

Curso

2013-2014

Guía Docente del Master en Física Biomédica



Facultad de Ciencias Físicas
Universidad Complutense de Madrid

Tabla de contenido

1. Introducción	2
2. Requisitos de Formación Previa y Vías Prioritarias de Acceso.....	3
2.1. Requisitos de Formación.....	3
2.2. Vías de acceso.....	3
3. Estructura del Plan de Estudios.....	4
3.1. Estructura General.....	4
3.2. Módulos y Materias.....	5
3.3. Asignaturas.....	6
4. Fichas de las asignaturas.....	8
4.1. Formación básica.....	8
4.2. Formación Especializada: Biofísica.....	22
4.3. Formación Especializada: Instrumentación Biomédica.....	35
4.4. Formación Especializada: Radiofísica.....	44
5. Cuadro de Adaptaciones.....	55
6. Cuadros Horarios.....	56
7. Calendario Académico.....	58
8. Fechas de exámenes.....	60

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo fundamental del Máster en Física Biomédica es proporcionar una comprensión de las aplicaciones de la Física a las Ciencias Biomédicas aportando la formación básica necesaria para desarrollar una carrera profesional, investigadora o académica en este campo.

Por un lado, la Biofísica ha demostrado un enorme potencial para la comprensión de los mecanismos biológicos básicos, desde la estructura del ADN al funcionamiento de las neuronas. Hoy día no se concibe el avance de las Ciencias Biológicas sin el conocimiento detallado tanto de los mecanismos moleculares como de los procesos físicos que los interconectan. La nueva Física Biológica combina este conocimiento fundamental en una descripción cuantitativa de los procesos biológicos, en muchos casos posible gracias al uso de nuevas técnicas experimentales.

Por otro lado, la Física Médica ha permitido avances espectaculares en la prevención, el diagnóstico y el tratamiento de enfermedades. Baste citar como ejemplos el desarrollo de métodos de análisis fisiológicos utilizando marcadores radiactivos, las nuevas técnicas de imagen como la resonancia magnética (RM), la tomografía de coherencia óptica (OCT), la tomografía computarizada de rayos X (TC) y por emisión de positrones (PET), las técnicas de medida y análisis de señales bioeléctricas (ECG, EEG, MEG) o la utilización de aceleradores lineales y fuentes radiactivas en radioterapia. La Biología y la Medicina actuales no se entienden sin el concurso de las técnicas físicas, tanto experimentales como de modelización teórica y numérica.

En este Máster todos los alumnos adquirirán como mínimo los fundamentos de la Biofísica, los procesos de interacción de las radiaciones ionizantes con la materia y los mecanismos físicos y métodos de análisis de señales en los que se basan los dispositivos que actualmente se emplean en las Ciencias Biomédicas. El máster contiene además asignaturas optativas que le permitirán al alumno profundizar en la Radiofísica y sus aplicaciones a la Medicina, las técnicas avanzadas de Instrumentación Biomédica o la Biofísica.

Las materias de Radiofísica proporcionan la formación necesaria para su posterior capacitación como especialista en Radiofísica Hospitalaria o para su trabajo en aquellas empresas que requieren de expertos en el manejo y gestión de fuentes radiactivas. La Instrumentación Biomédica permitirá desarrollar una actividad profesional en empresas que se dedican al diseño, gestión y comercialización de una numerosa variedad de instrumentos biomédicos basados, tanto en radiaciones ionizantes (rayos X, rayos gamma, aceleradores lineales, PET, SPECT, etc.) como no ionizantes. Finalmente, la Biofísica dotará del perfil profesional adecuado para empresas de biotecnología, empresas médicas y laboratorios farmacéuticos.

Este máster tienen además el objetivo de cubrir un importante vacío en la formación de investigadores en estos campos, en los que existe una notable demanda, tanto desde las instituciones públicas (centros de investigación, hospitales, etc.) como desde las empresas.

El Máster de Física Biomédica va dirigido a:

- Graduados y Licenciados en Física, Química, Biología, Bioquímica o materias afines que tienen interés en desarrollar una carrera investigadora en el campo interdisciplinar de la Biofísica.

- Graduados o Licenciados en Física e Ingenieros interesados en la Instrumentación Biomédica ya sea dirigida a la investigación o a la empresa.
- Graduados o Licenciados en Física o materias afines interesados en desarrollar una carrera profesional hospitalaria relacionada con el título europeo de Medical Physics Expert o bien una carrera investigadora encaminada a buscar nuevas aplicaciones de la Física en la Medicina
- Graduados o Licenciados en Ciencias de la Salud u otras titulaciones, con una formación científico-técnica suficiente, que quieran integrar en su perfil conocimientos de las técnicas físicas usadas en la práctica clínica e investigación médica.

2. Requisitos de Formación Previa y Vías de Acceso

2.1. Requisitos de Formación

Para acceder al Máster en Física Biomédica será necesario estar en posesión de un título universitario oficial de Grado o Licenciatura expedido por una institución perteneciente al Espacio Europeo de Educación Superior que faculte en el país expedidor para el acceso a enseñanzas de Postgrado. Dicho título universitario deberá serlo en **Física o disciplinas científicas relacionadas con los objetivos del Master, como Ciencias Biológicas y Químicas, Medicina, Farmacia, Informática e Ingenierías.**

2.2. Vías de Acceso

Las vías prioritarias de acceso son Licenciado o Graduado en Física, Biología, Química, Bioquímica, Medicina, así como Ingeniero Electrónico o de Software.

En el caso de otras disciplinas, la Comisión Coordinadora del Máster evaluará la necesidad de cursar Complementos Formativos para aquellos alumnos con algunas carencias en conocimientos básicos de acuerdo a las competencias adquiridas en su titulación de acceso. Los complementos de formación requeridos no podrán superar 18 ECTS y consistirán en algunas de las asignaturas del Grado en Física de entre las que se enumeran a continuación y que son impartidas por la Facultad de Ciencias Físicas de la Universidad Complutense de Madrid:

- Termodinámica
- Electromagnetismo
- Óptica
- Estructura de la materia

Los alumnos cursarán los complementos formativos en las mismas condiciones que los alumnos de Grado las correspondientes asignaturas, por lo que los contenidos, actividades formativas, sistemas de evaluación, etc. de estos complementos formativos serán los mismos que los de las correspondientes asignaturas de Grado.

Para más información consultar en: <http://biomedica.fis.ucm.es/>

3. Estructura del Plan de Estudios

3.1. Estructura general

El Plan de Estudios está estructurado en módulos (unidades organizativas que incluyen una o varias materias), materias (unidades disciplinares que incluyen una o varias asignaturas) y asignaturas.

El Máster en Física Biomédica se organiza a lo largo de en un curso académico, desglosado en 2 semestres. Cada semestre tiene 30 créditos ECTS para el estudiante (1 ECTS equivale a 25 horas de trabajo del estudiante).

Para completar los estudios de este máster, el alumno tendrá que cursar 60 créditos ECTS que se distribuyen del siguiente modo: 24 ECTS correspondientes a 4 asignaturas obligatorias del Módulo de Formación Básica, 12 ECTS del Trabajo Fin de Máster que es de carácter obligatorio y 4 asignaturas optativas (24 ECTS) dentro de una amplia oferta distribuida en tres módulos de Formación Especializada. La siguiente tabla muestra la estructura general del plan de estudios, indicando la distribución de créditos necesaria para completar el máster:

Carácter de los créditos a cursar y distribución a lo largo del curso:

obligatorios optativos a cursar

Módulo	Materia	oferta (ECTS)		a cursar (ECTS)	
		cuatr. 1	cuatr. 2	cuatr. 1	cuatr. 2
Formación Básica	Fundamentos de Biofísica	6		6	
	Instrumentación Biomédica	12		12	
	Fundamentos de Radiofísica	6		6	
Formación Especializada	Biofísica	6	18	24	
	Instrumentación Biomédica	-	18		
	Radiofísica	6	12		
Trabajo Fin de Máster	Trabajo Fin de Máster	12		12	
TOTAL (ECTS)		96		60	

3.2. Módulos y Materias

A continuación se describe brevemente el contenido de los diferentes módulos del Máster y su organización en Materias:

Módulo de Formación Básica: Las tres materias de este módulo son obligatorias y proporcionan la formación necesaria para poder cursar cualquiera de las materias del módulo de formación especializada. Por ser de carácter fundamental, todas estas materias se cursarán en el primer cuatrimestre.

Con la materia Fundamentos de Biofísica el alumno adquirirá un conocimiento preciso de la estructura de los sistemas biológicos entendiendo claramente el carácter interdisciplinar que requiere el estudio de los seres vivos así como la no linealidad y el funcionamiento cooperativo de los fenómenos biológicos.

La materia Fundamentos de Instrumentación Biomédica proporcionará al alumno destreza en el uso de las herramientas matemáticas utilizadas en instrumentación biomédica, le permitirá comprender las técnicas de procesamiento de señales y aplicar los fundamentos de las medidas eléctricas y de los equipos más empleados en la instrumentación biomédica.

Finalmente, con la materia Fundamentos de Radiofísica el alumno consolidará sus conocimientos previos sobre la interacción de la radiación ionizantes con la materia, podrá entender la fenomenología del paso de partículas ionizantes en medios materiales, las bases de la dosimetría de radiaciones, los efectos sobre las células y seres vivos y los principios de la protección radiológica.

Módulo de Formación Especializada: El alumno tiene que cursar un total de 24 ECTS entre una oferta de 60 ECTS de materias optativas. Aunque no existen formalmente especialidades, cada una de las materias, de acuerdo con su denominación, incluye contenidos de áreas específicas de la Física Biomédica. El alumno podrá elegir libremente entre las asignaturas que conformarán estas materias.

La materia de Biofísica incide más profundamente en campos como la biofísica molecular, las biomembranas, la termodinámica de los sistemas biológicos, los efectos de las radiaciones no ionizantes en los seres vivos, etc.

Por otro lado, la materia Instrumentación Biomédica profundiza en las medidas bioeléctricas, el papel de la óptica en las Ciencias Biomédicas, abordando los problemas de la imagen médica y la resonancia magnética y los ultrasonidos en Medicina.

La materia especializada de Radiofísica proporcionará al alumno los conocimientos necesarios para entender en profundidad las bases físicas de la radioterapia, de la medicina nuclear y del radiodiagnóstico. Además tendrá contacto directo con las técnicas que se usan a diario en hospitales.

Estas tres materias especializadas son optativas de tal modo que el alumno cursará asignaturas correspondientes a estas materias de acuerdo a sus intereses y sus expectativas profesionales futuras. La mayor parte de las asignaturas correspondientes a estas materias se cursarán en el segundo cuatrimestre. Aunque el alumno puede elegir libremente la distribución temporal de asignaturas, se recomienda cursar 30 ECTS (24 obligatorios y 6 optativos) en el primer cuatrimestre. De tal modo que en el segundo cuatrimestre solo tendrá que cursar 18 ECTS de materias optativas, pudiendo dedicar tiempo suficiente al Trabajo Fin de Master. Sin embargo, puesto que el Trabajo Fin de Máster es de carácter anual, la distribución temporal puede también ajustarse a 24 ECTS obligatorios en el primer cuatrimestre y 24 ECTS optativos en el segundo cuatrimestre. Esta opción es adecuada siempre que el alumno inicie su Trabajo Fin de Máster desde el comienzo del curso y que desee cursar las asignaturas optativas ofertadas en el primer cuatrimestre, que serán aquellas menos dependientes de las materias de Formación Básica.

Módulo de Trabajo Fin de Máster: Tiene una carga de 12 ECTS y una duración anual. Durante el primer cuatrimestre el alumno tomará un primer contacto con el tema de trabajo (búsqueda de bibliografía, antecedentes, interés y aplicaciones, etc.). El trabajo será realizado durante el segundo cuatrimestre, una vez que haya adquirido los conocimientos básicos necesarios para abordarlo de manera eficiente.

Cada curso académico se realizará una oferta amplia de Trabajos Fin de Master dentro de los tres campos interrelacionados que abarcan estos estudios: Biofísica, Instrumentación Biomédica y Radiofísica.

Los trabajos podrán ser de diferente naturaleza. Por un lado, algunos serán de **perfil estrictamente investigador**, y serán realizados bien dentro de alguno de los departamentos universitarios participantes en el Máster, bien en uno de los centros de investigación con los que tenemos estrecho contacto o mediante una tutela compartida entre ambos (Universidad - Centro de Investigación). Se ofertarán también **trabajos de carácter aplicado** que se realizará en colaboración con empresas con las que los departamentos participantes en este Máster mantienen relaciones de colaboración. Finalmente otros trabajos tendrán un perfil directamente relacionado con la Radiofísica Hospitalaria y serán realizados en colaboración con algunos servicios de hospitales con los que existen colaboraciones. De este modo aunque este Máster no oferta ninguna asignatura de *Prácticas en Empresa*, ofreceremos a los alumnos que lo deseen la posibilidad de adquirir esta experiencia.

