

Как СТО из физической теории превратилась в головоломку

Юхимец А.К., к.т.н., доц. anatoly.yuhimec@Gmail.com

Со времени появления *специальной теории относительности* (СТО) в её *трактовке* Альбертом Эйнштейном прошло более 100 лет. Однако и по сей день вокруг неё не прекращаются самого разного рода споры. При этом даже среди физиков много тех, кто считает СТО *абсурдной*. И это не удивительно, так как данная ей *трактовка* полна *логических* противоречий и просто неразрешимых парадоксов. Это говорит о том, что либо от теории необходимо отказаться, признав её неверной, либо ей нужно дать такую *трактовку*, которая устранила бы все её противоречия.

Но возможен ли первый вариант – отказ от СТО? Оказывается, нет. Такая теория необходима, так как реально у нас нет никакой другой возможности изучать природные явления, как только *в их проявлении* по отношению к нашим движущимся в реальном физическом пространстве *системам отсчёта* (СО). Поэтому *реальной целью* СТО и должно быть *выяснение* того, насколько то, что мы познаём в своих экспериментах, включая и *мысленные*, соответствует тому, что *реально происходит* в самой природе; и как методически правильно мы должны выстраивать свои эксперименты, а также обрабатывать и анализировать их.

Таким образом, вывод ясен: СТО необходима, её роль фундаментальна, но нужно дать ей правильную непротиворечивую трактовку. И строить её нужно с ответа на вопрос, а как же сказывается движение, прежде всего, на самих же наших СО? Только определившись с этим, мы можем методически правильно использовать их в своём познавательном процессе, как в теоретическом, так и в экспериментальном плане.

Именно так и начинал без всяких громких заявлений своё построение теории, которая потом была названа СТО, голландский

физик Г.А. Лоренц. Обдумывал эти же вопросы и француз Анри Пуанкаре, в основном как бы наблюдая со стороны за действиями Лоренца и анализируя их. И если Лоренц работал сугубо как физик, то Пуанкаре проявил склонность и к некоторому философскому анализу проблемы.

Для Лоренца толчком к построению СТО явились неожиданные результаты экспериментов американца А. Майкельсона, а затем и его совместные эксперименты с Морли, по обнаружению эфирного ветра при движении Земли «сквозь» эфир. Всё это хорошо известно и описано во многих работах. Автор упоминает об этом здесь лишь потому, что это натолкнуло Лоренца на мысль, что известный в механике со времен Г. Галилея *принцип относительности* (ПО) инерциального движения проявился и по отношению к оптическим, а следовательно, и к электромагнитным явлениям.

С другой стороны, это свидетельствовало и о некотором внутреннем *единстве* как механических, так и оптических и электромагнитных явлений. А это, в свою очередь, вселяло надежду и на построение единой фундаментальной физической теории, *объясняющей всё*, чего не смогла сделать механика И. Ньютона. Весь мир «заполнен» эфиром, все явления протекают в нём, и именно он обеспечивает всем явлениям их единство. Разработка теории мирового эфира выступала на передний план всей физической науки. И действительно, тут же стали появляться разного рода «Теории и модели эфира» [1].

Автор вкратце напомнил обо всём этом здесь для того, чтобы *наглядно показать* и необходимость и начальный смысл создания той теории, которую начинал Лоренц, а после работ А. Эйнштейна стали называть СТО. А также показать то, как круто изменил Эйнштейн саму постановку *всех теоретических исследований в физике*, удалив из неё эфир и поместив все физические явления вначале в *пустоту*, а

затем после создания *общей теории относительности* (ОТО), в виртуальный *физический вакуум*.

