

ASIGNATURA 800805: FÍSICA MÉDICA

**DEPARTAMENTO: RADIOLOGÍA Y MEDICINA
FÍSICA (RADIOLOGÍA)**

CURSO: PRIMERO

CRÉDITOS: 6 ECTS SEMESTRE:

PRIMER SEMESTRE

PROFESORADO

GRUPO 1A:

**PROF. ELISEO VAÑO CARRUANA (CU)
PROF. JOSÉ MIGUEL FERNÁNDEZ SOTO (PA)
PROF. LUCIANO GONZÁLEZ GARCÍA (PE)**

GRUPO 1B:

**PROF. EDUARDO GUIBELALDE DEL CASTILLO (CU)
PROF. DIEGO GARCÍA PINTO (TU INTERINO)
PROF^a PILAR MORÁN PENCO (PE)**

GRUPO 2A

**PROF. VÍCTOR DELGADO MARTÍNEZ (TU)
PROF. GABRIEL PRIETO RENIEBLAS (PA)**

COMPETENCIAS

Generales

Conocer los principios del método científico, la investigación biomédica y el ensayo clínico.

Específicas

Conocer los fenómenos físicos implicados en los procesos biomédicos. Interpretar y valorar cálculos y medidas de radiación. Conocer los fundamentos de la interacción de las radiaciones con el organismo humano. Imagen radiológica. Conocer otras técnicas de obtención de imagen diagnóstica. Tener la capacidad de aplicar los criterios de protección radiológica en los procedimientos diagnósticos y terapéuticos con radiaciones ionizantes. Conocer los principios de la radioterapia.

DESCRIPCIÓN y OBJETIVOS

En esta disciplina se explica la metodología científica a través de la descripción de los principios y leyes físicas que contribuyen a comprender el funcionamiento del cuerpo humano y de sus procesos biológicos. Se analizan también los agentes físicos y técnicas utilizadas en diagnóstico y terapia y se describen las bases de la instrumentación y equipos de alta tecnología, haciendo especial hincapié en la necesidad y metodología de la protección frente a estos agentes físicos, especialmente las radiaciones ionizantes.

CONTENIDOS DEL PROGRAMA

El contenido de la materia puede sintetizarse en cada uno de sus apartados como sigue:

- 1.- **MAGNITUDES Y SU MEDIDA.** Conocer las magnitudes y unidades de la Física los sistemas de unidades, las bases del análisis dimensional y las incertidumbres en las medidas.
- 2.- **ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS, ESTRUCTURA Y PROPIEDADES DE LA MATERIA.** Expresar el concepto de onda y su ecuación, identificando los parámetros

GRUPO 2B

**PROF. ALFONSO CALZADO CANTERA (TU)
PROF^a MARGARITA CHEVALIER DEL RÍO (TU)**

PROFESORADO PRÁCTICAS Y SEMINARIOS

**V. DELGADO MARTÍNEZ (TU)
A. CALZADO CANTERA (TU)
M. CHEVALIER DEL RÍO (TU)
J. M. FERNÁNDEZ SOTO (PA)
E. GUIBELALDE DEL CASTILLO (CU)
E. VAÑO CARRUANA (CU)
D. GARCÍA PINTO (TU INTERINO)
A. LÓPEZ FERNÁNDEZ (PA)**

característicos. Expresar las características fundamentales de las ondas electromagnéticas. Analizar la estructura y componentes de la corteza atómica, así como las transformaciones que pueden tener lugar en ella. Describir el funcionamiento y aplicaciones médicas del láser.

3.- **EL NÚCLEO ATÓMICO. RADIATIVIDAD E INTERACCIÓN RADIACIÓN-MATERIA.** Analizar la estructura y componentes del núcleo atómico. Describir las transformaciones espontáneas que tienen lugar en el núcleo atómico. Analizar los mecanismos de interacción más importantes de las partículas y fotones con la materia. Describir los sistemas de detección de radiaciones ionizantes más importantes, así como su utilización dosimétrica.

4.- **BASES FÍSICAS DE LA RADIOLOGÍA.** Expresar las bases del radiodiagnóstico, la radioterapia y la medicina nuclear. Describir los equipos y técnicas físicas utilizados en el radiodiagnóstico, la radioterapia y la medicina nuclear.

