Экспериментальная электродинамика.

Грибановский Евгений Константинович

gek47@yandex.ru

В работе подробно исследуется применение Первого принципа относительности в релятивизме.
Измерение интервалов времени и расстояний опирается на «понятие измеряемой величины» Максвелла.
Полученные соотношения показывают релятивистское удлинение размеров движущегося тела.

Созданные на рубеже прошлого века предпосылки для «Релятивистской теории относительности» и сформулированная Эйнштейном в 1905 году СТО является ведущей парадигмой, моделью рациональной научной деятельности для физиков современного мира.

В самом начале своего труда [1 стр. 10] Эйнштейн представляет базис для изложения своих взглядов на электродинамику движущихся тел - два принципа относительности.

1. Законы, по которым изменяются состояния физических систем, не зависят от того, к которой из двух координатных систем, движущихся относительно друг друга равномерно и прямолинейно, эти изменения состояния относятся.

2. Каждый луч света движется в «покоящейся» системе координат с определенной скоростью V, независимо от того, испускается ли этот луч света покоящимся или движущимся телом.

Поступила 30 июня 1905 г.

При этом

$$\text{Скорость} = \frac{\text{Путь луча света}}{\text{Промежуток времени}}, \quad \text{Э. стр. 10}$$

В СТО исследуются соотношения для измерений интервалов времени и пространства — коэффициент для замедления времени и «искривления расстояний движущегося тела», относительно таких же в неподвижной системе отсчёта.

Эти соотношения формализованы Эйнштейном в виде формул преобразования [1 стр. 17], повторяющих Преобразования Лоренца.

$$\beta = \frac{1}{\sqrt{1-(v/V)^2}}.$$

Этот безразмерный радикал является масштабным множителем между измерениями интервалов времени и пространства, которые применяются в обеих системах отсчёта.

Для получения этого масштабного коэффициента с удовольствием демонстрирую вывод в ЛЛ: [2 стр. 20]

В течение бесконечно малого промежутка времени dt (по неподвижным, т. е. связанным с нами, часам) движущиеся часы проходят расстояние

$$\sqrt{dx^2+dy^2+dz^2}.$$

Спрашивается, какой промежуток времени dt' покажут при этом движущиеся часы. В системе координат, связанной с движущимися часами, последние покоятся, т. е. $dx'=dy'=dz'=0$. В силу инвариантности интервала

$$ds^2=c^2dt^2-dx^2-dy^2-dz^2=c^2dt'^2,$$ откуда

$$dt'=dt\sqrt{1-\frac{dx^2+dy^2+dz^2}{c^2dt^2}}.$$

Но

$$\frac{dx^2+dy^2+dz^2}{dt^2}=v^2,$$

где v есть скорость движущихся часов; поэтому

$$dt'=\frac{ds}{c}=dt\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}. \qquad (3,1)$$

ЛЛ Т2 стр. 20

Этот вывод примечателен тем, что при его выводе не применялся Второй принцип относительности о постоянстве скорости света.

Обращает на себя внимание, что в предыдущей формуле (3,1) не используются физические величины, а символы ***dt*** и ***dt`*** показывающие разность в показаниях циферблатов на часах в неподвижной и движущейся соответственно системах отсчёта.

Отношение **v** к ***c*** также является безразмерным числом, а сам радикал является безразмерным коэффициентом для соотношения разности показаний циферблатов для рассматриваемых систем отсчёта.

Ясность в различиях записи физической величины и измерением этой физической величины вносит труд Максвелла «Трактат . . .» [3].