Чтобы *объяснить* проявление ПО по отношению к оптическим и электромагнитным явлениям, Лоренц сделал предположение, что движение тел в неподвижном в целом эфире ведёт к сокращению тел в направлении их движения, а также к замедлению всех циклических процессов. А так как мы реально в опытах имеем дело с практически инерциально движущимися СО, то *система координат* (СК) в такой системе была сжата в направлении движения, а разноместные часы после *их сверки* с помощью световых сигналов имели определённый *сдвиг* в своих показаниях по отношению друг к другу [3]. Поэтому в СК, которая после этого становилась *инерциальной системой отсчёта* (ИСО), было введено условное «местное время». Это фактически означало, что свою движущуюся в эфире ИСО Лоренц построил как *пространство-время*. Все измерения с помощью такой ИСО стали *объективно* пространственно-временными. Именно это позволило объяснить проявление ПО и без противоречий объяснить все экспериментальные данные.

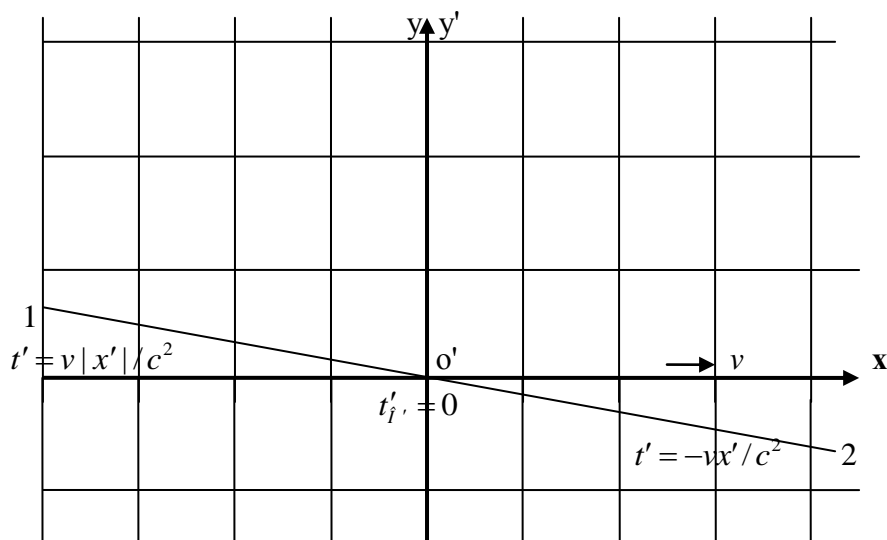


Рис. 1. «Пространство-время» в движущейся ИСО у Лоренца. Каждая точка его метрического пространства имеет три пространственных и временную координаты.

Относительное метрическое пространство ИСО *сжато* в направлении движения, но в самой ИСО *воспринимается* как изотропное. Линия 1-2 показывает как изменяются показания часов в ИСО вдоль её оси $o'x'$: например, если в точке o' они нулевые, то слева все часы спешат, а справа отстают от показаний в точке o' [3].

В своих работах по СТО, начиная с 1905 г., Эйнштейн неоднократно подчеркнул, что созданная им теория отличается от теории Лоренца *только в одном отношении* – в ней ПО соблюдается для любых СО, движущихся без ускорения. Но поскольку в теории Лоренца ПО как раз и *соблюдается* (благодаря введению «пространства-времени») во всех ИСО, то *выходит*, что теория Эйнштейна уже *не имеет* перед ней никаких преимуществ. Более того, до появления работы Г. Минковского «Пространство и время» (1908 г.), в работах Эйнштейна *не было и не могло быть* даже упоминания о «пространстве-времени» [4].

Эйнштейн во многих своих статьях подчеркнул также, что в каждой СО принято «своё особое время», «своё физическое время», пригодное для *математического описания* физических явлений только по отношению к данной системе. Кроме того, он неоднократно подчеркнул, что в каждой ИСО после проведения процедуры синхронизации хода её разноместных часов все часы «идут в фазе». Значит, они *имеют одинаковые показания* по всему пространству системы *в любой момент*. А в каждой ИСО «своё особое время», по убеждению Эйнштейна, лишь потому, что никакого *объективно текущего* времени вне СО нет и быть не может. Вот его слова: "Нельзя считать, что время имеет абсолютный, то есть независимый от состояния движения системы отсчёта смысл" ([2], т.1, с.182). И даже в конце своей жизни он продолжал утверждать примерно то же: "Благодаря применению часов понятие времени становится объективным" ([2], т.4, с470).

