



UNIWERSYTET
JAGIELLOŃSKI
W KRAKOWIE

Wydział Fizyki,
Astronomii
i Informatyki
Stosowanej

II Pracownia
Fizyczna

XXIII Studencka Sesja Plakatowa

31.05-04.06.2021

plakat nr

16

autor:

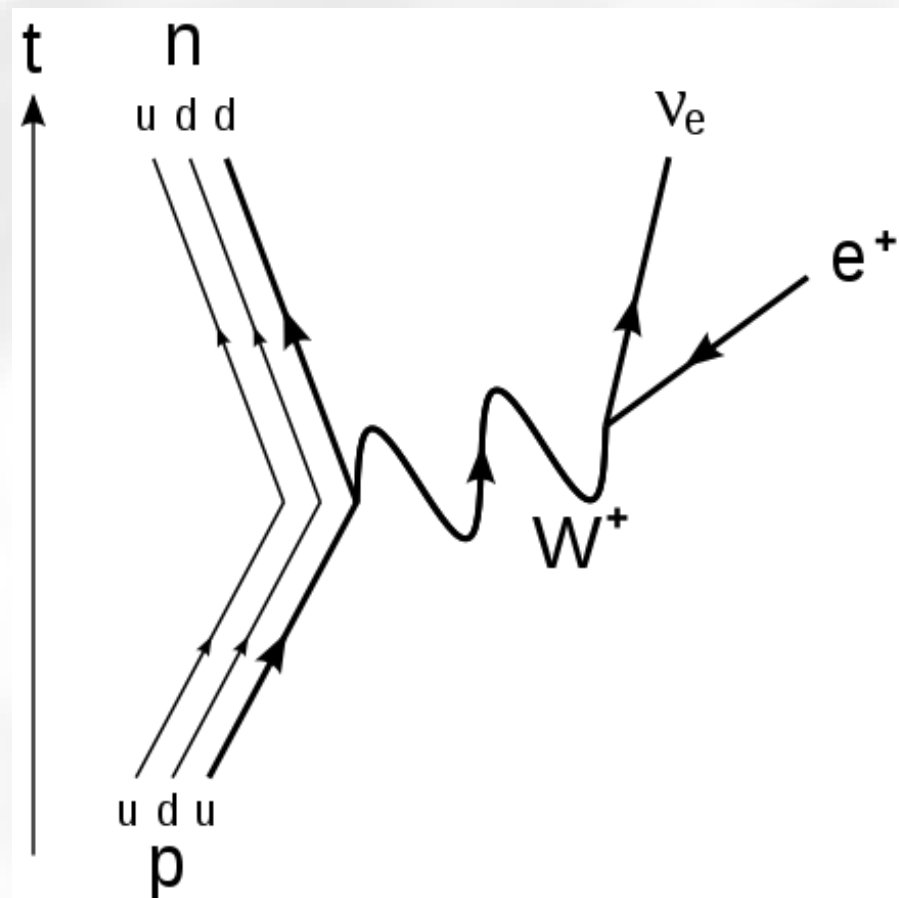
Jan Ferdyan

opiekun:

prof. dr hab
Andrzej Magiera

Liniowy model pozytonowego tomografu emisyjnego. Korelacje kierunkowe

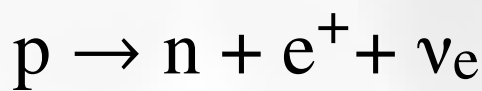
Rozpad pozytonowy β^+



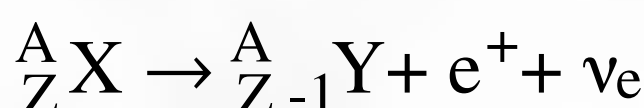
Rysunek 1: Diagram Feynmana
rozpadu β^+

Rozpad β^+ polega na zmianie protonu w neutron w jądrze nuklidu promieniotwórczego. Jądro na skutek rozpadu emituje pozyton e^+ oraz neutrina elektronowe ν_e , natomiast jeden z elektronów pierwotnego atomu przestaje być związany, ponieważ zmienia się ładunek jądra.