Максвелл свой труд «Трактат . . .» [3] начинает с признания важнейшим ***«понятие измеряемой величины»*** при рассмотрении любого явления. Оглавление труда он начинает с утверждения: «Выражение для величины состоит из двух компонент - численного значения и наименования конкретной единицы» [3 стр.16] Далее он разъясняет свой тезис: [3 стр.29]

1. Любое выражение для какой-нибудь Величины состоит из двух факторов или компонент. Одним из таковых является наименование некоторой известной величины того же типа, что и величина, которую мы выражаем. Она берется в качестве эталона отсчета. Другим компонентом служит число, показывающее, сколько раз надо приложить эталон для получения требуемой величины. Эталонная, стандартная величина называется в технике Единицей, а соответствующее число — Численным Значением данной величины. стр. 29

Конкретизируя записи выражений для длины и времени он указывает:

[3 стр.30]

При работе с размерностями единиц мы будем обозначать единицу длины как $[L]$. Если численное значение длины равно l, то это понимается как значение, выраженное через определенную единицу $[L]$, так что вся истинная длина представляется как $l\,[L]$. стр. 30

И далее: [3 стр. 30]

Мы будем именовать конкретную единицу времени как $[T]$, а числовую меру времени обозначать через t. стр. 30

Здесь же (в 1873 году) Максвелл указывает, что для единицы измерения длины [3 стр. 30] .

При современном состоянии науки наиболее универсальным эталоном длины из числа тех, которые можно было бы предложить, служила бы длина волны света определенного вида, испускаемого каким-либо широко распространенным веществом стр. 30

и то же самое для единицы измерения времени [3 стр. 30] .

Более универсальную единицу времени можно было бы установить, взяв период колебаний того самого света, длина волны которого равна единице длины. стр. 30

Эти советы Максвелла были осуществлены практически через столетие.

В любых случаях применения и упоминания какой-либо физической величины необходимо указывать, с применением какой шкалы, масштаба проведено измерение интервала, и какое численное значение этого интервала — то есть сколько раз «приложена» единица измерения в указанную физическую величину в применённой системе отсчёта.

Действительно, рост человека — инвариант. И сам по себе рост не зависит, в какой системе отсчёта\стране человек находится. Однако численное значение в каждой стране различно - указывается либо в *метрах\сантиметрах* в России или в *футах\дюймах*, например, в Великобритании.

Поэтому впредь в данной работе все единицы измерения физической величины будут указываться с индексом о принадлежности к той или иной системе отсчёта.

Для «неподвижной системы отсчёта» единицу измерения пишем индекс **«0»**, например для единицы измерения времени $\boldsymbol{s_0}$

для движущейся единицу измерения индекс ***«v»,*** например $\boldsymbol{s_v}$.

Я вернусь ко второму принципу относительности [1 стр. 10].

2. Каждый луч света движется в «покоящейся» системе координат с определенной скоростью V, независимо от того, испускается ли этот луч света покоящимся или движущимся телом.

Поступила 30 июня 1905 г.

При этом

$$\text{Скорость} = \frac{\text{Путь луча света}}{\text{Промежуток времени}},$$ Э. стр. 10

Термин «покоящаяся», применённый А. Эйнштейном, по современным представлениям понимается как «инерциальная».

> Принцип постоянства скорости света: Скорость света в вакууме не зависит от от скорости движения источника света или наблюдателя и одинакова во всех инерциальных системах отсчёта.

Здесь необходимо обратить внимание, что термин «скорость света» относится у Эйнштейна не к физической величине, а к отношению двух физических величин:

1. «Путь луча света» и
2. «Промежуток времени», необходимый для преодоления пройденного пути.

Эти две физические величины измеряются в используемой системе координат с применением шкалы, масштаба для каждой измеряемой физической величины, и результатом процедуры измерения является число, с указанием единиц измерения как времени, так и расстояния.

Тогда определение для скорости света будет для каждой системы отсчёта: [1 стр. 10], где dl_i – расстояние, пройденное светом.

$$c_0 = \frac{dl_0}{dt_0}; \quad c_v = \frac{dl_v}{dt_v} \quad (1)$$

Для любой из этих систем отсчёта применительно Первому принципу относительности измеренное число для скорости света будет 300 000 км/сек. При использовании собственных единиц измерения :

$$c_0 = 3 \cdot 10^8 \cdot \frac{m_0}{s_0}; \quad c_v = 3 \cdot 10^8 \cdot \frac{m_v}{s_v} \quad (2)$$

Здесь для единицы измерения времени «секунда» — s_i для каждой системы отсчёта понимается определение

Эталон времени

Секунда есть время, равное 9 192 631 770 периодам излучения, соответствующего переходу между двумя сверхтонкими уровнями основного состояния атома цезия- 133 [XIII ГКВМ (1967 г.), резолюция 1] .