В интерпретации теории Минковским через 4-рёх мерную псевдоевклидову геометрию «пространство-время» введено с необходимостью. И это говорит о том, что это геометрическая интерпретация теории *не в трактовке* её Эйнштейном, а в трактовке теории Лоренцем. Временны'е координаты *зависят* от пространственных и образуют с ними некоторую единую *измерительную конструкцию* именно потому, что разноместные часы в движущейся ИСО *не идут в фазе*, а их показания имеют *определённый сдвиг* по отношению друг к другу [3], а потому и *зависят* от координат в системе. Именно это и обуславливает постоянство скорости света при её «измерении» в системе. Оно *уже заложено* в её построение сигнальной процедурой сверки показаний разноместных часов.

Сдвиг в показаниях разноместных часов в движущейся ИСО в *трактовке* теории Эйнштейном тоже можно пронаблюдать, но это будет *условный сдвиг* из *условно* покоящейся ИСО. Это *уже следует* из координатных *преобразований Лоренца* (ПЛ). Но этот сдвиг *принципиально не считается реальным*, а объявлен всего лишь некоторым «релятивистским эффектом» при относительном движении систем. По отношению к другой «покоящейся» ИСО при другой относительной скорости движения систем этот *сдвиг будет уже иным*, так как *он зависит* от относительной скорости движения систем.

Поэтому сдвиг в показаниях разноместных часов в движущейся ИСО у Эйнштейна *принципиально не может быть признан реальным*, как и само движение системы. А следовательно, в *трактовке* СТО Эйнштейном *принципиально нет и никакого «пространства-времени»*.

Удивительно, что это не было по-настоящему осмыслено уже более 100 лет всеми трактователями СТО. Сегодня у многих авторов статей

по физике можно прочесть, что они рассматривают тот или иной вопрос в *пространстве-времени* такой-то системы отсчёта. Но когда читаешь эти статьи, то видишь, что её авторы не отдают себе отчёта, что это должно означать. В их работах и в помине *нет никакого* «пространства-времени», а есть просто относительное метрическое пространство и *своё особое* время СО.

У Эйнштейна законы физических явлений записываются в математической форме лишь по отношению к *пространству и времени «покоящихся» ИСО*. И *только в них* они имеют одинаковую форму. И *только в них* и скорость света постоянна во всех направлениях и не зависит от движения источника. Но при этом заявлено, что скорость света постоянна и законы физических явлений имеют одинаковую форму *во всех ИСО, независимо от скорости их движения*. Считается, что если кому-то покажется, что в этом *отсутствует всякая логика*, то это лишь потому, что он пользуется «здравым смыслом», который в физике с некоторых пор объявлен «вне закона».

Именно теорию быстрых абсолютных движений в эфире, которые мы можем познавать лишь на основе ПО по отношению к «пространству-времени» движущихся ИСО, как мы здесь и показали выше, начинал строить Лоренц. Назовём это *реальной* и основной частью его теории. Но ни он, ни Пуанкаре так и не дали по-настоящему правильной формулировки ПО, *сконцентрировав* своё и наше внимание лишь на том, что «у наблюдателя не будет никакой возможности узнать, находится ли он в покое или в абсолютном движении» [3, с.567].

Тем не менее, уже из такой формулировки ясно, что в движущейся ИСО мы получаем ту форму физических законов, по которым они развиваются *сами по себе реально* в неподвижном в целом эфире. Другими словами, форма законов будет такой, как если бы мы

изучали их на основе своих наблюдений и измерений из некоторой *реально неподвижной* в эфире *абсолютной системы отсчёта* (АСО).

