

Curso de Tecnicas Experimentales Avanzadas
Master Inter-universitario de Física Nuclear
Curso 2021-2022
IFIC-Valencia

Practica de Laboratorio

Detección de neutrones con tubos proporcionales de ^3He y centelleadores líquidos

Tutor: José Luis Taín Enriquez, David Rodriguez, Ariel Tarifeño
[tain@ific.uv.es,david.rodriguez@ific.uv.es,atarisal@ific.uv.es]

Objetivo:

El propósito de esta práctica es iniciar a los alumnos en las técnicas de detección de neutrones: 1) usando tubos proporcionales de ^3He rodeados de material hidrogenado que actúa como moderador de la velocidad de los neutrones para aumentar la eficiencia de detección, 2) y mediante espectrómetros por tiempo de vuelo basados en detectores de centelleo líquido, así como 3) el uso de electrónica digital para adquisición de datos.

(Revisar previamente las transparencias: *NeutDet_slides.pdf* y las notas: *NeutronDetection_notes.pdf*)

Bibliografía:

- Capítulos 14 y 15 en G. F. Knoll: "Radiation detection and measurement"
- Sección 2.8 en W. R. Leo: "Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments"
- Helmut Spieler, "Electronics"

Materiales:

(¶): ver descripción en archivo adjunto

1. Una fuente radioactiva de neutrones de ^{252}Cf (¶) y otra de gammas de ^{22}Na
2. Bloque-matriz de polietileno de alta densidad (HDPE) de $90\text{cm} \times 90\text{cm} \times 80\text{cm}$ con tres anillos de agujeros para tubos de ^3He : configuración 48a (¶) de BELEN (¶)
3. Un tubo proporcional de ^3He (¶) de LND Inc. a 10 atm con volumen activo $\varnothing 2.54\text{cm} \times 60\text{cm}$ (HV: +1450V) colocados en el anillo interior.
4. Un preamplificador de carga de CANBERRA modelo 2006 (¶) para tubos de ^3He
5. Fuente de alimentación para el preamplificador (a través de un módulo NIM)
6. Detector de BaF_2 de $\varnothing 3.8\text{cm} \times 3.8\text{cm}$ con PMT y base que incluye divisor de tensión y preamplificador (HV: -2000V)
7. Detector de centelleo líquido BC501A perteneciente al espectrómetro MONSTER (¶) de $\varnothing 20\text{cm} \times 5\text{cm}$ con PMT y divisor de tensión (HV: -1700V)
8. Una fuente de alto voltaje ISEG NHQ203-M (¶) de 2 canales (NIM), para los tubos de ^3He y los detectores de BaF_2 y BC501A
9. Generador de pulsos: Ortec 419
10. Digitalizador VME Struck SIS3316 de 16 canales con 14 bits y 250 Msamples/s con interfaz Ethernet/USB
11. Sistema de adquisición de datos Gasific-70 (¶) corriendo en el servidor daqgamma1
12. Crate NIM, crate VME
13. Osciloscopio

Ver también:

- <http://www.lndinc.com/>
- <https://iseg-hv.com/en>
- <https://www.ortec-online.com/>
- <http://www.struck.de/>
- material adicional

Realización:

1. Las medidas se realizan en dos partes. La primera incluye los tubos de ^3He y el detector de BaF_2 y permite estudiar el efecto de la moderación de neutrones así como introducir al estudiante en los sistemas de adquisición de datos digitales. La segunda incluye el detector de BC501A y el detector de BaF_2 y permite estudiar los principios de la espectrometría de neutrones por tiempo de vuelo.
2. En ambos casos: Hacer un croquis del dispositivo experimental usado para las medidas. Realizar/verificar las conexiones eléctricas entre los distintos elementos (detectores, electrónica) de la práctica. Tomar fotos.
3. Usando la fuente de ^{252}Cf (las fuentes radioactivas serán manipuladas por el tutor) se visualizará en el osciloscopio la salida del tubo de ^3He . Se anotarán las características principales de las señales producidas por neutrones (forma, tiempo de subida, tiempo de bajada, amplitud, variaciones de forma) y la correspondiente al generador de pulsos. Idem para el detector de BaF_2 usando la fuente de gammas de ^{137}Cs . Tomar fotos del osciloscopio.
4. Sistema de adquisición digital: Se visualizará el efecto de los diferentes parámetros del sistema de adquisición (tiempo de integración y "flat top" de los filtros digitales rápido y lento, umbrales de disparo, etc.) usando la señal del pulser. A continuación se ajustarán los parámetros del filtro lento para conseguir una buena resolución en energía para las señales de neutrones. Para ello, se utilizará el fichero de configuración *ConfigMAW.xlsx* y la guía que se adjunta. Guardar pantallazos.
5. Cargar la configuración *Config3He.xlsx* en el DACQ. Esta configuración definirá parámetros para el tubo de ^3He y el detector de BaF_2 . Revisar las configuraciones de parámetros. Este fichero define histogramas de energía depositada en ambos detectores y de correlación temporal entre el BaF_2 y el tubo. Se analizarán y anotarán las características de dichos espectros. Guardar pantallazos. Estos espectros medidos "online" se guardarán en ficheros *.root para su posterior manipulación.
6. Mover el detector de BaF_2 (quitando el HV) a su posición para las medidas de tiempo de vuelo frente al detector de centelleo líquido. Aplicar tensión a ambos detectores y visualizar en el osciloscopio las señales del BC501A . Anotar las características de las señales producidas. Tomar fotos.
7. Cargar la configuración *ConfigToF.xlsx* en el DACQ. Esta configuración definirá parámetros para los detectores BaF_2 y BC501A . También define histogramas de energía depositada para el BaF_2 y el BC501A y de correlación temporal entre ambos detectores. Se analizarán y anotarán las características de dichos espectros. Guardar pantallazos. Estos espectros medidos "online" se guardarán en ficheros *.root para su posterior manipulación.

Informe:

1. Hacer un croquis del dispositivo experimental y las conexiones eléctricas.
2. Describir las características de los pulsos en el osciloscopio para los distintos detectores (forma, tiempo de bajada, tiempo de subida, amplitud). Incluir fotos.
3. Para el pulser incluir un pantallazo de la señal de entrada y la señal filtrada (SamplesMAW). Relacionar los parámetros del DACQ con la forma de la señal filtrada.
4. Visualizar e interpretar los espectros de amplitud (EFIR) obtenidos para el tubo de ^3He .
5. Estimar la eficiencia de detección de neutrones del tubo de ^3He teniendo en cuenta la actividad de la fuente.
6. Visualizar e interpretar el espectro de correlación temporal BaF_2 - ^3He . Determinar el tiempo de moderación.
7. Visualizar e interpretar el espectro de correlación temporal BaF_2 - BC501A . Determinar la resolución temporal y la resolución en energía. Convertir el espectro de tiempo de vuelo en espectro de energías y comentar.