По поводу преобразований Лоренца

Якубовский Е.Г.

E-mail yakubovski@rambler.ru

Оглавление

Предисловие

Преобразование Лоренца возникло как следствие волновых уравнений Максвелла. Покажем, что звуковые волны подчиняются уравнениям Максвелла. Значит для них тоже справедливо преобразование Лоренца. Но в электромагнитных волнах, считается что имеется одна постоянная скорости, скорость света в вакууме. Но при описании перехода электромагнитных волн из вакуума в диэлектрик, метрический интервал рвется, так как он справедлив для групповой скорости света. Возникает идея, что надо писать преобразования Лоренца с групповой скоростью. Дело в том, что волновое уравнение в случае звуковых волн описывается с помощью групповой скорости. Следовательно, и волновое уравнение в случае электродинамики описывается с помощью групповой скорости, которая единственная. При этом групповая скорость единственная, она не зависит от скорости центра тяжести среды. Поэтому надо писать преобразование Лоренца с групповой скоростью света. Она определяется единственным образом из дисперсионного соотношения

Данная книга посвящена выводу преобразований Лоренца для звуковых и электромагнитных волн. Истинным временем, является время в собственной системе отсчета, как в случае СТО, так и ОТО. Но электромагнитные процессы с использованием электромагнитных волн или звуковые процессы с использованием звуковых волн имеют разные время и координаты, причем собственные время и координаты у этих двух процессов одинаковые. Это связано с тем, что собственные системы координат и времени являются абсолютными. Все процессы в результате описываются нелинейными уравнениями. Причем на бесконечности радиуса скорость среды всегда равна нулю, для существования конечной кинетической энергии. Это выделяет решение со скоростью, равной нулю на бесконечности радиуса. А время и координата в абсолютной системе отсчета единственные. Таким образом из множества времен и расстояний, существующих в электромагнитных и звуковых процессах, выделяются абсолютные значения. К этим процессам можно отнести и гравитационные процессы.

Глава 1. Преобразование Лоренца в диэлектриках

Если опыт Майкельсона-Морли производить в диэлектрике, то получим запаздывание сигнала в двух перпендикулярных направлениях. Считаем, что световая волна распространяется с групповой скоростью света при формулах сложения скорости, со скоростью света в вакууме. Это запаздывание доказывает, что формулы Лоренца в диэлектриках надо писать не с скоростью света в вакууме, а с групповой скоростью. Уравнения метрического интервала с групповой скоростью непрерывно в диэлектриках, и рвется в случае использования скорости света в вакууме. Поэтому необходимо вместо скорости света в вакууме, использовать групповую скорость света, модуль которой одинаков в разных системах координат, полученных из инерциальной системы координат с неподвижным телом. Если имеется два тела с разными скоростями, то перейдя в систему отсчета, где одно тело неподвижно, а другое движется возникает анизотропное пространство, в котором преобразование Лоренца требует дополнительных усилий.

1.1 Опыт Майкельсона-Морли

Покажем, что использование известных существующих формул сложения скоростей, в воздухе, который является бесконечной однородной диэлектрической средой в масштабе атмосферы Земли, приводит к запаздыванию волн в двух направлениях в опыте Майкельсона-Морли. Формулы преобразования из движущейся штрихованной системы координат в неподвижную систему координат, следующие, при относительной скорости движения системы координат V

$$V_x = \frac{V'_x + V}{1 + V'_x V / c^2}, V_y = \frac{V'_y \sqrt{1 - V^2 / c^2}}{1 + V'_x V / c^2}, V_z = \frac{V'_z \sqrt{1 - V^2 / c^2}}{1 + V'_x V / c^2} \qquad (1.1.1)$$

Идея такая, подсчитать по существующим формулам сложения скоростей запаздывание параллельного и перпендикулярного луча в системе опыта Майкельсона типа крест во втором порядке в случае диэлектрической среды.

При распространении скорости системы координат вдоль пути l_1, параллельном скорости распространения, при начальном перпендикулярном участке движении света вдоль пути l_2, получим времена

$$t_{\|} = \frac{l_2}{c_0} + \frac{l_1}{c_+} + \frac{2l_1}{c_-}, t_{\perp} = \frac{3l_2}{c_0} + \frac{l_1}{c_-}$$

где со знаком плюс обозначена скорость по направлению движения системы координат, скорость со знаком минус, это скорость луча, имеющего обратную отрицательную скорость относительно скорости системы координат, скорость со знаком 0, скорость перпендикулярная скорости системы координат.

Групповая скорость света V'_y, перпендикулярная скорости движения системы координат, в двигающейся системе координат равна $V'_x = 0; V'_y = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon\mu}}$. В этой двигающейся системе координат скорость диэлектрика равна нулю. В неподвижной системе координат равна $V_y = \frac{c\sqrt{1 - V^2 / c^2}}{\sqrt{\varepsilon\mu}}, V_x = V$ согласно (1.1.1), в этой неподвижной системе координат скорость диэлектрика равна V. Откуда имеем

$c_0 = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon\mu}}\sqrt{1 + V^2(\varepsilon\mu - 1)/c^2}$, в вакууме эта величина совпадает со скоростью света. Разность времен имеет значение

$$\Delta t_1 = t_{\|} - t_{\perp} = \frac{l_1}{c_+} + \frac{l_1}{c_-} - \frac{2l_2}{c_0}$$

Запаздывание при повороте на 90 градусов, равно

$$\Delta t_2 = \frac{l_2}{c_+} + \frac{l_2}{c_-} - \frac{2l_1}{c_0}$$

Складывая эти запаздывания, получим

$$\Delta t_1 + \Delta t_2 = (l_1 + l_2)(\frac{1}{c_+} + \frac{1}{c_-} - \frac{2}{c_0}) =$$

$$= (l_1 + l_2)\{\frac{1 + V/(c\sqrt{\varepsilon\mu})}{c/\sqrt{\varepsilon\mu} + V} + \frac{1 - V/(c\sqrt{\varepsilon\mu})}{c/\sqrt{\varepsilon\mu} - V} - \frac{2\sqrt{\varepsilon\mu}}{c}[1 - \frac{V^2}{2c^2}(\varepsilon\mu - 1)]\} =$$

$$= \frac{(l_1 + l_2)\sqrt{\varepsilon\mu}}{c}\{[1 + V/(c\sqrt{\varepsilon\mu})](1 - V\sqrt{\varepsilon\mu}/c + V^2\varepsilon\mu/c^2 + ...) +$$

$$+ [1 - V/(c\sqrt{\varepsilon\mu})](1 + V\sqrt{\varepsilon\mu}/c + V^2\varepsilon\mu/c^2 + ...) - 2[1 - \frac{V^2}{2c^2}(\varepsilon\mu - 1)]\} =$$

$$= \frac{(l_1 + l_2)\sqrt{\varepsilon\mu}}{c}\frac{3V^2}{c^2}(\varepsilon\mu - 1)$$

т.е. получаем, что в опыте Майкельсона-Морли в воздухе должно быть запаздывание, которого в вакууме нет. Это запаздывание в воздухе, являющимся диэлектриком с величиной $\varepsilon\mu = 1.00057$, является величиной третьего порядка малости и его очень сложно обнаружить. Оно соответствует относительной ошибке $1.8 \cdot 10^{-11}$ и соответствует ошибке определения скорости света 0.24cm/sec при точности метода Майкельсона-Марли 10^3 cm/sec. В 2002 году был произведен эксперимент по измерению скорости света в двух перпендикулярных направления в резонаторах см. [1]. Ошибка измерения скорости света в резонаторе составила $1.7 \cdot 10^{-15}$, что позволило бы определить относительную ошибку $1.8 \cdot 10^{-11}$, связанную с движением сигнала в диэлектрике, воздухе.

Что же доказывает существование запаздывания электромагнитной волны в опыте Майкельсона-Морли в разных системах координат в бесконечных однородных диэлектрических средах? Экспериментальные данные подтверждают, что в каждой инерциальной системе координат, электромагнитная волна движется со своей групповой скоростью, и запаздывания в разных системах координат нет. По существующим формулам сложения скоростей для диэлектрической среды такое запаздывание есть. Значит, существующие формулы надо видоизменить. Надо записывать для среды преобразование Лоренца с групповой скоростью среды вместо скорости света в вакууме. Или для групповой скорости одного неподвижного тела в инерциальной системе отсчета. При этом модуль групповой скорости среды одинаков в разных инерциальных системах отсчета см. раздел 3.1

$$dx = \frac{dx' + c_d dt' \dfrac{V}{c_d}}{\sqrt{1 - V^2 / c_d^2}}, c_d dt = \frac{c_d dt' + \dfrac{V}{c_d} dx'}{\sqrt{1 - V^2 / c_d^2}},$$
$$dy' = dy; dz' = dz$$

Покажем, что волновое уравнение инвариантно относительно преобразования Лоренца с групповой скоростью, а не со скоростью света в вакууме. Волновое уравнение для движущегося заряда со скоростью V вдоль координаты x, при остальных фиксированных координатах, запишется в виде

$$\frac{\partial^2 A}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 A}{c^2 \partial t^2} = 4\pi \frac{eV}{c\sqrt{1 - V^2 / c^2}} \delta(x - x_1) \ .$$

Сделаем преобразование координат и времени

$$\frac{\partial^2 A}{\partial x'^2}\left(\frac{\partial x'}{\partial x}\right)^2-\frac{\partial^2 A}{c_d^2\partial t'^2}\left(\frac{\partial t'}{\partial t}\right)^2=4\pi\frac{eV}{c_d}\delta(x'-x_1')$$

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x'^2}\left(\frac{\partial x'}{\partial x}\right)^2-\frac{\partial^2 \varphi}{c_d^2\partial t'^2}\left(\frac{\partial t'}{\partial t}\right)^2=4\pi e\delta(x'-x_1')$$

Умножаем второе уравнение на величину V/c_d и вычитаем из первого уравнения, получим

$$\left(\frac{\partial^2 A-\frac{V}{c_d}\varphi}{\partial x'^2}-\frac{\partial^2(A-\frac{V}{c_d}\varphi)}{c_d^2\partial t'^2}\right)(1-V^2/c_d^2)=0\,.$$

Что эквивалентно

$$\frac{\partial^2 A'}{\partial x'^2}-\frac{\partial^2 A'}{c_d^2\partial t'^2}=0\,.$$

Умножаем первое уравнение V/c_d и вычитаем из второго, получим

$$\left(\frac{\partial^2(\varphi-\frac{V}{c_d}A)}{\partial x'^2}-\frac{\partial^2(\varphi-\frac{V}{c_d}A)}{c_d^2\partial t'^2}\right)(1-V^2/c_d^2)=4\pi e(1-V^2/c_d^2)\delta(x'-x_1')\,.$$

Что эквивалентно уравнению

$$\frac{\partial^2 \varphi'}{\partial x'^2}-\frac{\partial^2 \varphi'}{c_d^2\partial t'^2}=4\pi e\delta(x'-x_1')\,,$$

где использовали преобразование потенциалов $A'=\dfrac{A-\frac{V}{c_d}\varphi}{\sqrt{1-V^2/c_d^2}};\varphi'=\dfrac{\varphi-\frac{V}{c_d}A}{\sqrt{1-V^2/c_d^2}}$. Так как в штрихованной системе скорость электронов равна нулю, правая часть волнового уравнения равна нулю для векторного потенциала. Для инвариантности уравнений, необходимо в преобразовании Лоренца вместо скорости света в вакууме c писать групповую скорость.

1.2 Свойство интервала в случае диэлектрической среды

В данной статье считаем, что групповая скорость совпадает с групповой в силу линейности дисперсионного соотношения. В случае нелинейного дисперсионного соотношения надо использовать однозначное значение скорости возмущения – групповой скорости. Метрический интервал, равный нулю для распространения электромагнитной волны, в однородном бесконечном диэлектрике записывается в виде

$$ds^2 = c^2 dt^2 / \varepsilon\mu - dx^2 - dy^2 - dz^2 = 0 \ . \qquad (1.2.1)$$

Это связано с тем, что скорость электромагнитной волны в диэлектрической среде $c/\sqrt{\varepsilon\mu}$ и значит, метрический интервал инвариантен при движении электромагнитной волны в диэлектриках только в виде (1.2.1). Если сделать предположение, что в системе координат, где диэлектрик неподвижен, справедлив стандартный метрический интервал со скоростью света, равной скорости света в вакууме, этот метрический интервал в вакууме равен нулю, значит и в диэлектрике он равен нулю, то получим, используя (1.2.1), что он равен

$$ds^2 = c^2 dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2 = c^2 dt^2 (1 - 1/\varepsilon\mu) = 0 \, .$$

Такой метрический интервал не может равняться нулю. Надо отметить, что описание процесса с помощью формул (1.2.1) и определение метрического интервала с помощью скорости света в вакууме, описывают один и тот же процесс распространения сигнала, и, следовательно, координаты и время у этих процессов одинаковы.

1.3 Свойства интервала на границе с диэлектриком

“Optical metric”

Для описания распространения света в движущемся диэлектрике используется метрика, называемая “optical metric” с метрическим тензором

$$\gamma_{\mu\nu} = g_{\mu\nu} + (1 - \varepsilon\mu) u_\mu u_\nu, \tag{1.3.1}$$

где u_μ ковариантная компонента 4-мерной скорости, величина $g_{\mu\nu}$ метрический тензор гравитационного поля, см. [2]. Эта метрика также используется в [3].

Согласно этой формуле для неподвижного диэлектрика без гравитационного поля величина метрического интервала равна

$$ds^2 = (2 - \varepsilon\mu) c^2 dt^2 - dx^{1^2} - dx^{2^2} - dx^{3^2}.$$

Что приводит к не имеющему физического смысла инвариантному интервалу со скоростью $c\sqrt{2 - \varepsilon\mu}$, вместо скорости света в диэлектрике. При переходе сигнала из вакуума в диэлектрик, величина метрического интервала будет равна нулю, а в диэлектрической среде равен нулю метрический интервал со скоростью, равной $c/\sqrt{\varepsilon\mu}$, а метрический интервал со скоростью, равной $c\sqrt{2 - \varepsilon\mu}$ не равен нулю. Получается, что метрический интервал при переходе через границу диэлектрик вакуум изменится, что невозможно. Как же поправить эту формулу? Для этого ее надо записать в виде

$$\gamma_{\mu\nu} = g_{\mu\nu} + \left(\frac{1}{\varepsilon\mu} - 1\right) u_\mu u_\nu / (1 - V^2 \varepsilon\mu / c^2).$$

Тогда для неподвижного без гравитационного поля диэлектрика получим правильную формулу

$$ds^2 = c^2 dt^2 / \varepsilon\mu - dx^{1^2} - dx^{2^2} - dx^{3^2}.$$

Чтобы получить формулу в движущейся среде необходимо записать метрический тензор в виде

$$\gamma_{\mu\nu} = g_{\mu\nu} + (\frac{c_d^2}{c^2} - 1)u_\mu u_\nu / (1 - V^2 / c_d^2) .$$

Величина c_d это величина групповой скорости, которую надо определить из уравнения эйконала, как у движущегося, так и неподвижного тела, относительно неподвижной среды. Групповая скорость среды от системы координат не зависит. А групповая скорость движущегося тела зависит от его скорости. Тогда метрический интервал запишется в виде

$$ds^2 = g_{\mu\nu}dx^\mu dx^\nu + (\frac{c_d^2}{c^2} - 1)u_\mu u_\nu u^\mu u^\nu ds^2 / (1 - V^2 / c_d^2) = g_{\mu\nu}dx^\mu dx^\nu + (\frac{c_d^2}{c^2} - 1)dt^2 c^2 .$$

$$dx^\mu = u^\mu ds$$

Где воспользовались равенством $ds = cdt\sqrt{1 - V^2 / c_d^2}$. В случае отсутствия гравитационного поля уравнения имеют вид

$$ds^2 = \frac{c_d^2}{c^2}c^2 dt^2 - dx^{1^2} - dx^{2^2} - dx^{3^2} = c_d^2 dt - dx^{1^2} - dx^{2^2} - dx^{3^2} .$$

Интервал с групповой скоростью равен нулю, и значит сохраняется как для разных тел, так и в разных инерциальных системах отсчета.

Высказывается идея, что интервал со скоростью света в вакууме для электромагнитной волны не равен нулю, но сохраняется в разных инерциальных системах отсчета. Покажем, что это не так. Интервал равен в разных системах отсчета, где групповая скорость тела переменная, и получается, что интервал вблизи от тела не сохраняется в разных инерциальных системах отсчета

$$ds^2 = c^2 dt^2 - dx^{1^2} - dx^{2^2} - dx^{3^2} = (c^2 - c_d^2)dt^2$$

Для тела интервал сохраняется и равен нулю.

1.4. Преобразование энергии при переходе через границу среды

Рассмотрим электромагнитную волну, падающую из вакуума на полупространство с плоской границей с групповой скоростью $c/\sqrt{\varepsilon\mu}$. Для вектора Пойнтинга в сплошных средах используются напряженности электромагнитного поля см. [4]. Поток энергии равен

$$\frac{c}{4\pi}[\mathbf{E},\mathbf{H}].$$

Но так как в диэлектрике групповая скорость распространения электромагнитной волны равна $c/\sqrt{\varepsilon\mu}$, и кроме того, поле в диэлектрике при нормальном падении уменьшается в соответствии с коэффициентом прохождения энергии электромагнитной волны $(\frac{2c/\sqrt{\varepsilon\mu}}{c/\sqrt{\varepsilon\mu}+c})^2=(\frac{2}{\sqrt{\varepsilon\mu}+1})^2$, получается формула для плотности энергии распространения электромагнитной волны

$$\frac{c}{4\pi}\frac{4[\mathbf{E},\mathbf{H}]}{(\sqrt{\varepsilon\mu}+1)(\sqrt{\varepsilon\mu}+1)}.$$

Энергия электромагнитного поля равна

$$\frac{c}{4\pi}\frac{4[\mathbf{E},\mathbf{H}]}{(\sqrt{\varepsilon\mu}+1)(\sqrt{\varepsilon\mu}+1)}=\frac{\rho c^3\mathbf{n}}{\varepsilon\mu};\rho=\frac{4\varepsilon\mu|[\mathbf{E},\mathbf{H}]|}{4\pi(\sqrt{\varepsilon\mu}+1)^2}=\frac{|[\mathbf{D},\mathbf{B}]|}{4\pi}$$

Где величина $\frac{\rho c^2}{\varepsilon\mu}$ энергия единицы объема электромагнитного излучения, т.е. плотность энергии электромагнитного поля, c скорость света, $\mathbf{n}$ направление распространения электромагнитной волны. Эти параметры вычислены из электродинамических соотношений. Предлагаемая плотность энергии макротел в диэлектрике определяется по формуле

$$\frac{dE}{dV}=\frac{\rho c^2}{\varepsilon\mu\sqrt{1-V^2\varepsilon\mu/c^2}}=\frac{\rho c^2}{\varepsilon\mu}+\frac{\rho V^2}{2}+\ldots.$$

Аналогичным способом решается задача для двигающихся тел, определится групповая скорость света в зависимости от свойств и скорости всех тел.

Но имеется одна проблема. На самом деле диэлектрическая проницаемость имеет зависимость от частоты электромагнитного поля. Групповая скорость света зависит от частоты электромагнитного поля. Поэтому преобразование надо делать сложным образом. Допустим, получено решение в не штрихованной инерциальной системе координат $f(\mathbf{r},t)$. Вычислим его в другой инерциальной системе координат на одной частоте. Получим $g[\mathbf{r}',t',c_d(\omega)]$. Вычислим интеграл

$$G(\mathbf{r}',t',\omega,\mathbf{V})=\int_{-\infty}^{t'} g[\mathbf{r}',u,c_d(\omega),\mathbf{V}]\exp(i\omega u)du\,.$$

Тогда преобразованное решение в другой инерциальной системе координат определится по формуле

$$F(\mathbf{r}',t',\mathbf{V})=\int_{-\infty}^{\infty} G(\mathbf{r}',t',\omega,\mathbf{V})\exp(-i\omega t')d\omega/2\pi\,.$$

Таким образом, зная решение в одной инерциальной системе координат $f(\mathbf{r},t)$ можно определить решение, в другой инерциальной системе координат $F(\mathbf{r}',t',\mathbf{V})$, двигающейся с постоянной скоростью относительно первой системы координат, равной величине $\mathbf{V}$. Отметим, что обратное преобразование не существует, вернее оно отличается от значения первого решения. Необратимость преобразований связана с их частотной, а значит и временной зависимостью.

Физические законы в разных диэлектриках отличаются скоростью распространения возмущения, и понятие одновременности в разных диэлектриках не применимо в рамках СТО.

Так двигающиеся в одной системе координат параллельно с одинаковыми скоростями тела в разных средах в другой инерциальной системе координат двигаются с разными скоростями. Это связано с тем, что замедление времени и уменьшение расстояний в двигающейся системе координат в разных диэлектриках разное, и понятия одновременности в разных системах координат нет. Но имеется инвариантная величина. Общая для разных диэлектриков величина, это величина метрического интервала, и если рассматривать в разных диэлектриках двигающееся с одинаковой скоростью тело, то время для этих тел в разных диэлектриках будет течь по-разному

$$ds^2 = d\tau^2 = [c/\sqrt{\varepsilon_1\mu_1}]^2 dt_1^2 - V^2 dt_1^2 == [c/\sqrt{\varepsilon_2\mu_2}]^2 dt_2^2 - V^2 dt_2^2.$$

Значит, понятие одновременности событий для двух разных диэлектриков не существует, так как двигающиеся с одинаковой скоростью тела имеют каждое свое время. Понятие одновременности событий имеет смысл в одном диэлектрике при одинаковом темпе времени. Собственное время в разных диэлектриках одинаково, изменяется только время t_1, t_2, а их надо пересчитывать в собственную систему координат.

Глава 2. Свойства диэлектриков

В случае ОТО существуют формулы перехода из штрихованной ускоренно двигающейся системы координат в инерциальную не штрихованную систему координат. Но системы координат в ОТО равноправны, так что и по ОТО время жизни двух систем должно быть одно. Но как объяснить разные формулы с прошедшим временем в ОТО в случае наличия гравитации. Объяснение простое, надо пересчитывать в собственную систему координат где поле отсутствует, тогда время, прошедшее для близнеца домоседа и путешественника будет одинаковым.

Рассмотрим еще одно доказательство изменения хода времени. При изменении высоты частицы меняется и ее частота, при этом справедливо

$$h\nu_1 - \frac{GMm}{r_1} = h\nu_2 - \frac{GMm}{r_2}.$$

Откуда имеем дифференциальное уравнение $\frac{d\nu}{dr} = -\frac{GMm}{r^2 h}$. Тогда на обратном пути получим приращение частоты с обратным знаком и значит суммарный эффект влияния частоты на время полета нулевой, соответствует постоянной частоте и неподвижной частице.

В случае вращения вокруг Земли при постоянном радиусе вращения изменения частоты нет. Флуктуации при этом компенсируются, что следует из закона сохранения энергии.

Вычислим изменение фазы частицы, может быть оно окажется не нулевым. Частота из этого дифференциального уравнения равна $\nu = \frac{GMm}{h}(\frac{1}{r} - \frac{1}{r_0}) + \nu_0$. Период, или время равен $T = \frac{1}{\frac{GMm}{h}(\frac{1}{r} - \frac{1}{r_0}) + \nu_0}$. Тогда имеем частоту на приращение времени, или фаза равна $\nu dT = \frac{\frac{GMm}{h}\frac{dr}{r^2}}{\frac{GMm}{h}(\frac{1}{r} - \frac{1}{r_0}) + \nu_0}$. Опять получаем нулевое приращение на пути туда и обратно. Но знаменатель может оказаться равным нулю. Но по правилу Лопиталя получаем нулевой вклад от нулевого знаменателя. Получается фаза не получит приращения по сравнению с фазой неподвижной частицы. При выполнении равенства нулю суммарной энергии в начальной точке, получаем $\nu dT = d\ln r$ и нулевое значение фазы при замкнутой траектории не включающей особенности. При облете особенности n раз при фиксированном радиусе получаем мнимое приращение фазы $vdT = 2\pi ni$. Безразмерная мнимая величина дает вклад в действительную часть, равную $\sqrt{2\pi n}$ см. [3]. Но если нет облета особенности, то время неподвижной частицы и двигающейся частицы одинаково. В случае произвольной частоты, имеем интеграл

$$\oint_{(S)} vdT = \oint_{(S)} \frac{-r_0 dz}{[z(1-\frac{\nu_0 hr_0}{GMm})-r_0]z} = \oint_{(S)} [\frac{Adz}{z-r_0/(1-\frac{\nu_0 hr_0}{GMm})} + \frac{Bdz}{z}] =$$

$$= \oint_{(S)} [\frac{dz}{z} - (1-\frac{\nu_0 hr_0}{GMm})\frac{dz}{z(1-\frac{\nu_0 hr_0}{GMm})-r_0}] =$$

$$= \oint_{(S)} d\ln\frac{z}{[z-r_0/(1-\frac{\nu_0 hr_0}{GMm})](1-\frac{\nu_0 hr_0}{GMm})} = \begin{cases} 2\pi in, z=0\in\Omega; z=r_0/(1-\frac{z\nu_0 hr_0}{GMm})\notin\Omega \\ 0, z=r_0/(1-\frac{\nu_0 hr_0}{GMm})\in\Omega, z=0\in\Omega \\ -2\pi in, z=0\notin\Omega; z=r_0/(1-\frac{\nu_0 hr_0}{GMm})\in\Omega \end{cases}.$$

Где объем Ω ограничен поверхностью (S) радиуса r. Но это сокращение времени не следствие релятивистских эффектов, а следствие наличия особенности. Относительная доля отклонение радиуса орбиты равна $\frac{\nu_0 hr_0}{GMm} = 0.428$, где у цезиевых часов используется масса электрона, частота цезиевых часов равна $\nu_0 = 9.19\cdot 10^9 / s$, используется гравитационная постоянная и масса Земли. При этом систематическая ошибка, связанная с изменением высоты спутника за один оборот вращения, составляет $\frac{\sqrt{2\pi}}{\nu_0} = 2.7\cdot 10^{-10} s = 0.27 ns$

Увеличение каждой новой высоты r_0 вызывает увеличение времени запаздывания часов за один оборот вокруг земли на величину $0.27ns$, а уменьшение высоты уменьшение времени запаздывания часов за один оборот вокруг земли на величину $0.27ns$. Причем каждая флуктуация на величину δr_0 вызывает изменение времени запаздывания часов за один оборот на величину $0.27ns$. Если таких флуктуаций произошло N, то время запаздывания равно $0.27\sqrt{N}ns$, что делает бессмысленным учет эффекта ОТО и СТО. Причем значение наименьшей флуктуации, вызывающей время запаздывания, равно радиусу Бора $\delta r_0 = a_0 = 0.5 \cdot 10^{-8} cm$ При отклонении высоты спутника на 1cm время запаздывания составит 3856ns за один оборот спутника вокруг земли. Так как один оборот происходит за 12 часов, имеем запаздывание 7712ns/day. Запаздывание, предсказанное с помощью СТО равно 7200ns/day, а предсказанное с помощью ОТО 45900ns/day. При изменении радиуса орбиты на 200см имеем запаздывание за счет вращения вокруг особенности гравитационного поля 54540ns/day.

