**Комптоновское рассеяние поляризованных фотонов**

**Суранович И.В.**

студент

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,физический факультет, Москва, РоссияE–mail: suranovich.iv20*@physics.msu.ru*

Запутанность – явление квантового мира, в общих чертах известное множеству людей, порой даже весьма далёких от физики. Уже много лет оно регулярно обсуждается популяризаторами науки и упоминается в художественных произведениях, затрагивающих тематику квантовой физики. Однако, несмотря на столь высокий и длительный интерес публики, корректного строгого определения квантовой запутанности, применимого к релятивистским энергиям, пока так и не появилось. Эмпирическое понимание явления, как взаимосвязи квантовых состояний двух или более объектов, существует давно, но не известны ни причины, ни механизм этой связи, ни даже границы ее проявления. Причины этого лежат как в сложности постановки и проведения эксперимента, способного пролить на это свет, так и в отсутствии практической потребности в таких исследованиях до недавнего времени. Но развитие информационных технологий, квантовой оптики, появление современных спутников, передающих информацию посредством фотонов на десятки тысяч километров, а также рост качества измерений корреляций квантовых состояний на ускорителях частиц в последние годы позволили начать задумываться об ответах на эти вопросы.

В 2019 году были опубликованы сразу две теоретические работы1,2, исследующие комптоновское рассеяние на покоящемся электроне запутанных фотонов и, в частности, возможность сохранения запутанности этих фотонов в таком процессе. Особый интерес вызывает то, что выводы, к которым приходят соответствующие научные группы, диаметрально противоположны: из первой1 следует, что запутанное состояние после рассеяния перестанет существовать, а из второй2, напротив, что сохранится. Разрешить это противоречие попыталась в 2022 году экспериментально научная группа из ИЯИ РАН3, исследовав комптоновское рассеяние запутанных фотонов, полученных при аннигиляции позитрония. Однако предварительные результаты эксперимента однозначного ответа не дают, порождая в то же время новые вопросы.

В попытке подойти ближе к решению данная работа ставит целью осуществить независимую проверку результатов статей1,2, выведя используемые в них формулы для сечения комптоновского рассеяния запутанных фотонов релятивистских энергий, фигурирующие в процессе. Для этого используется пакет программ FeynCalc для системы компьютерной алгебры Wolfram Mathematica, позволяющий с большим удобством производить символьные вычисления диаграмм Фейнмана и алгебраические вычисления в квантовой теории поля и физике элементарных частиц. В текущей работе с помощью пакета FeynCalc получены сечения комптоновского рассеяния фотонов различного типа поляризаций. В дальнейшем планируется обобщение вычислений на случай запутанного начального состояния двух фотонов.

**Литература**

1. Hiesmayr B. C., Moskal P. Witnessing entanglement in compton scattering processes via mutually unbiased bases //Scientific reports. – 2019. – Т. 9. – №. 1. – С. 8166.
2. Caradonna P. et al. Probing entanglement in Compton interactions //Journal of Physics Communications. – 2019. – Т. 3. – №. 10. – С. 105005.
3. Ivashkin A. et al. Testing Entanglement of annihilation photons/ *Sci Rep* **13**, 7559 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-34767-8> //arXiv preprint arXiv:2210.07623. – 2022.