

Modelamiento de un WCD en Geant4 para medir la humedad del suelo

Tuesday 5 December 2023 14:45 (20 minutes)

Los rayos cósmicos son partículas que llegan desde el espacio exterior y bombardean constantemente la Tierra en todas las direcciones. Están compuestos por protones, partículas alfa y el resto son núcleos pesados. Al interactuar con la atmósfera (oxígeno y nitrógeno), producen cascadas de partículas secundarias, entre las que se encuentran los neutrones, que podemos clasificar de la siguiente manera: (a) neutrones de alta energía ($11\text{MeV} < E < 10\text{GeV}$); (b) neutrones rápidos, con energías entre $100\text{KeV} < E < 11\text{MeV}$, generados por la interacción de neutrones de alta energía con la atmósfera; (c) neutrones epitérmicos ($0,5\text{eV} < E < 100\text{KeV}$), producidos por la moderación de los neutrones rápidos mediante colisiones con núcleos atómicos; y finalmente, los neutrones térmicos, generados por colisiones elásticas de los neutrones epitérmicos con los átomos blancos que están en equilibrio térmico con el entorno. El rango de energía está entre ($0,025\text{eV} < E < 0,5\text{eV}$), y las colisiones más probables se producen con átomos de masa similar, por ejemplo, átomos de hidrógeno.

La abundancia de neutrones epitérmicos es inversamente proporcional a la humedad del suelo. Este fenómeno puede utilizarse para construir detectores de neutrones de rayos cósmicos con el fin de monitorear el nivel de humedad del suelo. Existen varios tipos de detectores utilizados para monitorear la humedad del suelo mediante el método de conteo de neutrones epitérmicos. Sin embargo, el más ampliamente utilizado es el detector de gas de Helio-3. Este tipo de detector ha experimentado un aumento significativo en su uso en aplicaciones como la seguridad nacional de los países, además de medir la humedad del suelo. Como resultado, se ha producido una crisis en el suministro de Helio-3 y su precio ha aumentado significativamente.

Para competir con los detectores de gas, se están evaluando diferentes tipos de sistemas de detección de neutrones. Un ejemplo de estos sistemas son los detectores de centelleo mezclados con un agente de captura de neutrones que permite su detección. También se han realizado pruebas con detectores Cherenkov de agua para su uso en la detección de neutrones, ya que están fabricados con materiales económicos, no tóxicos y de fácil acceso.

En este trabajo se realizan ajustes relacionados con la geometría del detector, la composición de los materiales y el volumen activo del detector Cherenkov de agua, con el propósito de mejorar la capacidad de detección de neutrones epitérmicos provenientes del suelo. En cuanto al volumen activo del detector, está compuesto por agua pura y diferentes concentraciones de un aditivo, como por ejemplo, el NaCl. Luego de inyectar un flujo de partículas secundarias a diferentes alturas, los ajustes se llevaron a cabo mediante simulaciones en Geant4 para obtener los histogramas de carga y energía.

La adición del aditivo, los ajustes geométricos y las modificaciones en los materiales mejoran la capacidad de detección de neutrones del detector Cherenkov. Los resultados obtenidos son de interés para el desarrollo de detectores de neutrones y su aplicación correspondiente en la medición de la humedad del suelo. El uso de un dopante como el NaCl, que consiste en un compuesto económico y de fácil acceso, permite utilizar el WCD como una herramienta complementaria en el estudio de fenómenos relacionados con los neutrones epitérmicos.

Authors: Dr SARMIENTO CANO, Christian (Universidad Industrial de Santander); Dr PEÑA RODRÍGUEZ, Jesús (Bergische Universität Wuppertal); BETANCOURT, Jaime (Universidad Industrial de Santander); Dr NUÑEZ, Luis Alberto (Universidad Industrial de Santander)

Presenter: BETANCOURT, Jaime (Universidad Industrial de Santander)