3.3. Asignaturas

El Módulo de Formación Básica consta de cuatro asignaturas obligatorias que se imparten en el Primer Cuatrimestre. Las asignaturas optativas del Módulo de Formación Especializada se encuentran mayoritariamente concentradas en el Segundo Cuatrimestre. No obstante, para compensar la distribución de créditos a lo largo del curso, la oferta de optatividad contempla dos asignaturas de este tipo en el Primer Cuatrimestre.

El alumno podrá elegir libremente las 4 asignaturas optativas de entre la oferta formativa completa, aunque dichas asignaturas pertenezcan a diferentes materias. No obstante, existen tres itinerarios formativos diferentes, organizados sobre tres módulos de Formación Especializada organizados sobre tres materias: Biofísica, Instrumentación Biomédica y Radiofísica. El estudiante puede optar por centrar su formación especializada sobre una de estas materias o bien configurarla de modo flexible eligiendo asignaturas optativas de diferentes materias.

En la siguiente tabla se relacionan las asignaturas, los departamentos que las imparten, su ubicación temporal y la distribución de los créditos presenciales entre clases de teoría, problemas y sesiones de laboratorio.

Código asignt.	Asignatura	Cuatrim.	ECTS	Dept.	Horas presenciales	
					Teoría*	Labor.
ASIGNATURAS OBLIGATORIAS						
Módulo de Formación Básica						
-	Física Biológica	1	6	FAI FAIII	45	-
-	Instrumentación Biomédica	1	6	FAIII OPT RMF	25	20
-	Procesado de Señales	1	6	DACYA OPT	30	15
-	Radiofísica	1	6	FAMN RMF	38	7
Trabajo Fin de Master						
-	Trabajo Fin de Máster	Anual	12			
ASIGNATURAS OPTATIVAS						
Módulo de Formación Especializada (Asignaturas Optativas)						
Materia: Biofísica						
-	Biofísica Molecular	2	6	CIB FAMN QFI	35	10
-	Biomembranas	1	6	BBM QFI	37	8
-	Seminarios de Biofísica	2	6	FAI FAIII OPT	38	7
-	Termodinámica de Sistemas Biológicos	2	6	FAI	42	3
Materia: Instrumentación Biomédica						
-	Medidas Bioeléctricas	2	6	FAIII	20	25
-	Óptica e Imagen en Biomedicina	2	6	OPT RMF	36	9
-	Resonancia Magnética Nuclear, Ultrasonidos e Imagen Molecular	2	6	QFII	34	11
Materia: Radiofísica						
-	Elementos de Anatomía y Fisiología	1	6	FIS AEHI	37	8
-	Física del Radiodiagnóstico	2	6	FAMN RMF	35	10
-	Física de la Radioterapia	2	6	RMF	35	10

*Incluye Clases de Problemas y Seminarios.

Códigos de Departamento:

FAI: Física Aplicada I; FAIII: Física Aplicada III; OPT: Óptica; RMF: Radiología y Medicina Física (Fac. de Medicina); DACYA: Arquitectura de Computadores y Automática; FAMN: Física Atómica, Molecular y Nuclear; CIB: Centro de Investigaciones Biológicas (CSIC); QFI: Química Física I (Fac. CC. Químicas); BBM: Bioquímica y Biología Molecular (Fac. CC. Químicas); QFII: Química Física II (Fac. Farmacia); FIS: Fisiología (Fac. de Medicina); AEHI: Anatomía y Embriología Humana I (Fac. de Medicina).

4. Fichas de las Asignaturas

A continuación se adjuntan las fichas de las asignaturas organizadas por Módulos y Materias.

4.1. Asignaturas del Módulo de Formación Básica



Master en Física Biomédica (curso 2013-14)

Ficha de la asignatura:	Física Biológica			Código	606778
Materia:	Fundamentos de Biofísica	Módulo:	Formación básica		
Carácter:	Obligatoria	Curso:	1º	Semestre:	1º
Créd. ECTS:	6	Horas presenciales			
		Teoría, prácticas, seminarios		Laboratorio	
		45			

Profesor	T/P/S/L*	Dpto.	e-mail
M. Paz Godino Gómez	T/P/S	FAI	mpgodino@ucm.es
José Manuel Yebras Rivera	T/P/S	FAIII	jmyebras@ucm.es

*: T: teoría, P: prácticas, S:seminarios, L:laboratorios

Horarios de clases			Tutorías (lugar y horarios)
Día	Horas	Aula	
Lunes Jueves	11:00 – 12:30	16	MPG: Lunes y Martes de 14:30 a 16:00, despacho 103, Dep. Física Aplicada I, 1ª planta. JMY: Lunes y Jueves; 16 - 18 h, despacho 104.0, Dep. Física Aplicada III, 3ª planta.
Objetivos de la asignatura			
Proporcionar las bases físicas para el estudio de los sistemas biológicos, en los diferentes niveles molecular, celular y de sistemas. Mostrar la necesidad del abordaje interdisciplinariedad para el estudio de los sistemas vivos. Resaltar las características de no linealidad y funcionamiento cooperativo en los fenómenos biológicos e introducir los modelos y métodos físicos y matemáticos para su estudio.			
Breve descripción de contenidos			
Física nuclear. Interacción de la radiación con la materia. Interacciones, conformación y motilidad en biomoléculas. Principios de la Termodinámica. Termoquímica.			

Fluctuaciones y mecánica estadística básica. Difusión: teorías microscópica y macroscópica. Movimiento de fluidos viscosos y no viscosos. Neurobiofísica. Redes neuronales. Modelos de autoorganización en la evolución prebiótica.

Conocimientos previos necesarios

Física General

Programa de la asignatura

- Estructura de la materia. Modelo cuántico del átomo. Transiciones atómicas. Propiedades del núcleo atómico. Desintegraciones nucleares.
- Orbitales moleculares. Interacciones moleculares. Enlaces. Estructura de biomoléculas.
- Termodinámica. Primera y Segunda Ley en Biología. Entropía, energía libre. Potencial químico.
- Agitación térmica. Caminos aleatorios. Fluctuaciones. Difusión. Leyes de Fick. Distribución de Boltzmann. Sedimentación.
- Electricidad y magnetismo. Potenciales, campos. Corriente eléctrica. Inducción electromagnética.
- Ratchets brownianos. Modelo físico de las máquinas moleculares. Acoplamiento entre la mecánica y la cinética química. Ejemplos de motores moleculares.
- Cooperatividad y transiciones de fase. Ejemplos de cooperatividad en biología: transiciones alostéricas, transición hélice-ovillo.
- Física de fluidos. Natación y bombeo. Redes vasculares. Viscosidad. La vida a bajo número de Reynolds. Propulsión flagelar.
- Potencial de membrana. Potencial de acción. Modelo de Hodgking-Huxley. Sistemas dinámicos no lineales. Redes neuronales.
- Origen y evolución de la vida. Evolución prebiótica. Modelo de cuasiespecies. Cooperación en hiper ciclos.

Bibliografía

Básica

D.C. Giancoli. Física. Principios con aplicaciones. Pearson 2006.

M. Alonso y E.J. Finn. Física. Pearson 2000.

D. Jou Mirabent, J. E. LLebot Rabagliati, C. Pérez García. Física para Ciencias de la Vida. Mc Graw Hill 2009.

P. Nelson. Física Biológica. Reverté. 2005.

- R. Cotterill. Biophysics. An Introduction. Wiley 2003.

- R. Glaser. Biophysics. Springer 1999.

- J. Vázquez. Biofísica. principios fundamentales. Eypasa 1993.

<i>Complementaria</i> W. Hoppe y otros (Eds.). Biophysics. Springer-Verlag 1983.
Recursos en internet
La asignatura está dada de alta en el Campus Virtual.

Metodología
Exposición de los temas por el profesor. Clase de problemas al final de cada tema, con participación de los alumnos. Exposición de los trabajos monográficos en la parte final del curso.

Evaluación		
Realización de exámenes	Peso:	60%
Examen final teórico-práctico		
Otras actividades de evaluación	Peso:	40%
Trabajo monográfico con exposición oral. Otras actividades que podrán incluir entrega de problemas, participación en clase, etc.		
Calificación final		
La calificación final será $N_{Final} = 0.6N_{Examen} + 0.4N_{OtrasActiv}$, donde N_{Examen} y $N_{OtrasActiv}$ son (en una escala 0-10) las calificaciones obtenidas en los dos apartados anteriores.		



Master en Física Biomédica (curso 2013-14)

Ficha de la asignatura:		Instrumentación Biomédica		Código	606779
Materia:	Fundamentos de instrumentación biomédica	Módulo:	Formación Básica		
Carácter:	Obligatoria	Curso:	1º	Semestre:	1º
Créd. ECTS:	6	Horas presenciales			
		Teoría, prácticas, seminarios		Laboratorio	
		25		20	

Profesor	T/P/S/L*	Dpto.	e-mail
Margarita Chevalier del Rio	T/P/S/L	RMF	chevalier@med.ucm.es
Carmen Pérez Martín	T/P/S/L	FAIII	cperez@ucm.es
Tatiana Alieva	T/P/S/L	OPT	talieva@fis.ucm.es

Horarios de clases			Tutorías (lugar y horarios)
Día	Horas	Aula	
Lunes	15:00-16:30	4A	MChR. Despacho F. Medicina, M16-19h; J17-20h
Jueves		16	CPM, Desp. F. Físicas, M15-17h, X10-13, J14-15h
			TA. Desp. F. Físicas, M 11-14h y X 14-17h

*: T:teoría, P:prácticas, S:seminarios, L:laboratorios

Objetivos de la asignatura
Introducir al alumno en los fundamentos de la instrumentación aplicada a las ciencias biomédicas.

Breve descripción de contenidos
Fundamentos físicos de los sensores y transductores. Procesamiento electrónico de señales biomédicas. Caracterización de sistemas de medida: dispositivos electrónicos y ópticos. Instrumentación aplicada a formación de imagen y análisis bioquímico en biomedicina. Seminarios de dispositivos de monitorización, diagnóstico, terapia y rehabilitación.

Bibliografía
Conocimientos previos necesarios
Física General y Técnicas de Cálculo (diferenciación, integración y estadística).
Programa de la asignatura
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Fundamentos físicos de los sensores y transductores.</i> <ul style="list-style-type: none"> - Características de las señales biomédicas. - Características de un sistema de instrumentación biomédica. - Tipos de sensores y transductores de señales biomédicas. - Sensores para la medida de los biopotenciales eléctricos. - Biosensores. - Instrumentación básica hospitalaria • <i>Procesamiento electrónico de señales biomédicas: amplificación y filtrado.</i> <ul style="list-style-type: none"> - Necesidades de procesado: interferencias y ruido. - Resumen de teoría de circuitos. Circuitos operacionales. - Amplificadores. <i>Laboratorio:</i> Simulaciones PSpice: punto de trabajo y análisis en función del tiempo. - Análisis en frecuencia: diagramas de Bode. <i>Laboratorio:</i> Simulaciones PSpice: análisis en función de la frecuencia. - Filtros analógicos: Funciones de transferencia para filtros. - Diseño de filtros. <i>Laboratorio:</i> Simulaciones PSpice: Análisis de Fourier. • <i>Instrumentación aplicada a formación de imagen en biomedicina.</i> <ul style="list-style-type: none"> - Sistemas de formación de imagen. Imagen de fase. Imagen cuantitativa. - Resumen de teoría de microscopía óptica. - Microscopía por contraste de fase. Microscopía confocal. Microscopía por fluorescencia. Microscopía no lineal. - Iluminación estructurada. Ptycografía. <i>Laboratorio de microscopía óptica</i> <i>Laboratorio de formación de imagen por rayos X</i> • <i>Instrumentación aplicada al análisis bioquímico de muestras biomédicas.</i> <ul style="list-style-type: none"> - Resumen de teoría de espectroscopia óptica. - Tipos de espectrómetros. Espectros de muestras biomédicas - Técnicas espectroscópicas aplicadas a biomedicina. <i>Laboratorio de espectroscopia</i> • <i>Presentación de trabajos</i>

Básica

Apuntes de la asignatura

J.G. Webster. *Medical Instrumentation: Application and design*, John Wiley 2010.

