

Простая теория относительности

в модели 4D материи

Валерий П. Скоробогатов

<http://aperonics.ucoz.ru>

<mailto://vps137@yandex.ru>

Теория относительности, несомненно, является самой популярной теорией в настоящее время, и ей посвящено огромное количество публикаций. Отметим лишь одну, касающуюся специальной теории относительности (СТО), в которой приведены различные виды преобразований пространства и времени [1]. Казалось бы, за более чем столетний период её существования, наполненный неустанной борьбой её противников и её сторонников, не осталось ничего нового сказать об этой теории. Однако мы приведём здесь простейший вывод одного из главных результатов СТО – уравнений преобразований Лоренца (ПЛ). Он основан на нашей предыдущей публикации [2], в которой ПЛ сведены к обычному ортогональному преобразованию. Естественный вопрос, возникший после этого, – а нельзя ли, наоборот, каким-то образом из ортогонального преобразования получить ПЛ?

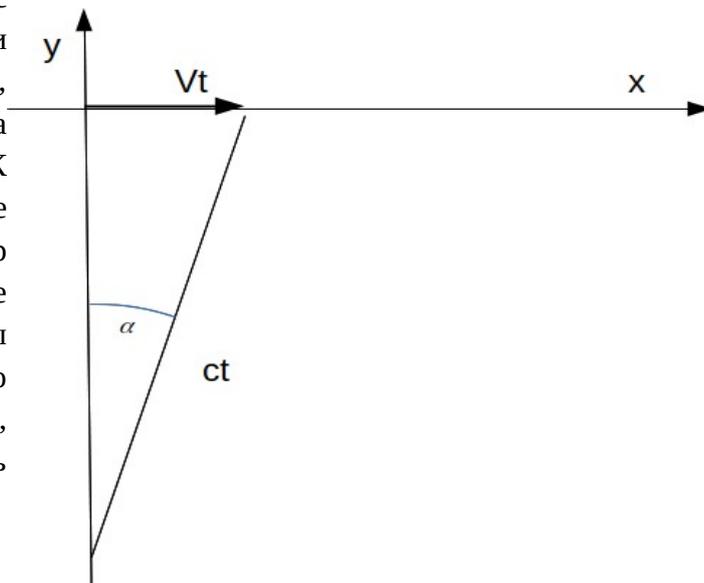
Оказалось, это можно сделать очень просто. Для этого вначале переформулируем постулат СТО о скорости света следующим образом:

- Скорость света – это максимальная скорость для тел

Пока ничего не говорим о значениях скорости света в различных инерционных системах отсчёта (ИСО). В математической форме это условие можно представить так:

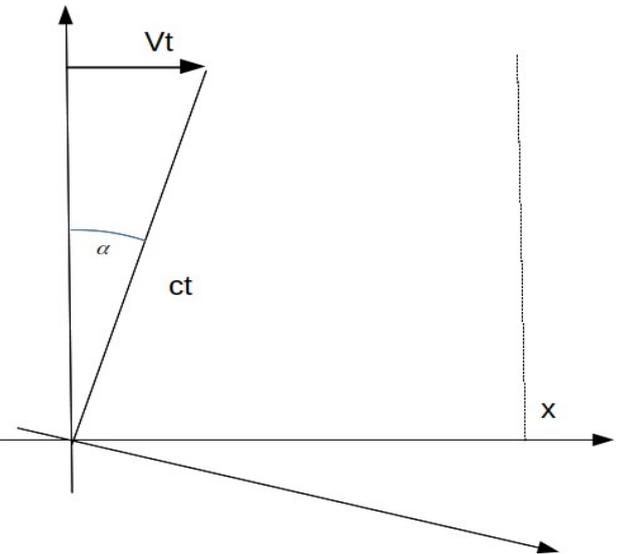
$$V = c \sin \alpha \tag{1}$$

Смысл угла α легко уяснить, если нарисовать рисунок, поясняющий это условие. Предполагается, что некое тело движется с постоянной скоростью V в направлении оси x и что свет, испущенный из положения, когда расстояние от источника света до тела было минимальным, достигает тела. К этому времени тело преодолет расстояние Vt . Конечно, при этом получается, что вектор ct направлен относительно оси x не перпендикулярно. Иначе, надо было бы использовать вместо синуса тангенс, что противоречило бы нашему условию, поскольку тогда скорость тела могла бы быть больше скорости света при углах α больших, чем $\pi/2$.



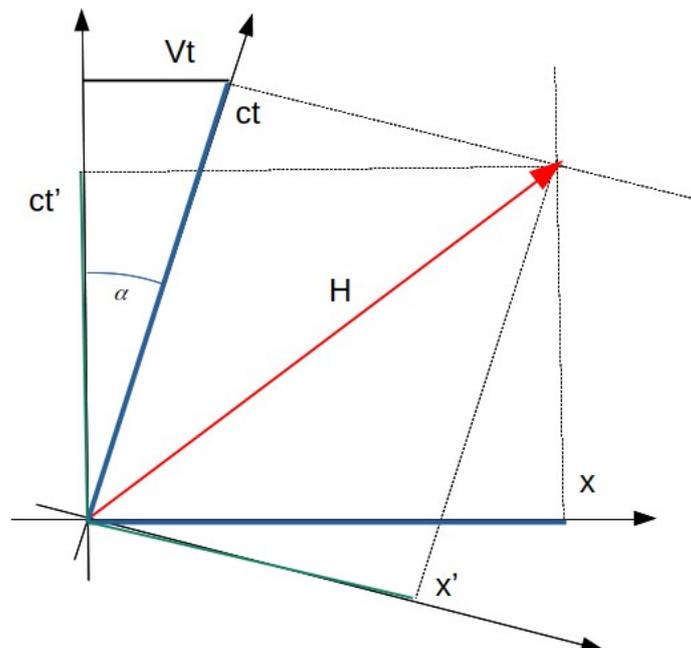
Из этого рисунка можно заключить, что пространство и время, если их, следуя СТО, попытаться объединить в одну конструкцию, не могут образовать декартову систему координат, как по умолчанию это предполагается в СТО. Получается косоугольная система.

Без ущерба для дальнейшего рассмотрения мы можем перенести начало системы координат в то место, откуда, предполагается, исходит свет. Примем такую систему координат за неподвижную систему отсчёта. В её начало, можно считать, помещен наблюдатель, который следит за движущимся телом. В той простой ситуации, которая описывается, он видит, что за время наблюдения t тело, находившееся в первый момент наблюдения в ближайшем к нему положении, переместилось на расстояние Vt .



С движущимся телом мы можем связать движущуюся вместе с ним систему отсчёта. Начало системы координат можно выбрать где угодно. Мы поместим его в начало неподвижной системы отсчёта. Поскольку скорость тела в этой системе координат отсутствует, угол α для этого тела равен нулю. Это значит, что ось x' движущейся системы отсчёта в момент времени t должна быть перпендикулярной вектору ct . Поэтому у нас должен получиться рисунок, подобный тому, что изображен справа. Там также отмечено положение произвольно взятой точки на оси x .

Из этого рисунка становится очевидным, что мы имеем дело с обычным ортогональным преобразованием, изменяющим координаты некоего вектора H . Остаётся сделать некоторые дополнительные построения, как это сделано на рисунке ниже, чтобы в этом убедиться. Мы видим, что координаты (x, ct') этого вектора одной декартовой системы координат, изображенного на рисунке, преобразуются в координаты (x', ct) другой декартовой системы.



Из ортогональности такого преобразования следует, что длина этого вектора в одной системе координат равна длине в другой системе

$$H = \sqrt{x^2 + (ct')^2} = \sqrt{x'^2 + (ct)^2} = H'$$

Отсюда перестановкой слагаемых следует равенство т.н. интервалов СТО:

$$s = \sqrt{(ct)^2 - x^2} = \sqrt{(ct')^2 - x'^2} = s'$$

Конечно, также можно данный рисунок рассматривать так, как будто вектор (x, ct) одной косоугольной системы координат преобразовал свои координаты в значения (x', ct') другой косоугольной системы. Однако значения координат в этом случае изменятся по сравнению с использованными выше и, очевидно, что такое преобразование не будет являться ортогональным поворотом системы координат. Такое представление не даст равенств интервалов.

В матричной форме ортогональное преобразование выразится в виде:

$$\begin{pmatrix} x' \\ y \\ z \\ ct' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \alpha & 0 & 0 & -\sin \alpha \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ \sin \alpha & 0 & 0 & \cos \alpha \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \\ ct \end{pmatrix} \quad (2)$$

Отсюда с помощью (1) мы имеем следующую систему уравнений, исключая тривиальные:

$$\begin{aligned} x' &= x\sqrt{1 - V^2/c^2} - Vt' \\ ct &= xV/c + ct'\sqrt{1 - V^2/c^2} \end{aligned}$$

Первое уравнение разрешим относительно x

$$x = \frac{x' + Vt'}{\sqrt{1 - V^2/c^2}} \quad (3)$$

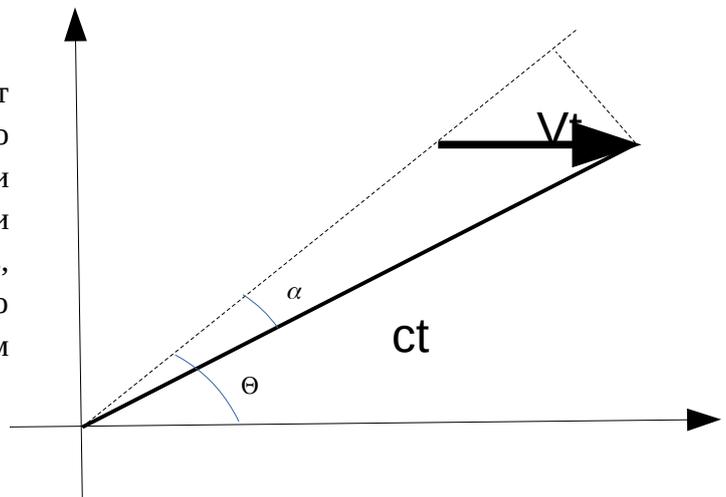
Затем подставляем это значение во второе уравнение

$$ct = \frac{(x' + Vt')V/c}{\sqrt{1 - V^2/c^2}} + ct'\sqrt{1 - V^2/c^2}$$

После приведения к общему знаменателю мы получим

$$ct = \frac{ct' + x'V/c}{\sqrt{1 - V^2/c^2}} \quad (4)$$

Вместе уравнения (3) и (4) составляют ПЛ. Таким образом, начав с требования о предельной скорости, простыми и очевидными операциями, мы получили главный результат СТО. Осталось понять, почему это произошло и имеет ли это какое-то отношение к реальным явлениям в природе.