Отмечу, что атомные часы являются электромагнитными, так как считают количество излучений колеблющимися атомами, и значит релятивистские эффекты в них наблюдаются. Но для правильного определения времени его надо пересчитывать в собственную систему отсчета неподвижного на Земле наблюдателя, что и делают путем корректировки. Но точнее было бы пересчитывать для неподвижного наблюдателя с учетом движения земли и пересчитывать время неподвижного наблюдателя во время движения земли с учетом ее вращения.

Глава 3. Определение групповой скорости в двигающемся диэлектрике

Аннотация

Отметим, что скорость движения тела или волны V определена в инерциальной системе координат с нулевой скоростью. Для пересчета в произвольную инерциальную систему координат, вместо скорости V надо использовать скорость $\frac{V+U}{1+VU/c_F^2}$, где величина U - скорость другой инерциальной системы координат.

Подсчитаем диэлектрическую проницаемость элементарных частиц, образованных полярными частицами вакуума. Диэлектрическая проницаемость тела, образованного полярными частицами равна см. [11]

$$\varepsilon = 1 + \frac{4\pi n p_0^2}{3kT} = 1 + \frac{4\pi\rho e^2 l_\gamma^2}{3m_\gamma^2 c^2} = 1 + \frac{4\pi\rho c^2 r_\gamma^4}{3e^2},$$

где n концентрация частиц вакуума, $p_0 = el_\gamma$ полярный момент частицы вакуума, m_γ масса частицы вакуума, $\frac{l_\gamma}{m_\gamma} = \frac{e^2}{c^2} r_\gamma^2$ отношение плеча диполя к его массе, см. [13] стр.67, r_γ образующая частиц вакуума. Температура частиц вакуума определяется средней четырехмерной скоростью движения частиц вакуума, скоростью света $kT = m_\gamma c^2$. Трехмерная скорость движения $V / c = u / \sqrt{1 + u^2} = 1 / \sqrt{2}$.

Рассмотрим данную формулу для свободного электрона. Величина $4\pi\rho r_\gamma^3 / 3 = m_e$, где в случае свободного электрона образующая равна и значение диэлектрической проницаемости сводится к формуле $\varepsilon = 1 + \frac{m_e c^2}{e^2} < r >= 1 + \frac{m_e c^2}{e^2} i\sigma_{x_k}^2 \frac{2p_k}{\hbar} = 1 + ikl_\gamma ; kl_\gamma << 1$ см. [12] стр. 263 для вывода средней координаты, где величина $\sigma_{x_k}^2$, это дисперсия координаты частиц вакуума, и приближенно равна $\sigma_{x_k}^2 = l_\gamma r_e$, т.е. диэлектрическая проницаемость близка к единице. Значение константы l_γ см. [13] стр. 67 формула (2.1.6). Итого получаем, что диэлектрическая проницаемость свободного электрона, диполь которого (или частица вакуума) образован электроном и позитроном, равна $\varepsilon = 1 + i\alpha$. Такова же диэлектрическая проницаемость свободной частицы, образованной диполем из частицы и античастицы.

Опишем электромагнитное поле в движущемся диэлектрике. Антисимметричный четырехмерный тензор электромагнитного поля второго ранга имеет вид

$$\left\| F_{\lambda\mu} \right\| = \left\| \begin{matrix} 0 & E_x & E_y & E_z \\ -E_x & 0 & -B_z & B_y \\ -E_y & B_z & 0 & -B_x \\ -E_z & -B_y & B_x & 0 \end{matrix} \right\|.$$

Уравнения Максвелла запишутся в виде

$$\frac{\partial F_{\lambda\mu}}{\partial x^{\nu}} + \frac{\partial F_{\mu\nu}}{\partial x^{\lambda}} + \frac{\partial F_{\nu\lambda}}{\partial x^{\mu}} = 0$$

Для построения инвариантного решения в движущейся среде введем тензор (см. [4] §76).

$$\left\| H_{\mu\nu} \right\| = \left\| \begin{matrix} 0 & D_x & D_y & D_z \\ -D_x & 0 & -H_z & H_y \\ -D_y & H_z & 0 & -H_x \\ -D_z & -H_y & H_x & 0 \end{matrix} \right\|.$$

Вторая пара уравнений Максвелла имеет вид

$$\frac{\partial H^{\lambda\mu}}{\partial x^{\nu}} = -\frac{4\pi j^{\lambda}}{c}.$$

Связь между величинами индукции и напряженности $\mathbf{D},\mathbf{E}$, в инерциальных системах координат обеспечивается

$$H^{\lambda\mu} u_{\mu} = \varepsilon F^{\lambda\mu} u_{\mu}. \qquad (3.2)$$

Величина u_{μ} четырехмерная скорость тела. Если в формуле (3.2) взять нулевую трехмерную скорость тела, то получим для тела соотношение $\mathbf{D} = \varepsilon \mathbf{E}$, т.е. формула (3.2) при нулевой скорости переходит в стандартное соотношение между индукцией и напряженностью.

Кроме того, справедливо четырехмерное равенство

$$F_{\lambda\mu}u_{\nu}+F_{\mu\nu}u_{\lambda}+F_{\nu\lambda}u_{\mu}=\mu(H_{\lambda\mu}u_{\nu}+H_{\mu\nu}u_{\lambda}+H_{\nu\lambda}u_{\mu}), \qquad (3.3)$$

являющееся обобщением связи между $\mathbf{B}, \mathbf{H}$. Если хотя бы пара индексов λ, μ, ν совпадает, то эта формула обращается в ноль, в силу антисимметричности тензоров. Поэтому имеется 4 независимых равенств (3.3).

Эти два уравнения (3.2) и (3.3) можно расписать в виде

$$\begin{aligned}&\mathbf{D}+\frac{1}{c}[\mathbf{V},\mathbf{H}]=\varepsilon(\mathbf{E}+\frac{1}{c}[\mathbf{V},\mathbf{B}])\\&\mathbf{B}+\frac{1}{c}[\mathbf{E},\mathbf{V}]=\mu(\mathbf{H}+\frac{1}{c}[\mathbf{D},\mathbf{V}])\end{aligned}.$$

Запишем связь между индукцией и напряженностью, в случае если окружающей средой является диэлектрик, например, воздух ограниченного объема, то получим связь в виде, где индексу, равному единице соответствует движущийся воздух, а индексу 2 соответствует движущееся тело

$$\begin{aligned}&\mathbf{D}_1+\frac{1}{c}[\mathbf{V}_1,\mathbf{H}_1]=\varepsilon_1(\mathbf{E}_1+\frac{1}{c}[\mathbf{V}_1,\mathbf{B}_1]);\mathbf{D}_2+\frac{1}{c}[\mathbf{V}_2,\mathbf{H}_2]=\varepsilon_2(\mathbf{E}_2+\frac{1}{c}[\mathbf{V}_2,\mathbf{B}_2])\\&\mathbf{B}_1+\frac{1}{c}[\mathbf{E}_1,\mathbf{V}_1]=\mu_1(\mathbf{H}_1+\frac{1}{c}[\mathbf{D}_1,\mathbf{V}_1]);\mathbf{B}_2+\frac{1}{c}[\mathbf{E}_2,\mathbf{V}_2]=\mu_2(\mathbf{H}_2+\frac{1}{c}[\mathbf{D}_2,\mathbf{V}_2])\end{aligned}.$$

Среда и воздух имеет границы, следовательно, параметры среды и тела определятся. Параметры вакуума имеют два значения $\mathbf{E}_1$, и $\mathbf{E}_2$, $\mathbf{H}_1$ и $\mathbf{H}_2$, которые, могут совпадать в одной системе отсчета, но в другой системе отсчета отличаются. Если же определять значение поля для тела, используя преобразование Лоренца с групповой скоростью воздуха, а потом определять свойства воздуха со скоростью света в вакууме, то противоречия снимаются.

Перенесем векторы магнитной и электрической индукции в одну сторону, а векторы напряженности поля в другую, получим

$$\begin{aligned} &\mathbf{D}-\frac{\varepsilon}{c}[\mathbf{V},\mathbf{B}]=\varepsilon\mathbf{E}-\frac{1}{c}[\mathbf{V},\mathbf{H}] \\ &\frac{\mu}{c}[\mathbf{V},\mathbf{D}]+\mathbf{B}=\mu\mathbf{H}+\frac{1}{c}[\mathbf{V},\mathbf{E}] \end{aligned} \qquad (3.4)$$

Перейдя в систему координат, в которой имеем следующее представление скорости $\mathbf{V}=(V,0,0)$ при остальных произвольных значениях других векторных величин, используя

$$[\mathbf{V},\mathbf{B}]=\begin{Vmatrix} \mathbf{i} & \mathbf{j} & \mathbf{k} \\ V & 0 & 0 \\ B_1 & B_2 & B_3 \end{Vmatrix}=-\mathbf{j}VB_3+\mathbf{k}VB_2$$

Распишем первое равенство (3.4) по координатам

$$\begin{aligned} &D_1=\varepsilon E_1 \\ &D_2+\frac{\varepsilon V}{c}B_3=\varepsilon E_2+\frac{V}{c}H_3 \, . \\ &D_3-\frac{\varepsilon V}{c}B_2=\varepsilon E_3-\frac{V}{c}H_2 \end{aligned} \qquad (3.5)$$

Распишем второе равенство (3.4)

$$\begin{aligned} &B_1=\mu H_1 \\ &-\frac{\mu V}{c}D_3+B_2=\mu H_2-\frac{V}{c}E_3 \, . \\ &\frac{\mu V}{c}D_2+B_3=\mu H_3+\frac{V}{c}E_2 \end{aligned} \qquad (3.6)$$

Группируем второе уравнение (3.5) и третье уравнение (3.6). Получим систему линейных уравнений второго порядка

$$\begin{Vmatrix} 1 & \dfrac{\varepsilon V}{c} \\ \dfrac{\mu V}{c} & 1 \end{Vmatrix}\begin{Vmatrix} D_2 \\ B_3 \end{Vmatrix}=\begin{Vmatrix} \varepsilon E_2+\dfrac{V}{c}H_3 \\ \mu H_3+\dfrac{V}{c}E_2 \end{Vmatrix}. \qquad (3.7)$$

Решая это уравнение, получим

$$D_2 = \frac{\varepsilon E_2(1 - V^2/c^2) + H_3(1-\varepsilon\mu)V/c}{1-\varepsilon\mu V^2/c^2}$$
$$B_3 = \frac{\mu H_3(1 - V^2/c^2) + E_2(1-\varepsilon\mu)V/c}{1-\varepsilon\mu V^2/c^2}. \qquad (3.8)$$

Будем исследовать это выражение при условии $\varepsilon\mu V^2/c^2 = 1$, т.е. при модуле скорости тела, совпадающей с скоростью $c/\sqrt{\varepsilon\mu}$. Поскольку внешнее поле произвольно, то в этом случае электрическая и магнитная индукция стремятся к бесконечности. Исследуем случай, когда напряженности поля таковы, что числители (3.8) равны нулю. Для этого приравняем числители этого выражения нулю, получим систему уравнений

$$\varepsilon E_2(1 - V^2/c^2) + H_3(1-\varepsilon\mu)V/c = 0$$
$$E_2(1-\varepsilon\mu)V/c + \mu H_3(1 - V^2/c^2) = 0.$$

Для существования отличного от нуля решения необходимо выполнение

$$\varepsilon\mu(1 - V^2/c^2)^2 = \frac{V^2}{c^2}(1-\varepsilon\mu)^2. \qquad (3.9)$$

извлекая корень из этого уравнения, получим квадратное уравнение

$$\frac{V^2}{c^2} \pm \frac{V}{c}\frac{1-\varepsilon\mu}{\sqrt{\varepsilon\mu}} - 1 = 0.$$

Это уравнение имеет два действительных корня, равные

$$\frac{V}{c} = \pm\frac{1}{\sqrt{\varepsilon\mu}}, \frac{V}{c} = \mp\sqrt{\varepsilon\mu}.$$

Аналогичные выкладки можно провести для третьего уравнения (3.5) и второго уравнения (3.6).

Значит при скорости движения, равной $\frac{V}{c} = \pm\frac{1}{\sqrt{\varepsilon\mu}}$ получаем соотношение между магнитной и электрической напряженностью

$$E_3 = \pm\sqrt{\frac{\mu}{\varepsilon}}H_2, E_2 = \mp\sqrt{\frac{\mu}{\varepsilon}}H_3. \qquad (3.10)$$

т.е. образуют плоскую волну, знак которой зависит от знака частоты электромагнитного поля в выражении для решения волнового уравнения относительно времени

$$\mathbf{E} = \pm\sqrt{\frac{\mu}{\varepsilon}}[\mathbf{n},\mathbf{H}], n = (1,0,0). \qquad (3.11)$$

Такая линейная связь является единственной связью между полярным и аксиальным вектором. Величина $\mathbf{n}$ может иметь произвольные значения. Используя полученные связи (3.10) величина $\mathbf{n}$ определится однозначно. Получим величиной $E_1 = 0, D_1 = 0$, в силу (3.11) и первого уравнения (3.5). Используя равенство

$$\mathbf{H} = \mp\sqrt{\frac{\varepsilon}{\mu}}[\mathbf{n},\mathbf{E}], n = (1,0,0)$$

вычисляя коэффициент $\mathbf{n}$, получим условие $H_1 = 0, B_1 = 0$ в силу свойств векторного произведения и первой формулы (3.6). Магнитная и электрическая индукция имеют конечное значение.

Индукции электромагнитного поля в случае равенства нулю числителя, который соответствует плоскому бесконечному пространству, занятому диэлектриком, с плоской волной, равны величинам (берем положительный знак у связи векторов E, H)

$$D_2 = \frac{\sqrt{\varepsilon\mu}H_3(1 - V^2/c^2) + H_3(1 - \varepsilon\mu)V/c}{1 - \varepsilon\mu V^2/c^2} = H_3\frac{(1 - \sqrt{\varepsilon\mu}V/c)(\sqrt{\varepsilon\mu} + V/c)}{1 - \varepsilon\mu V^2/c^2} =$$
$$= E_2\sqrt{\frac{\varepsilon}{\mu}}\frac{\sqrt{\varepsilon\mu} + V/c}{1 + \sqrt{\varepsilon\mu}V/c}$$

$$B_3 = \frac{\mu H_3(1 - V^2/c^2) + H_3\sqrt{\dfrac{\mu}{\varepsilon}}(1-\varepsilon\mu)V/c}{1 - \varepsilon\mu V^2/c^2} = H_3\sqrt{\frac{\mu}{\varepsilon}}\frac{(\sqrt{\varepsilon\mu} + V/c)(1 - \sqrt{\varepsilon\mu}V/c)}{1 - \varepsilon\mu V^2/c^2} =$$
$$= H_3\sqrt{\frac{\mu}{\varepsilon}}\frac{\sqrt{\varepsilon\mu} + V/c}{1 + \sqrt{\varepsilon\mu}V/c}$$

Индукции электромагнитного поля равны величинам, т.е. конечны, (берем отрицательный знак у связи векторов E, H). Аналогичные формулы получаются и для величин D_3, B_2.

Такое конечное значение электромагнитного поля достигается при распространяющейся в бесконечной среде плоской волне.

В случае произвольного тела электромагнитное поле внутри тела имеет более сложный вид в случае двигающегося с групповой скоростью тела, что приводит к бесконечному значению индукции электромагнитного поля, так как в формулах (3.8) числитель не равен нулю, а знаменатель равен нулю. Так как такое значение поля невозможно, значит, скорость движения тела, равная групповой скорости электромагнитной волны в неподвижном теле приводит к бесконечности электрической и магнитной индукции.

Можно получить преобразование Лоренца из инвариантности метрического интервала следуя выводу преобразований Лоренца в [14]. Отметим основные моменты этого вывода. Инвариантен метрический интервал с групповой скоростью звука или электромагнитной волны. В случае электромагнитной или звуковой волны он равен нулю

$$\begin{aligned} ds^2 &= c_d^2 d\tau^2 - (dx^1)^2 - (dx^2)^2 - (dx^3)^2 = \\ &= c_d'^2 d\tau'^2 - (dx'^1)^2 - (dx'^2)^2 - (dx'^3)^2 \end{aligned}.$$

Отмечу что групповая скорость элементарных частиц совпадает со скоростью света в вакууме, так что противоречия с экспериментальным материалом о движении элементарных частиц в ускорителях нет. При движении тел релятивистского знаменателя с групповой скоростью звука нет. Но при описании присоединенной массы в гидродинамике и эффективной массы в физике твердого тела релятивистский знаменатель с групповой скоростью звука есть. Это происходит потому что среда описывается преобразованием Лоренца с групповой скоростью звука, а экстраполяции на материальные тела не проходит.

При этом связь между штрихованными и не штрихованными координатами с использованием групповой скорости дается формулой

$$dx^1 = dx'^1 \cosh\psi + c'_d dt' \sinh\psi \qquad c_d dt = dx'^1 \sinh\psi + c'_d dt' \cosh\psi \,.$$

$$dx^2 = dx'^2, dx^3 = dx'^3 \qquad .$$

Рассмотри движение при условии $dx'^1 = 0$, имеем

$$dx^1 = c'_d dt' \sinh\psi \qquad c_d dt = c'_d dt' \cosh\psi \,.$$

Делим эти два уравнения, имеем

$$\frac{dx^1}{c_d dt} = \frac{V}{c_d} = \tanh\psi \,.$$

Где V, c_d скорости не штрихованной системы координат, относительно штрихованной. Тогда преобразование координат запишется в виде

$$dx^1 = (dx'^1 + c'_d dt' \frac{V}{c_d})\gamma; \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c_d^2}}} \qquad c_d dt = (dx'^1 \frac{V}{c_d} + c'_d dt')\gamma \,. \qquad (3.22)$$

Где скорость c_d определяется для двигающейся среды, а скорость c'_d для неподвижной. Групповая скорость для среды постоянная в разных системах координат, см. раздел 3.1.

Формула Лоренца для координат и времени отличается от формулы Лоренца относительно частоты и волнового числа.

Для доказательства предлагаемых формул, осуществим преобразование Лоренца для частоты и волнового числа, но с неизвестной скоростью C', вместо скорости света в вакууме в преобразовании Лоренца

$$\begin{gathered}\omega / C = (\omega' / C' + k_1' V / C')\gamma; \gamma = 1/\sqrt{1 - V^2 / C'^2} \\ k_1 = (k_1' + \omega' V / C'^2)\gamma; k_2 = k_2'; k_3 = k_3'\end{gathered}.$$

Вычислим групповую скорость в не штрихованной системе координат

$$\begin{gathered}\frac{k^2}{\omega^2 / C^2} = \frac{k_1^2 + k_2^2 + k_3^2}{\omega^2 / C^2} = 1 = C^2 \left(\frac{1}{c_1^2} + \frac{1}{c_2^2} + \frac{1}{c_3^2}\right) = \\ = C'^2 \left[\frac{(k_1' + \omega' V / C'^2)^2}{(\omega' + k_1' V)^2} + \frac{k_2'^2}{(\omega' + k_1' V)^2 \gamma^2} + \frac{k_3'^2}{(\omega' + k_1' V)^2 \gamma^2}\right]\end{gathered}$$

Перепишем эту формулу в виде

$$\frac{1}{C'^2} = \frac{(1/c_1' + V / C'^2)^2}{(1 + V / c_1')^2} + \frac{1/c_2'^2 (1 - V^2 / C'^2)}{(1 + V / c_1')^2} + \frac{1/c_3'^2 (1 - V^2 / C'^2)}{(1 + V / c_1')^2}.$$

Откуда получаем квадратное уравнение, связывающее скорость, стоящую в преобразовании Лоренца и ее проекции в двигающейся системе координат. Квадратное уравнение имеет вид

$$\frac{V^2}{C'^4} - \frac{1}{C'^2}\left(1 + \frac{V^2}{c_1'^2} + \frac{V^2}{c_2'^2} + \frac{V^2}{c_3'^2}\right) + \frac{1}{c_1'^2} + \frac{1}{c_2'^2} + \frac{1}{c_3'^2} = 0.$$

Это уравнение имеет два корня

$$\begin{gathered}\frac{1}{C'^2} = [(1 + k)/2 \pm \sqrt{(1 + k)^2 / 4 - k}\,] / V^2 \\ k = \frac{V^2}{c_1'^2} + \frac{V^2}{c_2'^2} + \frac{V^2}{c_3'^2}\end{gathered}.$$

Эти корни равны

$$\frac{1}{C'^2} = \frac{1}{c_F'^2} = \frac{1}{c_1'^2} + \frac{1}{c_2'^2} + \frac{1}{c_3'^2}, C'^2 = V^2$$

Получилось, что в преобразовании Лоренца в диэлектриках нужно использовать групповую скорость света $C' = c'_F$.

$$\begin{gathered} \omega / C = (\omega' / C' + k'_1 V / C')\gamma; \gamma = 1/\sqrt{1 - V^2 / C'^2} \\ k_1 = (k'_1 + \omega' V / C'^2)\gamma; k_2 = k'_2; k_3 = k'_3 \end{gathered} \qquad (3.23)$$

Чтобы формулы (3.22) и (3.23) имели одинаковый знаменатель, надо переписать формулу (3.23) в виде (3.24)

$$\begin{gathered} \omega' / C'_d = (\omega / C_d - k_1 V / C_d)\gamma; \gamma = 1/\sqrt{1 - V^2 / C_d^2} \\ k'_1 = (k_1 - \omega V / C_d^2)\gamma; k_2 = k'_2; k_3 = k'_3 \end{gathered} . \qquad (3.24)$$

Штрихованную систему координат будем по-прежнему считать неподвижной, и свойства времени и частоты противоположные, причем произведение $\omega t - k_l x_l$ является инвариантом.

Если в формуле (3.22) групповая скорость определена для двигающейся не штрихованной системе координат, то в формуле (3.23) групповая скорость определена для неподвижной штрихованной системы координат. Штрихованная система координат в формуле (3.22) является неподвижной в силу преобразования Галилея $\mathbf{r} = \mathbf{r}' + \mathbf{V}t$, а не штрихованная движется в случае формулы (3.22). Время в не штрихованной, движущейся системе координат больше, что соответствует большему времени жизни элементарных частиц в движущейся системе координат.

В формуле (3.23) в релятивистском знаменателе используется формула штрихованной системы координат. Имеют одинаковый знаменатель формулы (3.22) и (3.24). Значит и частота в штрихованной системе координат увеличивается, т.е. темп времени или частота в не штрихованной системе координат уменьшается.

В итоге имеем соотношение при условии $k_1 = x'_1 = 0$

$$\omega t / \sqrt{1 - V^2 / C^2} = \omega' t' / \sqrt{1 - V^2 / C^2}$$

Существование данного инварианта, учитывающего два временных фактора - частоту и время, указывает на то, что жизнь организма в разных инерциальных системах отсчета течет одинаково. Это связано с тем, что метрический интервал для частоты и волнового числа равен

$$d\lambda^2 = d\omega^2 / c_F^2 - (dk^1)^2 - (dk^2)^2 - (dk^3)^2 .$$

Он существенно отличается от метрического интервала координат и времени

$$ds^2 = c_F^2 dt^2 - (dx^1)^2 - (dx^2)^2 - (dx^3)^2 .$$

Преобразование Лоренца для разных групповых скоростей у частоты и волнового числа отличается от преобразования Лоренца у координат и времени даже в случае электромагнитного поля.

Справедливо равенство

$$\tau = \int (\omega dt - k_l dx_l) = \frac{mc}{\hbar} \int (u_0 u^0 + u_l u^l) ds = \frac{mcs}{\hbar} = R .$$

Вывод формулы основан на следующих соотношениях $\hbar k_l = mcu_l; dx_l = -dx^l = -u^l ds; \hbar\omega = mc^2 u_0; cdt = u^0 ds$. Величина времени жизни системы соответствует растущему числу Рейнольдса системы. Число Рейнольдса имеет границы, время жизни системы соответствует критическому числу Рейнольса, и при переходе через эту границу наступает комплексный турбулентный режим, когда система не может функционировать по-старому, появляется мнимая часть, равная среднеквадратичному отклонению, которое колеблется с амплитудой, равной мнимой части.

Получается, что в собственной системе координат, где тело неподвижно имеем связь

$$\omega'(t)dt' = \omega(t)dt = \frac{mcds}{\hbar}$$

$$dt' = \sqrt{1 - V^2 / c_d^2}\,dt \quad .$$

Частота в собственной системе отсчета равна комптоновской, и собственное время является инвариантом

$$\omega'(t) = \frac{mcds}{\hbar dt'} = \frac{mc^2}{\hbar}$$

$$dt' = ds / c$$

Неизменно в разных собственных системах отсчета произведение приращения времени на частоту, которые являются истинным биологическим фактором старения организма. Измеренные время и частота с помощью звуковых и электромагнитных волн в двигающихся системах отсчета имеют разное значение. В собственной системе отсчета собственное время dt' имеет минимум в разных инерциальных системах отсчета и является инвариантом. Так как инвариант в разных инерциальных системах отсчета один, биологическое истинное время тоже одно и равно собственному времени. Измеренное время и частота в разных системах отсчета надо пересчитывать в собственное время и частоту. Но тем не менее световые или звуковые, гидродинамические часы показывают разное время в разных системах отсчета. Значит системы, в которых время определяется как для световых или звуковых часов, живут разное время в разных системах отсчета. Но если это время пересчитать в собственную систему отсчета, то получится одинаковое время жизни в разных системах отсчета, одинаковое для световых и звуковых часов.

