

FÍSICA MÉDICA

Grado en Medicina

Curso 2020-21

Código: 800805

Módulo 2: Medicina Social, Habilidades de Comunicación e Iniciación a la Investigación

Materia: Física.

Tipo de asignatura: Básica

Departamento: Radiología, Rehabilitación y Fisioterapia.

Créditos: 6 ECTS

Curso: Primero.

Periodo de impartición: Primero.

PROFESORADO

Coordinador

Guibelalde del Castillo, Eduardo (C.U.)

Profesores

Grupo 1A

Guibelalde del Castillo, Eduardo (C.U.)

egc@ucm.es

Rodríguez Rodríguez, César (P.A.)

Grupo 2A

Delgado Martínez, Víctor (C.U.)

vdelgado@med.ucm.es

Prieto Martín, Carlos (P.A.)

Grupo 1B

García Pinto, Diego (P.C.D.I.)

garcia.pinto@med.ucm.es

Sánchez Casanueva, Roberto M (P.A.)

Grupo 2B

Chevalier del Río, Margarita (TU)

chevalier@med.ucm.es

López Fernández, Alfonso (P.A.)

Profesorado Prácticas y Seminarios

Chevalier del Río, M. (T.U.)

Delgado Martínez, V. (C.U.)

García Pinto, D. (P.C.D.I.)

Guibelalde del Castillo, E. (C.U.)

López Fernández, A (P.A.)

Prieto Martín, C. (P.A.)

Rodríguez Rodríguez, C. (P.A.)

Sánchez Casanueva, R.M. (P.A.)

BREVE 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, haciendo especial hincapié en la necesidad y metodología de la protección frente a estos agentes físicos, especialmente las radiaciones ionizantes. Se describen

asimismo las bases de la instrumentación y equipos de alta tecnología utilizados en ambos ámbitos

COMPETENCIAS

Son las correspondientes al Módulo y Materia al que pertenece esta asignatura.

Competencias Generales

CG.01, .02, .03, .04, .05, .06, .25, .26, .27, .28, .29, .30, .31, .32, .33, .34, .35, .36 y .37.

Competencias Específicas

CEM2.01, 2.02, 2.03, 2.04 y 2.05

TEMARIO

El contenido de la materia se ha estructurado en 9 bloques temáticos y 40 lecciones. Los objetivos de aprendizaje que se incluyen en cada bloque se describen a continuación:

I. Magnitudes y su Medida. Conocer las magnitudes y unidades de la Física, los sistemas de unidades y las incertidumbres en las medidas.

II. Ondas Electromagnéticas, Estructura y Propiedades de la Materia. Expresar el concepto de onda y su ecuación, identificando los parámetros característicos. Expresar las propiedades fundamentales de las ondas electromagnéticas. Analizar la estructura y componentes de la corteza atómica, así como las transformaciones que pueden tener lugar en ella.

III. El Núcleo Atómico. Radiactividad 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. Definir las magnitudes radiológicas. Describir los sistemas de detección de radiaciones ionizantes más importantes, así como su utilización dosimétrica.

IV. 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.

V. 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.

VI. Imagen por Resonancia Magnética. Detallar los fundamentos físicos básicos de la formación de imagen por resonancia magnética. Describir los componentes de un equipo de resonancia magnética para aplicaciones médicas y comentar la necesidad de protección y los requisitos de la instalación.

VII. Fluidos. 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.

VIII. Ondas Sonoras y Ultrasonidos. Aplicar las leyes que describen el comportamiento y la propagación de 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 los fundamentos de la obtención de la imagen ecográfica y de las técnicas terapéuticas de los ultrasonidos.

IX. Óptica. Definir los principios de la óptica geométrica. Aplicar los elementos de la óptica geométrica al funcionamiento del ojo y a la corrección de ametropías. Describir el principio de funcionamiento de los principales instrumentos ópticos. Describir el funcionamiento y aplicaciones médicas del láser.

PROGRAMA TEÓRICO

I. Magnitudes y su Medida.

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.

II. Ondas Electromagnéticas, Estructura y Propiedades de la Materia.

Tema 2. Ondas. Concepto de onda. Velocidad de propagación. Parámetros que caracterizan una onda armónica. Clasificación de ondas. Magnitudes físicas que transporta una onda (energía, momento lineal, momento angular).

Tema 3. 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. Propagación y atenuación de OEM.

Tema 4. Ondas Electromagnéticas II. Fotones. Energía de los fotones en función de la 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 5. 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 radiativas. Energías de los fotones asociados con transiciones atómicas. Rayos X característicos.

III. El Núcleo Atómico. Radiactividad e Interacción Radiación-Materia.

Tema 6. 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 7. Radiactividad I: Desintegraciones Radiativas. Desintegración alfa. Desintegraciones beta: negativa, positiva y captura electrónica. Energía de desintegración.