Случай общего положения

Случай, когда тело в начальный момент времени не находилось на ближайшем расстоянии, включает в рассмотрение множитель, связанный с углом Θ между осью x и направлением на тело. Из рисунка видно, что $Vt \sin \Theta = ct \sin \alpha$. Отсюда

$$V = \frac{c \sin \alpha}{\sin \Theta}$$

Очевидно, что относительно скорости $V \sin \Theta$ все предыдущие рассуждения будут верны.

Замедление времени и сокращение размеров

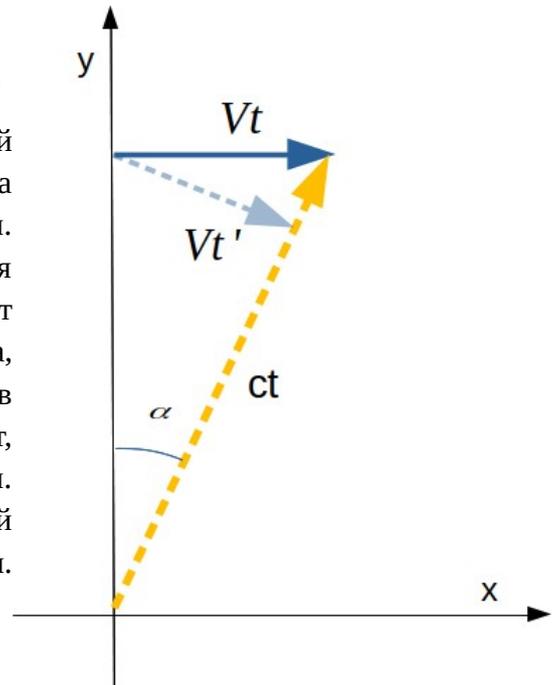
Рассматриваемый случай наблюдения движущегося тела позволяет очень просто интерпретировать следствия СТО, заключающиеся в сокращении продольных размеров тел и замедлении времени. Из рисунка ниже ясно, что наблюдатель, находящийся в начале системы координат не может верно оценить всё перемещение движущегося тела, сделанное им за время t . Он может видеть проекцию этого перемещения, обозначенную на рисунке пунктиром. Так он наблюдает кажущийся, мнимый путь тела $l' = Vt'$ вместо реального пути $l = Vt$. Отсюда мы имеем как бы “сокращение продольного размера”

$$l' = l \cos \alpha = l \sqrt{1 - V^2/c^2} \quad (5)$$

и после сокращение V – “замедление времени”

$$t' = t \sqrt{1 - V^2/c^2} \quad (6)$$

Таким образом, наблюдателю в неподвижной системе отсчёта кажется, что время движения тела составляет t' . Такое время показали бы его часы. Также он, принимая это время за истинное время движения, считает, что время t , которое он считает принадлежащим движущейся системе отсчёта, замедлилось по сравнению с его временем. Часы в движущейся системе отсчёта, он считает, отстают, замедляются, показывая большее время, чем его часы. Именно эти расчётные показания часов неподвижный наблюдатель, придерживающийся СТО, считает т.н. собственным временем.



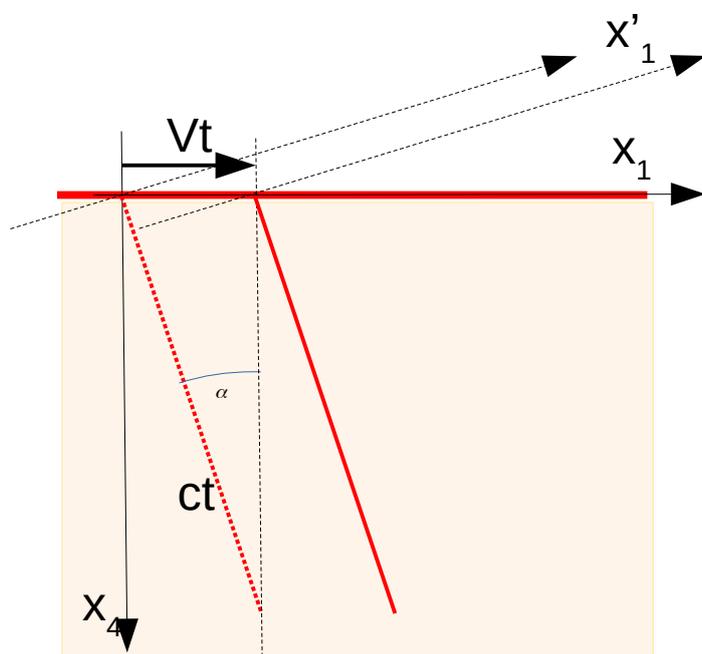
Модель 4D материи

Описание, которое дано выше, производилось в таком же пространстве и времени, что и в СТО. Поэтому значение его не может быть другим – это преобразование абстрактного евклидова пространства R^4 , появляющегося после прикрепления времени, пространства R^1 , к пространству R^3 . Умножив время на постоянную величину скорости света, мы изменили лишь масштаб и привели размерность к размерности длины. Метрика такого пространства положительно определена. Пространство Минковского R_1^3 имеет другую структуру. Оно представляет собой псевдоевклидово пространство со знакопеременной метрикой. В нём вместо ортогонального преобразования появляется гиперболическое, в

котором вместо обычных тригонометрических функций используются гиперболические, но по сути ничего нового в данном представлении казалось бы, не может возникнуть — не считая его косоугольность.

Однако физический смысл обрисованной выше картине может быть придан, если вместо пространства и времени был бы рассмотрен некий физический объект, а пространство и время использовались бы по их прямому назначению — для обозначения положения физических тел и для обозначения движения физических тел.

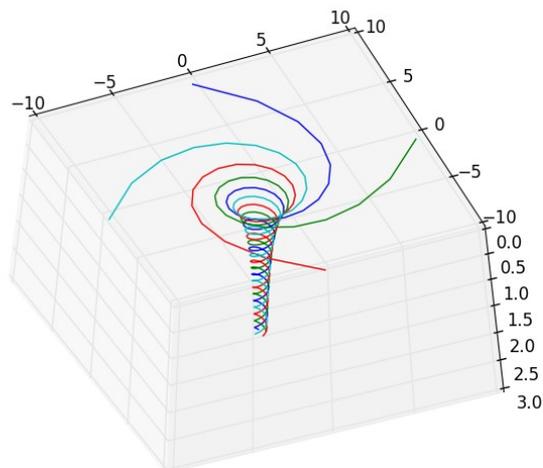
Таким объектом не может быть эфир, который претендует на роль светонесущей среды во множестве теорий. Во-первых, это трёхмерная конструкция. Во-вторых, свет, который в такой среде мог бы распространяться, был бы обязательно связан с продольными колебаниями частиц такой среды в то время, как известно со времен опытов Герца, свет представляет собой поперечные колебания. В-третьих, многочисленные попытки обнаружить эфир следует признать безуспешными. Мы можем указать на другой материальный объект в пространстве R^4 . Конечно, этот объект нельзя обнаружить в нашем трёхмерном Мире. Он должен вести себя также как вектор ct на представленных рисунках. В трёхмерном пространстве R^3 материальное тело можно в ряде случаев заменить т.н. материальной точкой, чтобы изучить движение тела. В пространстве R^4 подобным объектом должен быть размерностью на единицу выше. Поэтому это должен быть некий линейный объект, движущийся плоско-параллельно со скоростью V в направлении оси x . Он по своим свойствам должен в определённой степени представлять тело, частицу, которую мы можем наблюдать в Мире.



На рисунке показано поперечное сечение пространства R^4 . На нём предполагается, что 4D материя занимает полупространство в положительном направлении оси x_4 . Горизонтальная красная линия означает часть трёхмерной границы 4D материи, гиперповерхности. Свет может распространяться лишь по этой гиперповерхности и представляет собой некие её поперечные колебания. Красная пунктирная линия представляет

искомый линейный объект в первоначальном положении, сплошной красной линией он обозначен в момент времени t . Мы дали название *4-вихря* этому объекту с таким свойством.

Предполагается, что он является аналогом трёхмерной вихревой структуры, водоворота. Из построения следует, что кроме вращательного движения 4D материи вдоль его оси также происходит движение со скоростью света. Стенки 4-вихря представляют собой изогнутую часть граничной гиперповерхности. При определённых условиях, когда, например, имеется устойчивая система 4-вихрей, атом, может произойти испускание фотона. Водоворот



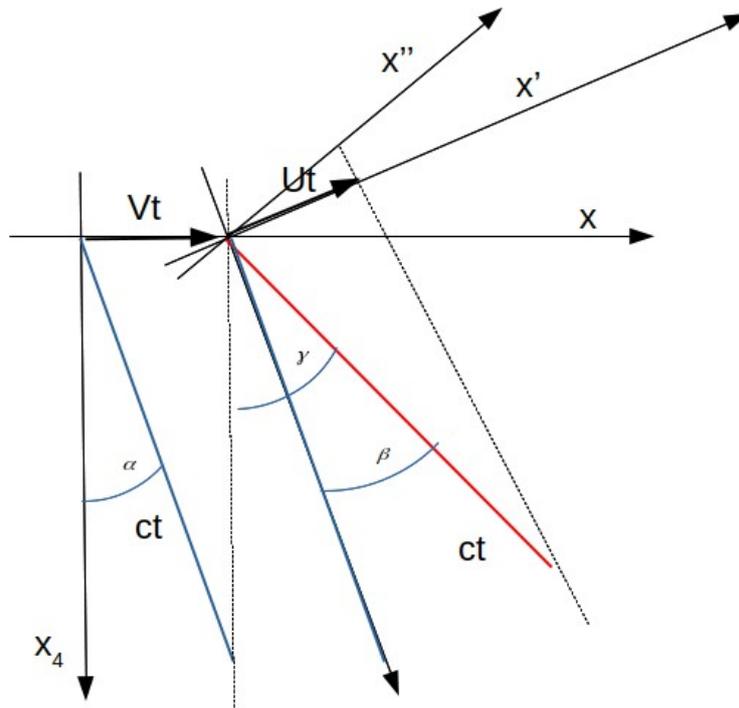
будет стоять на месте, если его тело будет расположено по нормали к границе воды. В этом случае кривизна границы будет симметричной относительно оси вихря. При наклоне вихря симметрия его границы нарушится и силы поверхностного натяжения начнут сдвигать его в сторону, где симметрия была бы восстановлена, т.е. в сторону наклона. В случае 4-вихря мы имеем дело с кривизной не двумерной поверхности, а трёхмерной гиперповерхности, нарушение симметрии которой также вызывает движение всего вихря. На рисунке выше изображены некоторые геодезические, образующие 4-вихря в состоянии покоя. Возможным является лишь регистрации положения его горловины, его положения в 3D Мире.

