



## Práctica de Laboratorio nº 4: Simulación Montecarlo de detectores

---

*El objetivo de esta práctica es iniciar al alumno en la utilización de métodos de simulación Monte Carlo (MC) para estudiar la respuesta de detectores a la radiación y familiarizarle con algunos conceptos fundamentales, usando el código Geant4 como ejemplo. Geant4 es un código de última generación y consiste en un paquete de librerías C++ que el usuario puede utilizar con gran libertad para construir un código de simulación específico. Esto le concede la gran flexibilidad y versatilidad, comparado con otros códigos de simulación MC de uso general, a costa de exigir mayor esfuerzo por parte del usuario. Las librerías incluyen diversos paquetes de física electromagnética y hadrónica, potentes herramientas para la definición de geometrías y la posibilidad de controlar exhaustivamente el seguimiento de las partículas y la recogida de la información.*

### **Bibliografía**

---

- 1.-Alex Bielajew, Fundamentals of the Monte Carlo method for neutral and charged particle transport: <http://www-personal.engin.umich.edu/~bielajew/MCBook/book.pdf>
- 2.- Geant4 : <http://geant4.cern.ch/>
- 3.-Linux: <http://www.debianhelp.co.uk/commands.htm>
- 4.-ROOT: <http://root.cern.ch>

### **Materiales**

---

El alumno dispone del siguiente material:

1. Ordenador con entorno de trabajo Linux
2. Directorio de trabajo `/home/master2014/practica_geant/` donde se ubica, entre otros, un programa simple de simulación basado en Geant4, llamado `GeLOAX.cc`, y las clases relacionadas, que se encuentran en los subdirectorios `src` e `include`. El subdirectorio `data` almacenará los ficheros de salida y el programa de análisis.
3. Macros para la ejecución del programa y variables de entorno (`vis.mac`, `env.sh...`)
4. Hoja anexa, donde se especificarán las dimensiones, geometría y materiales del detector de Germanio GEM que se debe simular.
5. ROOT para el análisis y representación de los datos.



## Realización

---

1. Antes de nada el alumno se familiarizará con ordenador de trabajo y su entorno Linux. Una vez familiarizado, el alumno copiará directorio de trabajo entero con su propio nombre: **cd /home/master2014/practica\_geant**  
**cp -r ./IEMLOAX\_Master ./simulacion\_#####/** siendo ##### el apellido del alumno realizando la práctica. Éste será su directorio de trabajo: **cd simulacion\_#####/**
2. A continuación configurará las variables de entorno de Geant4 que se encuentran en el archivo env.sh: **source env.sh**
3. En este punto el alumno debe explorar la estructura del programa y las clases relevantes identificando: la descripción geométrica, el generador de eventos, las partículas y procesos incluidos y la recogida de información a nivel de paso, evento y simulación.
4. Compilación del programa GeLOAX.cc: ejecutaremos **make clean** para asegurarnos que no haya previas compilaciones que enturbien la nuestra, luego compilaremos: **make**
5. Ejecutar el programa: **./bin/Linux-g++/GeLOAX**
6. Visualizar la geometría indicada en el anexo ejecutando la macro de visualización: **/control/execute vis.mac** Cambiar orientación de la visualización, lanzar partículas...
7. Ejecutar la macro: **energystore.mac**. La información de salida de la simulación de GEANT4 se guarda automáticamente en el directorio *data* en un fichero llamado *runOutput.dat*. Hay que asegurarse después de cambiar el nombre a este fichero, puesto que cada vez que ejecutemos la simulación el fichero runOutput.dat se sobrescribirá con nuevos datos. Editar el fichero de datos para entender su estructura.
8. Ejecutar **root Visualize.C** para visualizar el espectro de energía obtenido para rayos gamma de 5.0 MeV con la simulación.
9. Modificar las dimensiones de nuestra geometría como indican las especificaciones del detector de germanio GEM (anexo) y visualizarla. Cambiar así mismo la posición de la fuente a 10 cm y la apertura a 180° para simular el experimento real que se realiza en la práctica 1 (Espectroscopía Gamma con detectores de Ge). Compilar de nuevo: **make**
10. Modificar y ejecutar la macro **energystore.mac** con esta nueva geometría, lanzando 50000 rayos gamma con cada una de las energías siguientes: 121.8 keV, 244.7 keV, 344.3 keV, 411.1 keV, 444.0 keV, 778.9 keV y 1408.0 keV (correspondientes a la desintegración del <sup>152</sup>Eu). Asegurarse de cambiar el nombre a los ficheros que se guardan (*runOutput.dat*) para poder analizarlos después.
11. Ejecutar de nuevo **root Visualize.C** para visualizar el espectro de salida de nuestras nuevas simulaciones y poder calcular la eficiencia absoluta de fotopico a las energías simuladas (y poder así compararlas a posteriori con las medidas experimentalmente en la práctica 1).