Tema 8. Radiactividad II: Conceptos Generales. Constante de desintegración radiactiva. Ley de la desintegración radiactiva. Relación entre constante de desintegración y periodo de semidesintegración.

Tema 9. Radiactividad III: Actividad y Equilibrios. Actividad de una fuente radiactiva. Radiactividad natural y artificial. Equilibrios radiactivos: secular y transitorio.

Tema 10. 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 11. Interacción de Fotones con la Materia I. Ley de atenuación de fotones con la materia. Coeficientes de atenuación lineal y másico. Absorción y dispersión de fotones.

Tema 12. Interacción de Fotones con la Materia II. 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 13. Detección y Medida de las Radiaciones Ionizantes. Detectores de radiaciones ionizantes. Principios de detección con gases y centelleadores.

Tema 14. Magnitudes y Unidades Radiológicas. Exposición. Kerma. Dosis absorbida. Dosis equivalente. Tasa de dosis. Equivalencias.

Tema 15. Dosímetros. Aplicaciones de la dosimetría en medicina. Dosímetros utilizados en dosimetría personal. Dosímetros de termoluminiscencia. Dosímetros fotográficos. Dosímetros electrónicos.

IV. Bases Físicas de la Radiología.

Tema 16. 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 17. Bases Físicas del Radiodiagnóstico II: Formación de la Imagen. Formación de la imagen radiológica: imágenes de proyección y cortes tomográficos. Características de la imagen: contraste, resolución y ruido. Factores que influyen en el contraste, en la resolución y en el ruido de la imagen radiológica.

Tema 18. Bases Físicas de Radioterapia I. Tipos actuales de radioterapia. Características físicas de la radioterapia externa y braquiterapia.

Tema 19. Bases Físicas de Radioterapia II. Equipos. Acelerador lineal. Ciclotrón. Haces de radiación más utilizados en radioterapia.

Tema 20. Bases Físicas de Medicina Nuclear I. Características físicas de los radionucleidos usados en medicina nuclear. Periodo físico, biológico y efectivo. Radiofármacos. Formación de imágenes en medicina nuclear. Propiedades físicas más importantes del ^{99m}Tc y ^{18}F .

Tema 21. 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.

V. Protección contra las Radiaciones Ionizantes.

Tema 22. 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 23. Protección Radiológica II. Protección radiológica operacional. Tiempo, distancia y blindaje. Clasificación de trabajadores expuestos en función del riesgo en instalaciones de radiodiagnóstico, radioterapia y medicina nuclear. Riesgos para pacientes y miembros del público.

Tema 24. Protección Radiológica III. Legislación. Reglamentación europea en protección radiológica. Comisión Internacional de Protección Radiológica. Consejo de Seguridad Nuclear. Reglamentos sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes y sobre justificación y optimización de las exposiciones médicas. Niveles de referencia en la práctica clínica.

VI. Imagen por Resonancia Magnética.

Tema 25. Resonancia Magnética. Conceptos Generales. Momento angular y momento magnético nucleares. Frecuencia de Larmor. Estados energéticos en relación con el espín del protón en un campo magnético estacionario.

Tema 26. Generación de la señal de Resonancia Magnética. Momento angular y momento magnético nucleares. Frecuencia de Larmor. Estados energéticos en relación con el espín del protón en un campo magnético estacionario.

Tema 27. Aplicaciones Médicas de la Resonancia Magnética. Características de las imágenes. Elementos de los equipos de Resonancia Magnética. Protección y requisitos de instalación.

VII. Fluidos.

Tema 28. Fluidos Ideales. Medios fluidos: diferencias y analogías entre líquidos y gases. Concepto de presión. Unidades. Tipos de fluidos. Conceptos de línea de corriente, tubo de corriente y caudal. Dinámica de los fluidos ideales: Ecuación de continuidad; Teorema de Bernoulli. Aplicaciones.

Tema 29. Fluidos Reales I: Viscosidad. Viscosidad de un líquido y coeficiente de viscosidad. Fluidos newtonianos y no newtonianos. Dinámica de los fluidos reales: Perfil de velocidades. Régimen laminar. Ecuación de continuidad. Ley de Poiseuille. Resistencia hidrodinámica y pérdida lineal de carga.

Tema 30. Fluidos Reales II: Régimen Turbulento. Número de Reynolds. Modelos de la física del sistema circulatorio.

VIII. Ondas Sonoras y Ultrasonidos.

Tema 31. Ondas Sonoras. Conceptos generales. Magnitudes físicas que se propagan en una onda sonora. Nivel de intensidad (decibelios). Impedancia acústica: Ley de Ohm acústica. Transmisión y reflexión sonora entre dos medios.

Tema 32. 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 Generalidades: Propiedades y producción. Atenuación. Detección. Efecto Doppler.