Сложение скоростей

Формула сложения скоростей, получаемая в СТО, вызывает легкое недоумение. По ней получается в частности, что если одна из скоростей V или U равна скорости света, то общая скорость v' тоже будет равной скорости света, какой бы не была другая скорость:

$$v' = \frac{V+U}{1 + \frac{VU}{c^2}} \quad (7)$$

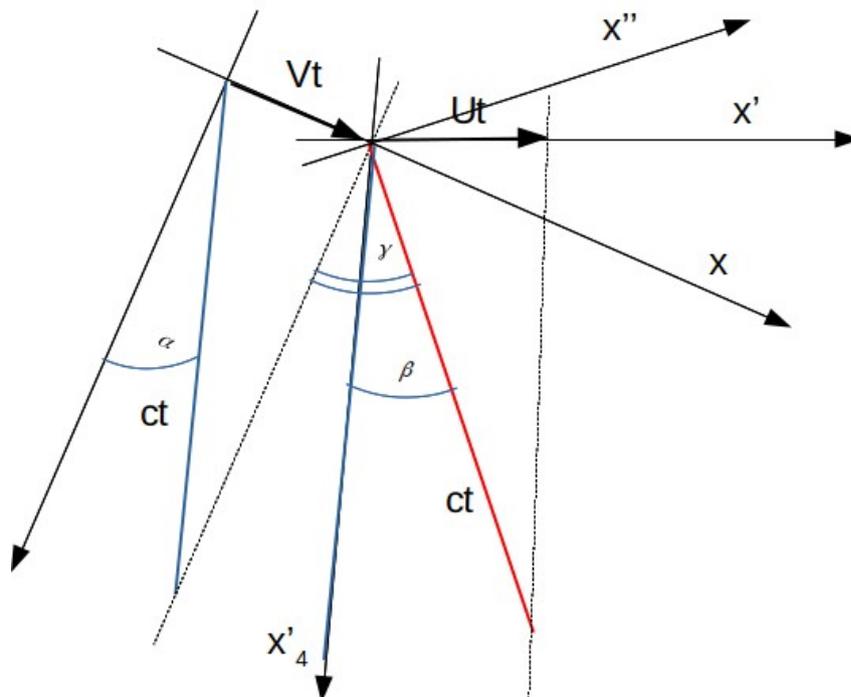
В представлении, которое дано здесь, получится другая формула. Она уже была получена [3], [4]. Пусть относительно тела, движущегося со скоростью V , в том же направлении движется другое тело со скоростью U . Это значит, что в ИСО, связанной с первым телом, которое обозначено на рисунке синим цветом и которое имеет наклон α , есть тело, обозначенное красным цветом и имеющее наклон на угол β относительно 4-вихря первого тела. Очевидно, что относительно исходной ИСО угол наклона составит сумму этих углов.



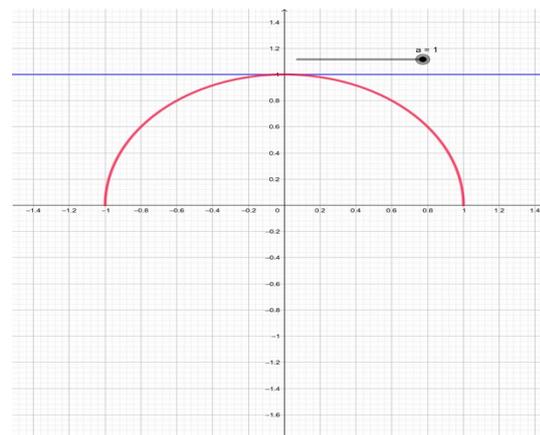
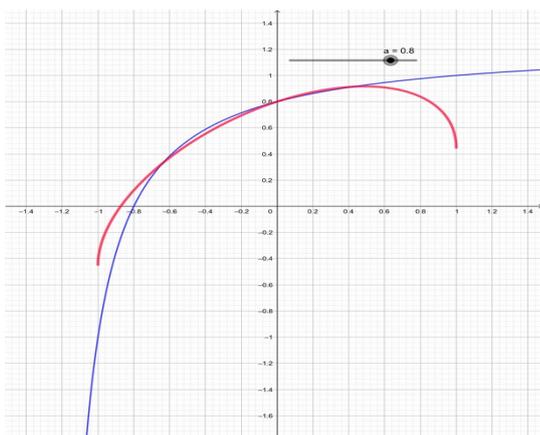
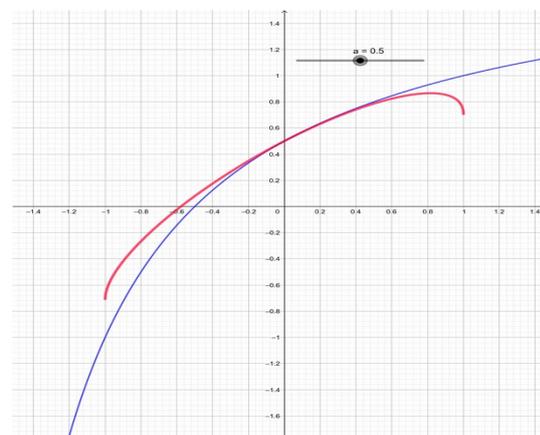
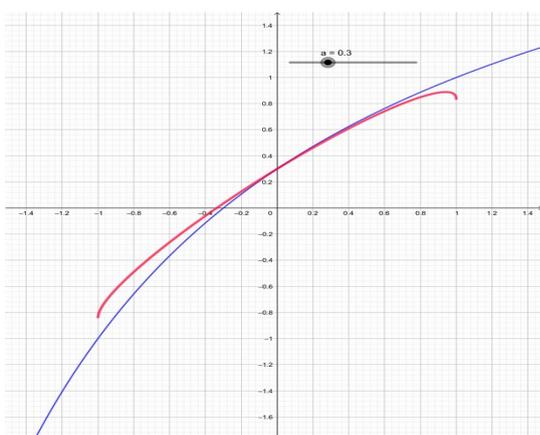
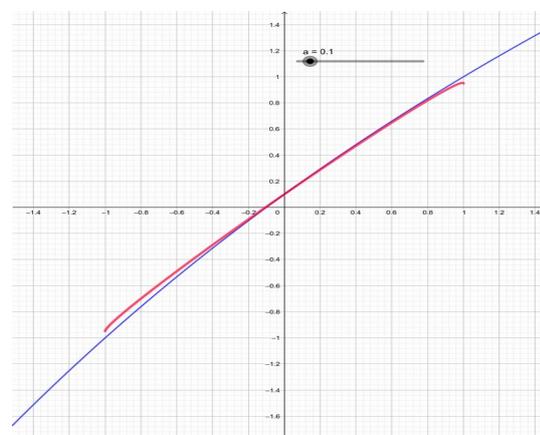
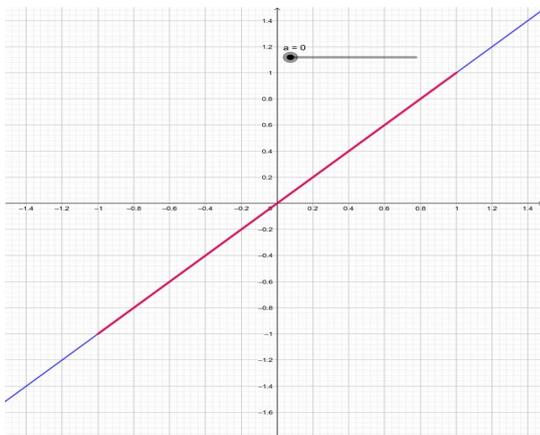
Поэтому общая скорость, согласно определению (1), равна

$$V' = c \sin(\alpha + \beta) = c(\sin \alpha \cos \beta + \cos \alpha \sin \beta) = V \sqrt{1 - U^2/c^2} + U \sqrt{1 - V^2/c^2} \quad (8)$$

Будем называть эту формулу по имени Р. ван Линдена, который впервые её предложил. Мы можем развернуть картинку на угол α , чтобы увидеть, что для второго тела получилась ситуация, аналогичная первому и что его угол наклона в исходной ИСО равен $\gamma = \alpha + \beta$. В этом действии, на наш взгляд, отражается принцип относительности Эйнштейна. Рассмотрение движения тел происходит не относительно гиперповерхности Вселенной, а относительно воображаемой, соответствующей выбранной ИСО. Относительно её можно проделать все операции, которые были сделаны выше, чтобы получить ПЛ. При этом, однако, надо иметь в виду, что угол γ не может быть больше $\pi/2$, если исходная ИСО по своему положению не сильно отличается от границы Вселенной.



Чтобы сравнить выражения (7) и (8) мы изобразили эти две функции при $c=1$ для различных значений одной из скоростей V или U . Значения второй функции отмечено положением бегунка. Из графиков видно, что при нулевом значении они сливаются, при малых значениях почти не отличаются.

