К природе фундаментальных взаимодействий.

«Слепая конкуренция вместо плодотворного взаимодействия — вот фундаментальная ошибка, которую совершает человечество.»

Джулиана Вильсон

Исторически первой количественной теорией в физике стала классическая механика. И по сей день изучение физики начинается с нее. Все помнят знаменитые законы Ньютона. Первый из них, принцип относительности для явлений механики. Второй, количественная связь для силы F ,тела массой m и его ускорением a .

$$ma = F\text{;(1)}$$

Третий закон в общем то частный случай компенсации сил в замкнутой системе, и Ньютону он был нужен для индуктивного логического доказательства именно компенсации сил в системе, математическое доказательство появилось позже. Со времен Ньютона , и до сих пор, вид сил берется из опыта. Никаких предпосылок для их теоретического выражения до сих пор неизвестно , хотя физики установили что, на сегодняшний день, любая сила в природе в конечном итоге сводится к совокупности четырех фундаментальных – гравитации, электромагнетизму, сильным и слабым ядерным. Что именно их делает фундаментальными ? По какой причине они вообще появляются? Эти основные вопросы о природе сил в последнее время физики задают все чаще. Мы постараемся на них частично ответить, ведь надеяться на полный ответ, без свидания с Богом, по нашему мнению было бы наивным.

Второй и третий законы Ньютона имеют количественное выражение , в виде формул , но вот его первый закон –механический принцип относительности , математического выражения не имеет , несмотря на то что в современной физике он распространен на все ее явления. В современном , уточненном виде, он гласит. Все физические явления протекают одинаково в системах которые, как целое, движутся прямолинейно и с постоянной скоростью v , либо покоятся, такие системы называются инерциальными. Из этого определения следует что общим признаком таких систем является отсутствие у них ускорения . В самом деле покой это отсутствие ускорений по определению. Прямолинейное движение это отсутствие радиального ускорения, а движение с постоянной скоростью это отсутствие тангенциального ускорения. Во всех трех случаях ускорение математически равно нулю. Но математически ускорение это вторая производная по времени t, от координат, зависящих от времени $r(t)$. Совокупность этих переменных в физике принято объединять в одну функцию координат и времени $S\left(r\left(t\right),t\right)$, через которую принято описывать поведение физических объектов и явлений в инерциальных системах, которые замкнуты по определению, ибо по своему определению они движутся как целое, а целое подразумевает ограниченность, то есть замкнутость. Скорость инерциальной системы , как целого V , естественно определить как первую полную производную по времен от указанной функции

$$\frac{dS\left(r_1(t)...r_n(t),t\right)}{dt}=\frac{\partial S}{\partial r_1}\frac{dr_1}{dt}+...+\frac{\partial S}{\partial r_n}\frac{dr_n}{dt}+\frac{\partial S}{\partial t}=\frac{\partial S}{\partial r_1}v_1+...+\frac{\partial S}{\partial r_n}v_n+\frac{\partial S}{\partial t}=V\ ;(2)$$

, здесь $r_1(t)...r_n(t)$ координаты n физических объектов, $v_1(t)...v_n(t)$ скорости этих объектов , ибо по определению $dr/dt=v$. Ускорение всей системы A ,естественно определить как вторую полную производную по времени функции $S\left(r(t),t\right)$

$$\frac{d^2S\left(r_1(t)...r_n(t),t\right)}{dt^2}=\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial S}{\partial r_1}v_1+...+\frac{\partial S}{\partial r_n}v_n+\frac{\partial S}{\partial t}\right)=A\ ;(3)$$

Но согласно определения ускорение у инерциальных систем отсутствует, то есть математически равно нулю , поэтому принцип относительности математически можно выразить уравнением

$$\frac{d^2S\left(r_1(t)...r_n(t),t\right)}{dt^2}=\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial S}{\partial r_1}v_1+...+\frac{\partial S}{\partial r_n}v_n+\frac{\partial S}{\partial t}\right)=0\ ;(4)$$

,называемом в дальнейшем уравнением принципа относительности, или просто уравнением ПО. Рассмотрим это уравнение для случая системы состоящей всего лишь их одного физического объекта с координатами $r(t)$.