Эталон времени формирует шкалу времени, применяемую для той системы отсчёта, в которой он и используется для измерения интервалов времени.

Для единицы измерения «метр» m_i для каждой системы отсчёта принимается определение

Метр есть длина пути, проходимого светом в вакууме за интервал времени 1/299792458 s [XVII ГКВМ (1983 г.), резолюция 1] .

И вновь, при осуществлении процедуры определения шкалы расстояния применяется ***Эталон времени***, находящийся в применяемой системе отсчёта.

Из предыдущего изложения и применительно формуле (3,1) из ЛЛ: [2 стр. 20], получим численное значение соотношения единицы шкалы времени неподвижного тела относительно единицы шкалы времени движущегося тела :

$$s_0 = s_v \cdot \sqrt{1 - \frac{V_0^2}{c_0^2}} \quad (3)$$

или $s_0 = s_v \cdot ß$

Действительно, в движущейся системе координат время замедляется, поэтому одна секунда в ней длится дольше по сравнению с одной секундой в неподвижной системе.

Например, если замедление времени ***ß = 0,5****, то за интервал времени — физическую величину в* $2 \cdot s_0$ *неподвижного тела пройдёт только* $1 \cdot s_v$ *на движущемся теле.*

Вернёмся к «физической величине времени» ***T*** как к понятию. Одна и та же величина, то есть расстояние по времени между двумя событиями, будет записываться в разных системах отсчёта как различная по длительности в используемых ими единицах измерения времени.

Пока к нему не применена процедура сравнения со шкалой времени, единицей измерения времени, ***T*** не определён. И для понимания, какова его численная величина, необходимо соотнести его длительность со шкалой, масштабом, единицей измерения времени.

В неподвижной системе отсчёта: $dt_0 = T / s_0$

В движущейся системы отсчёта: $dt_v = T / s_v$

Запишу словами:

Интервал времени равен единице измерения времени s_i*, взятой* dt_i *раз.*

Ясно, что соотношение между числами dt_v и dt_0 будет равно коэффициенту ***ß*** .

Рассмотрим подробнее определение скорости света, данное Эйнштейном в [1 стр. 10]

$$\text{Скорость} = \frac{\text{Путь луча света}}{\text{Промежуток времени}}, \quad \text{Э. стр. 10}$$

Применительно ***[XVII ГКВМ (1983 г.), резолюция 1]*** единицей измерения расстояния является
Метр есть длина пути, проходимого светом в вакууме за интервал времени 1/299792458 s [XVII ГКВМ (1983 г.), резолюция 1]

То есть за одну секунду в любой применяемой системе отсчёта за $\boldsymbol{1 \cdot s_i}$ свет проходит 299792458 периодов колебаний, исчисляемых в метрах $\boldsymbol{m_i}$ опять же применяемой системе отсчёта.

Вывод:
*Скорость света в любой системе отсчёта, исчисляемая в единицах измерения этой системы, и движущейся со скоростью **V**, всегда будет 300 000км$_V$/сек$_V$.*

Это является результатом совместного применения
Первого принципа относительности и тривиального соотношения времени и пространства,
например, формулы , приведённой в [4 стр.143].

$$\lambda = \frac{c}{\nu} \rightarrow c = \lambda \cdot \nu$$

где $\boldsymbol{\lambda}$ **—** длина волны, расстояние, проходимое электромагнитным колебанием за один период.
$\boldsymbol{\nu}$ частота электромагнитной волны.
Это соотношение одинаково для любой системы отсчёта.

