

**Kacper Kulczycki**

Zadanie S

**Statystyka pomiarów jądrowych**

Warszawa 2002

## Wstęp

Celem doświadczenia było zbadanie rozkładu częstości rozpadów  $\beta^{137}\text{Cs}$  oraz porównanie ich z rozkładami teoretycznymi: rozkładem Poisson'a - słabe źródło i rozkładem Gauss'a - źródło silne.

## Teoria

Słabe źródła promieniowania dają rozkład ilości rozpadów ( w stałej jednostce czasu ) opisywany wzorem Poisson'a :

$$P(x) = \frac{\mu^x e^{-\mu}}{x!}$$

Mocne zaś wzorem Gauss'a:

$$P(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(x - \bar{x})^2}{2\sigma^2}\right)$$

W obu przypadkach wartość średnia ( oczekiwana ) opisywana jest wzorem:

$$\bar{x} = \mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

Natomiast dyspersja wynosi:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Ale dla rozkładu Poisson'a da się zauważyć, że:

$$\sigma = \sqrt{\bar{x}}$$

Natomiast niepewność dyspersji:

$$\Delta\sigma = \frac{\sigma}{\sqrt{2n-2}}$$

Z kolei odchylenie standartowe średniej:

$$\sigma_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{1}{(n-1)n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Natomiast test zgodności  $\chi^2$  dla k punktów pomiarowych, o teoretycznych ( oczekiwanych ) wartościach  $x_t$ , i doświadczalnych  $x_d$ :

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(x_{t,i} - x_{d,i})^2}{x_{t,i}}$$

Liczba stopni swobody charakteryzująca poszczególne rozkłady ( przy S przedziałach, o niezerowych liczbach prób ):

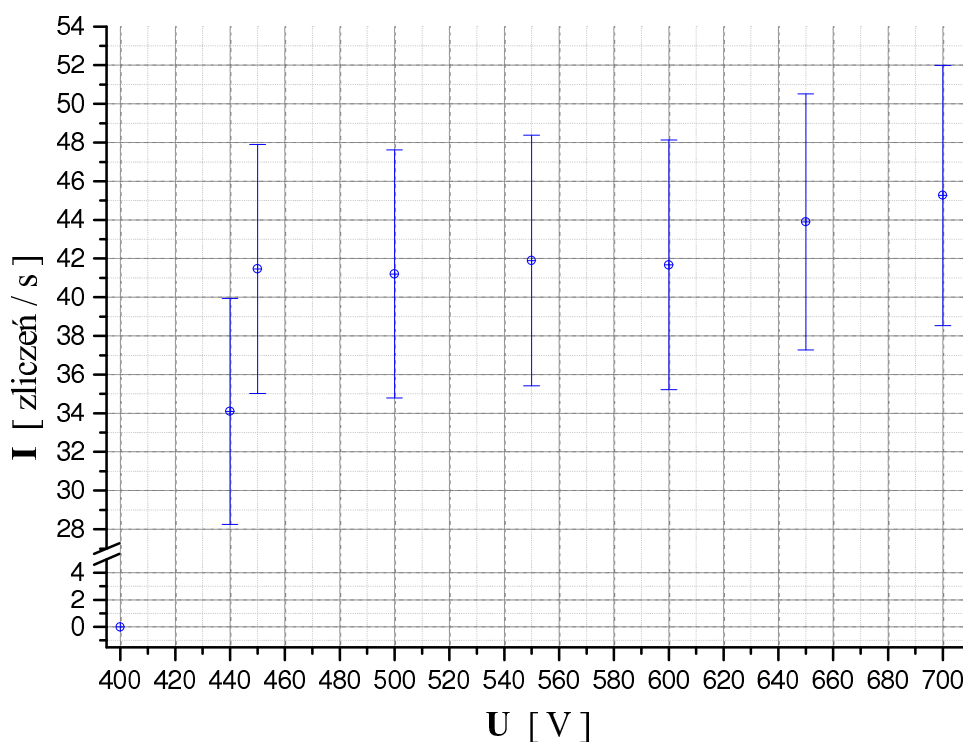
Poisson'a:

$$\gamma = S - 2$$

Gauss'a

$$\gamma = S - 3$$

## Wyniki i wnioski



wyk.1 Zależność intensywności zliczeń od napięcia na liczniku G-M

Z wykresu widać, że, tak jak i w poprzednim ćwiczeniu za punkt pracy należy przyjąć napięcie **U = 600 V.**