$$\frac{d^2S\left(r(t),t\right)}{dt^2}=\left(\frac{\partial S}{\partial r}v+\frac{\partial S}{\partial t}\right)\left(\frac{\partial}{\partial r}v+\frac{\partial}{\partial t}\right)=\frac{\partial^2S}{\partial r^2}v^2+2\frac{\partial^2S}{\partial r\partial t}v+\frac{\partial^2S}{\partial t^2}=0\ ;(5)$$

Это уравнение имеет бесконечное число решений если функция $S\left(r(t),t\right)$ является не менее дважды дифференцируемой , и зависит от переменной $(r-vt)$. В частности, его решением будет функция вида

$$S=(r-vt)^2=(x-v_xt)^2+\left(y-v_yt\right)^2+(z-v_zt)^2\ ;(6)$$

При краевом условии

$$(x-v_xt)^2+\left(y-v_yt\right)^2+(z-v_zt)^2=R^2\ ;(7)$$

Решение (6) описывает корпускулу радиуса R , движущуюся со скоростью $\vec{v}=\overrightarrow{v_x}+\overrightarrow{v_y}+\overrightarrow{v_z}$. При $R\to 0$, это решение математически вырождается в точку со скоростью v . К движению такой точки можно применять классическую механику, ведь она описывает движение как раз материальных точек, от математической точки она отличается лишь приписыванием ей массы.

Заметим что для функции переменой $\left(r-vt\right)$, то есть $S_{\left(r-vt\right)}$, уравнение (5) можно упростить двумя способами

$$\frac{d^2S_{(r-vt)}}{dt^2}=\frac{\partial^2 S}{\partial r^2}v^2+2\frac{\partial^2 S}{\partial r\partial t}v+\frac{\partial^2 S}{\partial t^2}=\left(\frac{\partial^2 S}{\partial r^2}v^2+\frac{\partial^2 S}{\partial t^2}\right)+2\frac{\partial^2 S}{\partial r\partial t}v=\frac{\partial^2 S}{\partial r^2}v^2-\frac{\partial^2 S}{\partial t^2}=0\,;(8)$$

Последнее уравнение это классическое волновое уравнение, а второе уравнение показывает что член $\dfrac{\partial^2 S}{\partial t^2}$ можно сократить , ибо

$$\left(\frac{\partial^2 S}{\partial r^2}v^2+\frac{\partial^2 S}{\partial t^2}\right)=2\frac{\partial^2 S}{\partial r^2}v^2\,;(9)$$

Но классическое волновое уравнение можно получить и из классической функции Лагранжа $L\left(r\left(t\right),v\left(t\right),t\right)$, и принципа наименьшего действия . из которого вытекают уравнения Лагранжа

$$\frac{\partial L}{\partial r}-\frac{\partial L}{\partial v}\frac{d}{dt}=0\,;(10)$$

, это уравнение обобщает второй закон Ньютона на произвольные системы координат , уравнения Ньютона справедливы только в декартовых координатах, которые не всегда удобны. Но если уравнение ПО сводится к волновому уравнению , а волновое уравнение есть следствием уравнений Лагранжа , то и само уравнение ПО должно быть сводимо к уравнениям Лагранжа. Покажем что это действительно так. Берем последовательно полные производные по времени функции $S\left(r\left(t\right),t\right)$

$$\frac{dS\left(r\left(t\right),t\right)}{dt}=\frac{\partial S}{\partial r}v+\frac{\partial S}{\partial t}=L\left(r\left(t\right),v\left(t\right),t\right)\,;(11)$$

, и получаем аналог функции Лагранжа. Вторая полная производная по времени функции $S\left(r\left(t\right),t\right)$ есть первая полная производная по времени функции $L\left(r\left(t\right),v\left(t\right),t\right)$

$$\frac{d^2S\left(r\left(t\right),t\right)}{dt^2}=\frac{dL\left(r\left(t\right),v\left(t\right),t\right)}{dt}=\frac{\partial L}{\partial r}v+\frac{\partial L}{\partial v}\frac{dv}{dt}+\frac{\partial L}{\partial t}=0\,;(12)$$

, но $\dfrac{\partial L}{\partial t}=\dfrac{\partial^2 S}{\partial t^2}$, тогда согласно (8),(9) частную производную по времени в (12) можно опустить

$$\frac{\partial L}{\partial r}v+\frac{\partial L}{\partial v}\frac{dv}{dt}=0\,;(13)$$