Реализация этого соотношения и имеется в обеих резолюциях
[XVII ГКВМ (1983 г.), резолюция 1] и
[XIII ГКВМ (1967 г.) резолюция 1]

Полученный результат заставляет по-иному взглянуть на так называемое «сокращение размеров» движущегося тела.

Множитель для соотнесения масштабов расстояний на неподвижном теле и движущемся теле остаётся прежним:

$$\beta = \frac{1}{\sqrt{1-(v/V)^2}}\,.$$

то есть «наблюдаемый» с неподвижного тела интервал расстояния на движущемся теле, согласно процедуре сравнения размеров Эйнштейна, по-прежнему уменьшается пропорционально **ß** раз,

*отличие в том, что при **ускорении** движущегося тела его линейные размеры в направлении движения **увеличиваются** в те же **1/ß** раз **в системе отсчёта движущегося тела.***

Эта особенность для расстояний, вытекающая из Первого принципа относительности, осталась незамеченной при выводе релятивистских формул основоположником ТО.

Констатируем следующее:

При ускорении движущегося тела время для него замедляется, то есть единица измерения времени **$1секунда_v = s_v$** удлиняется, и, как следствие удлинения s_v , удлиняется единица измерения расстояния в системе движущегося тела и, соответственно, и все его размеры, как и эталон длины
$1метр_v = m_v$, тем самым сохраняя соотношение (2).

Математические выкладки вверху не все могут запомнить и скрупулёзно проверить, поэтому необходим второй путь доказательства для подтверждения полученного результата — *на движущемся теле увеличение расстояния вдоль движения является следствием замедления времени.*

Следуем за Эйнштейном:
Рассмотрим движение тела вдоль зеркала.

Введём, для определённости, в числах скорость движущегося тела относительно неподвижного в $V_0^2 = ¾\ c_0^2$, то есть почти 260 000км/сек.
Тогда *ß = 0,5*
и замедление времени будет в два раза и **$1·s_v = 2·s_0$**.

Выберем расстояние от линии движения тела до зеркала ***L*** равным 300 000 км

В начальный момент времени скорость движущегося тела нулевая.
Излученный импульс света с пока ещё неподвижного тела за одну секунду доходит до зеркала, отражается и через ещё одну секунду возвращается на тело.
Итого две секунды.
Реализуется первая формула [1 стр. 10].

Согласно опыту, мы положим также, что величина

$$\frac{2\overline{AB}}{t'_A - t_A} = V$$

Э стр. 10

есть универсальная константа (скорость света в пустоте).

Теперь ускорим тело до выбранных ранее 260 000 км\сек.
Излученный импульс света достигает зеркала и отражается к движущемуся телу.
Интервал времени между **событием** излучения вспышки света и **событием** приёма отражённого фронта вспышки обозначим T^L.

Определим численные значения этого интервала времени в неподвижной и движущейся системах, не забывая подставлять размерности физических величин.

Траектория луча света **ADC** по наблюдению с неподвижного тела показана на рис.1

