СТО как частный случай теории эфира.

«Есть два основополагающих закона: один общий, другой частный. Согласно общему, каждый может, если постарается, добиться того, чего хочет. Согласно же частному, каждый человек в отдельности является исключением из закона общего.»

Сэмюэл Батлер.

Всяк любопытный до физических теорий начинает их познание , иногда глубокое , и зачастую не очень , с классической механики. Многими эта вершина совершенства мысли человеческой покоряется , и ее хватает на остальные ценности бытия. Но тех кому и этого мало неутоленная жажда истины толкает на безвозмездное познание и остальных дисциплин физики, и тут уж мало кто обходит СТО – специальную теорию относительности Эйнштейна. Пожалуй эта единственная теория которая почти всех не оставляет равнодушным. Помимо удивительных фокусов она способна дать пытливому уму и уйму поводов для размышлений.

Мы не собираемся нарушать обычный порядок познания теоретической физики, и плавно опустимся к СТО с поднебесных вершин механики классической.

Все кто глубоко познавал теоретическую классическую механику рано или поздно приходит к чувству ее раздвоенности, и отсутствию ее логической связанности. Судите сами. В наше время основным ее постулатом служит принцип наименьшего действия, который гласит. Механическая система характеризуется определенной функцией времени t, скоростей $v(t)=\frac{dr}{dt}$ и координат $r(t)$, называемой функцией Лагранжа $L(r(t),v(t),t)$. Движение системы удовлетворяет следующему условию. Если система в моменты времени $t=t_1, t=t_2$ занимает определенные положения, определяемые двумя наборами координат $r_1(t_1), r_2(t_2)$, тогда между этими положениями система движется таким образом, чтобы интеграл

$$s=\int_{t_1}^{t_2} L(r(t),v(t),t)\,dt \text{ ;(1)}$$

, имел наименьшее значение. Это условие приводит к следующим уравнениям движения

$$\frac{d}{dt}\frac{\partial L}{\partial v}-\frac{\partial L}{\partial r}=0 \text{ ;(2)}$$

, это уравнение Лагранжа, обобщение уравнение Ньютона для произвольной системы координат. Справедливость этого уравнения доказана в бесчисленных опытах, и сейчас не вызывает ни у кого сомнения. Описанный принцип имеет имя собственное - принцип наименьшего действия.

Однако в классической механике есть ложка дегтя. Переходя к рассмотрению понятия энергии ее удается ввести в теорию при одном условии. Приходится принять что функция Лагранжа , замкнутой системы, не зависит от времени явно, то есть записывать ее в виде $L(r(t),v(t))$!? Отсюда следует что ее полная производная по времени не содержит частной производной по времени

$$\frac{dL}{dt}=\frac{\partial L}{\partial r}v+\frac{\partial L}{\partial v}\frac{dv}{dt}=\frac{\partial L}{\partial r}v+\frac{\partial L}{\partial v}a\text{;(3)}$$

, здесь $a=\frac{dv}{dt}=\frac{d^2r}{dt^2}$ ускорение.

Заменяя производные $\partial L/\partial r$ согласно (2) можно прийти к выражению

$$\frac{d}{dt}\left(v\frac{\partial L}{\partial v}-L\right)=0\text{; (4)}$$

Следовательно величина в скобках постоянная, ей и приписывают значение энергии E

$$E=v\frac{\partial L}{\partial v}-L\text{;(5)}$$

Все это безукоризненно для замкнутых систем, а для не замкнутых тоже справедливо? Однозначного ответа нет. Получается парадокс не менее внушительный чем парадоксы СТО . Судите сами. Если мы рассматриваем не замкнутую систему то энергии в ней вроде как-бы и нет , ведь выражение (5) строго применимо к замкнутой системе. Но тогда достаточно обнести нашу систему забором и энергия в ней сразу возникнет!?

Закон сохранения энергии (4) даже более фундаментальный, чем уравнения Лагранжа классической механики, он работает во всех теориях физических взаимодействий . Ни он, ни принцип наименьшего действия не вызывают ни малейших сомнений в своей справедливости. Но … обратите внимание что при выводе закона сохранения энергии мы пользовались функцией $L(r(t),v(t))$, которая от времени не зависит явно , а в принципе наименьшего действия рассматривали функцию $L(r(t),v(t),t)$, которая от времени зависит явно !? В одном случае мы считаем что функция Лагранжа не зависит от времени явно , а в другом наоборот ? Любопытно что в обеих случаях мы получаем правильный результат !? Так какова функция Лагранжа на самом деле, в смысле ее зависимости от времени ? Оба подхода не позволяют дать утвердительный ответ . Остается признать что один из подходов является частным , то есть не отражающим всю совокупность механических закономерностей, но тогда классическая механика нуждается в более строгой формулировке. Но в какой именно ? Ответ на это вопрос будем искать в ее углубленном варианте , в механике СТО.

СТО обязана своим появлением на свет попыткам объяснения удивительного теоретического факта электродинамики, независимости скорости света в вакууме c от движения его источника , или в более общем случае скорости инерциальной системы , в которой этот источник находится. Еще более удивительно то что опыт подтверждает этот парадоксальный теоретический вывод , фундаментом которого является волновое уравнение для свободного электромагнитного поля A

$$\frac{\partial^2 A}{\partial r^2}c^2 - \frac{\partial^2 A}{\partial t^2} = 0\,;(6)$$

СТО вводит поправки в классическую механику , зависящие от скорости движения инерциальной системы отсчета V, в которой находится механическая система. Эти поправки выводятся на основе фундаментального понятия СТО , интервала , являющегося скаляром, и таким образом неизменной величиной во всех системах координат. Интервал определяют как

$$s_{12} = \left(c^2 t_1^2 - r_1^2\right) - \left(c^2 t_2^2 - r_2^2\right);(7)$$

Как видим интервал определяется разностью значений величины

$$S = c^2 t^2 - r^2;(8)$$

Но опять таки , интервал по сути постулируется , ни выражение (7), ни (8) не являются решениями какого либо уравнения теоретической физики. Интервал был введен Минковским из геометрических соображений, и только затем была обнаружена его чрезвычайная польза для физики !? Таким образом , поправки СТО в уравнения классической механики базируются на понятии интервала , а он в свою очередь имеет лишь опосредованное отношение к физической теории, то есть не следует из нее явно. Но тогда искать ответ на наш вопрос в рамках СТО бессмысленно. Тем не менее мы должны принять во внимание то обстоятельство что , поправки СТО в классическую механику хорошо работают , а значит отвергать фундаментальность понятия интервала нет нужды. Скорее нам нужно теоретически обосновать его , то есть сделать его следствием физической , а не геометрической , теории. К тому же обе теории обратимы во времени , а опыт показывает что физические процессы во времени необратимы.

Мы принимаем неизменным первый постулат СТО гласящий , все физические явления одинаковы в системах покоящихся или движущихся поступательно с постоянной скоростью. Такие системы называются инерциальными системами. Из того что инерциальная система движется поступательно следует что она не вращается как целое , то есть ее радиальное ускорение равно нулю, а из того что она либо покоится, либо движется с постоянной скоростью следует что и тангенциальное ее ускорение также равно нулю. Таким образом , общим признаком всех инерциальных систем является равенство нулю ее ускорений. Это обстоятельство весьма просто выразить математически . По аналогии с принципом наименьшего действия принимаем что механические свойства системы могут быть описаны функцией времени t , и координат r . В общем случае координаты могут зависеть от времени $r(t)$, поэтому наиболее общей функцией является функция $S(r(t),t)$. По смыслу первая полная производная от такой функции есть скорость

$$\frac{dS(r(t),t)}{dt}=\frac{\partial S}{\partial r}\frac{dr}{dt}+\frac{\partial S}{\partial t}=\frac{\partial S}{\partial r}v+\frac{\partial S}{\partial t}=V\text{ ;(9)}$$

, здесь v скорость объекта инерциальной системы, V скорость инерциальной системы как целого.Очевидно что если инерциальная система содержит один объект то $v=V$. В более общем случае это уравнение пишется как

$$\frac{dS(r_1(t)...r_n(t),t)}{dt}=\sum\frac{\partial S}{\partial r_i}\frac{dr_i}{dt}+\frac{\partial S}{\partial t}=\sum\frac{\partial S}{\partial r_i}v_i+\frac{\partial S}{\partial t}=V\text{ ;(9,1)}$$

, но мы здесь, в целях упрощения, будем пользоваться (9).