Сумма двух членов может быть равна нулю если эти члены равны и имеют разные знаки, то есть приходится признать что

$$\frac{\partial L}{\partial r}v - \frac{\partial L}{\partial v}\frac{dv}{dt} = 0\ ;(14)$$

Наконец, разделив все уравнение на v получим классическое уравнение Лагранжа

$$\frac{\partial L}{\partial r} - \frac{\partial L}{\partial v}\frac{d}{dt} = 0\ ;(15)$$

Это значит что мы, при анализе уравнения ПО, можем прямо пользоваться общими положениями классической механики движения материальных частиц и волн.

Общим положением классической механики, как выяснено справедливым для любой механики, является утверждение о том что движение произвольной инерциальной системы как целого можно свести к движению ее центра инерции, с координатами R . Тогда уравнение ПО ,для движения центра инерции произвольной инерциальной системы, можно написать в виде уравнения ПО для движения одной частицы, координаты которой совпадают с координатами центра инерции.

$$\frac{d^2 S\left(R(t),t\right)}{dt^2} = \frac{\partial^2 S}{\partial R^2}V^2 + 2\frac{\partial^2 S}{\partial R \partial t}V + \frac{\partial^2 S}{\partial t^2} = 0\ ;(16)$$

, здесь V по смыслу скорость движения инерциальной системы как целого.

Наше уравнение ПО до сих пор неполноценно в механической смысле , так как в нем отсутствуют массы физических объектов, без которых динамика объектов немыслима. Однако мы можем ввести их весьма элегантным образом , воспользовавшись выражением для определения скорости центра инерции

$$\vec{V} = \frac{\vec{P}}{\sum m_n} = \frac{\sum m_n \vec{v_n}}{\sum m_n}\ ;(17)$$

, здесь $\vec{P}$ импульс инерциальной системы.

Нашей целью сейчас будет ввести взаимодействие физических объектов в уравнение ПО. Для этого формально возьмем производную по времени от скорости инерциальной системы V , хотя эта скорость постоянная по модулю, и кажется что брать производную от нее бессмысленно, но согласно (17) эта скорость может быть представлена как векторная сумма, а производная по времени от каждого вектора этой суммы может существовать.

Берем полную производную по времени , от полной производной по времени функции $S\left(R(t),t\right)$

$$\frac{d^2 S\left(R(t),t\right)}{dt^2} = \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial S}{\partial R}V + \frac{\partial S}{\partial t}\right) = \left(\frac{\partial S}{\partial R}V + \frac{\partial S}{\partial t}\right)\left(\frac{\partial}{\partial R}V + \frac{\partial}{\partial t}\right) = 0\ ;(18)$$

С учетом вышесказанного мы можем взять производную $\frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{\partial S}{\partial R}V\right)$ как производную произведения, тогда уравнение ПО можно написать в виде

$$\frac{d^2S\left(R(t),t\right)}{dt^2}=\left(\frac{\partial^2 S}{\partial R^2}V^2+2\frac{\partial^2 S}{\partial R\partial t}V+\frac{\partial^2 S}{\partial t^2}\right)+\frac{\partial S}{\partial R}\frac{\partial V}{\partial t}=0\text{;(19)}$$

Уравнение в скобках решается функцией $S_{(R-Vt)}$, следовательно остается уравнение

$$\frac{\partial S}{\partial R}\frac{\partial V}{\partial t}=0\text{;(20)}$$

Подставляя сюда значение V из (17) получаем условие его решения

$$\frac{\partial S}{\partial R}\frac{\partial V}{\partial t}=\frac{\partial S}{\partial R}\left(\frac{\sum m_n a_n}{\sum m_n}\right)=0\text{;(21)}$$

, здесь $\partial v/\partial t=a$ - ускорение , следовательно уравнение (19) решается при условии

$$m_1a_1+...+m_na_n=F_1+...+F_n=0\text{;(22)}$$

, то есть мы одновременно приходим ко второму и третьему законам Ньютона !

Это означает что в уравнение ПО вводить силы не нужно, они в нем математически возникает сами! Нашей целью будет найти эти силы теоретически.