В общем случае инвариантно произведение двух четырех-векторов

$$\omega dt - k_i dx_i = \omega dt - k_i V_i dt = \gamma = \omega' t' \qquad (3.25)$$

Применяя это соотношение к живому организму получаем произведение частоты пульса организма на приращение времени жизни ωdt. Величина

$k_i dx_i$ равна волновому числу на приращение пути крови. Кроме того, имеем инвариантность метрического интервала звуковых волн с групповой скоростью

$$\omega dt - k_i dx_i = \omega dt - \frac{\omega\, dx_i}{c_i} = 0 \qquad (3.26)$$

В этих двух равенствах при одинаковом приращении координаты отличается приращение времени. При скорости крови в сосудах организма равной нулю в равенстве (3.26) приращение координаты равно нулю и значит частота биения сердца равна нулю, при этом наступает смерь организма.

Но необходимо вычислить среднее значение этого инварианта

$$|\varphi|^2 \omega dt = |\varphi|^2 k_i dx_i. \qquad (3.27)$$

Но организмы описываются звуковыми волнами и кинематической вязкостью. Кинематическая вязкость вакуума равна $i\hbar/(2m)$. Это следует из [13]. Добавление кинематической вязкости вещества к кинематической вязкости вакуума опишет среднее значение квантовых параметров, а отдельный атом опишет усреднено, так как кинематическая вязкость вещества является статистическим параметром. Итого имеем $i\hbar/(2m)+\nu\rho_l/\rho_b$ где используется плотность среды ρ_l и плотность двигающегося тела ρ_b для пересчета из объема тела в объем среды. На величину излучения атома добавка мнимой части к постоянной Планка не сказывается в силу малой мнимой части эффективной постоянной Планка, так как плотность двигающейся частицы велика. Эффективное значение постоянной Планка $\hbar - 2mi\nu\rho_l/\rho_b$, причем так как масса крови велика, действительной частью эффективной постоянной Планка пренебрегаем. Тогда равенство (3.27) запишется в виде

$$\exp[\frac{Et - p_x x}{m\nu}]\omega dt = \exp[\frac{Et - p_x x}{m\nu}]k dx \ .$$

Интегрируя это уравнение, получаем (в случае звуковой волны плотность среды равна плотности тела)

$$\exp\left(\frac{Et - p_x x}{mv}\right) - \exp\left(\frac{-p_x x}{mv}\right) = [\exp\left(\frac{Et}{mv}\right) - \exp\left(\frac{Et - p_x x}{mv}\right)] mv\omega / c_F p_x$$

Умножая данное уравнение на экспоненту. Получим

$$1 - \exp\left(\frac{-Et}{mv}\right) = [\exp\left(\frac{p_x x}{mv}\right) - 1] mv\omega / c_F p_x$$

При групповой скорости равной константе после интегрирования получаем время жизни

$$Et = -\mathrm{mv}\ln\{1 - [\exp\left(\frac{p_x x}{mv}\right) - 1] mv\omega / c_F p_x\} \qquad (3.28)$$

Из (2.9) имеем (E=$mv\omega$)

$$t = -\frac{p_x x}{E} - \frac{mv}{E}[ln\frac{-E}{c_F p_x} + 2\pi i n] \qquad (3.29)$$

Воспользуемся аналогией между электромагнитными и звуковыми волнами. Электромагнитный заряд аналогичен звуковому заряду $e \to \sqrt{\rho} v^2 / c_F$ и имеет одинаковую размерность. Где используется плотность среды, ее кинематическая вязкость и групповая скорость звука. Энергия звуковой волны равна $E = -\frac{e^2}{r} = -\frac{\rho v^4}{c_F^2 r}$. Подставляем в формулу (3.29) значение энергии и скорости, равной v/d, где $d = 2r$ диаметр кровеносного сосуда, получим

$$\mathrm{t}= \frac{\pi d^2 c_F^2 x}{8v^3}[x - d\left(ln\frac{\pi d^2 c_F^3 x}{8v^3} + 2\pi i n\right)] \qquad (3.30)$$

Зная значение времени жизни относительно двигающейся крови, можно вычислить собственное время жизни. Где эффективный диаметр кровеносного сосуда равен 0.0005см, длина сосуда 200см, групповая скорость 10000см/сек, кинематическая вязкость крови 0.045см^2/сек. При этих данных продолжительность жизни 137 лет.

Каковы следствия из этой формулы? Родившийся организм может умереть, если не будет сразу действовать круг кровообращения.

Кроме того, время жизни комплексное, где мнимая часть означает пульсацию времени жизни, выражающуюся в пульсации крови. Можно определить пульс организма, деля действительную часть на мнимую, определяющую время пульсации. Пульс организма равен

$$\alpha = (\frac{x}{d} - ln\frac{\pi d^2 c_F^3 x}{8v^3})/2\pi n.$$

Тренированные спортсмены должны иметь большой доступ кислорода к мышцам, поэтому диаметр кровеносного сосуда должен быть как можно больше. Но при этом уменьшается пульс, поэтому квантовое число n должно быть уменьшено, при этом пульс увеличивается. Характерное время пульсации крови 2.22 секунды $\frac{xd}{v} = 2.2\text{сек}$ При среднем диаметре сосуда 0.0005см квантовое число n=20000, пульс 86 ударов в минуту. Пульс равен $\alpha\frac{60v}{xd}$ ударов в минуту. Тренировки увеличивают диаметр сосуда спортсмена, при уменьшении квантового числа, оставляя пульс неизменным.

Организмы спортсменов делятся на спринтерские и стайерские. Спринтерские имеют большой диаметр кровеносных сосудов, что проявляется в больших размерах организма и малом квантовом числе. Они развивают большую силу при мышечных нагрузках, но на короткое время. Время действия определяется квантовым числом, которое дает вклад в время нагрузки организма и у спринтеров квантовое число мало. У стайеров диаметр кровеносного сосуда мал, но квантовое число велико. Т.е. мышцы образуют малую силу за счет малого доступа кислорода в крови при малом диаметре кровеносных сосудов, но влияние большого квантового числа велико, и модуль времени нагрузки велик, что означает выносливость организма.

Для определения действия повышенной нагрузки определим следующую формулу для вклада мнимой части во время жизни

$$\tau = \frac{\pi d^3 c_F^2 x}{8 v^3} \sqrt{2\pi n} \qquad (3.31)$$

Ее надо умножить на следующий множитель, определяющий долю вклада мнимой части

$$\left(\frac{\pi^2 d^3 c_F^2 x N}{4 v^3 t}\right)^{n/N} = \left(\frac{2\pi N}{\frac{x}{d} - ln\frac{\pi d^2 c_F^3 x}{8 v^3}}\right)^{n/N} = \left(\frac{N}{\alpha n}\right)^{n/N} \qquad (3.32)$$

Где величина N измененное квантовое число. Кроме того, преобразована величина $d \to d\frac{n}{N}$ в формуле (3.31). В формуле (3.32) диаметр остался неизменным. Для неизменных параметров формулы (3.30) при N=22000 определяет время повышенной нагрузки 3.03 часов, а при N=3250 время повышенной нагрузки 10 сек. Варьируя величину квантового числа или диаметр сосуда можно получить разное время повышенной нагрузки.

Выводы

Преобразование Лоренца в диэлектриках надо использовать с групповой скоростью, вместо скорости света в вакууме. В каждой системе координат, будет своя групповая скорость.

3.1 Вычисление сокращения времени и расстояний с помощью силового поля как оправдание СТО

Выдвигается идея что изменение электромагнитных полей в другой инерциальной системе координат в соответствии с преобразованием Лоренца приводит к изменению времени и расстояний в соответствии с преобразованием Лоренца см. [27]. Это противоречит моей концепции, что истинное время и расстояние определяется в собственной системе координат. Лоренц доказал, что движущийся объект имеет меньшие размеры. Но сократится и эталон длины, и измеренное расстояние с помощью эталона будет совпадать с измерением в собственной системе координат. Об измерении времени и расстояний с помощью электромагнитных волн см. глава 5.

Гениально разработанный Эйнштейном принцип сокращения времени и координат, измеряемый с помощью электромагнитных волн основанный только на чистой кинематике, без учета других факторов и нуждается в анализе. Среда звуковых волн тоже подчиняется преобразованию Лоренца с групповой скоростью звуковых волн, одинаковой в разных системах отсчета, но никаких сокращений расстояний и времени не наблюдается.

Между тем, при ускорении системы координат по длинному стержню пройдут звуковые волны и координата с двигающейся частицей не штрихованной системы координат равна

$$x = x'\alpha(V) + t'\beta(V)$$

Ход часов будет определяться по мере ускорения

$$t = t'\gamma(V) + x'\delta(V).$$

Но эти процессы будут проходить в результате ускорения, останутся ли эти эффекты при прекращении ускорения, в инерциальной системе координат. При отсутствии ускорения в инерциальной системе координат на тело не будут воздействовать внешние силы и упругие деформации прекратятся. Если имеется нелинейность, т.е. гистерезис, то возможны остаточные деформации, но необходимо доказать, что остаточные деформации соответствуют преобразованию Лоренца. Часы тоже имеют остаточную деформацию и штрихованное время может отличаться от не штрихованного.

Но остаточная деформация не пройдет, если плавно вернуться в неподвижную штрихованную систему координат. Эффект остаточной деформации не может объяснить сокращение времени и расстояний в длинном стержне и часах.

Рассмотрим преобразование Лоренца напряженностей электрического поля. Если в штрихованной системе координат действовало только электрическое поле, то в не штрихованной с движущейся частицей системе координат (она движется в соответствии с преобразованием Галилея $x = x' + Vt'$). В неподвижной системе координат будет действовать электрическая сила и частица ускорится

$$\frac{d}{dt}\frac{\dot{z}/c}{\sqrt{1-\dot{z}^2/c^2}} = eE_z/mc = \Omega \,.$$

Решением этого уравнения является скорость, равная

$$\frac{\dot{z}}{c} = \frac{\Omega(t-t_0)}{\sqrt{1+[\Omega(t-t_0)]^2}} \,.$$

В двигающейся со скоростью V вдоль оси x системе отсчета возникает магнитное поле. Подсчитаем малую поправку к не штрихованной системе координат, т.е. скорость системы координат мала

$$H_y = \frac{-\frac{V}{c}E'_z}{\sqrt{1-V^2/c^2}}$$

На частицы в не штрихованной системе отсчета будут действовать новые силы. Но вращения заряженных частиц не будет так как уравнения движения для малой поправки для величины z будут иметь вид

$$\begin{aligned} &\ddot{x} = -\Delta\dot{z}\dot{x}\omega/c; \omega = eH_y/mc \\ &\Delta\ddot{z} = \dot{x}^2\omega/c \end{aligned} \qquad (3.1.1)$$

Релятивистский знаменатель в первом уравнении (3.1.1) сокращается. Решение первого уравнения без релятивистского знаменателя $\dot{x} = \exp(-\Delta z\omega / c)V$

Решим это уравнение с учетом релятивистской поправки

$$\frac{d}{dt}\frac{\dot{x}/c}{\sqrt{1-\dot{x}^2/c^2}} = \frac{d}{dt}\exp(-\Delta z\omega / c)V\omega / c$$

Откуда получаем решение для всей области $\frac{\dot{x}}{c} = \frac{\exp(-\Delta z\omega / c)V / c}{\sqrt{1+[\exp(-\Delta z\omega / c)V / c]^2}}$ получим формулу преобразования вдоль оси x, которая будет иметь вид (получится формула преобразования из штрихованной системы отсчета в не штрихованную в соответствии со знаком у скорости)

$$x = (x' + Vt')\exp(-\Delta z\omega / c)[1 - \exp(-2\Delta z\omega / c)V^2 / 2c^2], \qquad (3.1.2)$$

Существует общая формула Лоренца о сокращении размера двигающегося тела см. [28]. Согласно этой формуле двигающийся объект имеет меньший размер.

Формула (3.1.2) не совпадает с формулой Лоренца, равной

$$x = (x' + Vt')(1 + V^2 / 2c^2) \qquad (3.1.3)$$

при движении системы координат вдоль оси x с постоянной скоростью V. Получается противоречие формулы преобразования под действием сил с формулами преобразования Лоренца. Но при этом размер двигающейся системы координат меньше. Но физики обошли эти две противоречивые формулы, и штрихованную систему координат сделали движущейся. Тогда отличающиеся формулы (3.1.2) и (3.1.3) свелись к одному результату, двигающееся тело имеет меньший размер. При этом была искажена формула (3.1.3), она перестала соответствовать преобразованию Галилея при малой скорости системы координат.

Формула получена во втором порядке малости по малому параметру. Поправка при положительных больших z будет мала, а при отрицательных z будет велика. Третье уравнение в случае положительных z имеет вид $\Delta\ddot{z} = \exp(-2z\omega / c)\omega V$ п. Умножаем это уравнение на величину $2\Delta\dot{z}$, получим $\Delta\dot{z} = i\exp(-\Delta z\omega / c)\sqrt{Vc}$. Получим решение без релятивистского знаменателя $\Delta z = \dfrac{c}{\omega}\ln[\exp(\Delta z_0\omega / c) + i\omega\sqrt{V / c}(t - t_0)]$. Добавочная скорость равна $\Delta\dot{z} = \dfrac{i\sqrt{Vc}}{\exp(\Delta z_0\omega / c) + i\omega\sqrt{V / c}(t - t_0)}$. Получим добавочное движение с постоянной скоростью в начальный момент времени, и стремящееся к нулю на бесконечности времени. Оно будет такое же, как и в штрихованной системе координат на бесконечности времени.

В случае отрицательных z имеем уравнение

$$\frac{d}{dt}\frac{\Delta\dot{z} / c}{\sqrt{1 - \Delta\dot{z}^2 / c^2}} = \frac{\omega}{\sqrt{1 + \exp(2\Delta z_0\omega / c)c^2 / V^2}}.$$

Получаем решение для отрицательных z, стремящееся к скорости света

$$\frac{\Delta\dot{z}}{c} = \frac{\omega(t - t_0)}{\sqrt{1 + \exp(2\Delta z_0\omega / c)c^2 / V^2 + [\omega(t - t_0)]^2}}.$$

поправка не мала и выходит за пределы аппроксимации, причем можно использовать решение только в начальные моменты времени.

Итак, поправочное решение для величины z получено при положительных z, и для величины x решение справедливо при положительных z. Решение в не штрихованной системе координат содержит поправку по оси z, которая стремится к нулю по мере роста времени. Величина x при малых положительных z определяет большую скорость по оси x, при больших положительных z дает нулевой вклад скорости по оси x.

В результате решения на бесконечности времени не штрихованная система отсчета будет отличаться от штрихованной на отрицательную величину вдоль оси x. Т.е. произойдет уменьшение расстояния в не штрихованной двигающейся системе координат по сравнению с неподвижной штрихованной, если использовать преобразование Галилея $x = x' + Vt'$. Если же использовать принятое в СТО обозначение двигающейся и неподвижной системы координат, то в двигающейся штрихованной системе координат расстояние увеличится по сравнению с неподвижной не штрихованной системой координат. Т.е. даже знак вычисленного изменения длины не соответствует преобразованию Лоренца. Однако исказив формулу преобразования Лоренца, т.е. сделав ее не соответствующей преобразованию Галилея, физики добились результата, в двигающейся системе координат расстояния уменьшаются. Отметим, что при условии $V = 0$ формулы штрихованной и не штрихованной системы координат совпадают.

Но полученное согласно СТО изменение длины изменяет и эталон

длины в определенном направлении, в результате измерения с помощью эталона в определенном направлении в двигающейся системе координат останется совпадающим с неподвижной системой отсчета. Но измеряющий длину объект не заметит сокращение эталона. Он сам изменится в соответствии с этим сокращением. Причем это произойдет в независимости от того, какие силы действуют в системе. Тут еще необходимо сказать, что получено только приближенное значение сокращения длины в двигающемся теле. Совпадает ли оно количественно с преобразованием Лоренца, это большой вопрос. Вычисления показали, что сокращение расстояния не совпадает с преобразованием Лоренца.

Только измеренные с помощью электромагнитных волн расстояния сократятся. А измерение с помощью конечной скорости электромагнитных волн не совершенны, необходимо, чтобы скорость измеряющей волны стремилась к бесконечности см. глава 3. Чем меньше скорость измеряющей волны, тем точность снижается на большую величину. Скорость, измеренная с помощью конечной скорости волны, надо пересчитывать в истинные размеры собственной системы отсчета, в которой тело неподвижно.

Глава 4. Преобразование Лоренца для звуковых волн

Покажем, что звуковые волны описываются уравнением Максвелла и значит для них справедливо преобразование Лоренца с групповой скоростью звука вместо групповой скорости света. Приведены ссылки на статью, в которой на основании релятивистской формулы для энергии квазичастиц со скоростью звука, вместо скорости света, вычислены параметры гелия при низкой температуре.

Покажем, что можно определить напряженность электрического и магнитного поля у уравнений звуковых волн гидродинамики. Для этого определим понятие скалярного и векторного потенциала электромагнитного поля. Ротор меняет знак при переходе из правой декартовой системы координат в левую. Это можно доказать, расписав определение ротора в декартовой системе координат и поменяв знак в одном столбце у оператора дифференцирования и этой же компоненте скорости.

$$\nabla_l \times \mathbf{V} = \begin{vmatrix} \mathbf{i} & -\mathbf{j} & \mathbf{k} \\ \frac{\partial}{\partial x_1} & -\frac{\partial}{\partial x_2} & \frac{\partial}{\partial x_3} \\ V_1 & -V_2 & V_3 \end{vmatrix} = -\begin{vmatrix} \mathbf{i} & \mathbf{j} & \mathbf{k} \\ \frac{\partial}{\partial x_1} & \frac{\partial}{\partial x_2} & \frac{\partial}{\partial x_3} \\ V_1 & V_2 & V_3 \end{vmatrix} = -\nabla_r \times \mathbf{V}$$

индекс r соответствует правой системе координат, индекс l левой. Дивергенция знак не меняет. Распишем величину комплексной скорости в виде

$$\mathbf{V}=(\mathbf{V}+\mathbf{V}^*)/2+(\mathbf{V}-\mathbf{V}^*)/2,$$

и подействуем оператором дивергенция на обе части равенства

$$\nabla_r\mathbf{V}=\nabla_r(\mathbf{V}+\mathbf{V}^*)/2+\nabla_r(\mathbf{V}-\mathbf{V}^*)/2.$$

Перейдем в комплексно сопряженное пространство и в плоскости векторов $\mathrm{Re}\,\mathbf{V}, \mathrm{Im}\,\mathbf{V}$ возьмем левую дивергенцию. Направление мнимой компоненты скорости совпадает с направлением оси, у которой меняем знак. Имеем соотношение $\nabla_r\mathbf{V}=\nabla_l\mathbf{V}^*$. Так как в плоскости $\mathrm{Re}\,\mathbf{V}, \mathrm{Im}\,\mathbf{V}$ действительная часть не изменит знака, а мнимая часть изменит знак, получим

$$\begin{gathered}\nabla_r(\mathbf{V}+\mathbf{V}^*)/2+\nabla_r(\mathbf{V}-\mathbf{V}^*)/2=\nabla_r\mathbf{V}=\nabla_l\mathbf{V}^*=\\=\nabla_l(\mathbf{V}+\mathbf{V}^*)/2-\nabla_l(\mathbf{V}-\mathbf{V}^*)/2=\nabla_r(\mathbf{V}+\mathbf{V}^*)/2-\nabla_r(\mathbf{V}-\mathbf{V}^*)/2\end{gathered}.$$

Воспользовались тем, что правая и левая дивергенция равны. Откуда получаем $\nabla_r(\mathbf{V}-\mathbf{V}^*)/2=0$, и значит, $(\mathbf{V}-\mathbf{V}^*)/2=i\cdot\nabla_r\times\mathbf{A}$, т.е. мнимая часть комплексной скорости соленоидальная.

Аналогично расписываем скорость, подействовав оператором ротор

$$\nabla_r\times\mathbf{V}=\nabla_r\times(\mathbf{V}+\mathbf{V}^*)/2+\nabla_r\times(\mathbf{V}-\mathbf{V}^*)/2,$$

но величину скорости представим в виде $\mathbf{V}=\mathbf{V}_0+\frac{\partial\mathbf{A}}{c\partial t}$, а скорость c это скорость возмущения в среде. Условие на мнимую часть $\mathbf{V}$ выполняется. Перейдем в комплексно сопряженное пространство и в плоскости векторов $\mathrm{Re}\,\mathbf{V}, \mathrm{Im}\,\mathbf{V}$ возьмем левый ротор, получим соотношение $\nabla_r\times\mathbf{V}=\nabla_l\times\mathbf{V}^*$. Направление мнимой компоненты скорости совпадает с направлением оси, у которой меняем знак. Так как действительная часть изменит знак, а мнимая часть нет, ($\nabla_l\times=-\nabla_r\times$ и взята комплексно сопряженная часть), имеем

$$\begin{gathered}\nabla_r\times\mathbf{V}=\nabla_l\times\mathbf{V}^*=\nabla_l\times(\mathbf{V}+\mathbf{V}^*)/2-\nabla_l\times(\mathbf{V}-\mathbf{V}^*)/2=\\=-\nabla_r\times(\mathbf{V}+\mathbf{V}^*)/2+\nabla_r\times(\mathbf{V}-\mathbf{V}^*)/2\end{gathered}$$

т.е. получим $\nabla_r \times (\mathbf{V} + \mathbf{V}^*) = 0$. Это соотношение эквивалентно $(\mathbf{V} + \mathbf{V}^*)/2 = -\mathrm{grad}\,\varphi$. Итак, имеем

$$\begin{aligned} \mathbf{V}_0 + \frac{\partial \mathbf{A}}{c\partial t} &= -\nabla\varphi + i\cdot\nabla\times\mathbf{A} \\ \mathbf{V}_0^* + \frac{\partial \mathbf{A}}{c\partial t} &= -\nabla\varphi - i\cdot\nabla\times\mathbf{A} \end{aligned}.$$

Эта формула другая формулировка факта, что вектор можно представить в виде суммы градиентной части и соленоидальной части. Из этого равенства имеем

$$\begin{aligned} \mathbf{V}_0 &= -\frac{\partial \mathbf{A}}{c\partial t} - \nabla\varphi + i\cdot\nabla\times\mathbf{A} = \mathrm{E} + i\mathrm{H} \\ \mathbf{V}_0^* &= -\frac{\partial \mathbf{A}}{c\partial t} - \nabla\varphi - i\cdot\nabla\times\mathbf{A} = \mathrm{E} - i\mathrm{H} \end{aligned}.$$

Так как скорость в газе подчиняется волновому уравнению, напряженность «электрического» и «магнитного» поля подчиняется волновому уравнению. Частным решением двух волновых уравнений являются уравнения Максвелла для свободного пространства. Эти частные решения являются и общими решениями для свободного пространства. В самом деле, добавка произвольной функции в уравнения Максвелла для свободного пространства, приведет к волновому уравнению с добавочными функциями относительно уравнения свободного пространства.

Отметим, комплексный характер массовой скорости ударной волны, а значит и для волны малой интенсивности. В самом деле, согласно известной формуле перепада давления до p_1 и после p_2 фронта ударной волны имеем см. [5]

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{2\gamma}{\gamma+1}M_1^2 - \frac{\gamma-1}{\gamma+1} = 1 + \frac{4\gamma}{\gamma+1}\frac{\Delta a_1}{c_1}, M_1 = 1 + \frac{\Delta a_1}{c_1}. \quad (1.1)$$

откуда имеем формулу для перепада давления в волне малой интенсивности в газе

$$\Delta p = \rho_1 c_1 \Delta a_1 \frac{4\gamma}{\gamma + 1}; \gamma = \frac{c_p}{c_V}.$$

Эта формула множителем отличается от известной формулы между перепадом давления и массовой скоростью Δa_1 в звуковой волне. Значит формула (1.1) не переходит в известную формулу для звуковой волны и, следовательно, определение формулы для звуковой волны надо изменить, перейдя в комплексную плоскость. Замена осуществляется по формуле

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{c_1 + \Delta a_{\mathrm{Re}} + i\Delta a_{\mathrm{Im}}}{c_1} = 1 + \frac{\Delta a_{\mathrm{Re}} \exp(i\alpha)}{c_1} \sqrt{1 + (\frac{\Delta a_{\mathrm{Im}}{}^2}{\Delta a_{\mathrm{Re}}})^2}.$$

Откуда следует формула $\Delta p = \rho c_1 \Delta a_{\mathrm{Re}} \exp(i\alpha) \sqrt{1 + (\frac{\Delta a_{\mathrm{Im}}}{\Delta a_{\mathrm{Re}}})^2}$. Имеется рассогласование между фазой величины перепада давления и скорости. Отношение мнимой части массовой скорости к действительной части является константой $\frac{\Delta a_{\mathrm{Im}}}{\Delta a_{\mathrm{Re}}} = \sqrt{\frac{15\gamma^2 - 2\gamma - 1}{(\gamma + 1)^2}}$ вдоль направления распространения, значит мнимая часть больше и энергия звуковой волны отрицательна. Откуда запаздывание перепада давления и массовой скорости равно $\alpha = \arg(\Delta a_{\mathrm{Re}} + i\Delta a_{\mathrm{Im}}) = \arctan\sqrt{\frac{15\gamma^2 - 2\gamma - 1}{(\gamma + 1)^2}}$.

Используя только продольные звуковые волны, удалось сконструировать поперечные напряженности звукового поля.

Получается, что так как потенциалы и напряженности уравнения Максвелла инвариантны относительно преобразования Лоренца, введенные звуковые потенциалы и напряженности волн, инварианты относительно преобразования Лоренца. Но инвариантность параметров, описывающих звуковые волны, относительно преобразования Лоренца следует из волнового уравнения, которому подчиняются звуковые волны. В самом деле решение в виде плоской волны содержит инвариант – фазу решения $\exp[\, i(\mathbf{kr} - \omega t)]$, которая является сверткой двух четырех векторов, которые инвариантны относительно преобразования Лоренца звуковых волн.

Уравнение движения тела в жидкости имеет вид

$$M\frac{du_k}{dt} + \frac{dP_k}{dt} = f_k \,.$$

Где первый член описывает движение тела с преобразованием Лоренца со скоростью света в вакууме, а второй член присоединенную массу. Импульс жидкости считается по формуле $P_k = \frac{mu_k}{\sqrt{1 - u^2 / c_G^2}}$, где используется присоединенная масса, вместо скорости света в вакууме в релятивистском знаменателе стоит групповая скорость звука. Данная формула определяет присоединенную массу для цилиндрического тела она справедлива, для сферы приведенная масса вдвое меньше.

Но у звуковых волн в волновом уравнении скорость возмущения равна групповой скорости и определяется однозначно $c_G = \frac{d\omega}{dk}$. Причем скорость возмущения не зависит от скорости центра тяжести системы координат.