Так как ускорение инерциальной системы равно нулю, а ускорение A это вторая полная производная по времени от функции времени и координат, то пишем

$$\frac{d^2S(r(t),t)}{dt^2}=\frac{\partial^2 S}{\partial r^2}v^2+2\frac{\partial^2 S}{\partial r\partial t}v+\frac{\partial^2 S}{\partial t^2}=A=0\text{ ; (10)}$$

Мы математически выразили принцип относительности , поэтому называем уравнение(10) уравнением принципа относительности, или сокращенно уравнением ПО. Это уравнение нелинейно по скорости , поэтому из него немедленно следует существование максимальной скорости , которую мы найдем дифференцируя (10) по скорости, равенство нулю производной , то есть условие максимума , получается автоматически

$$\frac{d}{dv}\left[\frac{d^2S\left(r\left(t\right),t\right)}{dt^2}=0\right]=2\frac{\partial^2 S}{\partial r^2}v+2\frac{\partial^2 S}{\partial r\partial t}=0 \text{ ;(11)}$$

Значение v вычислить теоретически не представляется возможным , поэтому берем его опытное значение , равное скорости света в пустоте c , и , для этого случая , пишем уравнение ПО в виде

$$\frac{\partial^2 S}{\partial r^2}c^2+2\frac{\partial^2 S}{\partial r\partial t}c+\frac{\partial^2 S}{\partial t^2}=0 \text{ ;(12)}$$

Частным решением этого уравнения является … интервал.

$$S=r^2-c^2t^2 \text{ ; (13)}$$

Таким образом , в рамках уравнения ПО , интервал является следствием теории , а не ее постулатом. К тому же и второй постулат Эйнштейна , о предельности скорости света , также оказывается излишним , и является следствием теории. Нам удалось избавить теорию от двух постулатов , что само по себе уже результат. Но из решения (13) , которое в дальнейшем называем интервальным , следует что общее решение уравнения ПО может включать в себя функции которые зависят только от координат $S_r\left(r\right)$, или времени $S_t\left(t\right)$, то есть общее решение уравнения ПО выглядит следующим образом

$$S=S_{rt}\left(r\left(t\right),t\right)+S_r\left(r\right)+S_t\left(t\right) \text{;(14)}$$

Из (13) следует что мы можем даже принять что интервальное решение распадается на две функции

$$S_r\left(r\right)=r^2;S_t\left(t\right)=c^2t^2 \text{ ;(15)}$$

Теперь ищем частные решения зависящие уже от обеих переменных. Этими решениями будет любая не менее дважды дифференцируемая функция от перемененной $\left(r-ct\right)$. Напишите любую, дважды дифференцируемую, функцию от одной переменной x, например квадратное уравнение , замените в нем x на $\left(r-ct\right)$, и вы получите частное решение уравнения ПО.

Таким частными решениями уравнения ПО являются волновое решение, то есть плоская волна вида

$$S = A\cos(r - vt)\ ;(16)$$

, и корпускулярное решение,

$$S = (r - vt)^2 = R^2;(17)$$

, это корпускула радиуса R , движущаяся со скоростью v. Подчеркнем что функции от переменной вида $(r + ct)$, решением уравнения ПО не будут . Например, приходящая из бесконечности в точку волна вида

$$A = B\cos(r + vt);(16.1)$$

, является решением волнового уравнения (6), несмотря на свою физическую абсурдность, ведь такая волна не имеет своего источника , он где-то в бесконечности. Вообще говоря это не тривиальный результат, он указывает что время в уравнении ПО необратимо. В волновых уравнениях не рассматривают корпускулярные решения , ведь уравнение (17) имеет смысл корпускулы , являясь решением волнового уравнения . Но решением волнового уравнения является также и функция

$$S = (r + vt)^2;$$

, которая не имеет смысла корпускулы. Поэтому утверждать что волновое уравнение имеет строго корпускулярное решение невозможно, и такие решения опускаются , а потом мучительно долго ищутся например объяснения природы шаровой молнии , которая на опыте есть сфера , но в теории электродинамики не существует.

В целях упрощения мы первоначально рассмотрим только сумму корпускулярного решения , и решений (15) , пишем

$$S = (r - ct)^2 + r^2 - c^2t^2;(18)$$

С точки зрения динамики это решение нельзя признать удовлетворительным. Для динамики фундаментальное значение имеют взаимодействия , а как показывает опыт взаимодействия зависят еще от одной величины – массы m . Поэтому в решение (18) желательно ввести массу. Мы можем сделать это не противоречивым с принципом наименьшего действия способом . Из принципа наименьшего действия (1) , следует что функцию Лагранжа можно рассматривать как производную действия s по времени , то есть

$$L = ds/dt;$$

Частная производная по времени , от последнего члена в (18), имеет вид

$$\frac{\partial S_t}{\partial t} = \frac{\partial c^2 t^2}{\partial t} = c^2 t \text{ ;(19)}$$

Умножая это равенство на массу m получим в размерностях аналог действия , то есть можно например написать

$$\hbar = m\frac{\partial S_t}{\partial t} = m\frac{\partial c^2 t^2}{\partial t} = mc^2 t \text{ ;(20)}$$

, здесь $\hbar$ - наименьшая величина действия в природе , постоянная Планка (не путать с постоянной планкой рекорда прыжков в высоту). Но тогда все выражение (18) также нужно умножить на массу

$$S = m(r - ct)^2 + mr^2 - mc^2 t^2 \text{ ;(21)}$$

Чтобы без корня внести массу в скобки целесообразно взять ее квадрат m^2 , а еще лучше умножить все выражение на величину $m^2 c^2$

$$S = \left(rmc - mc^2 t\right)^2 + m^2 c^2 r^2 - m^2 c^4 t^2 = s^2 \gg \hbar^2 \text{ ;(22)}$$

, ибо тогда все члены выражения получают смысл квадрата действия. Тогда в безразмерном виде решение уравнения ПО можно написать в виде

$$S = \left(r\frac{mc}{\hbar} - \frac{mc^2}{\hbar}t\right)^2 + \frac{m^2 c^2 r^2}{\hbar^2} - \frac{m^2 c^4 t^2}{\hbar^2} = \frac{s^2}{\hbar^2} \text{ ;(23)}$$

Раскрывая радиус-вектор $r^2 = x^2 + y^2 + z^2$ видим что член $\frac{m^2 c^2 r^2}{\hbar^2}$ распадается на три члена , поэтому последний член также нужно либо умножить на три ,

$$S = \left(r\frac{mc}{\hbar} - \frac{mc^2}{\hbar}t\right)^2 + \frac{m^2 c^2 r^2}{\hbar^2} - 3\frac{m^2 c^4 t^2}{\hbar^2} \text{ ;(24)}$$

, либо принять что в последнем члене квадрат скорости света распадается на три проекции . При условии $c^2 = c^2 a_x^2 + c^2 a_y^2 + c^2 a_z^2$ уравнение (22) можно написать в виде

$$S = \left(rmc - mc^2 t\right)^2 + m^2 c^2 \left(x^2 + y^2 + z^2\right) - m^2 c^2 t^2 \left(c^2 a_x^2 + c^2 a_y^2 + c^2 a_z^2\right)$$

Взяв от последнего члена вторую частную производную по времени можем написать уравнение ПО в виде

$$\frac{\partial^2 S}{\partial r^2}c^2 + 2\frac{\partial^2 S}{\partial r \partial t}c + \frac{\partial^2 S}{\partial t^2} - 2\frac{m^2 c^4}{\hbar^2} = 0\text{;(25)}$$

В случае волнового решения (16) это уравнение упрощается до волнового уравнения

$$\frac{\partial^2 S}{\partial r^2}c^2 - \frac{\partial^2 S}{\partial t^2} = 2\frac{m^2 c^4}{\hbar^2}S\text{;(26)}$$

В теоретической физике известно похожее уравнение

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial r^2}c^2 - \frac{\partial^2 \psi}{\partial t^2} = \frac{m^2 c^4}{\hbar^2}\psi\text{;(27)}$$

, известное как уравнение Гордона-Клейна, но с одним отличием. В уравнении Гордона-Клейна член вида $\frac{m^2 c^4}{\hbar^2}$ появляется не из физических соображений, а математических, просто чтобы это уравнение удовлетворяло релятивистскому выражению для энергии E

$$E^2 = P^2 c^2 + m^2 c^4\text{;(28)}$$

, здесь P импульс вещества. Но для уравнения ПО такое требование излишне, если мы в него введем импульс и энергию . Сделать это можно согласно соотношениям де-Бройля

$$P = \vec{k}\hbar = \hbar\frac{2\pi}{\lambda}; E = \omega\hbar\text{;(29)}$$

, здесь λ длина волны, $\vec{k}$ волновой вектор , ω циклическая частота

Написав волновое решение в безразмерном виде

$$S = A\cos\left(r\vec{k} - \vec{k}ct\right)\text{;(30)}$$

, видим что его можно переписать в виде

$$S = A\cos\left(r\frac{P}{\hbar} - \frac{P}{\hbar}ct\right)\text{;(31)}$$

По аналогии корпускулярное решение можно написать в виде

$$S = \left(r\frac{P}{\hbar} - \frac{P}{\hbar}ct\right)^2 = \left(x\frac{P_x}{\hbar} - \frac{P_x}{\hbar}ct\right)^2 + \left(y\frac{P_y}{\hbar} - \frac{P_y}{\hbar}ct\right)^2 + \left(z\frac{P_z}{\hbar} - \frac{P_z}{\hbar}ct\right)^2\text{;(32)}$$

Ввиду произвольности P такая корпускула может двигаться с любой скоростью, но не выше скорости света. Общее решение можно написать в виде

$$S=\sum\left[S\left(r_i(t),t\right)+m_i^2c^2r_i^2-m_i^2c^4t^2\right];(33)$$

В классической механике показано что частная производная по времени от действия $\partial s/\partial t=E$ есть энергия, соответственно $s=\int Edt$, если энергия постоянна $E=const$, то имеем $s=Et$, тогда $s^2=E^2t^2$ и вторая частная производная этой величины по времени есть квадрат энергии. Взяв простейшее решение вида

$$S=\left(Pct-rP\right)^2+m^2c^4t^2-m^2c^2r^2;(34)$$

, и учтя что решение уравнения ПО имеет смысл квадрата действия, а следовательно вторая частная производная от него по времени имеет смысл квадрата энергии

$$\frac{\partial^2 S}{\partial t^2}=\frac{\partial^2 s}{\partial t^2}=E^2=P^2c^2+m^2c^4;(35)$$

, убеждаемся что получаем релятивистское выражение для квадрата энергии материи с массой. Частная производная по координатам здесь имеет вид

$$\frac{\partial^2 S}{\partial r^2}c^2=P^2c^2+m^2c^4;(35.1)$$

, и также приводит к выражению для энергии,в чем проявляется симметрия между r,t .

