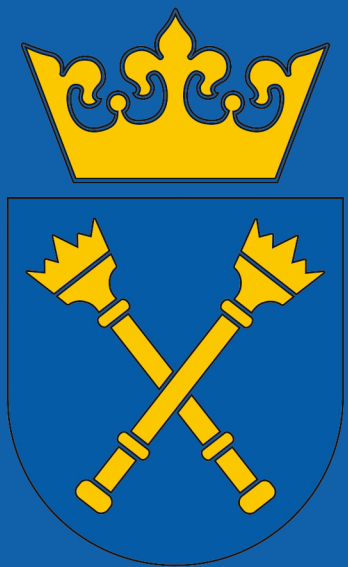
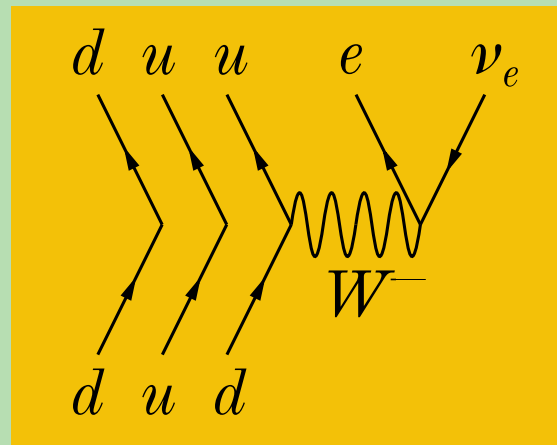


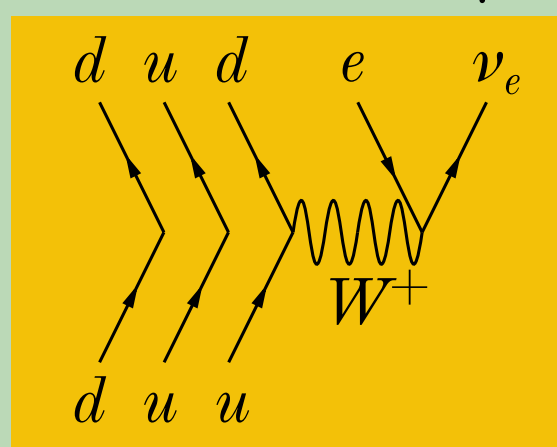
AUTOR:
Mikołaj PietrzyńskiOPIEKUN:
dr hab. Jacek Zejma

02

ROZPAD β^- Diagram Feynmana rozpadu β^- ma postać:

Jak widać, neutron rozpada się na proton, elektron i antyneutrino elektronowe

$$n \longrightarrow p + e + \bar{\nu}_e$$

za pośrednictwem bozonu W^- . Przykładowym źródłem promieniowania β^- jest izotop strontu ^{90}Sr .ROZPAD β^+ Diagram Feynmana rozpadu β^+ ma postać:

Jak widać, proton rozpada się na neutron, pozyton i neutrino elektronowe

$$p \longrightarrow n + \bar{e} + \nu_e$$

za pośrednictwem bozonu W^+ . Przykładowym źródłem promieniowania β^+ jest izotop sodu ^{22}Na .

STRESZCZENIE

Prezentujemy rezultaty obserwacji oraz analizy widma promieniowania β . W ramach omawianego eksperymentu, udało się potwierdzić, że widmo ma rozkład wielomianowy, oraz oszacować maksymalną energię rozpadu. Wynosi ona w przybliżeniu $2m$ dla strontu ^{90}Sr oraz $4m$ dla sodu ^{22}Na , gdzie m oznacza energię spoczynkową elektronu. Ponadto eksperyment zweryfikował słuszność dwóch możliwych przybliżeń funkcji Fermiego.

TEORIA FERMIEGO

Liczbę cząstek o energii należącej do przedziału ΔW , wypromieniowanych przez źródło w czasie T , zapisujemy jako

$$\mathcal{N}_T(\Delta W) = \text{int}[TM(\Delta W)],$$

gdzie funkcja int to część całkowita a M przyjmuje wartości ciągłe. Zakładamy, że

$$M(\Delta W) = \int_{\Delta W} N(W) dW.$$

Funkcję N nazywa się *prawdopodobieństwem emisji cząstki*. Dziedziną W jest przedział $[1, W_0]$, gdzie W_0 to energia maksymalna reakcji. *Stała rozpadu* jest równa $\lambda = M([1, W_0])$. W 1934 r. Fermi pokazał, że jeśli można zaniedbać oddziaływanie wyemitowanej cząstki z jądrem atomowym, to