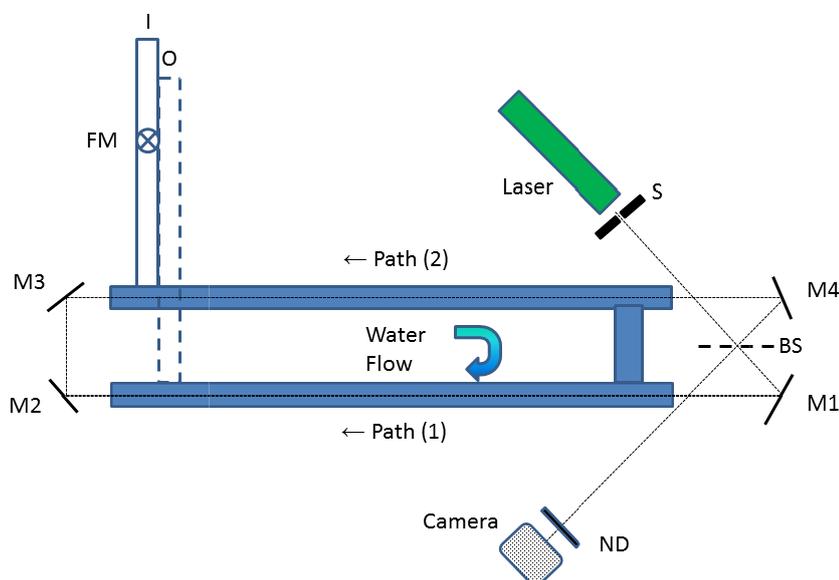


Различие в том, что первая функция, изображенная синим цветом, неограниченна. Вторая функция красного цвета, как и должна по условию (1) не превышать по модулю единицу. Она представляет собой половину эллипса. Из всех значений, однако, надо вычесть те, которые находятся за пределами максимума красной функции, т.е. когда угол γ достигает значения $\pi/2$. Последний график отражает ситуацию, при которой одна из скоростей равна единице. Второй скорости остаётся только одно значение равное нулю и поэтому суммарная скорость, как и в СТО, будет равной единице.

Таким образом, отличием выражений (7) и (8) является также то, что первая формально допускает сложение каких угодно скоростей, получая при этом скорости не превышающие скорость света лишь при выполнении постулата СТО о предельной скорости. Вторая формула ограничивает слагаемые скоростью света «автоматически», т.к. иначе превышение делает сумму скоростей мнимой.

Опыт Физо

Опыт Физо создатель СТО А. Эйнштейн считал решающим экспериментом в поддержку теории относительности [9]. Однако хотя эта теория на основе формулы сложения скоростей (7) давала, казалось бы, верный результат для установленного на этом опыте коэффициента увлечения Френеля, появились новые данные, которые гораздо точнее описывали результаты опыта Физо [8], [9] на основе классического эффекта Доплера. Вместе с тем, этот эксперимент даёт возможность проверить формулу ван Линдена для сложения скоростей. Поэтому рассмотрим подробнее этот эксперимент. Его схема представлена ниже.



Вода прогоняется по двум трубам. FM — это измеритель скорости потока. Свет лазера с помощью зеркал M1, M2, M3 и M4 направляется вдоль труб через BS — полупрозрачное стекло, которое расщепляет свет на два пучка. Камерой фиксируется интерференция этих двух пучков.

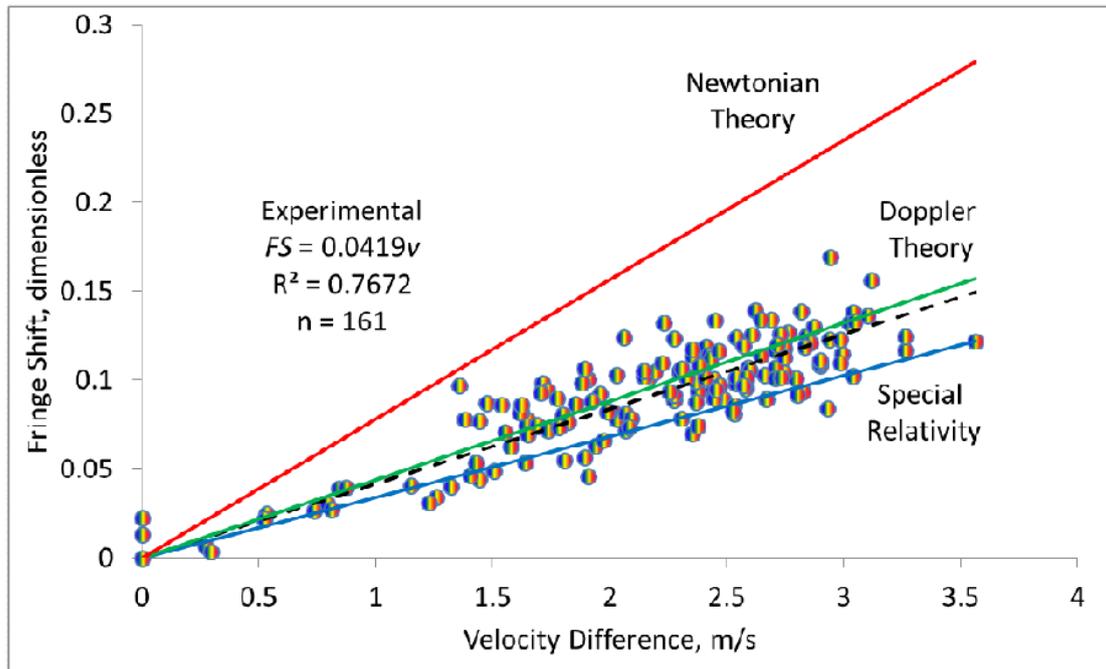
Результаты опыта представлены на графике. Красная линия соответствует классической формуле сложения, которая следует из принципа относительности Галилея:

$$v' = v + U = v + \frac{c}{n}, \text{ где } n \text{ — показатель преломления воды. В этом случае}$$

интерференционный сдвиг выражается формулой [9]:

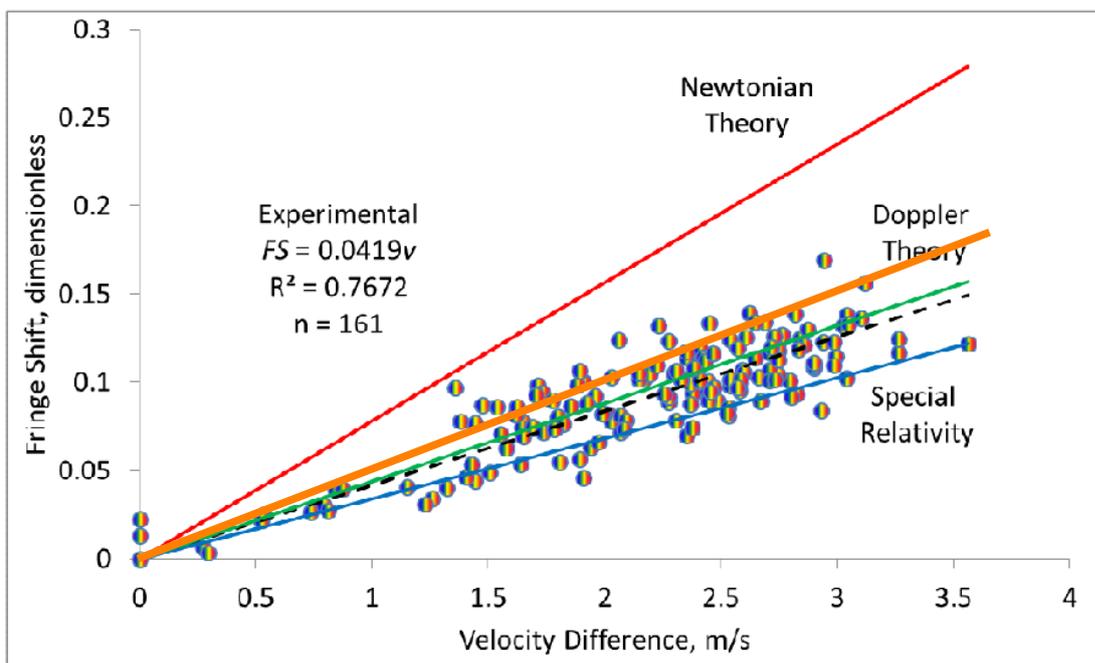
$$FS_N = 1.16 \frac{2Lv n^2}{\lambda c}$$

Здесь L — длина труб, v — разность скоростей воды в трубах, λ — длина волны лазера. Численный коэффициент 1.16 выражает инструментальное отношение максимальной скорости воды к средней в данном эксперименте, измеренное вдоль сечения трубы.



Синяя линия представляет случай СТО, выражаемой формулой (7), которая в случае $v/c \ll 1$ принимает вид $v' = v(1 - \frac{1}{n^2}) + \frac{c}{n}$. Выражение в скобках носит название коэффициента увлечения Френеля в соответствии с гипотезой Френеля, по которой светоносный эфир частично увлекается движущейся материей.

$$FS_{SR} = 1.16 \frac{2Lv n^2}{\lambda c} \left(1 - \frac{1}{n^2}\right)$$



Жирной оранжевой линией показано положение, соответствующее формуле ван Линдена

(8), которая в этом случае примет вид $v' = \frac{c}{n} + V \sqrt{1 - \frac{1}{n^2}}$. Сдвиг при этом равен

$$FS_{VL} = 1.16 \frac{2Lv n^2}{\lambda c} \sqrt{1 - \frac{1}{n^2}}$$

Мы видим, что формулы (7) и (8) почти одинаково неплохо описывают опытные данные. Однако наилучшее совпадение с опытными данными имеет метод на основе первостепенной значимости эффекта Доплера, который предложен авторами работ [8] и [9]. Сдвиг по их расчётам равен

$$FS_D = 1.16 \frac{2Lv}{\lambda c} \tag{9}$$

Наклоны графиков имеют следующие значения:

Теория	Наклон
Ньютон	0.0784
СТО	0.0343
Ван Линден	0.0518
Майэрс, Вейн	0.0441
Эксперимент	0.0419 ± 0.0006

Энергия 4-вихря

Рассмотрим наиболее простую форму 4-вихря, в котором есть только два движения 4D материи – вращение вокруг оси вихря и движение вдоль оси со скоростью света. Траекторию точки 4D материи в таком случае можно представить в виде движения радиус-вектора

$$x = \begin{pmatrix} R \cos \phi \\ R \sin \phi \\ 0 \\ ct \end{pmatrix}$$

Это семейство спиралей, винтовых линий, получаемое при разных значениях радиусов R и углов ϕ , образующих вихревую трубку. Для упрощения примем, что угловая скорость $\dot{\phi}$ постоянна. Поле скоростей получится дифференцированием, считая R независимым от времени

$$u = \begin{pmatrix} -R \dot{\phi} \sin \phi \\ R \dot{\phi} \cos \phi \\ 0 \\ c \end{pmatrix}$$

Квадрат скорости равен $u^2 = (R \dot{\phi})^2 + c^2$. Тогда общая кинетическая энергии такого 4-вихря получится интегрированием по дополнительному измерению. L_0 – это “длина частицы” в

дополнительном измерении, расстояние вдоль x_4 , на котором скорость исчезает, k_1 - коэффициент пропорциональности.

$$E = \frac{k_1}{2} \int dx_4 u^2 = \frac{k_1 L_0}{2} (R^2 \dot{\phi}^2 + c^2)$$

Если принять $R \dot{\phi}$ равным скорости света, что, как показано ниже, имеет определённый смысл, мы получим уравнение для энергии покоя $E_0 = m_0 c^2$. Масса покоя m_0 естественно оказывается пропорциональной длине частицы, $m_0 = k_1 L_0$.

