

Wydajność detekcji promieniowania gamma złożonych źródeł radioaktywnych

instrukcja do ćwiczenia nr 2

Cel ćwiczenia

1. Poznanie metodyki komputerowego modelowania wydajności detekcji układu spektrometrycznego
2. Przeprowadzenie pomiaru wydajności detekcji źródła promieniotwórczego o skomplikowanej geometrii
3. Określenie czynników wpływających na wydajność detekcji promieniowania gamma w zaawansowanych geometriach.

Zagadnienia do kolokwium wstępnego

1. Emisja promieniowania gamma przez źródła izotopowe i jego oddziaływanie z materią:
 - źródła punktowe i rozciągłe,
 - absorpcja w różnych materiałach,
 - zjawisko pochłaniania i osłabiania strumienia fotonów na drodze źródło – detektor.
2. Wydajność detekcji i jej składowe
3. Spektrometria promieniowania gamma: półprzewodnikowa i scyntylicyjna
4. Typy źródeł promieniotwórczych, pojemniki transportowe, metody składowania odpadów promieniotwórczych

Literatura

1. Strzałkowski A.: *Wstęp do fizyki jądra atomowego*. PWN, Warszawa 1978.
2. Dziunikowski B, Kalita S.J.: *Ćwiczenia laboratoryjne z jądrowych metod pomiarowych*. Skrypt AGH nr 1440, Kraków 1995.
3. England J.B.: *Metody doświadczalne fizyki jądrowej*. PWN, Warszawa 1980.
4. Firestone R.B (Ed.): *Tables of Isotopes*. Wiley-Interscience, 1996.
5. Debertin K., Helmer R.G.: *Gamma- and X-ray spectrometry with semiconductor detectors*. North-Holland Company, Amsterdam, 1988.
6. ANSI N42.14-1999 *Calibration and Use of Germanium Spectrometers for the Measurement of Gamma-ray Emission Rates of Radionuclides*. American National Standards Institute, 1999.

Aparatura

1. Pojemnik ze źródłami promieniotwórczymi zaprojektowany przez prowadzącego ćwiczenie. Wykorzystane źródła posiadają certyfikat aktywności na dzień produkcji.

2. Spektrometr promieniowania gamma: InSpector 1000 z detektorem NaI(Tl) lub półprzewodnikowy HPGe.
3. Przymiar liniowy.

Przebieg ćwiczenia

1. Dokonać charakterystyki pojemnika ze źródłem promieniotwórczym celem wprowadzenia go do programu modelującego wydajność detekcji.
2. W ustalonej geometrii detektor – źródło dokonać rejestracji widma promieniowania gamma badanego pojemnika. Czas pomiaru ustalić na 2 h.
3. Za pomocą programu *Geometry Composer* wymodelować geometrię pomiaru oraz pojemnik ze źródłem radioaktywnym.
 - a) Utworzyć nowy projekt: ikona „New”
 - b) Pojawiające się okno szablonów pozwala na wybór w jednej z dwu kategorii: ISOCS i LabSOCS
 - c) Wybór konkretnego szablonu najlepiej opisującego rzeczywiste źródło mierzone w ćwiczeniu, ułatwia podgląd schematu geometrii wyświetlający się w oknie po prawej stronie w momencie podświetlenia nazwy szablonu.
 - d) Po dokonaniu wyboru szablonu i zatwierdzeniu go przyciskiem „OK”, wyświetli się okno wyboru detektora.
 - e) W zależności od typu wykorzystywanego w pomiarze spektrometru należy zaznaczyć odpowiedni model. Można również z listy „Body style” wybrać schemat wyświetlania detektora w programie.
 - f) Po zatwierdzeniu wyboru przyciskiem „OK” wyświetlone zostanie okno edycji wymiarów pojemnika ze źródłem (zgodnie z wyborem dokonany w karcie szablonów) oraz geometrii źródło – detektor.
 - g) Wybierając opcję „View Drawing...”, wyświetlony zostanie schemat geometrii wraz z odpowiednimi oznaczeniami, ułatwiający wypełnienie tabeli edycji wymiarów.
 - h) Program posiada edytowalną bibliotekę materiałów, którą można rozszerzać o nowe materiały w razie potrzeby. (Więcej informacji na ten temat zawiera podręcznik użytkownika programu ISOCS, dostępny w pracowni)
 - i) Po stworzeniu modelu geometrycznego układu należy sprawdzić jego poprawność, wybierając ikonę „Validate Geometry” lub polecenia: *Edit – Efficiency Curve – Validate Geometry*
 - j) O poprawności wymodelowania geometrii poinformuje komunikat: „The geometry validation completed successfully”
 - k) Zapisać wykonany projekt układu.
4. Wygenerować dane do krzywej wydajności detekcji
 - a) Wyedytować tabelę energii, dla których generowane będą wartości wydajności – ikona: „*Edit Efficiency Curve Parameters*”
 - b) Uzupełnić ją o energie fotonów emitowanych przez źródła w badanym układzie i zapisać pod nową nazwą.

- c) Wygenerować punkty do krzywej wydajności – ikona: „*Generate Efficiency Data Points*”
 - d) Efektem tej operacji jest stworzenie przez program pliku w formacie *.ecc i nazwie pod którą zapisano wcześniej projekt.
5. Uruchomić program *Gamma Acquisition & Analysis*
 6. Otworzyć plik z widmem pomiarowym badanego układu
 7. Dokonać analizy fotopików na zarejestrowanym widmie:
 - W celu zaznaczenia fotopiku należy ustawić znaczniki \uparrow , \downarrow po obu jego stronach, a następnie użyć klawisza „*Insert*”
 - Informację o polu powierzchni i jej niepewności oraz energii w maksimum pików dla zaznaczonego obszaru odczytać należy w zakładce „*Marker Info*” (jeśli nie jest ona aktualnie widoczna pod oknem widma, należy użyć przycisków „*Next*” lub „*Prev*”)
 - Zanotować czas żywy pomiaru widma.
 8. Zaimplementować krzywą wydajności wygenerowaną na podstawie stworzonego modelu:
 - Wybrać polecenia: *Calibrate – Efficiency – By ISOCS/LabSOCS...*
 - Wybrać plik *.ecc wygenerowany wcześniej w programie *Geometry Composer*
 - Przycisk „*dalej*” spowoduje przejście do karty wyboru prezentacji wydajności – należy wybrać „*Efficiency*”
 - Przycisk „*dalej*” spowoduje przejście do okna tabeli energii i obliczonych dla nich wydajności detekcji w wymodelowanym układzie
 - Wybierając opcję: „*Show*” zyskujemy dostęp do równania krzywej kalibracji, które należy zanotować w celu obliczenia na jego podstawie wartości wydajności dla wybranych energii fotonów.

Opracowanie wyników

1. Na podstawie danych pomiarowych odczytanych z widma oraz informacji o aktywności zastosowanych źródeł określić wydajność układu spektrometrycznego dla badanej geometrii. Określić niepewności otrzymanych wartości.
2. Na podstawie równania funkcji wydajności wygenerowanego dla zamodelowanego układu, obliczyć wydajność detekcji dla energii fotonów emitowanych przez zastosowane źródła promieniotwórcze.
3. Dokonać porównania wartości wydajności otrzymanych dwiema metodami oraz sformułować wnioski odnośnie czynników wpływających na wydajność detekcji promieniowania gamma ze źródeł promieniotwórczych o skomplikowanej geometrii.