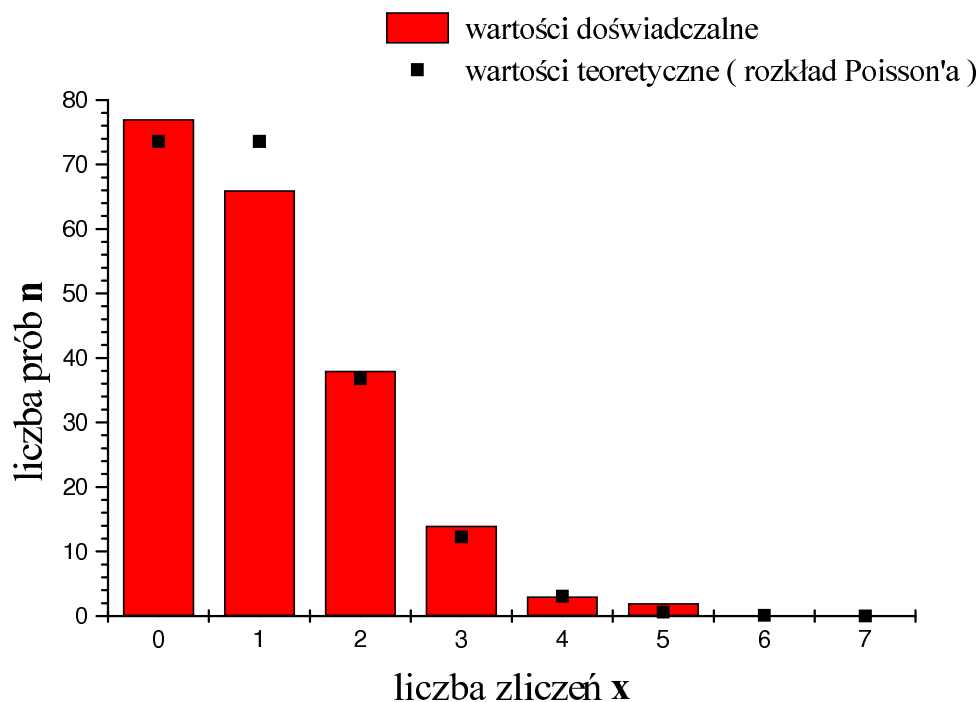
Rozkłady:

Poisson'a dla  $\mu = 1$

$\bar{x} = 1,030 \pm 0,072$  test  $3\sigma$  potwierdza zgodność  $\mu$  i  $\bar{x}$

$\sigma = 1,01 \pm 0,05$  z obu wzorów zgodne ( test  $3\sigma$  ) wartości ( $\sigma = 1,07$  ze wzoru na dyspersję, 1,01 z pierwiastka z  $\bar{x}$  )

$\chi^2 \cong 1,57$  czyli  $P_{\nu=2}(\chi^2 > 1,57) \cong 0,46$  test  $\chi^2$  potwierdza zgodność teorii z doświadczeniem



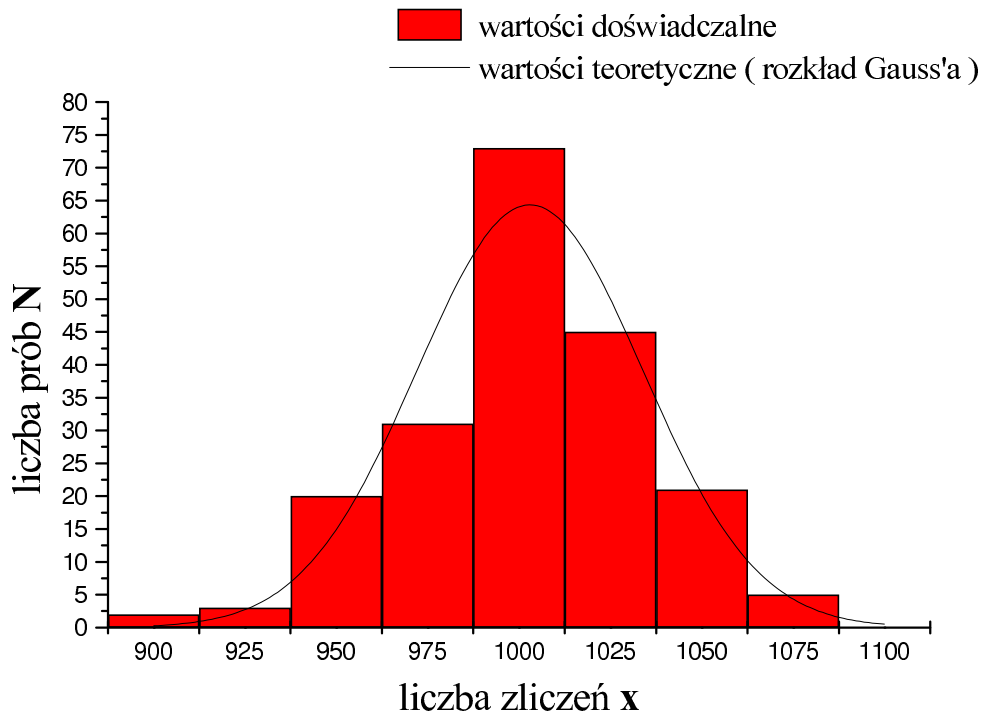
wyk.2 Wykres zależności liczby prób od liczby zliczeń ( teoretyczna przybliżenie rozkładem Poisson'a )

