



Universidad Nacional de San Luis  
Rectorado

"2015 - Año del Bicentenario del Congreso de los Pueblos Libres"

**ES COPIA**  
COCAR AL FRENTO SEGURA  
Director de Despacho  
UNSL

SAN LUIS, - 3 NOV 2015

**VISTO:**

El Expediente EXP-USL: 9975/2015 mediante el cual se solicita la protocolización del Curso de Posgrado: **ESPECTROMETRÍA GAMMA**; y

**CONSIDERANDO:**

Que el Curso de Posgrado se propone dictar en el ámbito de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales del 15 de octubre al 14 de diciembre de 2015, con un crédito horario de 80 horas presenciales y bajo la coordinación del Dr. Marcos **RIZZOTTO**.

Que la Comisión Asesora de Posgrado de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales recomienda aprobar el curso de referencia.

Que el Consejo de Posgrado de la Universidad Nacional de San Luis en su reunión del 6 de octubre de 2015, analizó la propuesta y observa que el programa del curso, bibliografía, metodología de evaluación y docentes a cargo, constituyen una propuesta de formación de posgrado de calidad en su campo específico de estudio.

Que, por lo expuesto, el Consejo de Posgrado aprueba la propuesta como Curso de Posgrado, según lo establecido en Ordenanza CS N° 23/09.

Que corresponde su protocolización.

Por ello y en uso de sus atribuciones

**EL RECTOR DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN LUIS**

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO 1°.-** Protocolizar el dictado del Curso de Posgrado: **ESPECTROMETRÍA GAMMA**, en el ámbito de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales del 15 de octubre al 14 de diciembre de 2015, con un crédito horario de 80 horas presenciales.

**ARTÍCULO 2°.-** Protocolizar el cuerpo docente constituido por: Responsable: Dr. Marcos **RIZZOTTO** (DNI N° 14.122.198), Corresponsable: Dr. Hugo **VELASCO** (DNI N° 12.920.663) ambos docentes de esta Casa de Altos Estudios.

  
Dr. Felix D. Nieto Quimias  
Rector  
U.N.S.L.

  
Dra. Alicia Marcela Printista  
Secretaria de Posgrado  
UNSL

Cpde RESOLUCIÓN R N°

**1789**



Universidad Nacional de San Luis  
Rectorado

"2015 - Año del Bicentenario del Congreso de los Pueblos Libres"


**ES COPIA**  
OSCAR CALLEJO SEGURA  
Director de Despacho  
UNSL

**ARTÍCULO 3º.-** Aprobar el programa del Curso de referencia, de acuerdo al **ANEXO** de la presente disposición.-

**ARTÍCULO 4º.-** Comuníquese, insértese en el Libro de Resoluciones, publíquese en el Digesto Electrónico de la UNSL y archívese.-

**RESOLUCIÓN R N° 1789**  
may

  
Dra. Alicia Marcela Printista  
Secretaria de Posgrado  
UNSL

  
Dr Felix O. Arias  
Rector  
U.N.S.L.



Universidad Nacional de San Luis  
-Rectorado

"2015 - Año del Bicentenario del Congreso de los Pueblos Libres"

ES COPIA  
OCAR GARCÍA SEGURA  
Director de Despacho  
UNSL

## ANEXO

**DENOMINACIÓN DEL CURSO:** ESPECTROMETRÍA GAMMA

**UNIDAD ACADÉMICA RESPONSABLE:** Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales

**CATEGORIZACIÓN:** Capacitación

**RESPONSABLE:** Dr. Marcos RIZZOTTO

**CORRESPONSABLE:** Dr. Hugo VELASCO

**COORDINADOR:** Dr. Marcos RIZZOTTO

**CRÉDITO HORARIO:** 80 horas

**MODALIDAD DE DICTADO:** Presencial

**FECHA DE DICTADO DEL CURSO:** 15 de octubre al 14 de diciembre de 2015

**FECHA PREVISTA PARA ELEVAR LA NÓMINA DE ALUMNOS**

**APROBADOS:** 18 de diciembre de 2015

**DESTINATARIOS:** Egresados con título de grado universitario en Biología, Física, Agronomía y en disciplinas afines a la temática del curso.