Но почему релятивистский знаменатель надо применять к движущемуся телу, но с измененной массой. В вакууме для движущегося тела необходимо использовать релятивистский знаменатель со скоростью света в вакууме. Движущееся тело состоит из частиц вакуума, которые группируясь подчиняются преобразованию Лоренца, но релятивистский знаменатель появился из-за того, что тело помещено в среду, состоящую из частиц вакуума, причем масса тела определяется массой частиц вакуума. Для жидкой среды, состоящей из элементарных частиц, справедливо преобразование Лоренца с групповой скоростью звука. Твердое тело состоит из элементарных частиц, двигающихся в среднем со звуковой скоростью, плюс колеблющиеся частицы, причем в твердом теле несколько значений скорости звука. В несжимаемой жидкости, состоящей из элементарных частиц, звуковые волны описываются волновым уравнением, причем можно ввести уравнение Максвелла для жидкости и, следовательно, для них справедливо преобразование Лоренца. Но справедливо ли преобразование Лоренца с групповой скоростью звука в жидкости для тела, находящегося в жидкости, т.е. имеется ли у макротел релятивистский знаменатель со скоростью звука? Да имеется, только масса тела не равна массе тела в свободном пространстве. Скорость макротел не складывается по релятивистской формуле с групповой скоростью звука вместо скорости света, а справедлив закон сложения скоростей с групповой скоростью света, так как масса тела меняется в жидкости. Для среды справедливо преобразование Лоренца с групповой скоростью звука проявляющееся в присоединенной массе. Присоединенная масса – это не движение жидкости с тензором присоединенной массы, присоединенная масса - это изменение массы тела в жидкости в соответствии с преобразованием Лоренца плюс изменение массы покоя тела, связанное с изменением свойств среды, ее анизотропией, и как следствие изменение квантовых чисел, описывающих массу тела см. [30].

Подставляя значение импульса жидкости в объеме тела, получим

$$M\frac{du_k}{dt}+\frac{d}{dt}\frac{mu_k}{\sqrt{1-u^2/c_G^2}}=f_k$$

$$M\frac{du_k}{dt}+\left(\frac{m\delta_{kn}}{\sqrt{1-u^2/c_G^2}}+\frac{mu_ku_n/c_G^2}{(1-u^2/c_G^2)^{3/2}}\right)\frac{du_n}{dt}=f_k.$$

Присоединенная масса в изотропной жидкости равна $m_{kn}=\frac{m\delta_{kn}}{\sqrt{1-u^2/c_G^2}}+\frac{mu_ku_n/c_G^2}{(1-u^2/c_G^2)^{3/2}}$. Только среда описывается релятивистскими формулами с групповой скоростью звука среды, для материальных тел релятивистские формулы надо писать с групповой скоростью света. В одномерном случае формула упрощается $u=u_k$ и имеет вид

$$(M+\frac{m}{(1-u_k^2/c_F^2)^{3/2}})\frac{du_k}{dt}=f_k$$

Кинетическая энергия среды, образованная внешностью тела, равна кинетической энергии присоединенной массы и определяется по формуле $T=\frac{mc_F^2}{\sqrt{1-u^2/c_G^2}}-mc_G^2$, где масса покоя тела изменена в соответствии с изменением анизотропии среды. Присоединенная масса описывается координатой тела и является измененной массой покоя тела в новой окружающей среде. Дополнительный член плотности массы определяется окружающей средой и определяется по формуле см. [29]

$$\frac{dM}{dV}=\rho\sqrt{1\pm\frac{2U_\rho}{\rho c^2}\sqrt{1+\frac{(\mathbf{p}_\rho-\frac{q}{c}\mathbf{A}_\rho)^2}{\rho^2c^2}}+\frac{U_\rho^2}{\rho^2c^4}}=$$

$$=\rho\sqrt{1\pm\frac{E^2+H^2}{4\pi\rho c^2}\sqrt{1+(\mathbf{u}-\frac{q[\mathbf{E},\mathbf{H}]}{4\pi\rho c^2})^2}+(\frac{E^2+H^2}{8\pi\rho c^2})^2};U_\rho=\frac{dU}{dV}=\frac{E^2+H^2}{8\pi},$$

$$\mathbf{p}_\rho=\frac{d\mathbf{p}}{dV}=\rho\mathbf{u}c, q\mathbf{A}_\rho=q\frac{d\mathbf{A}}{dV}=\frac{1}{4\pi}[\mathbf{E},\mathbf{H}]$$

При этом потенциалы и напряженности определяются единым электромагнитным, звуковым или гравитационным полем см. описание этого поля в [31]. Так дополнительный член массы покоя элементарной частицы определяется электромагнитным полем, и масса элементарной частицы частично электромагнитная. Дополнительный член присоединенной массы тела определяется звуковым полем. В случае эффективной массы частицы в твердом теле, она определяется звуковой энергией частицы в твердом теле. Зная плотность массы можно определить ее массу, которая определяется материей и полем.

В книге [5], звуковая волна описана как удовлетворяющая преобразованию координат Галилея. Автоматически следует не релятивистское правило сложения скоростей. Опишем ее в пространстве Минковского. Заметим, что для массивных тел релятивистские формулы со скоростью звука существенно зависят от свойств среды, и справедливы только для среды распространения звуковых волн и для присоединенной массы.

Имеем неподвижную систему координат K''. Пусть имеем звук, принимаемый наблюдателем с частотой ω' в системе координат K' двигающейся со скоростью $-U'$. Кроме того, имеем двигающийся источник со скоростью $-U$ в том же направлении, излучающий звуковой сигнал с частотой ω в системе отсчета K. Тогда имеем преобразование Лоренца с переменной групповой скоростью системы координат K и системы координат K'

$$\frac{\omega - k_x U}{\sqrt{1 - U^2 / c_G^2}} = \frac{\omega' - k'_x U'}{\sqrt{1 - U'^2 / c'^2_G}} = \omega'',$$

где $\frac{k_x}{k} = \cos\theta$. Тогда имеем связь между частотами излучателя и наблюдателя

$$\frac{(1 - \frac{U'}{c'_G}\cos\theta')\sqrt{1 - U^2 / c_G^2}}{(1 - \frac{U}{c_G}\cos\theta)\sqrt{1 - U'^2 / c'^2_G}} = \frac{\omega'}{\omega}$$

Не релятивистские формулы приведены в [1] формула (68.4) и (68.5). В не релятивистских формулах квадратный корень равен единице и групповая скорость совпадает со скоростью звука при неподвижном наблюдателе и источнике. Не релятивистские формулы имеют вид

$$\frac{1 - \frac{U'}{c_s}\cos\theta'}{1 - \frac{U}{c_s}\cos\theta} = \frac{\omega'}{\omega}$$

Пусть излучатель движется с групповой скоростью звука, $U = c_G$. Тогда частота излучателя ω стремится к бесконечности, при условии $\cos\theta \neq 1$. Значит и для принимаемого звука имеем высокую частоту. Т.е. хлопок имеет высокую энергию и может разбить стекла. При не релятивистской формуле высокая частота излучения не получается. Летчик двигается под углом $\cos 0 = 1$ и для него частота излучения равна нулю, как в случае релятивистской, так и не релятивистской формулы. При преодолении звукового барьера частота излучения для летчика равна нулю, и наступает тишина.

Групповая скорость вычислена в [5]

$$\frac{\partial \omega}{\partial \mathbf{k}} = c\frac{\mathbf{k}}{k} + \mathbf{u}, \tag{4.2}$$

формула (68.2). Эта формула получена из принципа относительности Галилея и естественно является не релятивистской. Она получена из вполне релятивистской формулы $\varphi = const \exp[i(\mathbf{kr} - \omega t)]$ не законной подстановкой преобразования Галилея. Если считать эту формулу независимым образом, то получим

$$V = \frac{\partial \omega}{\partial k} = \frac{\partial \omega' + dk'V}{\partial k' + Vd\omega'/c'^2} = \frac{\partial \omega'(1 + dk'V/d\omega')}{\partial k'(1 + Vd\omega'/c'^2 dk')} = \frac{\partial \omega'(1 + V/c')}{\partial k'(1 + V/c')} = \frac{\partial \omega'}{\partial k'}; \frac{d\omega'}{dk'} = c = V \tag{4.3}$$

Что групповая скорость в любой системе координат одинакова без всяких добавок, так как дисперсионное соотношение определяется в любой инерциальной системе отсчета одинаковым. Причем групповая скорость тела не зависит от скорости центра тяжести среды если среда достаточно велика. Так в случае бесконечной среды ее скорость не существует, не с чем сравнивать, среда бесконечная. Бесконечность среды определяется наличием ее дальней зоны, когда справедливо приближение плоской волны.

Сначала я использовал в качестве инварианта скорости фазовую скорость среды, но, во-первых, существует фазовая скорость тела, которая отличается от фазовой скорости среды. Во-вторых, в волновом уравнении для звуковых волн используется групповая скорость без всяких добавок.

Метрический интервал звуковой волны сохраняется с групповой скоростью звука (локально групповая скорость звука является константой при повороте системы координат)

$$ds^2 = c_G^2 dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2 .$$

Справедливо преобразование Лоренца для среды.

$$dx = \frac{dx' + Vdt'}{\sqrt{1 - V^2 / c_G^2}}, dt = \frac{dt' + \frac{Vdx'}{c_G^2}}{\sqrt{1 - V^2 / c_G^2}},$$
$$dy' = dy; dz' = dz$$

где величины c_G групповая скорость.

Причем пространство гидродинамической среды преобразуется по этим формулам, где штрихованные координаты среды описывают координаты и время среды без постоянной добавки к скорости, а не штрихованные с постоянной добавкой по формулам главы 10.

Скорости среды складываются по формуле

$$U_x = \frac{U'_x + V}{1 + U'_x V / c_G^2}; U_и = \frac{U'_y \sqrt{1 - V^2 / c_G^2}}{1 + U'_x V / c_G^2}; U_я = \frac{U'_z \sqrt{1 - V^2 / c_G^2}}{1 + U'_x V / c_G^2}. \quad (4.4)$$

Величина скорости, которую нужно подставлять в преобразование Лоренца в не штрихованной системе координат, равна $C = c_G$.

Справедливо правило сложения волновых чисел $k_l = (k'_l + \omega V_l / c'^2_G)\gamma$. Модуль волнового числа является инвариантом при поворотах системы координат. Значит групповая скорость, как величина, удовлетворяющая (4.3) является константой в данной системе координат. В преобразовании Лоренца надо использовать групповую скорость.

Для подтверждения правильности релятивистских формул для энергии тела со скоростью звука вместо скорости света в [6] были определены параметры энергетического спектра жидкого гелия, приведенные в книге [7], как эмпирические см. [7] формула (22.7). Энергия системы считается с учетом релятивистских эффектов для звуковой волны $\varepsilon_n = \frac{m_p c_s^2}{\sqrt{1 - V_n^2 / c_s^2}}$. Эта формула приведена в [8], как учитывающая влияние среды на массу тела. Где величина c_s скорость звука, V_n скорость квазичастицы в звуковой волне в неподвижной среде. Рассматриваются массы тела больше массы Планка, поэтому применяются релятивистские формулы для энергии частицы со скоростью звука. Величина m_p масса протона. Эффективная масса в жидкости описывается по формуле

$$(\frac{1}{m^*})_{pq} = \frac{\partial^2}{\hbar^2 \partial k_p \partial k_q} \varepsilon(\hbar \mathbf{k}).$$

Где величина $\varepsilon(\hbar \mathbf{k})$ энергия системы. В релятивистском приближении собственное значение эффективной массы считается по формуле

$$\begin{aligned}(\frac{1}{m^*})_{pq} &= \frac{\partial^2}{m^2 \partial V_q \partial V_p} \frac{m c_s^2}{\sqrt{1 - V^2 / c_s^2}} = \frac{\partial}{\partial V_q} \frac{V_p}{m(1 - V^2 / c_s^2)^{3/2}} = \\ &= \frac{1}{m}[\frac{\delta_{pq}}{(1 - V^2 / c_s^2)^{3/2}} + \frac{3 V_p V_q}{c_s^2 (1 - V^2 / c_s^2)^{5/2}}]\end{aligned}.$$

Параметры жидкого гелия имеют следующие значение см. [7] формула (22.7).

$$u = 2.4 \cdot 10^4 cm/s; \Delta = 8.7°K; p_0 / \hbar = 1.9 \cdot 10^8 cm^{-1}; m^* = 0.16 m(He^4).$$

Это правильное вычисление параметров жидкого гелия подтверждает правильность релятивистской формулы для энергии частицы.

Но как же производить измерения расстояний и времени, если с помощью звуковых и электромагнитных волн они измеряются неправильно. Так расстояние в двигающейся системе отсчета можно мерить с помощью радара, но вводить поправку на искажение расстояний, измеренных с помощью звуковых и электромагнитных волн. Учитывать скорость объекта при замере в двигающейся системе отсчета с помощью звуковых и электромагнитных волн, определяя биологическое собственное время, которое течет неизменно. При таком определении пространства-времени понятие центра инерции обретет новый смысл. Оно не будет находиться в разных точках тела в разных системах отсчета, а будет совпадать с определенной в собственной системе отсчета координате.

При этом можно определить скорость возмущения, как величину среднеквадратичного отклонения скорости среды, и тогда она не будет зависеть от средней скорости среды. В четырехмерном пространстве-времени ее можно определить, как среднеквадратичное отклонение пространственных значений четырехмерной скорости, причем эта величина не будет зависеть от средней скорости среды. Но в разных средах величина дисперсии скорости разная, поэтому эта величина будет зависеть от среды, но одинакова в разных инерциальных системах отсчета.

, Выводы

Доказано, что звуковые волны подчиняются уравнению Максвелла. На этом основании можно утверждать, что для них справедливо преобразование Лоренца с групповой скоростью звука, вместо скорости света. Приведен пример статьи, в которой с использованием релятивистской формулы со скоростью звука, вместо скорости света, вычислены параметры энергетического спектра гелия. В книге [7], эти параметры не удалось определить, и они приведены как эмпирические.

Глава 5 Парадокс близнецов

Кроме интервала электромагнитных волн существует интервал звуковых волн, с использованием групповой скорости звуковых волн. В случае двигающейся среды групповая скорость звуковых волн складывается со скоростью среды по релятивистским формулам, в результате групповая скорость среды единственная. Это справедливо если среда достаточно велика.

Обратимся к автору СТО, что он пишет о сокращении времени и расстояния. «Вопрос о том, реально ли лоренцево сокращение или нет, не имеет смысла. Сокращение не является реальным, поскольку оно не существует для наблюдателя, движущегося вместе с телом; однако оно реально, так как оно может быть принципиально доказано физическими средствами для наблюдателя, не движущегося вместе с телом» см. [15]. Я это объясняю так, при измерении с помощью звуковых или электромагнитных волн можно получить запаздывание времени в двигающейся согласно терминологии Эйнштейна системе координат. Но с помощью света и скоростью звука получим разное запаздывание времени в движущейся системе отсчета. И только в собственной системе отсчета время одинаковое. В собственной системе координат время и расстояние не сокращаются.

Измеренное расстояние и время надо пересчитывать в систему отсчета, где объект и часы неподвижны. Только тогда можно правильно измерить интервал времени и расстояния. Такие системы отсчета называются собственными. Но существует множество собственных систем отсчета для разных тел и часов с разными скоростями, где часы и наблюдатель неподвижные. Собственные инерциальные системы отсчета равноправные, можно сказать что одна движется относительно другой, а можно сказать наоборот другая движется относительно первой с противоположной скоростью, и, казалось бы, часы одной системы изменяются относительно другой. Но это невозможно выбрать, какие часы идут быстрее, в силу их равноправия. Это говорит о том, что неподвижные часы и наблюдатель в собственных системах отсчета эквивалентные и время в них течет одинаково и расстояние меряется одинаково. Это множество собственных систем отсчета соответствует измерению разных тел, для одного тела существует одна собственная система отсчета.

Существует понятие световых часов и измеренное с помощью них время и расстояние удовлетворяют преобразованию Лоренца со скоростью света. Но существует время и расстояние, измеренное с помощью звуковых волн, и они удовлетворяют преобразованию Лоренца со скоростью звука. Какое изменение времени правильное? Ни то, ни другое. Надо пересчитывать в собственную систему отсчета и тогда времена совпадут. Экстраполяция на истинное разное время, измеренное в каждой системе отсчета не справедлива. Она получается из конечной скорости распространения световых и звуковых волн в двигающейся системе отсчета. При бесконечной скорости возмущения все измерения в разных системах отсчета одинаковые. Но световые часы имеют свое время и все системы, основанные на электромагнитном поле, имеют время световых часов. Системы, основанные на звуковом поле, имеют звуковое время. Только собственное время у световых и звуковых часов совпадает.

Существует преобразование Лоренца для звуковых волн с использованием групповой скорости звука. Время и расстояние изменяются в двигающейся системе координат, только если использовать для измерения звуковые волны и измерять процессы с звуковыми волнами. Собственное время в двигающейся и неподвижной системе координат течет одинаково. Двигающийся и неподвижный близнец по собственному времени проживет одинаковый интервал. По времени, вычисленному с помощью световой волны двигающийся в данной системе координат близнец проживет больший интервал, чем неподвижный. Биологический ход времени определяется по собственному времени, так как ускорение времени, это свойство измерения с помощью звуковых или электромагнитных волн, а собственное время в разных системах отсчета одинаково. У двигающегося близнеца гидродинамические условия одинаковые и он является гидродинамической системой, поэтому время у него не изменится. Кроме того, для массивных тел не наблюдалось ускорение времени в двигающейся системе координат. А оно должно быть существенным.

Для доказательства постоянства собственного времени в разных системах координат проведем мысленный эксперимент см. [3] стр.21. Рассмотрим Адама и Еву совершающие вращение по круговым орбитам в противоположные стороны в одной плоскости. Тогда метрический интервал равен

$$ds^2 = c^2 dt^2 - dr^2 - r^2 d\varphi^2 - dz^2.$$

В момент встречи они синхронизируют часы. При следующей встречи Адам считает, что его часы уйдут вперед, а Ева считает, что ее часы уйдут вперед. Но как показывает подсчет, собственное время Адама и Евы неизменно. Покажем это. Траектория Адама $r_A = r_0, z = 0, \varphi_A = \omega t$. Траектория Евы $r_E = r_0, z = 0, \varphi_E = -\omega t$. Собственное время их одинаково

$$d\tau_A^2 = d\tau_E^2 = c^2 dt^2 - r_0^2 \omega^2 dt^2 = c^2 (1 - r_0^2 \omega^2 / c^2) dt^2.$$

Собственное время Адама и Евы осталось одинаковым, а время в двигающейся системе отсчета увеличилось относительно неподвижных Адама и Евы. Измерение времени и расстояния с помощью звуковых и электромагнитных волн потеряло свой смысл в круговых орбитах. Но совпадение собственного времени для по-разному двигающихся объектов осталось, как свойство, описываемое формулами, которые справедливы.

В книге [10] произведен подсчет собственного времени в неинерциальной системе координат, неподвижного Адама, и оно совпало с собственным временем двигающейся Евы. И наоборот, при неподвижной Еве ее собственное время совпало с собственным временем двигающегося Адама. Приведем выкладки из [10]. Осуществим преобразование координат, перейдя в не инерциальную систему координат

$$\begin{aligned} &\varphi \to \varphi' = \varphi - \omega t \\ &t \to t' = t \\ &r \to r' = r \\ &z \to z' = z \end{aligned}.$$

Метрический интервал в штрихованной системе координат, равен (штрихи опускаем)

$$ds^2 = c^2(1 - \frac{\omega^2 r^2}{c^2})dt^2 - \frac{2\omega r^2}{c} d\varphi c dt - dr^2 - r^2 d\varphi^2 - dz^2.$$

Траектория неподвижного Адама $r_A = r_0, z = 0, \varphi_A = 0$. Двигающаяся Ева имеет траекторию $r_E = r_0, z_E = 0, \varphi_E = -2\omega t$. Собственное время Адама и Евы, равно

$$d\tau_A^2 = c^2(1 - r_0^2\omega^2 / c^2)dt^2.$$

$$d\tau_E^2 = c^2(1 - r_0^2\omega^2 / c^2)dt^2 + \frac{4\omega^2 r_0^2}{c^2} c^2 dt^2 - \frac{4\omega^2 r_0^2}{c^2} c^2 dt^2 = c^2(1 - r_0^2\omega^2 / c^2)dt^2.$$

собственное время неподвижного и ускоренно двигающегося объекта совпало, а в штрихованной двигающейся системе координат время ускорилось.

Рассмотрим случай, когда собственное время не сохраняется. Допустим Адам вращается со скоростью ω при радиусе $r = r_0$, а Ева со скоростью $\omega/2$ при радиусе $r = 4r_0$. Причем Адам и Ева вращаются вокруг разных центров, и их окружности касаются. Тогда собственное время Адама равно $d\tau_A^2 = c^2(1 - r_0^2\omega^2 / c^2)dt^2$, а собственное время Евы равно $d\tau_A^2 = c^2(1 - 4r_0^2\omega^2 / c^2)dt^2$. Когда они встречаются, собственное время у них разное. Но реализация такого движения с помощью ОТО невозможна, так как никакое гравитационное поле не может обеспечить такое движение. Возможно обеспечение такого движения в рамках СТО. Но имеется одна сложность. Формула для собственного времени в рамках СТО

$$\tau_A = \int_{t_1}^{t_2} \sqrt{1 - V^2 / c^2}\, dt \qquad (5.3)$$

При этом собственное время единственное и время в двигающейся инерциальной системе координат надо пересчитывать в собственное время.

Изменение времени в разных системах координат можно толковать как замедление в одной системе координат, или как ускорение в другой. Все зависит от того, какое время рассматривать неизменным. Собственное время, время неподвижного в данной системе координат наблюдателя является неизменным, так как оно определяется в единственной системе координат, в которой тело неподвижно. В любой другой системе координат время $t_2 - t_1$ в формуле (5.3) переменно. Физический смысл имеет собственное биологическое время, а не измеренное по часам, с помощью световых и звуковых волн. По часам с помощью звуковых и световых волн время действительно сократится в зависимости от массы тела или частицы. Изменение времени в микромире определяется с помощью электромагнитной волны, откуда и его изменение. Имеем связь $d\tau = \sqrt{1 - V^2 / c_s^2}\, dt$, где τ соответствует времени в системе координат, где часы неподвижны. Это собственные биологическое время. Время в движущейся системе координат будет неизменно, где скорость тела равна нулю в собственной системе координат. Но биологическое, собственное время τ соответствует времени системы координат в котором наблюдатель неподвижен, а не ускоренному времени, измеренному с помощью скорости возмущения. В движущейся системе координат биологическое собственное время неизменно для неподвижного в этой системе координат наблюдателя. Единственное отличие улетающего близнеца от близнеца в инерциальной системе координат это разная реакция опоры при ускорении. Но это никак не связано с приобретенной скоростью течения времени. Просто биологическое время жизни, например, летчиков в связи с ухудшением состояния здоровья уменьшается в связи с перегрузками. Собственное время, в любой системе координат неизменно и не зависит от реакции опоры. Действие заведенной пружины часов не зависит от реакции опоры часов, а определяется упругостью пружины. Правда если ударить по часам, т.е. создать большую реакцию опоры, то они могут сломаться, но это не изменит ход времени и в инерциальной системе координат. Удар по часам аналогичен действию перегрузки на летчиков. Отмечу, что механизм действия часов с пружиной звуковой и существуют разные время и координата в разных инерциальных системах отсчета, измеренные с помощью звуковых волн, по звуковым часам и гидролокатору. Но они являются общими для собственной системе отсчета.

Ускорится интервал времени в движущейся системе координат, измеренный с помощью звуковой волны, так как собственное время неизменно. Увеличится и размер тела, измеренный с помощью звуковой волны в движущейся системе координат, при неизменном собственном размере тела, измеренном при неподвижном теле. Причем если процессы гидродинамические, т.е. часы используют скорость звука, а локатор, измеряющий расстояние – звуковой, эти увеличенные времена и расстояния являются истинными. Но обычно ход времени в домашних часах определяется либо постоянным гравитационным полем, либо постоянным электромагнитным полем ядра атома. Но это не двигающееся электромагнитное поля часов Эйнштейна, пульсирующее между зеркалами, для которых получено сокращение времени.

Происходит подмена понятий. Имеется система штрихованных координат, где объект неподвижен. Она связана с не штрихованной системой координат преобразованием Галилея и Лоренца. Запишем преобразование Галилея и Лоренца.

$$x = x' + Vt', y = y', z = z'.t = t'$$

$$x = (x' + Vt')\gamma, y = y', z = z'.t = (t' + \frac{V}{c^2}x')\gamma, \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - V^2 / c^2}}.$$

В этой системе координат штрихованный объект неподвижен, а не штрихованный движется. Согласно преобразованию Лоренца, имеется связь

$$\Delta x = \frac{\Delta x'}{\sqrt{1 - V^2 / c^2}}.$$

Далее идут противоречия с книгой [14]. В ней называется покоящимся объектом не штрихованный, хотя он движется со скоростью V согласно преобразованию Галилея и Лоренца. А дальше идет путаница понятий, какой объект считать неподвижным, тот и размер не меняется. В [14] считается, что неподвижен не штрихованный объект, и поэтому он имеет максимальную длину в разных инерциальных системах координат, а размер штрихованный сокращается, а на самом деле неподвижен штрихованный объект и имеет минимальную длину в разных инерциальных системах координат, а не штрихованный имеет большую длину. Вопрос в том, какой объект считать неподвижным и, следовательно, имеет экстремальный размер. Согласно преобразованию Галилея и Лоренца, неподвижен штрихованный объект, а не штрихованный движется со скоростью V. Время жизни в двигающейся системе отсчета увеличится по сравнению с собственной системой отсчета, значит темп жизни и частота уменьшится см. раздел 5.2. Это соответствует времени жизни элементарных частиц, которое у движущего тела больше чем у неподвижного. Но согласно книге [14] двигающийся объект проживет меньшее время, что находится в противоречии с временем жизни элементарной частицы, оно в двигающейся системе отсчета увеличивается, а согласно [14] уменьшается.