Следовательно импульс в (34) релятивистский , и имеет значение

$$P=\frac{mv}{\sqrt{1-v^2/c^2}};\ (36)$$

, тогда сама корпускула движется со скоростью v . При $m=0$ из (34),(35) следует соотношение между импульсом и энергией безмассовых частиц $E=Pc$.

Как видим динамическая формула для релятивистской энергии может быть получена без привлечения рассмотрения движения как минимум двух инерциальных систем , для ее получения достаточно и одной инерциальной системы. Формулу для импульса мы пока не можем объяснить в рамках одной инерциальной системы , Эйнштейн получил ее при рассмотрении трех инерциальных систем, так что СТО пока крепко стоит на ногах . Но мы в дальнейшем покажем что и формулу (36) можно получить в рамках только одной инерциальной системы.

Покажем отличие уравнения ПО от волнового уравнения. Прежде всего уравнение ПО имеет интервальное решение. Но при желании от него можно избавиться. В корпускулярном решении важно лишь чтобы при переменных r,t стояли постоянные величины P, Pc , но мы можем взять и другие постоянные, например $\sqrt{P^2+m^2c^2}, c\sqrt{P^2+m^2c^2}$, и переписать корпускулярное решение в виде

$$S=\left(tc\sqrt{P^2+m^2c^2}-r\sqrt{P^2+m^2c^2}\right)^2 ;(37)$$

, ясно что в этом случае выражения (35),(35.1) сразу дадут верные значения энергии, без привлечения интервального решения. Приняв что $p=\sqrt{P^2+m^2c^2}$ Распишем (37) по координатам

$$S=\left(tcp-xp\right)^2+\left(tcp-yp\right)^2+\left(tcp-zp\right)^2 ;(38)$$

Это неудовлетворительная запись. Координата r разлагается на три декартовые проекции, но время t ни на какие проекции не разлагается, зато на них разлагается скорость света c , поэтому разложим ее на декартовы проекции через декартовы компоненты импульса $P_x, P_y, P_z, P=\sqrt{P_x^2+P_y^2+P_z^2}$ согласно выражениям

$$a_x=\frac{P_x}{P}; a_y=\frac{P_y}{P}; a_z=\frac{P_z}{P};$$

, тогда корпускулярное решение можно разложить на декартовы проекции

$$S=\left(tca_x p-xp\right)^2+\left(tca_y p-yp\right)^2+\left(tca_z p-zp\right)^2=R^2=const ;(39)$$

Это выражение уже будет решением развернутого по осям уравнения ПО

$$\frac{\partial^2 S}{\partial x^2}c^2a_x^2+\frac{\partial^2 S}{\partial y^2}c^2a_y^2+\frac{\partial^2 S}{\partial z^2}c^2a_z^2+\frac{\partial^2 S}{\partial t^2}+2\frac{\partial^2 S}{\partial x\partial t}ca_x+2\frac{\partial^2 S}{\partial y\partial t}ca_y+2\frac{\partial^2 S}{\partial z\partial t}ca_z$$
$$+2\frac{\partial^2 S}{\partial x\partial y}c^2a_xa_y+2\frac{\partial^2 S}{\partial x\partial z}c^2a_xa_z+2\frac{\partial^2 S}{\partial y\partial z}c^2a_ya_z=0;$$

(40)

Из решения (39) следует что последние три члена можно опустить , ибо смешанные производные равны нулю. Легко проверить что вторая частная производная по времени от (39) дает правильное значение релятивистской энергии , без интервального решения.

Волновым решением развернутого уравнения ПО (40) будет функция

$$S=\cos\left(xP+yP+zP-tPc\left(\frac{P_x}{P}+\frac{P_y}{P}+\frac{P_z}{P}\right)\right);(41)$$

Общее решение можно написать как сумму корпускулярного и волнового решений.

$$S=\left\{\left(tca_x p_1-xp_1\right)^2+\left(tca_y p_1-yp_1\right)^2+\left(tca_z p_1-zp_1\right)^2\right\}+$$
$$\cos\left(xP_2+yP_2+zP_2-tP_2c\left(\frac{P_x}{P_2}+\frac{P_y}{P_2}+\frac{P_z}{P_2}\right)\right)$$

(42)

Обратите внимание что импульсы в этих решениях порознь не обязаны быть одинаковыми. Это приводит к тому что происходит обмен импульсами между корпускулой и волной, и проявляется как взаимодействие. Можно возразить. Мол корпускулярное решение это просто константа R^2, и незачем было с ним возиться. Но мы приравняли его к R^2 для наглядности , ибо из (39) можно найти зависимость для z , но тогда будет сложно показать что это корпускула. Более корректно писать

$$S=\cos\left(xP_2+yP_2+ZP_2-tP_2c\left(\frac{P_x}{P_2}+\frac{P_y}{P_2}+\frac{P_z}{P_2}\right)\right)+Z\ ;(43)$$

, здесь Z корень уравнения (39) для координаты z, какую координату для этого взять в общем то дело вкуса , на решении это никоим образом не отражается . Этот корень налагает жесткое условие на область определения волны , она может существовать только в границах сферы радиуса R Графическое изображение решения с компонентами импульсов $Px=px;Py=py;Pz=pz$ то есть их равенстве приведено на рис.,1.

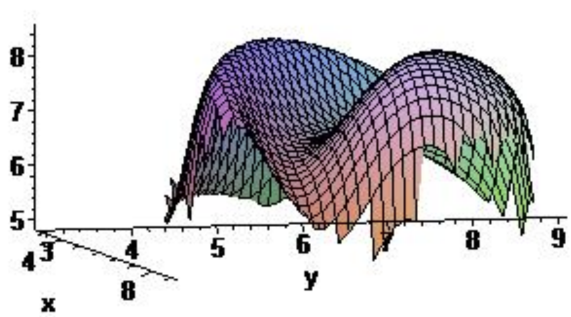

Рис.1

То же решение , но с компонентами импульсов $2Px=px;2Py=py;2Pz=pz$, то есть удвоенным значением для корпускулы приведено на рис.,2.

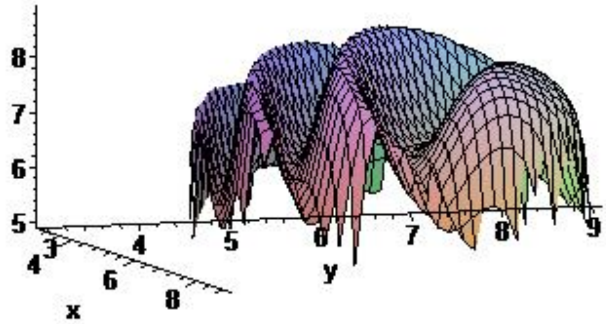

Рис.,2

Сверху оба решения одинаковы , и имеют вид круга.

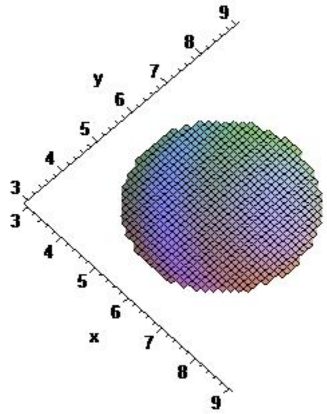

Рис.,3

Видно что решение представляет собой движущуюся колеблющуюся корпускулу, причем удвоенная разность в импульсах, между волновой и корпускулярной составляющими решения $2Px = px; 2Py = py; 2Pz = pz$, приводит к тому что частота колебаний корпускулы также удваивается.Изображения зависят от того как на него посмотреть, сбоку это волна, сверху корпускула. Для демонстрации всех возможностей решений уравнения ПО запишем (42) через скорости волны c , и корпускулы v

$$S = \left\{ \left(tva_x - x \right)^2 + \left(tva_y - y \right)^2 + \left(tva_z - z \right)^2 \right\} + \cos\left(x + y + z - tc\left(\frac{A_x}{A_2} + \frac{A_y}{A_2} + \frac{A_z}{A_2} \right) \right); (44)$$

