



UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA

DIRECCIÓN ACADÉMICA DE POSTGRADO

TEMUCO - CHILE

I IDENTIFICACIÓN DEL CURSO

Nombre Curso :	:	Detección y Medida de la Radiación Ionizante
Código :	:	MFM 210
Programa :	:	Magister en Física Médica
Horas :	:	Cuatro por semana por 16 semanas (equivalentes)
Calidad :	:	Obligatoria
Tipo de formación :	:	Especializada
Carácter :	:	Teórico- Practico
Régimen :	:	Anual, Tutorial
Semestre que se imparte :	:	Segundo
Año académico :	:	Primero

II DESCRIPCIÓN DE LA ASIGNATURA

La asignatura de Detección y Medida de la Radiación Ionizante es una asignatura teórico-práctica con unos equivalentes a 4 horas semanales de modo tutorial que contribuye a la formación de especialidad de los estudiantes del Programa de Magister en Física Médica. Esta asignatura pretende entregar a los alumnos los elementos fundamentales de la Física de la detección y la instrumentación asociada a las radiaciones fundamentalmente ionizantes que les permitan comprender los diferentes modos de detección la amplificación y análisis de la información. En el desarrollo de esta asignatura se presentan y se explican los conceptos fundamentales, los postulados y las teorías básicas en que se sustenta la Física de la Detección, contrastándolos con las evidencias experimentales disponibles, como así también los diferentes tipos de instrumentación medica que utilizan aparatos de detección.

III OBJETIVOS DE LA ASIGNATURA

Los objetivos fundamentales del curso pueden resumirse como:

1. Conocer y comprender la estadística de conteo y los errores asociados.
2. Conocer las propiedades generales de los detectores de radiación.
3. Conocer y comprender en detalle los principios físicos asociados al funcionamiento y aplicaciones y variantes asociados a: una cámara de ionización, un contador proporcional y un contador Geiger Muller.
4. Conocer y comprender en detalle los principios de funcionamiento de un detector de centelleo los tubos fotomultiplicadores y los fotodiodos.
5. Conocer Comprender en detalle el funcionamiento de detectores de estado sólido.
6. Comprender la física de la detección de neutrones.
7. Analizar y procesar la información entregada por un detector.

Al finalizar el curso el estudiante será capaz de:

- (i) Entender la fenomenología básica.
- (ii) Hacer cálculos de dificultad elemental e intermedia, donde pueda apoyarse para reunir suficientes elementos de juicio en la toma de decisiones asociadas a situaciones prácticas.
- (iii) Manejar la literatura relevante del área.

IV RECURSOS METODOLOGICOS

El curso puede desarrollarse en modalidades según sea el caso::
presencial **con clases expositivas** y en donde los alumnos además deben realizar un trabajo individual de búsqueda de información, lectura de artículos, libros internet, etc., para exponer de un modo oral. También y según sea el caso el curso puede ser desarrollado en la **modalidad tutorial** en donde se presentarán lineamientos asociados a cada temática por parte del profesor. El detalle de cada tema será desarrollado por los alumnos y luego serán expuesto y discutidos ante uno de los profesores del curso y sus compañeros y exposición oral evaluada de cada tema.

Además los alumnos tendrán clases de laboratorio en donde se le mostrara y participaran de modo práctico algunos experimentos asociados a la física de la detección utilizando algunos detectores a gas y de estado sólido.

Se considera además la entrega de material de apoyo y la profundización de los diversos temas a través del desarrollo de ejercicios prácticos.

V EVALUACIÓN

En modo presencial expositivo: Dos pruebas escritas 50%, una exposición 1 oral temas de la materia seleccionado 20%, Informes de prácticas de laboratorio 15%, ejercicios tarea 15%.

En modo tutorial: 3 Exposiciones orales evaluadas 30% Dos pruebas 40% Informes de prácticas de laboratorio 15%, ejercicios tarea 15%.

Todas las actividades son obligatorias.

VI CONTENIDO

1. Estadística y Propiedades generales de los detectores (Presentacion)

1.1. Estadística

- 1.1.1. Caracterización de la data
- 1.1.2. Modelos estadísticos
- 1.1.3. Propagación de errores
- 1.1.4. Optimización de experimentos de conteo
- 1.1.5. Límites de detectabilidad
- 1.1.6. Distribución de intervalos de tiempo

1.2. Propiedades generales de los detectores de radiación

- 1.2.1. Modelo simplificado de un detector
- 1.2.2. Modos de operación
- 1.2.3. Espectros de altura de pulsos
- 1.2.4. Curvas de conteo y plateau
- 1.2.5. Resolución en energía
- 1.2.6. Eficiencia de detección
- 1.2.7. Tiempo muerto

