

Podsumowanie

Głównym celem pracy jest opracowanie nowego modelu przekroju czynnego dla produkcji pojedynczego pionu w oddziaływaniach neutrin. Motywacją jest użycie go w symulacji Monte Carlo w eksperymencie T2K w celu uzyskania dokładnych pomiarów oscylacji neutrin. Obecny model (Reina-Sehgal) wykorzystywany w generatorze NEUT nie jest zadowalający. Szczególnie brakuje w nim wiarygodnego modelu reakcji nierezonansowych i ich interferencji z oddziaływaniami rezonansowymi. Poza tym model nie jest w pełni zaimplementowany dla rozkładu kąтового i dla uproszczenia zawiera tylko rezonans Δ . Dlatego też model produkcji pojedynczego pionu w programie NEUT nie jest wystarczająco skuteczny. W tej pracy wprowadzono pełny model zawierający wszystkie efekty, aby uzyskać lepszy opis oddziaływań.

Model zaproponowany w pracy (nazywany modelem MK) składa się z reakcji z i bez rezonansu, przy czym uwzględniono efekty interferencji między wszystkimi rezonansami, jak również wkład nierezonansowy. W rozdziale 2 wprowadzono formalizm obliczeń dla amplitud skrętności. Został on opisany w literaturze [8, 9] przy zaniedbaniu masy leptonu, w tym rozdziale pracy została ona natomiast uwzględniona. Przedstawiono także pełny przekrój różniczkowy w języku amplitud skrętności, wraz z dyskusją rozkładów kątowych. W rozdziale 3 obliczono amplitudy skrętności w modelu RS [7] dla reakcji rezonansowej i modelu HNV [10] w odniesieniu do oddziaływań nierezonansowych. Dla obliczeń z rezonansem zastosowano ideę z odnośnika [9]. Model MK ma odpowiedni format przystosowany do użycia w generatorach oddziaływań neutrin.

Opis reakcji rezonansowej zawiera aksjalny współczynnik kształtu z dwoma nieznanymi parametrami, których najlepsze wartości uzyskano z dopasowania do danych z komór pęcherzykowych. Ustalając parametry w obliczaniu przekroju czynnego, uzyskano wartości liczbowe różniczkowego przekroju czynnego, możliwe do porównania z danymi z komór pęcherzykowych zawierających lekkie jądra-tarce. Lepsza zgodność modelu MK z danymi w porównaniu z NEUT5.3.6 (zwłaszcza w przypadku antyneutrin), przedstawiona w rozdziale 4, potwierdziła, że nowy model spełnia swoją funkcję i w następnych analizach T2K pozwoli prawdopodobnie zmniejszyć błąd systematyczny.

Pełny różniczkowy przekrój czynny otrzymany na podstawie modelu MK, został zaprogramowany i wprowadzony do generatora NEUT dla wszystkich kanałów CC i NC oddziaływań (anty)neutrin. W rozdziale 5 porównano różne różniczkowe przekroje czynne przewidywane przez NEUT 5.3.6 (model RS) i NEUT z modelem MK. Porównań dokonano dla kilku kanałów na swobodnym nukleonie oraz kilku próbek na tarczy CH, obserwując wyraźne rozbieżności w kształcie i normalizacji. Różnice są znaczące dla kinematyki mezonu π ze względu na efekty interferencji i uproszczoną implementację (dla kątów emisji pionu) modelu RS w obecnym generatorze NEUT.

Model MK został z powodzeniem zakodowany i umieszczony w programie NEUT, zostały też przeprowadzone wszystkie niezbędne testy, jak opisano w rozdziale 5, i jest obecnie gotowy do wykorzystania w przyszłych analizach T2K. Są jednak jeszcze inne testy, które należy wykonać w ramach współpracy T2K, w szczególności wolne parametry modelu MK muszą być dopasowane do innych dostępnych danych dotyczących produkcji pojedynczych mezonów π . Będzie to prowadzone z użyciem oprogramowaniem T2K, tak jak zostało to zrobione wcześniej dla obecnie używanych modeli w programie NEUT.

W rozdziale 6 zaprezentowano pierwsze porównania pomiędzy przewidywaniami NEUT z modelem RS (NEUT 5.3.6) a modelem MK oraz obecnymi danymi dla tarcz jądrowych. Wyniki pokazują, że rozbieżności między modelami są wyraźnie widoczne nawet po uwzględnieniu efektów jądrowych i cięć kinematycznych. Wartość χ^2 w poszczególnych porównaniach pokazuje lepszą zgodność modelu MK z danymi z eksperymentów T2K i MINERvA.