

Streszczenie

Praca opisuje pomiar podwójnie różniczkowego przekroju czynnego na produkcję pojedynczego π^- w oddziaływaniu $\bar{\nu}_\mu$ w materiale scyntylacyjnym. Wynik jest przedstawiony w funkcji zmiennych kinematycznych mionu, tj. w pędzie i cosinusie kąta emisji mionu względem osi wiązki neutrin ($p_\mu, \cos\theta_\mu$). Dane pomiarowe zostały zebrane w ND280 - bliskim detektorze eksperymentu T2K - podczas działania wiązki w trybie $\bar{\nu}_\mu$ w latach 2014-2018. Zgromadzone dane odpowiadają statystyce ok. 8.46×10^{20} protonów na tarczę.

T2K jest eksperymentem neutrinowym z długą bazą, którego głównym celem jest badanie oscylacji neutrin. Pomiar przekrojów czynnych na oddziaływania neutrin w przedziale energii od kilkuset MeV do kilku GeV przyczyniają się do lepszego oszacowania niepewności systematycznych w analizie oscylacyjnej. Produkcja pojedynczego naładowanego pionu jest ważnym kanałem oddziaływania dla tej skali energii.

Selekcja przypadków sygnału opiera się na rekonstrukcji toru μ^+ i π^- w ND280 z wierzchołkiem oddziaływania w poddetektorze scyntylacyjnym FGD1. Optymalizację selekcji i oszacowanie błędów systematycznych wykonano przy pomocy symulacji Monte Carlo opartych na generatorze NEUT v5.4.0. Do obliczenia przekroju czynnego wzięto strumień neutrin scałkowany po całym przedziale energii. Końcowy wynik podano w ograniczonej przestrzeni fazowej kinematyki wyprodukowanego mionu i pionu. Na podstawie podwójnie różniczkowego przekroju czynnego wyznaczono różniczkowy przekrój czynny w p_μ (scałkowany po kącie) oraz w $\cos\theta_\mu$ (scałkowany po pędzie), a także całkowity przekrój czynny (scałkowany po całej przestrzeni fazowej), który wynosi:

$$\sigma_{total} = (1.002 \pm 0.277[\text{stat+syst}] \pm 0.123[\text{stat}]) \times 10^{-40} \text{ cm}^2 \text{ na nukleon}$$

dla mionu w przedziale $200 \text{ MeV}/c < p_\mu < 30000 \text{ MeV}/c, \cos\theta_\mu > 0.74$

i pionu w przedziale $100 \text{ MeV}/c < p_\pi < 3000 \text{ MeV}/c, \cos\theta_\pi > 0.32$.

Uzyskany wynik jest zgodny z przewidywaniami NEUT v5.4.0 dla produkcji pojedynczego π^- , opartymi na modelu Reina-Sehgal dla oddziaływań rezonansowych i modelu Reina-Sehgal z poprawkami Bergera-Sehgal dla oddziaływań koherentnych. Wynik pomiaru jest wyraźnie niższy od przewidywań GENIE v2.8.0, gdzie poprawki Bergera-Sehgal nie były zastosowane.