2. Detectores a Gas (Prueba)

2.1. Cámaras de ionización

- 2.1.1. Procesos de ionización en gases
- 2.1.2. Migración de carga y colección
- 2.1.3. Diseño y operación de una cámara ionización DC
- 2.1.4. Dosis de radiación medida con una cámara de ionización
- 2.1.5. Aplicaciones de una cámara de ionización DC
- 2.1.6. Operación en modo de pulso

2.2. Contadores proporcionales

- 2.2.1. Multiplicación del gas
- 2.2.2. Características del diseño de un contador proporcional
- 2.2.3. Rendimiento de un contador proporcional
- 2.2.4. Eficiencia de detección y curvas de conteo
- 2.2.5. Variantes en el diseño de un contador proporcional

2.3. Contadores Geiger- Muller

- 2.3.1. La descarga Geiger
- 2.3.2. Gases de llenado
- 2.3.3. Apagadores (Quenching)
- 2.3.4. Comportamiento temporal
- 2.3.5. El plateau de conteo Geiger
- 2.3.6. Características de diseño
- 2.3.7. Eficiencia de conteo
- 2.3.8. Método "TFC" time to first count
- 2.3.9. Medidores GM

- 3. Detectores de centelleo (Presentación)**
 - 3.1. Centelladores**
 - 3.1.1. Orgánicos
 - 3.1.2. Inorgánicos
 - 3.1.3. Colección de luz y montaje
 - 3.2. Tubos fotomultiplicadores (PMT) y Fotodiodos**
 - 3.2.1. El foto cátodo
 - 3.2.2. Multiplicación electrónica
 - 3.2.3. Características de un PMT
 - 3.2.4. Equipos auxiliares requeridos con PMT
 - 3.2.5. Fotodiodos como sustitutos de un PMT
 - 3.2.6. PMT sensibles a la posición
 - 3.2.7. Detectores de fotoionización
 - 3.3. Espectroscopía con Centelladores**
 - 3.3.1. Consideraciones generales
 - 3.3.2. Interacción con los rayos- γ
 - 3.3.3. Funciones de respuesta prevista
 - 3.3.4. Propiedades de los espectrómetros de centelleo de rayos- γ
 - 3.3.5. Espectroscopia de electrones con centelladores
 - 3.3.6. Configuraciones de detectores especializados basados en centelladores
- 4. Detectores de Estado Sólido (Prueba)**
 - 4.1. Diodos semiconductor**
 - 4.1.1. Propiedades de los semiconductores
 - 4.1.2. El efecto de la radiación ionizante en un semiconductor
 - 4.1.3. Semiconductores como detectores de radiación
 - 4.1.4. Configuraciones de detectores de semiconductor
 - 4.1.5. Características de operación
 - 4.2. Detector de germanio**
 - 4.2.1. Consideraciones generales
 - 4.2.2. Configuración de un detector de germanio
 - 4.2.3. Características de operación de un detector de germanio
 - 4.2.4. Espectroscopía gamma con un detector de germanio
 - 4.3. Otros tipos de detectores de estado solido**
 - 4.3.1. Detectores de silicio-litio desplazados (SDD)
 - 4.3.2. Otros materiales semiconductores
 - 4.3.3. Detectores de avalancha
 - 4.3.4. Detectores sensibles a la posición
- 5. Detección de neutrones (Prueba)**
 - 5.1. Detección de neutrones lentos**
 - 5.1.1. Reacciones nucleares de interés en la detección de neutrones
 - 5.1.2. Detectores basados en la reacción con el Boro
 - 5.1.3. Detectores basados en otras reacciones de conversión
 - 5.2. Detección de neutrones rápidos**
 - 5.2.1. Contadores basados en la moderación de neutrones
 - 5.2.2. Detectores basados en reacciones inducidas
 - 5.2.3. Detectores que utilizan la dispersión de neutrones rápidos
- 6. Procesamiento de pulsos (Presentación)**
 - 6.1. Procesamiento y Conformación**
 - 6.1.1. Dispositivos de impedancia
 - 6.1.2. Cables coaxiales
 - 6.1.3. Conformación de pulsos
 - 6.2. Pulsos lineales y lógicos**
 - 6.2.1. Instrumentos estándares
 - 6.2.2. Aplicaciones específicas de circuitos integrados
 - 6.2.3. Resumen de unidades de procesamiento de pulsos, componentes comunes
 - 6.2.4. Sistemas de conteo de pulsos
 - 6.2.5. Procesamiento digital de pulsos
 - 6.2.6. Sistemas que involucran medidas de tiempo
 - 6.2.7. Discriminación por la forma del pulso
 - 6.3. Análisis multicanal (MCA) de pulsos**
 - 6.3.1. Sistemas de análisis en altura de pulsos PHA
 - 6.3.2. Método mono-canal
 - 6.3.3. Características generales de un MCA
 - 6.3.4. El analizador multicanal
 - 6.3.5. Estabilización y relocalización de espectros
 - 6.3.6. Análisis de espectros.