## **Informe de Prácticas**

---

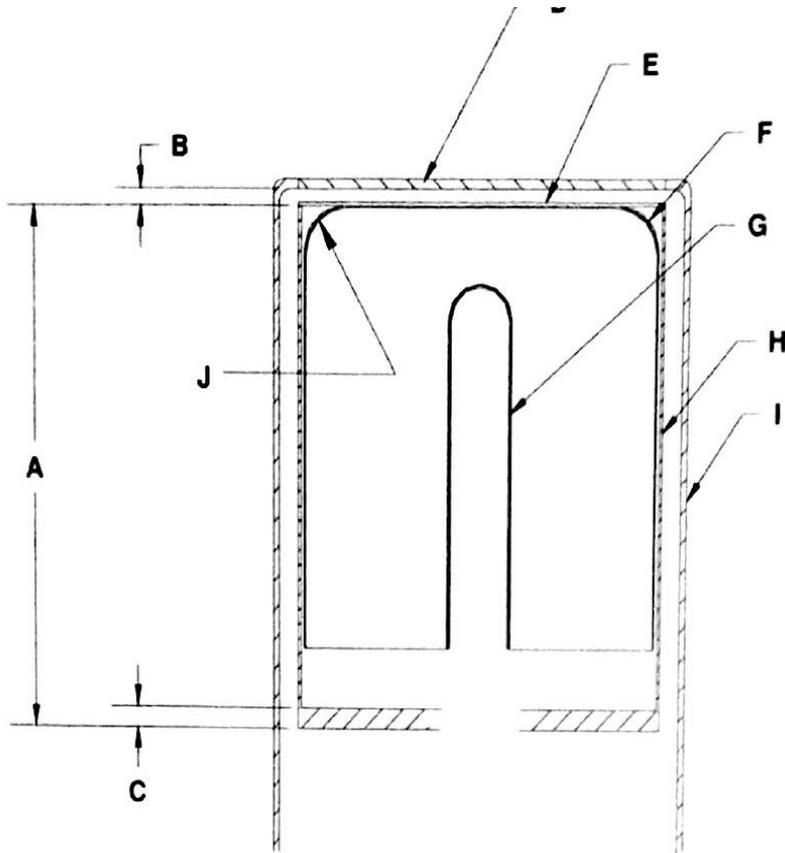
Para la evaluación de la realización-comprensión de la práctica el alumno deberá presentar un informe de la misma, que enviará por correo electrónico a la dirección: [master.nuclear@iem.cfmac.csic.es](mailto:master.nuclear@iem.cfmac.csic.es) . En el mismo se debe explicar la metodología seguida durante la práctica y se presentará:

- a) **Imagen de la geometría** utilizada a partir del apartado 9 incluyendo trazas de rayos gamma. Los colores de los distintos volúmenes y la orientación de la visualización serán elegidos por el alumno y no podrán ser los mismos que los definidos por defecto.
- b) **Espectros** obtenidos en las simulaciones en el apartado 7 para 5.0 MeV y en el apartado 10 para 344.3 keV.
- c) **Tabla y gráfica<sup>1</sup> de eficiencias absolutas de detección** para todas las energías simuladas en el apartado 11. Discutir cómo se comparan con las eficiencias medidas experimentalmente en la práctica 1 (Espectroscopia Gamma con detectores de Ge).
- d) El alumno además contestará a las siguientes **cuestiones**:
  - a. En el espectro obtenido para 5.0 MeV se observan distintas partes: un pico muy intenso, varios picos menos intensos, un continuo... ¿a qué se deben? ¿Por qué aparecen dos picos en el espectro de 5.0 MeV que no aparecen en el de 344.3 keV?
  - b. Si en lugar de simular la respuesta del detector a la radiación gamma quisiéramos simular la deposición de energía de protones en éste, ¿qué ficheros deberíamos cambiar y como los cambiaríamos? (dar una respuesta cualitativa, sin incluir líneas de código).
  - c. ¿Cuál es la diferencia más notable entre los espectros simulados y los que se obtienen al medir fuentes radioactivas reales con un detector de Ge real? ¿A qué se debe?

---

<sup>1</sup> La gráfica de eficiencias se debe representar con ambos ejes en escala logarítmica

**ANEXO: geometría detallada del detector de Ge real**



**GERMANIUM DETECTOR DIAGRAM**

**SERIAL NUMBER 49-P12544A**