Tema 34. Ultrasonidos en Diagnóstico y Terapia. Bases físicas del uso de ultrasonidos en diagnóstico y terapia.

Tema 35. Óptica Geométrica. Nociones de óptica geométrica (índice de refracción, leyes de la refracción y de la reflexión). Concepto de dioptrio esférico. Ley del dioptrio esférico. Focos objeto e imagen, aumentos lateral y angular, 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. Ametropías Esféricas y su Corrección. Tipos de ametropías y pérdidas de acomodación. Principios generales de corrección de las ametropías (esféricas y astigmatismo). Concepto de presbicia y formas de compensación.

Tema 39. Instrumentos Ópticos. Agudeza visual. Lupa y microscopio compuesto: descripción, formación de la imagen y aumentos nominales. Fundamento físico de las fibras ópticas. Aplicaciones de las fibras.

Tema 40. El Láser y aplicaciones del láser a la Medicina. Significado del acrónimo láser. Absorción, emisión espontánea y emisión inducida o estimulada de la radiación. Principios de funcionamiento de un láser: bombeo y cavidad resonante. Propiedades de la luz láser: direccionalidad, alta intensidad y monocromaticidad. Bases físicas de sus aplicaciones en medicina. Protección frente a la radiación láser.

PRÁCTICAS / SEMINARIOS

Se destinan 2 ECTS para el desarrollo de seminarios de discusión sobre distintos aspectos del programa y experiencias prácticas. Los seminarios son presenciales y en ellos se resolverán ejercicios numéricos y cuestiones tipo test sobre aspectos teóricos relacionados con cada bloque del temario. Una actividad fundamental de los seminarios es la realización de pequeñas pruebas para evaluar los conocimientos adquiridos sobre el tema a tratar en cada seminario.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación de los alumnos se realizará en base a las actividades realizadas y a las notas obtenidas en el examen final de la asignatura.

Las actividades que se propondrán son presenciales y no presenciales, y se determinarán en cada grupo. Entre las primeras están la resolución de problemas numéricos y cuestiones que se propongan en los seminarios.

Las no presenciales consisten en el desarrollo de prácticas de laboratorio utilizando programas de simulación o páginas web específicas (prácticas virtuales).

También hay la posibilidad de realizar de forma voluntaria un examen intermedio no liberatorio.

El examen final de la asignatura constará de dos partes:

La primera parte serán diez cuestiones básicas de respuesta breve y justificada.

La segunda será un test de respuesta múltiple (60-90 cuestiones) con cuatro proposiciones de las cuales solo una es correcta. Las preguntas cubrirán aspectos teóricos, cuestiones relacionadas con las prácticas virtuales y ejercicios numéricos. Contestar de modo correcto a una cuestión supondrá una puntuación de 1 punto, en caso de dejarla en blanco o dar una respuesta nula, la puntuación será cero, y una respuesta incorrecta supondrá una puntuación negativa de 1/3 de punto. La nota final sobre 10 se obtendrá dividiendo entre el número total de preguntas el resultado de sumar todos los puntos con su signo y multiplicar después por diez.

Para aprobar la asignatura será condición necesaria, aunque no suficiente, cumplir todos y cada uno de los requisitos que se enuncian a continuación:

- ✓ Obtener una nota mayor o igual a 5 sobre 10 en las cuestiones básicas.
- ✓ Obtener una nota mayor o igual a 3.5 sobre 10 en las actividades.
- ✓ Obtener una nota mayor o igual a 3.5 sobre 10 en el examen de test.

En caso de no superar uno o más de estos umbrales, la nota de la asignatura será el menor de los siguientes valores:

- ✓ Nota de las preguntas básicas
- ✓ Nota del test
- ✓ Nota de las actividades

En caso de superar estos umbrales, la calificación numérica de la asignatura será:

$0.2 \cdot \text{Nota de preguntas básicas} + 0.2 \cdot \text{Nota de actividades} + 0.6 \cdot \text{Nota del examen de test}$.

BIBLIOGRAFÍA

Libros de Física con alguna orientación a la Medicina

- Bushong, S.C. (2010), Manual de radiología para técnicos, 9ª ed., Madrid, Elsevier.
- Cameron, J.; Skofronick, 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 ed., Editorial Reverté.
- Galle, P.; Paulin, R. (2003), Biofísica. Radiobiología. Radiopatología, Masson.
- Hobbie, 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 ed., Editorial Reverté.

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), McGraw-Hill Interamericana de España S.A.
- Fernández Rañada, A. (1993), Física Básica, Tomo 1, Alianza Editorial.
- Fernández Rañada, A. (1997), Física Básica, Tomo II, Alianza Editorial.
- Gettys, W.E. (1991), Física clásica y moderna, McGraw-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 ed., Editorial Reverté.