



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Marcin Bieda

Oslabienie Promieniowania Gamma

(Instrukcja obsługi)

*Aplikacja została zrealizowana w ramach projektu e-Fizyka,
współfinansowanym przez Unię Europejską w ramach Europejskiego
Funduszu Społecznego (POKL) Priorytet III, Działanie 3.3.*

Warszawa 2014

Spis treści

Wprowadzenie

- 1. Wymagania sprzętowe**
- 2. Instalacja ćwiczeń**
- 3. Promieniowanie gamma – teoria w zarysie**
- 4. Wykonanie symulowanego eksperymentu**

Wprowadzenie

W ramach projektu e-Fizyka powstał zestaw symulowanych eksperymentów fizycznych skierowanych do uczniów szkół średnich. Powstałe aplikacje mają na celu wierne oddanie specyfiki pracy w laboratorium oraz umożliwienie przeprowadzenia doświadczeń fizycznych. Ich przeprowadzenie jest zbliżone do gry komputerowej, ale jednocześnie uczy zarówno obsługi przyrządów laboratoryjnych, jak i fizyki symulowanego zjawiska. Każdy z przyrządów został tak wykonany, aby jego funkcjonalność była jak najbardziej zbliżona do rzeczywistej. Pozwala to uczniowi na nieprawidłową konfigurację, a w niektórych przypadkach na uszkodzenie części sprzętu (na przykład spalenie żarówki czy opornika). Przeprowadzenie każdego eksperymentu wymaga zrealizowania po kolei kilku etapów:

- zestawienie potrzebnego sprzętu laboratoryjnego,
- połączenie przyrządów oraz ich konfiguracja,
- wykonanie eksperymentu i zbieranie danych,
- analiza wyników oraz wygenerowanie sprawozdania.

Każde z ćwiczeń posiada tryb automatyczny/demonstracyjny, który pozwala szybko zapoznać się ze sposobem wykonania danego ćwiczenia. Po jego uruchomieniu w sposób automatyczny następuje wyciągnięcie oraz podłączenie i konfiguracja przyrządów laboratoryjnych. Wskaźnik w kształcie dłoni pokazuje miejsce kliknięcia myszką.

1. Wymagania sprzętowe

Do uruchomienia aplikacji konieczna jest wcześniejsza instalacja LabVIEW 2013 Runtime Engine.

Minimalna konfiguracja zestawu komputerowego powinna spełniać następujące warunki:

- system operacyjny: Windows XP,
- procesor: Pentium IV 3,0GHz lub odpowiednik
- pamięć operacyjna: 512 MB RAM,
- rozdzielczość ekranu monitora: 1024 × 768.

Z powodu dużego nacisku położonego na realistyczną grafikę, oraz zgodność symulowanych zjawisk z rzeczywistością zalecana konfiguracja sprzętowa jest następująca:

- system operacyjny: Windows 7,
- procesor: Core i5 lub odpowiednik,

- pamięć operacyjna: 2 GB RAM,
- rozdzielczość ekranu monitora: FullHD (1920 × 1080).

2. Instalacja ćwiczeń

Jednorazowo, przed instalacją ćwiczeń należy pobrać i zainstalować National Instruments LabVIEW 2013 Runtime Engine. Plik ten możliwy jest do pobrania ze strony internetowej Wirtualnego Laboratorium Fizyki. Po uruchomieniu należy postępować zgodnie z instrukcjami na ekranie.

Po zainstalowaniu LabVIEW 2013 Runtime Engine można zainstalować program z ćwiczeniem. W tym celu należy pobrać ze strony internetowej Wirtualnego Laboratorium Fizyki plik instalatora. Po jego uruchomieniu należy postępować zgodnie z instrukcjami na ekranie.

UWAGA:

Ponieważ oprogramowanie zawiera zewnętrzną bibliotekę do generacji pdf: itextsharp.dll w wersji 4.1.6 na licencji LGPL, wymaga także zainstalowanego środowiska Microsoft .NET Framework w wersji 2.0. Na niektórych starszych systemach operacyjnych (np. Windows XP) mogą pojawić się problemy z uruchomieniem oprogramowania. Jeśli próba uruchomienia ćwiczeń kończy się niepowodzeniem typu błąd 2200, proszę zainstalować oprogramowanie Microsoft .NET Framework 4.0, ponadto koniecznie proszę wykonać aktualizacje Windows, a w szczególności aktualizacje Framework'ów Microsoft .NET.

3. Promieniowanie gamma – teoria w zarysie

Promieniowaniem jonizującym określa się takie promieniowanie, które oddziałując z ośrodkiem materialnym powoduje jonizację jego atomów, polegającą na oderwaniu pojedynczych elektronów od elektrycznie obojętnych atomów, w wyniku czego powstają swobodne elektrony i dodatnio zjonizowane atomy – jony dodatnie.

