# Переріз пружного процесу електрон-протонного розсіяння з урахуванням випромінювання м'яких фотонів

*Зацаринна К.С. (науковий керівник – проф. Мєрєнков М.П.)*

В нещодавно проведених експериментах з дослідження енергетичних рівнів мюона в мюонному водні виявилось, що радіус протона приблизно на 5% менше, ніж його радіус, отриманий в більш ранніх експериментах із вивчення енергетичних рівнів електрона у водні й експериментах з розсіяння електронів на протонах [1]. У моїй роботі проводиться розрахунок перерізу електрон-протонного розсіяння з урахуванням випромінювання м'яких фотонів.

У першій частині роботи проводиться розрахунок перерізу розсіяння в нижньому наближенні теорії збуджень без урахування радіаційних поправок [2]. Матричний елемент розсіяння, а саме його адронна частина включає електричний і магнітний форм-фактори протона, які можуть бути отримані при вимірюванні диференційного перерізу розсіяння при різних переданих енергіях та кутах розсіяння. З отриманих форм-факторів й вираховується радіус протона [3-4].

У другій частині розраховується поправка до перерізу за рахунок випромінювання м'яких фотонів. М'які фотони - це фотони, енергія яких менша ніж мінімальна енергія, яку може зареєструвати вимірювальний пристрій. У процесі інтегрування для того, щоб позбутися інфрачервоної розбіжності м'якому фотону надається фіктивна маса. У кінцевому ж виразі для поправки фіктивна маса фотона повинна бути відсутня, але для її повного виключення необхідно також обчислити поправку до перерізу за рахунок випромінювання жорстких фотонів. Для обчислення інтерференційних доданків, які виникають при випромінюванні фотона двома частинками, був використаний метод інтегрування ‘т Гофта та Вельтмана.

Неврахування радіаційних поправок до перерізу електрон-протонного розсіяння – це лише одна із гіпотез, чому виникає розходження між радіусами, отриманими в експериментах з електрон-протонним розсіянням та з мюонним воднем. При цьому зробити свій внесок до вирівнювання результатів, окрім м’якої поправки, можуть ще поправки за рахунок випромінювання жорстких фотонів, двох або багато фотонний обмін [5]. Питання про узгодження протонних радіусів залишається відкритим.

**Список літератури:**

1. Carl E. Carlson The Proton Radius Puzzle - 18.02.2015. Greiner Reinhardt Quantum Electrodynamics third edition/ https://arxiv.org/pdf/1502.05314.pdf
2. W.Greiner J.Reinhardt - ISBN 3-540- 44029-1 3rd Edition Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York
3. А.И.Ахиезер М.П.Рекало Электродинамика Адронов /А.И.Ахиезер М.П.Рекало - Киев, “Наукова думка”, 1977
4. C. F. Perdrisat, V. Punjabi, M. Vanderhaeghen - Nucleon Electromagnetic Form Factors, Prog.Part.Nucl.Phys.59:694-764, 2007 https://arxiv.org/pdf/hep-ph/0612014.pdf
5. J. Arrington, P. G. Blunden, W. Melnitchouk - Review of two-photon exchange in electron scattering. - 23.07.2011. - https://arxiv.org/pdf/1105.0951.pdf