5.- **PROTECCIÓN CONTRA LAS RADIACIONES IONIZANTES.** Formular los criterios generales de protección radiológica, así como la normativa nacional e internacional aplicables. Describir los métodos físicos utilizados en Protección Radiológica.

6.- **IMAGEN POR RESONANCIA MAGNÉTICA.** Detallar los fundamentos físicos de la imagen por resonancia magnética como método diagnóstico. Describir un equipo de resonancia magnética para aplicaciones médicas y comentar la necesidad de protección y los requisitos de instalación. 7.- **FLUÍDOS.** Analizar los principios fundamentales que rigen la estática y la dinámica de fluidos, incluyendo el efecto de la viscosidad. Aplicar las leyes que rigen el movimiento de los fluidos al estudio del sistema circulatorio.

8.- **ONDAS SONORAS Y ULTRASONIDOS.** Aplicar las leyes que describen el comportamiento y la propagación de las ondas, en general, a las ondas acústicas. Interpretar el concepto de impedancia acústica y su importancia en la transmisión de las ondas sonoras. Expresar los fundamentos físicos de la

acústica fisiológica. Explicar el fundamento de la obtención de la imagen ecográfica.

9.- ÓPTICA. Aplicar los elementos de la óptica geométrica al estudio de la visión humana. Describir el principio de funcionamiento de los principales instrumentos ópticos.

Expresar los fundamentos físicos de la óptica fisiológica.

PRÁCTICAS / SEMINARIOS Se destinan 2ECTS a para el desarrollo de experiencias y seminarios prácticos de discusión sobre distintos aspectos del programa. Las sesiones prácticas de laboratorio y virtuales se alternarán con seminarios presenciales, en los que se desarrollarán aspectos de detalle de las lecciones teóricas y realización de ejercicios numéricos.

BLOQUES TEMÁTICOS / TEMAS

I. FÍSICA DE LA MEDIDA, ONDAS, ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS y TRANSICIONES ENERGÉTICAS

TEMA 1.- MAGNITUDES, UNIDADES Y ERRORES EN LAS MEDIDAS. Magnitudes y unidades. Sistemas de unidades. Errores sistemáticos y accidentales: exactitud y precisión de una medida. Error o incertidumbre de un aparato de medida. Errores estadísticos. Propagación de errores.

TEMA 2.- ONDAS I. Concepto de onda. Ecuación característica. Parámetros que definen una onda. Velocidad de propagación. Clasificación de las ondas.

TEMA 3.- ONDAS II. Magnitudes físicas que transporta una onda. Atenuación: absorción y dispersión. Modos de propagación de una onda tridimensional.

TEMA 4.- ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS I Características ondulatorias asociadas con la propagación del campo electromagnético. Magnitudes físicas que se propagan en una onda electromagnética (OEM). Modos elementales de producción de OEM.

TEMA 5.- ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS II. Fotones. Energía de los fotones vs. frecuencia/longitud de onda. Clasificación y espectro de las OEM. OEM ionizantes y no ionizantes. Aplicaciones de las distintas zonas del espectro de OEM en medicina.

TEMA 6.- TRANSICIONES ATÓMICAS RADIATIVAS.

Estructura atómica y estabilidad del átomo. Energía de ligadura de los electrones atómicos y su relación con el número atómico. Excitación, desexcitación e ionización atómicas. Transiciones atómicas radiactivas. Energías de los fotones asociados con transiciones atómicas. Rayos X característicos.

TEMA 7.- EL LÁSER Y APLICACIONES DEL LÁSER A LA MEDICINA. Significado del acrónimo LÁSER.

Mecanismos de interacción de la radiación con la materia: absorción, emisión espontánea y emisión inducida o estimulada. Propiedades de la luz láser: direccionalidad, alta intensidad y monocromaticidad. Bases físicas de sus aplicaciones en Medicina. Protección frente a la radiación láser

II. EL NUCLEO ATÓMICO. RADIATIVIDAD E INTERACCIÓN RADIACIÓN - MATERIA

TEMA 8.- ESTRUCTURA NUCLEAR. El núcleo atómico. Número atómico y número másico. Unidad de masa atómica. Isótopos. Defecto de masa, energía de enlace y energía media de enlace por nucleón. Estabilidad nuclear. Niveles energéticos nucleares y desexcitación nuclear.