В этом решении поведение решения зависит не только от импульсов, но и скоростей, которые также могут быть разными. Анимация этого решения показывает что оно ведет себя как змейка , движущаяся со скоростью корпускулы v, то есть как бы по поверхности движущейся корпускулы прокатываются волны. Более того , направления движения волны и корпускулы порознь , могут находиться под произвольным углом, то есть $a_x/a \neq A_x/A;\ a_y/a \neq A_x/A;\ a_z/a \neq A_z/A$, но это приводит лишь к сдвигу фазы колебаний корпускулы. Если такое решение описывает реальные физические объекты то они должны обладать весьма своеобразными свойствами. В зависимости от того как на них посмотреть они будут вести себя как корпускулы, при взгляде сверху, если смотреть сбоку, то они будут вести себя как волны. То есть такие объекты в одном лице будут сочетать корпускулярные и волновые свойства. И такие объекты есть, это квантовые микрочастицы. Такие необычные свойства в научном обиходе известны как корпускулярно-волновой дуализмом квантовых объектов , то есть объектов изучаемых в квантовой механике. Об этих свойствах, один из создателей квантовой теории, Фейнман писал следующее. Микротела «*не похожи ни на что из того ,что вам хоть когда-нибудь приходилось видеть…Раз поведение атомов так непохоже на наш обыденный опыт , то к нему очень трудно привыкнуть . И новичку в науке ,ю и опытному физику – всем оно кажется своеобразным и туманным. Даже большие ученые не понимают его настолько как им хотелось бы , и это совершенно естественно , потому что весь непосредственный опыт человека , вся его интуиция – все прилагается к крупным телам . Мы знаем что будет с большим предметом, но именно так мельчайшие тельца не поступают. Поэтому, изучая их, приходится прибегать к различного рода абстракциям , напрягать воображение , и не пытаться связывать их с нашим непосредственным опытом* ».Суть изречения сводится к тому что человек не в состоянии понять поведение квантовых микрочастиц. Но если из рис., 1,2,3 , и их объяснений , оно вам стало понятно , то можете считать себя сверхчеловеком, по понятиям квантовой механики.

Причина по которой корпускулярно-волновой дуализм не находит своего объяснения в квантмехе кроется в его основах. Фундаментальное значение в квантмехе имеет волновое уравнение

$$\frac{\partial^2\psi}{\partial r^2}c^2 - \frac{\partial^2\psi}{\partial t^2} = 0\,;(45)$$

, в различных вариациях. Но в этом уравнении определена лишь общая скорость c , неразложимая на проекции по осям координат. Поэтому уже двухмерное корпускулярное решение не будет решением волнового уравнения. Конечно волновое уравнение можно модифицировать, введя в него проекции скорости на оси в виде

$$\frac{\partial^2\psi}{\partial x^2}c^2a_x+\frac{\partial^2\psi}{\partial y^2}c^2a_y+\frac{\partial^2\psi}{\partial z^2}c^2a_z-\frac{\partial^2\psi}{\partial t^2}=0;(46)$$

, но это уже не волновое уравнение, и оно противоречит основам квантмеха. Важнее то что даже после такой модификации трехмерное корпускулярное решение типа (38) не будет его решением. Квантовая механика не допускает многомерного корпускулярного решения, хотя для одномерного уравнения (45) оно есть

$$\psi=\left(r\pm vt\right)^2;$$

, однако опять таки решение вида $\psi=\left(r+vt\right)^2$ имеет смысл бесконечной параболы. Поэтому , в квантмехе предпочитают корпускулярные решения не допускать в принципе. Если джентльмен , или прочий благородный сеньор, не может выиграть по правилам , то он меняет правила. В квантмехе этот бандитский прием реализован так. Берем волновое решение в экспоненциальной форме

$$\psi=\cos\left(\vec{k}r\pm\omega t\right)=\mathrm{Re}\left\{e^{i\left(\vec{k}r\pm\omega t\right)}\right\};(47)$$

Тогда вторую частную производную по времени от этой функции можно написать в виде

$$\frac{\partial^2\psi}{\partial t^2}=i\omega\frac{\partial\psi}{\partial t};$$

Эту величину подставляем в волновое уравнение

$$\frac{\partial^2\psi}{\partial r^2}c^2-i\omega\frac{\partial\psi}{\partial t}=0;(48)$$

, и вуаля , получаем исходное волновое уравнение квантовой механики. Ввиду наличия мнимой единицы i это уравнение принципиально не имеет ни одного действительного решения, в том числе и корпускулярного. Поэтому квантовая механика никогда не прийдет к корпускулярным решениям , а корпускулярные свойства микрочастиц будет пояснять полуфантастическими постулатами. Если серьезно то отдадим должное , квантовая механика сделала крупный шаг в понимании законов микромира , но он оказался однобоким.

Мы выяснили что вторые частные производные по времени или координатам в уравнении ПО имеют смысл квадрата энергии, для корпускулярного или волнового решений порознь. Теперь выясним смысл его смешанной производной $\frac{\partial^2 S}{\partial r\partial t}$.

Независимо от того волновое это решение (31), или корпускулярное (32), при их подстановке получим

$$\frac{\partial^2 S_{(rP-cPt)}}{\partial r\partial t}=\frac{\partial}{\hbar\partial t}(PS)=\frac{1}{\hbar}\left(\frac{\partial P}{\partial t}S+P\frac{\partial S}{\partial t}\right)=\frac{S}{\hbar}\left(F+P\frac{\partial}{\partial t}\right);(49)$$

ведь величина $\frac{\partial P}{\partial t}$, имеет смысл силы F , следовательно в рамках уравнения ПО сила появляется автоматически , и нам не нужно искусственно ее вводить. Таков качественный вывод .

Перейдем к его количественному выводу. Для этого заметим что с учетом соотношений де-Бройля выражение для энергии (28) можно привести к виду

$$E^2=P^2c^2+m^2c^4=\left(\pm\frac{2\pi\hbar c}{\lambda}\right)^2+m^2c^4;(28.1)$$

, отсюда видно что выражение $\pm\frac{2\pi\hbar c}{\lambda}$ имеет смысл энергии зависящей от расстояния, то есть потенциальной энергии. Сила же есть частная производная по координатам от потенциальной энергии

$$\frac{\partial}{\partial\lambda}\left(\pm\frac{\hbar c}{\lambda}\right)=\pm\frac{\hbar c}{\lambda^2};(50)$$

, ведь λ длина волны, и здесь суть координата.

Будем стремить решение уравнения ПО к выражению (50) , и если это удастся то можно утверждать что в рамках уравнения ПО возможно получение количественного выражения для силы.

Берем сумму волнового и интервального решений уравнения ПО в виде

$$S=A\cos\left(r\frac{P}{\hbar}-\frac{P}{\hbar}ct\right)+\frac{m^2c^2r^2}{\hbar^2}-\frac{m^2c^4t^2}{\hbar^2};(51)$$

Подставляем эту функцию в уравнение ПО (12) , и как следует из (49) берем смешанную производную , в результате получаем уравнение

$$2\frac{P^2c^2}{\hbar^2}=-m^2c^4-\frac{\partial^2 S}{\partial r^2}c^2-\frac{\partial^2 S}{\partial t^2}=-m^2c^4+Q;(52)$$

Учтя что $\frac{P^2}{\hbar^2}=\frac{4\pi}{\lambda^2}$, пишем

$$2\frac{P^2c^2}{\hbar^2}=\frac{8\pi^2c^2}{\lambda^2}=-\frac{m^2c^4}{\hbar^2}+Q\text{;(53)}$$

Слева уже имеем обратную зависимость от квадрата расстояния. Получим ее и справа , для этого разлагаем значение скорости $c^2=\left(\frac{dr}{dt}\right)^2=\left(\frac{d}{dt}\right)^2r^2$, и получаем

$$\frac{8\pi^2}{\lambda^2}\left(\frac{d}{dt}\right)^2=-\frac{m^2c^4}{r^2\hbar^2}+Q_1\text{;(54)}$$

Мы можем привести это выражение к выражению похожему для силы гравитации , умножив его на величину m^2 , тогда получим

$$\frac{8\pi^2m^2}{\lambda^2}\left(\frac{d}{dt}\right)^2=-\frac{m^4c^4}{r^2\hbar^2}+Q_2\text{;(55)}$$

Разделив это выражение на величину $\frac{m^4c^3}{\hbar^3}$, получим искомую зависимость от расстояния и справа

$$\frac{m^2}{\lambda^2}\left(8\pi^2\frac{\hbar^3}{m^4c^3}\left(\frac{d}{dt}\right)^2\right)=-\frac{\hbar c}{r^2}+Q_3\text{;(56)}$$

Остается подобрать значение массы m и вычислить выражение в скобках. Вспоминая решение уравнения ПО в виде (24) ему можно придать вид

$$\frac{\partial^2S}{\partial r^2}c^2+2\frac{\partial^2S}{\partial r\partial t}c+\frac{\partial^2S}{\partial t^2}-3\frac{m^2c^4}{\hbar^2}=0\text{;(25.1)}$$

