

TỐI ƯU HÓA MÔ HÌNH ĐẦU DÒ HPGe LOẠI P CHO VIỆC TÍNH TOÁN HIỆU SUẤT ĐỈNH NĂNG LƯỢNG TOÀN PHẦN SỬ DỤNG MÔ PHỎNG MONTE CARLO

Lê Thị Ngọc Trang¹, Huỳnh Đình Chương¹, Trần Thiện Thanh²

¹Phòng thí nghiệm Kỹ thuật Hạt nhân, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG-HCM

²Khoa Vật lý-Vật lý kỹ thuật, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG-HCM

lntrang@hcmus.edu.vn, hdchuong@hcmus.edu.vn, ttthanh@hcmus.edu.vn

Tóm tắt

Mô hình đầu dò HPGe loại p đã được tối ưu hóa để cải thiện độ chính xác của mô phỏng Monte Carlo trong việc tính toán hiệu suất đỉnh năng lượng toàn phần (viết tắt là hiệu suất đỉnh). Hiệu suất đỉnh thực nghiệm trong khoảng năng lượng 53-1770 keV cho các cấu hình đo của nguồn điểm ở hai khoảng cách 54 mm và 254 mm từ bề mặt đầu dò được sử dụng để tối ưu hóa mô hình đầu dò. Mã MCNP6 được sử dụng để mô phỏng Monte Carlo cho sự vận chuyển của photon. Đầu tiên, một mô hình đầu dò ban đầu được xây dựng dựa trên các thông số kỹ thuật của nhà sản xuất. Sau đó, ba tham số của mô hình đầu dò bao gồm độ dày của lớp chết mặt bên, độ dày của lớp chết mặt trước, và khoảng cách từ tinh thể đến bề mặt đầu dò được điều chỉnh từng bước để đạt đến mô hình tối ưu. Mỗi thông số được điều chỉnh dựa trên việc nội suy của hiệu suất đỉnh thực nghiệm vào các hàm tuyến tính, mà chúng được xác định bởi việc làm khớp của hiệu suất đỉnh mô phỏng theo giá trị của thông số quan tâm. Mô hình đầu dò tối ưu hóa được đánh giá bằng cách so sánh giữa hiệu suất đỉnh mô phỏng và thực nghiệm cho các cấu hình đo của hai mẫu hình trụ. Các kết quả thu được cho thấy sự phù hợp rất tốt giữa hiệu suất đỉnh mô phỏng và thực nghiệm với độ sai biệt tương đối nhỏ hơn 4% trong khoảng năng lượng từ 53 đến 1847 keV, và độ sai biệt tương đối trung bình nhỏ hơn 2%. Trong hầu hết các trường hợp được khảo sát, độ sai biệt tương đối này nhỏ hơn độ bất định tương đối của hiệu suất đỉnh thực nghiệm.

Từ khóa: Hiệu suất đỉnh năng lượng toàn phần, HPGe, MCNP6, mô phỏng Monte Carlo.

OPTIMIZATION OF P-TYPE HPGe DETECTOR MODEL FOR CALCULATION OF FULL ENERGY PEAK EFFICIENCY USING MONTE CARLO SIMULATION

Le Thi Ngoc Trang¹, Huynh Dinh Chuong¹, Tran Thien Thanh²

¹Nuclear Technique Laboratory, University of Science, VNU-HCM

²Faculty of Physics and Engineering Physics, University of Science, VNU-HCM

lntrang@hcmus.edu.vn, hdchuong@hcmus.edu.vn, ttthanh@hcmus.edu.vn

Abstract

The optimization of p-type HPGe detector model has been performed to improve the accuracy of Monte Carlo simulation in calculating full energy peak efficiencies (FEPEs). The experimental calibration of the FEPEs in the energy range of 53–1770 keV for the measurements of a point-like source at two distances of 54 mm and 254 mm from the detector surface was used to optimize the detector model. MCNP6 code was used for Monte Carlo simulation of photon transport. First, an initial detector model was constructed based on the manufacturer's specifications. Then, three parameters of the detector model including the thickness of lateral dead-layer, thickness of top dead-layer, and the distance from crystal to front endcap were adjusted step-by-step based on the interpolation of the experimental FEPEs into the linear functions, which were determined by the fitting of the simulated FEPEs. The optimized detector model was validated by comparison of the simulated FEPEs with the experimental FEPEs for measurements of two cylindrical samples. The obtained results showed an excellent agreement between the simulated and experimental FEPEs with the relative deviations of less than 4% in the energy range from 53 to 1847 keV, and the average relative deviation is less than 2%. In most of the surveyed cases, these relative deviations are less than the relative uncertainties of the experimental FEPEs.

Key words: Full energy peak efficiency, HPGe, MCNP6, Monte Carlo simulation.