

ESPECTROMETRÍA DE RAYOS X DE ALTA RESOLUCIÓN CON DETECTOR DE SI

1. Introducción

Los rayos X son una radiación electromagnética de la misma naturaleza que las ondas de radio, las ondas de microondas, los rayos infrarrojos, la luz visible, los rayos ultravioletas y los rayos gamma. Los rayos X son, en general, menos energéticos que los rayos gamma, aunque hay una franja de solapamiento bastante amplia en la zona de las decenas de keV. La diferencia fundamental con los rayos gamma es su origen: los rayos gamma son radiaciones de origen nuclear que se producen por la desexcitación de un nucleón de un nivel excitado a otro de menor energía y en la desintegración de isótopos radiactivos, mientras que los rayos X surgen de desexcitaciones electrónicas o como radiación de frenado. La energía de los rayos X en general se encuentra entre la radiación ultravioleta y los rayos gamma producidos naturalmente. Los rayos X son una radiación ionizante, esto es, su energía es generalmente suficiente como para ionizar los átomos que forman la materia.

Los mecanismos de emisión de los rayos X incluyen la captura electrónica y la fluorescencia de rayos X:

- Captura electrónica:
El núcleo captura un e^- orbital (capa cercana) y se combina a: $p + e^- \rightarrow n + \nu_e$. Se pasa de núcleo padre a núcleo hijo. La vacante generada por el electrón capturado es ocupada por un electrón de capas superiores emitiendo, en el proceso, rayos X característicos.
- Fluorescencia de rayos X:
Se bombardea la muestra con una fuente emisora radiación. El fotón incidente, por efecto fotoeléctrico, arranca un electrón de una capa. La vacante pasa a ser ocupada por un electrón de capas superiores, que emite RX característico, dependiendo de la capa inicial y final del salto energético.

2. Objetivos de la práctica

En esta práctica se pretende que el alumno se familiarice con la operación de detectores de Si para el estudio de rayos X originados por diferentes muestras. Se pretende que el alumno se familiarice con el espectro de radiación electromagnética en el rango de rayos X siendo capaz de identificar las diferentes contribuciones que forman los espectros obtenidos.

3. Montaje experimental y material

El montaje experimental consta de un detector de Si, un módulo en el que se integran el amplificador, preamplificador y fuente de alimentación así como un PC con analizador multicanal. La figura 1 muestra una foto del montaje experimental en el laboratorio.

En esta práctica se van a usar detectores de deriva de Si (SDD) para la espectrometría de rayos X. Los detectores de Si forman parte de los detectores semiconductores, los cuales basan su funcionamiento en la creación de pares electrón-hueco tras el paso de la radiación incidente. Estos detectores deben de ser refrigerados a muy bajas temperaturas para evitar la generación excesiva de portadores de carga debido a la agitación térmica, lo cual provocaría un aumento

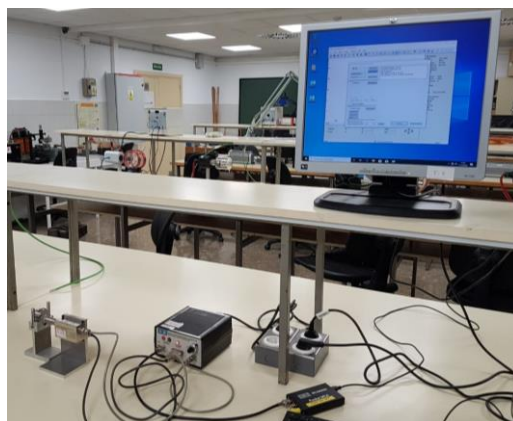


Figura 1. Montaje experimental de la práctica de rayos x.

inaceptable de la corriente de fuga y el consiguiente ruido electrónico. Para ello, el detector está montado dentro de un criostato en vacío y se enfría mediante LN₂ o bien eléctricamente por medio del efecto Peltier. Los criostatos están sellados con **una ventana muy fina de Be**, por lo cual hay que poner especial atención cuando se utilizan estos detectores en **no tocar nunca dicha ventana**, lo que dañaría irremediablemente el detector.