, отсюда можно заключить что массу нужно искать среди частиц которые образуют триады частиц со схожими свойствами. Самыми легкими частицами , образующие такую триаду, являются π^0,π^+,π^-- мезоны. Масса π^-,π^+-мезонов равна $273m_e$, здесь m_e масса электрона. В релятивистской механике показано что взаимодействие частиц массой m_o с полем , и с участием частицы массой M_o, принимающей избыток импульса поля , может быть описано выражением

$$E_0=\frac{2m_oc^2}{M_o}\left(M_o+m_o\right);$$

Видно что массу второй частицы можно принять равной кажущейся величине M_o+m_o, например если взаимодействующая с полем частица является электроном, то кажущуюся массу второй частицы , принимающей участие во взаимодействии, можно принять равной $M_o + m_e$, в случае π^-, π^+ мезонов кажущаяся масса будет равной $274 m_e$, эту массу и подставляем в выражение (56)

$$\frac{274^2 m_e^2}{\lambda^2}\left(8\pi^2 \frac{\hbar^3}{274^4 m_e^4 c^3}\left(\frac{d}{dt}\right)^2\right) = \frac{m_e^2}{\lambda^2}\left(8\pi^2 \frac{\hbar^3}{274^2 m_e^4 c^3}\left(\frac{d}{dt}\right)^2\right) = -\frac{\hbar c}{r^2} + Q_3;(57)$$

Здесь выражение в скобках и численно, и размерностью, совпадает с гравитационной постоянной

$$G = \left(8\pi^2 \frac{\hbar^3}{274^2 m_e^4 c^3}\left(\frac{d}{dt}\right)^2\right) = 6.67\times 10^{-8}\, см^3 \Big/ \left(грамм * c^2\right)\ ;(58)$$

, а само выражение (57) имеет смысл силы гравитации между электронами , на расстоянии волны де-Бройля между ними. Следует иметь ввиду что эта сила не строго обратно пропорциональна квадрату расстояния , а имеет вид

$$\frac{m_e^2}{\lambda^2}\left(8\pi^2 \frac{\hbar^3}{274^2 m_e^4 c^3}\left(\frac{d}{dt}\right)^2\right) - Q_3 = \frac{m^2}{\lambda^2} G - Q_3 = \frac{\hbar c}{r^2}\ ;(59)$$

В поле такой силы траектории орбит не являются замкнутыми , в частности в макроскопическом случае это приводит к прецессии орбит планет Солнечной системы , вывод согласующийся с общей теорией относительности – ОТО , только без ее мозголомно - зубодробительной математики.

Заменив значение 274 на удвоенное значение обратной постоянной тонкой структуры α , то есть на $2/\alpha = 2e^2 \big/ \hbar c$ из (59) можно получить значение для энергии кулоновского взаимодействия элементарных зарядов e .

$$\frac{e^4}{\lambda^2}\left(2\pi^2 \frac{\hbar}{m^2 c^5}\left(\frac{d}{dt}\right)^2\right) = \frac{\hbar c}{r^2} + Q_3;$$

, принимая выражение в скобках равным Ω получим

$$\frac{e^4}{\lambda^2} = \frac{\hbar c}{r^2 \Omega} + Q_4;$$

Искомая энергия кулоновского взаимодействия

$$\pm\frac{e^2}{\lambda} = \pm\sqrt{\frac{\hbar c}{r^2 \Omega} + Q_4}\ ;(60)$$

, отсюда следует что элементарных зарядов должно быть два , и их величины равны , а знаки противоположны, в полном согласии с опытом.

Таким образом в рамках уравнения ПО удается получить значения фундаментальных сил – гравитации и кулоновских. С учетом того что гравитация выражается через массы π мезонов , которые играют не последнюю роль в ядерных взаимодействиях , то не исключено что в уравнении ПО найдется лазейка для объединения всех сил в одно общее взаимодействие. Самое важное для нас сейчас это вывод о неразрывности гравитации с π мезонами. Им мы сейчас и воспользуемся.

Астрономическими наблюдениями достоверно установлено существование так называемых нейтронных звезд. Мы не будем здесь останавливаться на причинах их возникновения , нам важно то что их материя состоит из плотно упакованных нейтронов , наподобие вещества атомных ядер. Но теория говорит что это не конечный этап эволюции звезд , нейтронные звезды могут превратиться в так называемые «черные дыры» . Состав вещества этих уникумов неизвестен , ясно лишь то что нейтроны в них претерпевают гравитационный коллапс , то есть сжимаются , при этом сжимается и сама нейтронная звезда , превращаясь в «черную дыру». «Черная дыра» может миновать период заметного во времени существования нейтронной звезды , образуясь почти мгновенно , но миновать полностью этот этап не может. Все это до недавнего времени существовало только в теории , но недавние астрономические наблюдения косвенно подтверждают существование «черных дыр».

Из (58) следует что для существования гравитации необходима энергия не менее энергии покоя π- мезона $274m_ec^2$. Поэтому полное исчезновение π- мезонов означает деструкцию гравитации, что влечет за собой деструкцию любого объекта , удерживаемого в равновесии силами гравитации . И «черная дыра» не является исключением. Как только в ней начнется деструкция π -мезонов ее равновесие нарушится , и она просто развалиться. С другой стороны , мы знаем что вещество нейтронной звезды почти полностью состоит из нейтронов, и нейтроны по крайней мере являются переходным веществом «черной дыры», так как она является следующим этапом эволюции нейтронной звезды. Более того, можно показать что гравитационная постоянная связана не только с π- мезонами но и с нейтронами , масса которых равна $1838m_e$.

$$\left(\frac{8\pi^2\hbar^3}{274^2c^3m_e{}^4}\right)\left(\frac{d}{dt}\right)^2 = G = 6.67*10^{-8}\left(\frac{г*см^2}{сек}\right) \approx \left(\frac{2\hbar^3}{1838m_e^4c^3}\right)\left(\frac{d}{dt}\right)^2 ; (61)$$

Так что и деструкция самих нейтронов может вызвать нестабильность гравитации, и как следствие нестабильность «черной дыры».

Поэтому строим теоретическую модель «черной дыры» состоящей только из нейтронов и мезонов, ибо выше пришли к выводу что только она может быть стабильна.

Допустим что в «черной дыре» каждый нейтрон коллапсирует в микроскопическую «нейтронную черную дыру» . Далее его уменьшение приводит к его деструкции , а следовательно к деструкции гравитации, которая его сжимает, поэтому дальнейшее его сжатие оказывается невозможным . Радиус этой «нейтронной черной дыры» определяется известным выражением из ОТО – общей теории относительности , впрочем Митчеллу оно было известно еще в середине 18 века , за полтора столетия до появления ОТО. Митчелл вывел свое выражение из классической ньютоновой гравитации . Два совершенно разных подхода привели к одному результату, поэтому мы вправе ему доверять, и пишем для гравитационного радиуса нейтрона выражение

$$r_{gn} = \frac{2G1838m_e}{c^2};(62)$$

Но сами нейтроны окружены полем виртуальных мезонов. Это достоверно доказано экспериментом. Поэтому должно сжиматься и поле этих виртуальных мезонов, в конечном итоге коллапсировать должны и мезоны, определим радиус этого поля виртуальных мезонов.

Из соотношения неопределенностей Гейзенберга

$$\hbar \le \Delta E \Delta t;(63)$$

можно заключить , что частица может быть обнаружена в радиусе не более чем

$$\frac{\Delta E}{\hbar}\Delta t = \frac{m_0 c^2}{\hbar}\Delta t = \frac{m_0 c}{\hbar} c\Delta t = \frac{1}{r_0} c\Delta t = 1; \quad \text{т.е} \quad c\Delta t = \frac{\hbar}{m_o c};(64)$$

Оказывается что максимальный радиус локализации мезона превышает радиус «нейтронной черной дыры», при этом нейтроны могут быть прижаты друг к другу вплотную, ведь минимум расстояния между ними не ограничен. При этом нейтроны будут связаны самыми медленными виртуальными мезонами, а самые шустрые будут вытолкнуты из области локализации нейтронов. Принимая во внимание просто чудовищные силы гравитации «черной дыры» можно допустить что виртуальные мезоны способны разгоняться в области «черной дыры» до околосветовых скоростей. Но тогда область их локализации становиться сравнимой с (64). Принимая положение современной теории «черных дыр» о том что с поверхности «черной дыры» ничто не может подняться, приходим к выводу что самые быстрые виртуальные мезоны могут существовать только внутри «черной дыры».

Из (64) следует что максимальный радиус локализации π -мезона равен

$$R_{\min}^{\pi} = \frac{\hbar}{273 m_e c};(65)$$

Согласно элементарной квантовой теории Бора , или квазиклассическому приближению , в области своей локализации микрочастицы , под действием центральной силы , должны двигаться по окружности вокруг центра сил. Следовательно , в этом приближении, их путь , при однократном витке , равен

$$R_0 = 2\pi R_{\min}^{\pi} = 2\pi \frac{\hbar}{273 m_e c};(66)$$

Чтобы поместиться в площади «нейтронной черной дыры» , виртуальный π -мезон будет вынужден максимально сократить площадь поперечного сечения области своей локализации , но эта площадь минимальна у отрезка, поэтому принимаем что область локализации π -мезона внутри «черной дыры» вырождается в отрезок– струну, длиной (66).Попросту траектория движения виртуального π -мезона нейтрона разворачивается из окружности в отрезок, длина которого равна длине окружности радиуса его минимальной локализации (65) , вдоль этого отрезка-струны равномерно «размазана» масса покоя π -мезона. Эти струны направлены внутрь «черной дыры» к ее центру, но с обратной ее стороны к ее центру направлены мезонные струны нейтронов с противоположной стороны поверхности «черной дыры». Все эти мезонные-струны встречаются в центре «черной дыры». Таким образом наша модель «черной дыры» напоминает круглое яйцо , скорлупой которого является поверхность из «нейтронных черных дыр» , а его внутренность состоит из плотной упаковки мезонных-струн.

