



UNC

Universidad  
Nacional  
de Córdoba

FAMAF

Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

<b>TÍTULO:</b> Avances en Análisis No Convencional por Excitación de Fotones de Rayos X.
--

<b>AÑO:</b> 2023	<b>CUATRIMESTRE:</b> 2°	<b>N° DE CRÉDITOS:</b> 3	<b>VIGENCIA:</b> 3 años
------------------	-------------------------	--------------------------	-------------------------

<b>CARGA HORARIA:</b> 60 horas de teoría y 60 horas de práctica
---

<b>CARRERA/S:</b> Doctorado en Física
---------------------------------------

### FUNDAMENTOS

La espectroscopía por rayos x conforma un conjunto de técnicas de análisis bien establecidas. Desde los 80's - 90's comenzaron a desarrollarse las llamadas técnicas no convencionales, que incluyen el análisis por reflexión total, el análisis con resolución espacial, el análisis de alta resolución, etc. En estas nuevas metodologías tuvieron un rol preponderante los avances tecnológicos, tanto en los sistemas de detección (detectores más eficientes, sensibles y sofisticados) como en los métodos de irradiación (sistemas de ánodo rotante, focalizadores, radiación de sincrotrón). El desarrollo de las técnicas no convencionales ha posibilitado la obtención de resultados impensados en el siglo pasado, esto es, niveles de detección de femtogramas, estudios de entorno atómico, etc. Es menester entonces, conocer e interiorizarse en los fundamentos y el uso estas nuevas técnicas a fin de poder aplicarlas en los requerimientos actuales.

### OBJETIVOS

Obtener conocimientos específicos dentro de la espectroscopía atómica de rayos x vinculados a las distintas técnicas espectrométricas por excitación con fotones, utilizando un sistemas no convencionales, en particular la Radiación de Sincrotrón.

### PROGRAMA

#### Unidad I: Revisión de Conceptos Básicos de Interacción de la Radiación con la Materia

- 1.1 Interacción de fotones con la materia
- 1.2 Efecto fotoeléctrico
- 1.3 Dispersión coherente e incoherente
- 1.4 Secciones eficaces de interacción
- 1.5 Secciones Eficaces de Dispersión para Radiación Polarizada

#### Unidad II: Revisión de Conceptos Básicos de Procesos Atómicos y Parámetros Fundamentales

- Líneas satélites y líneas hipersatélites. Definiciones.
- 2.2 Parámetros fundamentales
  - 2.3 Transiciones Multielectrónicas. Definiciones.
  - 2.4 Transiciones 1-fotón » n-electrones. Energía de doble fotoionización K.
  - 2.5 Decaimientos múltiples. Energía de doble decaimiento K.

#### Unidad III: Revisión de Conceptos Básicos de Análisis por Fluorescencia de Rayos X

- 3.1 Consideraciones teóricas.
- 3.2 Ecuaciones para la intensidad fluorescente primaria
- 3.3 Ecuaciones para la intensidad fluorescente con reforzamiento
- 3.4 Plano de propagación



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

- 3.5 Correcciones por doble ionización
- 3.6 Curvas de calibración. Efectos de matriz. métodos semiempíricos.
- 3.7 Método de los coeficientes
- 3.8 Método de parámetros fundamentales
- 3.9 Ejemplos de aplicación

#### **Unidad IV: Conceptos Básicos de Radiación de Sincrotrón y Líneas de Radiación**

- 4.1 Reseña histórica.
- 4.2 Origen y propiedades.
- 4.3 Sincrotrones modernos.
- 4.4 Comparación con otras fuentes de radiación
- 4.5 Óptica de un anillo de acumulación.
- 4.6 Red de un anillo, oscilaciones betatrón, vida media.
- 4.7 Elementos de inserción
- 4.8 Líneas de radiación

#### **Unidad V: Técnicas Espectrométricas No Convencionales 1**

- 5.1 Importancia del flujo total y la intensidad.
- 5.2 Efecto de la polarización en la excitación de detección.
- 5.3 Spatially Resolved Analysis (Análisis con resolución espacial)
- 5.4 Condensadores de fotones.
- 5.5 Monocromadores y focalizadores
- 5.6 Ejemplos de aplicación

#### **Unidad VI: Técnicas Espectrométricas No Convencionales 2**

- 6.1 Reflexión Total de Rayos X
- 6.2 Ángulos críticos y penetración
- 6.3 Límites de detección
- 6.4 Ejemplos de aplicación

#### **Unidad VII: Técnicas Espectrométricas No Convencionales 3**

- 7.1 Efecto Raman Resonante de Rayos X
- 7.2 Dispersión Resonante de Rayos X
- 7.3 La técnica EDIXS
- 7.4 Métodos multivariados. Análisis de componentes principales
- 7.5 Comparación con técnicas de absorción (EXAFS, XANES)
- 7.6 Ejemplos de aplicación

### **PRÁCTICAS**

Se realizarán mediciones experimentales de muestras estándares en el laboratorio local.  
Se calibrará el espectrómetro y se calcularán concentraciones.  
Se analizarán muestras tomadas con RS y se comparan con las convencionales.  
La supervisión será continua por el docente encargado.  
La evaluación constará de informes.



UNC

Universidad  
Nacional  
de Córdoba



FAMAF Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

### **BIBLIOGRAFÍA**

“Handbook of X-Ray Spectrometry”, second edition, Marcel Dekker, Inc., New York, 2002

“X-ray fluorescence spectrometry and related techniques: an introduction” Publisher: R. Van Grieken, Momentum Press, New York NY10017, 2013

“Theory of Synchrotron Radiation. In: Particle Accelerator Physics”. Graduate Texts in Physics. H. Wiedemann, Springer, Cham. 2015

“An Introduction to Synchrotron Radiation: Techniques and Applications”, Second Edition, Philip Willmott, 2019

Tesis Doctoral de Héctor J. Sánchez (1994) y referencias citadas allí.

### **MODALIDAD DE EVALUACIÓN**

Aprobación de Informes

Aprobación de una exposición de un trabajo asignado.

### **REQUERIMIENTOS PARA EL CURSADO**

Conocimientos básicos de Espectrometría de Rayos X y Física Moderna.