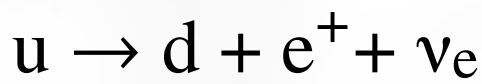
Schematy rozpadu kolejno na poziomach nukleonowym oraz jądrowym:



co odpowiada



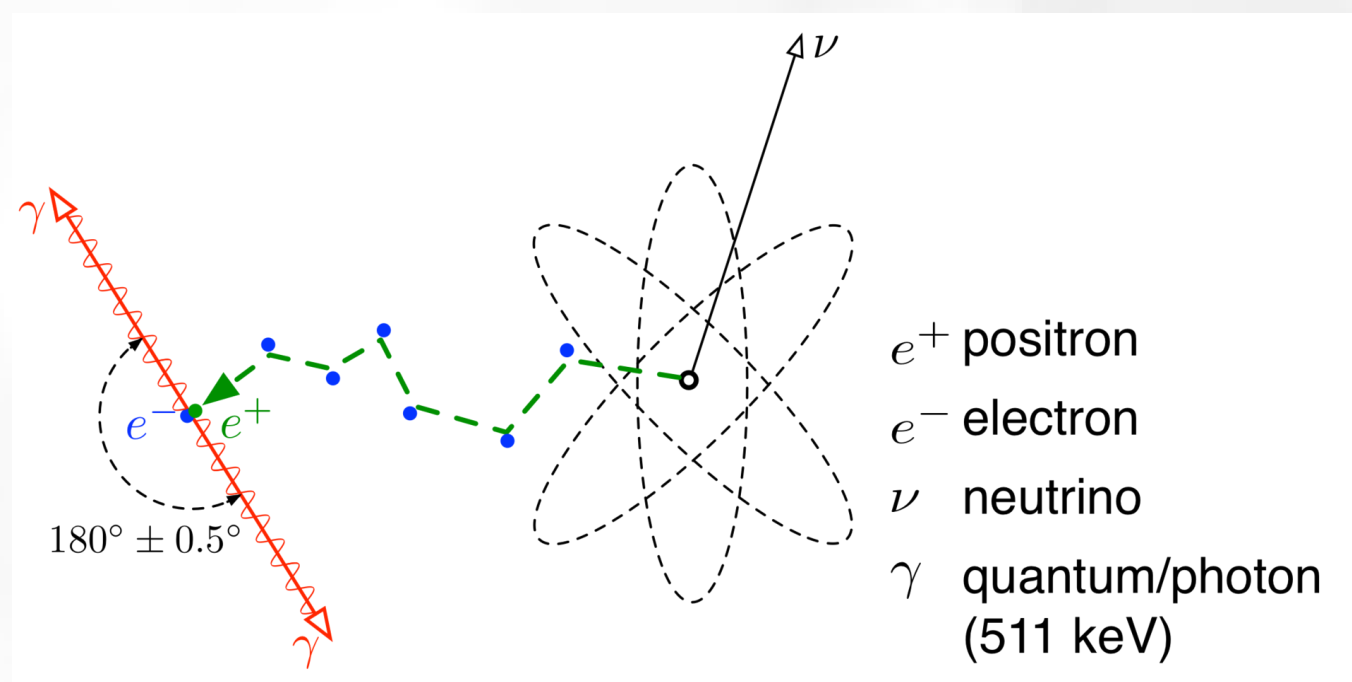
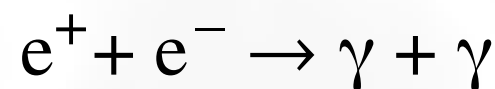
Na poziomie kwarków następuje przemiana kwarku górnego (u) w dolny (d) poprzez emisję wirtualnego bozonu pośredniczącego W^+ , który natychmiast rozpada się na pozyton oraz neutrina elektronowe.



Podczas omawianego rozpadu powstają trzy cząstki, co skutkuje ciągłym widmem energetycznym pozytonów.

Anihilacja elektron-pozyton

Powstały pozyton o dużej energii kinetycznej najpierw ją wytraca poprzez zderzenia z elektronami, a następnie po utracie znacznej części energii anihiluje z napotkanym elektronem. W wyniku anihilacji masa elektronu i pozytonu zamieniana jest na energię dwóch kwantów gamma, które w układzie środka masy anihilujących cząstek są emitowane współliniowo w przeciwnych kierunkach, ze względu na zasadę zachowania pędu. W układzie laboratoryjnym wystąpi odchylenie od kolinearności, z powodu ruchu układu środka względem aparatury pomiarowej. Odstępstwa te są jednak w naszym przypadku zanedbywalne. Schemat anihilacji:



Rysunek 2: Anihilacja elektron-pozyton w wyniku rozpadu β^+

Wyniki

Na podstawie przecięć linii LOR wyznaczono położenia źródeł promieniowania.

