiaciones</li> <li>• Conocer las aplicaciones más importantes de las radiaciones ionizantes</li> <li>• Interpretar y conocer las normas recomendaciones y legislación respecto de las radiaciones</li> </ul>	
<b>Contenidos:</b>	
<b>Temario del curso</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fundamentos de Radioprotección. Concepto. Criterio ALARA. Radioprotección externa. Radioprotección interna. Radioprotección operacional</li> <li>2. Protección Radiológica en Instalaciones Radiactivas. Fuentes de radiación. Transporte de radiación. Cálculo de dosis. Aspectos ambientales. Aplicaciones</li> <li>3. Aplicaciones ambientales de las radiaciones ambientales. (Radiotrazadores. Datación. Aplicaciones en hidrogeología. Radioecología).</li> <li>4. Residuos radiactivos. Origen y generación de los residuos radiactivos. Clasificación de los residuos radiactivos. Gestión de los residuos de baja-media y alta actividad. Futuro en la gestión. Percepción social.</li> <li>5. Protección y legislación frente a los campos electromagnéticos. Control y protección frente a los CEM. Legislación y normativa. Aplicación en España de la Recomendación 199/519/CE. Percepción social de los riesgos asociados a los CEM. El principio de precaución y la comunicación del riesgo. Medidas de protección y compatibilidad electromagnética.</li> </ol>	
<b>Prácticas de laboratorio</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Espectrometría gamma; análisis de espectros gamma y cálculo de actividades.</li> <li>2. Procedimientos radioquímicos para separación de actínidos (U, Th y Po); espectrometría alfa</li> <li>3. Analizar el plan de gestión de residuos una instalación radiactiva concreta.</li> </ol>	
<b>Criterios de evaluación:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocimientos y competencias adquiridas: El alumno deberá realizar un examen tipo test al terminar el temario, que contará en la nota final de la asignatura en un 50% como mínimo.</li> <li>• Actividades o Trabajos dirigidos: El alumno le entregará al profesor un conjunto de actividades, así como una memoria de las prácticas realizadas. Esta parte de la asignatura supondrá un 50% de la nota final. Si esta actividad no se realizase el examen contará el 100% de la calificación en la asignatura. Si por el contrario, el examen no se</li> </ul>	

realizase, las actividades supondrían el 100%.

- Asistencia a clases: Se considerará necesario una asistencia de al menos el 80%. La asistencia a los seminarios que se organicen será obligatoria.

**Metodología:** Clases presenciales en la que se explicarán los contenidos teóricos y se resolverán problemas y casos prácticos relacionados con el temario.

**Actividades:** Resolución de problemas, examen tipo test y trabajos personales relacionados con el contenido de la asignatura.

**Bibliografía:**

1. Lieser KH (2001). Nuclear and Radiochemistry. Fundamentals and Applications. Willey. Ortega X y Jorba J (eds.) (1994).
2. Las radiaciones ionizantes: su utilización y riesgos, Ed. Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona. Tanarro A (1986). Radiaciones ionizantes, Junta de Energía Nuclear.
3. Knoll GF (2000). Radiation Detection and Measurement, Tercera edición. John Wiley & Sons, Inc.
4. Lowenthal GC and Airey PL (2001). Practical Applications of Radioactivity and Nuclear Radiations. Cambridge University Press.
5. Eisenbud G. (1987). Environmental Radioactivity, Academic Press.
6. Shaw M y Williard A (1996). Física nuclear. Problemas resueltos. Editorial Alianza Universidad Textos. Madrid.
7. Tsoulfanidis N. (1995). Measurement and Detection of Radiation. Taylor & Francis Publisher, USA. Valkovic V. (2000). Radioactivity in the environment. Elsevier Science, Netherlands.

<b>CURSO 12: REACCIONES Y ESTRUCTURA NUCLEAR</b>	
<b>Opcional</b>	<b>4 Créditos</b>
<b>Fechas: 16 de mayo 2012 -18 de mayo de 2012</b>	
<b>Profesor responsable del modulo:</b> Dr. José Enrique García Ramos	
<b>Profesores:</b>	Dr. Ismael Martel Bravo Dr. Naohiko Atsuka
<b>Idioma:</b>	Castellano - Ingles
<b>Competencias y objetivos:</b>	
Profundizar en el conocimiento de la estructura nuclear y las reacciones nucleares.	
<b>Contenidos:</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introducción. recordatorio de Mecánica Cuántica.  Recordatorio de Mecánica Cuántica. Propiedades nucleares globales. Propiedades de la interacción nuclear. Visión global de la carta de núclidos. Los modelos nucleares.</li> <li>2. Los modelos colectivos.  Modelo de la Gota Líquida, la fórmula de masas. Las coordenadas colectivas. El Hamiltoniano colectivo. Los núcleos vibracionales. Los núcleos rotacionales.</li> <li>3. Los modelos de partícula independiente.  Evidencias y justificación del movimiento independiente de los nucleones. El modelo de gas de Fermi. El potencial promedio y la interacción espín-órbita. La interacción residual. La interacción de apareamiento. Cálculos realistas con el Modelo de Capas.</li> <li>4. Los modelo algebraicos.  Introducción a la teoría de grupos. La interacción de apareamiento. El modelo de Lipkin. El modelo SU(3) de Elliot. El modelo de bosones en interacción.</li> <li>5. Fenomenología de las reacciones nucleares.</li> <li>6. Teoría clásica de la dispersión.</li> <li>7. Teoría Cuántica de la dispersión.</li> <li>8. Dispersión elástica.</li> <li>9. Dispersión inelástica.</li> <li>10. Métodos aproximados.</li> </ol>	
<b>Criterios de evaluación:</b>	
La evaluación de la asignatura se realizará a partir de: la asistencia y la realización de un conjunto de problemas por parte de los alumnos. La asistencia computará con un 20% y la resolución de los problemas propuestos.	
<b>Metodología:</b>	
La metodología empleada se basa en clases presenciales de teoría y problemas, en las que eventualmente podrán presentarse proyecciones o animaciones que ilustren las ideas mostradas.	

Asimismo, se realizará un seguimiento continuo del alumno por métodos telemáticos (no presenciales), empleando alguna plataforma de enseñanza virtual.

**Actividades:**

**BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA**

*Básica*

1. "Introduction to Nuclear Reactions", G.R. Satchler.
2. "The Nuclear Shell Model", K. Heyde.
3. "Nuclear Collective Motion", D.J. Rowe.
4. "Nuclear structure from a simple perspective", R.F. Casten.

*Complementaria*

5. "Algebraic Approaches to Nuclear Structure : Interacting Boson and Fermion Models", R.F. Casten (Ed).
6. "Direct Nuclear Reactions", G.R. Satchler.
7. "Nuclear Reaction Theory", H. Feschbach.
8. "Semiclassical Methods for Nucleus-Nucleus Scattering", D.M. Brink.
9. "Heavy Ion Reactions", R. Broglia and A. Winther.
10. "The Nuclear Many Body Problem", P. Ring and P. Schuck.
11. "Basic Ideas and Concepts in Nuclear Physics", K. Heyde.
12. "Física Cuántica", Eisberg, R. y Resnik, R., Ed. Limusa.