Согласно с моей идеологией, штрихованное время неподвижного наблюдателя неизменно, совпадает с собственным временем, а двигающийся наблюдатель может иметь большее время, чем собственное. Эта идеология отличается от общепризнанной, согласно которой штрихованный наблюдатель движется. Но в соответствии с преобразованием Галилея штрихованный наблюдатель неподвижен $x = x' + Vt'$. В данном случае двигающийся наблюдатель имеет меньшие показания часов. Но это в случае равноускоренного движения. Двигающийся с постоянной скоростью наблюдатель имеет показания часов большие, чем собственное неподвижное время. Но это фокусы с измерением времени с помощью электромагнитной волны. Истинное собственное время неподвижного наблюдателя неизменно в любой системе отсчета.

Существует независимое подтверждение того, что в двигающейся системе координат время жизни больше чем в собственной системе координат, и не только время жизни, а измеренное время в двигающейся системе координат больше чем в собственной системе координат. Это подтверждает мою идею о правильном преобразовании Галилея относительно штрихованных и не штрихованных систем координат. Опишем как сокращается время с помощью вычисления действия для свободной частицы. Оно равно

$$S = -mc^2\sqrt{1 - V^2 / c^2}\,\tau$$

Откуда получаем формулу для времени жизни

$$\tau = \frac{-S}{mc^2\sqrt{1 - V^2/c^2}} = \frac{\tau_0}{\sqrt{1 - V^2/c^2}}.$$

Она оказывается в двигающейся системе отсчета больше чем в собственной системе отсчета, где часы и локатор, измеряющий расстояние неподвижные. Это соответствует времени жизни двигающегося мюона, которое больше чем время жизни неподвижного мюона, хотя согласно СТО время жизни двигающегося тела меньше чем неподвижного в собственной системе отсчета. На самом деле близнец путешественник проживет большее время, чем близнец домосед, если будет жить со скоростью возмущения. Но гидродинамические параметры у близнеца домоседа и близнеца путешественника одинаковые и они проживут одинаковое время жизни.

Старение организма обусловлено двумя фактами, прошедшим временем и частотой, с которой произошло старение плюс примешиваются пространственные координаты. Фактор $\omega t - k_l x_l$ является инвариантом в инерциальных системах координат, и определяет старение организма. Этот фактор одинаков в разных системах отсчета, значит старение не зависит от того, с какой скоростью движется объект. В собственной системе отсчета этот фактор равен произведению собственного времени на собственную частоту. В ОТО есть аналогичный инвариант $g_{nl} k^l dx^n = k_n dx^n$.

Справедливо равенство

$$d\tau = (\omega dt - k_l dx_l) = \frac{mc}{\hbar}(u_0 u^0 + u_l u^l) ds = \frac{mcds}{\hbar} = dR. \qquad (1)$$

Вывод формулы основан на следующих соотношениях $\hbar k_l = mcu_l; dx_l = -dx^l = -u^l ds; \hbar\omega = mc^2 u_0; cdt = u^0 ds$. Т.е. справедливо $\tau = \frac{mcs}{\hbar} = R(\tau_0 = R_0)$ безразмерное время жизни соответствует критическому числу Рейнольдса. Далее следует комплексное решение, описывающее турбулентный режим.

Сохранение этого инварианта означает, что старение организма не зависит от системы отсчета ускоренной или инерциальной.

Но определенный с помощью электромагнитной волны размеры не изменятся, т.е. видеть мы будем те же размеры, так как зрение наше электромагнитное, а скорость звука мала, по сравнению со скоростью света. Значит собственное истинное время течет в разных двигающихся системах координат одинаково, но измеренное с помощью возмущений, звуковых или световых, время в двигающейся системе координат увеличится. Но собственное время останется неизменным. Вернувшийся путешественник, близнец, по собственному времени проживет одинаковый интервал с неподвижным близнецом, так как он гидродинамическая система, а гидродинамические условия не изменились. Только по световым часам он проживет большее время, а собственное время одинаково. Но электромагнитные волны не определяют фактор старения организма, его определяют звуковые гидродинамические волны.

Время в движущейся системе координат течет по часам, неподвижным в этой системе координат. Поэтому вернувшийся близнец, будет все время жить по собственному времени, и значит вернется без изменения интервала времени к своему неподвижному в начальной системе отсчета близнецу. Гидродинамические условия двух систем отсчета одинаковые значит и время жизни одинаковое, скорость относительно воздуха у двух близнецов одинаковая, так как живой организм гидродинамическая система и на изменение электромагнитного поля не реагирует. Если окажется, что изменение электромагнитного поля сказывается на организме, тогда можно будет говорить об влиянии на время жизни. На элементарные частицы изменение электромагнитного поля сказывается, они живут дольше в двигающейся системе координат.

Физический смысл имеет собственное биологическое время, а не измеренное по часам, с помощью световых и звуковых волн. По часам с помощью звуковых и световых волн время действительно увеличится в зависимости от массы тела или частицы. При скорости тела больше скорости звука, понятия измеренных со скоростью звука длины и времени нуждается в уточнении.

Остается в силе изменение времени в разных инерциальных системах координат. Так элементарная частица по собственному времени проживет условно говоря, 1 секунду, а в лабораторной системе координат 10 секунд, относительно измерения времени неподвижным наблюдателем с помощью электромагнитных волн, если вернуться в систему центра инерции, то частица проживет 1 секунду. Но возврата в систему центра инерции нет, частица распадется в лабораторной системе отсчета, но по собственному времени, где она неподвижна, проживет 1 секунду. Нужно пересчитать время лабораторной системы отсчета, измеренное с помощью электромагнитных волн неподвижным наблюдателем, во время собственной системы отсчета частицы, то получится время одна секунда. Это и есть биологическое время существования частицы. В данном эксперименте время 10 секунд получено с помощью пройденного расстояния со скоростью света, т.е. с использованием электромагнитного измерения. Кроме того, элементарная частица – это электромагнитная система, следовательно, измерение с помощью электромагнитных волн правильное, оно описывает механизм электромагнитной жизни частицы.

Аналогичная ситуация с сигналами GPS. Интервал времени измеренный в лабораторной системе отсчета с помощью световых волн в соответствии с преобразованием Лоренца будет больше, чем пройдет времени по собственным часам. Но измерения времени происходят в лабораторной системе отсчета, которое больше чем в собственной. На спутнике компенсируется сила тяжести, за счет центробежной силы и время, измеренное часами спутника, имеет увеличение только за счет скорости. Но земля живет по времени лабораторной системы отсчета, связанной с притяжением и вращением земли, поэтому время GPS корректируют, чтобы время спутника совпадало с временем земли. Необходимо, чтобы время, измеренное с помощью электромагнитных волн GPS, совпало с Земным. О собственном времени, одинаковом для спутника и земли не думают, добиваются совпадения времени Земли и спутника, которое отличается в разных точках Земли. Правильнее было бы перейти к собственному времени Земли и спутника, которое неизменно и учитывать поправки времени на разную скорость вращения Земли.

При этом атомные часы построены с помощью электромагнитных волн и измеряя по ним получим ускорение времени в двигающейся системе отсчета. Их показания надо пересчитывать с помощью преобразования времени по Лоренцу в собственную систему отсчета. Получается, что эффект неизменности времени в собственной системе отсчета невозможно измерить с помощью существующих часов. Только эксперименты с временем жизни организма, не основанного на электромагнитных волнах может дать результат.

Разрешится и парадокс Белла. Две неподвижные ракеты соединены туго натянутым тросом. Они начинают двигаться с одинаковым ускорением и достигают большой скорости. Расстояние между ракетами сократится в соответствии с преобразованием Лоренца и канат разорвется. Но с другой стороны в сопутствующей системе координат канат не изменит свою длину и не разорвется. Специальная теория относительности не может разрешить этот парадокс. Предлагаемая интерпретация легко его разрешает, в правильной сопутствующей системе координат размер каната не изменится. А в двигающейся системе отсчета надо пересчитывать в сопутствующую систему отсчета, для определения истинных размеров. В двигающейся системе отсчета, измерения с помощью электромагнитных волн привели к сокращению длины. Но эти измерения надо пересчитывать в сопутствующую собственную систему отсчета.

При движении со сверхзвуковой скоростью время, измеренное по звуковым волнам, теряет свой смысл. И это не нарушение причинно-следственной связи, просто измерение времени с помощью звуковых волн в этом случае невозможно. Скорость ударной волны больше скорости звука. Подкоренное значение знаменателя изменит свой знак, и будет равно $\sqrt{V^2/c_s^2-1}$. Метрический интервал станет мнимым, и ударная волна распространяется со скоростью больше скорости звука. Интервал становится пространственно-подобным. Для сверхзвуковой скорости движения звуковое воздействие в разных системах отсчета может быть, как раньше, так и позже события чем в системе отсчета с бесконечной скоростью. Но так как бесконечная скорость не допустима, причинность будет сохраняться в области с непрерывной скоростью. Только события, двигающиеся со сверхзвуковой скоростью, будут опережать события со скоростью звука, т.е. звуковое воздействие будет запаздывать по сравнению со сверхзвуковым.

Аналогичная ситуация с собственным временем в ОТО. Если время в поле гравитации течет не одинаково в лабораторной системе координат, то собственно время в поле гравитации и вне его течет одинаково. Собственное время является биологическим временем жизни системы. Собственное время в ОТО определяется следующим образом. С помощью локального преобразования уничтожаем гравитационное поле. Локально система будет удовлетворять преобразованию Лоренца. Собственное время τ определится по формуле $c\tau = \int_0^t c\sqrt{1-V^2/c_s^2}\,dt = \int_0^t \sqrt{g_{lk}V^lV^k}\,dt = \int_0^t \sqrt{V_kV^k}\,dt$. Это истинное, биологическое время по которому живут объекты с не электромагнитной природой. Измерение объектов с электромагнитной природой дает не правильное значение времени и координат, которое надо пересчитывать в истинное время. Причем объекты с электромагнитной природой живут согласно сокращению времени согласно официальной точке зрения. Вопрос по какому времени живут живые организмы? Это одновременно и гидродинамическая и электромагнитная система. Причем гидродинамические объекты удовлетворяют преобразованию Лоренца с групповой скоростью звука. Если гидродинамический объект, подчиняющийся преобразованию Лоренца с групповой скоростью звука, движется, то он больше живет по звуковым часам. Если неподвижен, то измеренное по звуковым часам время его жизни сокращается. Подвижность организма связана с действием силы тяжести. Если бы силы тяжести не было, то организм находился в собственной системе отсчета и меньше жил по сравнению с не правильным измерением двигающейся системы отсчета. Так как скорость объекта мала, то электромагнитные свойства не влияют на продолжительность жизни. Но также как время жизни элементарной частицы удлиняется в движущейся системе отсчета, удлиняется и время жизни за счет релятивистского эффекта с групповой скоростью звука по двигающимся часам. Причем собственное время жизни $d\tau$ и время релятивистское dt отличается на множитель $\frac{d\tau}{\sqrt{1-V^2/c_s^2}} = dt$, где V скорость тела относительно неподвижной на бесконечности среды, которая является абсолютной системой отсчета нелинейной среды см. глава 10. Космонавт на орбите по гидродинамическим свойствам находится в собственной системе отсчета так как силы гравитации компенсируются центробежным ускорением, поэтому необходимы упражнения для поддержания жизни (на орбите мышцы атрофируются и при длительном таком состоянии наступает смерть по мере истечения собственного времени) и перехода к релятивистской, не собственной со скоростью звука и с реакцией опоры системе отсчета. Собственное время жизни человека ограниченно, а движение его увеличивает, так как человек гидродинамическая система. Но если пересчитать в собственную систему отсчета, то получим истинное биологическое время жизни. Таким образом получается, что двигающийся организм больше живет. Но это эффект измерения с помощью электромагнитных и звуковых волн. Инвариантом является величина $k_n dx^n$, которая соответствует измерению в собственной системе координат. Собственное время жизни определяется временем жизни с скомпенсированной силой тяжести с минимумом движения, но двигающийся объект увеличивает время жизни, так как его часы гидродинамические, и по ним он проживет большее время жизни, при неизменном собственном времени.

Отметим, что групповая скорость безграничной среды - это константа и одинакова в разных инерциальных системах отсчета и совпадает с вычисленным на основании дисперсии частоты скорости групповых волн среды, одинаковым в разных инерциальных системах отсчета. Формула для дисперсии частоты одинакова в разных инерциальных системах отсчета.

Продолжительность жизни в собственной системе отсчета, отличается от продолжительности жизни в двигающейся системе отсчета. Но массивные тела не подчиняются преобразованию Лоренца. Организм — это гидродинамическая система, поэтому для него можно использовать преобразование Лоренца со скоростью звука, т.е. пересчитывать время в собственную систему отсчета надо с помощью преобразований Лоренца со скоростью звука. Для массивных тел не живой природы преобразование Лоренца со скоростью звука не справедливо, и пересчет в собственную систему координат надо со скоростью света. Вычислим связь между продолжительностью жизни в собственной системе отсчета и в двигающейся в случае преобразования Лоренца для звуковых волн

$$\frac{\tau}{\sqrt{1 - V^2 / c_s^2}} = t .$$

Двигающийся организм проживет больше времени t, чем неподвижный τ по звуковым часам. Темп жизни и частота у двигающегося объекта уменьшатся. Средняя скорость движения организма $V = 1 m / s$. Поправка к времени жизни

$$\tau(1+V^2/2c_s^2)=\tau(1+4.6\cdot\cdot10^{-6})=t\ .$$

При продолжительности жизни 60 лет продолжительность жизни за счет релятивистского эффекта удлинится на 2.85 часа при измерении с помощью звуковых волн. Собственное время жизни останется неизменным и равным 60 лет. Скорость вирусов в живом организме $10^{-7}m/s$.

Уравнение ОТО в атмосфере, в жидком объеме и твердом теле переходит в уравнение, описывающее звуковые волны, т.е. вместо световых волн, описанных в [22], которые описывает ОТО, надо использовать звуковые волны см. [23]. Возникает вопрос об использовании звуковых волн для вычисления гравитационного радиуса. Гравитационный радиус звуковых волн равен $\frac{\rho\nu^4}{c^2c_s^2m}=r_g\,\frac{\rho\nu^4}{Gc_s^2m^2}=\frac{\hbar c}{16mc_s^2},\rho=\frac{m^4c^3}{\hbar^3},\nu=i\frac{\hbar}{2m},e\to\frac{\sqrt{\rho}\nu^2}{c_s},$ где используется плотность, кинематическая вязкость материала элементарной частицы и скорость звука в ней. Гравитационная постоянная G стоит в знаменателе. Для элементарных частиц гравитационные радиусы звуковых волн больше. Т.е. звуковые волны или гидродинамические эффекты могут оказывать влияние на процессы в микромире, в частности в живом организме.

Время жизни двигающегося мезона увеличивается, а темп жизни и частота уменьшается. Время жизни близнеца путешественника и домоседа одинаково. Но так как в двигающейся системе координат время ускоряется, вернувшись для него пройдет больший интервал времени, но с меньшей частотой или темпом жизни, но собственное время у него совпадет с братом домоседом. Но не совпадение времен произойдет, если у него используется время, измеряемое с помощью электромагнитных волн. Как я писал у него три способа изменения времени, по законам звуковых волн, электромагнитных и гравитационных. Гравитационные волны описываются аналогично электромагнитным. Измерения с помощью звуковых волн останутся неизменными, так как абсолютная система отсчета движется вместе с телом. Каково влияние электромагнитных волн на организм? На молекулярном и атомном уровне действуют электромагнитные волны. Элементарные частицы живут согласно электромагнитному взаимодействию и в двигающейся системе отсчета их время жизни, определяемое электромагнитным взаимодействием, увеличится, но собственное время останется неизменным. Но измеряя с помощью электромагнитных волн получим увеличение времени жизни. Но живые организмы не описываются электромагнитным взаимодействием. Они питаются, потребляя химическую энергию. Состоят из бактерий и вирусов, которые живут по своим законам живого организма, поглощают друг друга. Они управляются законами выживания. Их взаимодействие не сводится к электромагнитному. Если удастся свести эти законы к электромагнитному взаимодействию, то они будут подчиняться законам инвариантности и преобразования Лоренца с ускорением времени в движущейся системе отсчета. Пока обнаруживается только влияние гидродинамических факторов, обусловленных звуковым взаимодействием. Надо изучить влияние электромагнитного поля на организмы и тогда можно оценить запаздывание времени в живых системах.

Будут ли крысы дольше жить в электромагнитном поле, по сравнению с крысами без электромагнитного поля. Отношение влияния звукового поля к электромагнитному определяется отношением их гравитационных радиусов $\frac{137\, c^2}{16\, c_s^2}$, т.е. гидродинамический фактор гораздо сильнее электромагнитного.

Течение жизни организма аналогично работе часов, только у часов критическое число Рейнольдса больше. Движение со скоростью звука вызывает, деформации и растущее число Рейнольдса. И часы, и организм проявляют себя как звуковые, гидродинамические системы. Когда часы функционируют, то их колебание связано со звуковыми волнами, распространяющимися в теле часов. Если часы остановились, то никакая поступательная скорость часов не может привести их в действие, часы не функционируют и время не изменяется, нет деформаций за счет звуковых волн. Нужна подпитка, как и у живого организма. Аналогично на организм действуют звуковые волны и связанные с ними деформации, которые определяют время жизни организма до критического числа Рейнольдса. Движение с постоянной скоростью не изменяет деформации.

Это соответствует и электромагнитным часам. Время системы изменяется, пока функционируют электромагнитные часы. Так как электромагнитные часы связаны с вращением электрона, а оно после смерти организма не изменяется, значит длительность жизни организма не зависит от электромагнитных часов и никакого сокращения времени у близнеца путешественника по сравнению с близнецом домоседом нет. Эффекты ускорения одинаково действуют на систему. Большое ускорение близнеца путешественника с малой массой одинаково изменяет его метрический тензор с изменением метрического тензора планеты с большой массой и малым ускорением. Получается, что на близнеца путешественника и домоседа действует одинаковый метрический тензор.

Звуковое поле будет определять энергию электронов в атоме водорода как величину свободного поля, так как потенциальная энергия положительная. Потенциальная энергия звуковых волн положительна и больше потенциальной энергии электромагнитных. Звуковые волны ближе к классическому описанию. Энергия одного моля массы звуковой энергии определяется с помощью кинематической вязкости ν по формуле $E_n = \mu\nu\omega(n+1/2) = \mu c_s^2(n+1/2) = 5.4\cdot 10^5(n+1/2)erg$, как и энергия кванта электромагнитного поля $E_n = \hbar\omega(n+1/2) = mc^2(n+1/2) = 10^{-6}(n+1/2)erg$. Энергия звукового поля в $\sim 10^{12}$ больше энергии электромагнитного поля.

Я построил начала квантовой механики для живых организмов см. [32]. Оказалось, что положительная гидродинамическая энергия гораздо больше электромагнитной и оказывает большее влияние на организм, чем электромагнитная энергия электронов. Получается, что влияние электромагнитного поля на организм меньше влияния звукового, гидродинамического поля и значит, измерение со скоростью света не являются существенными для организма.

Выводы

Увеличение времени и расстояния наблюдается только при измерении с помощью световых или звуковых волн. Имеется одинаково текущее время в разных системах отсчета, это собственное время, которое и является биологическим, единым временем физических процессов. Двигающийся и неподвижный близнец в инерциальной системе отсчета проживут одинаковое собственное время до встречи, так как он гидродинамическая система, а гидродинамические условия не изменяются. Но если объект имеет электромагнитную природу, то определенные с помощью электромагнитных волн времена и расстояния окажутся правильными. До тех пор, пока измерения не покажут одинаковое время жизни гидродинамической системы организма в двигающейся и неподвижной системе координат с одинаковыми гидродинамическими условиями заблуждение по поводу сокращения времени и расстояний будет продолжаться. Тут надо сказать, что мерять эти параметры надо не с помощью звуковых или электромагнитных волн, имеющих конечную скорость распространения.

Глава 6. Зависимость преобразования координат от энергии

Аннотация

Преобразование координат частиц вакуума соответствует преобразованию Галилея. Но совокупность частиц вакуума за счет сложения квадратов комплексных скоростей образует метрический тензор ОТО и в частности

тензор СТО. Т.е. для элементарных частиц, как совокупности частиц вакуума, справедливо преобразование Лоренца. Но в ядре атома имеются частицы с большой потенциальной энергией, которые образуют единую частицу вакуума. При этом, размер протона не сокращается на величину, следующую из СТО см. [16]. Выведена формула преобразования Лоренца с учетом плотности энергии у частиц вакуума.

Физический смысл метрического тензора ОТО

Покажем, что скорость частиц вакуума образует тензор ОТО. Общая теория относительности построена для макротел, и они вращаются с мнимой скоростью и поступательно движутся с действительной скоростью. Определим квадрат комплексной координаты материальных частиц, из которых состоит вакуум, двигающихся с поступательной скоростью $V_{s\alpha}, s = 1,..., 3$, α номер частицы. При этом частицы вакуума будут вращаться с переменной мнимой скоростью $iw_{s\alpha}(t, x_1,.., x_3)$. Считаем, что скорости частиц вакуума равномерно распределены в малом объеме, причем скорость вращения равна $w_{s\alpha} = w_{s\alpha}(t, x_1,..., x_3)$ и имеется скорость поступательного движения $V_{s\beta} = V_{s\beta}(t)$, поступательное движение малого объема прямолинейно и зависит только от времени

$$ds^2 = \sum_{\alpha,\beta=-N}^{N} \sum_{s=1}^{3} (idw_{s\alpha} + dV_{s\beta})^2 t_q^2 /(2N) =$$

$$= \sum_{\alpha,\beta=-N}^{N} \sum_{s=1}^{3} (i\frac{\partial w_{s\alpha}}{\partial x^k}dx^k + i\frac{\partial w_{s\alpha}}{\partial t}dt + \frac{dV_{s\beta}}{dt}dt)^2 t_q^2 /(2N) =$$

$$= -\sum_{\alpha=-N}^{N} \sum_{s=1}^{3} \frac{\partial w_{s\alpha}}{\partial x^k}\frac{\partial w_{s\alpha}}{\partial x^l} t_q^2 /(2N) dx^k dx^l +$$

$$+\sum_{\alpha,\beta=-N}^{N}\sum_{s=1}^{3}[2\frac{\partial i w_{s\alpha}}{\partial x^k}\frac{dV_{s\beta}}{dt}-2\frac{\partial w_{s\alpha}}{\partial x^k}\frac{\partial w_{s\alpha}}{\partial t}]dx^k dt\cdot t_q^2/(2N)+$$

$$+\sum_{\alpha,\beta=-N}^{N}\sum_{s=1}^{3}[(\frac{dV_{s\beta}}{dt})^2+2\frac{\partial i w_{s\alpha}}{\partial t}\frac{dV_{s\beta}}{dt}-(\frac{\partial w_{s\alpha}}{\partial t})^2]dt^2 t_q^2/(2N)=$$

$$=-\sum_{k,l=1}^{3}g_{kl}dx^k dx^k+\sum_{k=1}^{3}g_{k0}dx^k cdt+g_{00}c^2 dt^2$$

Величина c скорость света, равная $\sum_{\beta=-N}^{N}\sum_{s=1}^{3}V_{s\beta}^2/2N=c^2$, константа $t_q=\frac{\hbar^2}{m_e e^2 c}=\frac{\hbar^3}{137 m_e e^4}$ это постоянная квантовой механики. Т.е. получаем формулу инвариантного интервала общей теории относительности. Величина g_{kl} равна

$$g_{kl}=\sum_{\alpha=-N}^{N}\sum_{s=1}^{3}\frac{\partial w_{s\alpha}}{\partial x^k}\frac{\partial w_{s\alpha}}{\partial x^l}t_q^2/(2N),$$

$$g_{k0}=-\sum_{\alpha=-N}^{N}\sum_{s=1}^{3}\frac{\partial w_{s\alpha}}{\partial x^k}\frac{\partial w_{s\alpha}}{c\partial t}t_q^2/(2N),$$

при этом коэффициент при временной компоненте метрического тензора равен

$$g_{00}=\sum_{\beta=-N}^{N}\sum_{s=1}^{3}(\frac{dV_{s\beta}}{cdt})^2 t_q^2/(2N)-\sum_{\alpha=-N}^{N}\sum_{s=1}^{3}(\frac{\partial w_{s\alpha}}{c\partial t})^2 t_q^2/(2N).$$

При этом воспользовались соотношением $\sum_{\alpha=-N}^{N}\frac{\partial w_{s\alpha}}{\partial x^k}=0,\ \sum_{\alpha=-N}^{N}\frac{\partial w_{s\alpha}}{\partial t}=0$.

Имеем, используя вместо кинетической энергии системы полную энергию

$$g_{rr}=\sum_{s=1}^{3}(\frac{i\Delta w_s}{\Delta r})^2 t_q^2=\frac{(i\Delta w)^2+2U}{c^2}=-(1+\frac{2\gamma M}{c^2})=-(1+r_g/r),r_g=2\gamma M/c^2,$$

$$g_{00}=\sum_{s=1}^{3}(\frac{\Delta V_s}{c\Delta t})^2 t_q^2=\int_0^\infty \frac{(\Delta V)^2+2U}{c^2}\exp[-m_\gamma(\Delta V)^2/(2m_\gamma c^2)]d\Delta V=$$

$$=1-2\gamma M/(rc^2)]=1-r_g/r$$

Где M , масса частицы, создающей гравитационное поле. Скорость $w_{s\alpha}$ стационарна, т.е. от времени не зависит. Общая теория относительности не допускает физической сингулярности определителя, образованного метрическим тензором, поэтому имеем $g_{00}g_{rr}=const$, откуда определяется более точная формула $g_{rr}=-\frac{1}{1-r_g/r}, g_{00}=1-r_g/r$.

В случае отсутствия внешнего потенциала для частиц вакуума имеем $g_{kl}=\delta_{kl}$. При этом имеем что $\sum_{s=1}^{3}(\frac{\Delta w_s}{\Delta x_k})^2 t_q^2=1$, $\sum_{s=1}^{3}(\frac{\Delta V_s}{c\Delta t})^2 t_q^2=1$ и скорость $w_{s\alpha}$ стационарна, т.е. от времени не зависит.

Что приводит к предположению существования кванта времени, пространства и скорости

$$\Delta x_k=l_q/N=l_{Pl}/\sqrt{137}, \Delta t=t_q/N=t_{Pl}/\sqrt{137},$$

$$\Delta V=\sqrt{\sum_{s=1}^{3}(\Delta w_s)^2}=c/N=10^{-14}cm/\sec,$$

$$l_q=\hbar^2/m_e e^2, t_q=l_q/c, \alpha=\frac{1}{137.035989}$$

$$N=\hbar^2\sqrt{137}/(l_{Pl}m_e e^2)=\frac{\sqrt{137}a_0}{l_{Pl}}=$$

$$=\frac{\sqrt{137.035989}\cdot 0,52917721092\cdot 10^{-8}}{1.616199\cdot 10^{-33}}=\frac{137.035989^{3/2}m_{Pl}}{m_e}=$$

$$=3.8328658`\cdot 10^{25}=\begin{cases}2^{85}/[(1+\alpha)(1+\alpha^{1.5})^3(1+\alpha^2)^2(1+\alpha^{2.5})^5(1+\alpha^3)^2](1\pm 10^{-6})\\ 696^9(1\pm 0.9\cdot 10^{-4})\end{cases},$$

.

