

---

**Nombre de la unidad curricular:** Física de Radiaciones II

---

**Forma parte de la Oferta Estable:** No

---

**Licenciaturas:** Física médica

---

**Frecuencia y semestre de la formación al que pertenece:** Anual, 2do semestre

---

**Créditos asignados:** 6 créditos

---

**Nombre del/la docente responsable:** Henry Ortega

---

**E-mail:** hortegaspina@gmail.com

---

**Requisitos previos:** Además de los conocimientos de Física de Radiaciones I, intensamente utilizados en este curso, se recomienda dominar las herramientas básicas de cálculo diferencial e integral, ecuaciones diferenciales, probabilidad y buen conocimiento de geometría y álgebra lineal.

---

**Ejemplos de unidades curriculares de Facultad de Ciencias u otros que aportan dichos conocimientos:**

Física de Radiaciones I, Electromagnetismo

---

**Conocimientos adicionales sugeridos:**

---

**Objetivos de la unidad curricular:**

**a) Herramientas, conceptos y habilidades que se pretenden desarrollar**

A partir del curso se deberán entender cabalmente las diferentes formas de interacción de la radiación de partículas neutras y cargadas con la materia, y a continuación el concepto de dosimetría, sus unidades, la forma de cálculo de la misma en diversas situaciones y con diferentes haces radiantes. También se deberá comprender la protección radiológica asociada a estas prácticas

**b) En el marco del plan de estudios**

**Temario sintético de la unidad curricular:**

1. Radiación ionizante
2. Campos de radiación y su estadística
3. Interacción de fotones con la materia
4. Efecto fotoeléctrico
5. Dispersión Compton
6. Producción de pares y triplete
7. Otros mecanismos de interacción de fotones
8. Interacción de partículas cargadas con la materia
9. Equilibrio radiativo
10. Dosis en láminas
11. Introducción a la dosimetría. Teorías de cavidad.
12. Cámaras de ionización
13. Introducción a la protección radiológica
14. Dosimetría de neutrones

**Temario desarrollado:**

-Radiaciones ionizantes, generalidades, clasificación. Energía, número de eventos. Dosis. Dosis y masas y volúmenes adecuados.

-Daño biológico. Tiempos de interacción. Fluencia, distribuciones angulares. Interacciones de fotones con la materia.

- Energía transferida, energía transferida neta, energía impartida. Ejemplos de transferencia de energía
- Geometría y atenuación de haces estrechos y anchos para fotones. Factor de "build-up".
- Efecto fotoeléctrico. Energía umbral. Fracción de participación. Espectro. Sección eficaz diferencial y sección eficaz total. Dependencia con Z y energía. Fluorescencia y electrones Auger en el efecto fotoeléctrico. Rendimientos.
- Coeficiente de transferencia masa-energía para efecto fotoeléctrico. Efecto Compton. Cinemática y dinámica. Sección eficaz diferencial de Klein-Nishina (formas explícita e implícita). Sección eficaz total considerando las aproximaciones para bajas y altas energías.
- Sección eficaz de transferencia de energía y de difusión. Coeficientes másicos de transferencia de energía, de absorción y de difusión. Distribución de energía en efecto Compton, vínculo con secciones eficaces de transferencia y difusión. Sección eficaz diferencial con respecto a T del electrón. Producción de pares y pares por triplete. Energía umbral y energía disponible ( $T_a$ ) para cada caso. Sección eficaz diferencial y total para cada caso, aproximaciones en función del rango energético. Coeficiente de atenuación másico para creación de pares y tripletes.
- Dispersión Rayleigh. Interacciones fotonucleares. Energía umbral. Generalidades. Síntesis: Efectos, coeficientes másicos totales de atenuación, transferencia y absorción de energía, distribución de secciones eficaces en función de energía incidente y Z del medio ("volcano plot"). Compuestos y mezclas: regla de Bragg. Coeficientes másicos de atenuación, transferencia y absorción de energía.
- Interacción de partículas cargadas con la materia. Interacción de partículas cargadas pesadas con la materia. Cálculo semiclásico para poder de frenado colisional. Poder de frenado, poder de frenado másico.
- Término colisional blando para el poder de frenado másico. Idem para colisiones duras. Poder de frenado másico colisional. Corrección de capa y de polarización. Análisis en función de las variables involucradas.
- Partículas cargadas livianas: interacciones, máxima energía transferida a un electrón del medio. Sección eficaz diferencial para transferencia de energía a electrones (Möller). Sección eficaz diferencial para transferencia de energía a positrones (Bhabha). Poder de frenado másico colisional para electrones y positrones. Efectos de polarización. Poder de frenado radiativo. Eficiencia de radiación. Energía media radiada por un electrón. Longitud de Radiación.
- Poder de frenado másico para mezclas y compuestos (Ley de Bragg). Poder de frenado restringido y transferencia lineal de energía (LET). Rangos de partículas cargadas: longitud de camino, rango, longitud de camino proyectado, rango proyectado. Rangos dosimétricos (R50, R89, rango extrapolado). Rango CSDA, definición general, cálculos prácticos para partículas pesadas. Equilibrio de radiación (RE). Enunciado del teorema de Fano.
- Equilibrio de partículas cargadas (CPE). Exposición. Equilibrio transitorio de partículas cargadas (TCPE o

PCPE).

