

## Из жизни пионов

П.В. Пугенихин

[m55@mail.ru](mailto:m55@mail.ru)

(Получена 1 марта 2008; опубликована 15 апреля 2008)

Опыт по распаду пи-плюс-мезона не является прямым и достаточным доказательством релятивистского сокращения времени.

Ниже под «релятивистским» уменьшением времени и увеличением срока жизни пиона мы подразумеваем эффекты специальной теории относительности. Как известно, релятивистские эффекты замедления времени наблюдаются и в общей теории относительности, и связаны они с наличием гравитации. В работе [1] приводится такое описание упомянутого выше косвенного доказательства отставания движущихся часов вследствие эффектов специальной теории относительности:

Примером замедления времени при движении являются  $\pi^+$ -мезоны (или просто пионы) — положительно заряженные нестабильные частицы. В системе отсчета, где он неподвижен, пион через время  $2,5 \cdot 10^{-8}$  сек распадается на  $\mu^+$ -мезон и нейтрино.

В опытах по определению времени жизни пионов были образованы их пучки со скоростью, близкой к скорости света. Среднее время жизни пионов в пучке было равно  $2,5 \cdot 10^{-6}$  сек. Если бы не существовало релятивистского замедления времени, то до распада они прошли бы в среднем расстояние, равное примерно 7,5 м. В действительности из-за замедления времени они проходят значительно дальше. Расстояние, проходимое пионами до их распада, на самом деле из-за эффекта замедления времени составляет 750 м, т.е. оно в 100 раз больше, чем если бы замедления времени не было.

Итак, с нашей точки зрения, пион, движущийся со скоростью, близкой к скорости света, живет дольше и поэтому проходит большее расстояние. Но как на то же самое «смотрит» сам пион? С его «точки зрения» он живет время, равное  $2,5 \cdot 10^{-8}$  сек. Если он движется со скоростью, близкой к скорости света относительно окружающих его предметов (источника пионов, пузырьковой камеры), то он за это время проходит расстояние, равное 7,5 м. В то же время, с точки зрения неподвижного наблюдателя, это расстояние равно (как мы только что убедились) 750 м.

Противоречие? Нет! Все правильно! Для пиона (движущегося со скоростью близкой к  $c$ ) все расстояния «кажутся» меньше (в 100 раз в нашем примере), чем на Земле. В частности, с «точки зрения» пиона расстояние между источником пионов (где он родился) и водородной камерой (где его регистрируют) равно не 100 м, а всего 1 м [1].

Рассмотрим обоснованность приведенных доводов на упрощенной схеме:

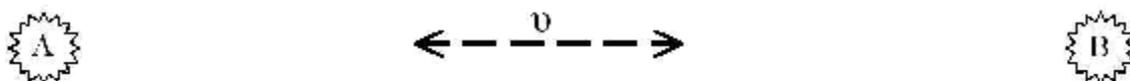


Рис.3 Увеличение длины пробега пиона вследствие замедления времени

Система состоит из двух ИСО – А и В, которые сближаются друг с другом со скоростью  $v$ . В соответствии с положениями специальной теории относительности мы не можем выделить среди них ни одну в качестве приоритетной. То есть, мы можем утверждать, что движется ИСО А, а ИСО В – неподвижна, и наоборот, что движется ИСО В, а неподвижна ИСО А. Поскольку системы движутся одна относительно другой, мы наблюдаем релятивистские эффекты: сокращение размеров и отставание часов. Очевидно, что вследствие равноправия всех ИСО мы обязаны заявить: с точки зрения А отстают часы В, а с точки зрения В отстают часы А. Соответственно, с точки зрения А все предметы в ИСО В сокращаются вдоль линии сближения, а с точки зрения В сокращаются все предметы в ИСО А. Объекты А и В мы можем рассматривать как события, поскольку они характеризуются основными параметрами пространства событий: координатами в пространстве-времени. То есть мы можем назвать отрезок АВ расстоянием между событиями. Поскольку системы равноправны, мы обязаны признать, что с точки зрения А расстояние АВ точно такое же, что и с точки зрения В. Фактически это означает, что с точки зрения А время приближения к ней точки В ровно такое же, что и с точки зрения В время приближения к ней точки А. Наконец, с точки зрения А объект В удален от нее на точно такое же расстояние, что и удаление объекта А от В с точки зрения В. Равноправие двух ИСО не позволяют нам сделать иные выводы.