Из нелинейности уравнения движения инерциальной системы для невзаимодействующих частиц по скорости V

$$\frac{d^2S\left(R(t),t\right)}{dt^2}=\frac{\partial^2 S}{\partial R^2}V^2+2\frac{\partial^2 S}{\partial R\partial t}V+\frac{\partial^2 S}{\partial t^2}=0\text{;(23)}$$

, следует что эта система, а значит и ее элементы, имеет предел скорости, который мы найдем дифференцируя (23) по скорости V , при этом уравнение автоматически приравнивается нулю.

$$\frac{d}{dV}\left(\frac{\partial^2 S}{\partial R^2}V^2+2\frac{\partial^2 S}{\partial R\partial t}V+\frac{\partial^2 S}{\partial t^2}\right)=0\text{;(24)}$$

Опыт показывает что единственные невзаимодействующие между собой частицы это фотоны-свет. Логично допустить что именно свет имеет предел скорости, опыт показывает что скорость света c, действительно предельная в пустоте . Для скорости света уравнение ПО можно написать в виде

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

Мы не можем в это уравнение прямо ввести массы и силы по вышеописанной схеме, ведь скорость света в пустоте c , как ее предел, не есть векторной суммой других скоростей, тем более массивных частиц. Но есть изящный способ введения в него массы, заимствованный из основных положений квантовой механики , соотношений де-Бройля. Для этого первоначально преобразуем переменную наших решений в виде

$$\vec{k}\left(r-\vec{\upsilon}t\right)=\left(\vec{k}r-\vec{k}\vec{\upsilon}t\right)=\left(\vec{k}r-\nu t\right);(26)$$

, здесь $\vec{k}$ волновой вектор, ν частота колебаний, это допустимо , ибо волна есть частным решением уравнения ПО.

$$S=\cos\left(r-\nu t\right)+\sin\left(r-\nu t\right)=A\cos\left(r-\nu t+\alpha\right);(27)$$

Согласно де-Бройлю между импульсом $\vec{P}$ и энергией E на квантовом уровне существует связь

$$\vec{P}=\hbar\vec{k}=2\pi\frac{\hbar}{\lambda}\ ;(28)$$

$$E=\hbar 2\pi\nu=\hbar\omega\ ;(29)$$

, здесь λ длина волны. Поэтому решения уравнения ПО, для квантовых объектов, допустимо писать в виде волн

$$S=A\cos\left(r\vec{k}-\omega t\right)=A\cos\left(\frac{\vec{P}}{\hbar}r-\frac{E}{\hbar}t\right);(30)$$

При краевом условии

$$\left(r-ct\right)^2=\left(x-c_xt\right)^2+\left(y-c_yt\right)^2+\left(z-c_zt\right)^2=R^2;$$

Уравнение (30) описывает одиночный колеблющийся солитон, радиуса R движущийся со скоростью света. Солитон можно понимать как корпускулу, а его колебания как волны, поэтому такой солитон будет обладать корпускулярными и волновыми свойствами одновременно. Но фотон как раз и обладает этими удивительными свойствами, именуемыми корпускулярно-волновой дуализм. Поэтому мы вправе отождествить систему уравнений

$$\begin{array}{l} S=A\cos\left(r\vec{k}-\omega t\right)=A\cos\left(\dfrac{\vec{P}}{\hbar}r-\dfrac{E}{\hbar}t\right) \\ \left(r-ct\right)^2=\left(x-c_xt\right)^2+\left(y-c_yt\right)^2+\left(z-c_zt\right)^2=R^2 \end{array};(31)$$

, с движением фотона. Опыт показывает что γ - фотон, при столкновении , может родить электронно-позитронную пару , рассмотрим этот процесс пристальнее, но прежде нам нужно небольшое отступление.

Для рассмотрения движения фотона невозможно обойтись без СТО Эйнштейна . Фундаментом этой теории является инвариантность волнового уравнения

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

, относительно преобразований Лоренца.

$$x' = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}; t' = \frac{t - \left(v/c^2\right)x}{\sqrt{1 - v^2/c^2}};$$
$$y' = y; z' = z;$$

