

Двузнаковая гравитация. Анизотропия вакуума

А. В. Клименко, В. А. Клименко , С. В. Клименко

Аннотация

Предполагается, что главной и определяющей компонентой космической среды во Вселенной является физический вакуум. Он не только электро-, но и гравитационно-нейтрален. Показано, что физико-геометрические свойства такого вакуума могут быть описаны в рамках уравнений Эйнштейна для гравитационного поля. Он является выделенным однородным телом отсчёта вселенского масштаба. Предложен вариант экспериментального доказательства существования анизотропии вакуума, обусловленной движением в нём солнечной системы.

Ключевые слова: гравитация, тяготение, антитяготение, физический вакуум, эйнштейновские вакуумы, анизотропия вакуума.

1 Вакуум как идеальная однородная среда

Предполагаем, что вакуум, является идеальной безграничной универсальной средой однородно заполняющей Вселенную. Учитываем, что тензор энергии-импульса $T_{\mu\nu}$ для идеальных сред в инерциальных системах отсчёта (ИСО) может быть записан в виде:

$$T_{\mu\nu} = (\varepsilon + P)U_\mu U_\nu - P\delta_{\mu\nu}, \quad (1)$$

где ε — плотность энергии, P — давление, а U_μ — четыре скорость этих сред[1] .

Считаем, что в окрестности каждой точки пространства существует локальная ИСО K_0 относительно которой вакуум, как сплошная среда, покоится: $U_\mu = (1, 0, 0, 0)$ и он однороден и изотропен. В этой системе нет потоков энергии и импульса вакуума, а его давление удовлетворяет закону Паскаля. В системе K_0 :

$$T_{\mu\nu} = \begin{pmatrix} \varepsilon & 0 & 0 & 0 \\ 0 & P & 0 & 0 \\ 0 & 0 & P & 0 \\ 0 & 0 & 0 & P \end{pmatrix}. \quad (2)$$

2 Условие существования анизотропии вакуума

Найдём условие, при котором в ИСО K , движущейся относительно ИСО K_0 со скоростью \vec{V} , вакуум, оставаясь однородным, не будет изотропным. Запишем преобра-

зования Лоренца для тензора энергии-импульса вакуума [1]:

$$\begin{aligned} T_{00} = \varepsilon = \frac{\varepsilon_0 + \beta^2 P_0}{1 - \beta^2}, \quad T_{0x} = \frac{\beta(\varepsilon_0 + P_0)}{1 - \beta^2}, \quad T_{xx} = \frac{P_0 + \beta^2 \varepsilon_0}{1 - \beta^2}, \\ T_{yy} = T_{zz} = P = P_0, \quad T_{0y} = T_{0z} = T_{xy} = T_{xz} = T_{yz} = 0. \end{aligned} \quad (3)$$

Используется декартова система координат. Считается, что скорость \vec{V} направлена вдоль оси ОХ системы K_0 , связанной с вакуумом, а оси ОУ и ОZ систем K_0 и K совпадают. Видно, что $T_{\mu\nu(K)} = T_{\mu\nu(K_0)}$ лишь при выполнении условия:

$$P_0 = -\varepsilon_0. \quad (4)$$

Доказывалась ли экспериментально выполнимость условия (4) для реального вакуума? Полагаем, что нет. Если это условие для вакуума не выполняется, то в любой ИСО K , движущейся относительно ИСО K_0 , существует поток энергии вакуума $T_{0x} \neq 0$ и его продольное давление P_{\parallel} не равно поперечному P_{\perp} . Это означает, что в системе K вакуум оставаясь однородным не является изотропным. По наблюдаемой анизотропии вакуума можно судить о величине и направлении скорости движения системы K относительно K_0 .

Считаем целесообразным ставить и решать задачу экспериментального определения анизотропии параметров вакуума при переходе из ИСО K_0 в ИСО K . Предполагаем, что эта анизотропия должна проявляться в анизотропии параметров частиц и античастиц, являющихся возмущёнными состояниями вакуума. Считаем, что разумность этого предположения подкреплена надёжно установленным фактом существования анизотропии реликтового излучения, являющегося одним из универсальных возмущённых состояний вакуума.