Когда 4-вихрь каким-либо способом получает наклон по отношению к нормали, восстановленной от гиперповерхности, он растягивается, его длина увеличивается

$$L = \frac{L_0}{\cos \alpha}$$

Таким образом, мы получим знаменитое уравнение для энергии частицы

$$E = mc^2 \tag{10}$$

в котором $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - V^2/c^2}}$ - т.н. *релятивистская масса*. С другой стороны, как это сейчас принято [5], можно считать массу постоянной, равной m_0 , а энергию прямо зависящей от

скорости $E = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - V^2/c^2}}$. В этом случае, однако, массе станет невозможным придать какой-либо геометрический смысл. При малых скоростях по сравнению со скоростью света мы имеем классическое значение обзей энергии в виде суммы кинетической энергии

$T = m_0 V^2/2$ и энергии покоя: $E = m_0 c^2 + T$. Альтернативно можно записать эту же

формулу для массы $m = m_0 + m_0 V^2/2c^2 = \frac{E_0}{c^2} + \frac{E_0}{c^4} T$. Из этих формул следует, что релятивистская масса приростает за счёт кинетической энергии.

Волны де Бройля

Решение уравнения $R \dot{\phi} = c$, которое предлагалось выше, имеет вид

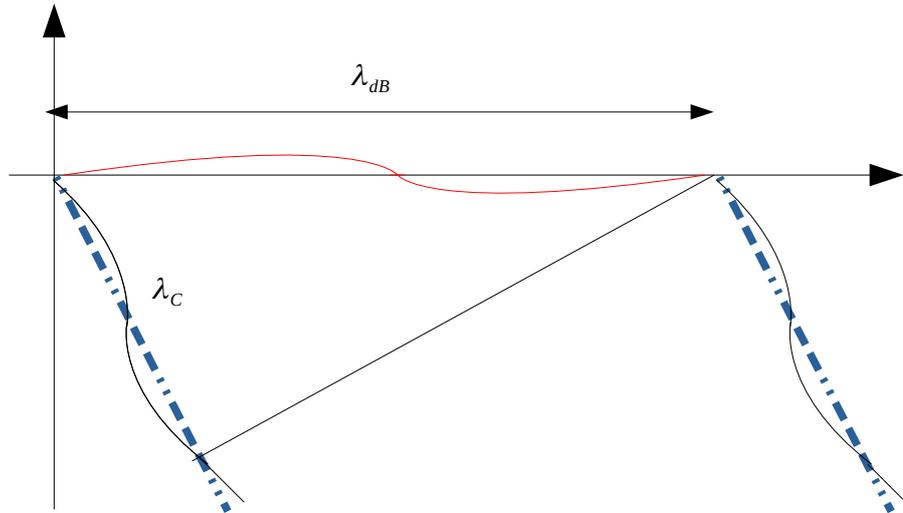
$$\phi = \frac{ct}{R} + C$$

Постоянную интегрирования C можно положить равной нулю. За один период $t = T$ угол ϕ изменится на 2π . Отсюда имеем $R = \frac{c}{\omega}$, где циклическая частота $\omega = 2\pi/T$. При этом предположим, что за этот период движение 4D материи вдоль оси 4-вихря происходит на расстоянии, равном комптоновской длине волны для данной частицы λ_c : $\lambda_c = cT$. Тогда при продвижении 4-вихря эта комптоновская волна разворачивается в де Бройлевскую волну на гиперповерхности так, как это показано на рисунке ниже.

$$\lambda_{dB} = \frac{cT}{\sin \alpha} = c^2 \frac{T}{V} = \frac{h}{p} \tag{11}$$

Постоянная Планка h , квант действия, получает при этом своё определение:

$$h = mc^2 T = ET$$



Таким образом, энергия волны де Бройля равна $E = h\nu$, где частота $\nu = 1/T$. Модуль импульса определяется почти как в классической механике

$$p = mV = \frac{m_0}{\cos \alpha} c \sin \alpha = m_0 c \operatorname{tg} \alpha \quad (12)$$

Свет

Преобразования Лоренца для электрического и магнитного полей были представлены в пионерской работе А.Эйнштейна [10] и в рамках модели 4D материи в работе автора [6]. При этом выявилось существенное отличие.

Мы определили *тензор внутреннего электромагнитного поля*, поля, которое существует внутри 4D Вселенной, как четырёхмерную завихрённость поля скоростей 4D материи [6] $F_{ij} = \partial_i u_j - \partial_j u_i$. Его можно разделить на два векторных поля, внутреннего магнитного и внутреннего электрического поля:

$$\mathbf{h} = \nabla \times \mathbf{u}, \quad \mathbf{e} = \partial_4 \mathbf{u} - \nabla u_4.$$

Первое поле отличается от обычной трёхмерной завихрённости тем, что определяется в R^4 . Внешние поля, поля, наблюдаемые на граничной гиперповерхности, в 3D Мире, есть интегралы внутренних полей по дополнительному измерению:

$$\mathbf{H} = k_e \int dx_4 \mathbf{h}, \quad \mathbf{E} = k_e \int dx_4 \mathbf{e},$$

где k_e - коэффициент пропорциональности.

Применим ортогональный поворот (2), который привёл нас к ПЛ, к этим полям

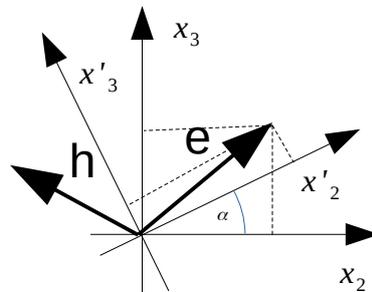
$$\begin{aligned} u'_1 &= u_1 \cos \alpha - u_4 \sin \alpha & \partial'_1 &= \partial_1 \cos \alpha - \partial_4 \sin \alpha \\ u'_4 &= u_1 \sin \alpha + u_4 \cos \alpha & \partial'_4 &= \partial_1 \sin \alpha + \partial_4 \cos \alpha \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{h}' &= \begin{pmatrix} \partial_2 u_3 - \partial_3 u_2 \\ \partial_3 u'_1 - \partial'_1 u_3 \\ \partial'_1 u_2 - \partial_2 u'_1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} h_1 \\ \cos \alpha h_2 + \sin \alpha e_3 \\ \cos \alpha h_3 - \sin \alpha e_2 \end{pmatrix} \\ \mathbf{e}' &= \begin{pmatrix} \partial'_4 u'_1 - \partial_1 u'_4 \\ \partial'_4 u_2 - \partial_2 u'_4 \\ \partial'_4 u_3 - \partial_3 u'_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} e_1 \\ \cos \alpha e_2 + \sin \alpha h_3 \\ \cos \alpha e_3 - \sin \alpha h_2 \end{pmatrix} \end{aligned} \quad (13)$$

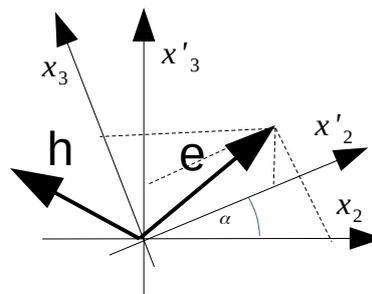
Создатель СТО предлагает несколько другое преобразование. Например, вместо нашего $h_2' = \cos \alpha h_2 + \sin \alpha e_3$ его преобразование выглядит так, как будто штрихи перепутаны $h_2 = \cos \alpha h_2' + \sin \alpha e_3$. Это означает, что инвариантным является не сумма квадратов электрического и магнитного полей, а их разность. Другими словами, у нашей редакции используется понятное преобразование полей в декартовой системе координат, следующая из того, что движение вызывает для полей поворот «вокруг плоскости» (x_1, x_4) , который представлен матрицей, отличной от той, что использована выше(2).

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \alpha & -\sin \alpha & 0 \\ 0 & \sin \alpha & \cos \alpha & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Отличие матриц означает, на наш взгляд, то, что в данном случае мы имеем дело с координатами завихрённости, которые представляют собой аксиальные вектора, а не с координатами полярных векторов.



Теорией относительности преобразованием Лоренца предлагается косоугольная система координат в каждой ИСО, как это представлено на рисунке.