4. Procedimiento

a) Ajuste de las condiciones experimentales

La ganancia del sistema se ha colocado de forma que se midan rayos X de 0 a 60 keV aproximadamente. Para ello se ha utilizado la fuente ²⁴¹Am que emite entre otras radiaciones rayos γ a 59.5 keV. Figura 3 demuestra el esquema de desintegración de ²⁴¹Am y la figura 4 un esquema de la fuente de rayos X de energía variable de Amersham que contiene una fuente de ²⁴¹Am. Utilizando ²⁴¹Am como fuente gamma (en nuestro caso, γ_{15} a 59.5 keV) se puede provocar la emisión de rayos x característicos de diversas láminas de elementos puros con muy distintos Z mediante fluorescencia de rayos X.

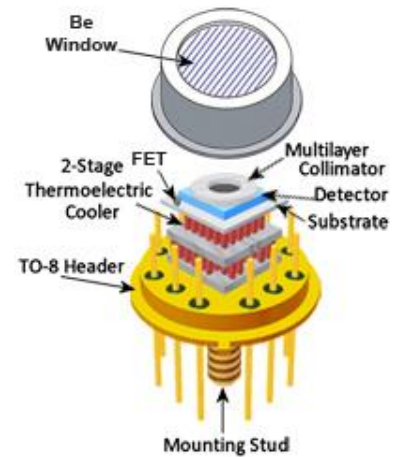


Figura 2. Esquema del semiconductor.

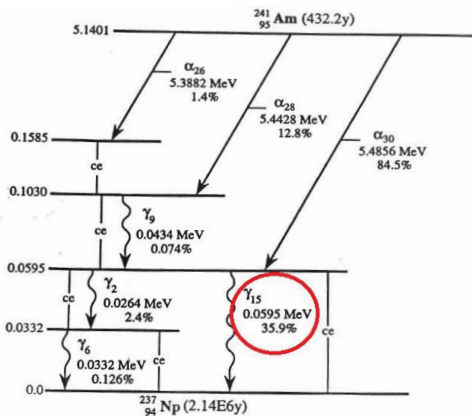


Figura 3. Esquema de desintegración de ²⁴¹Am.

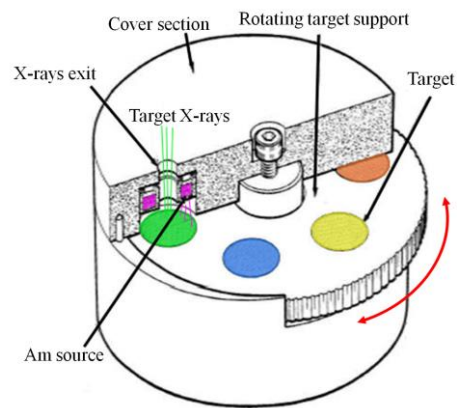


Figura 4. Esquema de la fuente de Amersham.

b) Calibración en energía

Fuentes:

- Kit: ¹⁰⁹Cd, ⁵⁴Mn, ⁵⁷Co
- Fuente de rayos X de energía variable de Amersham: Am sobre Cu, Am sobre Ag, Am sobre Ba.
- Medida de tiempo: 5 min para ¹⁰⁹Cd, ⁵⁴Mn, ⁵⁷Co, 2.5 min para la fuente Amersham.

c) Medida e identificación de una muestra desconocida

Medida de tiempo: 2.5 min.

5. Análisis de datos

Se obtendrán todos los espectros señalados y, tras realizar la calibración en energía utilizando los picos principales de esos espectros y las tablas de energía de rayos X, se hará una interpretación completa de los mismos. Con la calibración en energía se podrá identificar la fuente problema.

6. Anexo: Distribución de las medidas

	5min	5min	5min	5min	5min	5min	5min	5min
Alumn@ 1	Am sobre Cu/Ba*	Am sobre Ag/descon.*	Q&A	54-Mn	109-Cd	57-Co	Q&A	Q&A
Alumn@ 2	57-Co	109-Cd	Am sobre Cu/Ba*	Am sobre Ag/descon.*	Q&A	54-Mn	Q&A	Q&A
Alumn@ 3	54-Mn	57-Co	109-Cd	Q&A	Am sobre Cu/Ba*	Am sobre Ag/descon.*	Q&A	Q&A
Alumn@ 4	109-Cd	54-Mn	57-Co	Q&A	Q&A	Q&A	Am sobre Cu/Ba*	Am sobre Ag/descon.*

* 2.5 min / muestra