3 Вакуумные формы материи

Космологические уравнения А. А. Фридмана для вакуума можно записать в виде уравнений описывающих однородную изотропную Вселенную заполненную вакуумной материей:

$$3 \left(\frac{\dot{a}^2}{a^2} + \frac{0 \cdot c^2}{a^2} \right) = \frac{8\pi G}{c^2} (\varepsilon_N + \varepsilon_{\Lambda}), \quad (5)$$

$$2 \frac{\ddot{a}}{a} + \frac{\dot{a}^2}{a^2} + \frac{0 \cdot c^2}{a^2} = -\frac{8\pi G}{c^2} (P_N + P_{\Lambda}). \quad (6)$$

При таком описании, однородные эйнштейновские вакуумы — это плоские безграничные трёхмерные пространства заполненные двумя видами вакуумной материи [2]:

тёмной энергией, параметры которой:

$$\varepsilon_{\Lambda} = \frac{c^4 \Lambda}{8\pi G}, \quad P_{\Lambda} = -\varepsilon_{\Lambda}, \quad (7)$$

и гравитационно-нейтральной вакуумной материей. Для этой материи:

$$\varepsilon_N = \frac{3c^4}{8\pi G} \frac{1}{a^2}, \quad P_N = -\frac{1}{3} \varepsilon_N. \quad (8)$$

Плотность энергии ε_Λ определяется значением космологической постоянной Λ , а плотность энергии гравитационно-нейтральной вакуумной материи ε_N — текущим значением масштабного фактора $a(t)$.

Физические свойства вакуумных материй однозначно связаны с геометрией пространства-времени. Параметры тёмной энергии определяются скалярной кривизной четырёхмерного пространства-времени $R_4 (\Lambda = -\frac{1}{4}R_4)$, а гравитационно-нейтральной вакуумной материи — кривизной трёхмерного пространства $R_3 = -\frac{3}{a^2}$ [2].

4 Тёмная энергия

Тёмная энергия является уникальной материей. Для неё выполняется условие (4) и поэтому она имеет одинаковые свойства в любых инерциальных системах отсчёта. Обычно считается, что это является одним из требований, которому должен удовлетворять реальный вакуум [3].

Тёмная энергия создаёт ускоренное расширение Вселенной, скорость которого, как показывают расчёты в рамках ОТО, безгранично экспоненциально нарастает со временем. Наряду с этим, как мы считаем, нефизичным свойством, тёмная энергия порождает ещё и ряд других фундаментальных проблем [2]. Согласимся с Эйнштейном полагавшим, что введение Λ -члена в уравнения гравитационного поля было самой большой ошибкой в его научной работе и далее будем считать, что Λ -член в уравнениях ОТО отсутствует.

5 Гравитационно-нейтральная вакуумная материя

Считаем, что реальный вакуум является не только электро-, но и гравитационно-нейтральным и его параметры определяются формулами (8). Гравитационная нейтральность такого вакуума на космологических масштабах следует из уравнений для гравитационного поля. Согласно этим уравнениям, космологическое ускорение с которым происходит движение однородной изотропной безграничной космической среды, плотность энергии которой ε , а давление P определяется уравнением [4; 5]:

$$\ddot{a} = -\frac{4}{3}\pi G \frac{a}{c^2}(\varepsilon + 3P). \quad (9)$$

Для рассматриваемого вакуума величина $\varepsilon_N + 3P_N = 0$. Он не создаёт ускоренного движения самого себя и потому является гравитационно-нейтральным.

Для гравитационно-нейтрального вакуума условие (4) не выполняется и поэтому его свойства в различных инерциальных системах отсчёта отличаются. Не считаем, что физический вакуум должен иметь одинаковые свойства во всех системах отсчёта. Вакуум рассматриваем как безграничную среду однородно заполняющую Вселенную.[2] . Гравитационно-нейтральный вакуум, как и реликтовое излучение, выделяет привилегированную систему отсчёта — ту, в которой он является не только однородным, но и изотропным. Считаем, что именно эта система и используется при получении космологических уравнений А. А. Фридмана из уравнений Эйнштейна для гравитационного поля, в предположении однородности и изотропности Вселенной.