Promieniowanie jonizujące występuje w przyrodzie przede wszystkim w sposób naturalny, chociaż może być również wytworzone sztucznie przez człowieka. Naturalnymi źródłami promieniowania jonizującego są substancje promieniotwórcze, które wskutek samoistnych przemian promieniotwórczych wysyłają cząstki α lub cząstki β i neutrino, a także kwanty γ .

Naturalnym źródłem promieniowania jonizującego jest również promieniowanie kosmiczne docierające z Kosmosu.

Zjawisko promieniotwórczości naturalnej jest konsekwencją występowania w naturze nietrwałych jąder atomowych – jąder promieniotwórczych, które rozpadając się wysyłają (emitują) promienie α , β lub γ . Jądra promieniotwórcze ulegając rozpadowi przemieniają się w jądra innego pierwiastka, które mogą być trwałe lub nietrwałe – promieniotwórcze. Samorzutna przemiana jąder atomowych jednego pierwiastka w jądra innego pierwiastka jest nazywana rozpadem promieniotwórczym.

Promieniowanie gamma ulega osłabieniu przy przejściu przez materię. Odpowiedzialne za to są zjawiska fizyczne, takie jak: zjawisko Comptona, zjawisko Fotoelektryczne, tworzenie się par elektron-pozyton.

Zjawisko Comptona polega na oddziaływaniu kwantów gamma ze swobodnymi elektronami. Kwant gamma oddaje część swojej energii i zmienia kierunek ruchu.

Zjawisko fotoelektryczne polega na oddziaływaniu promieniowania gamma z elektronami związanymi w atomach. Kwanty gamma powodują wybitcie elektronów z atomów (jonizują atomy).

Statystycznie osłabienie promieniowania zależy od rodzaju oraz grubości materiału absorbującego według wzoru:

$$I = I_0 e^{-\mu x},$$

gdzie μ to współczynnik absorpcji, x - grubość materiału, I_0 oraz I to odpowiednio natężenie promieniowania przed oraz po przejściu przez materiał.

W doświadczeniu natężenie promieniowania mierzone jest przez licznik Geigera-Mullera. Licznik taki składa się z rury wyładowczej wypełnionej gazem pod niskim ciśnieniem. W rurze znajdują się dwie elektrody. Przy przejściu kwantu promieniowania przez rurę wyładowczą następuje jonizacja gazu i w efekcie detekcja promieniowania.

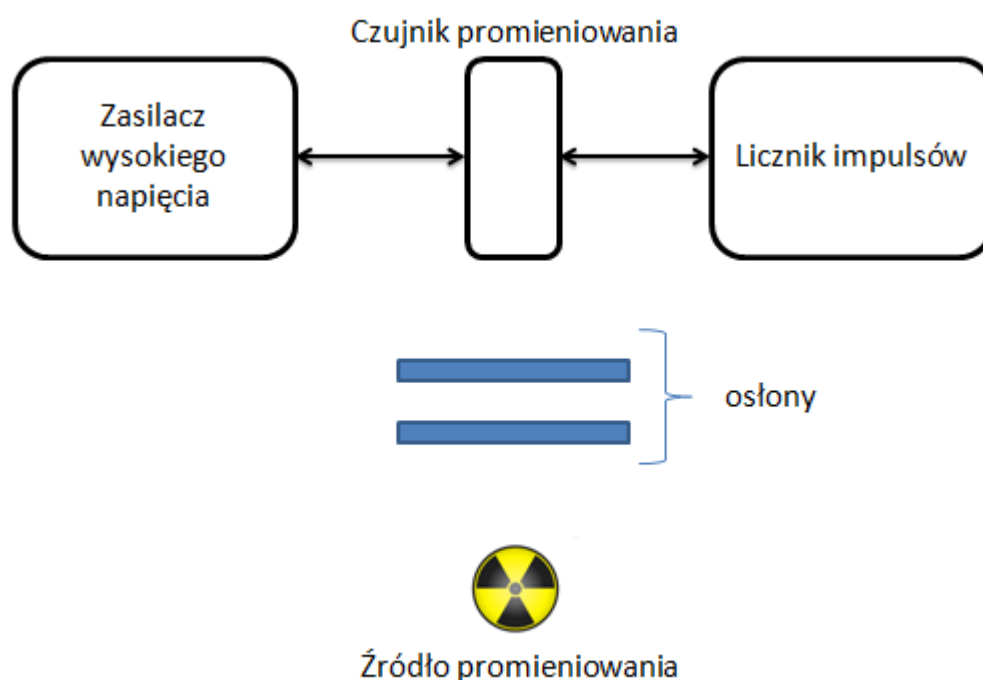
4. Wykonanie symulowanego eksperymentu

Celem doświadczenia jest poznanie:

- zasady działania licznika Geigera-Mullera
- weryfikacja prawa osłabiania promieniowania gamma,

- metod eksperymentalnych stosowanych w fizyce jądrowej.