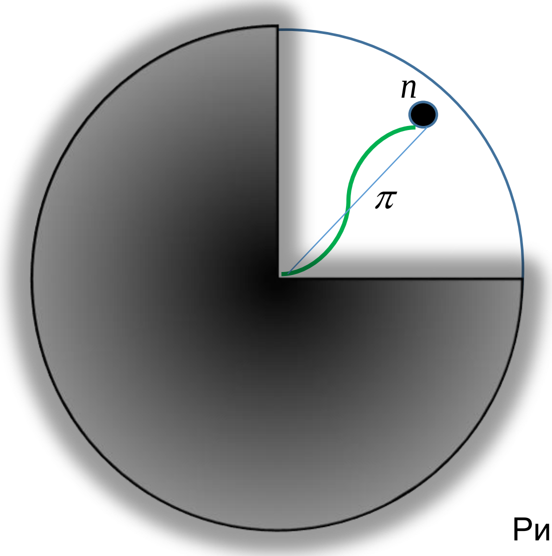

Рис.,4

Гравитация «черной дыры» уравновешивается противодавлением струн виртуальных π-мезонов. Можно возразить что мезонные струны могут попарно сливаться в одну струну , и величине (66) равен не радиус, а диаметр такой «черной дыры». Какая точка зрения точнее может показать только согласие расчета с опытом , поэтому доверимся им и данным экспериментов.

Принимаем что радиус «черной дыры» равен длине мезонной-струны (66). Найдем площадь «черной дыры» этого радиуса - R_0

$$S_d = 4\pi R_0^{\ 2} = 16\pi^3 \left(\frac{\hbar}{273 m_e c} \right)^2 = 9.94*10^{-24} \left(см^2 \right);(67)$$

Площадь экватора «нейтронной черной дыры»

$$S_n = \pi r_{gr}^2 = 1.93*10^{-103} \left(см^2 \right);$$

Следовательно на поверхности «черной дыры» может поместиться не более чем

$$S_d \big/ S_n = 5.148*10^{79};(68)$$

, «нейтронных черных дыр».

Это число равно числу наиболее плотной упаковки «нейтронных черных дыр». По порядку величины это число сравнимо с экспериментальной оценкой числа нуклонов во Вселенной. Таким образом значение (68) дает число нуклонов во Вселенной , но масса каждой «нейтронной черной дыры» равна массе нейтрона , поэтому из (68) можно оценить массу Вселенной - M_U , просто умножая (68) на массу покоя нейтрона , которая инвариантна.

$$M_U = 5.1*10^{79}*1838*m_e = 8.61*10^{55} \left(грамм \right); (69)$$

Вычислим гравитационный радиус для этой массы

$$r_g = \frac{2GM_U}{c^2} = 1.276*10^{28} \left(см \right);(70)$$

Световой год равен - $q = 9,46*10^{17} \left(см \right)$.Следовательно свет пройдет расстояние (70) за

$$r_g / q = 1.35*10^{10} \left(лет \right); (71)$$

Но это известное значение , равное возрасту Вселенной !

Возникает вопрос. Обязана ли наша «черная дыра» существовать только в описанном состоянии ? Совершенно не обязана. Если ее гравитационный радиус равен радиусу Вселенной то почему нейтроны внутри нее обязаны существовать только в виде описанной упаковки? Они могут находится внутри такой «черной дыры» и в свободном состоянии, ведь для существования «черной дыры» необходимо лишь условие не превышения объема ее вещества над объемом который определяется гравитационным радиусом этой «черной дыры» !? Такая «черная дыра», грубо говоря, «расплывается» в нашу Вселенную, а впрочем в любую, если наша вам не нравится, и вы подумываете о ПМЖ за ее пределами.

Впрочем есть ложка дегтя. Возраст Вселенной не обязан быть равным вычисленному , и определенным на опыте. Если Вселенная есть «черная дыра» , а все говорит именно об этом , то тогда величина (71) есть просто время , которое проходит свет из ее центра , а ее гравитационный радиус играет роль гигантского зеркала , которое отражает свет обратно , не выпуская его за пределы Вселенной , и сохраняя таким образом ее энергию. Так-что вопрос о возрасте Вселенной оставим открытым. Тем более что для нас здесь важнее другое.

Если вся Вселенная есть «черная дыра» , то о каком множестве инерциальных систем вообще может идти речь? Ведь все это множество инерциальных систем оказывается внутри «черной дыры» - Вселенной !? Тогда Вселенная есть единственная инерциальная система в природе , и все , других инерциальных систем в природе просто нет ! Если мы во Вселенной находим какую-то инерциальную систему то она не есть системой независимой от остальных. Эта система является просто частью Вселенной. Но часть не может быть независимой от общего целого. Все инерциальные системы , которые мы можем выделить , являются просто подмножеством одного их множества - единственной инерциальной системы , каковой является вся Вселенная в целом. Но если нет независимых друг от друга инерциальных систем то у СТО просто не остается почвы под ногами.

Все рассуждения в СТО начинаются примерно с одинаковой фразы. «Рассмотрим две инерциальные системы , неподвижную и движущуюся …». Мы спрашиваем . Откуда взялась вторая система , и почему она движется?

Вот описание того откуда она взялась, согласно Эйнштейну. Это выписка из его основополагающей работы по СТО «К электродинамике движущихся тел» .

*«Пусть нам дан покоящийся твердый стержень, и пусть длина его, измеренная также покоящимся масштабом, есть **L**. Теперь представим себе, что стержню, ось которого направлена по оси **X** покоящейся координатной системы, сообщается равномерное и параллельное оси **X** поступательное движение (со скоростью **v**) в сторону возрастающих значений **x**. …»*

Оказывается вторая инерциальная система , а также причина ее движения , возникает из нашего … воображения !? Это телепатия . заворожившая потомков на столетие , и это главный парадокс СТО.

Уже в классической механике доказывается что если одной части целого сообщается движение , то центр масс исходной системы остается неподвижен. То есть, если исходная система неподвижна , относительно своего центра масс, то ее деление на неподвижную часть и подвижную невозможно. Обе части будут двигаться , если хотя бы одна движется, причем части движутся так что центр их масс остается неподвижен , но тогда относительно этого центра масс обе части все равно образуют одну инерциальную систему!? Можно продолжать это деление-«почкование» бесконечно , но все равно все отпочковавшиеся части будут образовывать одну инерциальную систему , относительно ее центра масс. Именно этот процесс и происходит во Вселенной. В ней нет даже двух независимых инерциальных систем. Все они образованы «почкованием» от одной общей системы , например от описанной выше «Вселенской черной дыры» .

Но тогда возникает вопрос. Мы до сих пор пользовались формулами СТО. И нигде не пришли к противоречию с опытом , но в финале поставили под сомнение саму основу наших рассуждений – СТО, в чем причина этого парадокса, и не ошиблись ли мы по ходу?

Вернемся к нашему корпускулярному решению уравнения ПО.

$$S = \left(x\frac{P_x}{\hbar} - \frac{P_x}{\hbar}ct \right)^2 + \left(y\frac{P_y}{\hbar} - \frac{P_y}{\hbar}ct \right)^2 + \left(z\frac{P_z}{\hbar} - \frac{P_z}{\hbar}ct \right)^2 = R^2 = const \text{ ;(32.1)}$$

Согласно де-Бройлю ему можно придать вид.

$$S = \left(x\overrightarrow{k_x} - \omega_x t \right)^2 + \left(y\overrightarrow{k_y} - \omega_y t \right)^2 + \left(z\overrightarrow{k_z} - \omega_z t \right)^2 = R^2 = const \text{ ;(72)}$$

Получаем что корпускула имеет разные частоты по осям !? Как такое может быть? Может, если учитывать эффект Доплера. Известно что скорость распространения волн не зависит от скорости их источника , какой бы природы не были эти волны - звуковые, электромагнитные и т.д. Но тогда , если частота колебаний движущегося источника волн постоянна , то частота волн зависит от направления от источника , с точки зрения неподвижного наблюдателя. Например , если источник звука приближается то частота звука субъективно возрастает для неподвижного относительно источника звука слушателя. Любопытно что для слушателя , движущегося с источником звука синхронно, звук не меняется совершенно. Например , если к вам приближается на большой скорости кабриолет с открытым верхом и музыками , то вы услышите что все инструменты станут звучать выше , но для слушателя в кабриолете ничего не изменится !? По этой причине пассажиры кабриолета без проблем могут разговаривать друг с другом на бешенной скорости, и никаких изменений в речи собеседника они не обнаруживают. Возможно что в этом успел убедится даже каждый , болтая по мобилке в седане за рулем , а некоторые даже поболтали друг с другом в свободном падении, во время перекура до открытия парашюта , а особо везучие вообще без оного. Попробуйте , болтая по мобилке за рулем, попросить собеседника определить скорость вашего авто по изменению тембра вашей речи , вероятнее всего это кончится тем , что после безуспешных попыток выполнить вашу просьбу ваш собеседник скорректирует ваш маршрут во всем известном направлении , независимо от модели и марки вашего авто . Любопытно что это не кажется нам в высшей степени странным , а вот сокращение длины в СТО вызывает недоумение, хотя причина эффекта одинакова , эффект Доплера, вызванный конечностью скорости звука, и ее независимости от скорости источника.