Уравнение ПО сводится к волновому уравнению , поэтому следует ожидать его инвариантности относительно преобразований Лоренца. Прямой их подстановкой в уравнение ПО (25) можно убедиться что оно действительно инвариантно относительно этих преобразований. Следовательно при его анализе мы можем пользоваться выводами СТО. Для энергии и импульса фотона СТО дает соотношения

$$E = \vec{P}\vec{c};(32)$$

, но с другой стороны при образовании электронно-позитронной пары γ - квантом, происходит рождение массивных частиц с массой покоя m_0 , для которых по отдельности справедливо

$$E = \sqrt{P^2c^2 + m_0^2c^4};(33)$$

Из закона сохранения энергии, для фотона и образованной им группы частиц ,следует

$$E = \vec{P}\vec{c} = \sum\sqrt{P^2c^2 + m_0^2c^4};$$

Тогда импульс по отдельным частицам можно написать в виде

$$\vec{P} = \sum\sqrt{P^2 + m_0^2c^2};(34)$$

Для всей группы частиц можно написать

$$\vec{P} = \sqrt{P^2 + m^2c^2};(35)$$

, здесь m масса покоя частиц группы.

Импульс фотона всегда имеет избыток по сравнению с импульсом электронно-позитронной пары. Поэтому для рождения этой пары нужна третья частица, которая принимает избыток импульса. Функция Лагранжа для пары частиц одинаковой массы m , и одной более массивной частицы массой M записывается в виде

$$L = \frac{m}{2}v_1^2 + \frac{m}{2}v_2^2 - \frac{m^2}{2(M + 2m)}\left(\vec{v_1} + \vec{v_2}\right)^2 + U(r);(36)$$

Третий член этого выражения может быть весьма мал. Во первых, сумма $\left(\vec{v_1} + \vec{v_2}\right)$ векторная, и вообще может быть равна нулю. Во-вторых, если $M \gg m$ то этим членом также можно пренебречь. Поэтому в первом приближении пишем функцию Лагранжа в пренебрежении этим членом

$$L=\frac{m}{2}v_1^2+\frac{m}{2}v_2^2+U\left(r\right)=\frac{1}{2}\left(\frac{m}{2}\right)v^2+U\left(r\right) \text{ (37)}$$

В классической механике такая задача сводится к движению одной частицы с приведенной массой $m\ /2$, в случае электронно-позитронной пары приведенная масса равна половине массы электрона $m_e\,/\,2$.

В этом приближении импульс всей электронно-позитронной пары можно писать просто как и (35).Пишем волновую функцию фотона в виде

$$S=A\cos\left(\vec{k}r-\omega t\right)=A\cos\left(\frac{\vec{P}}{\hbar}r-\frac{E}{\hbar}t\right)=A\cos\left(\frac{\sqrt{P^2+m^2c^2}}{\hbar}r-\frac{E}{\hbar}t\right);\text{(38)}$$

Можно возразить, мол на каком основании мы пользуемся выводами классической механики при квантовых вычислениях? Ответ прост. А на каком основании при решении уравнения Шредингера мы ищем квантовые решения, но при этом потенциальную энергию в него подставляем в классическом виде?

Подставляем функцию (38) в уравнение ПО(25) , и получаем алгебраическое уравнение

$$k^2c^2+\frac{E^2}{\hbar^2}=2\frac{Ec\sqrt{P^2+m_0^2c^2}}{\hbar^2}\ ;\text{(39)}$$

Возникает вопрос как его решать? Вернее к чему мы должны стремить его решения. Из выражения СТО для энергии(33), и выражения импульса в квантовой механике(28) можно получить выражение.

$$E=\sqrt{P^2c^2+m_0^2c^4}=\sqrt{4\pi^2\frac{\hbar^2c^2}{\lambda^2}+m_0^2c^4}\ ;\text{ (40)}$$

Из этого можно заключить что энергия взаимодействия U - потенциальная энергия, на квантовом уровне, пропорциональна величине

$$U=2\pi\frac{c\hbar}{\lambda}\ ;\text{(41)}$$

, а сила этого взаимодействия F пропорциональна величине

$$F=\frac{\partial U}{\partial r}=\frac{\partial}{\partial\lambda}\frac{c\hbar}{\lambda}=-\frac{c\hbar}{\lambda^2}\ ;\text{(42)}$$

Вот к этим величинам мы и будем стремить алгебраическое решение уравнения ПО (39).

