

Рис.5. Развитие небольшого каскадного ливня в тяжеложидкостной фреоновой камере

здесь в веществе антикатада трубки, излучают фотоны. В пучках тяжелых частиц, которые вводят в пузырьковую камеру, всегда в небольшом количестве присутствуют электроны и позитроны. Они возникают по многим причинам – от распадов тяжелых частиц, если они нестабильны, или при взаимодействиях пучка со стенками каналов, в которых он проходит. Вопрос о происхождении этих легких заряженных частиц нам сейчас не важен. Важно то, что электрон большой энергии, попадая в вещество, не только ионизует вещество, но и излучает фотоны. Причем, когда энергия электрона очень велика, излучение фотонов начинает преобладать над ионизацией. Фотоны большой энергии образуют электрон-позитронные пары, которые в свою очередь излучают фотоны, новые фотоны создают другие пары, и т.д. В результате в веществе возникает каскадный процесс, который сначала развивается, а потом затухает – по мере того как энергия электронов и фотонов уменьшается.

Для наблюдения таких ливней нужна камера с «тяжелой» жидкостью. Дело в том, что вероятность излучения фотона или образования пары пропорциональна квадрату заряда ядра, на котором эти процессы происходят. Поэтому каскадный ливень в жидком

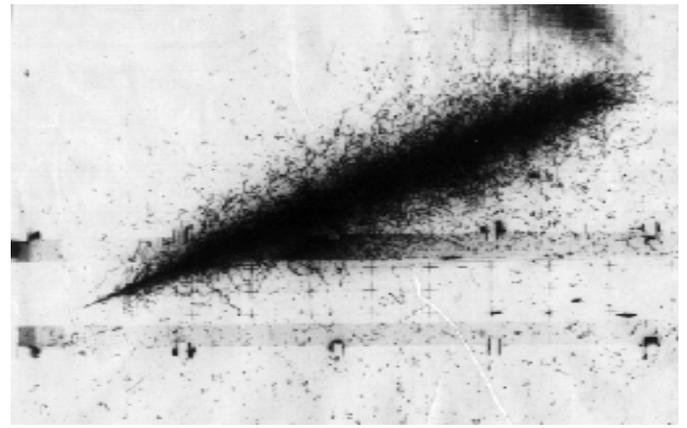
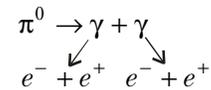


Рис.6. Фотография электромагнитного ливня в 180-литровой ксеноновой камере ИТЭФа

водороде разовьется на огромной длине – в несколько метров, тогда как в камере с тяжелой жидкостью для этого нужно всего лишь несколько сантиметров.

На рисунке 5 представлено развитие небольших электромагнитных ливней в пузырьковой камере, наполненной фреоном. Молекула фреона имеет формулу CF_3Br , и ядра, входящие в эту молекулу, имеют заряды 6, 9 и 35. Камера находилась в пучке нейтрино высокой энергии. На снимке мы видим чрезвычайно редкое явление – «звезду», возникшую при взаимодействии нейтрино с одним из ядер фреона. Заметим, что такое взаимодействие относится



к числу слабых, чем и объясняется редкость снимка. Из «звезды» исходит несколько тяжелых медленных частиц – скорее всего это протоны (плотные, короткие и жирные следы), и большое количество мелких электромагнитных ливней. Их источником являются фотоны, возникшие при распаде образовавшихся в «звезде» нейтральных пионов на два фотона:

Энергия этих ливней не слишком велика (порядка сотен МэВ), и они быстро затухают, образовав около десятка электронов (следы которых видны) и фотонов (не оставляющих следов).

Космические фотоны (с энергией 10 – 100 ГэВ) могут образовывать более мощные электромагнитные ливни. На рисунке 6 представлен ливень, образованный космическим фотоном в ксеноновой пузырьковой камере Института теоретической и экспериментальной физики (Москва), работающей без магнитного поля. Вместо отдельных частиц мы видим сплошную область, заполненную следами электронов и ионов.