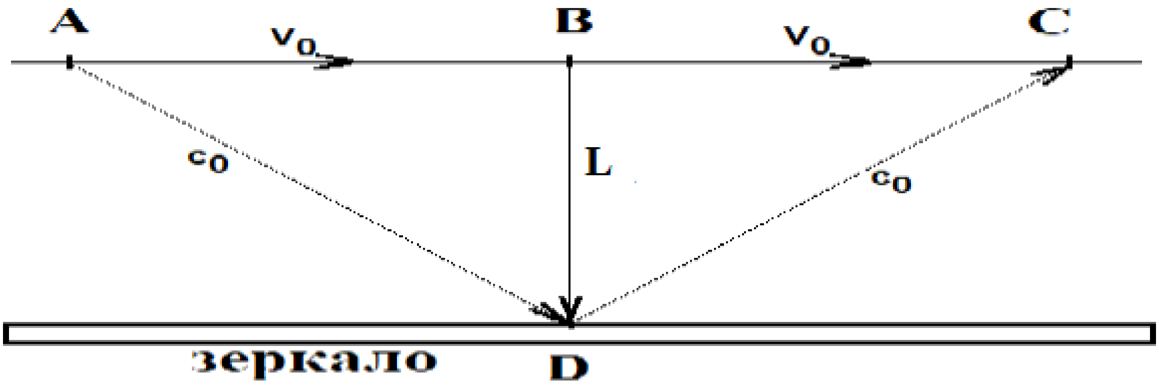

Рис.1

Наблюдатель на движущемся теле полагает, что излученный луч идёт по траектории **BD** и обратно **DB.** Расстояние до зеркала L_v**.** Время на отражение $dt_{v\Sigma}$ составит в его координатной системе по его часам

$$T_v^{\mathrm{L}} = dt_{v\Sigma} \cdot s_v = \frac{2L_v \cdot m_v}{c_v \frac{m_v}{s_v}}$$

упрощая и подставляя (2) имеем

$$dt_{v\Sigma} = \frac{2L_v}{3 \cdot 10^8} \quad (4)$$

В последней формуле все величины безразмерные, размерности сократились.

Неподвижный наблюдатель в своих единицах измерения регистрирует распространение света по траектории **ADC** и время распространения света будет суммой времён из **A** в **D** и из **D** в **C**.

$$dt_{0\Sigma} = dt_{0AD} + dt_{0DC}$$

Время распространения света dt_{0AD} из **A** в **D** равно времени на перемещение движущегося тела со скоростью V_0 из **A** в **B**.

Время распространения света dt_{0DC} из **D** в **C** равно времени на перемещение движущегося тела со скоростью V_0 из **B** в **C**.

Рассматривая прямоугольный треугольник скоростей **ABD** видим, что

$$AD^2 = AB^2 + L^2$$

Опять же обращу внимание, что в предыдущей формуле все величины безразмерные, свою величину они приобретают в выбранной системе отсчёта: в данном случае неподвижной.

$$(dt_{0AD} \cdot s_0 \cdot c_0 \frac{m_0}{s_0})^2 = (dt_{0AB} \cdot s_0 \cdot V_0 \frac{m_0}{s_0})^2 + (L_0 \cdot m_0)^2$$

Решая относительно времени

$$dt_{0AD} \cdot s_0 = \frac{L_0 \cdot m_0}{(c_0 \cdot \frac{m_0}{s_0})_0^2 - (V \cdot \frac{v_0}{c_0})_0^2} = \frac{L_0 \cdot m_0}{(c_0 \cdot \frac{m_0}{c_0})\sqrt{1 - \frac{V_0^2}{c_0^2}}}$$

Аналогичный результат для **DC,** тогда интервал времени на распространение света по траектории **ADC=AD+DC** будет в секундах

$$T_0^{\mathrm{L}} = dt_{0\Sigma} \cdot s_0 = \frac{2L_0 m_0}{c_0 \frac{m_0}{s_0} \cdot \sqrt{1 - \frac{(V_0 \frac{m_0}{s_0})^2}{(c_0 \frac{m_0}{s_0})^2}}}$$

Упрощая и подставляя (2) имеем

$$dt_{0\Sigma} = \frac{2L_0}{3 \cdot 10^8 \cdot \sqrt{1 - \frac{V_0^2}{c_0^2}}} \quad (5)$$

Разделив (4) на (5), получим релятивистский коэффициент для шкал времени:

$$\frac{dt_{v\Sigma}}{dt_{0\Sigma}} = \frac{2L_v}{3 \cdot 10^8} \cdot \frac{3 \cdot 10^8 \cdot \sqrt{1 - \frac{V_0^2}{c_0^2}}}{2L_0}$$

Решая относительно $\mathbf{dt_{v\Sigma}}$ и упрощая имеем

$$dt_{v\Sigma} = dt_{0\Sigma} \cdot \frac{L_v}{L_0} \cdot \sqrt{1 - \frac{V_0^2}{c_0^2}} \quad (6)$$

Этот результат получен аналитическим путём, и требует проверки опытом.