M.A Pérez García, J.C. Álvarez Antón, J.C. Campo Rodríguez, F.J. Ferrero Martín y G.J. Grillo Ortega. *Instrumentación electrónica*. Ed. Paraninfo-Thomson 2008.

D.A. Boas, C. Pitris and N. Ramanujan. *Handbook of Biomedical Optics*. CRC Press 2011.

R.S. Khandpur. *Handbook of Medical instruments*. TMH, New Delhi 2003.

Complementaria

K. Raja Rao and S. Guha. *Principles of Medical Electronics and Instrumentation*, Universities Press, New Delhi 2001.

J. Carr. *Introduction to Biomedical Equipment Technology*. Pearson Education 2001.

Recursos en internet

Asignatura en el Campus Virtual de la UCM:

<https://www.ucm.es/campusvirtual/CVUCM/index1.php>

Enlaces a las páginas web relacionadas con el temario de la asignatura.

Metodología

Metodología de evaluación continua basada en clases de teoría y problemas que se complementarán con actividades adicionales adaptadas al tamaño del grupo de alumnos: prácticas de simulación, laboratorios, seminarios de últimas tecnologías y visitas guiadas.

Evaluación

Realización de exámenes

Peso:

50%

Examen teórico-práctico

Otras actividades de evaluación

Peso:

50%

Prácticas de simulación, problemas entregados de forma individual, laboratorios y exposición de trabajos

Calificación final

La calificación final será $N_{Final} = 0.5N_{Exámen} + 0.5N_{OtrasActiv}$ donde $N_{Exámen}$ y $N_{OtrasActiv}$ son (en una escala 0-10) las calificaciones obtenidas en los dos apartados. Ambas partes tienen que aprobarse por separado.



Master en Física Biomédica (curso 2013-14)

Ficha de la asignatura:		Procesado de Señales		Código	606780
Materia:	Fundamentos de instrumentación biomédica	Módulo:	Formación Básica		
Carácter:	Obligatoria	Curso:	1º	Semestre:	1º
Créd. ECTS:	6	Horas presenciales			
		Teoría, prácticas, seminarios		Laboratorio	
		30		15	

Profesor	T/P/S/L*	Dpto.	e-mail
Tatiana Alieva	T/P/S/L	OPT	talieva@fis.ucm.es
José María Girón Sierra	T/P/S/L	DACyA	gironsi@dacya.ucm.es

*: T: teoría, P:prácticas, S:seminarios, L:laboratorios

Horarios de clases			Tutorías (lugar y horarios)
Día	Horas	Aula	
Lunes	12:30-14:00	8B	TA. Desp. F. Físicas, M 11-14h y X 14-17h
Jueves		16	J.G. Desp. F. Físicas, X 10-12h y V 10-14h

Objetivos de la asignatura
Capacidad para analizar, evaluar y sintetizar algoritmos de tratamiento de señales. Conocimiento de técnicas de filtrado y análisis de señales multidimensionales. Conocimiento de técnicas de tratamiento de imagen. Conocimiento de aspectos fundamentales de las señales y de los sistemas de tratamiento de señales. Capacidad de caracterización de dispositivos y sistemas que intervienen en el procesamiento de señales.

Breve descripción de contenidos
Transformada de Fourier de señales continuas y discretas. Procesos aleatorios. Procesos de Markov. Filtros continuos y discretos. Transformada de wavelet. Representación en el espacio de fases. Transformada de Radon. Sistemas y

señales ópticas. Procesado óptico de la información. Procesado digital de imágenes.

Conocimientos previos necesarios

Es aconsejable tener conocimientos de Óptica, Estadística y Programación.

Programa de la asignatura

- Tipos de señales y su descripción.
- Transformada de Fourier de señales continuas y sus propiedades. Señales periódicas. Teoremas de escala y de desplazamiento. Principio de incertidumbre. Teorema de Parseval. Esquemas ópticos y electrónicos para realización de la transformada de Fourier.
- Convolución y correlación. Filtrado.
- Sistemas lineales y su caracterización. Respuesta impulsional del sistema. Sistemas invariantes con respecto de desplazamiento. Función de transferencia de un sistema. Función de transferencia de modulación.
- Procesado óptico de la información. Espectro angular. Formación de imágenes. Filtrado. Reconocimiento de patrones. Encriptación.
- Proyecciones. Transformada de Radón. Principios de tomografía.
- Transformaciones relacionadas con la transformada de Fourier.
- Transformada de Fourier discreta. Teorema de muestreo. Frecuencia de Nyquist. Aliasing.
- Procesado digital de imágenes.
- Análisis de señales no estacionarias. Transformada de Fourier con ventana. Espectrogramas. Transformada de wavelet. Escalogramas. Representación en el espacio de fases.
- Procesos aleatorios. Diversos tipos de ruido y sus características estadísticas. Procesos de Markov.
- Filtros óptimos: Wiener, Kalman, Bayes.

Laboratorios:

- Caracterización de un sistema de formación de imagen.
- Procesado óptico de la información: Sistemas ópticos para análisis de Fourier; Filtrado óptico de frecuencias espaciales.
- Laboratorios de procesado digital de señales basado en ordenadores y MATLAB.
 - Análisis básico de señales. Filtros digitales.
 - Funciones de transferencia
 - Aspectos de estadística y señales aleatorias
 - Tratamiento de imagen
 - Wavelets

Bibliografía
<p><i>Básica</i></p> <p>J.F. James. <i>A Student's Guide to Fourier Transforms</i>, Cambridge University Press, 2002.</p> <p>J.G. Proakis, D.G. Manolakis, <i>Digital Signal Processing</i>, Prentice Hall, 2006.</p> <p>S. Mitra, <i>Digital Signal Processing</i>, McGraw-Hill, 2005.</p> <p>S. Qian, <i>Introduction to Time-Frequency and Wavelet Transform</i>, Prentice Hall, 2001.</p> <p>J. W. Goodman, <i>Introduction to Fourier Optics</i>, Third Edition, Roberts & Company, Englewood, 2005.</p> <p>O. K. Ersoy, <i>Diffraction, Fourier Optics, and Imaging</i>, Wiley Interscience, NJ, USA, 2007.</p> <p>A.V. Oppenheim, A.S. Willsky, <i>Signals and Systems</i>, Prentice Hall, 1996.</p> <p><i>Complementaria</i></p> <p>P.J. Durka, <i>Time-Frequency Analysis of Biomedical Signals</i>, Artech House, 2007.</p> <p>H. H. Barrett, K. J. Myers, <i>Foundations of Image Science</i>, Wiley-Interscience, USA, 2004.</p> <p>W. Birkfellner: <i>Applied Medical Image Processing: A Basic Course</i>. CRC Press., 2010.</p>
Recursos en internet
<p>Asignatura en el Campus Virtual de la UCM: https://www.ucm.es/campusvirtual/CVUCM/index1.php</p> <p>Enlaces a portales universitarios de procesamiento de señales e imágenes.</p>

Metodología
<p>Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Clases de teoría - Laboratorio - Clases prácticas, en las que se resolverán problemas y se podrán realizar también experiencias de cátedra. - Tutorías, en las que se discutirán y resolverán dudas de forma personalizada o en pequeños grupos. <p>En las clases se utilizarán, a discreción del profesor, la pizarra, proyecciones con ordenador, simulaciones por ordenador, etc.</p>

Evaluación		
Realización de exámenes	Peso:	60%
Examen teórico y práctico		
Otras actividades de evaluación	Peso:	40%
Prácticas del laboratorio y ejercicios elaborados de forma individual.		
Calificación final		
Nota final= $0,6 \times N_{\text{ex}} + 0,3 \times P + 0,1 \times E$ Donde N_{ex} es nota de examen, P es la nota de las prácticas y E es la nota media de los ejercicios entregables. Este criterio de puntuación es válido para las dos convocatorias del curso académico.		



Master en Física Biomédica (curso 2013-14)

Ficha de la asignatura:		Radiofísica		Código	606781
Materia:	Fundamentos de Radiofísica	Módulo:	Formación Básica		
Carácter:	Obligatorio	Curso:	1º	Semestre:	1º
Créd. ECTS:	6	Horas presenciales			
		Teoría, prácticas, seminarios		Laboratorio	
		38		7	

Profesor	T/P/S/L*	Dpto.	e-mail
Fernando Arqueros Martínez	T/P/S/L	FAMN	arqueros@gae.ucm.es
Alfonso Calzado Cantera	T/P/S/L	RMF	calzado@ucm.es
José Miguel Fernández Soto	T/P/S/L	RMF	jmfsoto@med.ucm.es
Eduardo Guibelalde del Castillo	T/P/S/L	RMF	egc@ucm.es

*: T:teoría, P:prácticas, S:seminarios, L:laboratorios

Horarios de clases			Tutorías (lugar y horarios)
Día	Horas	Aula*	
Lunes Jueves	9:30-11:00	16	FA Desp. 223, 3ª planta, M 11-14h, X 14-17h
			ACC, Dept. RMF, Fac. Medicina. L, J 14:00-15.00
			EGC, Dept. RMF, Fac. Medicina. L, J 14:00-15.00
			JMFS, Dept. RMF, Fac. Medicina. X 9:00-12.00

*: La última parte de la asignatura se impartirá en la Facultad de Medicina/Hospital Clínico en horario 9:00 – 10:30h. (Seminario Física Médica, Pabellón 2, 4ª Planta, Facultad de Medicina).

Objetivos de la asignatura
Consolidar los conocimientos previos relativos a los procesos de interacción de partículas ionizantes con la materia. Entender la fenomenología del paso de partículas ionizantes en la materia. Entender las bases de la dosimetría de radiaciones ionizantes. Entender y aplicar los métodos para calcular la dosis absorbida. Entender y aplicar los métodos para medir la dosis absorbida. Entender los efectos de la radiación ionizante sobre las células y los seres vivos. Conocer los principios de la protección radiológica y la legislación vigente.

Conocimientos previos necesarios

En principio los conocimientos previos necesarios son los correspondientes a los impartidos en Licenciatura o Grado de algunas de las titulaciones de acceso (Física, Química, Biología, Bioquímica, Farmacia, Medicina, Ingeniería). No obstante es recomendable para un mejor aprovechamiento haber cursado con antelación algún curso básico de interacción de radiaciones ionizantes con la materia.

Breve descripción de contenidos

Radiaciones directa e indirectamente ionizantes. Procesos de interacción de radiaciones ionizantes con la materia. Magnitudes radiométricas. Coeficientes de interacción. Principios de dosimetría de radiaciones ionizantes. Magnitudes dosimétricas. La cavidad de Bragg-Gray. Equilibrio electrónico. Efecto de interfases. Técnicas de cálculo de dosis. El método de Monte Carlo. Cámaras de ionización. Protección radiológica general. Radiobiología. Dosimetría a pacientes. Detectores y dosímetros. Blindajes. Legislación. Sistemas de gestión automática de la dosimetría a pacientes.

Programa de la asignatura

- Interacción de fotones de alta energía con la materia. Coeficientes de atenuación, de transferencia y de absorción.
- Interacción de partículas cargadas con la materia. Poder de frenado y poder de frenado restringido. Alcance. Retro-dispersión.
- Magnitudes dosimétricas. Principios de dosimetría de radiaciones ionizantes. Equilibrio electrónico. La cavidad de Bragg-Gray. Efecto de interfases. Cámaras de ionización.
- Técnicas de cálculo de dosis. El método de Monte Carlo.
- Protección radiológica general.
- Radiobiología.
- Dosimetría a pacientes.
- Detectores y dosímetros. Blindajes.
- Legislación.
- Sistemas de gestión automática de la dosimetría a pacientes.

Prácticas: el calendario se comunicará oportunamente:

Facultad de Físicas

- Práctica de computación: Simulación del paso de radiación ionizante en medios materiales de interés biomédico. Cálculo de la dosis depositada por un haz de fotones de 1 MeV en un cilindro de agua. Dosis en profundidad y perfiles laterales.