Константа N определена с точностью измерения по данным CODATA 2010,2012 $a_0 = 0{,}5291772109\ 2(17)10^{-8}cm$, величина $l_{Pl} = 1.616199\,(97)10^{-33}\,cm$. При этом эта константа равна степени двойки, с поправкой на множитель, зависящий от мировых констант.

Пределом квантовой теории гравитации является не классическая механика, а квантовая механика. Поэтому $N \cdot l_{Pl}/\sqrt{137}$ должна быть характерной конечной величиной квантовой механики l_q.

Добавка постоянной скорости к скорости частиц вакуума в метрическом тензоре системы координат не изменит метрического тензора. Причем у отдельной частицы вакуума скорость складывается с помощью преобразования Галилея, а образовав элементарные частицы они подчиняются релятивистскому способу сложения скоростей. Справедлив благодаря формуле Галилея сложения скоростей принцип относительности, физика процесса зависит от относительной скорости частиц вакуума, а не их абсолютного значения. Если бы была справедлива формула сложения скоростей Лоренца, то разность скоростей зависела бы от отношения скорости частицы к скорости возмущения и принцип относительности не работал бы для среды, описываемой частицами вакуума. Кроме того, выведенные формулы для метрического тензора в случае формулы сложения скоростей Лоренца изменили бы свой вид и были бы не инвариантны относительно добавки к скорости.

Описание квантовых систем на основе свойств частиц вакуума

Используем это свойство частиц вакуума для описания квантовых систем. В случае атома водорода размер системы определяется облаком слабо взаимодействующих электронов, и образуется система, подчиняющаяся СТО. Размер атома изменяется в соответствии с преобразованием Лоренца. В случае рассмотрения ядра, или отдельного протона взаимодействие сильно, и частицы вакуума сильно связаны, так как их концентрация велика, и они образуют единую частицу вакуума с преобразованием Галилея и их продольный размер не сокращается см. [16].

По мере дальнейшего роста скорости, согласно [16] они образуют в двигающейся системе координат форму двояковогнутой линзы. Дело в том, что энергия по центру поперечного сечения протона больше модуля энергии на его границе на единицу поперечного размера. По мере увеличения скорости относительная доля потенциала в центре поперечного сечения больше по модулю, чем на границе. Следовательно, в центре протон проявляет свойства единой частицы и значит частиц Галилея, и продольный размер неизменен. На границе поперечного сечения проявляются релятивистские свойства, и размер частицы увеличивается. Поэтому образуется форма двояковогнутой линзы.

Формула для преобразования координат следующая

$$
\begin{gathered}
dx = (dx' + Vdt')/\sqrt{1 - V^2/c_G^2} \\
c_G dt = (c_G dt' + \frac{V}{c_G} dx')/\sqrt{1 - V^2/c_G^2} \\
dy = dy', dz = dz' \\
c_G = c\exp[-\frac{U(x', y', z')}{c^2 \int\limits_0^{a(y',z')} \rho(x', y', z')dx'}] > c
\end{gathered}
$$

Где величина $U(x',y',z') = \frac{\partial^2 E(x',y',z')}{\partial y' \partial z'} < 0$ плотность энергией взаимодействия частиц вакуума, $\rho(x',y',z')$ плотность массы тела.

Когда отношение $-\frac{U(x',y',z')}{c^2 \int\limits_0^{a(y',z')} \rho(x',y',z')dx'} > 0$ мало, справедливо преобразование Лоренца. Когда скорости растут, сказывается фактор

$-\dfrac{U(x',y',z')}{c^2 \int\limits_0^{a(y',z')} \rho(x',y',z')dx'} > 0$, который меньше на границе поперечного сечения

так как $a(y',z')$ больше чем в центре, и граница увеличивается, а центральное сечение неизменно, и образуется форма двояко – вогнутой линзы. Напомним, что штрихованная частица неподвижна в своей системе координат, и ее размер неизменен. Не штрихованная частица движется и ее размер увеличивается.

Частицы вакуума при больших скоростях имеют форму двояковогнутой линзы, но в силу малого среднегеометрического размера и большого модуля энергии взаимодействия, проявляют свойства частиц Галилея при малом ранге мультиполя, образующего частицу вакуума. Большой ранг мультиполя, соответствует большому квантовому числу электрона в атоме, и, следовательно, малому модулю энергии взаимодействия.

Глава 7. Преобразование Лоренца в искривленном пространстве.

Этот эффект наблюдается при распространении света в разных направлениях в случае вращающейся окружности. Скорость света в искривленном пространстве – вращающейся окружности равна $c+\Omega b, c-\Omega b$ при распространении в разных направлениях. В результате появляется запаздывание световой волны. Это изменение преобразования Лоренца в искривленном трехмерном пространстве. Аналогичные наблюдения делали астрономы в космическом пространстве в случае искривленного пространства. В безразмерном виде это запаздывание определяется см. [17] формула (4.1.10)

$$\frac{c}{\lambda}\Delta t = \frac{4\pi}{\dfrac{c}{b\Omega} - \dfrac{\Omega b}{c}} \frac{b}{\lambda}$$

Где b радиус окружности, Ω частота вращения окружности, λ длина волны электромагнитного поля. При частоте, равной $\Omega = c/b$ запаздывание максимальное, т.е. реализуется преобразование координат Галилея, групповая скорость света стремится к бесконечности, справедлив принцип дальнодействия. При условиях $\frac{c}{b\Omega} >> 1, \frac{c}{b\Omega} > \frac{b}{\lambda}$ или $\frac{\Omega b}{c} >> 1, \frac{\Omega b}{c} > \frac{b}{\lambda}$ реализуется преобразование Лоренца, так как запаздывания, нет скорость распространения возмущения равна скорости света. При условиях $\frac{b}{\lambda} >> \frac{c}{b\Omega} >> 1$ или $\frac{b}{\lambda} >> \frac{\Omega b}{c} >> 1$ реализуется преобразование Галилея, так как групповая скорость стремится к бесконечности.

Такую формулу сложения скоростей можно объяснить, если ввести групповую скорость по формуле $\frac{1}{c_F} = \frac{\alpha}{c}, \alpha = \exp\left[-\left(\frac{4\pi\Omega b}{c - \Omega^2 b^2 / c}\frac{b}{\lambda}\right)^2\right]$, которую надо использовать в преобразовании Лоренца вместо скорости света в вакууме. Групповая скорость в искривленном пространстве изменит свое значение и увеличится согласно закону $c_F = c\exp\left[\left(\frac{4\pi\Omega b}{c - \Omega^2 b^2 / c}\frac{b}{\lambda}\right)^2\right]$.

Отметим, что на время запаздывания при малых скоростях вращения изменение скорости света не сказывается. В самом деле существует формула Физо, определяющая групповую скорость

$$c_F = c/n + V(1 - 1/n^2) = c/n + \Omega b(1 - 1/n^2).$$

Так как в данном случае малой частоты вращения групповая скорость больше скорости света в вакууме имеем $n << 1$, имеем формулу

$$\Delta t = \frac{4\pi b^2 \Omega / n^2}{c^2 / n^2} = \frac{4\pi b^2 \Omega}{c^2}.$$

При формуле сложения скоростей Галилея частота не изменяет своего значения при малой добавки к групповой скорости света. Величина фазы запаздывания не меняется, как и времени запаздывания, что и определяли в оптическом волокне. С точностью $c/c_F << 1$ результат измерения запаздывания сигнала в оптическом волокне при изменении групповой скорости не сказывался. Групповая скорость при этом изменилась существенно.

Когда же реализуется преобразование Галилея. При равенстве скоростей $\Omega b = c$. При этом скорость света может быть больше величины, стоящей вместо скорости света в вакууме в преобразовании Лоренца. При большом несовпадении этих скоростей $\Omega b = c$ реализуется преобразование Лоренца. При малой скорости вращения окружности наблюдается выполнение преобразований Лоренца. В случае большого радиуса кривизны определяющим является отношение частоты вращения к частоте электромагнитной волны. Для реализации формул Галилея необходимо, чтобы частота вращения окружности была больше частоты света. В случае малого радиуса кривизны, но на много большего, чем длина электромагнитной волны выполняется преобразование Галилея.

Глава 8. Сверхсветовые волны в усиливающих средах

В усиливающих средах могут распространяться стационарные волны с групповой скоростью, большей скорости света в вакууме. Формула для групповой скорости этих волн имеет вид

$$c_F = \frac{c}{1 - (\chi - \alpha) c \tau}. \qquad (8.1)$$

Где χ, α погонные коэффициенты усиления и поглощения, τ длительность импульса. Относительное изменение концентрации фотонов за малый интервал времени $\Delta z/c_F$ равно $\Delta z/c_F\tau$. Эта же величина равна $\chi c\Delta t$ откуда для приращения скорости $\Delta u = \dfrac{\Delta z}{\Delta t} = \chi c c_F \tau$

Имеем уравнение по определению групповой скорости $c_F = c + \Delta u = c + \chi c c_F \tau$. Откуда следует уравнение (8.1). При условии $(\chi - \alpha)c\tau > 1$ волна изменит свое направление. При условии $(\chi - \alpha)c\tau < 0$ затухнет. При условии $(\chi - \alpha)c\tau = 1$ групповая скорость равна бесконечности и справедлив закон сложения скоростей Галилея для среды, в которой происходит усиление электромагнитной волны. Вне этой среды групповая скорость определяется свойствами среды, в которой распространяется.

9. **Преобразования Лоренца в сильном электромагнитном поле**

Выведена формула для плотности энергии или массы в электромагнитном поле. Она отличается от энергии тела в свободном пространстве дополнительным квадратным корнем. В формуле преобразования Лоренца появится два новых знаменателя в правой и левой части, зависящие от потенциалов электромагнитного поля, причем поле преобразуется по обычным формулам Лоренца. В уравнении движения Ньютона возможно компенсация релятивистского знаменателя и достижение сверхсветовой скорости, с образованием ударной волны и двух групповых скоростей, до фронта и после фронта, как в гидродинамике.

Закон сохранения плотности энергии в сильном электромагнитном поле выглядит следующим образом см. [29]

$$\varepsilon = \frac{dE}{dV} = \frac{\sqrt{\rho^2 c^4 + 2U_\rho \sqrt{\rho^2 c^4 + (\mathbf{p}_\rho - \frac{ie + m\sqrt{G}}{c}\mathbf{A}_\rho)^2 c^2} + U_\rho^2}}{\sqrt{1 - V^2 / c^2}};$$

$$\frac{dM}{dV} = \rho\sqrt{1 + \frac{2U_\rho}{\rho c^2}\sqrt{1 + \frac{(\mathbf{p}_\rho - \frac{q}{c}\mathbf{A}_\rho)^2}{\rho^2 c^2}} + \frac{U_\rho^2}{\rho^2 c^4}}; U_\rho = \frac{dU}{dV} = \frac{E^2 + H^2}{8\pi},.$$

$$\mathbf{p}_\rho = \frac{d\mathbf{p}}{dV} = \rho\mathbf{u}c, q\mathbf{A}_\rho = q\frac{d\mathbf{A}}{dV} = \frac{1}{4\pi}[\mathbf{E},\mathbf{H}]$$

Где используется плотность частицы и окружающего пространства. считается что вакуума имеет плотность $\rho = 10^{-29} g / cm^3$. Для получения непрерывного электромагнитного поля нужно решить задачу электродинамики для построения электромагнитного поля внутри частицы. Так скорость света в элементарных частицах равна скорости света в вакууме, то для элементарных частиц нет отражения электромагнитного поля и поле внутри частицы непрерывно относительно поля вне ее. Это аналог формулы для плотности энергии свободного пространства

$$\varepsilon = \frac{\rho c^2}{\sqrt{1 - V^2 / c^2}}$$

Энергия объема с учетом электромагнитного поля равна

$$E = \int_V \frac{\sqrt{\rho^2 c^4 + 2U_\rho \sqrt{\rho^2 c^4 + (\mathbf{p}_\rho - \frac{ie + m\sqrt{G}}{c}\mathbf{A}_\rho)^2 c^2} + U_\rho^2}}{\sqrt{1 - V^2 / c^2}} d^3 x$$

Уравнения движения в электромагнитном поле

$$\rho c \frac{du^k}{ds} = \frac{\sqrt{\rho^2 c^2 + 2U_\rho / c\sqrt{\rho^2 c^2 + (\mathbf{p}_\rho - \frac{ie + m\sqrt{G}}{c}\mathbf{A}_\rho)^2} + U_\rho^2 / c^2}}{\sqrt{1 - V^2 / c^2}} \frac{du^k}{dt} = \frac{dq}{cdV} F_{kn} u^n$$

.

$$ds = \frac{\sqrt{1 - V^2 / c^2}\,\rho c^2}{\sqrt{\rho^2 c^4 + 2U_\rho \sqrt{\rho^2 c^4 + (\mathbf{p}_\rho - \frac{ie + m\sqrt{G}}{c}\mathbf{A}_\rho)^2 c^2} + U_\rho^2}} dt$$

Движение с сильным электромагнитным полем позволяет создать уравнение движения Ньютона со скомпенсированным релятивистским знаменателем и преодолеть скорость света.

Интервал запишется в виде

$$ds^2 = \frac{[c^2dt^2 - (dx^1)^2 - (dx^2)^2 - (dx^3)^2]\rho^2c^4}{\rho^2c^4 + 2U_\rho\sqrt{\rho^2c^4 + (\mathbf{p}_\rho - \frac{ie + m\sqrt{G}}{c}\mathbf{A}_\rho)^2c^2} + U_\rho^2} =$$

$$= \frac{[c^2(dt')^2 - (dx'^1)^2 - (dx'^2)^2 - (dx'^3)^2]\rho'^2c^4}{\rho'^2c^4 + 2U'_\rho\sqrt{\rho'^2c^4 + (\mathbf{p}'_\rho - \frac{ie + m\sqrt{G}}{c}\mathbf{A}'_\rho)^2c^2} + U'^2_\rho}$$

И преобразование Лоренца в сильном электромагнитном поле надо

$$\frac{dx}{\rho c^2\sqrt{1 - \frac{r_g}{r}}} \cong \frac{dx}{\sqrt{\rho^2c^4 + 2U_\rho\sqrt{\rho^2c^4 + (\mathbf{p}_\rho - \frac{ie + m\sqrt{G}}{c}\mathbf{A}_\rho)^2c^2} + U_\rho^2}}$$

$$= \frac{dx' + Vdt'}{\sqrt{\rho'^2c^4 + 2U'_\rho\sqrt{\rho^2c^4 + (\mathbf{p}'_\rho - \frac{ie + m\sqrt{G}}{c}\mathbf{A}'_\rho)^2c^2} + U'^2_\rho}} \cong \frac{dx' + Vdt'}{\rho'c^2\sqrt{1 - \frac{r_g}{r'}}}$$

$$\frac{dt}{\rho c^2\sqrt{1 - \frac{r_g}{r}}} \cong \frac{dt}{\sqrt{\rho^2c^4 + 2U_\rho\sqrt{\rho^2c^4 + (\mathbf{p}_\rho - \frac{ie + m\sqrt{G}}{c}\mathbf{A}_\rho)^2c^2} + U_\rho^2}} =$$

$$= \frac{dt' + \frac{Vdx'_1}{c^2}}{\sqrt{\rho'^2c^4 + 2U'_\rho\sqrt{\rho'^2c^4 + (\mathbf{p}'_\rho - \frac{ie + m\sqrt{G}}{c}\mathbf{A}'_\rho)^2c^2} + U'^2_\rho}} \cong \frac{dt' + \frac{Vdx'_1}{c^2}}{\rho'c^2\sqrt{1 - \frac{r_g}{r'}}}$$

$$A_\rho^1 = A'^1_\rho + U'_{\rho'}V/c, U_\rho = A'^1_\rho V/c, + U'_{\rho'}$$

$$A^2 = (A^2)'; A^3 = (A^3)'; x^2 = (x^2)'; x^3 = (x^3)'; \rho = \frac{\rho'}{\sqrt{1 - V^2/c^2}}$$

В чем можно убедиться, подставляя не штрихованные координаты в интервал. Плотность потенциала и импульса связаны обычным преобразованием Лоренца. Формулы справедливы в вакууме или для элементарных частиц, в случае диэлектрика вместо скорости света в вакууме нужно использовать групповую скорость.

Данный метрический тензор, удовлетворяет преобразованию Лоренца относительно инерциальной системы отсчета и является приближенным решением ОТО с учетом плотности среды и плотности потенциала электромагнитного и гравитационного поля.

В сильном электромагнитном поле уравнения Максвелла не инварианты относительно преобразования Лоренца. Для инвариантности должно выполняться $\rho c^2 >> 2U_\rho; \rho^2 c^2 >> (\mathbf{p}_\rho - \frac{e}{c}\mathbf{A}_\rho)^2$. Эти условия выполняются внутри элементарной частицы из-за ее большой плотности. В случае дискретного состояния электрона это неравенство эквивалентно $m_e c^2 >> \frac{2e^2}{r}$. Но квантовый предел описания электромагнитного поля электрона с помощью классической электродинамики определяется из равенства $\frac{m_e c^2}{a_0^3} >> \frac{2e^2}{rr_e^3}; r > \frac{2a_0^3}{r_e^2} = 2a_0 137^2; r_e = \frac{e^2}{m_e c^2}; a_0 = \frac{\hbar^2}{m_e e^2}$.

Глава 10. Инвариантность нелинейных уравнений относительно преобразования Лоренца

Для нелинейных уравнений движения не справедлив принцип суперпозиции решения. Поэтому преобразование Галилея для нелинейных систем надо строить особым образом. Аналогично и преобразование Лоренца для нелинейных систем надо строить особым образом. При этом выделяется система координат, где среда неподвижна на бесконечности, где нет взаимодействия.

В случае преобразования Галилея решение надо строить в виде

$$
\begin{gathered}
dx_l' = dx_l - V_l^0 dt = dF_l(x_1', x_2', x_3') \\
V_l' = V_l - V_l^0 = \frac{dF_l(x_1', x_2', x_3')}{dt'} = G_l(x_1', x_2', x_3')
\end{gathered} . \qquad (1)
$$

Решаем нелинейное уравнение в системе координат, где скорость на бесконечности равна нулю, т.е. в штрихованной системе координат. Получаем вторую формулу (1). Интегрируем это уравнение, получаем изменение координаты. В системе координат. где скорость на бесконечности не нулевая имеем распространяющуюся волну

$$x_l - V_l^0 t = F_l(x_1 - V_1^0 t, x_2 - V_2^0 t, x_3 - V_3^0 t).$$

Так как на бесконечности имеем волновое решение, значит относительно координат волны скорость на бесконечности нулевая. и имеем нулевую кинетическую энергию на бесконечности подсчитанную в не штрихованной системе координат. Систему координат, где скорость тела равна нулю, назовем абсолютной. Причем это абсолютная система координат для одного тела, если имеем у другого тела другую скорость, то для двух тел преобразование Лоренца невозможно, оно имеет другой вид

Где величина V_l^0 это скорость системы координат. Аналогично в случае преобразования Лоренца надо строить решение в виде

$$
\begin{gathered}
dx' = \frac{dx - V^0 dt}{\sqrt{1 - (V^0)^2 / c^2}} = dF_x(x', y', z') \\
dt' = \frac{dt - V_l^0 dx / c^2}{\sqrt{1 - (V^0)^2 / c^2}} = dF_0(x', y', z') . \\
dy' = dy = dF_y(x', y', z') \\
dz' = dz = dF_z(x', y', z')
\end{gathered}
$$

Скорости преобразуются по закону

$$V'_x = \frac{V_x - V^0}{1 - V^0 V_x / c^2} = \frac{dF_x(x', y', z')}{dt'}$$

$$V'_y = \frac{V_y \sqrt{1 - (V^0)^2 / c^2}}{1 - V^0 V_x / c^2} = \frac{dF_y(x', y', z')}{dt'}$$

$$V'_z = \frac{V_z \sqrt{1 - (V^0)^2 / c^2}}{1 - V^0 V_x / c^2} = \frac{dF_z(x', y', z')}{dt'}$$

В системе координат, где скорость системы координат нулевая, соответствующая нулю скорости на бесконечности, имеем преобразование координат (в этой системе координат скорость определяется из решения нелинейного уравнения)

$$V'_x = \frac{dF_x(x', y', z')}{dt'} = \frac{dx'}{dt'} = G_x(x', y', z')$$
$$V'_y = \frac{dF_y(x', y', z')}{dt'} = \frac{dy'}{dt'} = G_y(x', y', z').$$
$$V'_z = \frac{dF_z(x', y', z')}{dt'} = \frac{dz'}{dt'} = G_z(x', y', z')$$

Кинетическая энергия, подсчитанная в системе координат, где скорость на бесконечности равна нулю конечна. Что не скажешь о других системах координат, где подсчитанная на прямую кинетическая энергия на бесконечности не равна нулю. Т.е. выбирается собственная система координат. Получив решение в штрихованной системе координат, пересчитаем его в не штрихованную систему координат, проинтегрировав по штрихованному времени, получим штрихованные координаты, которые пересчитаем в не штрихованные. В не штрихованных координатах получим волновое решение на бесконечности, так как на бесконечности временная зависимость пропадает, причем кинетическая энергия волны в бесконечности равна нулю.

Значит переход в другую систему координат, связан с волновым решением со скоростью системы координат. Наблюдатель в не штрихованной системе координат участвует в волновом движении со скоростью системы координат. Поэтому естественно, что для него размеры при измерении с постоянной скоростью света, изменяются.

Систему координат, где скорость тела равна нулю, назовем абсолютной. Причем это абсолютная система координат для одного тела, если имеем у другого тела другую скорость, то для двух тел преобразование Лоренца невозможно, оно имеет другой вид см. главу 13.

Отметим, что в случае неподвижного тела в абсолютной системе координат возмущение на бесконечности равно нулю. Раз тело не двигается, оно не возмущает среду.

Преобразование Лоренца для N двигающихся тел надо выбирать из условия, чтобы среда была неподвижна на бесконечности. Для этого надо найти систему отсчета, в которой суммарным импульс равен нулю и перейти в эту систему отсчета $\sum_{k=1}^{K} \mathbf{p}_k(\mathbf{V}_k, \mathbf{U}_x) = 0$, где скорости складываются по релятивистским формулам, и сумма отдельных скоростей образует отдельный импульс. Она и будет абсолютной системой отсчета, скорость других систем отсчета, надо вычислять относительно абсолютной. Причем надо исследовать движение центра инерции, скорость частиц относительно центра инерции это отдельная проблема. В простейшем случае надо использовать приближение абсолютно твердого тела, и рассматривать его поступательное движение. Вращение твердого тела преобразованием Лоренца не описывается и скорости вращения твердого тела складываются не по релятивистским формулам со скоростью света, а с учетом скорости звука, описывающего возмущение твердого тела, возможно с ударными волнами.

В случае скорости звука, надо решить гидродинамическую задачу многих двигающихся с разными скоростями тел $\mathbf{V} = \mathbf{U}_x + \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\mathbf{a}_n(\theta, \varphi)}{r^{n+1}}$ и получить значение скорости на бесконечности радиуса. Это и будет скорость абсолютной собственной системы координат.

Глава 11. Преодоление телом скорости звука и света

Для преодоления звукового барьера необходим реактивный двигатель, имеющий комплексную тягу. Процессы в реактивном двигателе турбулентные и значит скорость потока комплексная см. [21]. Это означает, что возможно преодоление звукового барьера. В эффекте Вавилова-Черенкова наблюдается скорость частицы сверхсветовая, больше групповой скорости света. Причем преобразование Лоренца надо использовать с групповой скоростью, а не скоростью света в вакууме. В статье предложен алгоритм преодоления светового барьера. Рассматривается только кинематическая часть течения, проблемы с нагревом при сверхзвуке не рассматриваются.