Многочисленные физические эксперименты по релятивистскому замедлению времени подтверждают формулу (3,1) из [2 стр. 20].
Сравнивая (3,1) из [2 стр. 20] и полученную (6) делаем очень важный вывод: формула (6) соответствует опыту, если

$$\boldsymbol{L_v = L_0}\,.$$

Релятивистское искривление пространства в перпендикулярном направлении отсутствует.

Проведём те же рассуждения для случая отражения света, распространяющегося вдоль движения тела.
Событие 1 — излучение вспышки света,
событие 2 — приём той же вспышки света в месте излучения.

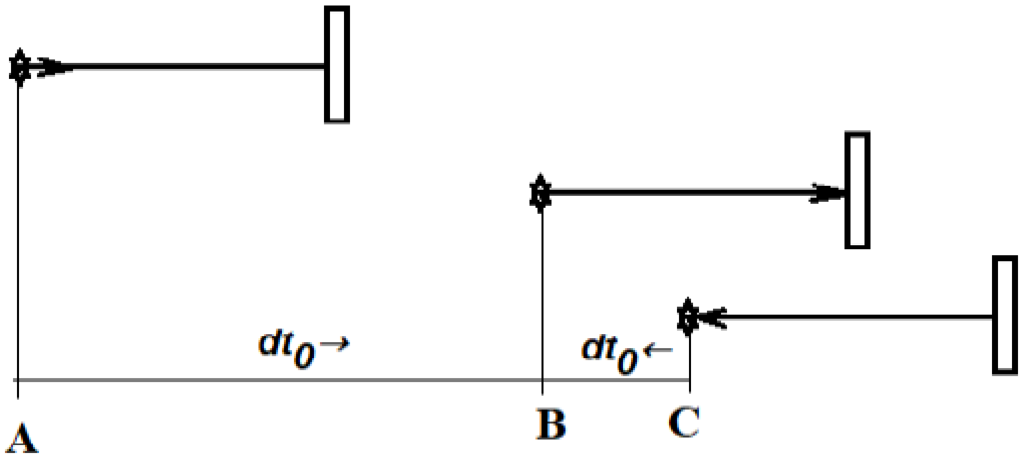

Рис.2

Для движущегося тела оба события имеют одинаковые пространственные координаты: излучение и приём в одной точке.

В неподвижной системе отсчёта эти события имеют различные временные и пространственные координаты.

Для наблюдателя на движущемся теле зеркало расположено на расстоянии 300 000 ***км$_V$*** по ходу движения, скорость света для него в его единицах измерения по-прежнему 300 000 ***км$_v$ /сек$_v$***

Время между излучением и возвращением импульса света по-прежнему составит те же 2 секунды **2·s$_v$** в единицах измерения движущегося тела.
Запишем это с учётом (2)

$$T^{=} = dt_{v\Sigma} \cdot s_v = \frac{2L_v \cdot m_v}{c_v \frac{m_v}{s_v}} = \frac{2L_v \cdot s_v}{3 \cdot 10^8}$$

Отсюда число секунд для движущегося тела между излучением и приёмом

$$dt_{v\Sigma} = \frac{2L_v}{3 \cdot 10^8} \quad (7)$$

На рис.2 представлен процесс излучения/отражения/приёма света в продольном направлении при наблюдении из неподвижной системы.
В момент времени **A** происходит излучение вспышки света.
В момент времени **B** фронт вспышки догнал зеркало и отразился от него в обратном направлении.
В момент времени **C** приёмник света встретил отражённый фронт вспышки света.
Расстояние между излучателем\приёмником света и зеркалом равно ***L$_0$***

Используемые физические величины находятся в неподвижной системе отсчёта.
Найдём эти промежутки времени.
Время между моментом времени **A** и моментом времени **B**.

