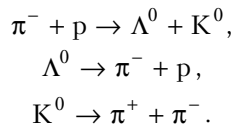


сосуда Дюара (большой термос). Пучок частиц проходит по диаметру камеры, примерно на половине ее высоты. Камеру окружают катушки сверхпроводящих соленоидов. Соленоиды расположены в своей вакуумной камере, наполненной жидким гелием. Все устройство окружено большим магнитным экраном, уменьшающим рассеяние магнитного поля. Вместе со всеми криогенными устройствами и сверхпроводящим магнитом, работающим при температуре жидкого гелия, такая камера представляет собой уникальное сооружение. Для его создания потребовались усилия ученых многих стран.

Снимки событий в пузырьковых камерах

Посмотрите на рисунок 3, где представлен типичный снимок в пузырьковой камере. Мы видим следы пучка частиц, пронизывающего камеру. Это отрицательно заряженные пи-мезоны с энергией около 1 ГэВ. Следы представляют собой дуги большого радиуса: камера находится в магнитном поле. Рассмотрев следы внимательнее, замечаем, что они образованы отдельными каплями, а в четырех-пяти точках от основного следа отходят спиральные траектории. Это – следы электронов, происхождение которых мы скоро объясним.

Перейдем к основному событию, делающему этот снимок замечательным. Оно представляет собой так называемое парное рождение двух нейтральных странных частиц (термин «странность» появился как раз из-за обнаружения таких необычных частиц). Один из пи-мезонных следов внезапно исчезает, а далее по пучку замечаем две двухлучевые вилки, вершины которых обращены к концу следа. Мы можем предположить, что при исчезновении пи-мезона возникли две нейтральные частицы, распад которых и наблюдается в виде вилки. Действительно, следы частиц в вилке соответствуют зарядам противоположных знаков. Не приводя доказательств, укажем, что наблюдаемое явление можно описать такими реакциями:



Поясним, что они означают.

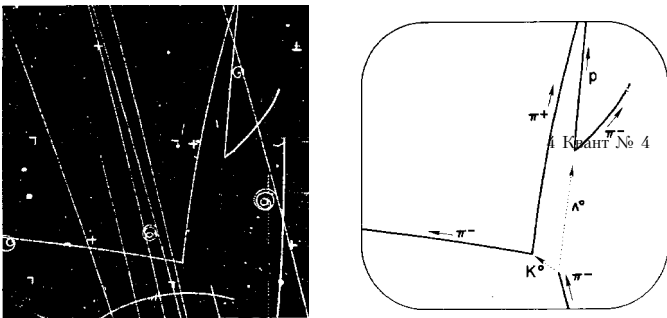


Рис.3. Фотография и интерпретация совместного рождения К-мезона и Λ -гиперона при столкновении отрицательного пи-мезона π^- с протоном p в камере Альвареца

Отрицательный пи-мезон (π^-) столкнулся с протоном (p) жидкого водорода, при этом образовались две нейтральные нестабильные частицы – Λ^0 -гиперон и K^0 -мезон. Эта реакция – типичный пример сильного взаимодействия. Оно происходит за время порядка 10^{-23} с. За такое время пи-мезон, двигаясь со скоростью света, «пронизывает» протон.

Нейтральные странные частицы Λ^0 и K^0 не оставляют следов в камере, и мы видим лишь результаты их распада: Λ^0 -гиперон распадается на протон и π^- -мезон, а K^0 -мезон – на два пиона. По сравнению со временем взаимодействия пиона с протоном время жизни этих частиц крайне велико. Действительно, расстояние до распада от места рождения (на истинном снимке) близко к 10 см. Имея скорость, даже равную скорости света, они пролетят это расстояние за $3 \cdot 10^{-10}$ с. Снимок «рассказал» нам, что время жизни этих частиц примерно в 10^{13} раз больше времени их образования в пион-протонном взаимодействии. Очевидно, что распады странных частиц вызываются силами, которые намного порядков меньше сил, вызвавших их рождение.

Таким образом, мы приходим к представлению о сильных и слабых взаимодействиях. Первые ответственны за рождение новых частиц, вторые – за их распад.

Дальнейшая наша задача – выяснить, как выглядят в пузырьковой камере некоторые электромагнитные взаимодействия. Именно они создают ионы и электроны – зародыши капель, и они же отклоняют частицы в магнитном поле. Электромагнитные взаимодействия дают возможность отождествить частицу: определить ее заряд, массу, энергию и импульс.

Отклонение частицы магнитным полем и определение ее импульса

Следы частиц на наших снимках – либо дуги большого радиуса, если это тяжелые частицы, либо спирали в случае электронов и позитронов. Искривление траектории возникает под действием магнитного поля. На заряженную частицу в магнитном поле действует сила Лоренца, направленная перпендикулярно как скорости частицы \vec{v} , так и вектору индукции магнитного поля \vec{B} . Если частица влетает в магнитное поле перпендикулярно полю, то она движется по окружности, если же она влетает под углом – то по винтовой линии. На разноименно заряженные частицы, движущиеся в одном направлении, действуют противоположно направленные силы – именно поэтому следы электронов и позитронов расходятся в разные стороны.

Запишем второй закон Ньютона для частицы с зарядом Ze и массой m , движущуюся по окружности в магнитном поле с индукцией B . Причем сделаем это в такой форме, которая пригодна как для медленных, так и для быстрых частиц, в том числе и для ультрарелятивистских, скорость которых близка к скорости света:

$$\frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} = \vec{F}.$$