В то же время, сама форма координатных ПЛ показала, что если бы мы могли «наблюдать» из какой-либо движущейся ИСО1, используя её «пространство-время», за некоторой другой ИСО2 и всеми уже её внутренними измерениями с помощью своего «пространства-времени», то получили бы *тот же результат*, как если бы наша исходная система была АСО. Такие «наблюдения» из одной ИСО1 за действиями в другой ИСО2 являются *абсолютно абстрактными* и *реально неосуществимыми*. Тем не менее, *и в этом случае* по отношению к каждой ИСО проявился бы ПО.

Мы можем говорить о таких взаимных измерениях лишь в *теоретическом плане*, чтобы подчеркнуть внутреннюю *непротиворечивость математической модели* СТО и даже в этом случае. Назовём это абстрактным математическим *следствием* теории Лоренца.

Эйнштейн же в своей *трактовке* СТО, поместив все ИСО и физические явления *в пустоту*, исключил всякую принципиальную возможность рассматривать то, что происходит *в реальном* физическом пространстве. То есть он убрал то, что выше мы назвали *реальной* и основной частью теории Лоренца. Движение всех ИСО стало лишь относительным, а по сути лишь *условным*. По своему усмотрению мы *можем считать* любую ИСО либо *условно* покоящейся, либо *условно* движущейся без какого-либо *собственного* движения. Хотя опять же *вопреки всякой логике* сказано, что ИСО при этом неускоренные. А это уже ничто иное, как характеристика *собственного* движения.

И вся *трактовка* теории свелась у Эйнштейна к рассмотрению лишь таких *условных* ИСО и лишь их *условных* относительных движений, но с возможностью выполнения между ними опять же

лишь теоретических *условных* замеров. То есть он, по сути, свёл свою трактовку СТО к *абстрактному математическому следствию* теории Лоренца. Из фундаментальной *физической* теории СТО превратилась в совершенно абстрактную *физико-математическую головоломку*, чем и привлекла к себе столь повышенное внимание.

Главные возникающие при этом вопросы, а что же это за одинаковая форма физических законов, которые мы при этом получаем *в условно* покоящихся ИСО? Какое отношение они имеют к *объективной реальности*? Как их понимать? И почему вообще в *пустоте* между ИСО существуют какие-то закономерные взаимосвязи?

На возникшие вопросы нужно было ответить. Поэтому через некоторое время ответ и придумали. Прежде всего, придуманную нами же *абстрактную пустоту* заменили физическим вакуумом (хотя и материальным, но уже и не «запятнавшим» себя эфиром). Теперь всё в нём и происходит, а во взаимных абстрактных измерениях мы якобы получаем одинаковые, *но уже не законы*, а «релятивистские эффекты». А возникают они по причине якобы недоступных нашему воображению *мистических* свойств четырёхмерного «пространства-времени». И это так понравилось некоторым теоретикам, в основном с чисто математической подготовкой и необузданным воображением, наконец-то *освобождённым* от всякого «здорового смысла», что вскоре стали появляться «пространства-времена» ещё и с большим числом измерений.

Выше, где говорится о действиях в какой-либо ИСО, слово «наблюдают» взято в кавычки. В СТО практически всегда речь идёт о некоторых *виртуальных* наблюдателях в любой интересующей нас точке ИСО. Такие наблюдатели реально могли бы наблюдать лишь то, что происходит, строго говоря, *лишь в той точке, где они находятся*

или прямо против них. Строго говоря, кроме своих координат и показаний часов, они могут лишь *регистрировать некоторые точки* в чужой ИСО и их координаты и показания часов *напротив себя*. А общая картина того, что происходило, потом даже не восстанавливается, а *создаётся* на основе данных о регистрациях событий в разных точках *по показаниям часов*. Чаще всего по точечным регистрациям *создаётся* картина *якобы одновременных* разноместных событий.