$$N(W) = C p^2(W)(W_0 - W)^2,$$

gdzie C jest pewną stałą a W i p to odpowiednio energia i pęd wyemitowanej cząstki. Stosujemy układ jednostek, w którym prędkość światła oraz masa elektronu wynoszą 1. Na podstawie wzoru $W^2 = p^2(W) + 1$, dostajemy

$$(1) \quad N(W) = C(W^2 - 1)(W_0 - W)^2$$

Z tego wzoru wynika, że $\sqrt{N/p^2}$ powinien być liniową funkcją W . Aby uwzględnić możliwy wpływ powstałego jądra, dodajemy tzw. *funkcję Fermiego* $F(W, Z)$ (Z to liczba atomowa):

$$\sqrt{\frac{N(W)F(W, Z)}{p^2(W)}} = C(W_0 - W).$$

Na podstawie [1], można znaleźć wygodne przybliżenia funkcji $F(W, Z)$ w przypadku nierelatywistycznym. Dla strontu ^{90}Sr mamy

$$F(W, Z) = \sqrt{8.2372 + \frac{4.2458}{W - 1}}$$

zaś dla sodu ^{22}Na

$$F(W, Z) = \frac{k(W, Z)}{1 - e^{-k(W, Z)}},$$

gdzie

$$k(W, Z) = -2\pi\alpha Z/v,$$

v jest prędkością wypromieniowanych pozytonów natomiast α stałą struktury subtelnej.

WYNIKI

Na podstawie fitu prostej, udało się oszacować maksymalne energie rozpadu

$$W_0 = 1.88 \pm 0.41$$

dla strontu, oraz

$$W_0 = 4.35 \pm 0.20$$

dla sodu.