$$dt_{o\rightarrow} \cdot s_0 = \frac{L_0 \cdot m_0 + V_0 \frac{m_0}{s_0} \cdot dt_{o\rightarrow} \cdot s_0}{c_0 \frac{m_0}{s_0}} \rightarrow dt_{o\rightarrow} \cdot s_0 = \frac{L_0 m_0}{c_0 \frac{m_0}{s_0} - V_0 \frac{m_0}{s_0}} = \frac{L_0 s_0}{c_0 - V_0}$$

Аналогично время между моментом времени **B** и моментом времени **C**.

$$dt_{o\leftarrow} \cdot s_0 = \frac{L_0 \cdot m_0 - V_0 \frac{m_0}{s_0} \cdot dt_{o\leftarrow} \cdot s_0}{c_0 \frac{m_0}{s_0}} \rightarrow dt_{o\leftarrow} \cdot s_0 = \frac{L_0 m_0}{c_0 \frac{m_0}{s_0} + V_0 \frac{m_0}{s_0}} = \frac{L_0 s_0}{c_0 + V_0}$$

Суммируя интервалы времени

$$dt_{0\Sigma} \cdot s_0 = (dt_{0\rightarrow} + dt_{0\leftarrow}) s_0 = \frac{L_0 s_0}{c_0 - V_0} + \frac{L_0 s_0}{c_0 + V_0}$$

$$dt_{0\Sigma} \cdot s_0 = \frac{2L_0 s_0}{c_0 - V_0} + \frac{2L_0 s_0}{c_0 + V_0} = \frac{2L_0 s_0}{c_0 (1 - \frac{V_0^2}{c_0^2})}$$

решая относительно числа секунд с учётом (2)

$$dt_{0\Sigma} = \frac{2L_0}{3 \cdot 10^8 (1 - \frac{V_0^2}{c_0^2})} \quad (8)$$

Найдём соотношение числа секунд для движущегося тела и неподвижного, разделив (7) на (8)

$$\frac{dt_{v\Sigma}}{dt_{0\Sigma}} = \frac{2L_v}{3 \cdot 10^8} \cdot \frac{3 \cdot 10^8 (1 - \frac{V_0^2}{c_0^2})}{2L_0} = \frac{L_v}{L_0} (1 - \frac{V_0^2}{c_0^2})$$

и решим относительно числа секунд движущегося тела

$$dt_{v\Sigma} = dt_{0\Sigma} \cdot \frac{L_v}{L_0} \cdot (1 - \frac{V_0^2}{c_0^2}) = dt_{0\Sigma} \cdot \sqrt{1 - \frac{V_0^2}{c_0^2}} \cdot \frac{L_v}{L_0} \cdot \sqrt{1 - \frac{V_0^2}{c_0^2}} \quad (9)$$

Соотнося полученный результат с формулой (3,1) из [2 стр. 20].
находим, что она удовлетворяет опыту, если

$$\frac{L_v}{L_0 \cdot \sqrt{1 - \frac{V_0^2}{c_0^2}}} = 1 \rightarrow L_v = L_0\sqrt{1 - \frac{V_0^2}{c_0^2}}$$

Подставляя предыдущую формулу в (9), получим выражение, тождественное (3,1) из [2 стр. 20].

Если **β = 0,5** то число единиц измерения расстояния, исчисленных для движущегося тела, вдвое меньше числа единиц измерения для неподвижного тела для одного и того же интервала расстояния. Тогда единицы измерения соотносятся $\boldsymbol{m_V = 2m_0}$.

Перефразируя этот результат, возможно записать:

Длина волны Эталона времени на движущемся теле вдвое длиннее длины волны того же Эталона на неподвижном теле.

При проведении **«операции б) »** [1 стр. 12] наблюдаемый из неподвижной системы отсчёта интервал расстояния на движущемся теле уменьшается в **β** раз.

