

FÍSICA APLICADA

DESCRIPCIÓN DE LA MATERIA

La asignatura de Física Aplicada es una asignatura anual, teórico- práctica con una carga semanal de 7 horas de clase presencial que contribuye a la formación de especialidad de los estudiantes de la tecnicatura en Radioterapia. Esta asignatura pretende entregar a los alumnos los elementos fundamentales de las interacciones de las radiaciones ionizantes con la materia; un profundo conocimiento del equipamiento utilizado en radioterapia y las competencias necesarias para el cálculo manual en diferentes casos clínicos donde aplicar la técnica.

OBJETIVOS

Objetivos generales

Adquirir la base científica de aplicación general que posibilitará el desarrollo del trabajo del técnico y que le proporcionará herramientas específicas para la solución de problemas de su especialidad.

Objetivos específicos

Dominar el conocimiento de la estructura de la materia, de las radiaciones y de las interacciones entre ambas.

Conocer los fundamentos de la metrología y la teoría de la medida en general, y los de la dosimetría de las radiaciones en particular.

Conocer los fundamentos científicos de las aplicaciones terapéuticas de las radiaciones producidas por equipos generadores de RX, aceleradores de partículas y fuentes radiactivas encapsuladas y no encapsuladas.

Conocer el equipamiento asociado.

Desarrollar competencias en el cálculo manual de deposición de dosis para las diferentes técnicas en Radioterapia.

Conocer los estándares nacionales e internacionales de calidad en el ámbito de la especialidad.

Conocer los principios básicos de la Protección Radiológica.

Conocer las normas legales y recomendaciones locales, nacionales e internacionales en materia de Protección y Seguridad Radiológicas.

METODOLOGÍA

Clases expositivas teóricas en donde se presentarán los conceptos principales y fundamentales de la Física de las radiaciones Ionizantes. Se considera además la entrega de material de apoyo como guía de las clases teóricas y la profundización de los diversos temas a través del desarrollo de ejercicios prácticos. Se complementan las competencias del alumno mediante visitas guiadas a los equipos de Radioterapia para reconocimiento y manipulación de los mismos. Los alumnos deben realizar un trabajo individual de búsqueda de información, lectura de artículos, libros internet, etc., para exponer en forma oral un tema específico asignado.

EVALUACIÓN Y CONDICIONES DE APROBACIÓN DEL CURSO

a) 2 pruebas parciales: total 60 puntos

Ambos parciales contendrán dos problemas a resolver y dos preguntas de carácter teórico y serán calificados sobre 30 puntos cada uno.

b) 4 instancias de evaluación grupal sobre resolución de problemas: total 30 puntos

Cada instancia consistirá en la resolución de un problema de nivel de parcial o examen, por un grupo de hasta tres estudiantes, con asistencia del profesor. Las fechas de las pruebas se irán asignando de acuerdo al avance del curso, anunciándose con una antelación mínima de una semana. Cada entrega será calificada sobre 7,5 puntos. Dado que el trabajo será grupal y asistido, la evaluación del profesor acerca del proceso acaecido en clase tendrá un peso decisivo en la calificación asignada al grupo, aún por sobre la resolución entregada. El profesor se reserva el derecho de calificar en forma diferencial a integrantes de un mismo grupo si a su juicio el aporte de los mismos no es balanceado. Asimismo, se reserva el derecho de reasignar grupos si a su criterio esto redundaría en un mejor desempeño de los estudiantes. No se considerarán instancias de recuperación de estas evaluaciones en caso de inasistencia.

c) 1 entrega individual de un informe sobre un tema designado: total 10 puntos

En setiembre se asignará a cada alumno por sorteo un tema para profundizar que será evaluado en diciembre mediante la entrega de una carpeta de no menos de 10 carillas y no más de 20 carillas que deberá ser defendida en forma oral.

Requisitos para la ganancia del curso:

- *mínimo de 15 puntos en el segundo parcial*
- *mínimo de 70 puntos por concepto del total de los ítems*
- *mínimo del 80% de asistencia a las clases dictadas, a efectos de lo cual se pasará lista.*

PREVIATURAS

Según Reglamento Vigente.