Предположим теперь, что событие В – это пион, а событие А – это место его распада. Очевидно, что распад пиона происходит в одной и той же точке пространства-времени с точки зрения и А и В. Поэтому с точки зрения пиона В к нему приближается точка его распада А. А с точки зрения А к точке распада приближается пион В. Чтобы лучше представить себе это, предположим, что пион летит вдоль железнодорожного пути от станции В к станции А, где и распадается. И с точки зрения неподвижной ИСО и с точки зрения пиона он распадется именно на станции А, а не ближе и не дальше нее. Просто с точки зрения пиона мимо него промчался кусок железнодорожного полотна, а с точки зрения полотна – мимо него пролетел пион, который находился на удалении АВ.

Итак, мы приходим к неизбежному выводу, что с точки зрения пиона В отрезок АВ должен иметь точно такую же длину, что и с точки зрения системы А. ***Нет никаких разумных доводов в пользу того, что две равноправные сближающиеся системы видят отрезок пути между собой каждая по-своему.*** Иначе это не равноправные системы, и одна из них может быть принята за выделенную. В приведенной выше цитате сказано, что с «*точки зрения*» пиона *расстояние между источником пионов (где он родился) и водородной камерой (где его регистрируют) равно не 100 м, а всего 1 м.* Однако рассмотрим этот опыт с позиции ИСО пиона более внимательно. В этой ИСО, очевидно, находятся как сам пион (место его рождения), так и точка в ней, находящаяся рядом с водородной камерой в момент рождения пиона. Длина этого отрезка с точки зрения пиона равна 1 метру, как сказано в цитате, ведь именно это расстояние будет пройдено камерой в ИСО пиона за время от рождения до регистрации пиона. Мы могли бы уложить вдоль ее траектории стержень в ИСО пиона. Получается, что для ИСО камеры длина этого стержня должна быть 1 сантиметр, а не 100 метров, как говорится в приведенной цитате.

Соответственно, с точки зрения пиона В сближение его с точкой регистрации А длилось ровно столько же времени, сколько длилось сближение пиона В с точкой распада с точки зрения ИСО А. Таким образом, довод об увеличении времени жизни пиона вследствие релятивистских эффектов сам по себе недостаточно убедителен, и он недостаточен для прямого доказательства отставания часов в движущейся ИСО.

Заострим внимание на этих обстоятельствах более тщательно. На рисунке 4 приведена схема эксперимента для выяснения сущности равноправия инерциальных систем.