TEMA 9.- RADIATIVIDAD 1: DESINTEGRACIONES RADIATIVAS. Desintegración radiactiva. Energía de desintegración. Desintegración alfa. Desintegraciones beta: negativa, positiva y captura electrónica.

TEMA 10.- RADIATIVIDAD II: CONCEPTOS

GENERALES. Constante de desintegración radiactiva. Ley de la desintegración radiactiva. Relación entre constante de desintegración y período de semidesintegración.

TEMA 11.- RADIATIVIDAD III: ACTIVIDAD Y EQUILIBRIOS. Actividad de una fuente radiactiva. Radiactividad natural y artificial. Equilibrios radiactivos: secular y transitorio.

TEMA 12.- INTERACCIÓN DE PARTÍCULAS CON LA MATERIA. Radiaciones directa e indirectamente ionizantes. Procesos elementales de interacción de las partículas cargadas con la materia: colisiones elásticas, inelásticas y radiativas. Poder de frenado. Interacción de las partículas ligeras y pesadas. Aniquilación de positrones. Espectro de la radiación de frenado.

TEMA 13.- INTERACCIÓN DE FOTONES CON LA MATERIA. Ley de atenuación de fotones con la materia. Coeficientes de atenuación: lineal y másico. Absorción y dispersión de fotones. Efecto fotoeléctrico, dispersión Compton y creación de pares. Variación de las probabilidades de interacción con la energía de la radiación y el tipo de material.

TEMA 14.- MAGNITUDES Y UNIDADES RADIOLÓGICAS. Exposición. Kerma. Dosis absorbida.

Dosis equivalente. Tasa de dosis. Equivalencias.

TEMA 15.- DETECCIÓN Y MEDIDA DE LAS RADIACIONES IONIZANTES. Detectores de radiaciones ionizantes. Eficiencia o rendimiento de un detector. Detectores de ionización gaseosa. Detectores de semiconductor. Detectores de centelleo. Ventajas y desventajas de los distintos tipos de detectores.

TEMA 16.- DOSÍMETROS. Dosímetros. Aplicaciones de la dosimetría en medicina. Dosímetros utilizados en dosimetría personal. Dosímetros de termoluminiscencia. Dosímetros fotográficos. Dosímetros electrónicos.

III. BASES FÍSICAS DE LA RADIOLOGÍA

TEMA 17.- BASES FÍSICAS DEL RADIODIAGNÓSTICO I: PRODUCCIÓN DE RAYOS X Rayos X: naturaleza, producción y espectro. Parámetros que caracterizan al haz de rayos X: energía media, energía máxima e intensidad. Atenuación de un haz de rayos X al atravesar los medios materiales. Capa hemirreductora (CHR). Influencia sobre el espectro de rayos X del potencial del tubo, la intensidad de corriente y la filtración.

TEMA 18.- BASES FÍSICAS DEL RADIODIAGNÓSTICO II: FORMACIÓN DE LA IMAGEN. Formación de la imagen radiológica: imágenes de proyección y cortes tomográficos. Contraste, resolución y ruido. Factores que influyen en el contraste, en la resolución y en el ruido de la imagen radiológica.

TEMA 19.- BASES FÍSICAS DE RADIOTERAPIA I. Tipos actuales de radioterapia. Características físicas deseables en radionucleídos utilizados en radioterapia interna y superficial. Periodo físico, biológico y efectivo. Braquiterapia.

TEMA 20. - BASES FÍSICAS DE RADIOTERAPIA II. Bomba de cobalto. Acelerador lineal. Ciclotrón. Haces de radiación más utilizados en radioterapia.

TEMA 21. - BASES FÍSICAS DE MEDICINA NUCLEAR I. Características físicas de los radionucleídos usados en medicina nuclear. Radiofármacos. Formación de imágenes en medicina nuclear. Propiedades físicas más importantes del

^{99m}Tc.

TEMA 22.- BASES FÍSICAS DE MEDICINA NUCLEAR II. Principios físicos de una gammacámara. Gammagrafía. Tomógrafos de emisión de fotón único (SPECT) y tomógrafos de emisión de positrones (PET). Ventajas e inconvenientes para

el diagnóstico de los distintos procedimientos de obtención de imágenes.