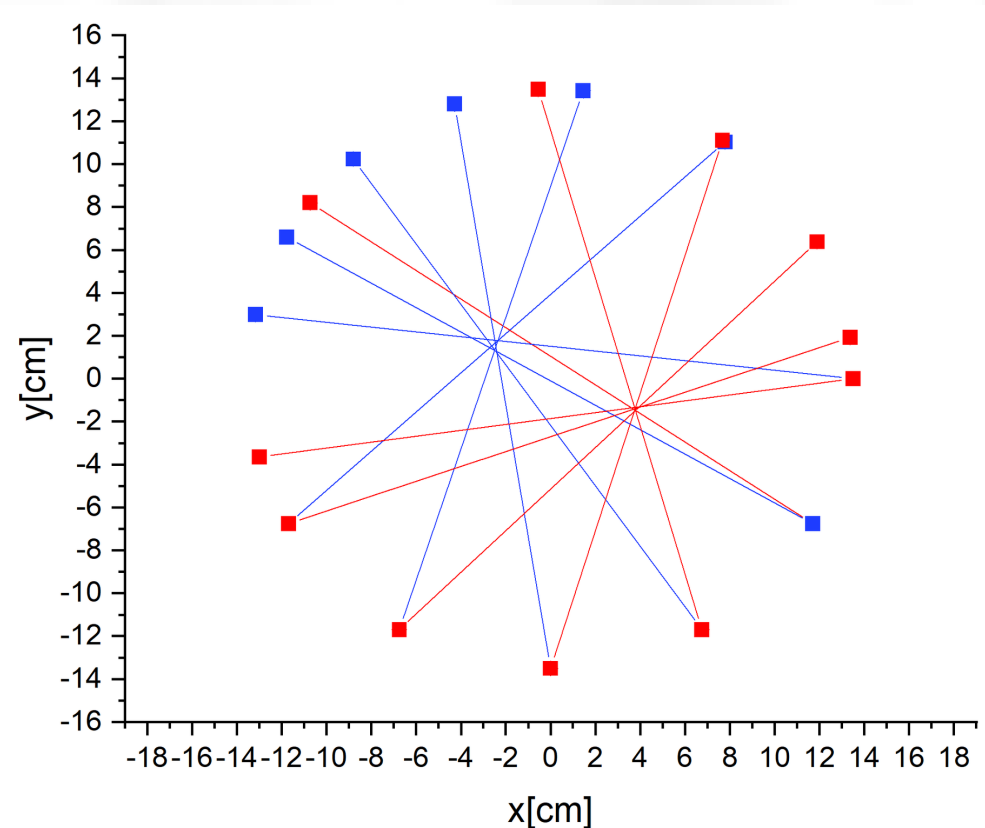
	Zmierzone [cm]	Wyznaczone [cm]
4D	(-0.75, 0.75)	$(-0.99 \pm 0.11, 0.15 \pm 0.12)$
7F	(3.75, -2.25)	$(3.39 \pm 0.23, -2.82 \pm 0.18)$
3C	(-2.25, 2.25)	$(-2.56 \pm 0.30, 1.56 \pm 0.24)$
7E	(3.75, -0.75)	$(3.80 \pm 0.11, -1.40 \pm 0.07)$

Tabela 1: Porównanie położenia źródeł zmierzonych i wyznaczonych

Położenia uzyskane metodą PET różnią się od położenia zmierzonych suwmiarką. Różnice zmierzonych i wyznaczonych metodą PET położenia wynikają najprawdopodobniej z faktu, że pudełko było lekko przesunięte. Dla współrzędnych pionowych po uśrednieniu przesunięcie wyniosło (0.63 ± 0.05) cm. Dla współrzędnych poziomych przesunięcie natomiast wyniosło po uśrednieniu (0.30 ± 0.06) cm. Przesuwając więc zmierzone suwmiarką położenia o wektor $(-0.63, -0.30)$ cm otrzymano