И вновь я предполагаю, как и ранее,
«Математические выкладки вверху не все могут запомнить и скрупулёзно проверить»,
поэтому для подтверждения мысленных экспериментов и связанных с ними математическими действиями с непривычным написанием физических объектов вместе с их размерностями, и для подтверждения опытом этих мысленных экспериментов, я приведу ссылку на физический опыт, проведённый в уважаемой физической лаборатории, и этот опыт широко обсуждался в мировом физическом сообществе.
Этот опыт был проведён в Потсдамской астрофизической обсерватории в 1881 году Альбертом Майкельсоном. В схеме его опыта также пользовались зеркала, взаимно перпендикулярные, отражающие свет.
Называется этот опыт «Опыт Майкельсона».

Выводы.

При наблюдении с неподвижного тела электродинамики движущегося тела:

1. Наблюдаем увеличение шкалы времени, замедление времени применительно формулам (3) и (3.1) и уменьшение численного значения для интервала времени (3.1).

$$s_0 = s_v \cdot \sqrt{1 - \frac{V_0^2}{c_0^2}} \quad (3) \qquad\qquad dt_v = dt_0 \cdot \sqrt{1 - \frac{V_0^2}{c_0^2}} \quad (3.1)$$

2 Изменение пространственных интервалов, «искривление пространства»,
$\boldsymbol{m_0 = \beta \cdot m_v}$

Увеличение единицы измерения $\boldsymbol{m_v}$ имеет своей причиной удлинение единицы измерения времени.

Фраза Эйнштейна из [1 стр. 18] ,

В то время как размеры шара (а следовательно, и всякого другого твердого тела любой формы) по осям Y и Z от движения не изменяются, размеры по оси X сокращаются в отношении $1 : \sqrt{1 - (v/V)^2}$, и тем сильнее, чем больше v. При $v = V$ все движущиеся объекты, наблюдаемые из «покоящейся» системы, сплющиваются и превращаются в плоские фигуры. Э, стр. 18

Während also die Y- und Z-Dimension der Kugel (also auch jedes starren Körpers von beliebiger Gestalt) durch die Bewegung nicht modifiziert erscheinen, erscheint die X-Dimension im Verhältnis $1 : \sqrt{1 - (v/V)^2}$ verkürzt, also um so stärker, je größer v ist. Für $v = V$ schrumpfen alle bewegten Objekte — vom „ruhenden“ System aus betrachtet — in flächenhafte Gebilde zusammen.

§ 4. *Zur Elektrodynamik bewegter Körper.* 903

von A. Einstein.

в которой он констатировал подтверждение гипотезы Джорджа Фитцджеральда и Лоренца, выдвинувших (1889) *гипотезу о сокращении материальных тел в направлении движения - «сплющивание» -*

не учитывает предварительного удлинения размеров единицы измерения для расстояний и, следовательно, удлинение размеров у движущегося тела при его разгоне от v → V.

Физика Теории Относительности гораздо проще,
нежели это представлялось в течение более ста лет.

20.11.2020г.

Литература

1 *Эйнштейн А. Собрание научных трудов. Т1 Работы по теории относительности 1905 — 1920 М. Наука 1965* http://myweb.rz.uni-augsburg.de/~eckern/adp/history/einstein-papers/1905_17_891-921.pdf

2 *Ландау Л.Д. Лифшиц Е.М. Теоретическая физика: Учеб. Пособие, в 10 томах. Т II Теория поля — 7-е изд., испр. - М.: Наука. Гл. Ред. Физ.-мат. Лит., 1988.*

3 Дж.К. Максвелл. Трактат об электричестве и магнетизме. *В двух томах.* Т. I. М.: Наука, 1989 http://publ.lib.ru/ARCHIVES/M/MAKSVELL_Djems_Klerk/Maksvell_Dj.K._Traktat_ob_elektrichestve_i_magnetizme._T.1.(1989).%5Bpdf%5D.zip

4 *Элементарный учебник физики: учеб. Пособие В 3 т. Т. 3 Колебания и волны. Оптика. Атомная и ядерная физика / под ред. Г.С. Ландсберга. М.: ФИЗМАТЛИТ*