

# Proyecto final

Laboratorio Avanzado

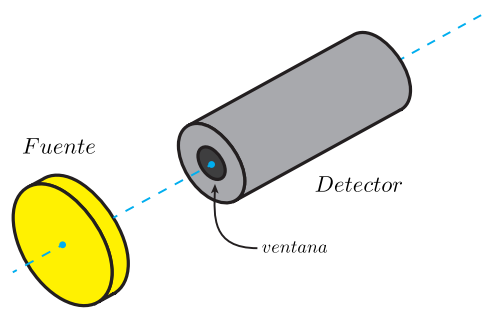
mayo 2023

## Introducción

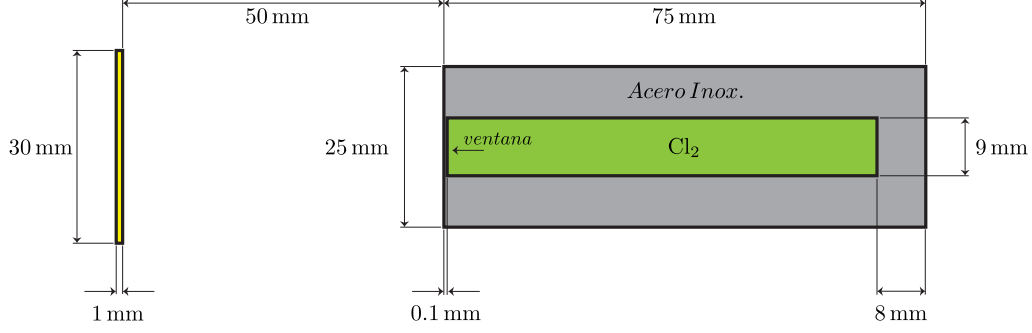
El proyecto final del curso de *Laboratorio Avanzado* consistirá en realizar una simulación en GEANT4 para estimar la eficiencia de un detector Geiger-Müller. Esta eficiencia es necesaria para determinar la actividad de una fuentes no puntuales que emiten rayos gamma.

## Geometría del montaje experimental a simular

La simulación consistirá en una fuente cilíndrica delgada que será colocada de forma coaxial a un detector también de geometría cilíndrica como se muestra en la Figura 1. Todos los elementos de la simulación estarán dentro de un entorno (*world*) de aire. La fuente no se considerará de un material en específico, mas bien, será una región desde la cual se emiten los rayos gamma. El detector simulará las condiciones de un Geiger-Müller de geometría cilíndrica, consistiendo en un envoltorio cilíndrico de acero inoxidable con una *ventana* del mismo material en uno de sus extremos. El gas de relleno de la cavidad interna del detector será cloro ( $\text{Cl}_2$ ), que es un halógeno. La fuente será colocada a 5 cm del extremo del detector donde se encuentra la ventana. Todas las medidas de la fuente y el detector se muestran en la Figura 2.



**Figura 1:** Esquema del montaje experimental a ser simulado.



**Figura 2:** Medidas de la fuente y el detector (vista lateral).

## Simulación de la detección

Se considerará que un rayo gamma es detectado, si este produce un electrón por medio de alguna interacción en el gas de cloro contenido en el detector. Luego de que el electrón producido es contabilizado, se debe eliminar de la simulación para no generar sobre conteos por otras posibles interacciones que éste pueda producir.

## Eficiencia en energía

La eficiencia del detector para un rayo gamma de una energía  $E$  está dada por:

$$\epsilon(E) = \frac{n_{\gamma}(E)}{N_{\gamma}(E)} \quad (1)$$

Donde:  $n_{\gamma}(E)$  es el número de rayos detectados y  $N_{\gamma}(E)$  es el número de rayos emitidos por la fuente para esta energía. Se debe obtener la curva de  $\epsilon(E)$  para rayos gamma dentro del rango de energía  $100 \text{ keV} \leq E \leq 1500 \text{ keV}$ . Para obtener esta curva, solo interesan los rayos gamma que son emitidos en dirección del volumen de detección, es decir, hacia el gas de cloro.

## Eficiencia geométrica

La eficiencia geométrica esta dada por:

$$\epsilon_g = \frac{n_{\gamma}}{N_{\gamma}} \quad (2)$$

Donde:  $n_{\gamma}$  es en número de rayos gamma que *alcanzan* el volumen de detección y  $N_{\gamma}$  es el número de rayos gamma emitidos por la fuente en *todas* las direcciones posibles. Notese que en este caso  $n_{\gamma}$  contabiliza todos los rayos gamma que llegan al volumen de detección sin importar si producen interacción o no. Esta eficiencia  $\epsilon_g$  es específica para la disposición geométrica considerada ya que cambia al cambiar la disposición de cualquiera de los elementos.

## Eficiencia total

La eficiencia total del detector para éste experimento será el producto de la eficiencia en energía con la eficiencia geométrica:

$$\epsilon_T(E) = \epsilon(E)\epsilon_g \quad (3)$$

Esta eficiencia al depender de la geométrica, también es específica para este montaje experimental.

## Entrega

Se debe entregar un archivo comprimido conteniendo los códigos utilizados para realizar la simulación así como un informe en PDF conteniendo lo siguiente:

1. Introducción.
2. Descripción de la simulación realizada.
3. Resultados (eficiencia en energía, geométrica y total).
4. Discusión de resultados.
5. Conclusiones.
6. Recomendaciones.