

PRÁCTICA DE LABORATORIO Nº 2: Espectroscopía alfa con detectores de Si multifragmentados

Objetivo

El objetivo de esta práctica es familiarizar al alumno en la utilización de un detector de silicio para detectar partículas cargadas. Para lograr dicho objetivo, se propone en primer lugar adquirir un espectro de una fuente alfa y realizar la calibración en energía del espectro. A continuación, el alumno determinará el espesor de una lámina de bismuto a partir de las pérdidas de energía de las partículas alfa al atravesar la lámina.

Materiales

El alumno dispone del siguiente material:

1. Cámara de alto vacío
2. Detector de Si sensible a la posición: DSSSD (double-sided silicon strip detector)
3. Fuentes radioactivas: triple-alfa (^{244}Cm , ^{241}Am y ^{239}Pu) y gadolinio (^{148}Gd)
4. Lámina de bismuto
5. NIM crate
6. Fuente de alto voltaje
7. Módulos de amplificación de señal: preamplificador y amplificador
8. Módulos para la lógica de trigger: unidad lógica y generador de ventana
9. Convertidor Analógico-Digital (ADC)
10. Osciloscopio
11. PC con tarjeta de adquisición (MIDAS software).

Realización

1. Montaje del dispositivo experimental. Determina las principales características de los detectores de silicio y cómo se utilizan. Estudia cómo funciona un sistema de vacío (bomba de prevacío, bomba turbomolecular, sistema de medición de presión).
2. Dibuja el esquema de lógica del sistema de adquisición, entiende el funcionamiento de cada módulo electrónico y diferencia los tipos de señales presentes en dicho sistema usando el osciloscopio.
3. Con la lámina de bismuto desmontada, toma el espectro de la fuente triple-alfa. A partir de esta primera medida, determina la calibración para algunas de las bandas del detector (cada banda posee una calibración propia).

Los DSSSD tienen un comportamiento lineal, esto es, la amplitud de la señal de voltaje que se produce es proporcional a la energía depositada por la partícula

$$E = a \times \text{canal} + b$$

Donde el canal del histograma es, a su vez, proporcional al voltaje de salida del detector. Para obtener la calibración basta con realizar un ajuste lineal entre la posición de los picos (número de canal) y la energía de referencia de cada pico de la fuente.

- Una vez obtenida la calibración, pasamos a realizar una segunda medida, en la que las condiciones son las mismas que en la primera, salvo por la fuente, que ahora es la de gadolinio. Determina la posición (centroide) y anchura del pico (FWHM) del espectro de dicha fuente para algunas de las bandas del detector.
- Por último, realizamos una tercera medida, esta vez, con la lámina de bismuto montada, colocada entre fuente y detector. En esta configuración, determina la posición y anchura del pico del espectro de dicha fuente para algunas de las bandas del detector. ¿Son los mismos valores que los obtenidos en el paso 4? ¿Por qué?
- Emplea el programa SRIM ([James F. Ziegler, 2000-2019](#)) para determinar el espesor experimental de la lámina de bismuto a partir de las pérdidas en energía de los núcleos de ^4He al atravesarla. Dicho programa está disponible gratis y preferiblemente instalarlo en Windows. ¿Te acuerdas de lo que es el poder de frenado de las clases de teoría?

NOTA Y ATENCIÓN (1): el detector de Si usado en la práctica funciona con un voltaje de -25 V y solo se puede aplicar dicho voltaje cuando estamos en régimen de vacío. Además, se debe incrementar lentamente hasta el valor dado, al igual que se debe disminuir poco a poco hasta alcanzar los 0 V. Si esto no se hace con cuidado, podemos dañar al detector.

NOTA Y ATENCIÓN (2): la lámina de bismuto introducida es delicada y frágil por lo que hay que romper el vacío lentamente y no de manera brusca para evitar que la misma se rompa dentro de la cámara de vacío.