IV. PROTECCIÓN CONTRA LAS RADIACIONES IONIZANTES

TEMA 23.- PROTECCIÓN RADIOLÓGICA I. Riesgos de las radiaciones ionizantes. Efectos estocásticos y deterministas de las radiaciones. Efectos somáticos y genéticos. Concepto de dosis efectiva. Sistema de protección radiológica. Criterio ALARA.

TEMA 24.- PROTECCIÓN RADIOLÓGICA II. Protección radiológica operacional: tiempo, distancia y blindaje. Clasificación del personal en razón de la exposición (trabajadores expuestos, pacientes y miembros del público en instalaciones de radiodiagnóstico, radioterapia y medicina nuclear).

TEMA 25.- PROTECCIÓN RADIOLÓGICA III. Reglamentación europea en protección radiológica. Comisión Internacional de Protección Radiológica. Consejo de Seguridad Nuclear. Reglamentos sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes y sobre justificación de las exposiciones médicas. Niveles de referencia en la práctica clínica.

V. IMAGEN POR RESONANCIA MAGNÉTICA

TEMA 26.- RESONANCIA MAGNÉTICA. CONCEPTOS GENERALES. Momento angular y momento magnético nucleares. Estados energéticos en relación con el espín del protón en un campo magnético estacionario. Magnetización. Campo magnético variable: excitación magnética. Pulsos de excitación y señal en RM. Procesos de relajación y tiempos característicos.

TEMA 27.- APLICACIONES MÉDICAS DE LA RESONANCIA MAGNÉTICA. Aplicaciones médicas de la resonancia magnética. Características de las imágenes. Protección y requisitos de instalación en los equipos médicos de resonancia magnética.

VI. FLUIDOS

TEMA 28.- FLUIDOS IDEALES. Medios fluidos: diferencias y analogías entre líquidos y gases. Concepto de presión. Unidades. Línea de corriente, tubo de corriente y caudal. Ecuación de continuidad. Fluidos ideales. Teorema de Bernoulli. Aplicaciones.

TEMA 29.- FLUIDOS REALES: VISCOSIDAD. Fluidos reales. Viscosidad de un líquido y coeficiente de viscosidad. Fluidos newtonianos y no newtonianos. Perfil de velocidades de un fluido viscoso. Régimen laminar. Ley de Poiseuille. Resistencia hidrodinámica y pérdida lineal de carga.

TEMA 30.- FLUIDOS REALES: RÉGIMEN TURBULENTO. Régimen turbulento: Número de Reynolds.

Modelos de la física del sistema circulatorio.

VII. ONDAS SONORAS Y ULTRASONIDOS

TEMA 31.- ONDAS SONORAS. Ondas sonoras. Conceptos generales. Nivel de intensidad (decibelios). Impedancia acústica: ley de Ohm acústica. Transmisión y reflexión sonora entre dos medios.

TEMA 32.- PERCEPCIÓN ACÚSTICA. Percepción acústica: infrasonidos, sonidos audibles y ultrasonidos. Cualidades subjetivas del sonido: sonoridad, tono y timbre. Respuesta del oído en función de la intensidad y frecuencia de la onda sonora. Curvas de isosonoridad. Características físicas de la audición.

TEMA 33.- ULTRASONIDOS. Ultrasonidos: características y producción. Atenuación. Detección. Efecto Doppler.

TEMA 34.- ULTRASONIDOS EN DIAGNÓSTICO Y TERAPIA. Bases físicas del uso de ultrasonidos en diagnóstico y terapia.

VIII. ÓPTICA

TEMA 35.- ÓPTICA GEOMÉTRICA. Nociones de óptica geométrica. Ley del dioptrio esférico. Focos objeto e imagen, aumentos lateral y angular, e imágenes reales y virtuales.

TEMA 36.- LENTES. Sistemas ópticos centrados y lentes. Tipos de lentes delgadas. Ley de las lentes. Potencia de una lente. Obtención de imágenes por trazado de rayos.

TEMA 37.- EL OJO HUMANO. Estructura y principales dioptrios del ojo humano. Modelo del ojo reducido. Campo de visión directa del ojo inmóvil. Punto próximo, punto remoto y poder de acomodación.