Реальную картину того, что происходило, можно было бы восстановить *лишь в реальной АСО*. Почему? Да потому, что только в ней *реально все часы идут в фазе*, т.е. показания на часах *в каждый момент реально одновременны*. А в движущейся ИСО мы можем построить лишь некоторую *не существовавшую реально* картину того или иного физического явления. Она *не будет реально одновременной*, так как комбинируется *из реально разновременных* точечных событий [7, 8]. Но при регистрации этих событий показания часов в рассматриваемых точках конкретной ИСО были одинаковыми, т.е. *якобы одновременными*.

В доведенной до своего логического завершения теории Лоренца, имея в каждой движущейся ИСО своё «пространство-время», мы можем с его помощью проводить лишь некоторые *точечные наблюдения*, а с их помощью и *псевдо-измерения*. Из них мы получаем длино-подобные и времени-подобные замеры. Но, благодаря действующему при этом ПО, по этим замерам, обработав их, мы получаем ту форму законов, по которым явления развиваются *сами по себе в реальном* физическом пространстве. И в этом смысле все ИСО равноправны [7].

Трактовка же СТО Эйнштейном логически абсурдна, почему и вызывает вокруг себя столь затянувшиеся споры. А вся разгадка её «непотопляемости» кроется в том, что в ней, без всякого на то ведома

и согласия Эйнштейна, с самого начала *была скрыта* АСО. Именно к ней *приравняются* все «покоящиеся» ИСО. А под видом *условно движущихся* ИСО всегда скрывались *реально движущиеся*, каждая со своим «пространством-временем». Вот, например, его невольное (т.е. неосознанное им) признание этого факта в статье 1929 г. "Пространство-время": "...если скорость света в пустоте оказывается величиной, не зависящей от выбора (или, другими словами, от состояния движения) инерциальной системы, к которой она относится... Именно вследствие этого пространство и время сливаются в единый четырёхмерный континуум" ([2], т.2, с.243).

И, наконец, общий вывод простой: *под головоломкой* Эйнштейна, как теперь ясно, по недоразумению и недопониманию многих *оказалась замаскированной* логическими противоречиями и парадоксами та теория, которую так и не «довёл до ума» Лоренц. Спрашивается, как такое могло случиться? И на это есть тоже простой ответ: слишком поверхностные знания философии и излишняя самоуверенность физиков в том, что их наука – сама себе философия. А когда довольно известные в своём деле философы *пытались* как-то надоумить физиков, они их *просто высмеивали* и обвиняли в элементарном непонимании физики.

Приложение.

1. Покажем со всей наглядностью, что общего и в чём принципиальная разница в подходе к СТО у Лоренца и у Эйнштейна.

На рисунке 2 условно показано реальное физическое пространство, в котором реально и происходят все физические явления, а также три ИСО, движущиеся с разными собственными (абсолютными) скоростями. Стрелками 1, 2, 3 показано, что из каждой из трёх ИСО с помощью их «пространства-времени» можно наблюдать различные точечные события в реальном физическом

пространстве и делать между ними длино-подобные и времени-подобные замеры.

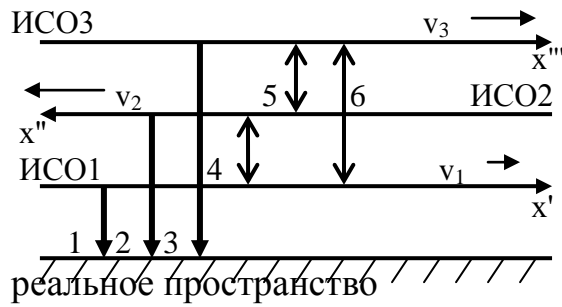


Рис. 2. Практически возможные псевдо измерения (1, 2, 3) явлений в реальном физическом пространстве из разных ИСО и *абстрактные* псевдо взаимозамерения (4, 5, 6) между различными ИСО.

На основании этих замеров, благодаря проявлению ПО, потом можно установить, как протекает то или иное физическое явление само по себе. Это и есть *реальная* часть теории Лоренца.