<http://www.eutm.fmed.edu.uy/LICENCIATURAS%20MVD/BEDELIA/ReglamentoPreviaturas2006EUTM.pdf>

CONTENIDOS TEMÁTICOS

Módulo I. Repaso y profundización de conceptos físicos

1. **Estructura atómica de la materia** Átomos y moléculas, estructura, excitación e ionización atómicas, elementos e isótopos. Unidades atómicas de energía, masa y carga.
2. **Concepto de radiación y su naturaleza.** Intensidad de la radiación, fluencia. Energía de la radiación: formas de expresión y unidades. Radiaciones ionizantes y no ionizantes. Espectro electromagnético
3. **Radiactividad (desintegración radiactiva).** Decaimiento radiactivo. Actividad. Actividad específica. Vida media. Vida promedio.
4. **Radiactividad (tipos de decaimiento).** Desintegración alfa. Desintegración beta-. Emisión de positrones. Captura electrónica. Transiciones isoméricas. Conversión interna. Ecuaciones de Bateman.
5. **Interacción de los fotones con la materia.** Efecto fotoeléctrico. Dispersión coherente o Rayleigh. Dispersión incoherente o Compton. Creación de pares. Reacciones fotonucleares.

6. **Magnitudes y unidades radiológicas de uso general.** Fluencia de partículas, Fluencia de energía, Exposición, Kerma y Dosis absorbida. Constante de tasa de kerma en aire, Γ_{δ}
7. **Atenuación exponencial.** Ley de atenuación exponencial. Sección eficaz. Coeficientes de atenuación exponencial.
8. **Interacción de las partículas cargadas con la materia**
Dispersión elástica de electrones y positrones. Colisiones inelásticas. Emisión de radiación de frenado. Aniquilación del positrón. Dispersión elástica múltiple de electrones y positrones. Dispersión inelástica múltiple.
9. **Radiación fluorescente**
Rayos x característicos. Electrones Auger.
10. **Interacción de los neutrones con la materia.**
Dispersión elástica. Dispersión inelástica. Reacciones nucleares y captura radiativa.
11. **Consecuencias de la interacción de los electrones fuertemente acelerados con la materia.**
Radiación de frenado y radiación característica. Haces de electrones. Tubos de Rayos X para diagnóstico: componentes, fundamento de su funcionamiento y características de la radiación producida.
13. **Fundamentos de la producción de Rayos X y de haces de electrones para terapia.**
Aceleradores lineales de electrones: componentes principales, mecanismos de producción y de control de las características físicas del haz.

Módulo II. Parámetros y funciones que caracterizan un haz de radiación de fotones

1. **Funciones que expresan el grado de penetrabilidad del haz de radiación en un medio homogéneo.**
Ley del inverso del cuadrado de la distancia. Porcentaje de dosis absorbida en profundidad (*PDD*). Tissue-Air ratio (TAR) *Razón tejido-aire*. Dependencia con la calidad del haz y la profundidad. Dependencia con la distancia fuente superficie. Scatter-Air Ratio (SAR) *Razón dispersión-aire*. Backscatter factor (BSF) *Factor de retro-dispersión*. Relación entre TAR y PDD. Conversión de PDD con un SSD a otro SSD. Collimator scatter (Sc). Phantom scatter (Sp). Tissue-Phantom Ratio (TPR) *Razón tejido-maniquí* Tissue-Maximum Ratio (TMR) *Razón tejido-máximo*. Scatter-

Primary Ratio (SPR) *Razón dispersa-primaria*. Off axis ratio (OAR) *Razón fuera del eje*