Согласно релятивистским представлениям о скорости звука развитым в [20], скорость больше скорости звука преодолевается с большим трудом как на самолете, так и на автомобиле. Эта скорость в проекции на касательную к траектории, определяется по формуле

$$\frac{V}{c}=\frac{\int\limits_{t_0}^{t}\frac{Fdt}{mc}-\frac{m(V-V_0)}{m_l c}+\frac{V_0/c}{\sqrt{1-V_0^2/c^2}}}{\sqrt{1+(\int\limits_{t_0}^{t}\frac{Fdt}{m_l c}-\frac{m(V-V_0)}{m_l c}+\frac{V_0/c}{\sqrt{1-V_0^2/c^2}})^2}}.$$

Где релятивистский знаменатель имеется только у присоединенной массы m_l. Но скорость звука в этой формуле комплексная, поэтому справедливо

$$\frac{|V|}{|c|}\exp(-i\arg c + i\arg V) = \frac{\alpha + i\beta}{\sqrt{1+\alpha^2-\beta^2+2i\alpha\beta}} =$$

$$= \frac{\sqrt{\alpha^2+\beta^2}\exp[i\arg(\alpha+i\beta)]}{\sqrt[4]{1+(\alpha^2+\beta^2)^2+2\alpha^2-2\beta^2}\exp[i\arg(1+\alpha^2-\beta^2+2i\alpha\beta)]}.$$

$$\int_{t_0}^{t}\frac{Fdt}{m_l c} - \frac{m(V-V_0)}{m_l c} + \frac{V_0/c}{\sqrt{1-V_0^2/c^2}} = \alpha + i\beta;$$

Где действию силы препятствует импульс тела. Если бы не было релятивистского знаменателя у присоединенной массы, скорость тела бы росла неограниченно. Но требуется преодолеть присоединенной массой звуковой барьер. Для устойчивости движения должно выполняться $-\arg c + \arg V = \arg(\alpha + i\beta) - \arg(1+\alpha^2-\beta^2+2i\alpha\beta)/2; \arg V = 0$. Но начальная скорость тела равна нулю, поэтому начальную скорость можно не учитывать, и отсчет вести от начала движения. При постоянной мнимой части скорости, получается не стыковка, мнимая экспонента справа и слева сокращается, справа имеется мнимая величина, а слева действительная величина. Тогда либо скорость тела становится комплексной, либо действительная часть импульса равна нулю, и скорость звука становится чисто мнимой. Комплексная скорость тела означает его вращение или колебание. И то, и другое приводит к аварии, так как авария при преодолении сверхзвука не происходит, скорость тела действительна. Чисто мнимая часть скорости звука начиная с определенного момента времени не приведет к результату, так как в начале движения скорость звука имеет действительную часть и значит $\alpha \neq 0$. Получается мнимая часть звука меняется и величина $\beta^2 >> \alpha^2$, т.е. действительная часть импульса не растет, а мнимая растет, причем реализуется

$$\frac{|V|}{|c|} = \frac{\sqrt{\alpha^2+\beta^2}}{\sqrt[4]{(\beta^2-1)^2+\alpha^4+2\alpha^2\beta^2+2\alpha^2}} > 1.$$

Мнимая часть скорости тела растет по формуле $R = R_{cr} + i\sqrt[4]{T^2\alpha - R_{cr}T}$ см. [21], где T перепад давления, или безразмерная сила тяги, R_{cr} критическое число Рейнольдса. При условии $T\alpha = R_{cr}$ наступает турбулентный комплексный режим, при числе Рейнольдса тела, равному критическому. Действительная часть числа Рейнольса не растет, а мнимая часть растет. При этом импульс двигателя уравновешивается с импульсом сопротивления среды, причем $\beta^2 = 1 >> \alpha^2$ и тогда скорость тела будет больше скорости звука. Получается, что для преодоления скорости звука импульс тела должен равняться $\mathrm{Im}[\int\limits_0^t \frac{Fdt}{mc} - \frac{m(V-V_0)}{m_l c}] = 1 >> \mathrm{Re}[\int\limits_0^t \frac{Fdt}{mc} - \frac{m(V-V_0)}{m_l c}]$ и тогда скорость тела будет равняться

$$\frac{V}{|c|} = \frac{\sqrt{\alpha^2+1}}{\sqrt[4]{\alpha^4+4\alpha^2}} = \frac{1}{\sqrt{2\alpha}} = \frac{1}{\sqrt{2\,\mathrm{Re}[\int\limits_0^t \frac{Fdt}{mc} - \frac{m(V-V_0)}{m_l c}]}} >> 1.$$

При постоянной скорости движения тела, суммарный импульс равен константе, так как в этом случае суммарная сила равна нулю. Растущим импульс соответствует ускоренному движению или уменьшение импульса при торможении тела при отрицательной суммарной силе. Возникает вопрос является ли реактивный импульс комплексным. При использовании реактивного двигателя наблюдается турбулентный режим течения и значит комплексная скорость потока см. [21] и комплексная сила.

Оценим, когда скорость звука является комплексной. Скорость звука определяется по формуле

$$\frac{1}{c} + i\alpha\omega, \alpha\omega = \frac{\omega}{2\rho c^3}[(4\eta/3 + \varsigma) + \chi(\frac{1}{c_V} - \frac{1}{c_p})] \sim \frac{\Lambda\omega}{c^2} = \frac{\Lambda k}{c} = \frac{\Lambda\omega\mu}{\gamma RT}.$$

Где Λ длина свободного пробега. В разреженном воздухе длина свободного пробега больше длины волны излучения $k\Lambda >> 1$, и значит мнимый импульс больше, и проще достигнуть сверхзвуковых скоростей.

Возникает вопрос, а возможно ли преодоление скорости света, аналогичное скорости звука. Для этого необходима комплексная сила. Вводится в теории поля [14] комплексный вектор $\mathbf{F} = \mathbf{E} + i\mathbf{H}$ имеющий большой физический смысл, как образующий инварианты $\mathbf{F}^2 = \mathbf{E}^2 - \mathbf{H}^2 + 2i(\mathbf{E}, \mathbf{H})$, равные действительной и мнимой части квадрата этого вектора. В теории поля существует формула $A_l = \dfrac{eu_l}{R_k u^k}$, которая при комплексной скорости u_l определяет комплексный потенциал, а значит и комплексное электрическое и магнитное поле. Формула для силы Лоренца следующая $\mathbf{F}_L = e\mathbf{E} + e[\mathbf{V}, \mathbf{H}]/c$. Но формула действительная, причем при комплексных потенциалах превращается в комплексную. Но сила за счет магнитного поля направлена перпендикулярно скорости и определяет вращение частицы.

В ускорителях магнитное и электрическое поле постоянное и не зависит от времени, т.е. ускоряющая сила равна $\mathbf{E}_l = -\dfrac{\partial\varphi}{\partial x^l} - \dfrac{\partial A_l}{c\partial t}, l = 1,...,3$. В случае независимости векторного потенциала от времени, который линейно связан со скоростью, напряженность электрического поля почти действительна, его мнимая часть мала и определяется знаменателем в формуле для потенциала $R_k u^k = R_0 - (\mathbf{V}, \mathbf{R})/c$, где скорость равна скорости создающих поле частиц и меньше скорости света. Для получения комплексной напряженности электрического поля необходима зависимость от времени векторного потенциала. Но в ускорителях напряженность магнитного поля постоянна, и значит векторный потенциал постоянен, т.е. напряженность электрического поля действительна. Т.е. в ускорителях сверхсветовое движение не получишь.

Имеется сверхсветовое течение в случае эффекта Вавилова-Черенкова, причем скорость тела больше групповой скорость света. В преобразовании Лоренца надо использовать групповую скорость, а не скорость света в вакууме. Это следует из того, что только для групповой скорости света или звука сохраняется метрический интервал в случае звукового и электромагнитного поля при переходе между разными средами. В случае этого эффекта для световой волны образуется скачок уплотнения, как и в случае сверхзвукового течения. Скорость частицы будет изменяться в соответствии с силой торможения частицы

$$\frac{V_p / c_F}{\sqrt{1 - V_p^2 / c_F^2}} = \int_{t_0}^{t} \frac{F dt}{mc} + \frac{V_0 / c}{\sqrt{1 - V_0^2 / c^2}}.$$

Где c_F групповая скорость света в прозрачном материале, V_0/c скорость электрона в вакууме, делится на скорость света в вакууме, скорость частицы при проникновении в прозрачное тело будет уменьшаться $V_p < V_0$, так как сила сопротивления отрицательна.

В книге [4]§115 получено выражение для силы, действующей на элементарную частицу

$$dF = \frac{e^2}{c^2}(1 - \frac{c^2}{V^2 n^2})\omega d\omega.$$

Откуда имеем приближенное решение

$$F(\omega) = \frac{e^2}{c^2}(1 - \frac{c^2}{V^2 n^2})\omega^2 / 2.$$

Следовательно, сила, действующая на частицу равна

$$\widetilde{F}(t) = -\frac{e^2}{c^2}\delta''(t) + \frac{d^2}{dt^2}\int_{-\infty}^{\infty} \frac{e^2}{2V^2 n^2(\omega)} \exp(i\omega t) d\omega.$$

При условии показателя преломления, близкого к константе, получается сила, действующая на ограниченном отрезке времени, т.е. эффект излучения затухнет, так как скорость элементарной частицы будет конечной и малой, или нулевой.

Гидродинамика, и в частности акустические колебания, описывает поведение макротела, состоящее из элементарных частиц. Акустические колебания, это колебания элементарных частиц. Электродинамика описывает поведение частиц вакуума, в частности электромагнитные волны определяются скоростью частиц вакуума. Так как масса диполя частиц вакуума мала, кинематическая вязкость вакуума велика и число Рейнольдса мало, как и критическое число Рейнольдса.

Получим из релятивистского уравнения Навье – Стокса уравнение Клейна-Гордона. Рассмотрим уравнение Навье - Стокса с кинематической вязкостью $\nu = \frac{i\hbar}{2m}$ записанное в релятивистской форме, причем без учета теплового потока. Если релятивистское уравнение Навье – Стокса записано относительно тепловой функции единицы объема $w = e + p$ в локальной системе покоя см. [5]§133, то в предлагаемой формуле используется плотность в локальной системе покоя

$$\frac{i\hbar}{2m}\left(\frac{\partial^2 u_k c}{\partial x^0 \partial x_0} + \frac{\partial^2 u_k c}{\partial x^l \partial x_l}\right) - u^0 c^2 \frac{\partial u_k}{\partial x^0} - u^l c^2 \frac{\partial u_k}{\partial x^l} = \frac{\partial p}{\rho \partial x^k}.$$

Получили релятивистское инвариантное уравнение Навье – Стокса. Это уравнение отличается от релятивистского уравнения Навье-Стокса, приведенного в [5]. Уравнение в [5] строится как отличающееся скорости теплового движения от материального движения. В данном уравнении тепловая часть отсутствует.

Воспользуемся равенством для четырехмерной скорости $u_k c = -\frac{i\hbar}{m}\nabla_k \ln\psi, k = 0,...,3$. При этом это равенство можно представить в виде $p_l\psi = \frac{\hbar}{i}\frac{\partial\psi}{\partial x^l}, l = 0,...,3$, откуда имеем определение оператора импульса $\hat{p}_l = \frac{\hbar}{i}\frac{\partial}{\partial x^l}, l = 0,...,3$. Т.е. четырехмерный импульс частиц вакуума является собственным числом оператора импульса.

$$\frac{i\hbar}{2m}\frac{\partial^2 - \frac{i\hbar}{m}\frac{\partial \ln\psi}{\partial x^k}}{\partial x^0 \partial x_0} + \frac{i\hbar}{2m}\frac{\partial^2 - \frac{i\hbar}{m}\frac{\partial \ln\psi}{\partial x^k}}{\partial x^l \partial x_l} +$$
$$+\frac{i\hbar}{m}\frac{\partial \ln\psi}{\partial x_0}\frac{\partial - \frac{i\hbar}{m}\frac{\partial \ln\psi}{\partial x^k}}{\partial x^0} + \frac{i\hbar}{m}\frac{\partial \ln\psi}{\partial x_l}\frac{\partial - \frac{i\hbar}{m}\frac{\partial \ln\psi}{\partial x^k}}{\partial x^l} = \frac{\partial p}{\rho \partial x^k}$$

Разделим это уравнение на величину $\frac{\hbar^2}{m^2}$, получим

$$\frac{\partial}{\partial x^k}\left[\frac{\partial^2 \ln\psi}{\partial x^0 \partial x_0} + \frac{\partial^2 \ln\psi}{\partial x^l \partial x_l} + \frac{\partial \ln\psi}{\partial x_0}\frac{\partial \ln\psi}{\partial x^0} + \frac{\partial \ln\psi}{\partial x_l}\frac{\partial \ln\psi}{\partial x^l} - \frac{2m^2}{\hbar^2}\int_{s_0}^{s}\frac{\partial p}{\rho \partial x^k}u^k ds\right] = 0 .$$

Где величина $dx^k = u^k ds, k = 0,...,3$, при этом интеграл вдоль траектории равен

$$c^2(s) - c^2(s_0) = c^2(x^0, x^1, x^2, x^3) - c^2(x_0^0, x_0^1, x_0^2, x_0^3) = \int_{s_0}^{s}\frac{dc^2}{ds}ds =$$
$$= -\int_{s_0}^{s}\frac{\partial p}{\rho \partial x^k}u^k ds = -\int_{(x_0^0, x_0^1, x_0^2, x_0^3)}^{(x^0, x^1, x^2, x^3)}\frac{\partial p}{\rho \partial x^k}dx^k .$$

Причем как функция метрического интервала, эта величина инвариантна относительно преобразования Лоренца. Где величина s соответствует значению метрического интервала, и интеграл берется вдоль траектории движения частиц. Причем частная производная от этого интеграла вдоль траектории, равна

$$\frac{\partial}{\partial x^l}\int\limits_{(x_0^0,x_1^0,x_2^0,x_3^0)}^{(x_0,x_1,x_2,x_3)}\frac{\partial p}{\rho\partial x^k}dx^k=\frac{d}{u^l ds}\int\limits_{s_0}^{s}\frac{\partial p}{\rho\partial x^k}u^k ds=\frac{\partial p}{u^l\rho\partial x^k}u^k=\frac{dp}{u^l\rho ds}=\frac{\partial p}{\rho\partial x^l}$$

Проинтегрируем это уравнение, получим

$$[\frac{\partial^2\ln\psi}{\partial x^0\partial x_0}+\frac{\partial^2\ln\psi}{\partial x^l\partial x_l}+\frac{\partial\ln\psi}{\partial x_0}\frac{\partial\ln\psi}{\partial x^0}+\frac{\partial\ln\psi}{\partial x_l}\frac{\partial\ln\psi}{\partial x^l}]-\frac{2m^2}{\hbar^2}\int\limits_{s_0}^{s}\frac{\partial p}{\rho\partial x^k}u^k ds=$$
$$=-m^2c^2/\hbar^2$$

Где константу интегрирования обозначили $m^2c^2/\hbar^2$. Умножим это уравнение на величину ψ и воспользуемся равенством $\frac{\partial^2\psi}{\partial x^0\partial x_0}=\psi[\frac{\partial^2\ln\psi}{\partial x^0\partial x_0}+\frac{\partial\ln\psi}{\partial x^0}\frac{\partial\ln\psi}{\partial x_0}],\frac{\partial^2\psi}{\partial x^l\partial x_l}=\psi[\frac{\partial^2\ln\psi}{\partial x^l\partial x_l}+\frac{\partial\ln\psi}{\partial x^l}\frac{\partial\ln\psi}{\partial x_l}]$ получим уравнение Клейна-Гордона с потенциалом.

$$-\frac{\partial^2\psi}{\partial x^0\partial x_0}-\frac{\partial^2\psi}{\partial x^l\partial x_l}-\frac{2m^2C^2}{\hbar^2}\psi=m^2c^2\psi/\hbar^2;$$

$$C^2=-\int\limits_{s_0}^{s}\frac{\partial p}{\rho\partial x^k}u^k ds=c^2(x^0,x^1,x^2,x^3)-c^2(x_0^0,x_0^1,x_0^2,x_0^3)<0$$

При этом время жизни стационарного состояния зависит от координаты частицы $\psi=\frac{1}{\sqrt{V}}\exp[-i(E\Delta t-i\mathbf{p}_0\Delta\mathbf{r})/\hbar][1+0(\mathbf{r}-\mathbf{r}_0)^3]$.

При этом локальное решение сводится к равенству

$$E^2=p_0^2c^2+2m^2C^2c^2+m^2c^4.$$

Это уравнение приводится к виду

$$E-mc^2=\frac{p_0^2}{2m}+mC^2=\frac{p_0^2}{2m}+mc^2(x^0,x^1,x^2,x^3)-mc^2(x_0^0,x_0^1,x_0^2,x_0^3)$$

Получается, что связанное состояние квантовой механики соответствует турбулентному режиму, а свободное состояние ламинарному, так как связанному состоянию соответствует отрицательная энергия, а действительная часть кинетической энергии турбулентного режима имеет отрицательную часть за счет квадрата мнимой части комплексной скорости. Квантовое связанное состояние элементарной частицы описывается комплексной скоростью частиц вакуума с отрицательной частью кинетической энергии путем решения релятивистского уравнения Навье-Стокса.

Сила, действующая на тело со стороны реактивного двигателя, определяется по формуле

$$F_i = \oint (p\delta_{ik} + \rho V_i V_k) df_k .$$

Где интеграл берется только по замкнутой поверхности. Так как действительная часть скорости в турбулентном режиме равна константе, то мнимая часть силы линейно зависит от квадрата мнимой скорости выходящего потока в двигателе. Это приводит к отрицательной силе, обуславливающую действительную тягу двигателя. Чтобы мнимая часть тяги была больше действительной тяги критическое число Рейнольдса двигателя должно быть малым. Это означает, что поверхности внутри двигателя должна состоять из материала с большой шероховатостью, тогда критическое число Рейнольса будет малым $\mathrm{Re} R_i = R_{cr} << \mathrm{Im} R_i$, тогда $\mathrm{Re} F_i \sim R_{cr}^2 - (\mathrm{Im} R)^2 < 0$, что обеспечит отрицательную силу, т.е. тягу двигателя.

Существует два типа реактивных двигателя. Одни из замкнутого объема выбрасывают струю и по закону сохранения импульса тело движется в противоположном направлении. Другие турбореактивные двигатели принимают струю воздуха, нагревают ее до турбулентного состояния и выбрасывают в противоположную сторону. Согласно закону сохранения массы, сколько поступило массы, столько и было выброшено. Причем скорость и масса струи из-за ее непрерывности не изменилась. За счет чего образовалась реактивная тяга. Турбулентная струя комплексная и если мнимая часть скорости, больше действительной части, то ее действительная часть квадрата скорости направлена противоположно скорости распространения, т.е. создается тяга. Энергия расходуется на создание турбулентного потока.

Глава 12. Полученное преобразование Лоренца с групповой скоростью зависящей от формы тела

Получен интересный результат скорость возмущения тела, вытянутого вдоль скорости, увеличивается. Релятивистский знаменатель при этом остается действительным. Ракета при этом должна иметь специальную форму, продольный размер должен быть больше поперечного. Для сферического тела это невозможно. Оказывается, что скорость света является предельной для сферического тела, для продолговатого тела другая формула для предельной скорости возмущения. Это делает преобразование Лоренца специальной теории относительности зависящим от формы тела. Релятивистские формулы я давно рассматривал с переменной скоростью возмущения, групповой скоростью света. Оказалось, что скорость возмущения зависит от формы тела. Но принцип относительности с переменной предельной скоростью возмущения устоял. Но параметры, определенные с конечной предельной скоростью возмущения должны пересчитываться в собственную систему координат, где часы и измеритель расстояния – локатор неподвижные. Отметим, что для описания элементарных частиц формулы не изменятся, они имеют сферическую форму и групповая скорость для них совпадает со скоростью света в вакууме.

Следует различать групповую скорость среды и групповую скорость тела. Групповая скорость однородной бесконечной среды не зависит от скорости ее центра тяжести. Групповая скорость тела, зависит от скорости тела - опыт Физо. Как показано в статье групповая скорость тела зависит от его формы. Релятивистский знаменатель оказался с групповой скоростью тела, что говорит о правильности моей идеи о преобразовании Лоренца с групповой скоростью, разной для разных тел и систем координат.

Если рассмотреть одномерное движение, то получим следующее уравнение при начальной нулевой скорости

$$\frac{mV}{\sqrt{1-V^2/c^2}} = \int F dt \,.$$

Если рассмотреть одномерный случай, который соответствует сферическому телу малых размеров - решение

$$\frac{V}{\sqrt{1-V^2/c^2}} = \frac{\int F dt}{m} \,. \qquad (1)$$

При этом скорость меняется по закону

$$\frac{V^2}{c^2} = \frac{(\int \frac{Fdt}{mc})^2}{1+(\int \frac{Fdt}{mc})^2} \,. \qquad (2)$$

Предельным значением получим скорость света c при действительной силе. При комплексной силе возможна бесконечная скорость при условии $\int \frac{Fdt}{mc} = i$, при действительной силе скорость ракеты ограничена скоростью света.

Но если рассмотреть трехмерное пространство и узкое тело, то скорость и сила будет дельта функцией от поперечной координаты.

$$\frac{V^2\delta(r)}{c^2}=\frac{(\int\frac{Fdt}{mc})^2\delta(r)}{1+(\int\frac{Fdt}{mc})^2\delta(r)r}=(\int\frac{Fdt}{mc})^2\delta(r).$$

В самом деле, имеем, используя аппроксимацию обобщенной функции

$$\frac{1}{1+(\int\frac{Fdt}{mc})]^2\delta(r)r}=\frac{1}{1+(\int\frac{Fdt}{mc})^2\frac{\exp(-r^2/2\sigma^2)}{\sigma\sqrt{2\pi}}r}=\frac{1}{1+(\int\frac{Fdt}{mc})^2\gamma}=1;$$

$$\gamma=\delta(r)r=0;\gamma=\frac{\exp(-r^2/2\sigma^2)}{\sigma\sqrt{2\pi}}r;\lim_{\sigma\to 0}\gamma=0;$$

Свойство дельта функции $\gamma=\delta(r)r=0$. Коэффициент, учитывающий не сферичность тела, получается аппроксимацией дельта функции, умноженной на радиус, при продольном размере больше поперечного $\gamma=\frac{\exp(-r^2/2\sigma^2)}{\sigma\sqrt{2\pi}}r;\lim_{\sigma\to 0}\gamma=0;\lim_{r\to 0}\gamma=0$. С одной стороны, имеем на бесконечности времени скорость сферического тела равна скорости света, а с другой стороны имеем значение скорости тела, бесконечно узкому в направлении движения, равной бесконечности. Значит, для конечного тела установится промежуточное значение скорости, по модулю большее скорости света.

Если записать уравнение движения продолговатого тела, то получим

$$\frac{V^2}{c^2}=\frac{(\int\frac{Fdt}{mc})^2}{1+(\int\frac{Fdt}{mc})^2\gamma};\gamma=\frac{\exp(-r^2/2\sigma^2)r}{\sigma\sqrt{2\pi}}. \qquad (3)$$

Влияние узкого тела аппроксимируется дельта функции, умноженной на радиус. Минимум максимальной скорости для узкого тела при действительной силе определяется по формуле $\frac{1}{\beta^2}=\gamma=\frac{\exp(-r^2/2\sigma^2)}{\sigma\sqrt{2\pi}}r$. При поперечном радиусе тела, равном нулю достигается максимальная скорость, при поперечном радиусе конечном, образуется конечная групповая скорость тела, больше скорости света и максимум скорости тела при действительной силе равен его групповой скорости. При радиусе тела равном продольному размеру тела максимум скорости тела равен скорости света $\gamma = 1$. Скорость света достигается при сферическом радиусе тела, равном продольному.

Но существуют простые физические соображения, описывающие увеличение скорости света в узком пространстве. Телесный угол распространения электромагнитной волны в сфере равен $\Delta\varphi$. В случае если сферу растянуть вдоль оси z, то телесный угол уменьшится и станет равным $\frac{\Delta\varphi a^2}{a_z^2}$, где a радиус не растянутой сферы, величина a_z длина растянутой части сферы. Плотность импульса электромагнитной волны пропорциональна скорости света и плотности электромагнитной волны. Так как сфера определяет скорость распространения, равную скорости света, значит в случае вытянутой сферы - эллипсоида с круговым сечением групповая скорость распространения $c_F \frac{\Delta\varphi a^2}{a_z^2} = c\Delta\varphi$, при этом происходит распространение вдоль оси z с увеличенной групповой скоростью $c_F = c\frac{a_z^2}{a^2}$. При этом скорость распространения вдоль другой оси уменьшится и будет равна $c_F = c\frac{a^2}{a_z^2}$ из тех же самых рассуждений. Обобщает выведенные формулы полученная зависимость в случае кругового сечения $a_x = a_y = a$ имеем формулу $c_F = c(\frac{a_z^2}{a^2}\cos^2\theta + \frac{a^2}{a_z^2}\sin^2\theta)$, которая при условии $\theta = 0$ определяет продольную скорость, а при $\theta = \pi/2$ поперечную скорость с правильной формулой для групповой скорости шара.

Общая формула для скорости распространения

$$c_F = c(\frac{a_z^2}{a_x^2\cos^2\varphi + a_y^2\sin^2\varphi}\cos^2\theta + \frac{a_x^2\cos^2\varphi + a_y^2\sin^2\varphi}{a_z^2}\sin^2\theta)\,. \qquad (4)$$

В случае равенства всех осей эллипсоида, получается скорость света, как и следовало ожидать. В случае сферы $a_x = a_y = a = a_z$ имеем $c_F = c$. Где углы θ, φ определяют направление световой скорости.

Данное описание включает и тарелку при определенном угле $a / a_z >> 1, a_x = a_y = a, \theta = \pi / 2$.

Разрешим уравнение (3) относительно скорости, считая, что начальная скорость равна нулю, получим введя константу, учитывающую продолговатый размер тела

$$\beta^2 \gamma \Phi^2 + \beta^2 - \Phi^2 = 0, \Phi = \int_0^t \frac{Fdt}{mc}; \beta = \frac{V}{c}$$

Откуда определяем действующий импульс

$$\Phi = \frac{\beta}{\sqrt{1 - \beta^2 \gamma}}.$$

Двигатель при этом может работать бесконечное время, приближаясь к нулю релятивистского знаменателя. Откуда определяется предельно достижимая групповая скорость при действительной силе

$$c_F = \frac{c}{\sqrt{\gamma}} = c\sqrt{\frac{\exp(r^2 / 2\sigma^2)\sqrt{2\pi}}{r}\sigma} =$$

$$= c(\frac{a_z^2}{a_x^2 \cos^2 \varphi + a_y^2 \sin^2 \varphi} \cos^2 \theta + \frac{a_x^2 \cos^2 \varphi + a_y^2 \sin^2 \varphi}{a_z^2} \sin^2 \theta); r \le \sigma$$

$$\frac{r^2}{4\sigma^2} + \ln\sqrt{\frac{\sigma\sqrt{2\pi}}{r}} \sim \ln(\frac{a_z^2}{a_x^2 \cos^2 \varphi + a_y^2 \sin^2 \varphi} \cos^2 \theta + \frac{a_x^2 \cos^2 \varphi + a_y^2 \sin^2 \varphi}{a_z^2} \sin^2 \theta);$$

$$\frac{\sigma\sqrt{2\pi}}{r} = (\frac{a_z^2}{a_x^2 \cos^2 \varphi + a_y^2 \sin^2 \varphi} \cos^2 \theta + \frac{a_x^2 \cos^2 \varphi + a_y^2 \sin^2 \varphi}{a_z^2} \sin^2 \theta)^2 >> 1$$

$$c_F = \frac{c}{\sqrt{\gamma}} = c(\frac{a_z^2}{a_x^2 \cos^2 \varphi + a_y^2 \sin^2 \varphi} \cos^2 \theta + \frac{a_x^2 \cos^2 \varphi + a_y^2 \sin^2 \varphi}{a_z^2} \sin^2 \theta)$$

Для тарелки $\theta = \frac{\pi}{2}, a_x = a_y = a$ и распространение вдоль радиуса a плоской тарелки $a_z \to 0$ получаем обратную формулу $c_F = \frac{c}{\sqrt{\gamma}} = c\frac{a^2}{a_z^2}$ и получим бесконечную скорость при условии $a_z \to 0$. При условии $a_z \to 0$ определится максимальная скорость вдоль радиуса, т.е. максимальная скорость тарелки. При этом надо выделить угол, определяющий направление скорости, определяющее неизвестным нам двигателем тела. Возможное описание этого двигателя приведено в статье [33].