Избавляясь от квадратного корня возведением в квадрат уравнения (39), и с учетом что $\vec{k}=2\pi/\lambda$, получаем

$$\frac{8\pi^2E^2c^2}{\lambda^2\hbar^2}+\left(\frac{16\pi^4c^4}{\lambda^4}+\frac{E^4}{\hbar^4}\right)=\frac{4c^8m^4}{\hbar^4}+\left(\frac{8c^6m^2P^2}{\hbar^4}+\frac{4c^4P^2}{\hbar^4}\right);(43)$$

Слева мы вынесли за скобки член зависящий от всех переменных и констант в (39), в правой части за скобки вынесен член состоящий только из известных констант, иначе переменные придется выражать через переменные, и решение уравнения (43) никогда не будет найдено. Объединяем члены в скобках в одно выражение Q , и пишем

$$\frac{8\pi^2E^2c^2}{\lambda^2\hbar^2}=\frac{4c^8m^4}{\hbar^4}+Q\,;(44)$$

Справа стоит квадрат некой энергии, следовательно слева также имеем квадрат энергии.

Слева в (44) мы имеем подобие энергии (41), а вот справа нет. Однако вспоминая что $c=dr/dt$ это легко исправить.Пишем

$$\frac{8\pi^2E^2c^2}{\lambda^2\hbar^2}=\frac{8\pi^2E^2}{\lambda^2\hbar^2}\left(\frac{d}{dt}\right)r^2=\frac{4c^8m^4}{\hbar^4}+Q\,;(45)$$

Теперь можно написать

$$\frac{8\pi^2E^2}{\lambda^2\hbar^2}\left(\frac{d}{dt}\right)^2=\frac{4c^8m^4}{\hbar^4r^2}+Q_1;(46)$$

Раскрывая выражение для энергии слева, согласно(33), этому уравнению можно придать вид

$$\frac{8\pi^2m^2}{\lambda^2}\left(\frac{d}{dt}\right)^2=\frac{4c^4m^4}{\hbar^2r^2}+Q_2;(47)$$

Слева стоит выражение внешне похожее на выражение для силы классической гравитации, , поэтому приводим правую часть к выражению $c\hbar/r^2$, согласно (42).

$$\frac{8\pi^2m^2}{\lambda^2}\left(\frac{d}{dt}\right)^2=\frac{4c^4m^4}{\hbar^2r^2}+Q_2=\frac{c^3m^4}{\hbar^3}\left(\frac{4c\hbar}{r^2}\right)+Q_2\,;(49)$$

Вот теперь, разделив все выражение на величину $\frac{c^3m^4}{\hbar^3}$, мы получим силу.

$$\frac{m^2}{\lambda^2}\left(\frac{8\pi^2\hbar^3}{c^3m^4}\right)\left(\frac{d}{dt}\right)^2=\left(\frac{4c\hbar}{r^2}\right)+Q_3;(50)$$

Из выражения справа следует что сила относится к четырем объектам. Заметим что мы нигде не учитывали момент импульса объектов, или спин для элементарных частиц. Поэтому ищем массу среди элементарных частиц со спином 0, при этом их суммарное число должно быть равно четырем. Самые первые кандидаты на это π мезоны, их спин равен 0, а сами они состоят из пары кварк-антикварк, следовательно пара таких мезонов состоит из четырех частиц, что нам и надо, ведь в числителе слева стоит именно пара частиц в виде m^2 , поэтому подставляем последовательно в (50) массы π мезонов. Оказывается что подстановка массы заряженных π мезонов в (50) дает следующий результат

$$\frac{m_e{}^2}{\lambda^2}\left(\frac{8\pi^2\hbar^3}{274^2c^3m_e{}^4}\right)\left(\frac{d}{dt}\right)^2=\left(\frac{4c\hbar}{r^2}\right)+Q_3;(51)$$

Вычисление показывает что величина

$$\left(\frac{8\pi^2\hbar^3}{274^2c^3m_e{}^4}\right)\left(\frac{d}{dt}\right)^2=G=6.67*10^{-8}\left(\frac{г*см^2}{сек}\right);(52)$$

, и размерностью и численно , с весьма большой точностью, совпадает с … гравитационной постоянной. Следовательно выражение (51) есть выражение для ньютоновой силы гравитации для электронно-позитроной пары , на расстоянии волны де-Бройля между ними!

$$\frac{m_e{}^2}{\lambda^2}\left(\frac{8\pi^2\hbar^3}{274^2c^3m_e{}^4}\right)\left(\frac{d}{dt}\right)^2=G\frac{m_e{}^2}{\lambda^2};(53)$$

Первое фундаментальное взаимодействие –гравитация , в рамках уравнения ПО получено.