Guss'a dla  $\mu = 1000$

$\bar{x} = 1003,3 \pm 2,2$  test  $3\sigma$  i w tym przypadku potwierdza zgodność  $\mu$  i  $\bar{x}$

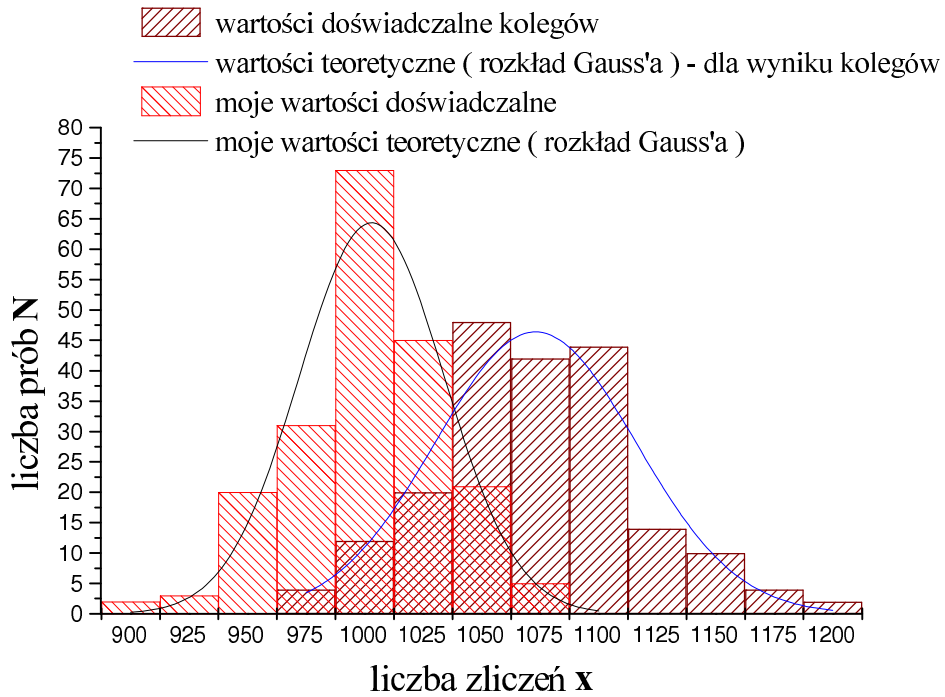
$\sigma = 31,4 \pm 1,6$

$\chi^2 \cong 7,89$  czyli  $P_{\nu=2}(\chi^2 > 7,89) \cong 0,019$  test  $\chi^2$  również potwierdza zgodność teorii z doświadczeniem



wyk.3 Wykres zależności liczby prób od liczby zliczeń ( teoretyczne przybliżenie rozkładem Gauss'a )

Porównanie z wynikami kolegów:



wyk.4 Wykres zależności liczby prób od liczby zliczeń ( teoretyczne przybliżenie rozkładów Gauss'a )

Jak widać doświadczenie, które wykonałem odniosło zamierzony skutek. Zostało poprawnie zaplanowane ( dobór intensywności promieniowania próbki ).

W porównaniu z kolegami uzyskałem lepsze wyniki w rozkładzie Gauss'a bliższe planowanej wartości ( ich wartość średnia wynosiła  $1072,6 \pm 3,0$  zliczeń, przy dyspersji  $42,7 \pm 2,1$  ). Wynikało to jednak, głównie z aktywności samych próbek. Moja, przy minimalnej odległości od okienka komórki G-M wymagała 13 sekund, aby nastąpiło ok. 1000 zliczeń. Próbka kolegów była aktywniejsza i ich układ rejestrował 1000 zliczeń w ciągu ok. 4 sekund.

Na poprzednich ćwiczeniach szacowaliśmy błąd związany z refleksem mierzącego na 0,2 sekundy. Widać, więc że przy tak różnych czasach pomiaru szybkość reakcji badaczy miała różny wpływ na wykonane pomiary ( na korzyść dłuższych pomiarów).

Ostatecznie należy stwierdzić, że chociaż obie zmierzone wartości są zgodne na poziomie  $3\sigma$ , ze sobą jak i z planowaną wartością, to na odstępstwa kolegów musiały złożyć się jeszcze inne istotne czynniki.