	Zmierzone [cm]	Wyznaczone [cm]
4D	(-1.05, 0.12)	$(-0.99 \pm 0.11, 0.15 \pm 0.12)$
7F	(3.45, -2.88)	$(3.39 \pm 0.23, -2.82 \pm 0.18)$
3C	(-2.55, 1.62)	$(-2.56 \pm 0.30, 1.56 \pm 0.24)$
7E	(3.45, -1.38)	$(3.80 \pm 0.11, -1.40 \pm 0.07)$

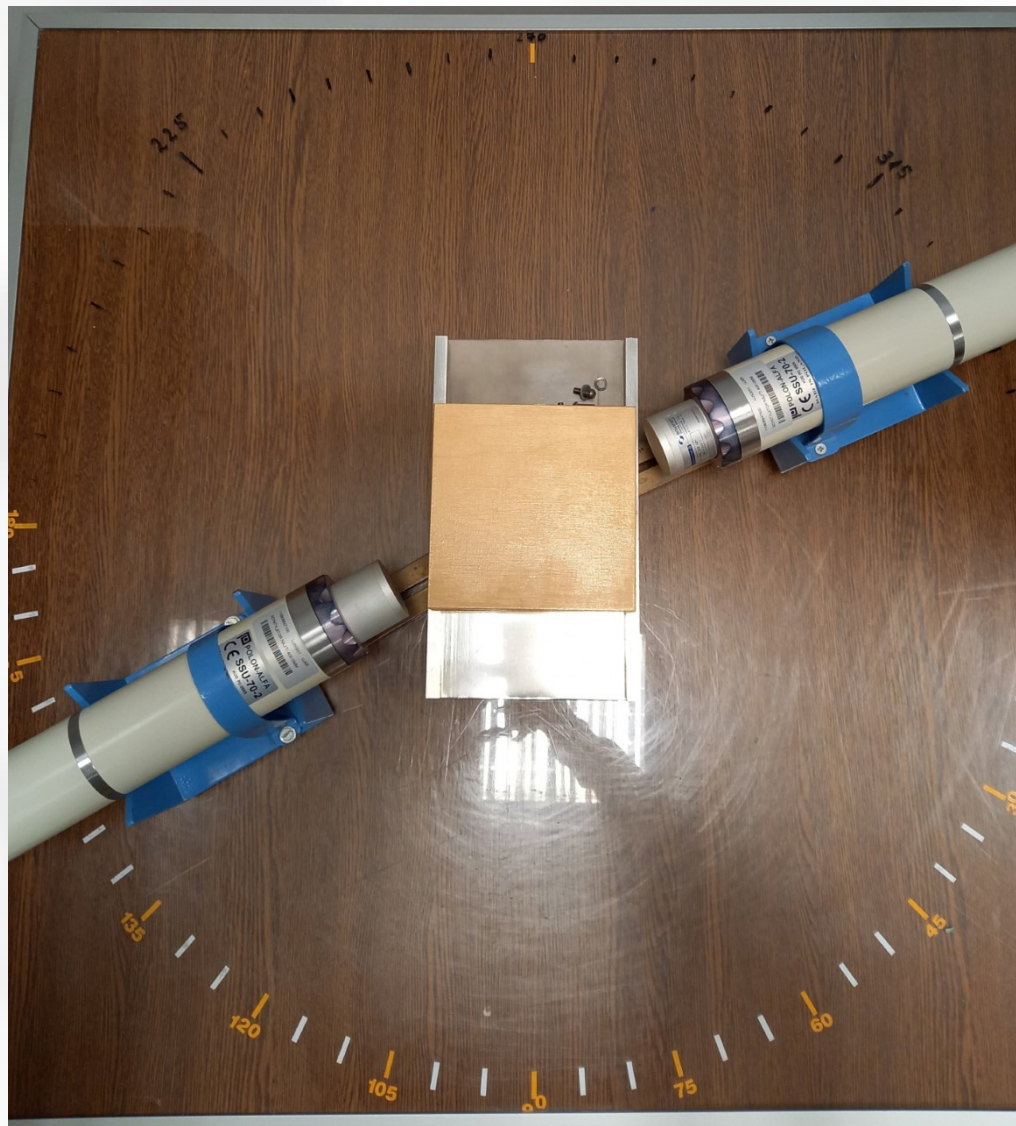
Tabela 2: Porównanie położenia źródeł zmierzonych i wyznaczonych po przesunięciu środka układu współrzędnych