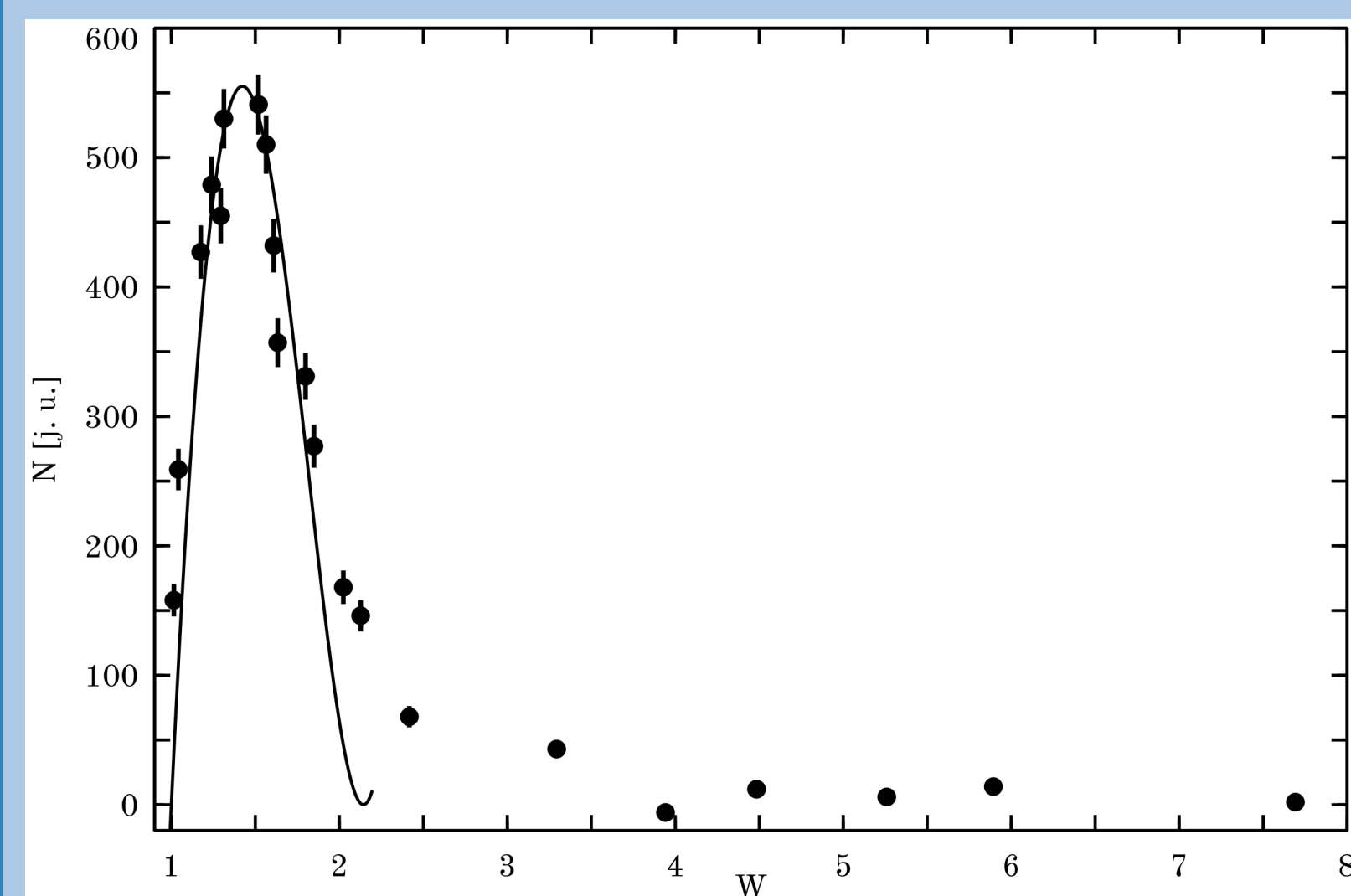
PODSUMOWANIE

Doświadczenie się udało. Oszacowanie maksymalnej energii rzpadu ma sens tylko z dokładnością do rzędu wielkości ale za to jakościowy opis zjawiska dokładnie odpowiada teorii.

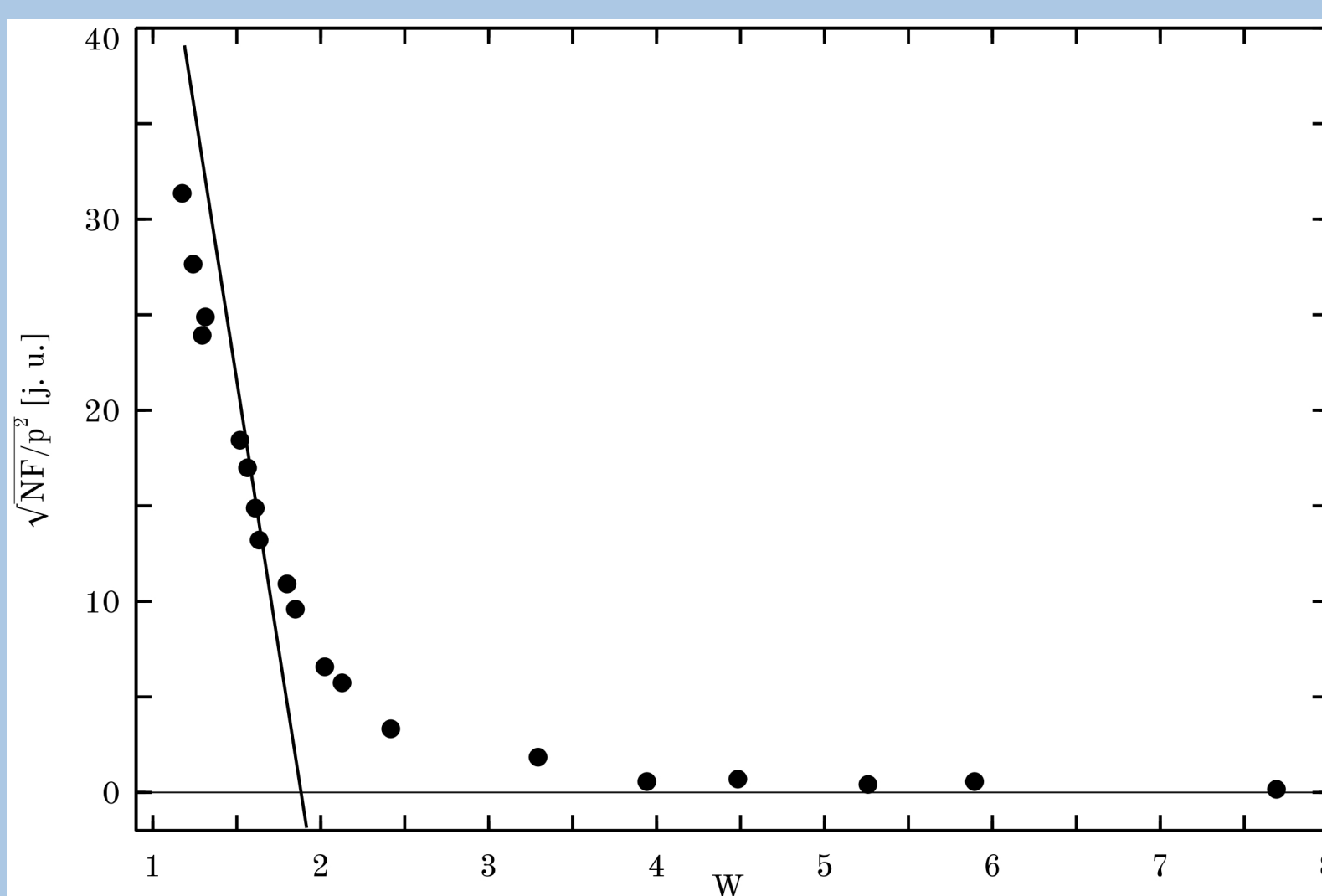
LITERATURA

[1] P. Venkataramaiah et all. *A simple relation for the Fermi function*. J. Phys. G: Nucl. Phys. 11359. 1985.

