

# Z38 - PROMIENIOWANIE KOSMICZNE

## II Pracownia Fizyczna

Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej, Uniwersytet Jagielloński

W ramach ćwiczenia prowadzony jest pomiar natężenia wtórnego promieniowania kosmicznego w funkcji kąta zenitalnego. Promieniowanie to składa się głównie z mionów (70% pomiarach wykorzystywane są dwa detektory scyntylacyjne umieszczone na obrotowym ramieniu pozwalającym na wybranie określonego kąta rejestracji cząstek promieniowania kosmicznego w stosunku do kierunku pionowego. Wyznaczanie natężenia promieniowania kosmicznego odbywa się poprzez zliczanie koincydencji impulsów z detektorów ustawionych pod danym kątem. Zastosowany układ elektroniczny umożliwia również rejestrację różnicy czasu pomiędzy impulsami z detektorów, co przy znajomości odległości detektorów pozwala na wyznaczenie prędkości cząstek promieniowania kosmicznego.

## Zagadnienia do przestudiowania

1. Podstawowe wiadomości na temat promieniowania kosmicznego, jego składu, natężenia, widma energetycznego [1].
2. Relatywistyczna dylatacja czasu - transformacja Lorentza czasu.
3. Podstawowe własności cząstek elementarnych [2].
4. Stosowana metoda pomiaru [3].

każdy składający się z prostokątnej płytki scyntylatora plastikowego, światłowodu oraz z fotopowielacza rejestrującego fotony scyntylacji. Wysokie napięcie dla fotopowielacza dostarczane jest przez zasilacze. Detektory umieszczone są na obrotowym ramieniu pozwalającym na wybranie określonego kąta rejestracji cząstek promieniowania kosmicznego w stosunku do kierunku pionowego. Impulsy z detektorów rejestrowane są przy pomocy układu elektronicznego zawierającego dwa dyskryminatory, układ opóźniający, konwerter czas-amplituda i konwerter amplituda-cyfra, który odczytywany jest przez komputer.

## Zadania obliczeniowe

Wyznaczyć prawdopodobieństwo tego, że mion o prędkości  $1 \text{ GeV}/c$ , wyprodukowany na wysokości  $10 \text{ km}$  nad Ziemią i poruszający się wertykalnie w jej stronę, dotrze do jej powierzchni, tj. nie ulegnie wcześniejszemu rozpadowi.

Jeden z możliwych schematów obliczeń jest następujący:

1. Wyliczyć prędkość mionu.
2. Wyznaczyć czas jaki upływa od momentu wyprodukowania mionu do momentu osiągnięcia powierzchni Ziemi, w układzie związanym z Ziemią, a następnie przeliczyć ten czas do układu własnego mionu.
3. Wyliczyć prawdopodobieństwo tego, że mion nie ulegnie rozpadowi aż do osiągnięcia powierzchni Ziemi, korzystając z prawa rozpadu promieniotwórczego oraz przyjmując, że średni czas życia mionów wynosi w przybliżeniu  $2.197 \mu\text{s}$

## Aparatura i materiały

Układ eksperymentalny pokazany jest na rys. 1. Wykorzystywane są w nim dwa detektory scyntylacyjne,

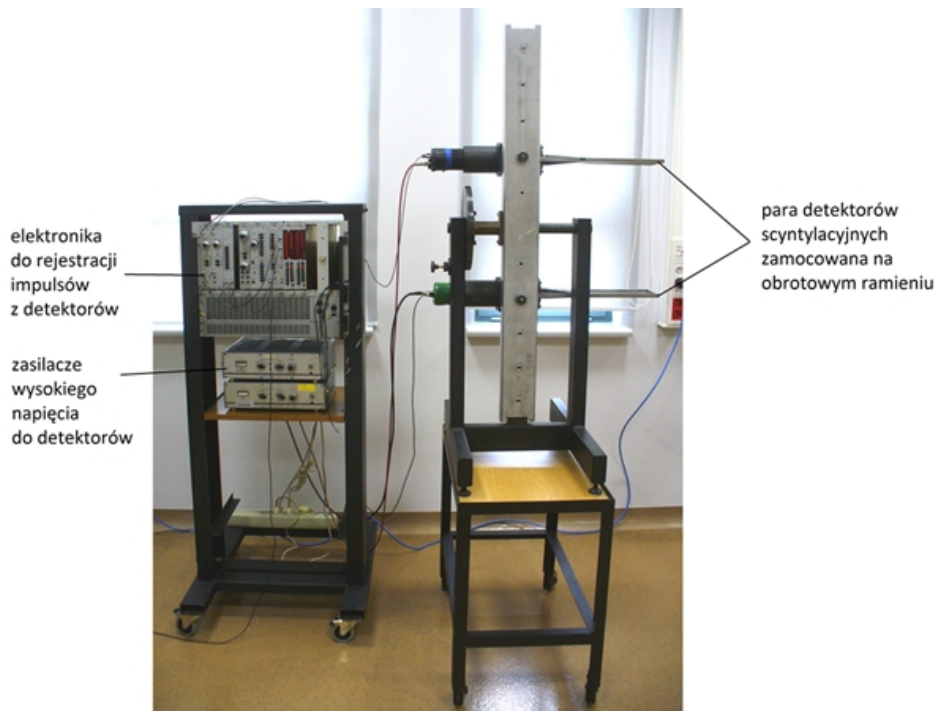
## Program ćwiczenia

Proponowany plan pomiarów jest następujący:

1. Zestawić i sprawdzić poprawność działania układu elektronicznego do pomiaru rozkładu kąтового i widma prędkości promieniowania kosmicznego. Schemat układu i szczegóły jego uruchomienia podane są w [3].
2. Dokonać kalibracji czasowej układu.
3. Dokonać pomiarów widm czasu przelotu dla kilku kątów w zakresie od  $0^\circ$  do  $90^\circ$  oraz dla  $180^\circ$  wybierając czas pojedynczego pomiaru na co najmniej  $1000$  sekund, a dla pomiarów służących do wyznaczenia prędkości światła możliwie dłużej dla osiągnięcia wysokiej precyzji.

## Opracowanie wyników

1. Wykonać wykres zależności liczby zarejestrowanych cząstek promieniowania kosmicznego od kąta obserwacji. Zmierzone wartości porównać z krzywą teoretyczną wliczoną w oparciu o wzór podany w instrukcji [3].
2. Przedstawić na wykresie kalibrację czasową układu tzn. zależność pomiędzy opóźnieniem, a numerem kanału konwertera.



Rysunek 1: Układ pomiarowy.

3. W oparciu o wyznaczone położenie środków ciężkości pików w widmach czasu przelotu dla kątów pary detektorów  $0^0$  i  $180^0$ , oraz znaną kalibrację czasową i odległość pomiędzy detektorami, wyznaczyć prędkość cząstek promieniowania kosmicznego. Porównać ją z prędkością światła w próżni.

## Zasady BHP

Nie demontować (np. przez zdejmowanie obudowy) układów elektronicznych, zasilaczy wysokiego napięcia i detektorów, gdyż grozi to porażeniem prądem.

## Literatura

- [1] C. Amsler et al., *Cosmic Rays* w rozdziale *Astrophysics and Cosmology*, Phys. Lett. B667,1(2008)
- [2] D. H. Perkins, *Wstęp do fizyki wysokich energii*, PWN, Warszawa 2004, (rozdział 1.2.1 *Podstawowe fermiony*)
- [3] Instrukcja do ćwiczenia Z38 ([www.2pf.if.uj.edu.pl](http://www.2pf.if.uj.edu.pl))