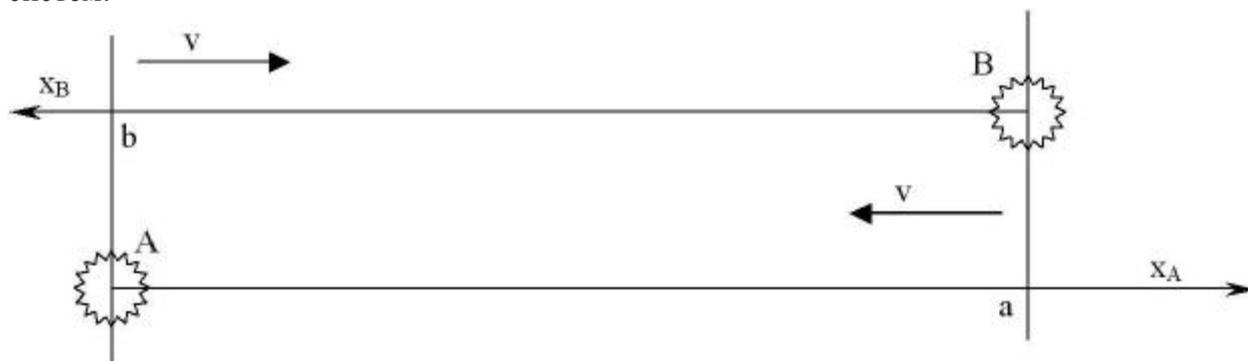


Рис.4 Две сближающиеся ИСО равноправны

Две ИСО, связанные с объектами А и В сближаются с относительной скоростью  $v$ . В первой ИСО А объект В имеет координату  $b$  и движется со скоростью  $v$  в сторону объекта А. Во второй ИСО В объект А имеет координату  $a$  и движется со скоростью  $v$  в сторону объекта В. Другими словами, расстояние между объектами А и В в ИСО А равно отрезку Аа, а в ИСО В это расстояние равно, соответственно, Вb. Из условия симметрии мы обязаны признать, что с точек зрения обеих ИСО эти расстояния равны:  $Vb = Aa$ . То есть, если с точки зрения ИСО А отрезок Аа равен 100 метрам, то и с точки зрения ИСО В отрезок Вb равен 100 метрам. А при равенстве расстояний, равны и времена, за которые объекты сближаются с точки зрения каждой из ИСО:  $t = Vb/v = Aa/v$ . То есть, каждый из объектов считает, что движущийся объект приблизился к нему за время  $t$ : например, если с точки зрения ИСО В в ней прошла 1 секунда, что и с точки зрения А в ней прошла 1 секунда. Нужны очень веские основания, чтобы утверждать, что на приведенном рисунке две симметричные, абсолютно одинаковые ИСО видят различные числовые значения расстояний и времени в собственных системах.

При этом каждый из объектов считает, что в движущейся ИСО часы на приближающемся объекте отстали. Или, что то же самое, на движущихся часах прошло время меньшее, чем на неподвижных часах. Следовательно, поскольку пион движется не со световой скоростью, мы можем считать, что на рисунке 4 он может быть обозначен как объектом А, так и объектом В. Второй из объектов – это точка регистрации пиона.

Полученный вывод противоречит существующей трактовке наблюдаемого явления: увеличению пробега за счет релятивистского увеличения времени жизни пиона. Утверждение, что расстояние Вb с точки зрения пиона меньше, чем расстояние Аа с точки зрения неподвижной лабораторной ИСО А, плохо обосновано, оно противоречит взглядам на равноправие всех ИСО.

Можно попытаться объяснить выявленное противоречие тем, что инерциальное сближение объектов началось когда-то, а не существовало вечно. Изначально источник пиона находился в ИСО А на расстоянии АВ, равном таковому с точки зрения А. При рождении пион приобрел субсветовую скорость, и в момент «разгона» отрезок АВ сократился для него в 100 раз, что тоже, в общем-то, не очень убедительно, поскольку к разгоняющемуся объекту положения СТО не применимы. Кроме того, это объяснение не опровергает приведенных доводов, поскольку расстояние сократилось не вследствие СТО – движения, а вследствие явления, которое СТО не рассматривает – разгона частицы, ускоренного движения. Ведь уже на небольшом удалении от источника не имеет

значения, кто из участников сближения разгонялся, система полностью приходит в соответствие положениям СТО, и все приведенные выше доводы тут же вступают в силу. Другими словами, увеличение времени жизни пиона вызвано его ускоренным движением в момент рождения. Довод об увеличении жизни пиона вследствие релятивистского замедления времени на его часах и в данном случае остается недостаточно убедительным. Кстати, следует отметить, что приведенные выводы относятся и к «парадоксу близнецов»: разница в возрасте близнецов не может быть объяснена эффектами Лоренца, она может возникнуть лишь на этапе ускоренного движения, поэтому моложе окажется тот, кто двигался ускоренно.

В качестве другого объяснения можно сделать предположение о том, что для пиона состояние движения и покоя являются критическими. В абсолютном покое пион сохраняет устойчивость меньшее время, чем в состоянии движения. Но этот довод идет еще дальше в противоречиях со специальной теорией относительности. Во-первых, он также исходит из недостаточной обоснованности довода о релятивистском удлинении срока жизни пиона. Во-вторых, он явно указывает на наличие выделенной системы отсчета (различие свойств движущегося и покоящегося пиона), что ставит под сомнение сами основы специальной теории относительности.

### Литература

1. Паршин Д.А., Зегря Г.Г., Курс общей физики. Часть, Лекция 19, <http://link.edu.ioffe.ru/physica2/lect19>, Научно-образовательный Центр ФТИ им. А.Ф.Иоффе
2. Но 7. Лоренцево сокращение, <http://www.relativity.ru/issues/contrac.shtml>