**LUGAR DE DICTADO:** Instituto Matemática Aplicada San Luis (IMASL) – Ejército de los Andes 950 – San Luis.

**CUPO:** 10 personas.

**FUNDAMENTACIÓN:** La espectrometría gamma es una de las técnicas no destructivas que se utilizan para determinar el contenido de radionucleidos en muestras convenientemente preparadas. Consiste en una técnica nuclear ampliamente difundida, cuya aplicación se encuentra en expansión debido a sus múltiples aplicaciones en áreas cada vez más diversas. Esta técnica nuclear requiere de un riguroso entrenamiento cuando se la utiliza en la detección de elementos de muy baja concentración en muestras ambientales (partes por millón o partes por billón). Por otro lado, el conocimiento de la circulación y acumulación de isótopos inestables en distintos componentes de un ecosistema provee una oportunidad notable para la caracterización espacial y temporal de procesos cruciales que ocurren en el mismo.

El programa que se propone para este curso se relaciona estrechamente con investigaciones que se desarrollan en el GEA (Grupo de Estudios Ambientales, IMASL-Conicet / UNSL), en radioecología y ecohidrología de zonas áridas y semiáridas de la Argentina. A este grupo de investigación pertenecen los responsables del dictado del curso.

### OBJETIVOS:

Adquirir conocimientos de los fundamentos de la espectrometría gamma, con especial énfasis en muestras ambientales.

Cpde RESOLUCIÓN R N°

1789

Jr. Félix D Nieto Quintas  
Rector  
U.N.S.L.

Dra. Alicia Marcela Priniesta  
Secretaria de Posgrado  
UNSL



Universidad Nacional de San Luis  
Rectorado

"2015 - Año del Bicentenario del Congreso de los Pueblos Libres"

**ES COPIA**  
OSCAR GUILLERMO SEGURA  
Director de Despacho  
UNSL

Adquirir los conocimientos básicos necesarios para la utilización de espectrómetros gamma.

Adquirir entrenamiento en el uso, aplicación e interpretación de resultados de espectrometría gamma.

**CONTENIDOS MÍNIMOS:** Radiactividad. Decaimiento radiactivo. Tabla de nucleidos. Interacción de la radiación gamma con la materia. Tipos de detector gamma. Detectores de Germanio. Estadística de conteo. Calibración del espectrómetro. Incerteza en la determinación. Análisis de espectros.

**PROGRAMA:**

Capítulo 1: Radiactividad

- 1.1 Radiactividad, origen
- 1.2 Radiactividad natural y artificial.
- 1.3 Ley de decaimiento radiactivo
- 1.4 Tipos de decaimiento radiactivo: alfa, beta y gamma
- 1.5 Tabla de nucleidos
- 1.6 Ejercicios.

Capítulo 2: Interacción de la radiación gamma con la materia.

- 2.1 Mecanismos de interacción: absorción fotoeléctrica, efecto Compton, producción de pares
- 2.2 Coeficientes de atenuación total.
- 2.3 Interacciones dentro del detector: absorción fotoeléctrica, efecto Compton, producción de pares.
- 2.4 Bremsstrahlung
- 2.5 Atenuación de la radiación gamma
- 2.6 El diseño del blindaje del detector
- 2.7 Blindaje de ultra bajo fondo

Capítulo 3: Detectores Semiconductor.

- 3.1 Semiconductores y detección de rayos gamma.
- 3.2 La naturaleza de los semiconductores.
- 3.3 Detectores de Germanio.
- 3.4 Capacitancia del detector.
- 3.5 Carga de colecta en el detector.
- 3.6 Ensamblado del detector.
- 3.7 - Implicancias ecológicas y advertencias.
- 3.8 - Crecimiento de células tumorales.
- 3.9 - Ejercicios.

Capítulo 4: Electrónica del detector de rayos gamma

- 4.1 Sistema electrónico general.
- 4.2 Suplementos del detector.
- 4.3 Preamplificador.
- 4.4 Amplificador y procesos de pulso.
- 4.5 Ganancia del amplificador.

  
Dr. Felix D. Nieto Quintas  
Rector  
U.N.S.L.