Facultad de Medicina

- Dosimetría en radiodiagnóstico (radiografías de proyección; tomografía computarizada; sistemas de gestión automática).
- Protección radiológica operacional y cálculo de blindajes. A desarrollar en Facultad de Medicina

Bibliografía
<p><i>Básica</i></p> <p>H.E. Johns and J.R. Cunningham, <i>The Physics of Radiology</i>. Charles C. Thomas Press, 1983.</p> <p>James E. Turner, <i>Atoms, Radiation, and Radiation Protection</i>. Wiley 2007.</p> <p>F.H. Attix. <i>Introduction to Radiological Physics and Radiation Protection</i>. Wiley 2004.</p> <p>SEFM. <i>Fundamentos de Física Médica. Volumen 1. Medida de la radiación</i>. Editor A. Brosed. Ed. ADI, 2011.</p> <p>SEFM. <i>Fundamentos de Física Médica. Volumen 2. Radiodiagnóstico: bases físicas, equipos y control de calidad</i>. Editor P. Ruiz Manzano. Ed. ADI, 2012.</p>
Recursos en internet
<p>Campus Virtual. Se facilitarán recursos de apoyo para entender los procesos de interacción de las radiaciones ionizantes y las técnicas de dosimetría.</p>

Metodología
<ul style="list-style-type: none"> - Clases teóricas con ayuda de medios audiovisuales en las que se explicarán los conceptos teóricos de la materia. - Clases de problemas en las que se resolverán ejercicios numéricos previamente propuestos. - Laboratorio de computación en donde el alumno aprenderá las técnicas para el cálculo dosimétrico. - Visitas a hospital en donde el alumno conocerá el trabajo que los Radiofísicos realizan en los hospitales. - Laboratorio en donde el alumno aprenderá a manejar y calibrar dosímetros y se familiarizará con las aplicaciones clínicas.

Evaluación		
Realización de exámenes	Peso: (50-70%, especificar)	70%
<p>Los exámenes tendrán una parte de cuestiones teórico-prácticas y otra parte de problemas (de nivel similar a los resueltos en clase) o desarrollo de temas cortos. Para la realización de la parte de problemas se podrá consultar un libro de teoría de libre elección por parte del alumno.</p>		
Otras actividades de evaluación	Peso:	30%
<p>Se ofertarán actividades puntuables. Estas podrán incluir actividades de evaluación continua o de otro tipo, como:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Realización de prácticas de laboratorio. - Problemas y ejercicios entregados a lo largo del curso de forma individual o en grupo. Participación en clases, seminarios y tutorías. - Presentación, oral o por escrito, de trabajos. 		

Calificación final
La calificación final será $N_{Final}=0.7N_{Examen}+0.3N_{OtrasActiv}$, donde N_{Examen} y $N_{OtrasActiv}$ son (en una escala 0-10) las calificaciones obtenidas en los dos apartados anteriores.

4.2.-Asignaturas del Módulo de Formación Especializada.

Materia: BIOFISICA



Master en Física Biomédica (curso 2013-14)

Ficha de la asignatura:		Biomembranas		Código	606784
Materia:	Biofísica	Módulo:			
Carácter:	Optativo	Curso:	1º	Semestre:	1º
Créd. ECTS:	6	Horas presenciales			
		Teoría, prácticas, seminarios		Laboratorio	
		37		8	

Profesor	T/P/S/L*	Dpto.	e-mail
Jesús Pérez Gil	T/P/S/L	BBMI	jperezgil@bio.ucm.es
Francisco Monroy Muñoz	T/P/S/L	QFI	monroy@quim.ucm.es

*: T:teoría, P:prácticas, S:seminarios, L:laboratorios

Horarios de clases			Tutorías (lugar y horarios)
Día	Horas	Aula	
Lunes	16:30-18:00	4A	JPG: Dpto. Bioquímica y Biología Molecular I. Facultad de Biología. Anexo. 1ª Planta. L,X,V 10-12h
Martes	11:30-13:00	16	FMM: Dpto. Química Física I. Facultad de Química. Despacho QB232. 2ª Planta. L,X,V 10-12h

Objetivos de la asignatura

Proporcionar al alumno la base conceptual necesaria para el conocimiento de la estructura y dinámica de las membranas biológicas. Conocer las técnicas experimentales y las metodologías numéricas y teóricas para interpretar los fenómenos biológicos relacionados con membranas.

Breve descripción de contenidos

Estructura de lípidos. Modelos experimentales de membrana. Transiciones de fase. Estructura de la membrana: dominios y rafts, polimorfismo lipídico, asimetría. Fusión y permeabilización. Proteínas de Membrana. Mecánica y dinámica de membranas. Membranas celulares: biogénesis y tráfico de membranas, adhesión, división.

Conocimientos previos necesarios

No se requieren conocimientos específicos previos.

Programa de la asignatura

- Estructura de lípidos
- Modelos experimentales: monocapas y liposomas.
- Transiciones de fase. Estructura lateral de membrana: dominios y rafts.
- Polimorfismo lipídico. Fusión y Permeabilización de membranas.
- Proteínas de Membrana. *Seminario 1*: Utilización de detergentes en la caracterización de membranas y sus proteínas. *Seminario 2*: Estructura y dinámica de un sistema de membranas: el surfactante pulmonar.
- Estructura transversal de membrana. Asimetría lipídica y flip-flop. Citoesqueleto.
- Mecánica de membranas. Energética. Curvatura y Tamaño. Transiciones de forma. Membranas heterogéneas.
- Dinámica de membranas. Fluctuaciones térmicas. Actividad. Dinámica del citoesqueleto. *Seminario 3*: Dinámica Browniana de membranas
- Membranas celulares. Biogénesis y tráfico de membranas. Adhesión. División. *Seminario 4*: Mecánica de la división celular

Laboratorio

- *Práctica 1*: Estructura lateral de membranas modelo. Dominios lipídicos en liposomas y/o monocapas.
- *Práctica 2*: Preparación de vesículas con córtex de actina/Análisis estocástico de las fluctuaciones activas del glóbulo rojo.

Bibliografía
<p><i>Básica</i></p> <p>O. G. Mouritsen. <i>Life – As a matter of fat. The emerging science of lipidomics</i>. Springer, 2005.</p> <p>D.E. Vance, J.E. Vance. <i>Biochemistry of lipids, lipoproteins and membranes</i>, 4ª Ed. Elsevier, 2002.</p> <p>P.L. Yeagle. <i>The structure of biological membranes</i>, 2ª Ed. CRC Press, 2005.</p> <p>D. Boal. <i>Mechanics of the cell</i>, 2nd ed., Cambridge Univ. Press, 2012.</p> <p>U. Seifert and R. Lipowsky, in <i>Structure and dynamics of membranes</i>, Vol. 1 of <i>Handbook of Biological Physics</i>, edited by R. Lipowsky and E. Sackmann, Elsevier, Amsterdam, 1995.</p> <p><i>Complementaria</i></p> <p>R. Grishammer, S.K. Buchanan. <i>Structural biology of membrane proteins</i>. RSC Publishing, 2006.</p> <p>L.K. Tamm. <i>Protein-Lipid interactions: from membrane domains to cellular networks</i>. John Wiley & Sons, 2005.</p> <p>J. Howard. <i>Mechanics of Motor Proteins and the Cytoskeleton</i>. Sinauer, 2005.</p> <p>P.F. Devaux and A. Herrmann. <i>Transmembrane Dynamics of Lipids</i>. Wiley, 2012.</p>
Recursos en internet
<p>La asignatura está dada de alta en el Campus Virtual.</p>

Metodología
<p>Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Clases magistrales donde se explicarán los conceptos básicos de la materia, incluyendo ejemplos y aplicaciones. - Conferencias de profesores e investigadores invitados del área de las biomembranas - Entregas de problemas - Seminarios prácticos. - Prácticas de laboratorio. <p>En las clases teóricas y prácticas se utilizarán la pizarra y proyecciones con ordenador. Los seminarios prácticos incluirán cálculos por ordenador. Todo ello apoyado por materiales que se harán disponibles a través de la página Web de la asignatura disponible a través del Campus Virtual</p>

Evaluación		
Realización de exámenes	Peso:	60%
Examen escrito y/o oral. Exposición y defensa de temas propuestos.		
Otras actividades de evaluación	Peso:	40%
<ul style="list-style-type: none"> - Problemas y ejercicios entregados a lo largo del curso de forma individual o en grupo (20 %). - Realización de prácticas de laboratorio y entrega de la correspondiente memoria (20 %). 		
Calificación final		
La calificación final será la media ponderada de las calificaciones obtenidas en los dos apartados, es decir el resultado de la suma ponderada de las puntuaciones obtenidas en el examen (60%) y en los trabajos complementarios (40%)		



Master en Física Biomédica (curso 2013-14)

Ficha de la asignatura:		Biofísica Molecular		Código	606783
Materia:	Biofísica	Módulo:			
Carácter:	Optativo	Curso:	1º	Semestre:	2º
Créd. ECTS:	6	Horas presenciales			
		Teoría, prácticas, seminarios		Laboratorio	
		35		10	

Profesor	T/P/S/L*	Dpto.	e-mail
Eva de Alba	T/P/S/L	CIB	dealbae@cib.csic.es
Rafael Giraldo		CIB	rgiraldo@cib.csic.es
Germán Rivas		CIB	grivas@cib.csic.es
Victor Muñoz		CIB	vmunoz@cib.csic.es
Francisco J. Cao		FAMN	francao@fis.ucm.es
Francisco Monroy		QFI	monroy@quim.ucm.es

*: T:teoría, P:prácticas, S:seminarios, L:laboratorios

Horarios de clases			Tutorías (lugar y horarios)
Día	Horas	Aula	
Martes	9:30-11:00	16	EdA, RG, GR, VM: Centro de Investigaciones Biológicas, CSIC. C/Ramiro de Maeztu, 4. L, X, V 10-12h FCG: Dpto. FAMN, 3º planta. Fac. Física, L,X,V: 10-12h FMM: Dpto. Química Física I. Fac. de Química. Despacho QB232. 2ª Planta., L, X, V: 10-12h
Viernes	9:30-11:00	4B	

Objetivos de la asignatura

Proporcionar al alumno el conocimiento de los problemas biológicos esenciales en los que un abordaje físico juega un papel fundamental. Formar en el uso de las herramientas experimentales, computacionales y teóricas necesarias para resolver estos problemas. Después de cursar esta asignatura el alumno será capaz de aplicar estos conocimientos y contribuir al desarrollo del área emergente de la Biología Física y Cuantitativa.

Breve descripción de contenidos

Principios organizativos de la célula. Estructura y estabilidad de proteínas, lípidos, ADN y ARN. Interacciones y dinámica. Autoensamblajes y agregaciones funcionales y patológicas. Dinámica conformacional y plegamiento de proteínas. Motores moleculares, replicación del ADN, dinámica del citoesqueleto. Efectos de confinamiento y aglomeración (crowding). Métodos experimentales, teóricos y computacionales. Biología sintética.

Conocimientos previos necesarios

Para esta cursar asignatura no se requieren conocimientos específicos previos adicionales.

Programa de la asignatura

- *Principios Estructurales*
 - Principios organizativos y estructurales de los sistemas biológicos. Estructura y estabilidad de bio-moléculas.
 - Mecánica estadística de sistemas macromoleculares
 - Estructura de macromoléculas, y ensamblajes macromoleculares.
- *Procesos dinámicos en sistemas biomoleculares*
 - Dinámica conformacional, plegamiento y agregación de proteínas. Efectos de aglomeración (crowding).
 - Difusión y transporte activo. Dinámica de los motores moleculares (de transporte y replicación). Dinámica del citoesqueleto.
 - Fluctuaciones estocásticas en sistemas biomoleculares (proteínas, vesículas lipídicas, motores moleculares, unzipping de ADN, ...).
- *Instrumentación y métodos biofísicos*
 - Métodos estructurales de alta resolución.
 - Métodos ensemble average con métodos de resolución temporal.
 - Métodos single-molecule (AFM, pinzas ópticas) con métodos de resolución temporal.
- *Ingeniería biomolecular*
 - Ingeniería y diseño de proteínas / DNA. Biosensores.
 - Reconstitución y manipulación de complejos macromoleculares.

Bibliografía
<p><i>Básica</i></p> <p>R. Phillips, J. Kondev, J. Theriot. <i>Physical Biology of the Cell</i>. Garland Science, 2008.</p> <p>K. Dill, S. Bromberg. <i>Molecular Driving Forces: Statistical Thermodynamics in Biology, Chemistry, Physics, and Nanoscience</i>. Garland Science, 2010.</p> <p><i>Complementaria</i></p> <p>D. Boal. <i>Mechanics of the Cell</i>. Cambridge University Press, 2012.</p> <p>J. Howard. <i>Mechanics of Motor Proteins and the Cytoskeleton</i>. Sinauer, 2005.</p> <p>K.E. Van Holde, W.C. Johnson, P.S. Ho. <i>Principles of Physical Biochemistry</i>. Prentice Hall, 2005.</p> <p>J.N. Israelachvili. <i>Intermolecular and Surface Forces</i>, Academic Press, 2011.</p>

Recursos en internet
La asignatura está dada de alta en el Campus Virtual de la UCM.
Metodología
<p>Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Clases teóricas donde se explicarán las herramientas y conceptos básicos de la materia, incluyendo ejemplos y aplicaciones. - Clases prácticas de problemas y actividades dirigidas. - Visitas a laboratorios. <p>En las lecciones y en las clases prácticas se utilizarán la pizarra y proyecciones con ordenador. Estas actividades se verán complementadas por prácticas virtuales y simulaciones por ordenador.</p>

Evaluación		
Realización de exámenes	Peso:	60%
Examen escrito y/o oral consistente en una presentación sobre un tema relacionado con la asignatura.		
Otras actividades de evaluación	Peso:	40%
Ejercicios entregables y memorias de laboratorio		

Calificación final
La calificación final será la media ponderada de la calificación obtenida en el examen y la calificación obtenida en las otras actividades evaluables (ejercicios entregables y memorias de laboratorio).