Стрелками 4, 5, 6 показано, что и между любыми движущимися ИСО *в принципе* тоже можно выполнять все аналогичные действия с точечными событиями. И если, например, из ИСО1 ведутся наблюдения за каким-либо явлением в реальном физическом пространстве, то эту информацию о точечных событиях можно тут же с помощью ПЛ передать как в ИСО2, так и в ИСО3. Но для этого между СО должна быть выполнена *предварительная корректировка* их пространственных и временных координат. То есть согласуются начальные условия.

Кроме того, предварительно должна быть найдена ещё и *условная* относительная скорость между СО. Она не будет реальной скоростью между системами. Это будет всего лишь скорости-подобная (*условная*) величина. Например, если реально ИСО1 и ИСО2 движутся с относительной скоростью $v_2 + v_1$, как и показано на рисунке, то их

относительная скорости-подобная величина будет $v_{12} = v_{21} = \frac{v_2 + v_1}{1 + v_1 v_2 / c^2}$.

Это та величина *условной* относительной скорости, которую как в ИСО1, так и в ИСО2 получают в результате собственных длино-подобных и времени-подобных замеров.

Уже из всего этого видно, что с учётом тех скоростей, о которых идёт речь, принципиально возможные псевдо взаимозмерения между различными ИСО абсолютно никакого *реального значения не имеют*. Их можно рассматривать лишь *абстрактно теоретически*. Реальными могут быть лишь регистрации точечных событий в реальном физическом пространстве из разных ИСО, показанные стрелками 1, 2 и 3. Но Эйнштейн в своей *трактовке* СТО оставил только *абстрактные* псевдо взаимозмерения между разными ИСО, показанные стрелками 4, 5 и 6. Это и *превратило* СТО из фундаментальной физической теории в *совершенно абстрактную физико-математическую головоломку*.

2. Теперь покажем (рис. 3) как может быть измерена скорость «покоящейся» СО (назовём её К) из «движущейся» с условной относительной скоростью v системы К'.

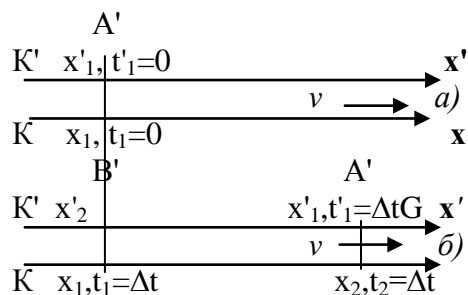


Рис. 3. а) К' движется относительно «покоящейся» К со скоростью v . б) Измерение относительной скорости К из К' в точках А' и В'.

В начальный момент а) в точке А' с координатой x'_1 засекаем показания своих часов $t'_1=0$, а также координату x_1 и показания часов $t_1=0$ в К. Через некоторое время Δt по часам в К (положение б)) точка А' продвинется в К до координаты x_2 , а часы в ней покажут $t'_{A'} = \Delta t G$, где $G = \sqrt{1 - v^2/c^2}$, а c – скорость света. И тогда в А' можно выполнить следующие вычисления.

Так как в К точка А' сместилась на расстояние $\Delta x = x_2 - x_1 = v\Delta t$, то в К' это расстояние оценивается как $\Delta x' = v\Delta tG$. И тогда скорость К может быть определена как $-\Delta x'/t'_{A'} = -v\Delta tG/\Delta tG = -v$.

С другой стороны, в точке В' тоже можно вычислить эту скорость из следующих соображений. Так как координата точки В' с точки зрения К равна Δx , то в самой К' она будет $\Delta x' = \Delta x/G = v\Delta t/G$. Поэтому в момент а) часы в В' были впереди часов в А' на $v\Delta x'/c^2$ делений. Следовательно, в момент б) они будут показывать