Evaluación e Informe de Prácticas

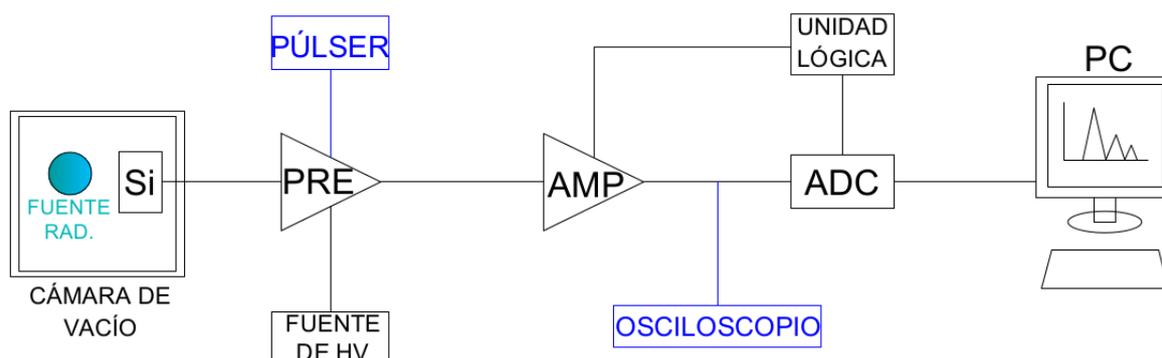
Para la evaluación de la realización-comprensión de la práctica, el alumno deberá presentar un informe de la misma antes del día 28 de febrero de 2019, que enviará por correo electrónico a la dirección: master.nuclear@iem.cfmac.csic. Para su realización, además de los espectros vistos durante la sesión en el laboratorio (que deberán guardar junto con lo obtenido de ellos), cada grupo tendrá tres archivos de texto, con la información de un píxel central del detector en las tres situaciones de medida distintas mencionadas en el guion.

En el informe se debe explicar la metodología seguida durante la práctica y se presentará:

- Descripción y explicación del **funcionamiento de un detector de silicio multifragmentado**.

- b) Descripción del **sistema de vacío** utilizado en la práctica: elementos que lo componen y en qué orden los hemos utilizado para generar y romper el vacío.
- c) **Esquema de la lógica del sistema de adquisición**, con una explicación breve de las diferentes señales presentes, así como de los módulos electrónicos utilizados, demostrando que se ha entendido la electrónica del sistema empleado.
- d) **Espectros** de calibración de la fuente **triple alfa** en canales y en energía junto con espectros de energía de la fuente de **gadolinio** con la lámina de bismuto montada y desmontada. Estos espectros se obtendrán de los archivos enviados al grupo de las tres medidas realizadas (adjuntar si es posible los espectros guardados durante la sesión del laboratorio).
- e) **Espesor de la lámina de bismuto** determinado a través de las pérdidas de energía utilizando SRIM. Para ello, presentar y explicar los cálculos realizados, junto con las formulas empleadas. Los resultados deberán estar bien expresados (teniendo en cuenta las cifras significativas), con su correspondiente incertidumbre.

Esquema de Montaje y detector de Silicio



Bibliografía

1. Leo W.R. (1994). *Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments: A How-to Approach*. Alemania: Springer-Verlag Berlin Heidelberg
2. Knoll, G. F. (2010). *Radiation Detection and Measurement*. Nueva York, Estados Unidos: John Wiley and Sons Ltd.
3. Tengblad, O., Bergmann, U.C., y Fynbo, H.O.U. (2003). Use of Si strip detectors for low-energy particles in compact geometry. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment* 515(3):657-664.
4. Tengblad, O., Bergmann, U.C., Fraile, L.M., Fynbo, H.O.U., y Walsh, S. (2004). Novel thin window design for a large-area silicon strip detector. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment* 525(3):458-464.
5. Micron Semiconductor Ltd. (s.f.). Doubled Sided/DC Strip Detectors without Bias Resistors. Reino Unido: Micron Semiconductor Ltd. Recuperado de: <http://www.micronsemiconductor.co.uk/strip-detectors-double-sided/>
6. James F. Ziegler (2000-2019). Download SRIM Software. Estados Unidos: *SRIM-The Stopping and Range of Ions in Matter*. Recuperado de: <http://www.srim.org/SRIM/SRIMLEGL.htm>
7. Wiley-VCH (1999, 8ª edición). 8th Edition of the Table of Isotopes: 1999 Update. Table 3. Alpha Particle Energies. [archivo PDF]. Alemania. Recuperado de: <https://application.wiley-vch.de/books/info/0-471-35633-6/toi99/www/decay/table3.pdf>
8. National Nuclear Data Center (Brookhaven National Laboratory) (s.f.). Interactive Chart of Nuclides. Massachusetts, Estados Unidos: *National Nuclear Data Center*. Recuperado de: <https://www.nndc.bnl.gov/nudat2/>
9. Chu, S.Y.F., Ekström, L.P., y Firestone, R.B. (1999). The Lund/LBNL Nuclear Data Search. Lund, Suecia. Recuperado de: <http://nucleardata.nuclear.lu.se/toi/>
10. Dassault Systèmes (2002-2018). Draftsight, Software CAD. Francia: *Dassault Systèmes*. Recuperado de: <https://www.3ds.com/es/productos-y-servicios/softwarecaddraftsight/>
11. OriginLab Corporation (s.f.). OriginLab. Northampton, MA: *OriginLab*. Recuperado de: <https://www.originlab.com/>