

STUDY OF PION PRODUCTION IN ν_μ INTERACTIONS ON ^{40}Ar IN DUNE USING GENIE AND NuWro EVENT GENERATORS

H. R. Sharma^{a,1}, *S. Nagu*^{b,2}, *J. Singh*^{b,3}, *R. B. Singh*^{b,4}

^a Department of Physics, University of Jammu, Jammu, India

^b Department of Physics, University of Lucknow, Lucknow, India

The study of pion production and the effects of final state interactions (FSI) are important for data analysis in all neutrino experiments. For energies at which current neutrino experiments are being operated, a significant contribution to pion production is made by resonance production process. After its production, if a pion is absorbed in the nuclear matter, the event may become indistinguishable from quasi-elastic scattering process and acts as a background. The estimation of this background is very essential for oscillation experiments and requires good theoretical models for both pion production at primary vertex and after FSI. Due to FSI, the number of final state pions is significantly different from the number produced at primary vertex. As the neutrino detectors can observe only the final state particles, the correct information about the particles produced at the primary vertex is overshadowed by FSI. To overcome this difficulty, a good knowledge of FSI is required which may be provided by theoretical models incorporated in Monte Carlo (MC) neutrino event generators. They provide theoretical predictions of neutrino interactions for different experiments and serve as a bridge between theoretical models and experimental measurements. In this work, we present simulated events for two different MC generators — GENIE and NuWro, for pion production in $\nu_\mu\text{CC}$ interactions on ^{40}Ar target in the DUNE experimental setup. A brief outline of theoretical models used by generators is presented. The results of pion production are presented in the form of tables showing the occupancy of primary and final state pion topologies with 100% detector efficiency and with detection thresholds on pion kinetic energy. We observe that NuWro (v-19.02.2) is more transparent (less responsive) to absorption and charge exchange processes as compared to GENIE (v-3.00.06), pions are more likely to be absorbed than created during their intranuclear transport, and there is a need to lower the detection thresholds on pion kinetic energy to improve detector efficiency for better results.

Изучение образования пионов и эффектов взаимодействия в конечном состоянии (ВКС) важно для анализа данных во всех экспериментах с нейтрино. Для энергий, при которых проводятся современные нейтринные эксперименты, существенный вклад в рождение пионов вносит процесс резонансного рождения. После его образования, если пион поглощается

¹E-mail: hansraj77sharma@gmail.com

²E-mail: srishtinagu19@gmail.com

³E-mail: singh.jyotsnalu@gmail.com

⁴E-mail: rajendrasinghrb@gmail.com

ядерной материей, событие может стать неотличимым от процесса квазиупругого рассеяния и играть роль фона. Оценка этого фона очень важна для экспериментов с осцилляциями и требует хороших теоретических моделей рождения пионов как в первичной вершине, так и после ВКС. Из-за ВКС количество пионов в конечном состоянии значительно отличается от числа, созданного в первичной вершине. Поскольку детекторы нейтрино могут наблюдать только частицы в конечном состоянии, правильная информация о частицах, рожденных в первичной вершине, затмевается ВКС. Чтобы преодолеть эту трудность, требуется хорошее знание ВКС, которое может быть обеспечено теоретическими моделями, включенными в Монте-Карло (МС) генераторы нейтринных событий. Они обеспечивают теоретические предсказания взаимодействий нейтрино для различных экспериментов и служат мостом между теоретическими моделями и экспериментальными измерениями. В работе мы представляем смоделированные события для двух разных генераторов МС — GENIE и NuWro, для образования пионов в ν_μ СС-взаимодействиях на мишени ^{40}Ar в экспериментальной установке DUNE. Представлен краткий обзор теоретических моделей, используемых генераторами. Результаты рождения пионов приведены в виде таблиц, показывающих заселенность первичных и конечных топологий пионов со 100%-й эффективностью детектора и с порогами обнаружения по кинетической энергии пиона. Мы наблюдаем, что NuWro (v-19.02.2) более прозрачен (менее восприимчив) к процессам поглощения и перезарядки по сравнению с GENIE (v-3.00.06), пионы скорее поглощаются, чем создаются, при их внутриядерном транспорте, и необходимо снизить пороги обнаружения кинетической энергии пиона, чтобы повысить эффективность детектора и получить лучшие результаты.

PACS: 13.15.+g

Received on June 2, 2022.