Master en Física Biomédica (curso 2013-14)

Ficha de la asignatura:		Seminarios de Biofísica		Código	606785
Materia:	Biofísica	Módulo:			
Carácter:	Optativa	Curso:	1º	Semestre:	2º
Créd. ECTS:	6	Horas presenciales			
		Teoría, prácticas, seminarios		Laboratorio	
		38		7	

Profesor	T/P/S/L*	Dpto.	e-mail
Juan Pedro García Villaluenga	T/P/S/L	FAI	juanpgv@fis.ucm.es
José Manuel Yebras Rivera	T/P/S/L	FAIII	myebras@ucm.es
María Luisa Calvo Padilla	T/P/S/L	OPT	mlcalvo@fis.ucm.es

*: T:teoría, P:prácticas, S:seminarios, L:laboratorios

Horarios de clases			Tutorías (lugar y horarios)
Día	Horas	Aula	
Martes	12:30-14:00	16	JPGV, M 12:00 - 13:30, Desp. 117 1º planta, Dep. Física Aplicada I.
Viernes		4B	JMY: L, J 16-18h, Desp. 104.0, Dep. Física Aplicada III, 3ª planta.
			MLCP, Dpt. Optica, F. Físicas, L y M 10:00-13:00

Objetivos de la asignatura
Aportar al alumno conocimientos y formación en ciertas áreas importantes pero que por su especialización no han sido abordadas en otras asignaturas: efectos biológicos de los campos electromagnéticos, riesgos asociados y utilización en biomedicina así como técnicas de imagen, métodos ópticos para diagnóstico no invasivo, aspectos bioenergéticos en procesos de transporte, eficiencia termodinámica y control en motores brownianos, y métodos de simulación importantes en la investigación biofísica.

Conocimientos previos necesarios

Conocimientos de electromagnetismo básico y de las propiedades eléctricas, ópticas y magnéticas de la materia. Análisis espectral y filtrado de señales.

Breve descripción de contenidos

Interacción de la radiación no ionizante con la materia biológica. Mecanismos de interacción y riesgos asociados. Recomendaciones y normativa. Utilización de los campos electromagnéticos en biotecnología e imagen médica. Magnetoencefalografía. Simulación por dinámica molecular de biomoléculas. Programas estándar: AMBER. Simulación de membranas biológicas. Óptica de tejidos biológicos. Tomografía óptica coherente. Atrapamiento de partículas mediante pinzas ópticas. Bioenergética. Motores brownianos.

Programa de la asignatura

- Campos electromagnéticos ambientales. Mecanismos de interacción con los sistemas biológicos. Dosimetría y normativa.
- Técnicas de imagen electromagnética I: Tomografía de impedancias e Imagen mediante microondas.
- Técnicas de imagen electromagnética II: Imagen cerebral mediante Magnetoencefalografía.
- Dinámica molecular aplicada a moléculas y membranas biológicas.
- Scattering de luz por medios heterogéneos.
- Scattering de luz por tejidos biológicos.
- Tomografía óptica coherente (OCT: *Optical Coherence Tomography*).
- Fundamentos de pinzas ópticas para atrapamiento de partículas.
- Leyes generales de la bioenergética. Transporte en medios heterogéneos.
- Eficiencia termodinámica en motores brownianos.
- Control en motores brownianos.

Bibliografía

Básica

Barnes and Greenebaum (Eds.). *Bioengineering and Biological Aspects of Electromagnetic Fields. Handbook of Biological Effects of Electromagnetic Fields. 2 vols. 3rd Edition.* CRC Press, 2007.

Malmivuo and Plonsey. *Bioelectromagnetism. Principles and Applications of Bioelectric and Biomagnetic Fields.* <http://www.bem.fi/>

F. Fercher et al. *Optical coherence tomography—principles and applications.* Reports on Progress in Physics, Vol. 66, 239-303 (2003).

K.C. Neuman and S.M. Block. *Optical trapping.* Rev. Sci. Instr. 75, 9 (2004)

C. Blomberg. *Physics of Life: The Physicist's Road to Biology.* Amsterdam. Elsevier, 2007.

Recursos en internet		
La asignatura está dada de alta en el Campus virtual.		
Metodología		
Exposición de los temas por el profesor. Ejercicios de cada tema, con participación de los alumnos. Prácticas de simulación por ordenador. Impartición por expertos de seminarios avanzados. Visita a algún centro relacionado con los temas de la asignatura. Exposición de los trabajos monográficos en la parte final del curso.		
Evaluación		
Realización de exámenes	Peso:	50%
Examen final de cuestiones sobre los contenidos de los seminarios.		
Otras actividades de evaluación	Peso:	50%
Realización de ejercicios y simulaciones, participación en las clases, memoria de las actividades de laboratorio y presentación de trabajos.		
Calificación final		
La calificación final será $N_{Final}=0.5N_{Exámen}+0.5N_{OtrasActiv}$, donde $N_{Exámen}$ y $N_{OtrasActiv}$ son (en una escala 0-10) las calificaciones obtenidas en los dos apartados anteriores.		



Master en Física Biomédica (curso 2013-14)

Ficha de la asignatura:		Termodinámica de los Sistemas Biológicos		Código	606786
Materia:	Biofísica	Módulo:	Formación Especializada		
Carácter:	Optativo	Curso:	1º	Semestre:	2º
Créd. ECTS:	6	Horas presenciales			
		Teoría, prácticas, seminarios		Laboratorio	
		42		3	

Profesor	T/P/S/L*	Dpto.	e-mail
Mohamed Khayet Souhaimi	T/P/L	FAI	khayetm@fis.ucm.es
Maria Carmen García Payo	T/P/L	FAI	mcgpayo@ucm.es

*: T:teoría, P:prácticas, S:seminarios, L:laboratorios

Horarios de clases			Tutorías (lugar y horarios)
Día	Horas	Aula	
Martes	11:00 – 12:30	16	MK: Desp. 116, 1ªPlanta, F. Física, M: 16:00 – 19:00
Viernes		4B	MCGP: Desp. 115, 1ª Planta, L y X: 11:00 – 13:00

Objetivos de la asignatura
<p>Introducir al alumno en los fundamentos de la Termodinámica de los Sistemas Biológicos y en general de los Procesos Irreversibles (TPI), con énfasis en los fenómenos de transporte (masa, carga y energía) que ocurren en los sistemas biológicos. Esta asignatura proporciona conocimientos básicos de la Termodinámica irreversible para sistemas muy alejados del equilibrio, así como la transferencia simultánea de masa, carga y energía que ocurre en los procesos biológicos tales como la dinámica de la respiración, los procesos en membranas biológicas, la circulación en las arterias y tejidos, etc. Después de cursar la asignatura el alumno será capaz de entender la Física de los Sistemas Biológicos y le ayudará a comprender las demás asignaturas del máster en Biofísica.</p>

Breve descripción de contenidos
<p>Introducción general a los procesos irreversibles. Reversibilidad e irreversibilidad. Termodinámica de procesos muy alejados del equilibrio. Biofísica de la respiración. Difusión de un gas .Difusión en sistemas multicomponentes. Transferencia de materia</p>

gas-líquido. Transporte a través de membranas. Fenómenos de transporte en sistemas biológicos.

Conocimientos previos necesarios

Termodinámica de los estados de equilibrio. Resolución de ecuaciones diferenciales.

Programa de la asignatura

- Introducción. Termodinámica de las disoluciones. Disoluciones ideales: Ley de Raoult. Disoluciones diluidas: Ley de Henry. Disoluciones reales: Actividad. Fenómenos de superficie en los sistemas biológicos. Reversibilidad e Irreversibilidad.
- Fundamentos de la termodinámica del no equilibrio. Procesos irreversibles y procesos muy alejados del equilibrio. Postulado de equilibrio local. Producción de entropía. Formulación local del segundo principio. Flujos y Fuerzas: Ecuaciones fenomenológicas. Teorema de Onsager. Estados estacionarios. Principio de mínima producción de entropía. Transporte de calor: Conducción, Ley de Fourier, Convección, Radiación.
- Biofísica de la respiración. Membrana celular. Transporte pasivo y activo. Difusión de un gas. Transferencia de masa (molecular o difusión simple y convectiva). Leyes de Fick. Coeficientes de transporte.
- Fenómenos de transporte en Sistemas Biológicos. Difusión en sistemas multicomponentes: ecuación de Maxwell-Stefan. Difusión en sistemas electrolíticos. Difusión a través de membranas. Transporte en células biológicas: transporte osmótico y por diferencia de presión. Transferencia de masa y calor simultáneamente. Sistemas acoplados de reacciones químicas y procesos de transporte.

Laboratorio:

- Preparación y caracterización de encapsulados biopoliméricos para su aplicación en el campo de la biomedicina.

Bibliografía

Básica

- C. Fernández Pineda, S. Velasco Maíllo. *Termodinámica*, Ed. Univ. Ramón Areces, 2009.
- I. Prigogine. *Introducción a la Termodinámica de los Procesos Irreversibles*, Selecciones Científicas, 1974.
- S.R. de Groot and P. Mazur. *Non-equilibrium thermodynamics*. Dover, 1984.
- Y. Demirel, *Nonequilibrium Thermodynamics: transport and rate processes in physical, chemical and biological systems*. Elsevier, 2007.
- R. Glaser. *Biophysics*, Springer, 2001.
- D.T. Haynie, *Biological Thermodynamics*. Cambridge Univ. Press, 2001.
- G.A. Truskey, F. Yuan and D.F. Katz. *Transport Phenomena in Biological Systems*.

Pearson, 2009.

R. Taylor and R. Krishna. *Multicomponent Mass Transfer*. Wiley, 1993.

R.B. Bird, W.E. Stewart and E.N. Lightfoot. *Transport Phenomena*. Wiley, 2002.

Complementaria

F. Montero y F. Morán. *Biofísica: Procesos de Autoorganización en Biología*. Eudema Universidad, 1992.

Recursos en internet

La asignatura se dará de alta en el Campus Virtual, donde se proporcionarán recursos de interés para la asignatura.

Metodología

Las clases serán teóricas, prácticas y de laboratorio. En las teóricas el profesor introducirá los conceptos fundamentales de cada tema. En las prácticas se resolverán ejercicios, problemas y ejemplos de interés. Se asignarán trabajos a los alumnos que deberá presentar por escrito y/o se expondrán en clase. El alumno deberá entregar un informe de la parte realizada en el laboratorio.

Evaluación

Realización de exámenes

Peso

50%

El examen tendrá una parte de cuestiones teórico-prácticas y otra parte sobre los trabajos presentados por el alumno.

Otras actividades de evaluación

Peso:

50%

Se evaluará la presentación de trabajos (30%), la entrega de problemas (10%) y las prácticas del laboratorio (10%). El estudiante dispondrá de tiempo limitado para su realización y entrega al profesor.

Calificación final

La calificación final será $N_{Final} = 0.5N_{Examen} + 0.5N_{OtrasActiv}$, donde N_{Examen} y $N_{OtrasActiv}$ son (en una escala 0-10) las calificaciones obtenidas en los dos apartados anteriores.

4.2. Asignaturas del Módulo de Formación Especializada.

Materia: INSTRUMENTACIÓN BIOMEDICA



Master en Física Biomédica (curso 2013-14)

Ficha de la asignatura:		Medidas Bioeléctricas		Código	606787
Materia:	Instrumentación Biomédica	Módulo:	Formación Especializada		
Carácter:	Optativo	Curso:	1º	Semestre:	2º
Créd. ECTS:	6	Horas presenciales			
		Teoría, prácticas, seminarios		Laboratorio	
		20		25	

Profesor	T/P/S/L*	Dpto.	e-mail
Alberto Rivera Calzada	T/P/L	FAIII	alberto.rivera@fis.ucm.es

*: T:teoría, P:prácticas, S:seminarios, L:laboratorios

Horarios de clases			Tutorías (lugar y horarios)
Día	Horas	Aula	
Lunes Jueves	11:00 – 12:30	4B	ARC: Desp. 116, 3ª Planta, L, M y X de 17 a 19h

Objetivos de la asignatura
Introducir al alumno en las técnicas de medida de señales bioeléctricas y proporcionarle las bases necesarias para que sea capaz de desarrollar modelos eléctricos de sistemas biológicos a nivel celular y tisular.