Rysunek 5: Położenia detektorów dla maksimum rozkładów z liniami LOR dla dwóch źródeł

Idea PET

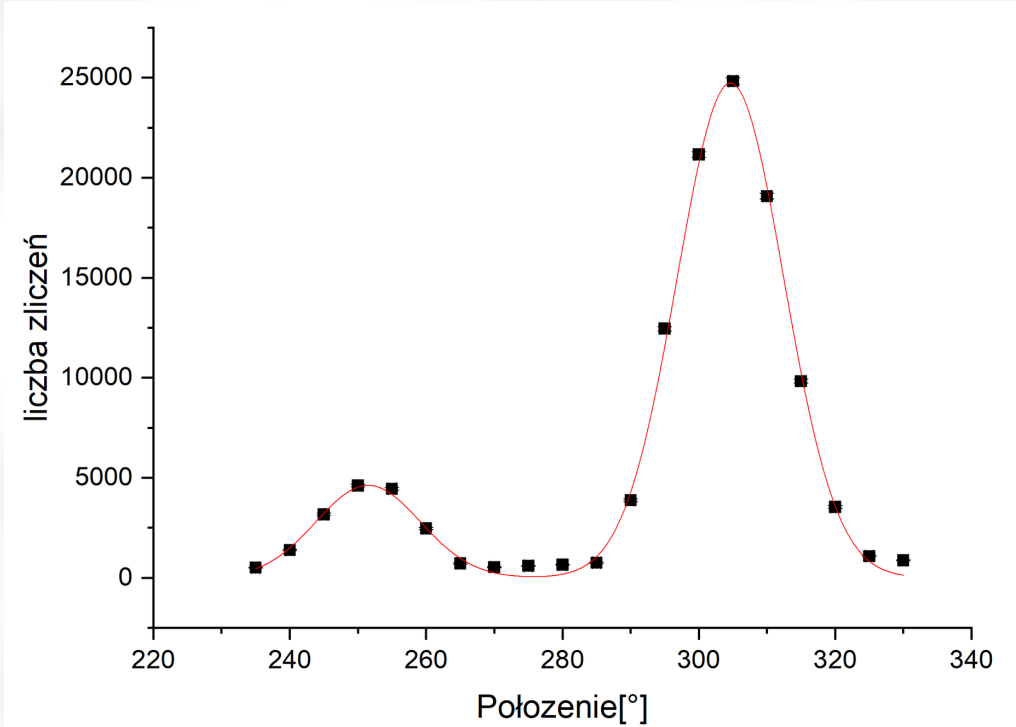
Celem pozytonowej tomografii emisyjnej jest wyznaczenie miejsca anihilacji, wyemitowanego w skutek rozpadu β^+ , pozytonu. Gdy dwa wyemitowane na skutek anihilacji fotony zostaną zarejestrowane w koincydencji (jednocześnie), miejsce anihilacji wyznaczane jest jako punkt leżący na linii odpowiedzi zwanej również LOR (line of response). Przecięcie wielu takich LOR pozwala na określenie miejsca anihilacji.



Rysunek 3: Układ doświadczalny - detektory oraz pudełko ze źródłem promieniowania

Pomiary

Na początku zmierzono odległości między sąsiednimi położeniami w pudełku oraz odległości środków liczników scyntylacyjnych od środka pudełka. Następnie zmieniano położenie jednego z detektorów przy ustalonym położeniu drugiego i mierzono liczbę zliczeń w przedziale czasowym 100s. W ten sposób na podstawie funkcji Gaussa dopasowanych do punktów pomiarowych (zależność liczby zliczeń od położenia ruchomego detektora) wyznaczano położenie maksimum rozkładu. Tak wyznaczano linie LOR, których przecięcie wyznacza położenie źródła promieniowania.



Rysunek 4: Wykres przedstawiający liczbę koincydencji w zależności od położenia kąowego ruchomego detektora wraz z dopasowaną sumą funkcji Gaussa