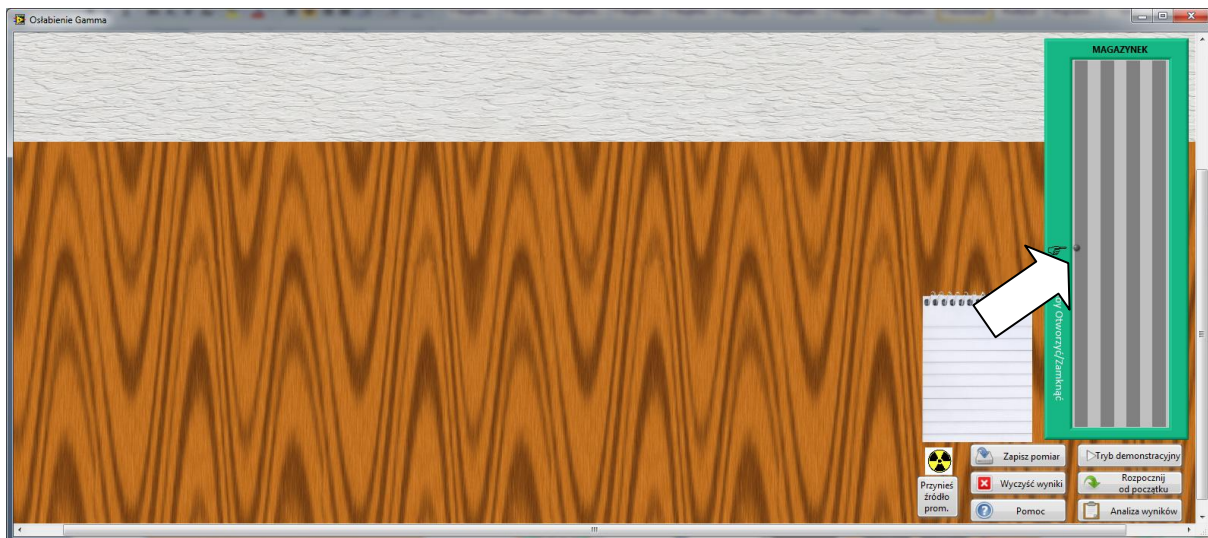
Ćwiczenie składa się z trzech części. Pierwsza część polega na wykreśleniu charakterystyki prądowo-napięciowej licznika Geigera-Mullera i znalezienia optymalnego punktu pracy. Kolejna część polega na obserwacji statystycznego charakteru rozpadu promieniotwórczego. Ostatni etap to pomiar osłabienia promieniowania przy przejściu przez materię.



Rys. 1. Schemat układu pomiarowego

a) Wyciągnięcie przyrządów laboratoryjnych

Wykonywanie ćwiczenia należy rozpocząć od wyciągnięcia potrzebnych przyrządów z magazynku. Należy kliknąć na uchwyt zasuwki, po czym magazynek się otworzy. Następnie należy po kolei klikać na ikony przyrządów, aby wyciągnąć je na stół laboratoryjny.



Rys. 2. Wyciągnięcie przyrządów z magazynka

b) Podłączenie przyrządów

Każdy przyrząd posiada złącza do podłączenia kabli. W celu połączenia dwóch złączy kablem należy kliknąć najpierw na jedno, potem na drugie z nich. Po kliknięciu na pierwsze złącze, drugie z nich zostaje podświetlone, aby ułatwić łączenie. Przyrządy powinny zostać podłączone według schematu blokowego.



Rys. 3. Wykonanie połączeń w układzie

c) Ustawienie przyrządów

Przed włączeniem przyrządów należy ustawić multimetr na pomiar napięcia stałego. Licznik Geigera-Mullera generuje impulsy. Częstotliwość impulsów zależy od natężenia promieniowania. Licznik posiada trzy zakresy czasowe, w których zlicza impulsy. Dłuższa bramka czasu powoduje wzrost czułości i dokładności pomiaru, ale zwiększa jego czas trwania. Do pomiaru charakterystyki licznika Geigera-Mullera oraz pomiaru osłabiania zaleca się bramkę 5s. Do obserwacji statystycznego charakteru promieniowania zaleca się bramkę 0,2s.



Rys. 4. Widok zestawu laboratoryjnego przygotowanego do przeprowadzenia eksperymentu

d) Charakterystyka licznika Geigera-Mullera

Należy uruchomić odpowiedni program na laptopie. Następnie, stopniowo zwiększając napięcie należy rejestrować kolejne punkty pomiarowe. Na podstawie pomiarów należy wyznaczyć odcinek plateau i do dalszych eksperymentów ustalić napięcie pracy licznika w środku tego zakresu.