  
Dra. Alicia Marcela Priniasta  
Secretaría de Posgrado  
UNSL

Cpde RESOLUCIÓN R N°

1789



Universidad Nacional de San Luis  
Rectorado

**ES COPIA**  
OSCAR GUILLERMO SÉQUI,  
Director de Despacho  
UNSL

4.6 Potenciación de la resolución.

4.7 Análisis multicanal (MCA) y Convertidor Analógico Digital (ADC).

Capítulo 5: Estadística de conteo.

5.1 Distribuciones del conteo: Binomial, Poisson y Gausiana.

5.2 Estadística de muestreo: límite de confianza, combinando resultados de diferentes medidas, propagación de incerteza.

5.3 Medida del área del pico: integración simple, corrección de radiación de fondo.

5.4 Optimizando las condiciones de conteo: amplitud del fondo, tamaño del espectro, tiempo de conteo.

5.5 Límites de conteo: límite crítico, límite inferior, límite de confianza, límite de detección, límite de determinación, actividad mínima detectable.

5.6 Situaciones especiales de conteo.

5.7 Ejercicios.

Capítulo 6: Calibración del espectrómetro

6.1 Datos de referencia para la calibración.

6.2 Fuentes de calibración.

6.3 Energía de calibración: error en la determinación de la energía del pico.

6.4 Calibración de picos.

6.5 Eficiencia de la calibración.

Capítulo 7: Análisis computacional del espectro de rayos gamma

7.1 Métodos de localización de picos en el espectro.

7.2 Búsqueda en la librería de picos.

7.3 Energía de calibración.

7.4 Estimación del pico centroide.

7.5 Calibración de la amplitud del pico

7.6 Determinación del límite.

7.7 Medida del área del pico

7.8 El análisis del espectro: localización del pico y medida, corrección del área del pico y radiación de fondo, límite inferior y actividad mínima detectable.

7.9 Identificación de nucleidos

7.10 El reporte final

7.11 Ejercicios

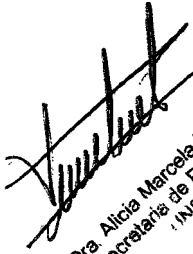
#### SISTEMA DE EVALUACIÓN:

Los alumnos deberán responder un cuestionario al final de cada capítulo (ejercicios). Además deberán realizar una evaluación final.

#### BIBLIOGRAFÍA:

1. Gilmore, G & Hemingway, J. D. 1996. Practical gamma – ray spectrometry. John Wiley & Sons. ISBN 0-471-95150-1.
2. Knoll, G. F. 1989. Espectroscopía gamma con detectores de germanio: "Radiation Detection and Measurement". John Wiley & Sons.

  
Felix D Nieto Quintas  
Rector  
U.N.S.L.

  
Dra Alicia Marcela Printista  
Secretaría de Posgrado  
(INCE)



Universidad Nacional de San Luis  
Rectorado

"2015 - Año del Bicentenario del Congreso de los Pueblos Libres"


**ES COPIA**  
OSCAR GALLERGO SEGURA  
Director de Despacho  
UNSL

3. Azbouche A., Belgaid M. and Mazrou H., 2015. Monte Carlo calculations of the HPGe detector efficiency for radioactivity measurement of large volume environmental samples. *Journal of Environmental Radioactivity* 146: 119-124.
4. Boukhenfouf W. and Boucenna A., 2011. The radioactivity measurements in soils and fertilizers using gamma spectrometry technique. *Journal of Environmental Radioactivity* 102: 336-339.
5. Espectrómetros gamma y electrónica asociada:  
<http://www.orteconline.com/detectors/photon/detectors.htm>
6. Tablas: L.P. Ekström and R.B. Firestone, WWW Table of Radioactive Isotopes, database version 2/28/99 from URL <http://ie.lbl.gov/toi/index.htm>

ARANCEL: Gratuito.

Cpde RESOLUCIÓN R N°  
may

**1789**

  
Dra. Alicia Marcela Printista  
Secretaría de Posgrado  
UNSL

  
Dr. Félix C. Quintas  
Rector  
U.N.S.L.