Особо подчеркнем что независимость скорости волн от скорости источника не есть привилегия света , это свойство всех волн, независимо от их природы.

Более того . слушатель найдет что скорость звука и в несущемся авто и концертном зале одинакова !? Объясним подробнее. Эффект Доплера приводит к увеличению частоты излучаемого звука в направлении движения. В неподвижной системе частота звука вычисляется двояко,

$$\omega = 2\pi \frac{1}{T} = 2\pi \frac{v}{\lambda};(73)$$

, здесь T период волны , λ длина волны , v скорость звука.

Пусть при движении источника частота звука изменилась с ω на $n\omega$, тогда получим

$$n\omega = 2\pi \frac{n}{T} = 2\pi \frac{n}{\lambda} v;(74)$$

Отсюда скорость звука равна

$$v = \frac{\lambda n}{Tn};(75)$$

, исходной величине, то есть ,если слушатель настраивает свои часы по периоду колебаний звука T , а эталоном длины служит длина волны λ , а собственно ничего другого в его распоряжении в данном случае и нет , то он найдет что скорости звука в неподвижной системе и движущейся … равны !? Можно возразить что это исключительно специальный случай , но с некоторых пор эталоном длины у нас служит … число длин волн света определенной частоты, а эталоном времени является…число периодов колебаний света с определенной длиной волны !? Сравните с вышеописанным случаем , и вы найдете что мы сами себя поставили в его условия , так что возражения по поводу его исключительности не принимаются. Таким образом , надобность в постулате что скорость света во всех системах одинакова отпадает. Это самый курьезный парадокс СТО , но с помощью эффекта Доплера он находит свое объяснение. Остается найти коэффициент n изменения длины волны λ ,и периода T . Эта задача была решена за 20 лет до появления СТО ныне забытым, но великим ученым Фогтом. В опубликованной им в 1887 г., работе были введены преобразования вида

$$X = x - vt; Y = y\beta; Z = z\beta$$

$$T = t - \frac{v}{c^2}x \qquad ; (76)$$

$$\beta = \sqrt{1 - v^2/c^2}$$

, оставлявшие волновое уравнение инвариантным , то есть независимым от скорости. Работа Фогта была посвящена исследованию … эффекта Доплера !? Эти преобразования затем были переоткрыты Лоренцом в 1904 г. для излучения электромагнитных волн , а затем Эйнштейном для случая механики, причем в более усеченном виде

$$X = \frac{x - vt}{\beta}; Y = y; Z = z; T = \frac{t - v/c^2\, x}{\beta}; \beta = \sqrt{1 - v^2/c^2} \quad ; (77)$$

Преобразования (77) известны ныне как преобразования Лоренца , хотя они затрагивают только изменение координаты x в направлении движения , в то время как у Фогта меняются все три координаты . Преобразования Лоренца математический фундамент СТО , хотя этот фундамент был заложен для объяснения эффекта Доплера еще Фогтом , за 20 лет до создания СТО. При этом Фогтом была установлена инвариантность любого волнового уравнения относительно его преобразований, то есть что все волны , независимо от их природы , подчиняются преобразованиям его и Лоренца , а не только свет. .Из преобразований Фогта следует что искомый коэффициент $n = \beta$, и формулы зависимости от скорости для длины волны λ_v , и периода T_v , имеют вид

$$T_v = T_0\sqrt{1-v^2/c^2}; \lambda_v = \lambda_0\sqrt{1-v^2/c^2} \text{ ; (78)}$$

, здесь T_0, λ_0 период и длина волны для неподвижного источника. Сравните их с известными формулами СТО для замедления времени и сокращении длины , и вы найдете их одинаковыми. Впрочем на сокращении длины стоит остановится подробнее не только формально.

Не вполне очевидно что решением уравнения ПО является не только сумма его решений , но и произведений , что в корне отличает его от линейных диффурав. Например взяв два решения уравнения ПО, волновое

$$S_w = \cos\left(r\vec{k} - \omega t\right);$$

, корпускулярное

$$S_k = \left(r\vec{k} - \omega t\right)^2;$$

, и образовав их произведение

$$S = \left(r\vec{k} - \omega t\right)^2 \cos\left(r\vec{k} - \omega t\right);\text{(79)}$$

, мы вновь получим решение уравнения ПО. Это нетривиальное решение , это ключ к пониманию релятивистского сокращения длин. Для этого принимаем что

$$S_k = \left(r\vec{k} - \omega t\right)^2 = R^2 = const;\text{(80)}$$

, после чего исходное решение принимает вид классического волнового решения

$$S = \left(r\vec{k} - \omega t\right)^2 \cos\left(r\vec{k} - \omega t\right) = R^2 \cos\left(r\vec{k} - \omega t\right) = A\cos\left(r\vec{k} - \omega t\right);\text{(81)}$$

В данном случае корпускулярное решение играет роль амплитуды волны. Корпускула может обладать массой m , поэтому волна вида (81) тоже может иметь массу m .В системе отсчета , связанной с волной, энергия колебаний такой волны имеет вид

$$E_0 = \frac{mA^2\omega^2}{2};\text{(82)}$$

, то есть зависит от амплитуды и частоты. Мы знаем что энергия сохраняется при любых физических процессах. Применим закон сохранения энергии к эффекту Доплера. Пусть из-за эффекта Доплера частота колебаний в направлении движения волны изменяется с ω на $n\omega$, но тогда , согласно (82)

$$E_0 \neq \frac{mA^2\omega^2 n^2}{2};\text{(83)}$$

, энергия волны не сохраняется. Тогда при движении в замкнутом квадрате , включив в его центре лампу белого света , из-за эффекта Доплера наблюдатель обнаружит что передняя стенка квадрата будет освещена синим светом , а задняя красным, чего на самом деле нет. Из (83) очевидно что для сохранения энергии нужно пропорционально частоте уменьшить амплитуду колебаний, тогда

$$E_0 = \frac{mA^2\omega^2}{2} = \frac{A^2}{n^2}\frac{m}{2}\omega^2 n^2;$$

, энергия будет сохраняться в обоих случаях. Но решением уравнения ПО будет также и сумма корпускулярного решения с произведением решений вида (81)

$$S = A\cos\left(r\vec{k} - \omega t\right) + \left(r\vec{k} - \omega t\right)^2;(84)$$

Заменим последний член корнем уравнения (80)

$$r_k = \frac{\omega t + R}{\vec{k}};(85)$$

, получим

$$S = A\cos\left(r_k\vec{k} - \omega t\right) + r_k;(86)$$

, уравнение описывающее колеблющуюся корпускулу, см ., Рис.,1,2,3. Теперь внимание, пусть в результате эффекта Доплера частота изменилась на $n\omega$, но тогда и значение волнового вектора измениться с $\vec{k}$ на $n\vec{k}$ ведь скорость волны $v = \omega / \vec{k}$ должна остаться неизменной. Из (85) имеем

$$r_k = \frac{n\omega t + R}{n\vec{k}} = \frac{\omega t}{\vec{k}} + \frac{R}{n};(87)$$

, но согласно (80) величина радиуса R/n определяет размер корпускулы. Следовательно амплитуда волны и размер корпускулы уменьшится пропорционально квадрату n .

$$S = \frac{R^2}{n^2}\cos\left(nr\vec{k} - n\omega t\right) + \left\{\frac{\left(nr\vec{k} - n\omega t\right)^2}{n^2} = \frac{R^2}{n^2}\right\} = \frac{A^2}{n^2}\cos\left(nr_k\vec{k} - n\omega t\right) + r_k;(88)$$

Приходим к выводу что размер корпускулы уменьшается в направлении движения, это и есть релятивистское сокращения длины, отметим что оно справедливо и для звука, вообще для любых волн. Мы не претендуем на приоритет этого вывода, возможно к нему приходил еще Лоренц, но недостаток опытных фактов затормозил его работы, в результате Эйнштейн опередил его в создании СТО.

Таким образом , в рамках одной инерциальной системы , привлекая эффект Доплера , можно объяснить доступно и понятно все парадоксы СТО. Поэтому , наши рассуждения, опиравшиеся на формулы СТО , при рассмотрении явлений сугубо в одной инерциальной системе, не являются противоречивыми и взаимоисключающими. Причина одинаковости формул в обоих случаях одна - наличие в природе максимальной скорости взаимодействий , которая в уравнении ПО возникает автоматически, а в СТО ее наличие приходится постулировать.

Уравнение ПО приводит к волновым решениям , естественно ожидать что оно также инвариантно относительно преобразований Лоренца-Фогта . Прямой подстановкой этих преобразований в уравнение ПО можно убедиться в том что оно действительно релятивистски инвариантно, хотя оно и приводит к выводу о единственности инерциальной системы.