TEMA 38.- AMETROPIAS ESFÉRICAS y SU CORRECCIÓN. Ametropías esféricas, no esféricas y pérdidas de acomodación. Ametropías esféricas, astigmatismo y sus modos de corrección. Presbicia y sus formas de compensación.

TEMA 39.- INSTRUMENTOS ÓPTICOS. Lupa y microscopio compuesto: descripción, formación de la imagen y aumentos nominales. Fundamento físico de las fibras ópticas. Aplicaciones de las fibras

EVALUACIÓN

En la evaluación del alumno se tienen en cuenta, no sólo la consecución de los objetivos, sino también el proceso de aprendizaje y consecución de las habilidades.

En los grupos 1A, 1B y 2A se realizará un examen intermedio de carácter voluntario y no liberatorio. En el grupo 2B está previsto realizar pruebas intermedias que podrán considerarse liberatorias.

Se dedica hasta un 30% de la nota a tres grupos de actividades: el examen intermedio, la evaluación de las actividades presenciales y la evaluación de las actividades no presenciales.

El examen final de la asignatura se realizará en las fechas aprobadas por la Junta de Facultad y consistirá en un test de respuesta múltiple (70-90 cuestiones) Las preguntas cubren aspectos teóricos, detalles a conocer de cuestiones prácticas abordadas en el laboratorio y ejercicios numéricos simples. Contestar de modo incorrecto a una cuestión no entraña puntuación negativa. Un examen compuesto por proposiciones de este tipo se considera aprobado cuando se ha respondido correctamente un mínimo del 62% de las mismas. Ocasionalmente, este ejercicio podrá complementarse con la justificación razonada de la respuesta elegida en algunas preguntas del test de carácter fundamental (10-20) y con preguntas de respuesta abierta referidas a aspectos teóricos o prácticos. El peso de esta prueba para la calificación final será de hasta un 70%.

En la calificación de todas las actividades de la asignatura, se exigirá una nota de 4 sobre 10 para hacer media con el resto de las actividades.

BIBLIOGRAFÍA

A) LIBROS DE FÍSICA CON ALGUNA ORIENTACIÓN A LA MEDICINA

- BUSHONG, S. C. (2010): Manual de radiología para técnicos. 9ª edición. Madrid: Elsevier.

- CAMERON, J.; SKOFFRONICK, J. G.; RODERICK, M. G. (1999): Physics of the Body (Second Edition). Medical Physics Publishing.

- CROMER, A. H. (2009): Física para las ciencias de la vida. 2ª edición. Editorial Reverté.

- GALLE, P.; PAULIN, R. (2003): Biofísica. Radiobiología Radiopatología. Masson.

- HOBBIIE, R.K. (2007): Intermediate Physics for Medicine and Biology. 4th edition. Springer Science.

- JONHS, H.E.; CUNNINGHAM, J. R. (1983): The Physics of Radiology. 4th edition. Charles Thomas Publishers.

- JOU, D.; LLEVOT, J. E.; PÉREZ GARCÍA, C. (1994): Física para ciencias de la vida. McGraw Hill/ Interamericana. - KANE, J. W.; STERNHEIM, M. M. (2004): Física. 2ª edición. Editorial Reverté.

- ORTUÑO, M. (1996): Física para biología, medicina, veterinaria y farmacia. Editorial Crítica (Grupo Planeta).

B) LIBROS DE FÍSICA GENERAL

- ALONSO, M.; FINN E.J: Física (4 volúmenes). Ediciones y distribuciones Códice S.A..

- EISBERG, R (1984): Física: fundamentos y aplicaciones (2 volúmenes). Mc Graw Hill / Interamericana de España S.A. - FERNÁNDEZ RAÑADA, A. (1993): Física Básica, Tomo

I. Alianza Editorial.

- FERNÁNDEZ RAÑADA, A. (1997): Física Básica, Tomo

II. Alianza Editorial.

- GETTYS, W. E. (1991): Física clásica y moderna. Mc Graw Hill/ Interamericana de España S.A .

- TIPLER, P. A. (2010): Física para la ciencia y la tecnología. Vol.1: Mecánica, oscilaciones y ondas, termodinámica 4ª Edición. Editorial Reverté.

