

Исследование возможностей метода активной мишени по определению поляризуемостей протона и нейтрона

Saturday 5 July 2025 18:00 (20 minutes)

Исследование рассеяния гамма-квантов (комптоновского рассеяния) на нуклонах позволяет определить одну из фундаментальных характеристик нуклона — поляризуемость, которая имеет две составляющие: электрическую и магнитную, характеризующие отклик нуклона на действие внешних электрических и магнитных полей. Поляризуемости протона и нейтрона можно определить при измерении зависимостей дифференциальных сечений комптоновского рассеяния на водороде (дейтерии, гелии) от энергии ($E\gamma$) и угла рассеяния фотонов ($\theta\gamma$) [1]. В НИЦ «Курчатовский институт» –ПИЯФ был разработан новый метод исследования этого процесса с использованием активной мишени, которая одновременно является газовой мишенью и детектором частиц отдачи [2].

Точность определения параметров поляризуемости определяется статистическими и систематическими ошибками эксперимента. Влияние ошибок измерения сечений комптоновского рассеяния на точность измерения поляризуемостей нуклона было проведено с помощью моделирования сечений методом Монте-Карло. Исследование показало преимущество экспериментов с активными мишенями –точность определения величин поляризуемости выше, для α в 4 и для β в 3 раза по сравнению с последними наиболее точными данными [3], за счет проведения одновременной регистрации как рассеянных фотонов, так и частиц отдачи.

Также для подготовки предложения по проведению эксперимента было проведено моделирование установки с помощью пакета программ Geant4 [4]. Моделировалось падение пучка электронов на вольфрамовую мишень-радиатор толщиной 1 мм, в результате чего был получен спектр тормозного излучения в диапазоне энергий 20-100 МэВ и интенсивностью $2 \cdot 10^{11} \text{ с}^{-1}$. Для заданной геометрии двух анодных плоскостей ионизационной камеры, состоящих из 15 анодных сегментов, расположенных под углом 45 градусов, и 12 сегментов, расположенных под углом 22 градуса, были смоделированы сигналы от протонов отдачи, возникающих на определенном аноде, и оценен уровень шумов. Основные шумы связаны с взаимодействием высоко интенсивного ($2 \cdot 10^{11} \text{ с}^{-1}$) пучка гамма-квантов с рабочим газом ионизационной камеры. Моделирование подтвердило возможность надежной регистрации сигналов от частицы отдачи с энергией выше 1 МэВ.

1. V.A. Petrun'kin, Sov. J. Part. Nucl., №12. С. 278 (1981)
2. O. Yevetska, S. Watzlawik, J. Ahrens, G.D. Alkhazov, V.P. Chizhov, E.M. Maev et al. New experimental method for investigation of the nucleon polarizabilities, Nuclear instruments and methods, A 618, (2010)
3. E. Mornacchi et al., Measurement of Compton scattering at MAMI for the extraction of the electric and magnetic polarizabilities of the proton, Phys. Rev. Lett., 128:132503, (2022)
4. Agostinelli et al., Geant4 –A Simulation Toolkit, Nuclear instruments and methods, A 506, (2003)

Primary authors: ДЗЮБА, Алексей ((1. Санкт-Петербургский государственный университет). (2. Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова НИЦ «Курчатовский институт»)); АРУТЮНОВА, Анастасия (Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова НИЦ «Курчатовский институт»); МАЕВ, Евгений Михайлович (Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова НИЦ «Курчатовский институт»)

Presenter: АРУТЮНОВА, Анастасия (Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова НИЦ «Курчатовский институт»)

Session Classification: 9. Poster Session

Track Classification: Section 3. Modern methods and technologies of nuclear physics.