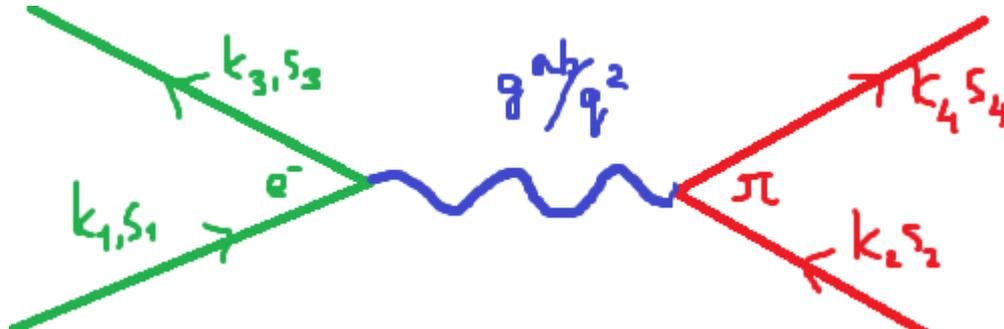


Никитин: Сниму-ка я, пожалуй, кофту, а то в аудитории потеплело от жаркой работы студентов, пишущих билет! Так что экзамены во всех университетах лучше проводить зимой, чтобы согреться.

Хочется поговорить про античастицы.

Рассмотрим две реакции:

$e^- \pi^- \rightarrow e^- \pi^-$ и $e^- e^+ \rightarrow \pi^- \pi^+$. Первую мы уже считали. Её диаграмма Фейнмана:



Велик соблазн сказать, что это и диаграмма для второй реакции. Но тогда у них и сечение одинаковое получится - хотя это (очевидно!) разные реакции. Как так вышло?

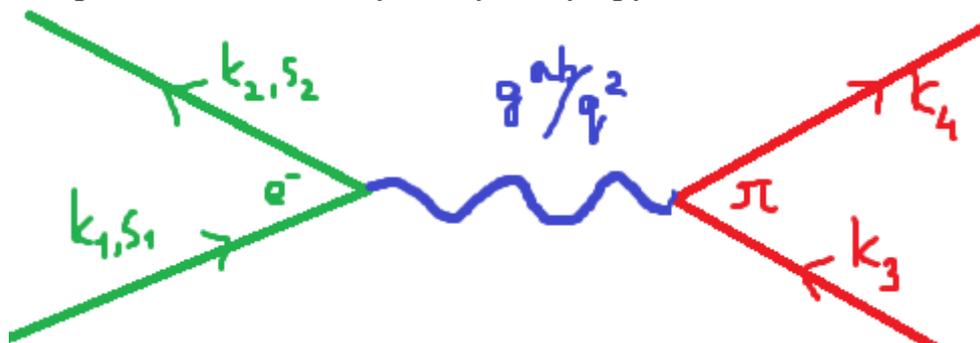
Диаграммы получились одинаковые, потому что одно из правил Фейнмана –

«**античастица на диаграмме Фейнмана** – это частица **наоборот**». Поэтому на диаграмме Фейнмана поглощение позитрона заменяется на излучение электрона, а излучение π^+ - поглощением π^- .

Тем не менее, сечения различны – потому что **с точки зрения**

КИНЕМАТИКИ античастицы – те же частицы (а вовсе не частицы «наоборот»). Они не «летят назад во времени», они ведут себя как обычные частицы.

К чему это приводит? К тому, что для реакции с античастицами $e^- e^+ \rightarrow \pi^- \pi^+$ диаграмма Фейнмана будет чуточку другая:



Что изменилось? Нумерация частиц! Вторая стала третьей и наоборот. Я это сделал, т.к. k_1, k_2 я традиционно обозначаю налетающими частицами, а k_3, k_4 - улетающими. Все кинематические формулы работают в этом предположении, поэтому я заранее подстроил нумерацию частиц под кинематику.

Ну да, не удивляйтесь, что вторая частица на диаграмме Фейнмана улетаёт, а третья налетает. Когда дело античастиц, диаграмма Фейнмана перестаёт отражать реальность.

Соответственно, в эту формулу из КЭДЗ

$$|M_{fi}|^2 = \frac{4e^4}{t^2} \left(2 \left(\frac{m_1^2 + m_4^2 - u}{2} \right) \left(\frac{s - m_3^2 - m_4^2}{2} \right) - m_4^2 \left(\frac{m_1^2 + m_3^2 - t}{2} \right) - m_e^2 * m_4^2 \right)$$

В случае $e^- \pi^- \rightarrow e^- \pi^-$ надо подставлять

$$m_1^2 = m_3^2 = m_e^2; m_2^2 = m_4^2 = m_\pi^2;$$

А вот в $e^- e^+ \rightarrow \pi^- \pi^+$ уже

$$m_1^2 = m_2^2 = m_e^2; m_3^2 = m_4^2 = m_\pi^2;$$

Здесь и возникает разница.