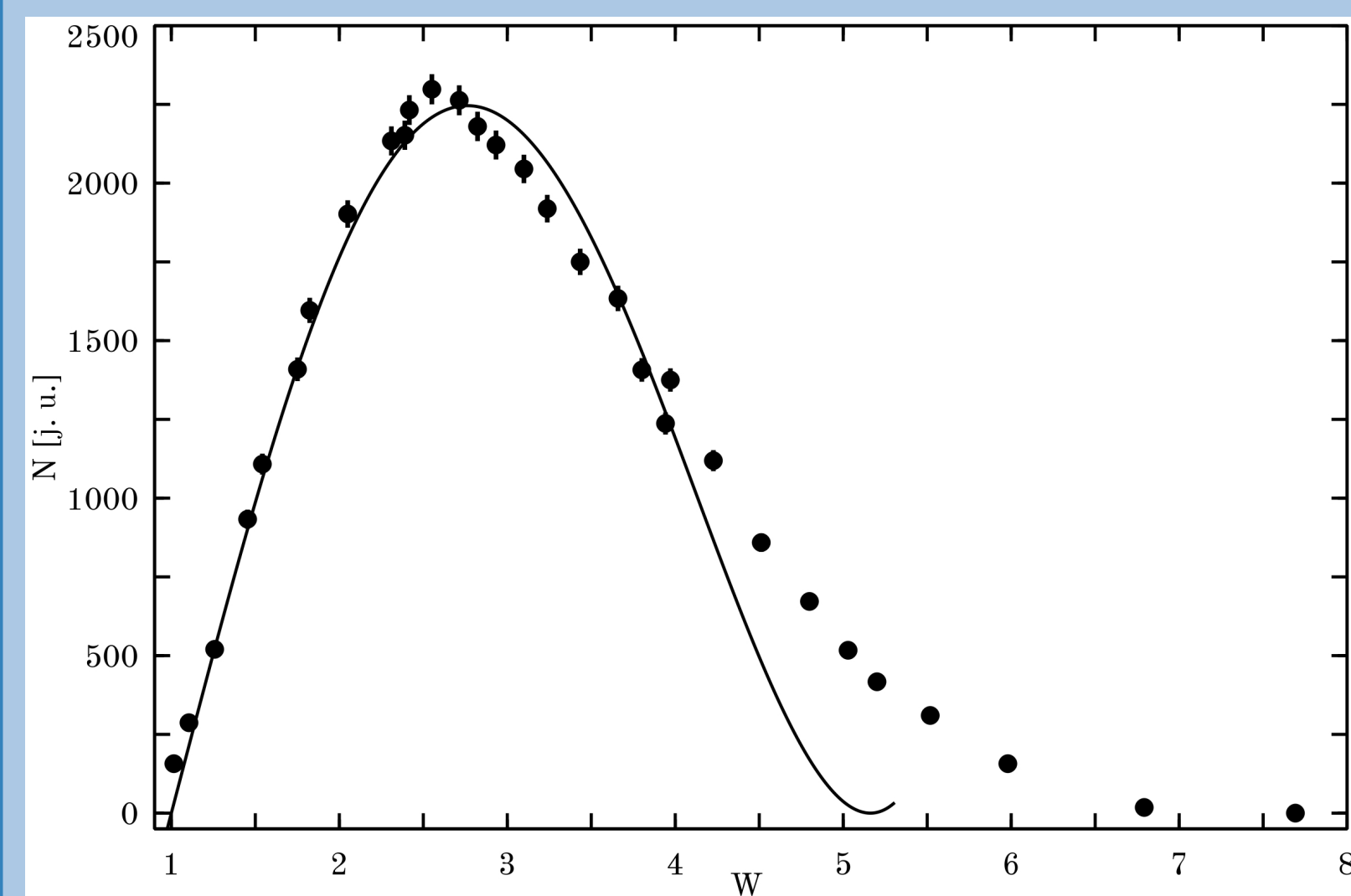
Wykres widma promieniowania β^- próbki izotopu strontu ^{90}Sr wraz z dopasowaną krzywą daną wzorem (1).



Wykres Kurie dla próbki strontu ^{90}Sr wraz z dopasowaną prostą w części liniowej.



Wykres widma promieniowania β^+ próbki izotopu sodu ^{22}Na wraz z dopasowaną krzywą daną wzorem (1).



Wykres Kurie dla próbki sodu ^{22}Na wraz z dopasowaną prostą w części liniowej.