$t'_{B'} = \Delta tG + v\Delta x'/c^2 = \Delta tG + v\Delta t/c^2G = \Delta t/G$. И тогда скорость К относительно К' может быть определена как

$$-\Delta x'/t'_{B'} = -(v\Delta t/G)/(\Delta t/G) = -v.$$

Мы видим, что и в точке А' и в точке В' найдено одно и то же значение скорости К относительно К', равное $-v$. Но обратим внимание на то, что если в точке А' расстояние $\Delta x' = v\Delta tG$ и $t'_{A'} = \Delta tG$, то в точке В' $\Delta x' = v\Delta t/G$ и $t'_{B'} = \Delta t/G$. То есть в этих точках найдены *совершенно разные* пройденные системами расстояния и затраченное на это время. И это в одной и той же системе К' (!). Спрашивается, как же такое может быть? А всё дело как раз в том, что это вовсе *не реальные* расстояния и *не реально* затраченное время. Это всего лишь длино-подобные и времени-подобные замеры.

Кажется странным, что они дают одно и то же значение относительной скорости. Но опять же, это *не настоящая* относительная скорость СО. Это всего лишь скорости-подобная величина. А одинаковый результат потому, что в К' *выполняется* ПО, независимо от того, из какой точки мы ведём свои наблюдения и регистрации точечных событий. Но если бы К была реально покоящейся системой (т.е. АСО), то скорость v тоже была бы *реальной* относительной скоростью и с равным успехом могла быть найдена и из движущейся системы К'. Это и была бы *реальная часть* СТО, которую и проигнорировал Эйнштейн.

3. Покажем ещё один пример неправильного понимания тех измерений, которые выполняются в СТО.

Берём «Краткий справочник по физике», авторы Карякин Н.И., Быстров К.Н., Киреев П.С., Высшая школа, М.- 1964 г. Смотрим на с. 290.

«Пример. Предположим, что из «электронной пушки» в противоположных направлениях вылетают два электрона со скоростью $0,9c$ по отношению к «пушке». Их относительная скорость:

$$u = \frac{0,90c + 0,90c}{1 + (0,90)^2 \frac{c^2}{c^2}} = \frac{1,80}{1,81}c \text{ »}.$$

Этот пример по мнению авторов иллюстрирует применение формулы СТО «сложения скоростей», которая перед этим записана в

виде $u = \frac{v + w}{1 + vw/c^2}$.

А теперь посмотрим какая здесь допущена ошибка. Причём это характерно для «понимания» многими авторами и других вопросов и формул СТО.

Допустим, что электронная пушка находится реально неподвижно в АСО в точке А на оси x -ов и выстреливает электроны со скоростью v вдоль этой оси. Смотрим на рис. 5.

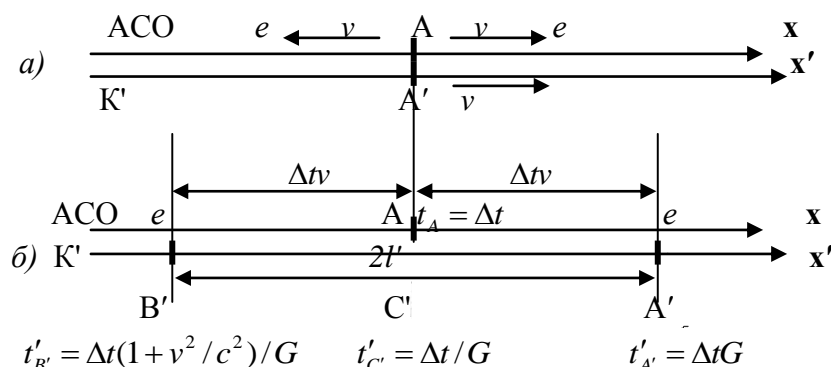


Рис. 5. Измерение реальной и условной относительной скорости между электронами.

Допустим далее, что в момент выстрела с точкой А совпадает точка А' движущейся со скоростью v системы отсчёта К' (положение

a)). Тогда правый электрон будет лететь вместе с K' против точки A' . Если начальный момент принять за нулевой в обеих СО, то через некоторое время Δt по часам в A общая картинка будет такой, как показано в б). Оба электрона в АСО отлетят от пушки на расстояние Δtv . И их относительная скорость в АСО будет равна $2v$. Если $v=0,9c$, то это будет $1,8c$. А что же будет измерено в K' ?