Breve descripción de contenidos
Análisis de señales bioeléctricas. Propiedades eléctricas de sistemas biológicos. Modelización eléctrica de células y cultivos. Medidas de permitividad dieléctrica. Medidas de contenido de agua y grasa en tejidos. Espectroscopia de impedancias.

Dielectroforesis. Electro-rotación.

Conocimientos previos necesarios

Técnicas de cálculo y fundamentos de circuitos de corriente alterna y medidas eléctricas.

Programa de la asignatura

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Revisión de bases matemáticas y físicas en bioelectromagnetismo. • Procesamiento de señales bioeléctricas. • Propiedades eléctricas de los sistemas biológicos. • Medidas de bioimpedancia. • Medidas de permitividad dieléctrica. • Dielectroforesis y electrorrotación. |
|--|

Laboratorio:

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - Practica 0: Introducción y manejo de los equipos de laboratorio y software de simulación eléctrica. - Practica 1: Medida y simulación de un electrocardiograma. - Practica 2: Adaptación y optimización de señales electrofisiológicas. - Practica 3: Medida y análisis de la bioimpedancia. |
|---|

Bibliografía

Básica

Apuntes de la asignatura

J.G. Webster. *Medical Instrumentation: Application and Design*. Wiley, 2009.

L.A. Geddes, L.E. Baker. *Principles of Applied Biomedical Instrumentation*. Wiley, 1989.

J.J. Carr and J.M. Brown. *Biomedical Instrumentation and Measurement*. Pearson, 2001.

L. Cromwell. *Biomedical Instruments*. Prentice Hall of India, New Delhi, 1980.

Complementaria

R.S. Khandpur. *Handbook of Medical Instruments*. Tata McGraw Hill, 1987.

S.K. Guha. *Introduction to Medical Electronics*. University Publication.

E.J. Bukstein. *Introduction to Biomedical electronics*. Bobbs-Merrill Co, 1973.

Recursos en internet

La asignatura está dada de alta en el Campus virtual.

Metodología

Metodología de evaluación continua basada en clases de teoría y problemas, que se complementarán con actividades adicionales debidamente adecuadas al volumen de matrícula: prácticas de simulación y experimentales.

Evaluación		
Realización de exámenes	Peso	50%
Examen teórico-práctico		
Otras actividades de evaluación	Peso:	50%
Prácticas de simulación y laboratorio		
Calificación final		
La calificación final será la media de las notas del examen teórico y las prácticas.		



Master en Física Biomédica (curso 2013-14)

Ficha de la asignatura:		Resonancia Magnética Nuclear, Ultrasonidos e Imagen Molecular		Código	606789
Materia:	Instrumentación Biomédica	Módulo:			
Carácter:	Optativo	Curso:	1º	Semestre:	2º
Créd. ECTS:	6	Horas presenciales			
		Teoría, prácticas, seminarios		Laboratorio	
		34		11	

Profesor	T/P/S/L*	Dpto.	e-mail
Paz Sevilla Sierra	T/P/S/L	QFII	paz@farm.ucm.es
M ^a Concepción Civera Tejuca	T/P/S/L	QFII	mccivera@farm.ucm.es
Ignacio Rodríguez Ramírez de Arellano	T/P/S/L	QFII	ignrodri@pdi.ucm.es

*: T:teoría, P:prácticas, S:seminarios, L:laboratorios

Horarios de clases			Tutorías (lugar y horarios)
Día	Horas	Aula	
Lunes	9:30-11:00	4B	PSS: Desp. 116, 1ªPlanta, F. Farmacia, M: 16:00 – 19:00
Jueves	9:30-11:00		CCT: P22, F. Farmacia, M/J: 9:00-12:00h
			IRRA: P21, 1ªPlanta, F. Farmacia, M/J: 17:00 – 19:30 y X: 11:30 – 13:30h

Breve descripción de contenidos
Bases físicas de la RMN. Espectroscopia e imagen por RMN. Instrumentación para RMN. Metabolismo y morfología por RMN. Bases físicas de la espectroscopia amplificada por superficies metálicas. El efecto Raman y su aplicación en microscopia. Microscopia SERS y su aplicación biomédica. Fundamentos físicos de ultrasonidos. Dispositivos piezoeléctricos. Técnicas de pulso-eco. Ecografía 2D, 3D, 4D y Doppler.
Conocimientos previos necesarios
Para esta cursar asignatura no se requieren conocimientos específicos previos adicionales.

Objetivos de la asignatura

Proporcionar al alumno el conocimiento de las técnicas de espectroscopia e imagen en Resonancia Magnética Nuclear, las técnicas de ultrasonidos (orientado a imagen médica) y la imagen molecular.

Programa de la asignatura

- Bases físicas de la RMN.
- Espectroscopia por RMN y genómica estructural.
- Imagen por RMN.
- Instrumentación para RMN.
- Metabolismo por RMN.
- Morfología por RMN.
- Bases físicas de la espectroscopia amplificada por superficies metálicas.
- El efecto Raman y su aplicación en microscopia.
- Microscopia SERS y su aplicación biomédica.
- Fundamentos físicos de ultrasonidos.
- Dispositivos piezoeléctricos.
- Técnicas de pulso-eco. Modos A, B y M.
- Ecografía 2D, 3D y 4D.
- Ecografía Doppler.

Bibliografía

- E.M. Haake, R.W. Brown, M.R. Thompson, R. Venkatesan. *Magnetic Resonance Imaging: Physical Principles and Sequence Design*. Wiley, 1999.
- M.T. Vlaardingerbroek, J.A. Boer, A. Luiten, F. Knoet. *Magnetic Resonance Imaging: Theory and Practice*. 3rd ed. Springer-Verlag, 2003.
- J.N.S. Evans. *Biomolecular NMR spectroscopy*. Oxford Univ. Press, 1995.
- J. Cavanagh, W.J. Fairbrother, A.G. Palmer III, N.J. Skelton. *Protein NMR Spectroscopy. Principles and Practice*. 2nd Ed. Elsevier, 2007.
- E.C. Le Ru, P.C. Etchegoin. *Principles of Surface-Enhanced Raman Spectroscopy: And Related Plasmonic Effects*. Elsevier, 2009.
- R. Aroca. *Surface-Enhanced Vibrational Spectroscopy*. Wiley, 2006.
- C.R. Hill, J.C. Bamber, G.R. ter Haar. *Physical Principles of Medical Ultrasonics*. Wiley, 2004.

Recursos en internet

La asignatura está dada de alta en el Campus virtual.

Metodología
<p>Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Clases de teoría, donde se presentarán y comentarán los contenidos, ilustrados con ejemplos y aplicaciones. - Clases prácticas, que incluyen la resolución de problemas, la realización de prácticas en el laboratorio, trabajos con apoyo multimedia. <p>En las clases se utilizarán, a discreción del profesor, la pizarra, proyecciones con ordenador o transparencias, simulaciones por ordenador, etc.</p>

Evaluación		
Realización de exámenes	Peso:	60%
<p>El examen tendrá una parte de cuestiones teórico-prácticas y otra parte de problemas (de nivel similar a los resueltos en clase).</p> <p>Para la realización de la parte de problemas se podrá consultar un libro de teoría de libre elección por parte del alumno.</p> <p>Máxima calificación: 6.0</p>		
Otras actividades de evaluación	Peso:	40%
<ul style="list-style-type: none"> - Problemas y ejercicios entregados a lo largo del curso de forma individual o en grupo (20 %). - Realización de prácticas de laboratorio (20 %). <p>Máxima calificación: 4.0</p>		
Calificación final		
<p>La calificación final será $N_{Final}=0.6N_{Examen}+0.4N_{OtrasActiv}$, donde N_{Examen} y $N_{OtrasActiv}$ son (en una escala 0-10) las calificaciones obtenidas en los dos apartados.</p>		



Master en Física Biomédica (curso 2013-14)

Ficha de la asignatura:		Óptica e Imagen en Biomedicina		Código	606788
Materia:	Instrumentación biomédica	Módulo:	Formación Especializada		
Carácter:	Optativo	Curso:	1º	Semestre:	2º
Créd. ECTS:	6	Horas presenciales			
		Teoría, prácticas, seminarios		Laboratorio	
		36		9	

Profesor	T/P/S/L*	Dpto.	e-mail
María Luisa Calvo Padilla	T/P/S/L	OPT	mlcalvo@ucm.es
Margarita Chevalier del Rio	T/P/S/L	RMF	chevalier@med.ucm.es

*: T:teoría, P:prácticas, S:seminarios, L:laboratorios

Horarios de clases			Tutorías (lugar y horarios)
Día	Horas	Aula	
Lunes	12:30 – 14:00	4B	MLC, Despacho, L y M 10:00-14:30;
Jueves			MChR, Despacho, M 16:00-19:00 y J 17:00-20:00

Objetivos de la asignatura
<p>Comprender y aplicar los conceptos y fenómenos que intervienen en la interacción de la luz con la materia. Comprender los fundamentos y caracterización de la interacción de la luz con tejidos biológicos. Comprender y manejar los principios físicos de la radiación láser. Entender el diseño, funcionamiento y aplicaciones de láseres en medicina. Conocer los fundamentos de los métodos ópticos actuales de diagnóstico. Comprender los fundamentos del mecanismo de la percepción visual y su influencia en la visualización y lectura de imágenes médicas. Conocer las magnitudes que caracterizan las imágenes médicas. Conocer los fundamentos de la evaluación de la imagen médica. Comprender y manejar la teoría de los sistemas lineales para analizar los sistemas de imagen médicos. Conocer los fundamentos de los modelos de observador para evaluar la calidad de la imagen médica. Comprender y manejar diferentes tipos de análisis (ROC, FROC...) de datos asociados a la evaluación de las imágenes clínicas.</p>

Breve descripción de contenidos

Espectro electromagnético. Procesos de absorción de fotones. Radiación láser. Interacción de la radiación láser con tejidos biológicos. Seguridad láser. Percepción visual. Métodos ópticos de diagnóstico. Óptica Adaptativa. Aplicación de la teoría de los sistemas lineales a los sistemas médicos de imagen (MTF, NNPS, DQE). Teoría de Rose. Modelos de observador para la extracción de información en las imágenes médicas. Diseño de experimentos para evaluar la calidad de imagen. Métodos analíticos para el tratamiento de los resultados experimentales (ROC, FROC).

Conocimientos previos necesarios

Es aconsejable tener conocimientos de óptica electromagnética, óptica física, teoría de sistemas lineales, transformada de Fourier y fundamentos de láser.

Programa de la asignatura

- La radiación electromagnética. Rangos espectrales del UV, visible e IR.
- Absorción y emisión de la radiación electromagnética.
- Propiedades ópticas de los tejidos biológicos.
- Absorción y scattering de la radiación electromagnética por los tejidos biológicos.
- Fundamentos de fuentes láser.
- Tipos de láseres.
- Aplicaciones de fuentes láser en medicina.
- Medidas de seguridad láser.
- Fundamentos del sistema visual humano. Procesado de la información visual. Percepción visual.
- Métodos ópticos de diagnóstico.
- Óptica adaptativa.
- Definición de las magnitudes que caracterizan la calidad de imagen
- Aplicación de la teoría de los sistemas lineales a los sistemas médicos de imagen (MTF, NNPS, DQE).
- Análisis objetivos y subjetivos de la imagen médica. Relaciones
- Modelos de observador para el análisis de las imágenes médicas
- Métodos analíticos (ROC, FROC).
- Laboratorio de láseres, simulación de procesado de la información visual y análisis de imágenes médicas.