Rys. 5. Pomiar charakterystyki licznika Geigera-Mullera

e) Statystyczny charakter promieniowania

Należy uruchomić odpowiedni program na laptopie. Rozkład Poissona jest najlepiej widoczny dla małej liczby zliczeń. Należy otworzyć osłonę domku do pomiarów i umieścić odpowiednią liczbę przysłon, tak aby rejestrowane promieniowanie miało niewielkie natężenie.



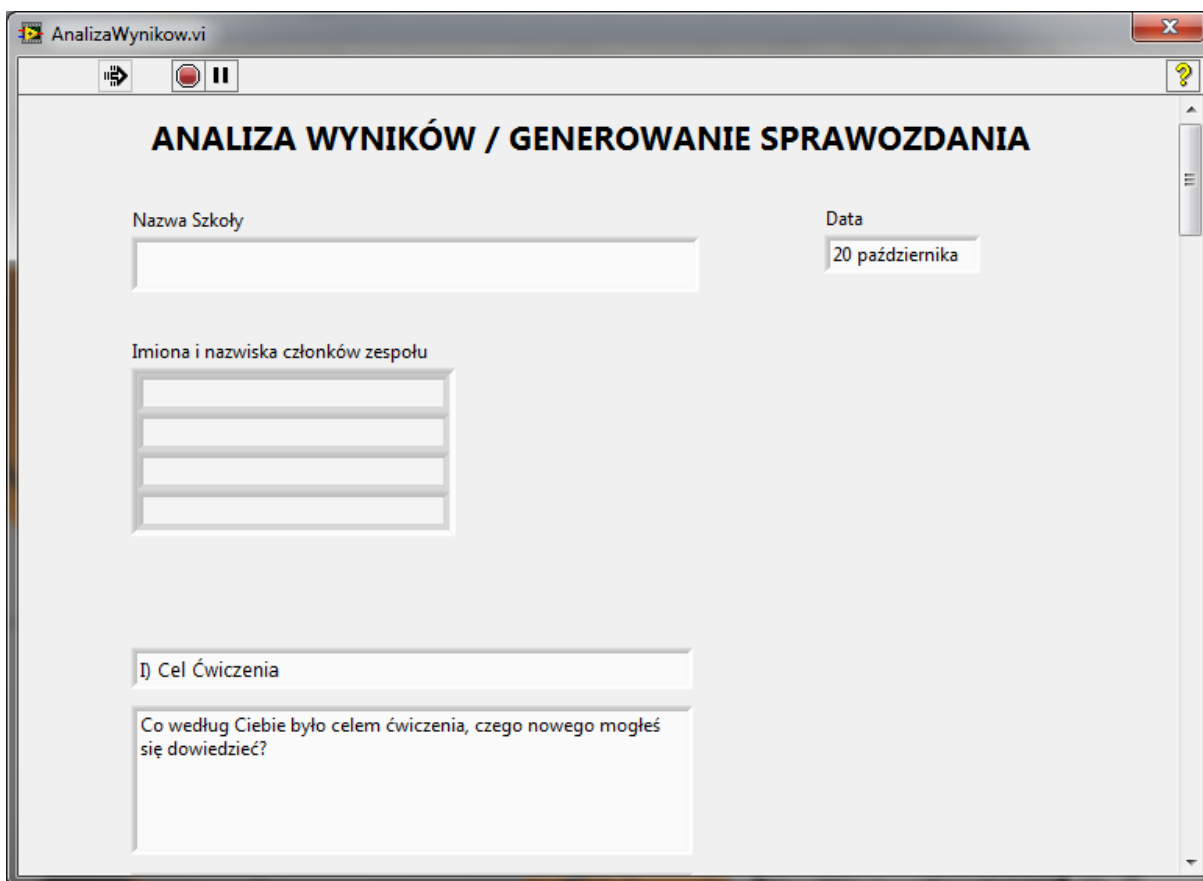
Rys. 6. Obserwacja statystycznego charakteru promieniowania

f) Oslabienie promieniowania

Należy uruchomić odpowiedni program na laptopie. Następnie należy rejestrować natężenie promieniowania dla różnej liczby osłon umieszczonych wewnątrz bloku pomiarowego.

g) Analiza wyników

Po zebraniu punktów pomiarowych można przejść do analizy wyników, w tym celu należy nacisnąć przycisk "analiza wyników". Otworzy się okno z gotowym szablonem sprawozdania. W górnej jego części należy wpisać nazwę szkoły oraz imię i nazwisko ucznia. Poniżej znajdują się kolejne pola do wypełnienia wraz ze wskazówkami, co powinno się w nich zawrzeć. W dolnej części okna znajduje się przycisk służący do zapisania wyników w formacie PDF.



Rys. 7. Widok okna analizy wyników