

Министерства Высшего и Среднего Специального
образования Республики Узбекистан

Ташкентский государственный технический университет

Факультет Электроники и Автоматики

Кафедра «Общей физики»

Реферат

Тема : Мюоны и их свойства

Выполнил: студент группы 88-14 А.Юсупов
Принял: доц.М.Мирбабаев

Ташкент-2015

Мюоны и их свойства

План

1. Мюоны и их свойства
2. Мезоны и их свойства

Японский физик Х. Юкава (1907 – 1981), изучая природу ядерных сил и развивая идеи отечественных ученых И. Е. Тамма и Д. Д. Иваненко об их обменном характере, выдвинул в 1935 г. гипотезу о существовании частиц с массой, в 200 — 300 раз превышающей массу электрона. Эти частицы должны, согласно Юкаве, выполнять роль носителей ядерного взаимодействия, подобно тому, как фотоны являются носителями электромагнитного взаимодействия.

К. Андерсон и С. Неддермейер, изучая поглощение жесткого компонента вторичного космического излучения в свинцовых фильтрах с помощью камеры Вильсона, помещенной в магнитное поле, действительно обнаружили (1936) частицы массой, близкой к ожидаемой ($207m_e$). Они были названы впоследствии мюонами.

Доказано, что жесткий компонент вторичного космического излучения состоит в основном из мюонов, которые, как будет показано ниже, образуются вследствие распада более тяжелых заряженных частиц (π — и K — мезонов). Так как масса мюонов большая, то радиационные потери для них пренебрежимо малы, а поэтому жесткий компонент вторичного излучения обладает большой проникающей способностью.

Существуют положительный (μ^+) и отрицательный (μ^-) мюоны; заряд мюонов равен элементарному заряду e . Масса мюонов (оценивается по производимому ими ионизационному действию) равна $206,8m_e$, время жизни μ^+ и μ^- мюонов одинаково и равно $2,2 \cdot 10^{-6}$ с. Исследования изменения интенсивности жесткого компонента вторичного космического излучения с высотой показали, что на меньших высотах потоки мюонов менее интенсивны. Это говорит о том, что мюоны претерпевают самопроизвольный распад, являясь, таким образом, нестабильными частицами.

Распад мюонов происходит по следующим схемам:

$$\mu^+ \rightarrow_{+1}^0 e + {}_0^0 \nu_e + {}_0^0 \bar{\nu}_\mu,$$

$$\mu^- \rightarrow_{-1}^0 e + {}_0^0 \bar{\nu}_e + {}_0^0 \nu_\mu,$$

Где ${}_0^0 \bar{\nu}_\mu$ и ${}_0^0 \nu_\mu$ — соответственно «мюонные» нейтрино и антинейтрино, которые, как предположил Б. М. Понтекорво (1913 — 1993) и экспериментально доказал (1962) американский физик Л.Ледерман (р. 1922), отличаются от ${}_0^0 \nu_e$ и ${}_0^0 \bar{\nu}_e$ — «электронных» нейтрино и антинейтрино, сопутствующих ипусканию позитрона и электрона соответственно. Существование ${}_0^0 \nu_\mu$ и ${}_0^0 \bar{\nu}_\mu$ следует из законов сохранения энергии и спина.

Из схем распада и следует, что спины мюонов, как и электрона, должны быть равны 1/2 (в единицах \hbar), так как спины нейтрино (1/2) и антинейтрино (1/2) взаимно компенсируются.

Дальнейшие эксперименты привели к выводу, что мюоны не взаимодействуют или взаимодействуют весьма слабо с атомными ядрами, иными словами, являются ядерно-неактивными частицами. Мюоны, с одной стороны, из-за ядерной пассивности не могут рождаться при взаимодействии первичного компонента космического излучения с ядрами атомов атмосферы, а с другой — из-за нестабильности не могут находиться в составе первичного космического излучения. Следовательно, отождествить мюоны с частицами, которые, согласно Х. Юкаве, являлись бы носителями ядерного взаимодействия, не удалось, так как такие частицы должны интенсивно взаимодействовать с ядрами.

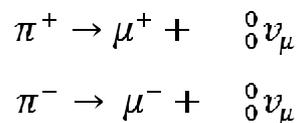
Эти рассуждения и накопленный впоследствии экспериментальный материал привели к выводу о том, что должны существовать какие-то ядерно-активные частицы, распад которых и приводит к образованию мюонов. Действительно, в 1947 г. была обнаружена частица, обладающая свойствами, предсказанными Юкавой, которая распадается на мюон и нейтрино. Этой частицей оказался -мезон.

Мезоны и их свойства

С. Пауэлл (1903 — 1969; английский физик) с сотрудниками, подвергая на большой высоте ядерные фотоэмульсии действию космических лучей (1947), обнаружили ядерно-активные частицы — так называемые π -мезоны (от греч. «мезон» — средний), или пионы. В том же году пионы были получены искусственно в лабораторных условиях при бомбардировке мишеней из Be, C и Si α -частицами, ускоренными в синхроциклотроне до 300 МэВ. π -Мезоны сильно взаимодействуют с нуклонами и атомными ядрами и, по современным представлениям, обуславливают существование ядерных сил.

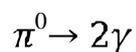
Мезоны бывают положительные (π^+), отрицательные (π^-) (их заряд равен элементарному заряду e) и нейтральные (π^0). Масса π^+ и π^- мезонов одинакова и равна $273,1 m_e$, масса π^0 -мезона равна $264,1 m_e$. Все пионы нестабильны: время жизни соответственно для заряженных и нейтрального π -мезонов составляет $2,6 \cdot 10^{-8}$ и $0,8 \cdot 10^{-16}$ с.

Распад заряженных пионов происходит в основном по схемам



где мюоны испытывают дальнейший распад по рассмотренным выше схемам и . Из схем распада и следует, что спины заряженных π -мезонов должны быть либо целыми (в единицах \hbar), либо равны нулю. Спины заряженных π -мезонов по ряду других экспериментальных данных оказались равными нулю.

Нейтральный пион распадается на два γ -кванта:



Спин π^0 -мезона, так же как и спин π^+ -мезона, равен нулю.

Исследования в космических лучах методом фотоэмульсий (1949) и изучение реакций с участием частиц высоких энергий, полученных на ускорителях, привели к открытию K-мезонов, или каонов, — частиц с нулевым спином и с массами, приблизительно равными $970 m_e$. В настоящее время известно четыре типа каонов: положительно заряженный (K^+), отрицательно заряженный (K^-) и два нейтральных (K^0 и \bar{K}^0). Время жизни K-мезонов лежит в пределах $10^{-8} - 10^{-10}$

с в зависимости от их типа.

Литература

1. А.А. Детлаф. Курс Общей физики. Москва, Академия, 2007
2. Т.И. Трофимова. Курс Общей физики. Москва, Академия, 2007