2. **Cálculo de unidades monitor en campos rectangulares**
Cuadrado equivalente. Círculo equivalente. Técnica isocéntrica (SAD). Técnica no isocéntrica (SSD).
3. **Cálculo de unidades monitor con atenuadores y moduladores físicos.**
Bandejas, cuñas y compensadores.
4. **Cálculo de unidades monitor en campos asimétricos.**
Método de Thomas-Thomas. Método de Lee
5. **Cálculo de unidades monitor en campos irregulares determinados por bloques y colimadores multilamina.**
Método de Clarkson. Campo efectivo.
6. **Tratamiento de las heterogeneidades y su influencia en el cálculo de unidades monitor.**
Método de batho. Método de Young y Gaylord. Curvas de equivalencia de unidades Hounsfield a densidad electrónica.
7. **Correcciones para contornos irregulares.**
Corrección por incidencia oblicua.
8. **Cálculo de unidades de monitor en campos con bloqueo central.**
Ejemplo de boost de parámetros.
9. **Macheo de campos.**
Ejemplo de irradiación de columna.
10. **Corrección por el método del elipsoide en plan de mama**

Módulo III Parámetros y funciones que caracterizan un haz de radiación de electrones

1. **Interacción de los electrones en un equipo de tratamiento.**
Pérdidas por colisión (ionización y excitación), pérdidas por Bremsstrahlung, efecto de polarización.
2. **Stopping Power y Dosis absorbida.**
3. **Especificaciones de la energía y caracterización del haz.**
Energía más probable, Rango práctico, R₅₀, energía promedio, energía en profundidad.

- 4. Características de un haz clínico de electrones.**
Porcentaje de dosis en profundidad PDD). Curvas de isodosis. Simetría y planicidad. Dependencia con el tamaño de campo.
- 5. Determinación de la distancia virtual de la fuente.**
- 6. Cálculo de UM para un tratamiento de Radioterapia con electrones.**
Caso estándar. Casos especiales con bloqueos de pequeño tamaño. Casos especiales con incidencia oblicua.
- 7. Técnicas especiales.**
Irradiación total con electrones para tratamiento de Micosis Fungoide.

Módulo IV Braquiterapia

- 1. Fuentes radiactivas utilizadas.**
Radio 226, Cesio 137, Cobalto 60, Iridio 192, Oro 198, Iodo 125, Paladio 103.
- 2. Calibración de una fuente.**
Actividad, tasa de exposición a una distancia, masa equivalente de radio, actividad aparente, Air Kerma Strength.
- 3. Dosimetría de fuentes puntuales.**
Corrección del inverso cuadrado de la distancia, corrección por decaimiento, corrección por atenuación del aplicador, corrección por atenuación del medio (polinomio de Meissberger)
- 4. Dosimetría de fuentes lineales.**
Integral de Sievert.
- 5. Formalismo TG 43**
- 6. Técnicas en Braquiterapia.**
Superficial, Intersticial e Intracavitaria.
- 7. LDR, MDR y HDR**
Radiobiología. Efectos de la tasa de dosis.
- 8. Braquiterapia de cáncer de Cervix.**
Dosis y volúmenes para reportar, Icrú 38.
- 9. Braquiterapia de cáncer de Cervix.**
Técnicas de tratamiento.

ORGANIZACIÓN DEL CURSO

Las clases se dictan lunes, miércoles y viernes de 8:00h a 10:30h en la sala docente del INCA.

Eventualmente y avisando con anticipación algunas clases de los viernes pueden ser cambiadas para el sábado en la medida de realizar prácticas en el equipo.

Comienzo del curso: lunes 22 de marzo
Finalización del curso: viernes 10 de diciembre

Primer parcial: viernes 4 de junio
Segundo parcial: viernes 5 de noviembre

Examen: viernes 26 de noviembre

BIBLIOGRAFÍA

F.H. Attix. Introduction to Radiological Physics and Radiation Dosimetry. WileyVCH, 1987

E.B. Podgorsak, Ed. IAEA, 2003.

New technologies in radiation oncology. W. Schlegel, T. Bortfeld and A.L. Grosu(Eds.). Springer, 2006.

Handbook of Radiotherapy Physics. Theory and Practice. P. Mayles, A. Nahum, J-C. Rosenwald, Taylor & Francis, 2007.