Мы знаем, что в классической физике взаимодействие электрических зарядов происходит посредством электромагнитного поля. Поле считается непрерывным.

В квантовой физике считается, что поле квантуется так же, как и все физические величины, поле представляется как совокупность квантов-фотонов. Согласно законам классической электродинамики электрон излучает фотон, если он движется с ускорением. В квантовой физике это не так. Частица создаёт вокруг себя поле, непрерывно испуская и поглощая фотоны. Однако это не обычные фотоны, а виртуальные.

Виртуальные частицы — это частицы, которые существуют столь малое время, что не могут быть экспериментально обнаружены.

Излучение и поглощение, например, электрона происходит по схеме.

Образовавшийся фотон поглощает другая частица. Считается, что взаимодействие заряженных частиц происходит благодаря обмену виртуальными фотонами (hv), между заряженными частицами происходит так называемое обменное взаимодействие.

Не нарушается ли в модели обменного взаимодействия закон сохранения энергии? Ведь то справа, то слева в соотношении (12.2) энергия отличается на значение, равное энергии поглощённого или испущенного фотона.

В классической физике такие процессы испускания и поглощения фотонов невозможны. Однако в модели обменного взаимодействия нет нарушения закона сохранения энергии, так как согласно принципу неопределённости Гейзенберга энергию состояния, существующего в течение времени At, можно определить с точностью до АЕ, причём AEAt > h. Энергия виртуального фотона равна hv. Следовательно, взаимодействие (12.2) может быть реализовано без нарушения закона сохранения энергии, если виртуальный фотон существует не дольше времени.

Для объяснения ядерных сил также была предложена модель обменного взаимодействия виртуальными частицами. Однако встал вопрос, что это за частицы, которые могут осуществить обменное взаимодействие нуклонов в ядре, подобно тому как фотоны осуществляют электромагнитное взаимодействие.

В результате многолетних исследований в космическом излучении были обнаружены частицы, которые могут реализовать ядерное взаимодействие. Это л(пи)-мезоны. Существуют положительные, отрицательные и нейтральные л-мезоны. Эти частицы нестабильны, время жизни л" и л“-мезонов — 2,55 • 1(Г8 с, а л°-мезона — 2,1 • 1(Г16 с.

Согласно модели обменного взаимодействия нуклон окружён облаком л-мезонов. Происходят процессы испускания и поглощения л-мезонов. Например, протон испускает положительно заряженный л+-мезон, при этом превращаясь в нейтрон: р <=\* п + л+. Затем нейтрон поглощает этот л~-мезон, превращаясь в протон. Схематически этот процесс взаимодействия протона и нейтрона можно изобразить так: р + п^±п + к+ + п^±п +р.

Так происходит взаимодействие протона и нейтрона. Аналогично происходит взаимодействие двух нейтронов.

Взаимодействие нейтрона и протона реализуется с помощью виртуального отрицательного л~-мезона. Нейтрон испускает отрицательный л-мезон, при этом превращаясь в протон, затем этот л'-мезон поглощается протоном, превращающимся в нейтрон.

Итак, поглощение л-мезона нуклоном, испущенным другим нуклоном, обеспечивает ядерное взаимодействие нуклонов в ядре.

Заметим, что если нуклону сообщить достаточную энергию, например соответствующую массе покоя (£ = тс2), то виртуальный л-мезон может стать реальной частицей.