Таким образом приходим к выводу что инерциальная система в природе одна - вся Вселенная, а эффекты Доплера в ней приводят к тому что формулы СТО верны , зато гораздо понятнее. Это не тривиальный вывод , ведь по сути он утверждает что если мы выделили физическую систему близкую по своим свойствам к инерциальной , то изучая законы физики в ней мы гарантируем то что в любом месте Вселенной они будут одинаковы, даже если расстояния между ними будут исчисляться 13,5 млрд., световых лет. Никакие доводы здравого смысла не смогут нас привести к такому выводу , кроме доводов науки. Впрочем согласно здравому смыслу Земля плоская , что доказывает только плоскость самого здравого смысла.

Проблема существования эфира привела к созданию СТО. К СТО вплотную подошли Лоренц и Пуанкаре гораздо раньше Эйнштейна. Оба они пытались найти проблему сокращения длины движущихся объектов в физических свойствах эфира , но не нашли их, а Эйнштейн просто поставив на нем крест пошел дальше, и пришел к СТО. Но современная наука неявно вернулась к проблеме эфира, в частности по следующей причине. Однажды Бору его студент на экзамене рассказывал теорию Бора . Он бойко поведал что электрон в атоме крутиться вокруг атомного ядра. Бор спросил: «А что находится между атомным ядром и электроном?». Студент ответил: «Воздух!» !? Если серьезно то на этот вопрос до сих пор никто ответить не может.

Из опыта лишь известно что в атоме между электроном и атомным ядром есть виртуальные частицы , которые возникают из вакуума, то есть пустоты. Мы склонны считать что физический вакуум и есть тот самый мифический эфир, который искали Лоренц и Пуанкаре, но недостаток экспериментальных данных на тот момент не позволили им сделать должных выводов. Во всяком случае одно из свойств эфира , его вездесущность и всепроницаемость присуща и вакууму, он есть везде, от космоса до атомов. Дополняя вакуум виртуальными частицами мы получаем субстанцию во всем похожую на эфир – физический вакуум, в который погружена вся Вселенная. Она является единственной инерциальной системой в природе, но тогда в целом она может быть неподвижна относительно эфира-физического вакуума , и тогда мы никогда не сможем определить ее движение относительно эфира , и скорее всего так оно на самом деле и есть , иначе чем объяснить безуспешность таких попыток, например опыт Майкельсона. Поэтому усилия науки должны быть направлены на развитие теории физического вакуума-эфира , а не на вариации на тему СТО, которая являясь безукоризненной теорией наблюдений не является теорией физической.

Несколько слов о принципах соответствия и дополнительности. Мы показали что для решений уравнения ПО, зависящих от переменной вида $(r-vt)$ волновое уравнение является частным случаем уравнения ПО. Следовательно , все квантовые дисциплины непротиворечиво могут быть описаны и в его рамках. Для объяснения инвариантности волнового уравнения была создана СТО , но так как волновое уравнение частный случай уравнения ПО , то и СТО можно непротиворечиво описать в его рамках, что мы и сделали. Так что все ведущие физические теории современности удается совместить в рамках уравнения ПО.

Идея теории физического вакуума не нова. Краткий обзор этой темы таков. Попытки понимания корпускулярно-волнового дуализма привели к созданию теории струн. В этой теории первоначально элементарные частицы рассматривались как одномерные отрезки, с разной частотой колебаний. Но что такое одномерный объект в трехмерном пространстве? Отрезок бесконечно малой толщины? Но как бы мала не была его толщина она все равно есть как минимум второе измерение, и делает теорию одномерных объектов бессмысленной , ведя теорию струн в тупик. Попытка увеличения размерности струн привела к тому что размерность пространства должна быть больше наблюдаемой. Говорят что эти дополнительные измерения ненаблюдаемы, ввиду их малости. Но и уйма тараканов, ввиду их малости, на поверхности Солнца тоже ненаблюдаема , значит они на нем существуют? К тому же попытка погружения нашего трехмерного пространства в многомерное ведет к тому же тупику что и попытка погружения одномерных объектов в трехмерное пространство. Впрочем для теоретической физики это не аргумент, теория струн пришла к выводу что элементарные частицы это многомерные пленки-браны , но не в состоянии разобраться в их многообразии. Число теорий . могущих описать браны , зашкаливает, и на подробный разбор каждой из них не хватит времени существования Вселенной. Но взглянув на рис.,1,2,3 легко понять что на них также изображены пресловутые браны , только в трехмерном пространстве, так что теория струн вписывается в рамки уравнения ПО без танцев с бубном вокруг многомерности пространств. Конечно нашим бранам еще далеко до описания свойств элементарных частиц. Ведь невыясненной осталась связь между размером, массой, частотой и амплитудой колебаний наших бран с реально наблюдаемыми свойствами элементарных частиц. Одно пока понятно. Корпускулярные свойства должны быть описаны функциями замкнутых поверхностей , будь то шар, эллипсоид, тор, астроида, лемниската и т.д. Общим свойством таких замкнутых поверхностей является конечность их объема V , то есть несобственный интеграл от их пространственных функций $f(r)$ должен быть конечен во всем пространстве

$$\int_{-\infty}^{\infty} f(r)dV = const \text{ ;(89)}$$

Согласно этому уравнению число пространственных фигур элементарных частиц может быть бесконечным, поэтому приписывание каждому сорту частиц строго определенной формы может оказаться бессмысленным . Ввиду бесконечности решений этого уравнения элементарные частицы могут оказаться самыми адаптируемыми к внешним воздействиям объектами природы, а проекция этого свойства на макромир объясняет и свойства адаптации макромира , в частности биологической жизни, к внешним условиям. Как предвидел Ленин электрон может оказаться неисчерпаем. Не зря ведь полное собрание его сочинений насчитывает 55 томов , а это больше чем у всех бывших, современных и будущих его критиков вместе взятых.

В качестве примера рассмотрим тороидальную брану. Взяв уравнение тора

$$\left(X^2+Y^2+Z^2+R^2-r^2\right)=4R^2\left(X^2+Y^2\right) \text{;(90)}$$

, заменяем в нем переменные $X=(x-ct);Y=(y-ct);Z=(z-ct)$, и находим для z значение его корня z_0 , написав теперь решение уравнения ПО в виде

$$S = A\cos\left(x+y+z_0-\left(v_x+v_y+v_z\right)t\right)+z_0 \text{; (91)}$$

, получим уравнение движения тороидальной браны.

На рис ..5 приведено изображение такой тороидальной браны сбоку

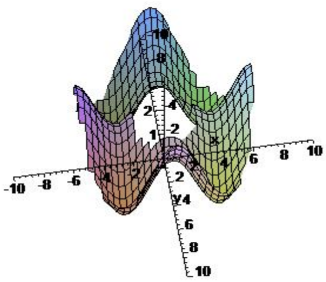

рис.5

, и сверху

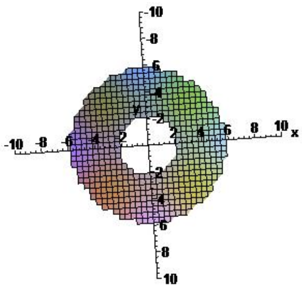

рис.5

Из-за ограничений возможностей использованной компьютерной графики системы символьных вычислений Axiom на рис.,1,2,3,5,6 изображены лишь верхние части бран, то есть только их половины, но мы считаем что это не препятствие для живости вашего воображения.

В последнее время часто встречаются попытки описания элементарных частиц торовыми структурами . Видим что они имеют смысл , но вряд ли ими можно описать все свойства элементарных частиц физического вакуума, то есть эфира.

Наличие параболоидных решений волновых уравнений оставляет лазейку сторонникам искривления пространства-времени в общей теории относительности - ОТО , современной теории гравитации . Эта теория построена для неинерциальных систем , в которых неинерциальность отождествляется с гравитационным полем. Но во-первых , мы показали что гравитация в рамках уравнения ПО описывается и в инерциальных системах , то есть гравитация это не привилегия исключительно неинерциальных систем. Сами неинерциальные системы можно рассматривать как подмножество общего множества – единственной инерциальной системы , которой является вся Вселенная в целом. Но тогда , в глобальных масштабах , пространство-время должно быть плоским , вопреки утверждениям ОТО что оно искривлено. Следует только помнить что искривленным считают на само пространство , а пространство – время , по причине того что пространство и время скрещены в преобразованиях Лоренца. Недавние эксперименты по оценке искривленности пространства-времени , в глобальных масштабах Вселенной , привели к неожиданному результату , пространство-время доступной для наблюдений Вселенной оказалось плоским !? Этот результат обескуражил сторонников ОТО , но с точки зрения уравнения ПО другого результата просто не может быть. Впрочем ОТО можно помирить с таким результатом , хуже дело обстоит с объяснением феномена «темной» энергии , которая введена для объяснения загадочного ускорения провинциально-периферийных областей наблюдаемой Вселенной относительно центральных , то есть мест обитания наблюдателя . Но если считать что Вселенная есть колоссальная «черная дыра» то феномен «темной» энергии находит свое объяснение . Из того что Вселенная это «черная дыра» не следует что Вселенная единственная. Вполне может быть что она окружена подобными «черными дырами»-Вселенными . Эти Вселенные могут взаимодействовать друг с другом гравитационно , и в результате этого взаимодействия их верхние слои движутся с ускорением, причину которого мы ошибочно ищем в «темных силах» мироздания.

Сметанников А.И. 9.04.2020

aic61@yandex.ua