Свет характеризуется тем, что для него угол $\alpha = \pi/2$. Поэтому, если свет представляет собой комбинацию электрического и магнитного полей, преобразование будет таким:

$$\mathbf{h}' = \begin{pmatrix} h_1 \\ e_3 \\ -e_2 \end{pmatrix}, \mathbf{e}' = \begin{pmatrix} e_1 \\ h_3 \\ -h_2 \end{pmatrix} \quad (9)$$

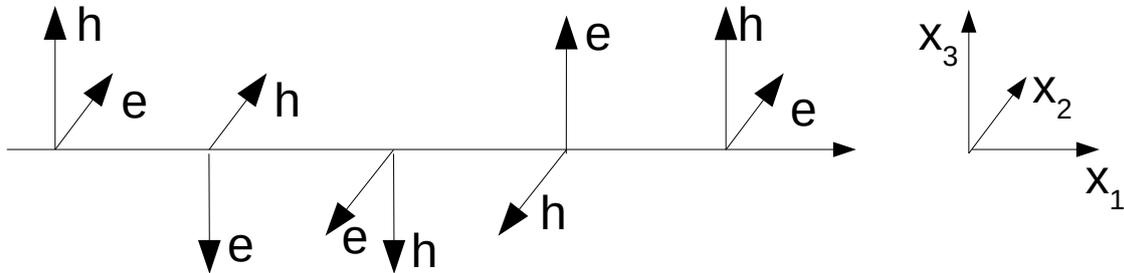
Например, если в исходной точке поля имели вид

$$\mathbf{h} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ h \end{pmatrix}, \mathbf{e} = \begin{pmatrix} 0 \\ e \\ 0 \end{pmatrix},$$

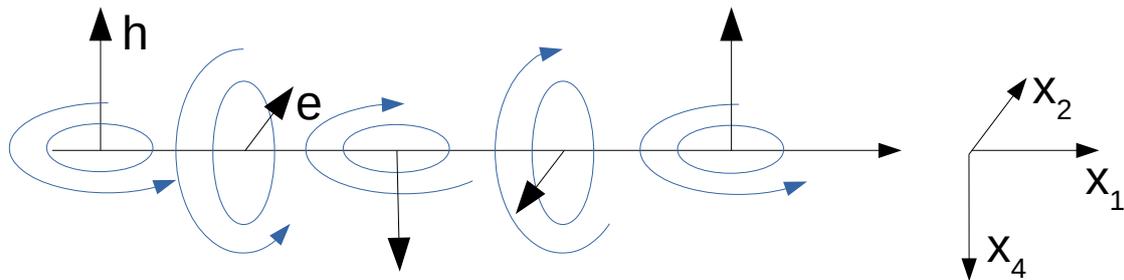
то в соседней точке по направлению оси x_1 поля предстанут в виде

$$\mathbf{h}' = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -e \end{pmatrix}, \mathbf{e}' = \begin{pmatrix} 0 \\ h \\ 0 \end{pmatrix}$$

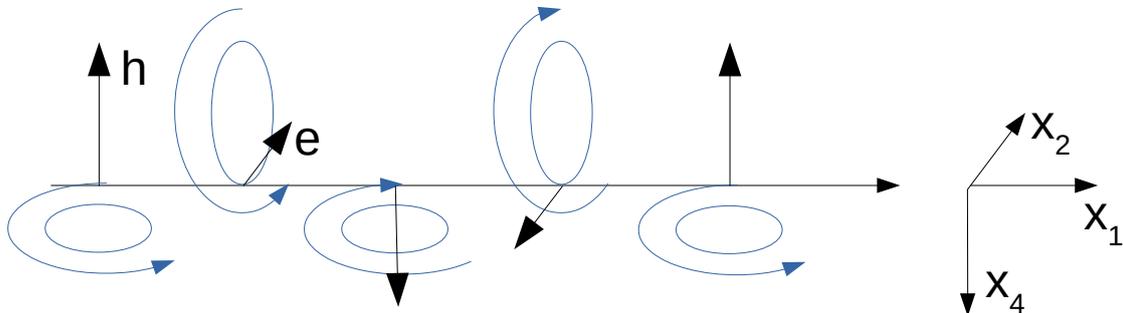
Последовательно применяя преобразования (9), мы получим подобную картину в гиперплоскости (x_1, x_2, x_3) :



Мы видим, что при каждом преобразовании электрическое поле превращается в магнитное и наоборот. Изображая линии тока завихрённости, картина приобретает следующий вид. При этом надо принимать во внимание, что вектор \mathbf{h} находится вне гиперплоскости (x_1, x_2, x_4) , которая на этой картине представлена:



Поэтому можно представить, что свет распространяется путём вращения четырёхмерной завихрённости «вокруг плоскости» - в данном случае вокруг 2D плоскости (x_2, x_3) , т.е. как и предполагалось изначально, при движении вдоль оси x_1 . Такое вращение можно получить, если разнести центры завихрённости, как показано на рисунке. Тогда они будут образовывать синусоидальную кривую, что соответствует линейной поляризации световой волны. Эллиптической поляризации будет соответствовать винтовая линия, образованная центрами завихрённости.



Отсюда следует, что в целом свет можно представить как перемещение четырёхмерной вихревой трубки, которая имеет либо синусоидальную, либо спиральную форму.

Эффект Доплера

С эффектом Доплера, на основе которого, как было показано выше, лучше всего объясняется опыт Физо, мы встречаемся, когда слышим гудок приближающегося или

удаляющегося поезда. В первом случае звук становится выше, а во втором - ниже, чем у стоящего поезда. Подобно акустике в оптике также наблюдается эффект изменения частоты исходного светового сигнала в зависимости от скорости источника или приемника света. Специальная теория относительности (СТО) внесла существенную коррекцию в выражение для этого изменения частоты, а именно добавив «релятивистский корень» в числитель:

$$\omega' = \omega \frac{\sqrt{1 - V^2/c^2}}{1 - V/c \cos \theta} \quad (10)$$

В частности, такая зависимость предполагает, что существует поперечный эффект при $\Theta = \pi/2$. Однако эксперименты, которые якобы подтверждают наличие такого эффекта, были проведены лишь для углов Θ очень близких к прямому,

Мы попытаемся выяснить происхождение релятивистского корня, исходя из модели 4D среды. Для этого рассмотрим вначале случай неподвижного источника. Плоская волна, олицетворяющая пучок света от далекого источника, может быть представлена в виде гармонического колебания граничной гиперповерхности

$$x_4 = A \sin(\mathbf{k} \cdot \mathbf{r} - \omega t) \quad (13)$$

Примером может служить предыдущий рисунок. Приемник движется со скоростью V под углом θ относительно источника света. В соответствии с преобразованием Галилея координаты радиус-вектора \mathbf{r} выразятся через координаты радиус-вектора \mathbf{r}' в системе отсчета, связанной с приемником, следующим образом

$$\mathbf{r} = \mathbf{r}' + \mathbf{V} t$$

Поскольку фаза световой волны не изменяется от выбора системы отсчета, т. е.

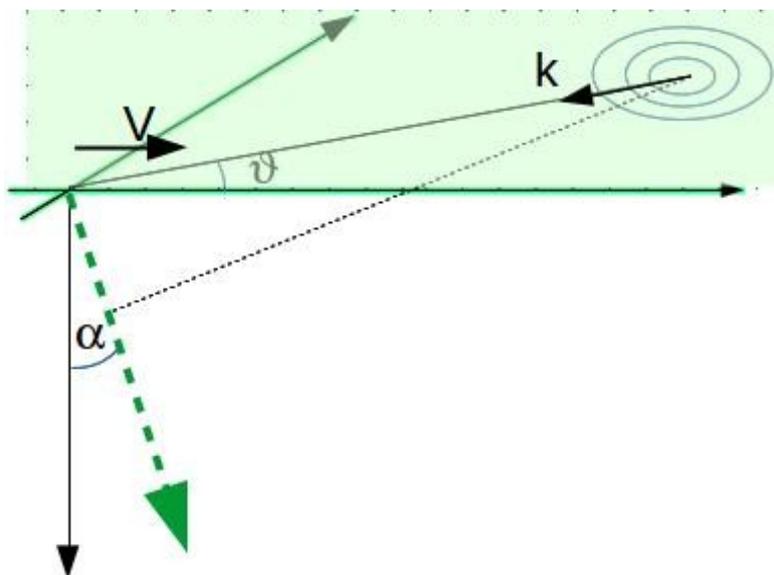
$\mathbf{k} \cdot \mathbf{r} - \omega t = \mathbf{k} \cdot \mathbf{r}' - \omega' t$, то, подставляя сюда (3), мы получим классическое выражение для эффекта Доплера

$$\omega' = \omega - \mathbf{k} \cdot \mathbf{V} = \omega \left(1 - \frac{V}{c} \cos \theta \right) \quad (14)$$

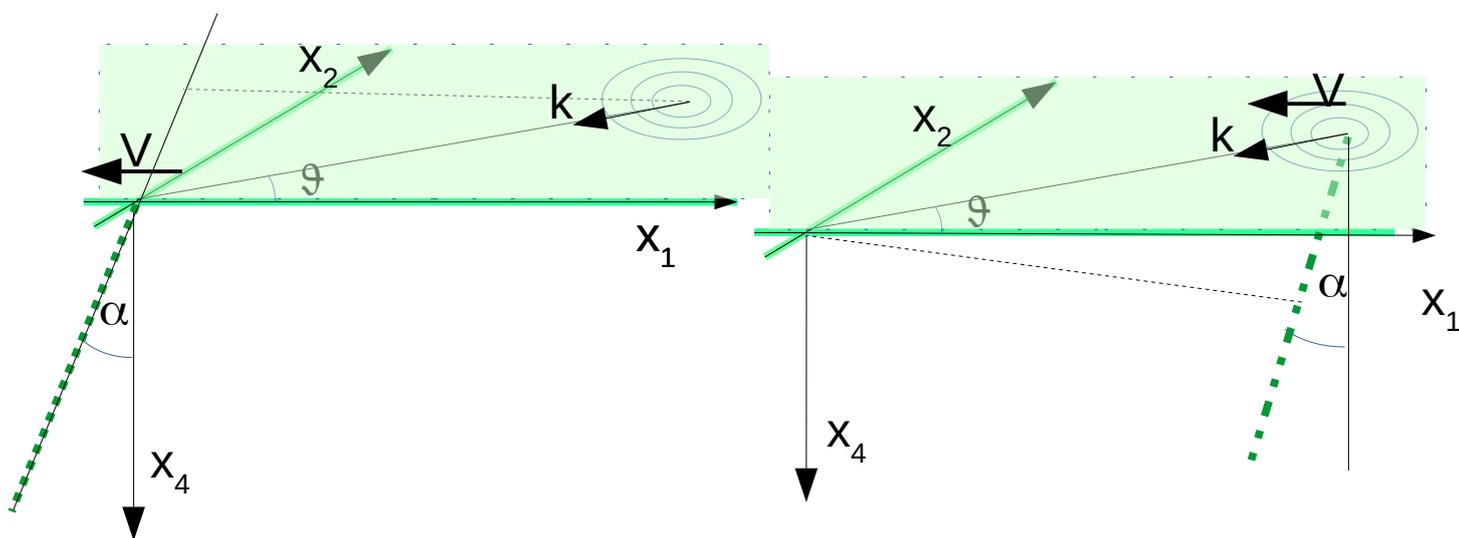
где $c = \omega/|\mathbf{k}|$.