Bibliografía
<p><i>Básica</i></p> <p>M.L. Calvo (Coord.). <i>Óptica Avanzada</i>. Editorial Ariel, 2002.</p> <p>J.M. Guerra Pérez. <i>Física del Láser</i>. http://alqua.tiddlyspace.com/</p> <p>J. M. Artigas et al.. <i>Óptica fisiológica. Psicofísica de la visión</i>. McGraw Hill, 1995.</p> <p><i>Medical Imaging Handbook. Physics and psychophysics</i>. Beutel J. SPIE. 2000.</p> <p><i>The Handbook of Medical Image Perception and Techniques</i>. Editado por Samei E and Krupinsky E. 2009.</p>
Recursos en internet
<p>Asignatura en el Campus Virtual de la UCM: https://www.ucm.es/campusvirtual/CVUCM/index1.php</p> <p>Enlaces a las páginas web relacionadas con el temario de la asignatura.</p>

Metodología
<p>Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Clases de teoría, donde se presentarán y comentarán los contenidos, ilustrados estos con ejemplos y aplicaciones. - Clases prácticas, que incluyen la resolución de problemas, la realización de prácticas en el laboratorio, trabajos con apoyo multimedia. <p>En las clases se utilizarán, a discreción del profesor, la pizarra, proyecciones con ordenador o transparencias, simulaciones por ordenador, etc.</p>

Evaluación		
Realización de exámenes	Peso:	60%
<p>El examen tendrá una parte de cuestiones teórico-prácticas y otra parte de problemas (de nivel similar a los resueltos en clase).</p> <p>Para la realización de la parte de problemas se podrá consultar un libro de teoría de libre elección por parte del alumno.</p> <p>Máxima calificación: 6.0</p>		
Otras actividades de evaluación	Peso:	40%
<ul style="list-style-type: none"> - Problemas y ejercicios entregados a lo largo del curso de forma individual o en grupo (20 %) - Realización de prácticas de laboratorio (20 %). <p>Máxima calificación: 4.0</p>		
Calificación final		
<p>La calificación final será $N_{Final}=0.6N_{Exámen}+0.4N_{OtrasActiv}$, donde $N_{Exámen}$ y $N_{OtrasActiv}$ son (en una escala 0-10) las calificaciones obtenidas en los dos apartados.</p>		

4.3. Asignaturas del Módulo de Formación Especializada.

Materia: RADIOFÍSICA



Master en Física Biomédica (curso 2013-14)

Ficha de la asignatura:		Elementos de Anatomía y Fisiología		Código	606790
Materia:	Radiofísica	Módulo:	Formación Especializada		
Carácter:	Optativo	Curso:	1º	Semestre:	1º
Créd. ECTS:	6	Horas presenciales			
		Teoría, prácticas, seminarios		Laboratorio	
		37		8	

Profesor	T/P/S/L*	Dpto.	e-mail
M ^a Dolores Comas Rengifo	T/P/S	FIS	lolacom@med.ucm.es
Julián Bustamante García	T/P/S	FIS	jubustam@med.ucm.es
José Ramón Sañudo Tejero	T/P/S	AEH I	jrsanudo@ucm.es
Francisco José Valderrama Canales	T/P/S	AEH I	fvalde@med.ucm.es

*: T: teoría, P: prácticas, S: seminarios, L: laboratorios

Horarios de clases			Tutorías (lugar y horarios)
Día	Horas	Aula	
Martes	15:00-16:30	José Acosta*	Despacho de cada profesor de Martes a Jueves: 17:00-18:00
Jueves	17:00-18:30		

*: Aula José Acosta, situada en el Pabellón 4, planta baja de la Facultad de Medicina

Objetivos de la asignatura
El objetivo de la asignatura es ayudar al alumno a adquirir los conceptos fundamentales de la anatomía y funcionamiento normal del cuerpo humano y al

aprendizaje de metodologías que permiten monitorizar algunas variables fisiológicas.

Breve descripción de contenidos

Anatomía del sistema músculo-esquelético. Anatomía y Fisiología de la sangre y aparato cardiovascular. Anatomía y Fisiología del aparato respiratorio. Anatomía y Fisiología del aparato genitourinario. Anatomía y Fisiología del aparato digestivo. Anatomía y Fisiología del sistema endocrino. Anatomía y Fisiología del sistema nervioso y órganos de los sentidos.

Conocimientos previos necesarios

Conocimientos básicos de biología. Conocimientos básicos de bioquímica.

Programa de la asignatura*Anatomía Humana General*

- Anatomía del sistema músculo-esquelético
- Anatomía de cabeza y cuello.
- Anatomía del tronco.
- Anatomía del miembro superior.
- Anatomía del miembro inferior

Fisiología General

- Concepto de homeostasis.
- Compartimentos líquidos del organismo.
- Membrana celular. Procesos de intercambio con el medio. Osmolaridad
- Formas de comunicación celular
- Células endoteliales. Sistemas de intercambio con el medio externo.

Sangre

- Composición. Hemostasia.
- Inmunidad innata y adquirida.

Sistema Cardiovascular

- Anatomía funcional del aparato circulatorio.
- Corazón y sistema circulatorio.
- Capilares. Circulación linfática.

Sistema Digestivo

- Anatomía funcional del aparato digestivo.
- Motilidad. Secreción. Digestión.
- Absorción de hidratos de carbono, proteínas, grasas y agua.
- Estructura y función hepática.
- Metabolismo basal. Control de la ingesta.

Sistema Respiratorio

- Anatomía funcional del aparato respiratorio.
- Concepto de respiración. Ventilación.
- Difusión, transporte e intercambio de gases.

Sistema Genitourinario

- Anatomía funcional del aparato genitourinario
- Estructura funcional. Filtración y reabsorción tubular.

- Secreción tubular. Concentración y excreción de la orina.

Sistema Nervioso y órganos de los sentidos

- Anatomía funcional del sistema nervioso.
- Potencial de membrana. Potencial de acción. Sinapsis.
- Sistema nervioso autónomo. Sistemas sensoriales. Sistemas motores.
- Sentidos especiales.

Sistema Endocrino

- Anatomía funcional del sistema endocrino.
- Concepto de hormona. Mecanismos de acción. Hipotálamo e hipófisis.
- Hormona del crecimiento.
- Hormonas tiroideas, paratiroides y control de la calcemia.
- El páncreas endocrino. Hormonas de la corteza suprarrenal.
- Control hormonal de la reproducción.

Programa práctico.

Prosecciones (piezas anatómicas previamente disecadas) y modelos anatómicos de los diferentes sistemas y aparatos del cuerpo humano

Espirografía y espirometría. Electrocardiografía. Presión arterial. Métodos de determinación de la masa corporal.

Bibliografía

G. Pock, C. Richards. *Fisiología humana. La base de la medicina*. 2ª edición. Masson. Barcelona (2005).

G.J. Tortora, B. Derrickson. *Principios de Anatomía y Fisiología*. Ed.Panamericana (2006).

Thibodeau, G.A. y Patton, K.T. *Estructura y función del cuerpo humano*. Elsevier. 13 Ed. (2008)

S.E. Mulroney, A.K. Myers. Netter. *Fundamentos de Fisiología*. Elsevier Masson (2011).

Recursos en internet

La asignatura está dada de alta en el *Campus Virtual*.

Metodología

Se utilizarán clases teóricas a lo largo de la semana. Se realizarán ejercicios sobre los contenidos de estas clases teóricas y se discutirán casos que refuerzan el tema estudiado. Las clases prácticas consistirán en el aprendizaje de metodologías no invasivas que permitan al alumno comprender la constitución y funcionamiento normal

del cuerpo humano. Dichas prácticas se realizarán, previa convocatoria, a lo largo del curso, y consistirán en una explicación previa sobre el procedimiento o conocimientos a adquirir, seguida de una sesión práctica en la que alumno adquirirá dicho conocimiento y/o destreza necesaria para la realización e interpretación de los procedimientos.

Evaluación		
Realización de exámenes	Peso:	70%
Examen teórico. Consistirá en un examen de 80 preguntas test tipo V/F.		
Otras actividades de evaluación	Peso:	30%
Se valoraran tanto la participación activa en clase a través de comentarios y preguntas, como el trabajo individual mediante la resolución de problemas y preguntas en clase. Las prácticas serán evaluadas individualmente mediante la realización de una memoria o trabajo sobre cada práctica.		
Calificación final		
EXAMEN TEÓRICO: Será el 70 % de la nota final.		
PARTICIPACIÓN ACTIVA: Representará el 10% de la nota final.		
RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS: Representará el 10% de la nota final.		
PRÁCTICAS: Representará el 10% de la nota final.		



Master en Física Biomédica (curso 2013-14)

Ficha de la asignatura:		Física del Radiodiagnóstico		Código	606791
Materia:	Radiofísica	Módulo:	Formación especializada		
Carácter:	Optativo	Curso:	1º	Semestre:	2º
Créd. ECTS:	6	Horas presenciales			
		Teoría, prácticas, seminarios		Laboratorio	
		35		10	

Profesor	T/P/S/L*	Dpto.	e-mail
Alfonso Calzado Cantera	T/P/S	RMF	calzado@ucm.es
Margarita Chevalier	T/P/S	RMF	chevalier@med.ucm.es
Eduardo Guibelalde del Castillo	T/P/S/L	RMF	egc@med.ucm.es
José Luis Contreras González	T/P/S/L	FAMN	contrera@gae.ucm.es

*T: teoría, P: prácticas, S: seminarios, L: laboratorios

Horarios de clases			Tutorías (lugar y horarios)
Día	Horas	Aula	
Lunes	15.00-16:30	Sem. Física Médica*	AC, Dpto. RMF, Fac. Medicina. L, J 14:00-15.00
Jueves			MCh, Dpto. RMF, F. Medicina. L, J 14:00-15.00
			EG, RMF, F. de Medicina L, J 14:00 - 15.00
			JLC, desp. 217. F. CC Físicas M,V 15:00-16:30

* Seminario de Física Médica, Departamento de Radiología y Medicina Física, Pabellón 2, 4ª Planta, Facultad de Medicina

Objetivos de la asignatura
<p>Esta asignatura agrupa dos campos cruciales para el diagnóstico médico: los Rayos X y la Medicina Nuclear. Se pretende que el alumno:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Posea una base sólida en el campo de la utilización de Rayos X para el Radiodiagnóstico y en las técnicas de diagnóstico utilizadas en Medicina Nuclear. • Conozca las bases físicas de cada técnica, los equipos utilizados más frecuentemente, las implicaciones de seguridad y la utilidad de cada modalidad en la práctica médica.

Breve descripción de contenidos

Producción y propiedades de los rayos X. Calidad del haz de rayos X. Diagnóstico por rayos X: Exámenes convencionales, Tomografía Computarizada, Mamografía, Intervencionismo. Tomosíntesis. Radioisótopos. Técnicas de imagen en Medicina Nuclear: Gammagrafía, PET, Tomografía de fotón único. Radiotrazadores. Periodo físico y biológico. Evaluación de las dosis en los exámenes. Valores de referencia de las dosis.

Conocimientos previos necesarios

Física general a nivel universitario. Asignatura de Radiofísica. Conocimientos básicos de programación.

Programa de la asignatura

- Bases del Radiodiagnóstico. Producción de rayos X. Propiedades de la imagen.
- Detectores en grafía y escopia. Sistemas analógicos y digitales. Intervencionismo.
- Tomografía computarizada. Adquisición de datos, reconstrucción y visualización de la imagen. Técnicas especiales.
- Tomosíntesis. Adquisición de datos, reconstrucción y visualización de la imagen. Técnicas especiales
- Mamografía. Equipos. Calidad de la imagen. Dosimetría.
- Valores de referencia de dosis en diagnóstico. Dosimetría de los pacientes y control de calidad.
- Bases de la Medicina Nuclear. Radioisótopos, Estadística Nuclear, detectores.
- Contadores y gamma cámaras. Contadores, gamma-cámaras. Control de calidad en gamma cámaras. SPET.
- Tomografía por emisión de positrones. Bases Físicas. Tomógrafos.

Prácticas de Laboratorio:

- Reconstrucción de imagen en tomografía computarizada. Utilización del Software CTSim e Image J para el análisis de las opciones de adquisición y reconstrucción.

Actividades en centros hospitalarios y de investigación. Se visitarán diversos centros en donde se mostrarán las técnicas de:

- Registro y análisis de imágenes médicas.
- Producción de radioisótopos
- Calibración de gamma cámaras

Bibliografía

Básica

S. Cherry, J. Sorenson, M. Phelps. *Physics in Nuclear Medicine*. 3rd edition. Saunders, 2003.

W.R. Hendee. *Medical Imaging Physics*. John Wiley, 2002.

P. Sprawls. *The Physical Principles of Medical Imaging*. Medical Physics Pub Corp, 1995.

Complementaria

P. Suetens. *Fundamentals of Medical Imaging*, 2nd edition. Cambridge University Press, 2009.

H.H. Barret and W. Swindell. *Radiological Imaging: The Theory of Image Formation, Detection, and Processing*. Academic Press, 1981.

J.T. Bushberg, J. A. Seibert, E.M. Leidholdt Jr.,J. Boone. *The Essential Physics of Medical Imaging* -2nd Ed.. Lippincott Williams & Wilkins, 2001.