Следует различать групповую скорость среды и групповую скорость тела. Групповая скорость однородной бесконечной среды не зависит от скорости ее центра тяжести. Групповая скорость тела, зависит от скорости тела - опыт Физо. Как показано в статье групповая скорость тела зависит от его формы.

Но как интерпретировать подобную зависимость. Просто групповая скорость тела не является константой, а зависит от формы тела, и эта групповая скорость входит в релятивистский знаменатель. Скорость возмущения для узкого тела вдоль продольного большого размера $\theta = 0, a_x = a_y = a$ определяется по формуле

$$c_F = c\sqrt{\frac{\exp(r^2/2\sigma^2)\sqrt{2\pi}}{r}\sigma} = c\frac{a_z^2}{a^2}; \frac{r}{\sigma} = 0.7925 + 1.28268i \to \frac{a_z}{a} = 1 + 2.08 \cdot 10^{-4} i.$$

Причем формула определения групповой скорости через параметры $\frac{\exp(r^2/2\sigma^2)\sqrt{2\pi}}{r}\sigma$ определяет комплексное отношение $\frac{r}{\sigma}$ и является плохой. Правильное определение групповой скорости при формуле для эллипса формула (4). Определены значения параметров сферического тела. Определена групповая скорость продолговатого тела вдоль оси продолговатости. Необходимо получить групповую скорость произвольного тела.

Релятивистский знаменатель оказался с групповой скоростью тела, что говорит о правильности моей идеи о преобразовании Лоренца с групповой скоростью, разной для разных тел и систем координат.

Приближенное значение осей эллипса, которым моделируется произвольное выпуклое тело, определяются по формуле

$$a_z^2 = \int_0^{2\pi}\int_0^{\pi} 3z^2(\theta,\varphi)\sin\theta d\theta d\varphi / 4\pi$$

$$a_x^2 = \int_0^{2\pi}\int_0^{\pi} 3x^2(\theta,\varphi)\sin\theta d\theta d\varphi / 2\pi \; .$$

$$a_y^2 = \int_0^{2\pi}\int_0^{\pi} 3y^2(\theta,\varphi)\sin\theta d\theta d\varphi / 2\pi$$

Вычислены коэффициенты у этих формул из условия равенства квадрату радиуса для сферы

Полученные формулы будут точными для эллипсоида - вытянутого или сплюснутого, для тел другой формы они будут приближенными

$$\frac{z^2}{a_z^2}+\frac{x^2}{a_x^2}+\frac{y^2}{a_y^2}=1;\frac{z^2}{a_z^2}+\frac{r^2}{b^2}=1;z_1^2+r^2=b^2;z_1=\frac{bz}{a_z};b^2=a_x^2\cos^2\varphi+a_y^2\sin^2\varphi=\frac{a_x^4+a_y^4}{a_x^2+a_y^2};$$

$$\frac{r^2}{b^2}=\frac{x^2}{a_x^2}+\frac{y^2}{a_y^2}; \; .$$

В самом деле

$$a_z^2 = \int_0^{2\pi}\int_0^{\pi} 3z^2(\theta,\varphi)\sin\theta d\theta d\varphi / 4\pi = -\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi} 3a_z^2\cos^2\theta d\cos\theta d\varphi / 4\pi = a_z^2$$

$$a_x^2 = \int_0^{2\pi}\int_0^{\pi} 3x^2(\theta,\varphi)\sin\theta d\theta d\varphi / 2\pi = -\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi} 3a_x^2\sin^2\theta\cos^2\varphi d\cos\theta d\varphi / 2\pi = a_x^2 \; .$$

$$a_y^2 = \int_0^{2\pi}\int_0^{\pi} 3y^2(\theta,\varphi)\sin\theta d\theta d\varphi / 2\pi = -\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi} 3a_y^2\sin^2\theta\sin^2\varphi d\cos\theta d\varphi / 2\pi = a_y^2$$

Интегралы вычислены для эллипсоида.

Но надо сказать, что вычислена групповая скорость тела, а не среды. В дальней зоне тела $R > k(a_x a_y a_z)^{2/3}(\frac{a_z^2}{a_x^2 \cos^2\varphi + a_y^2 \sin^2\varphi}\cos^2\theta + \frac{a_x^2 \cos^2\varphi + a_y^2 \sin^2\varphi}{a_z^2}\sin^2\theta)$, когда справедливо приближение плоской волны, скорость света станет равной групповой скорости среды. В промежуточной зоне справедливо промежуточное значение скорости света.

Выводы

Проанализирован режим движения с релятивистским знаменателем со скоростью света. Показано, что любая вытянутая ракета имеет максимальную групповую скорость тела, больше скорости света в вакууме, значит и максимальную скорость тела равной увеличившейся групповой скорости света. Предложена формула для максимальной скорости распространения. Релятивистский знаменатель оказался с групповой скоростью света. Если писать преобразование Лоренца по вычисленной формуле, то получится бессмыслица, размер тела зависит от его формы. Поэтому надо пересчитывать вычисленные размеры в собственную систему координат, где часы, локатор и тело, определяющие расстояние неподвижные.

Глава 13. Изменение размеров сталкивающихся частиц

Сечение реакции сталкивающихся частиц зависит от их размеров и относительной скорости. Сокращение размеров не сводится к собственной системе координат, так как имеются две взаимодействующие частицы и их невозможно обеих сделать неподвижными. Вступает в силу сокращение собственных размеров в моем понимании преобразования Лоренца. Обратимся к примеру. Сечение рассеяния электрона на электроне определяется по формуле

$$d\sigma = r_e^2 \frac{m^2c^4}{\varepsilon^2}[(\frac{p^2+\varepsilon^2}{p^2})^2(\frac{1}{\sin^4\theta}-\frac{3}{4\sin^2\theta})+\frac{1}{4}+\frac{1}{\sin^2\theta}]d\Omega =$$

$$= r_e^2(1-\frac{U^2}{c^2})[(1+\frac{c^2}{U^2})^2(\frac{1}{\sin^4\theta}-\frac{3}{4\sin^2\theta})+\frac{1}{4}+\frac{1}{\sin^2\theta}]d\Omega =$$

$$= r_e^2(1-\frac{U^2}{c^2})\{[1+\frac{1}{(\varepsilon+\frac{U}{c})^2}]^2(\frac{1}{\sin^4\theta}-\frac{3}{4\sin^2\theta})+\frac{1}{4}+\frac{1}{\sin^2\theta}\}d\Omega =$$

$$= r_e^2(1-\frac{U^2}{c^2})\{[1+\frac{1}{(\varepsilon+\frac{U}{c})^2}]^2\frac{1+3\cos^2\theta}{4\sin^4\theta}+\frac{1}{4}+\frac{1}{\sin^2\theta}\}d\Omega;$$

$$V = p/m; U = \frac{2V}{1+V^2/c^2}\ \varepsilon = 1.118968$$

Значение параметра регуляризации см. [34]. В данной формуле используется изменение штрихованного размера элементарной частицы согласно идеологии, разработанной в [14]. Я считаю эту идеологию не верной см. стр. 98 раздел 5.2. Т.е. в случае относительной скорости двух тел неизменен радиус не штрихованный $r_e' = r_e\sqrt{1-\frac{U^2}{c^2}}$, а штрихованный радиус сокращается. Этот результат получается из-за невозможности одновременно координаты двух частиц пересчитывать в штрихованную систему координат, причем эти две частицы взаимодействуют и составляют единое целое. Формула сокращения штрихованного размера с изменением относительной скорости проверена экспериментально и кроме того, сомневаться в ее выводе нет оснований.

Надо записывать уравнение Лоренца для центра инерции системы, который находится в инерциальной системе координат. Надо использовать преобразование Лоренца для импульса и энергии в системе центра инерции. Тогда для координат центра инерции имеем преобразование Лоренца.

$$\Delta x = \frac{\Delta x' + U\Delta t'}{\sqrt{1-U^2/c^2}}$$

$$\Delta t = \frac{\Delta t' + \frac{U\Delta x'}{c^2}}{\sqrt{1-U^2/c^2}}$$

Процесс измерения не штрихованной двигающейся системы координат происходит при ускоренном относительном движении двух сталкивающихся элементарных частиц $\Delta t = \Delta V / a \to 0$ и значит при малом приращении времени t, откуда имеем

$$\Delta t' = -\frac{U\Delta x'}{c^2}$$

Значит имеем $\Delta x = \Delta x' \dfrac{1 - U^2 / c^2}{\sqrt{1 - U^2 / c^2}} = \Delta x' \sqrt{1 - U^2 / c^2}$. Получается, что расстояние в двигающейся системе координат центра инерции двух тел сокращается по отношению к неподвижной системе координат. В случае движения с постоянной скоростью приращение времени в не штрихованной системе велико $\Delta t = \lim\limits_{a \to 0} V / a \to \infty$ и момент малого приращения времени отсутствует. В случае массивного тела, двигающегося с постоянной скоростью, она является средней скоростью частиц тела, среднее ускорение стремится к нулю и приращение времени велико, и эффект уменьшения расстояния относительно неподвижной системы отсчета отсутствует.

Получается следующая формула для изменения координат системы

$$\Delta x = \Delta x' \frac{\exp(-\dfrac{a_0}{a})\sqrt{1 - U^2 / c^2} + \exp(-\dfrac{a}{a_0})\dfrac{1}{\sqrt{1 - U^2 / c^2}}}{\exp(-\dfrac{a_0}{a}) + \exp(-\dfrac{a}{a_0})};$$

$$a_0 = \int\limits_{-T}^{T} a(u)du / 2T; | a(\pm T) |= \varepsilon a_0; 0 < \varepsilon << 1$$

Где величина T конечное время взаимодействия, до момента времени почти нулевого ускорения.

При ускоренном относительном движении приращение не штрихованной координаты мало и имеем $\Delta x' = -U\Delta t'$. И время определяется по формуле

$$\Delta t = \Delta t' \frac{1 - U^2 / c^2}{\sqrt{1 - U^2 / c^2}} = \Delta t' \sqrt{1 - U^2 / c^2}$$

Получается, что время в двигающейся системе координат центра инерции двух тел уменьшается по отношению к неподвижной собственной системе координат. Но это эффект ускорения, внутри движения с постоянной скоростью центра инерции. Эта неоднородность и приводит к аномальному уменьшению времени относительно неподвижного объекта. Имеем следующую формулу для приращения времени в случае движения центра инерции со скоростью U

$$\Delta t = \Delta t' \frac{\exp(-\frac{a_0}{a})\sqrt{1 - U^2 / c^2} + \exp(-\frac{a}{a_0})\frac{1}{\sqrt{1 - U^2 / c^2}}}{\exp(-\frac{a_0}{a}) + \exp(-\frac{a}{a_0})}$$

Интересно равноускоренное движение одиночной частицы. Штрихованная и не штрихованные координаты связаны соотношением

$$\sinh \frac{at'}{c} = \frac{at}{c}$$

При малой скорости частицы штрихованное и не штрихованное время совпадает. При увеличении скорости время двигающейся не штрихованной системы координат больше, а время неподвижной собственной системы отсчета имеет минимум. Причем в [14] собственным временем называют время неподвижной штрихованной системы координат, противореча самим себе. А собственной системой отсчета называют не штрихованную, в каждый момент времени. Вот такая логика.

Глава 14

Преобразование Лоренца при наличии собственной гравитации

Одиночное тело, каким бы массивным оно не было описывается инерциальной системой координат. Это значит, что метрика этого тела описывается метрическим тензором Галилея и для одиночного тела произвольной массы справедливо преобразование Лоренца. Но как же быть с метрикой одиночного тела в виде решения Шварцшильда. Оказывается, метрику Шварцшильда можно привести к виду метрики Галилея и определить для метрики Галилея преобразование Лоренца. В начальные моменты времени время меняется экзотически и может быть мнимым, а на бесконечности времени время Шварцшильда совпадает с временем системы координат Галилея.

Запишем метрику одиночного тела см. [36], глава 5,§1, формулы (22),(23)

$$ds^2 = c^2(1-\frac{r_g}{r})dt^2 - 2\sqrt{\frac{r_g}{r}}cdtdr - dx^2 - dy^2 - dz^2.$$

Составим дифференциальное уравнение по определению времени в метрическом тензоре Галилея

$$\frac{d\tau}{dt} = \sqrt{1-\frac{r_g}{r} - 2\sqrt{\frac{r_g}{r}}\frac{dr}{cdt}}.$$

Эта формула справедлива при любом изменении x, y, z.

Тогда имеем метрический интервал

$$ds^2 = c^2 d\tau^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2 = c^2[1-\frac{r_g}{r} - 2\sqrt{\frac{r_g}{r}}\frac{dr}{cdt}]dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2;$$

$$ds = cd\tau\sqrt{1-(\frac{dr}{cd\tau})^2};$$

$$\frac{du^r}{ds} = 0; \frac{du^r}{cd\tau\sqrt{1-(\frac{dr}{cd\tau})^2}} = 0; u^r = const = \frac{dr}{ds} = \frac{dr}{cd\tau\sqrt{1-(\frac{dr}{cd\tau})^2}};$$

$$\frac{dr}{d\tau} = \frac{u^r}{\sqrt{1+(u^r)^2}}$$

В общем случае радиус зависит от времени.

В случае радиуса, зависящего от времени, получаем следующие формулы. Это формулы разлета тела от точки Большого взрыва.

Тогда имеем дифференциальное уравнение по определению координаты τ

$$\frac{d\tau}{dt} = \lim_{\tau\to\infty}\sqrt{1-\frac{r_g}{r}-2\sqrt{\frac{r_g}{r}}\frac{dr}{cdt}} = \sqrt{1-\frac{r_g}{r(\tau)}-2\sqrt{\frac{r_g}{r(\tau)}}\frac{\dot{r}(\tau)}{c}\frac{d\tau}{dt}} = 1$$

Это приводит к квадратному уравнению

$$(\frac{d\tau}{dt})^2 + 2\sqrt{\frac{r_g}{r(\tau)}}\frac{\dot{r}(\tau)}{c}\frac{d\tau}{dt} - 1 + \frac{r_g}{r(\tau)} = 0\,.$$

Решение которого является функция

$$\frac{d\tau}{dt} = -\sqrt{\frac{r_g}{r(\tau)}}\frac{u^0}{c} + \sqrt{\frac{r_g}{r(\tau)}(\frac{\dot{r}(\tau)}{c})^2 + 1 - \frac{r_g}{r(\tau)}}\,.$$

Это дифференциальное уравнение определяет растущую со временем функцию

$$\tau = \tau(t, t_0, \tau_0) > \tau_0, r(\tau_0) > r_g\,.$$

Декартова система координат построена, а с ней и инерциальная система координат. Изменение темпа времени опишет гравитационное поле, и в новых координатах тело будет двигаться с постоянной скоростью по инерции. Отмечу, что скорость пробной частицы постоянная в случае отсутствия вращения и скорость частицы переменная $u^r = \dot{r}(\tau)\frac{d\tau(t)}{dt}$ и только на бесконечности времени скорость равна константе. Но основная задача вычислить поле на бесконечности времени, поэтому скорость рассматриваем как константу. Решение получится не точным при конечном времени, но мнимость решения на конечном времени правильная. При не выполнении условий $r(\tau_0) > r_g$, в более ранние моменты времени, стремится к нулю и возникает комплексное решение.

$$\frac{\sqrt{\tau}d\tau}{dt} = -\sqrt{\frac{r_g}{u_0}}\frac{u_0}{c} + \sqrt{\frac{r_g}{u_0}(\frac{u_0}{c})^2 + \tau - \frac{r_g}{u_0}}; u_0 = const;$$

Воспользуемся асимптотикой этого решения

$$\tau^{3/2} = -\sqrt{\frac{r_g}{u_0}}\frac{3u_0 t}{2c} + [\frac{r_g}{u_0}(\frac{u_0}{c})^2 + t - \frac{r_g}{u_0}]^{3/2}; t > t_0; t_0 = \frac{r_g}{u_0}[1 - (\frac{u_0}{c})^2]$$

Получим действительное решение на бесконечности времени вне момента времени t_0. Найдем решение в окрестности нуля времени

$$\tau^{3/2} = \{-\sqrt{\frac{r_g}{u_0}}\frac{3u_0}{2c} + \frac{3}{2}i[\frac{r_g}{u_0} - \frac{r_g}{u_0}(\frac{u_0}{c})^2]^{1/2}\}t$$

Общее решение запишется в виде

$$\tau^{3/2} = -\sqrt{\frac{r_g}{u_0}}\frac{3u_0}{2c}t + \frac{3}{2}i[\frac{r_g}{u_0} - \frac{r_g}{u_0}(\frac{u_0}{c})^2]^{1/2} t \frac{\exp(-t^2/t_0^2)}{\exp(-t^2/t_0^2) + \exp(-t_0^2/t^2)} +$$
$$+ [\frac{r_g}{u_0 t}(\frac{u_0}{c})^2 + 1 - \frac{r_g}{u_0 t}]^{3/2} t^{3/2} \frac{\exp(-t_0^2/t^2)}{\exp(-t^2/t_0^2) + \exp(-t_0^2/t^2)}$$

Получилось действительное время вне момента времени t_0 и комплексное время внутри момента времени t_0. Момент времени t_0 – это критическое число, до которого наступает комплексное, турбулентное решение, при учете малой мнимой шероховатости у гравитационного радиуса. Мнимая часть турбулентного решения описывает вращение тела, и тело внутри момента времени t_0 вращается, со скоростью, близкой к скорости света. При большом времени получается линейная зависимость времени системы координат Галилея. Получается, что при большом времени образуются координаты Галилея с обычным временем и происходит движение по инерции. Отличия времени проявляются в начальный момент времени. В начальный момент времени, время комплексное, нелинейное. Оно описывает момент после

Большого взрыва. В момент Большого взрыва не было движения по инерции, вернее движение одиночного тела было турбулентное, комплексное с колебаниями с нелинейным временем. По мере течения времени устанавливалась линейная зависимость от времени, и значит время и координаты Галилея.

Построена зависимость времени системы Галилея в случае зависимости радиуса от времени. В случае зависимости радиуса от времени, при бесконечности времени имеем совпадение времени системы Шварцшильда с временем системы Галилея на бесконечности времени и радиуса. При этом в начальные моменты времени, в случае зависимости радиуса от времени, время меняется экзотически и может быть мнимым.

Получается, что на бесконечности времени система координат декартовая и кривизна пространства равна нулю. Но это справедливо на удалении от материальных тел. Вблизи материальных тел метрика соответствует формулам с постоянным радиусом $\frac{r_g}{r} << 1$, но если радиус функция времени, то на бесконечности времени имеем пространство Галилея. Но если радиус сохраняется и значит происходит движение по окружности, т.е. имеются силы инерции, которые компенсируют силы тяготения и тело находится в невесомости, значит для него справедлив тензор Галилея с преобразованием Лоренца

$$ds^2 = c^2 dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2$$

В любом случае имеем преобразование Лоренца для одиночного тела произвольной массы, где тело в штрихованной системе координат неподвижное, а в не штрихованной движется с постоянной скоростью

$$x_1 = \frac{x_1' + Vt'}{\sqrt{1 - V^2 / c^2}}; t = \frac{t' + x_1' V / c^2}{\sqrt{1 - V^2 / c^2}}; x_2 = x_2'; x_3 = x_3'.$$

Отмечу, что для системы взаимодействующих тел можно построить систему координат, в которой тело будет двигаться по инерции и, следовательно, для него справедливо преобразование Лоренца см. [37] для криволинейных координат.

Движение тела по инерции описывает уравнение движения

$$\frac{du^l}{ds} + \Gamma^l_{pq} u^p u^q = 0.$$

так как символ Кристоффеля содержит особенность в координате тела, значит его надо исключить из уравнения движения и получится постоянная скорость тела, т.е. тело будет двигаться по инерции, причем $x^l = u^l s, l = 0,...,3$. Так как есть гравитационное поле вне центра инерции тела, время изменит свое значение, т.е. получим метрический тензор Галилея с измененным временем $[(u^0)^2 - \sum_{k=1}^{3}(u^k)^2]ds^2 = c^2 d\tau^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2 = ds^2; (u^0)^2 - \sum_{k=1}^{3}(u^k)^2 = 1$.

Список литературы

1. *Schewe P., Riordon J., Stein B*. The Most Precise Test Yet of Special Relativity, Physics News Update, №590, #1,2002
2. *W. Gordon*, Ann der Phys. 72,421,(1923)
3. *Leonhardt U. and Piwnicki P.,* Optics of no uniformly moving media Phys. Rev., **A 60**,4301-4312 (1999)
4. *Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М.* Электродинамика сплошных сред. М.: «Наука», т.VIII, 1992, 64с.
5. *Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М.* Гидродинамика, т.VI, М.-, «Наука», 1988г.,

6. Якубовский Е.Г. Формула для энергии звуковых квазичастиц «Энциклопедический фонд России», 2016,7 стр., http://russika.ru/sa.php?s=1070
7. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М., Теоретическая физика т. IX, Лифшиц Е.М., Питаевский Л.П. Статическая физика, часть II, Теория конденсированного состояния М.: Наука, 1978, 448 стр.
8. Alexandre A. Martins Fluidic Electrodynamics: On parallels between electromagnetic and fluidic inertia arxiv.org/pdf/1202.4611; 2012
9. Якубовский Е.Г. Существование предела скорости при движении в газе и жидкости. «Энциклопедический фонд России», 2016, 17 стр. http://russika.ru/sa.php?s=1047
10. *Гладун А.Д.* Элементы релятивистской механики. М.: МФТИ, 2012г., 37стр.
11. Сивухин Д.В. Общий курс физики Т.3 Электричество. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004, 656 стр.
12. Якубовский Е.Г. Квантовая механика в комплексном пространстве. «Международный журнал экспериментального образования», №9, часть 2, 2016, стр.255-268 http://www.expeducation.ru/pdf/2016/9-2/10491.pdf
13. *Якубовский Е.Г.* ЧАСТИЦЫ ВАКУУМА, ОПИСЫВАЮЩИЕ СВОЙСТВА ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ И ПОЛЯ Реферативный журнал «Научное обозрение» 2016, т.2, стр.58-80, http://science-review.ru/abstract/pdf/2016/2/662.pdf
14. *Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М.* Теория поля т.II, Наука, М.,1973,564с.
15. Альберт Эйнштейн, Собрание научных трудов, том 1, Изд-во "Наука", Москва, 1965 г, "К парадоксу Эренфеста", с.187

16. V.N. Gribov Space-time description of the hadron interaction at high energies. arXiv:hep-ph/0006158

17. Скалли М.О, Зубайри М.С. Квантовая оптика. М.: Физматлит, 2003г. 510с.

18. Ландау Л.Д. Лифшиц Е.М. Теория упругости, М.: Наука, 1987г., 248стр.

19. Якубовский Е.Г. Добавление новых членов в уравнение Максвелла, позволяющих описывать квантовые эффекты и определяющих комплексное решение. «Энциклопедический фонд России», 2016, 22стр. http://russika.ru/sa.php?s=989

20. Якубовский Е.Г. По поводу преобразований Лоренца. «Энциклопедический фонд России», 2017, 82 стр. http://russika.ru/sa.php?s=1227

21. *Якубовский Е.Г.* Исследование решений уравнения Навье – Стокса, "Энциклопедический фонд России", 2016, 60с., http://russika.ru/sa.php?s=868

22. Якубовский Е.Г. Общая теория гравитационного и электромагнитного поля. «Энциклопедический фонд России», 2015, 19 стр. http://russika.ru/sa.php?s=434

23. Якубовский Е.Г. Искривление пространства за счет быстрого изменения формы тел в атмосфере и в океане. «Энциклопедический фонд России», 2016, 18 стр. http://russika.ru/userfiles/390_1456848560.pdf

24. Якубовский Е.Г. Новые области использования звуковых волн в физических процессах. «Энциклопедический фонд России», 2018, 128стр. http://russika.ru/userfiles/390_1523184077.pdf

25. Якубовский Е.Г. Исследование решения уравнения Навье – Стокса II. «Энциклопедический фонд России», 2016, 61 стр. http://russika.ru/userfiles/390_1509211918.pdf

26. Якубовский Е.Г. Преобразование произвольного тела в сферу комплексного радиуса. «Энциклопедический фонд России», 2017, 18 стр. http://russika.ru/userfiles/390_1492726821.pdf

27. Фейнберг Е.Л. МОЖНО ЛИ РАССМАТРИВАТЬ РЕЛЯТИВИСТСКОЕ ИЗМЕНЕНИЕ МАСШТАБОВ ДЛИНЫ И ВРЕМЕНИ КАК РЕЗУЛЬТАТ ДЕЙСТВИЯ НЕКОТОРЫХ СИЛ? УФН, т.116, вып.4. 1975г.

28. Lorentz H. Attempt of a Theory of Electrical and Optical Phenomena in Moving Bodies. Section 2. Application to Electrostatics. https://en.wikisource.org/wiki/Translation:Attempt_of_a_Theory_of_Electrical_and_Optical_Phenomena_in_Moving_Bodies

29. Якубовский Е.Г. Противоречие в определении *энергии* частицы «Энциклопедический фонд России», 2018, 7 стр. http://russika.ru/userfiles/390_1565646977.pdf

30. Якубовский Е.Г. Анизотропная масса тела «Энциклопедический фонд России», 2019, 6 стр. http://russika.ru/userfiles/390_1576224837.pdf

31. Якубовский Е.Г. Свойства единой теории электромагнитного, гравитационного и звукового поля «Энциклопедический фонд России», 2020, 4 стр. http://russika.ru/userfiles/390_1575373042.pdf

32. Якубовский Е.Г. Описание с помощью частиц вакуума квантовой механики и с помощью элементарных частиц квантового состояния организма «Энциклопедический фонд России», 2020, 6 стр. http://russika.ru/userfiles/390_1589227731.pdf

33. Якубовский Е.Г. Следствия из энергии диполя или обоснование идеи Николы Тесла «Энциклопедический фонд России», 2020, 8 стр. http://russika.ru/userfiles/390_1585399514.pdf

34. Якубовский Е.Г. Комплексный размер элементарных частиц «Энциклопедический фонд России», 2020, 3 стр. http://russika.ru/userfiles/390_1602832380.pdf

35. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика том IV, Квантовая электродинамика М.: Наука, 1989г, 728стр.

36. В.А. Брумберг Релятивистская небесная механика М.: Наука, 1972, 382с

37. Якубовский Е.Г. Аналогии между ОТО и СТО «Энциклопедический фонд России», 2019, 10стр. http://russika.ru/userfiles/390_1607027815.pdf