Мы представим приемник в виде 4D вихря, ось которого имеет наклон в направлении движения на угол $\alpha = \arcsin(V/c)$ относительно гиперповерхности, как показано на рисунке. Если бы световая волна могла распространяться не только по гиперповерхности Вселенной, но и внутри её, то свет смог бы достичь приемника раньше, поскольку расстояние по прямой, показанной точечной линией, короче. Тогда вместо волнового вектора \mathbf{k} надо было бы использовать его проекцию на эту прямую $\mathbf{k} \cos \alpha$ и соответственно вместо $\omega - c k \cos \alpha = \omega \cos \alpha$. В этом случае мы получили бы в точности выражение (1) для релятивистского эффекта Доплера. Однако угол, под которым находится проекция, равен α лишь при $\Theta = 0$. В общем случае проекция равна $\mathbf{k} \cos \alpha \cos \Theta$. Поэтому в выражении (1) должен появиться множитель $\cos \Theta$, который, кстати, исключает проявления поперечного эффекта Доплера:

$$\omega' = \omega \frac{\cos \Theta \sqrt{1 - V^2/c^2}}{1 - V/c \cos \theta} \quad (15)$$



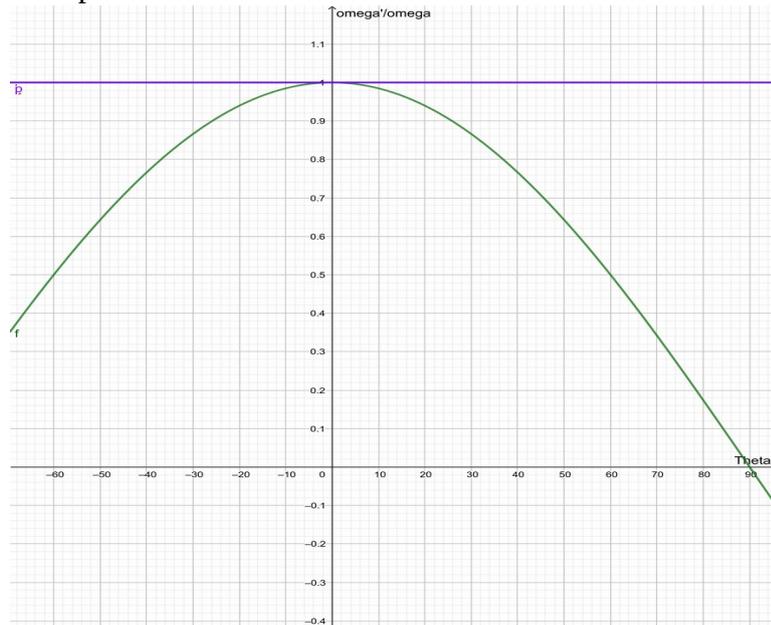
Случай, когда приёмник удаляется, описывается аналогично. Проекция в этом случае строится на продолжении оси 4-вихря. Для движущегося источника и неподвижного приёмника картина получается также схожей.



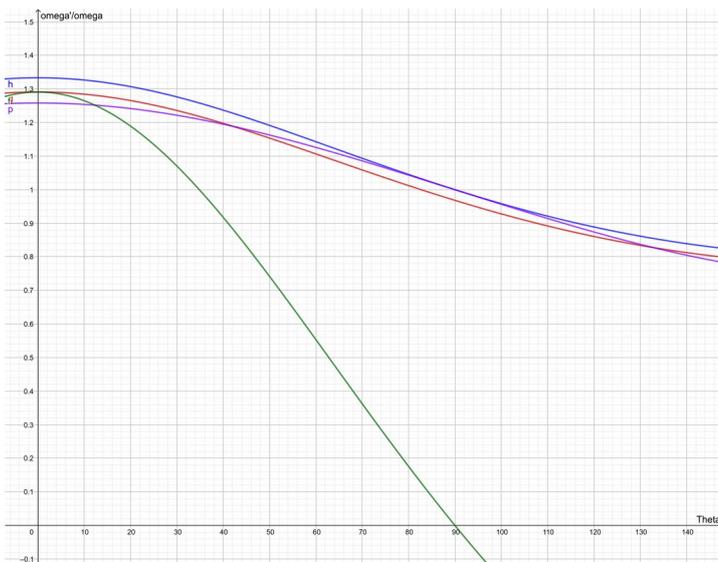
Однако такое представление света является невозможным в модели 4D материи. Свет — это колебание граничной гиперповерхности, вибрация Мира.

Сравнение всех формул для объяснения эффекта Доплера лучше всего проводить на графиках. Ниже приведены графики зависимости отношения ω'/ω от относительной скорости V/c . При $V=0$ лишь наша зависимость (15), отмеченная зелёным цветом, ведёт себя иначе как все остальные. На наш взгляд такое поведение функции отражает неопределённость угла Θ , которая возникает при неподвижных приёмнике и источнике

звука. Естественным выбором системы отсчёта в этом случае будет значение $\Theta=0$, когда ось x направлена от приёмника на источник.



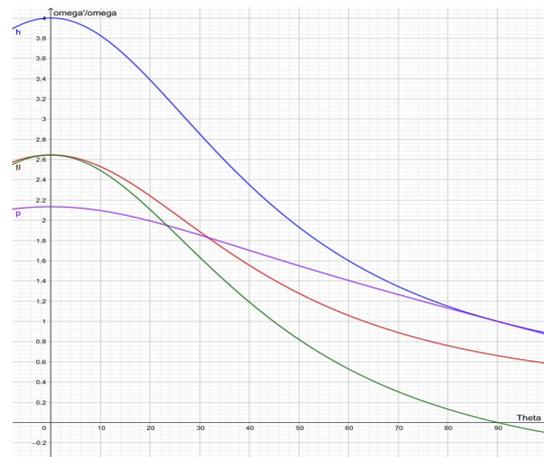
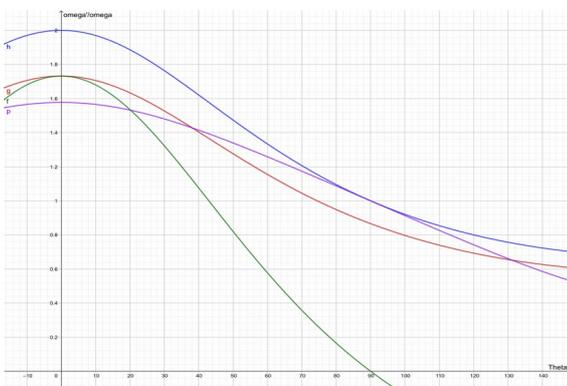
Следующий рисунок даёт распределение при $V=0.25$ с.



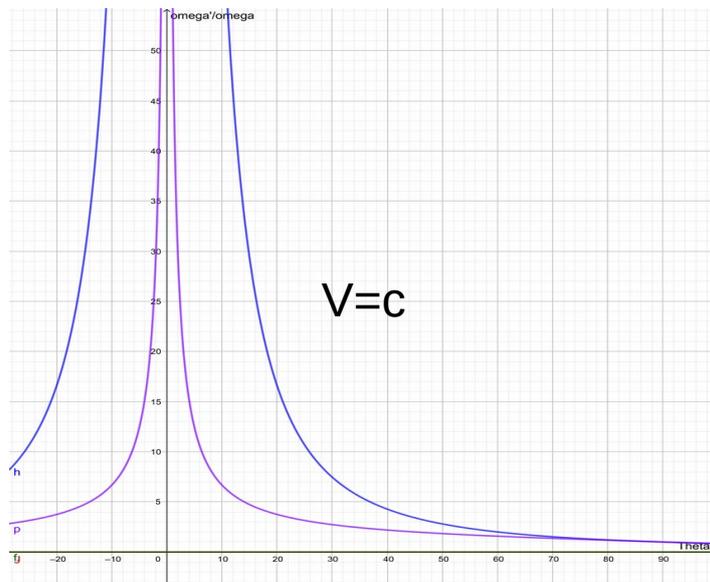
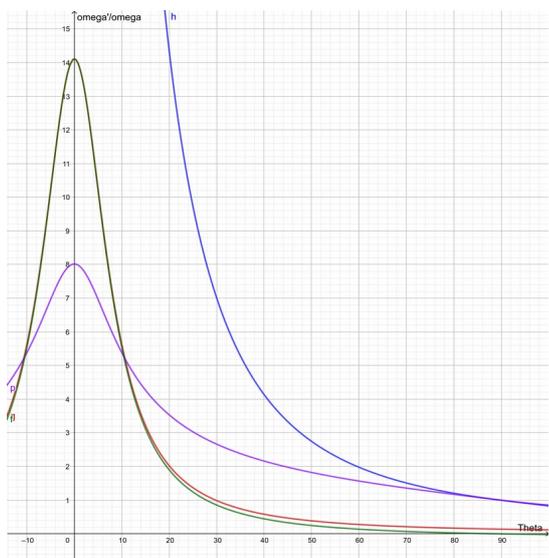
Синим цветом дана функция для классического эффекта Доплера. Красным цветом обозначена зависимость по релятивистской формуле и сиреневым цветом зависимость Вейна [12], которая имеет вид

$$\omega' = \omega \frac{\sqrt{1 - V^2/c^2}}{1 - V^2/c^2 \cos^2 \theta} \quad (16)$$

С ростом скорости различие между этими функциями становится более заметным. Ниже даны графики для $V=0.5$ с, для $V=0.75$ с.



Ниже слева приведены графики при $V=0.99c$ и при $V=c$. Видно, что лишь наша зависимость полностью исключает поперечный эффект.