До сих пор мы к виду (41),(42) приводили правую часть наших равенств. Теперь к этому виду мы приведем левую часть (53).

$$\frac{m_e{}^2}{\lambda^2}\left(\frac{8\pi^2\hbar^3}{274^2c^3m_e{}^4}\right)\left(\frac{d}{dt}\right)^2=\left(\frac{c^2\hbar^2}{\lambda^2}\frac{4}{274^2}\right)\left(\frac{2\pi^2\hbar}{c^5m_e{}^2}\right)\left(\frac{d}{dt}\right)^2=G\frac{m_e{}^2}{r^2};(54)$$

Этому выражению можно придать вид

$$\frac{c^2\hbar^2}{\lambda^2}\frac{4}{274^2}=G\frac{m_e{}^4c^5}{2\pi^2r^2\hbar}\left(\frac{dt}{d}\right)^2;(55)$$

Выражение можно упростить согласно, тому что здесь принято $\frac{1}{r^2}\left(\frac{dt}{d}\right)^2=\frac{1}{c^2}$,

$$\frac{c^2\hbar^2}{\lambda^2}\frac{4}{274^2}=G\frac{m_e{}^4c^3}{2\pi^2\hbar};(55.1)$$

, но такое упрощение физически некорректно, ввиду того что равенство не соблюдается при произвольном λ , поэтому правильным выражением будет именно (55).

Квадратный корень из этого выражения дает две энергии кулоновского взаимодействия.

$$\pm\frac{c\hbar}{\lambda}\frac{1}{137}=\pm\frac{e^2}{\lambda}=\left(\frac{dt}{d}\right)\sqrt{G\frac{m_e{}^4c^5}{2\pi^2r^2\hbar}};(56)$$

, ведь $c\hbar/137 = e^2$ равно квадрату элементарного заряда. Из последнего выражения также следует что заряды должны быть разных знаков и равны по величине, а значит их с разными знаками должно быть два, что согласуется с опытом.

Так что в рамках уравнения ПО получено второе фундаментальное взаимодействие-кулоновское.

Вообще говоря масса заряженных мезонов равна $273m_e$, и (51) может показаться ошибочной величиной , но из (36) следует что масса самой тяжелой частицы в системе пропорциональна величине $M+2m$, у нас величина $m=\frac{m_e}{2}$, поэтому приведенная масса самой тяжелой частицы определяется как $M+m_e$, имея ввиду что мы приняли $M=273m_e$, получаем что приведенная масса самой массивной частицы как раз и есть $274m_e$. Грубо говоря, принимая массу третьей частицы равной $274m_e$ мы неявно учли ее влияние на процесс рождения электронно-позитронной пары, не вводя ее в рассмотрение явно , уверенность в этом нам придает тот факт, что мы получаем хорошее согласие с опытом. Возможно также что для рождения электронно-позитронной пары фотоном третьей частице нужна масса не менее $274m_e$, или более точнее, чтобы суммарная энергия этой группы частиц была не менее $E=274m_ec^2$, но это объяснение требует опытной проверки.

Как мы можем интерпретировать полученные результаты? При рождении электронно-позитронной пары, при ударе о π мезон γ -кванта, одновременно с их рождением возникает гравитационное и кулоновское взаимодействие между ними. Эти мезоны по сути продукты аннигиляции пары кварк-антикварк. Природа в очередной раз удивила. Продукты аннигиляции пар кварк-антикварк, ведут в конечном итоге к рождению электронно-позитронных пар, и фундаментальных взаимодействий. В этой связи уместен вопрос. А что первично, ядерные или остальные взаимодействия?

Вообще говоря оба найденные здесь взаимодействия это разные стороны одного взаимодействия , по видимому более фундаментального взаимодействия пропорциональному (41),(42). Таким образом гравитация и кулоновское взаимодействие это всего лишь разные стороны одной медали.

Сметанников А.И. 20.01.2020г

В тему; http://new-idea.kulichki.net/?mode=new

«К теории корпускулярно-волнового дуализма»

«К гравитации нано и гига систем»