VII LABORATORIOS

Laboratorio 1 Distribuciones de tasa de conteo (baja , intermedia y alta), Fondo y señal optimización, actividad, tasa de conteo, errores de mediciones, tiempo muerto (**2ª semana**).

Laboratorio 2: Curva de corriente de una cámara de ionización, zonas de operación de un contador a gas y contador Geiger (**5ª semana**).

Laboratorio 3: El Centellador NaI(Tl), detección, eficiencia y espectros de energía resolución (**9ª semana**).

Laboratorio 4: Si (Li) detección, eficiencia y espectros de energía, resolución. (**12ª semana**).

Laboratorio 5: Detectores de neutrones lentos y rápidos, monitores, características, funcionalidad etc. (CCHEN) (**14ª semana**).

Laboratorio 6: Generación y medición de pulsos (amplitud, rise time y cola), conformación, amplificador lineal y multicanal PHA (pulsos lógicos, ADC, análisis de espectro, ganancia, peaking time, número de canales, resolución etc) (**16ª semana**).

VII PRESENTACIONES (Aplica sólo a modo tutorial)

Programa de Presentaciones

Temas:

- 1. Estadística y propiedades (1ª y 2ª semanas)**
 1. Estadística de conteo y errores
 2. Propiedades generales de los detectores
- 2. Detectores a Gas (3ª, 4ª y 5ª semanas)**
 1. Cámara de Ionización
 2. Contador proporcional
 3. Geiger Müller
- 3. Detectores de Centelleo (6ª, 7ª y 8ª semanas)**
 1. Centelladores
 2. Fotomultiplicadores
 3. Espectroscopia con centelladores
- 4. Detectores de Estado Sólido (9ª, 10ª y 11ª semanas)**
 1. Diodos semiconductores
 2. Detectores de Germanio
 3. Otros detectores de estado sólido
- 5. Detectores de neutrones (12ª y 13ª semanas)**
 1. Neutrones lentos
 2. Neutrones rápidos
- 6. Pulsos y Análisis (14ª 15ª y 16ª semanas)**
 1. Procesamiento de pulso y conformación
 2. Pulsos lineales y lógicos
 3. Análisis multicanal

VIII BIBLIOGRAFÍA

Básica

1. Knoll, G. F., **Radiation Detection and Measurement**, third edition, John Wiley and Sons, New York, New York, USA, 2000.
2. William J. Price **Nuclear radiation detection** 2nd. Edition Publisher: McGraw-Hill. Pages: 1964.

Complementaria

1. José Benlliure. Conceptos básicos sobre detección de la radiación ionizante.
http://fpsalmon.usc.es/genp/doc/escuela_2007/seminarios/transparencias/interaccion_ra_diaacion_materia.pdf
2. Chandrasekhar, S., Radiative Transfer, Dover, New York, New York, USA, 1960.
3. Dogherty, T. J. (Editor), Phodynamic Therapy: Mechanisms, Vol. 1065, SPIE Publications, Washington D.C., USA, 1989.
4. Gurevich, I. I. and L. V. Tarasov, Low Energy Neutron Physics, John Wiley and Sons, New York, New York, 1968.
5. Heitler, W., The Quantum Theory of Radiation, third edition, Oxford University Press, Oxford, U.K., 1954.
6. Kopecky, J., J.-Ch. Sublet, J.A. Simpson, R.A. Forrest and D. Nierop, NGATLAS, JUKO Research, UKAEA Fusion and Netherlands Energy Research Foundation ECN. Las tablas se pueden encontrar en la siguiente dirección URL:
<http://www.nds.iaea.org/ngatlas/main.htm>
7. Krane, K. S., Introductory Nuclear Physics, John Wiley and Sons, New York, New York, U.S.A., 1987.

8. Lawson, J. D., The Physics of Charged-Particle Beams, Oxford University Press, Oxford, UK, 1978.
9. Leo, W. R., Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments, Springer-Verlag, Berlin, Germany, 1987.
10. Louisell, W. H., Quantum Statistical Properties of Radiation, John Wiley and Sons, New York, New York, U.S.A., 1973.
11. Loudon, R., The Quantum Theory of Light, Oxford University Press, Oxford, UK, 1973.
12. Martínez Morillo, M., J. M. Pastor Vega y F. Sendra Portero, Manual de Medicina Física, Hartcourt Brace, Madrid, España, 1998.
13. Miller, R. B., An Introduction to the Physics of Intense Charged Particle Beams, Plenum Press, New York, New York, U.S.A., 1982.
14. Attix, F., Introduction to Radiological Physics and Radiation Dosimetry, John Wiley and Sons, New York, New York, USA, 1986.
15. Johns, H. and J. Cunningham, The Physics of Radiology, fourth edition, Charles C. Thomas, Springfield, Illinois, USA, 1983.
16. Khan Faiz The Physis of Radiation Therapy, Lippincott Williams & Wilking, Third Edition 2005
17. Turner J.E. Atoms , Radiation , and Radiation Protection, Third Edition 2007