Обсуждение

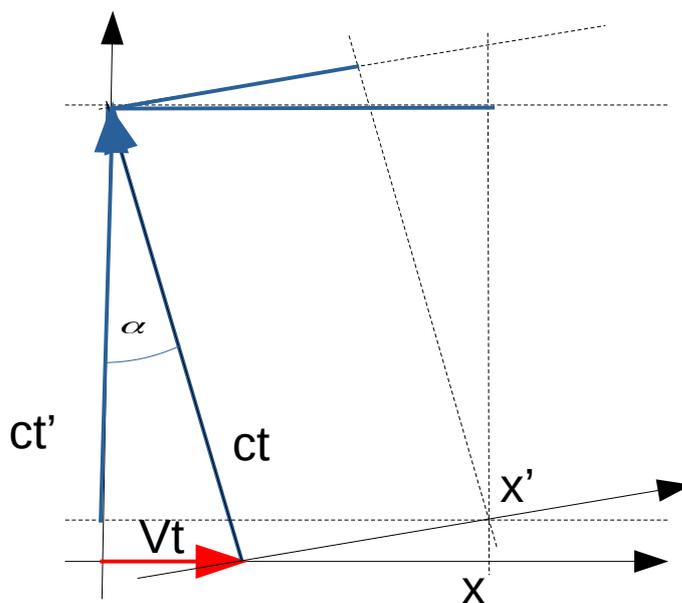
Конечно, предложенный вариант вывода ПЛ, хоть и является на наш взгляд простейшим, не идеален. Ось x' движущейся ИСО не может быть повернута. Её направление по условию должно совпадать с направлением оси x покоящейся ИСО. Однако, простота, с которой с помощью ортогонального поворота получаются ПЛ, требует объяснения. Пытаясь понять суть такого поворота при осуществлении ПЛ, мы неизбежно приходим к мысли о четвёртом измерении. При этом мы должны принять во внимание, что поворот в четырёхмерном пространстве происходит не вокруг одной оси, как в трёхмерном Мире, а “вокруг двумерной плоскости”. Поэтому кажется естественным предположить, что, если ПЛ имеют отношение к реальному процессу, то поворот при ПЛ должен происходить с участием четвертого измерения. При этом если это пространство-время, то поворот должен произойти в плоскости, включающую временную ось. Если это 4D материя, то поворот в плоскости (x_1, x_4) , как это предложено выше.

В первом случае пространства-времени, однако, поворот приобретает абстрактный, чисто математический характер и ПЛ - смысл пассивного преобразования координат, при котором положение всех векторов остаётся неизменным. Изменилось положение осей системы координат и вектора получили новые значения координат, но их модули и их положения остались неизменными. Во втором случае 4-вихрь, представляя собой замену трёхмерного тела в обычном трёхмерном представлении, получает реальный наклон относительно гиперповерхности. Пространство при этом остаётся без изменения. Такое преобразование является активным. Именно оно соответствует движению тела, выраженного в классической механике преобразованием Галилея $x' = x + Vt$. В предложенной картине движение 4-вихря вдоль гиперповерхности Вселенной подчиняется именно этому закону. Кроме того, представление поворота даёт в этом случае для вектора H реальное, действительное, значение в отличие от интервала СТО, который может принимать и мнимые значения. ПЛ возникают, как это видно из всего рассмотрения, путём пассивного

преобразования. В этом, на наш взгляд, заключается смысл принципа относительности теории относительности, когда вместо активного предлагается пассивное преобразования.

Понятие события, используемого в СТО, в данной трактовке приобретает иное значение. Это также набор величин (x, t) , как и в СТО. Только это не такое довольно абстрактное событие, как вспыхивание света в точке x и в момент t . Так понимаемое событие никак не связано с существованием движущейся системы отсчёта, хотя цель состоит именно в том, чтобы получить формулы пересчёта координат события в одной системе отсчёта для другой системы. Мы предлагаем рассмотреть такую несложную ситуацию.

В начале системы отсчёта находится движущееся со скоростью V тело в направлении оси x . Спрашивается, каким будет расстояние до точки на этой оси за время t в ИСО, связанной с движущимся телом. Из рисунка видно, что построение, которое надо сделать, чтобы прийти к ПЛ тем же способом, что был вначале, очевидно. Надо лишь построить вектор ct , восстановить на нём перпендикуляры.



В предложенном варианте вывода ПЛ знаменитые эффекты продольного сжатия размеров и замедления времени имеют мнимый, кажущийся характер, возникающий из-за геометрии наблюдения. Поэтому все парадоксы, такие как парадокс близнецов, могут быть разрешены простейшим образом. Нет реального замедления времени в движущейся ИСО. Покоящийся наблюдатель может лишь мысленно представить, что этот эффект имеет место. Замедление времени, якобы наблюдаемое при регистрации космических мюонов и в других экспериментах, возможно, связаны с увеличением времени жизни частиц, которое получается в движении. Со скоростью меняется длина частицы — меняется и время её распада, если она нестабильная. Масса частиц по этой же причине получается зависящей от скорости.

Проверка предложенной формулы для сложения скоростей могла бы быть проверкой всей предложенной концепции 4D материи. Однако отличия от формулы СТО сказываются лишь при достаточно больших скоростях. Опыт Физо не даёт полной уверенности в справедливости предлагаемой модели, тем более, что теория Майерса и Вейна на основе эффекта Доплера даёт наилучшее согласие с данными этого эксперимента.

Рассмотрение эффекта Доплера в модели 4D материи приводит к модификации релятивистского выражения для частот, которое исключает возможность поперечного эффекта. Поэтому нам представляется, что требуются новые эксперименты, доказывающие или опровергающие этот эффект.

Вывод, который можно сделать из рассмотрения преобразования электромагнитного поля в движущейся системе отсчёта, заключается в том, что инвариантной величиной является не разность $E^2 - H^2$, как это следует из СТО, а сумма $E^2 + H^2$. На наш взгляд, смена знака перед квадратом магнитного поля в этом выражении свидетельствует о том, что направление аксиального вектора, которым характеризуется магнитное поле, неоднозначно в трёхмерном пространстве. Поскольку скалярное произведение $\mathbf{e} \cdot \mathbf{h}$ всегда равно нулю,

можно вектор e считать действительным, а вектор h - мнимым в некоем комплексном пространстве R_3^3 . Тогда разница между суммой и разностью квадратов этих векторов исчезнет.

Сам принцип относительности легко трактуется в рамках модели 4D материи. С этой точки зрения он заключается в невозможности установить истинное положение границы 4D Вселенной, граничной гиперповерхности. Поэтому можно так переформулировать этот принцип:

- Никаким методом невозможно установить истинное положение границы Вселенной.

В рамках модели 4D материи это положение легко объясняется. Движение тела в нашем трёхмерном Мире – это лишь видимая часть перемещения четырёхмерного вихря вдоль границы Вселенной. Такое движение является инерционным. Это значит, что вихрь, не подверженный влиянию других вихрей, сохраняет поле скоростей той 4D материи, которой он окружён и из которой он состоит, что является следствием того, что вихревое движение “вморожено” в поле скоростей 4D материи. Этот вывод математически выражается в виде уравнения [6]

$$\dot{F} + L_u F = 0 \quad (17)$$

где L_u - производная Ли относительно поля скоростей u . Поэтому любая ИСО со своим телом отсчёта выглядит так, как будто это тело находится в покое относительно Вселенной в то время, как она имеет наклон на некий угол α_0 .

Сказанное полностью относится и к свету, как показано выше. Он в известном смысле представляет собой 4-вихрь в своём крайнем положении угла α . Более того, фотон, вероятнее всего, является частью электрона, которая «оторвалась» от атома, который находится в возбуждённом состоянии. Подробно такой механизм был описан нами ранее [11].

Из нашего рассмотрения оказывается, что скорость света в ИСО, гиперплоскость которой наклонена на угол α_0 , не равна скорости света, которой обладает реальная гиперповерхность,

$$c_{rf} = c \cos \alpha_0$$

Поэтому вопреки утверждению СТО скорость света не является инвариантной относительно переходов из одной ИСО к другой. Она лишь кажется инвариантной наблюдателю, находящемуся неподвижным в одной из ИСО. Действительно, поскольку расстояния и времена в движущейся ИСО ему кажутся в соответствии с (5) и (6) уменьшенными на один и тот же множитель $\cos \alpha_0$, то скорость света, являющаяся отношением этих величин, тоже будет постоянной. Это утверждение справедливо как для продольных расстояний, расстояний вдоль движения, так и для поперечных [7]. В этом смысле относительность означает невозможность установить значение α_0 . Поэтому в формулах ПЛ вместо скорости света, принимающей предельное значение на гиперповерхности Вселенной, следует понимать скорость c_{rf} . Но вместе с тем, ПЛ дают нам ключ к определению истинной скорости света, которой обладает граница Вселенной, если во-первых, такая граница действительно существует и если, во-вторых, мы научимся определять значение угла α_0 . Тогда мы бы получили доступ к некоей абсолютной системе отсчёта (АСО), связанной с таким телом отсчёта как наша Вселенная. В этом случае ПЛ следовало бы применить для перехода между той условно ИСО, в которой мы находимся и этой АСО. Это бы означало преодоление принципа относительности в предложенной

формулировке. Но поскольку у нас нет полной уверенности в том, что наша Вселенная единственная в своём роде, АСО в строгом значении, верней всего, не существует.

То, что опытные данные не противоречат формулировке второго постулата СТО и не обнаруживают анизотропности в распространения света, может также указывать на то, что угол α_0 мал для Млечного пути и что наша Галактика поэтому находится в некоем привилегированном положении во Вселенной. Пассивное преобразование или четырёхмерного пространства-времени в СТО, или четырёхмерного пространства 4D материи, приводящие к ПЛ, конечно, никак не влияет на те многочисленные эксперименты, которые были проведены якобы в подтверждение этой самой знаменитой теории.

Благодарности

Благодарю Д.В.Перегудова за полезные замечания.

- [1] Малыкин Г.Б. Паралоренцовы преобразования. УФН, 179, 285 (2009)
- [2] Скоробогатов В.П. Природа преобразований Лоренца. Сайт автора, <http://vps137.narod.ru/phys/article20.pdf> (2012)
- [3] Van Linden R. Dimensions in special relativity theory (2005) <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.549.5602&rep=rep1&type=pdf>
- [4] Скоробогатов В.П. Системы отсчёта в 4D- модели эфира . Сайт автора. <http://vps137.narod.ru/phys/article6.pdf> (2007)
- [5] Окунь Л.Б, Формула Эйнштейна. «Не смеется ли Господь Бог»? УФН, 178, 541 (2008)
- [6] Скоробогатов В.П. Электродинамика в модели 4D материи. <http://vixra.org/abs/1312.0189> (2013)
- [7] Скоробогатов В.П. The meaning of the postulates of the special relativity. <http://vixra.org/abs/1611.0318> (2016)
- [8] Maers A.F. et al. The african review of physics. 8:0043 (2013) Errata corrigendum. labs.plantbio.cornell.edu/wayne/pdfs/errata.pdf
- [9] Maers A.F. Wayne R. The african review of physics. 5, 7 (2011)
- [10] А. Эйнштейн. К электродинамике движущихся тел. Собр.соч.т.1.
- [11] Скоробогатов В.П. «Квантовая механика» в модели 4D среды. Сайт автора, <http://vps137.narod.ru/phys/article21.pdf> (2013)
- [12] Wayne R. The african review of physics. 4, 43 (2010)