Recursos en internet

La asignatura está dada de alta en el *Campus Virtual*. En ella se archivan apuntes y presentaciones de cada tema, así como enlaces a otros recursos.

Metodología

Sesiones teóricas con medios audiovisuales, prácticas utilizando detectores sencillos o datos de equipos médicos, y prácticas o visitas a instalaciones médicas.

Evaluación

Realización de exámenes

Peso:

50%

Examen teórico-práctico al final del cuatrimestre.

Otras actividades de evaluación

Peso:

50%

Entrega de ejercicios y prácticas (25%). Presentación de trabajo 25%

Calificación final

Media aritmética de la nota del examen y la de las otras actividades de evaluación.



Master en Física Biomédica (curso 2013-14)

Ficha de la asignatura:		Física de la Radioterapia		Código	606792
Materia:	Radiofísica	Módulo:	Formación especializada		
Carácter:	Optativo	Curso:	1º	Semestre:	2º
Créd. ECTS:	6	Horas presenciales			
		Teoría, prácticas, seminarios		Laboratorio	
		35		10	

Profesor	T/P/S/L*	Dpto.	e-mail
Alfonso López Fernández Alfonso Calzado Cantera	T/P/S/L S	RMF	alflopez@med.ucm.es calzado@ucm.es

*: T:teoría, P:prácticas, S:seminarios, L:laboratorios

Horarios de clases			Tutorías (lugar y horarios)
Día	Horas	Aula	
Lunes Jueves	16:30-18:00	Sem. Física Médica*	ALF, RMF, Fac. Medicina. J 16:00-18:00 ACC, RMF, Fac. Medicina. L, J 14:00-15.00

* Seminario de Física Médica, Departamento de Radiología y Medicina Física, Pabellon 2, 4ª Planta, Facultad de Medicina.

Objetivos de la asignatura
Conocer los fundamentos físico-biológicos de los tratamientos con radioterapia. Comprender en profundidad los procesos de interacción de haces de fotones y electrones de alta energía con los tejidos, y las magnitudes físicas empleadas para describirlos. Conocer las distintas modalidades de radioterapia y las características de los equipos productores de radiación más utilizados. Familiarizarse con las técnicas dosimétricas empleadas para caracterizar los haces de radiación terapéuticos provenientes de aceleradores lineales o de fuentes radiactivas empleadas en terapia. Conocer los métodos empleados para calcular la distribución de dosis en el interior de los pacientes, y aprender a utilizarlos para predecir la dosis en casos sencillos.

Breve descripción de contenidos
Efectos biológicos de las radiaciones ionizantes. Fundamentos de los tratamientos con radioterapia. Interacción radiación-materia. Magnitudes empleadas para medir la energía depositada: kerma, poder de frenado, exposición, dosis. Detectores de

radiación empleados en radioterapia. Radioterapia externa: Equipos empleados (unidades de cobalto, aceleradores lineales). Calibración y caracterización dosimétrica de los haces de radiación emitidos. Cálculo de distribuciones de dosis. Técnicas utilizadas para aplicar los tratamientos. Técnicas avanzadas (IMRT, IGRT). Braquiterapia: Fuentes radiactivas utilizadas. Calibración y caracterización. Cálculo de dosis. Técnicas empleadas.

Conocimientos previos necesarios

Física General a nivel universitario. Asignatura de Radiofísica del Máster en Física Biomédica.

Programa de la asignatura

- Efectos biológicos de las radiaciones ionizantes.
- Introducción a la radioterapia.
- Interacción radiación-materia.
- Magnitudes empleadas para medir el depósito de energía: Kerma, poder de frenado, dosis.
- Detectores de radiación utilizados en radioterapia.
- Equipos emisores de radiación utilizados en radioterapia externa.
- Calibración y caracterización dosimétrica de haces de radiación terapéuticos.
- Cálculo de distribuciones de dosis en pacientes.
- Proceso de un tratamiento de radioterapia externa.
- Técnicas avanzadas de radioterapia externa.
- Braquiterapia: isótopos, equipos y técnicas utilizados.
- Calibración de fuentes de braquiterapia y cálculo de dosis.

Laboratorio:

- Práctica 1: Revisión del proceso completo del tratamiento radioterápico.
Los alumnos repasarán todas las etapas de un tratamiento de radioterapia, desde la obtención del TC de simulación hasta la administración del tratamiento.

- Práctica 2 : Elaboración de planes de tratamientos de radioterapia sencillos.
Los alumnos elaborarán planes de tratamientos personalizados para algunos casos sencillos, calculando las distribuciones de dosis resultantes.

Bibliografía	
<p>F.M. Khan. <i>The Physics of Radiation Therapy</i>. Lippincott Williams & Wilkins, 2003. W.R. Hendee. <i>Radiation Therapy Physics</i>. Wiley, 2005. F.H. Attix. <i>Introduction to Radiological Physics and Radiation Dosimetry</i>. Wiley, 2004. OIEA (Podgorszak ed.). <i>Radiation Oncology Physics</i>. International Atomic Energy Agency, 2005. SEFM (A. Brosed ed.). <i>Fundamentos de Física Médica. Vol. 1: Medida de la radiación</i>. http://www.sefm.es/userfiles/libros_baeza/fundamentos_fm_vol1_medida_radiacion.pdf</p>	
Recursos en internet	
La asignatura está dada de alta en el <i>Campus Virtual</i> .	

Metodología	
Clases teóricas presenciales con empleo de medios audiovisuales, complementadas con visitas y prácticas en instalaciones médicas.	

Evaluación		
Realización de exámenes	Peso:	40%
Examen escrito		
Otras actividades de evaluación	Peso:	60%
Resolución de problemas propuestos a lo largo del curso (10%). Memoria de prácticas de laboratorio (20%). Presentación de un trabajo sobre un tema relacionado con la asignatura (30%).		
Calificación final		
La calificación final será $N_{Final}=0.5N_{Examen}+0.5N_{OtrasActiv}$, donde N_{Examen} y $N_{OtrasActiv}$ son (en una escala 0-10) las calificaciones obtenidas en los dos apartados anteriores.		

5.- Cuadro de Adaptaciones

Los alumnos del antiguo Plan de Estudios del Máster de Física Biomédica podrán adaptarse al Nuevo Plan de acuerdo con la siguiente tabla de adaptaciones.

Asignatura(s) del Plan Antiguo	Asignatura(s) del Plan Nuevo
- Biofísica	- Física Biológica
- Radiofísica - Protección Radiológica y Dosimetría	- Radiofísica
- Principios de Instrumentación Biomédica - Imagen médica	- Instrumentación Biomédica - Procesado de señales
- Termodinámica de los sistemas biológicos	- Termodinámica de sistemas biológicos
- Estructura y Dinámica de Biomembranas	- Biomembranas
- Resonancia Magnética Nuclear	- Resonancia Magnética Nuclear, Ultrasonidos e Imagen Molecular
- Laboratorio de Medidas Bioeléctricas	- Medidas Bioeléctricas
- Láseres en Medicina - Imagen médica	- Óptica e Imagen en Biomedicina
- Bases Físicas de Radiodiagnóstico y Medicina Nuclear	- Física del Radiodiagnóstico
- Bases Físicas de Radioterapia	- Física de la Radioterapia
-Elementos de Anatomía y Fisiología	- Elementos de Anatomía y Fisiología

6.-Cuadros Horarios

6.1 Horarios del Primer Semestre

1º SEMESTRE						
	Lunes	Martes	X	Jueves	V	
9:00	Aula 16			Aula 16		
9:30	Radiofísica			Radiofísica		
10:00						
10:30						
11:00	Física Biológica			Física Biológica		
11:30		Aula 16				
12:00		Biomembranas				
12:30	Procesado Señales*				Procesado Señales	
13:00						
13:30						
14:00						
14:30	Aula 4A			Aula 16		
15:00	Instrumentación Biomédica	Elem. Anatomía y Fisiología**		Instrumentación Biomédica		
15:30						
16:00						
16:30	Biomembranas			Elem. Anatomía y Fisiología**		
17:00						
17:30						
18:00						

* La clase de Procesado de Señales de los lunes se imparte en el aula 8B.

** Se imparte en el Aula José Acosta, situada en el Pabellón 4, Planta Baja de la Facultad de Medicina

6.2 Horarios del Segundo Semestre

2º SEMESTRE					
	Lunes	Martes	X	Jueves	V
9:00	Aula 4B	Aula 16		Aula 4B	Aula 4B
9:30	RMN y Ultrasonidos	Biofísica Molecular		RMN y Ultrasonidos	Biofísica Molecular
10:00					
10:30					
11:00	Medidas Bioeléctricas	Termodinámica de Sistemas Biológicos		Medidas Bioeléctricas	Termodinámica de Sistemas Biológicos
11:30					
12:00					
12:30	Optica e Imagen en Biomedicina	Seminarios de Biofísica		Optica e Imagen en Biomedicina	Seminarios de Biofísica
13:00					
13:30					
14:00					
14:30	Fac. Medicina***			Fac. Medicina***	
15:00	Física del Radiodiagnóstico			Física del Radiodiagnóstico	
15:30					
16:00					
16:30	Física de la Radioterapia			Física de la Radioterapia	
17:00					
17:30					
18:00					

*** las clases de la tarde se imparten en el Seminario de Física Médica, Departamento de Radiología y Medicina Física, Pabellón 2, 4ª Planta, Facultad de Medicina.

7.- Calendario Académico y Fechas de Exámenes

Periodos de clases y exámenes	
Clases Primer Semestre:	del 30 de septiembre al 20 de diciembre de 2013 y del 8 de enero al 23 de enero de 2014
Exámenes Primer Semestre (febrero):	del 24 de enero al 17 de febrero de 2014
Clases Segundo Semestre:	del 18 de febrero al 10 de abril de 2014 y del 22 de abril al 6 de junio de 2014
Exámenes Segundo Semestre (junio):	del 9 de junio al 1 de julio de 2014
Exámenes Septiembre	del 1 al 17 de septiembre de 2014

Festividades y días no lectivos	
27 de septiembre	Apertura del curso
1 de noviembre	Día de Todos los Santos
15 de noviembre	San Alberto Magno
6 de diciembre	Día de la Constitución Española
27 de enero	Santo Tomás de Aquino
Del 23 de diciembre al 7 de enero	Vacaciones de Navidad
19 de marzo	San José
Del 11 al 21 de abril	Vacaciones de Semana Santa
Del 15 de julio al 30 de agosto	Vacaciones de Verano



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
 Calendario Académico del Curso 2013/2014

2013

Septiembre- Octubre						
L	M	X	J	V	S	D
				27	28	29
30	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

Noviembre						
L	M	X	J	V	S	D
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	

Diciembre						
L	M	X	J	V	S	D
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

2014

Enero						
L	M	X	J	V	S	D
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

Febrero						
L	M	X	J	V	S	D
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28		

Marzo						
L	M	X	J	V	S	D
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31						

Abril						
L	M	X	J	V	S	D
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

Mayo						
L	M	X	J	V	S	D
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30

Junio						
L	M	X	J	V	S	D
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30						

Julio						
L	M	X	J	V	S	D
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

Agosto						
L	M	X	J	V	S	D
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30

Septiembre						
L	M	X	J	V	S	D
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

27 Apertura del curso **27** Santo Tomás de Aquino **15** San Alberto Magno

Periodos de exámenes Periodos no lectivos Fin plazo entrega actas

Exámenes parciales de 1º Grado en Física

Tribunales Trabajos Fin de Grado en Física

8.- Fechas de exámenes

Código	Sem.	Asignatura	Final		Septiembre	
606778	1	Física Biológica	07/02/2014	9:00	04/09/2014	12:30
606779	1	Instrumentación Biomédica	11/02/2014	9:00	05/09/2014	12:30
606784	1	Biomembranas	30/01/2014	12:30	10/09/2014	9:00
606790	1	Elementos de Anatomía y Fisiología	03/02/2014	12:30	09/09/2014	9:00
606780	1	Procesado de señales	12/02/2014	12:30	12/09/2014	12:30
606781	1	Radiofísica	28/01/2014	12:30	11/09/2014	9:00
606783	2	Biofísica Molecular	24/06/2014	12:30	01/09/2014	9:00
606786	2	Termodinámica de Sistemas Biológicos	17/06/2014	9:00	01/09/2014	16:00
606785	2	Seminarios de Biofísica	19/06/2014	9:00	02/09/2014	12:30
606789	2	RMN y Ultrasonidos	26/06/2014	12:30	03/09/2014	9:00
606787	2	Medidas Bioelécticas	10/06/2014	12:30	03/09/2014	16:00
606788	2	Óptica e Imagen en Biomedicina	12/06/2014	12:30	12/09/2014	9:00