-Teoría de cavidades. Teoría de Bragg-Gray.

-Corrección por tamaño finito. Correcciones de temperatura y presión. Introducción a teoría de la cavidad de Spencer y Attix. Breve descripción de zonas de trabajo de los detectores gaseosos. Cámara de ionización, gases no electronegativos y electronegativos.

-Recombinación inicial y general. Teoría de Mie de la recombinación general. Caso plano, cilíndrico y esférico. Teoría de Jaffe-Zanstra de la recombinación inicial. Dosis en láminas delgadas considerando dispersión múltiple (electrones). Dosis en láminas \"gruesas\" (para partículas pesadas y para electrones).

-Introducción a radioprotección, organismos internacionales. Equivalente de dosis, coeficientes para la calidad de la radiación. Equivalente de dosis en un órgano o tejido. Magnitudes limitadoras, equivalente de dosis en tejido, equivalente de dosis efectiva. Factor ponderal en tejido ( $w_T$ ). Cambio en factor de calidad de la radiación (de  $Q$  a  $w_R$ , factor ponderal de la radiación). Cambio en las magnitudes limitadoras, dosis equivalente en tejido, dosis equivalente total, dosis efectiva. Dosis equivalente y efectiva comprometidas. Límites de incorporación.

-Estimación de riesgos en radioprotección, normativa (ICRP, NCRP, ARNR). Introducción a modelos dosimétricos en radioprotección (ICRP, modelos compartimentales, por tracto), en particular modelo dosimétrico de tracto gastrointestinal. Constante metabólica, constante de decaimiento efectiva. Fracción absorbida específica, energía específica absorbida.

-Interacción de neutrones con la materia. Rangos energéticos e interacciones. Fluencia y kerma de neutrones. Neutrones térmicos en tejidos. Neutrones de energías intermedias y rápidos en tejidos. Aplicaciones médicas: BNCT y radioterapia con neutrones.

---

## Bibliografía

---

### a) Básica:

-Radiation oncology physics, E. B. Podgorsak, ed. IAEA, 2005.

-Fundamentos de Física Médica, editado por A. Brosed, Sociedad Española de Física Médica,

Tomo 1: Medida de la Radicación.  
Tomo 3: Radioterapia Externa I  
Tomo 4: Radioterapia Externa II  
Tomo 8: Protección Radiológica Hospitalaria

-Lectures on radiation dosimetry physics, M. Kissick, S. Fakhraei, ed. Medical Physics Publishing, 2016.  
-The physics of radiology, H. E. Johns, J. R. Cunningham, ed. Charles C. Thomas, 1983

**b) Complementaria:**

-Fundamentals of ionizing radiation dosimetry, P. Andreo, D. Burns, A. Nahum, A. Seuntjens, F. H. Attix, ed. Wiley-VCH, 2017. -Radiation physics for medical physicists, E. B. Podgorsak, ed. Springer, 2010.  
-Absorption of ionizing radiation, D. W. Anderson, ed. University Park Press, 1984.  
-The Physics of Radiation Therapy, F. M. Khan, ed. Lippincott Williams Wilkins, 2003.

---

**Modalidad cursada:** Presencial

---

**Metodología de enseñanza:**

---

**Duración en semanas:** 15

---

**Carga horaria total:** 75

---

**Carga horaria detallada:**

**a) Horas aula de clases teóricas:** 45

**b) Horas aulas de clases prácticas:** 30

**c) Horas de seminarios:**

**d) Horas de talleres:**

**e) Horas de salida de campo:**

f) Horas sugeridas de estudio domiciliario durante el período de clase: 45

---

### Sistema de APROBACIÓN final

Tiene examen final: Si

Se exonera el examen final: Si

Nota de exoneración (del 3 al 12): 8

### Sistema de GANANCIA

#### a) Características de las evaluaciones:

-3 parciales. Los parciales consisten en ejercicios similares al nivel de los del prácticos y preguntas de temas expuestos en el teórico. La devolución se hace en la clase siguiente de teórico (o práctico).

-Entrega y exposición en el pizarrón de los problemas asignados para resolución individual en cada repartido

b) Porcentaje de asistencia requerido para ganar la unidad curricular: NA

c) Puntaje mínimo individual de cada evaluación y total: 3

d) Modo de devolución o corrección de pruebas:

---

Habilitada a rendir en calidad de examen libre: No\*

\* Por resolución del Consejo de Facultad de Ciencias de fecha 24/02/2022 este ítem no fue aprobado dado que se encuentra en un proceso de revisión institucional

---

### COMENTARIOS o ACLARACIONES:

Para aprobar el curso basta con hacer todos los parciales, y entregar los ejercicios y exponerlos en clase

---