В K' часы идут медленнее. Поэтому они все уйдут вперёд на ΔtG делений, где $G = \sqrt{1 - v^2/c^2}$. Это мы и видим в точке A' . Пушка за это время как бы улетела от A' на расстояние $l' = \Delta tv/G$ по масштабам K' , а левый электрон – на $2l' = 2\Delta tv/G$. Теперь он в точке B' . Значит, «скорость отлета пушки» от точки A' по масштабам K' и по темпу её часов будет $\frac{\Delta tv}{G\Delta tG} = \frac{v}{G^2} \approx 4,74c$. А «скорость отлёта» левого электрона будет в 2 раза больше! Но вспомним, что *ход часов* в K' ещё *не определяет ход времени* в ней. Понятие «*ход времени*» здесь вообще *не пригодно*. Здесь действует понятие «*местного*» времени. Поэтому «*время*» отлета пушки определяется по часам в K' против точки A , т.е. в точке C' . Оно будет с учётом сдвига показаний (помните $l'v/c^2$) таким: $t'_{C'} = \Delta tG + \frac{\Delta tv \cdot v/c^2}{G} = \Delta t/G$. И тогда скорость пушки в K' будет оценена как $u_{\text{показ}} = \frac{l'}{t'_{C'}} = \frac{\Delta tvG}{G\Delta t} = v$. То есть она будет такой, как и скорость K' относительно АСО.

Часы в B' , когда там будет левый электрон, покажут с учётом сдвига показаний на часах в этой точке

$$t'_{B'} = \Delta tG + \frac{2\Delta tv \cdot v/c^2}{G} = \frac{\Delta t(1 + v^2/c^2)}{G}.$$

И «*скорость*» левого электрона в K' будет определена как

$$u_e = \frac{2l'}{t'_{B'}} = \frac{2\Delta tvG}{G\Delta t(1 + v^2/c^2)} = \frac{2v}{1 + v^2/c^2} = \frac{1,80}{1,81}c.$$

То есть мы получили результат *тот же*, что и в справочнике. Но ведь *это же не скорость* электрона *относительно* электрона. Это *условная* скорость левого электрона *относительно измерительной системы* «пространство-время» K' , т.е. это всего лишь скорости-подобная величина. И определённая выше «скорость отлёта пушки» тоже является всего лишь скорости-подобной величиной.

Условную скорость левого электрона в K' можно определить и по формуле «сложения скоростей». Так как пушка в K' имеет скорость v , а скорость электрона относительно самой пушки (т.е. в CO , где она покоится) тоже v , то по формуле «сложения скоростей» в СТО «скорость» левого электрона в K' будет
$$u = \frac{v + w}{1 + vw/c^2} = \frac{2v}{1 + v^2/c^2} = \frac{1,80}{1,81}c.$$

А так как правый электрон движется вместе с K' (покоится в ней), то это и будет *условная* скорость (т.е., *как бы скорость*) левого электрона относительно правого электрона (скорости-подобная величина).

Выше мы получили показания часов K' в точке B' , не прибегая к преобразованиям Лоренца. А теперь посмотрим как и они «срабатывают» здесь.

Так как точка B' отстоит в ACO слева от A на расстоянии $-\Delta tv$, то из ПЛ для показаний часов $t' = \frac{t - xv/c^2}{G}$ в точке B' сразу получим:

$$t'_{B'} = \frac{\Delta t + \Delta tv \cdot v/c^2}{G} = \frac{\Delta t(1 + v^2/c^2)}{G}. \text{ То есть это } \textit{тот же} \text{ результат, что}$$

и полученный нами выше.

Ссылки:

1. Лоренц Г.А. Теории и модели эфира. М.-Л., ОНТИ НКТП СССР, 1936.
2. Эйнштейн А. Собрание научных трудов. М. Наука, 1964-1967.
3. Пуанкаре А. Избранные труды в 3-х томах : М., Наука, 1974, т.3.