Наличие в двузнаковой гравитации таких компонент космической среды, как реликтовое излучение и гравитационно-нейтральная вакуумная материя, выделяющих

привилегированные системы отсчёта, не нарушает релятивистской инвариантности этой теории. Её основополагающие уравнения по форме совпадают с уравнениями Эйнштейна для гравитационного поля.

Предполагаем, что предельный переход гравитационно-нейтрального вакуума в физический вакуум квантовой теории поля может быть осуществлен, если считать, что виртуальные частицы и античастицы являются состояниями с положительной энергией и с отрицательной энергией, соответственно, и имеет место их полное равновесие. Принятие этого постулата в квантовой теории поля (КТП) означает выбор самого простого и красивого её варианта, в котором вакуум не только электро-, но и гравитационно нейтрален. При этом естественным образом решается сложнейшая проблема КТП - несоответствия рассчитанной в рамках этой теории плотности темной энергии и наблюдаемой в реальности астрономами плотности энергии вакуумной формы материи. Согласно ДГ, вакуум - это вовсе не гравитационно заряженная темная энергия, а гравитационно нейтральная вакуумная материя. И именно ее параметры и должны рассчитываться в КТП и сравниваться с наблюдаемыми астрономами.

Вакуум двузнаковой гравитации является выделенным телом отсчета вселенского масштаба. В следующем пункте работы описан предлагаемый нами вариант эксперимента по обнаружению анизотропии гравитационно-нейтрального вакуума, обусловленной движением в нем солнечной системы.

6 Анизотропия вакуума

Предполагаем, что вакуумная материя является гравитационно-нейтральной, однородно заполняет Вселенную, выделяет в нём привилегированную систему отсчёта. Идея о возможности существования такой системы отсчёта обсуждалась Эйнштейном [6]. Он считал, что логически допустим эфир, выделяющий привилегированную инерциальную систему отсчёта, но ему казалось, что существование такого эфира маловероятно. Он полагал, что эфир ОТО должен иметь одинаковые свойства во всех инерциальных системах отсчёта. Фактически он связывал этот эфир с тем, что в современной космологии определяется термином "тёмная энергия" и свойства которой одинаковы во всех ИСО. Эта точка зрения является основополагающей и в современной КТП [3]. Возможность существования эфира, обладающего иными физическими свойствами, чем описываемого Λ -членом, обычно не рассматривается, хотя, как показано выше, такая возможность в рамках ОТО существует.

Если реальный вакуум является электро- и гравитационно-нейтральным, то в окрестности любой точки Вселенной он выделяет привилегированную инерциальную систему отсчёт K_0 и лишь в ней однороден и изотропен. Во всякой другой инерциальной системе K , движущейся относительно K_0 , он оставаясь однородным не является изотропным. Выскажем соображения по поводу того, как можно экспериментально обнаружить такой вакуум и его анизотропию .

Предполагаем, что частицы и античастицы являются возбуждёнными состояниями вакуума. Считаем, что значения параметров, определяющих физические свойства этих возмущений зависят от скорости их движения в нем. Учитывая это, считаем, что такие фундаментальные величины, как масса и время жизни частиц и античастиц, которые в современной физике считаются универсальными константами во всех локально-инерциальных системах K , в реальности таковыми являются лишь в привилегированной системе отсчёта K_0 связанной с вакуумом. Аналогичные утвер-

ждения справедливы и для других физических величин. Например, сокращение длин масштабов и замедление темпа хода часов рассматриваем не как кинематические эффекты, а как реальные динамические, обусловленные влиянием вакуума на движущиеся в нем масштабы и часы. Такая точка зрения совпадает с пониманием смысла преобразований Лоренца, который первоначально вкладывал в них их первооткрыватель [7].

Согласно излагаемой здесь точке зрения, должна наблюдаться зависимость параметров частиц и античастиц, длин масштабов, темпа хода часов не только от скорости их движения \vec{u} в лабораторной системе K , но и от скорости движения \vec{V} этой системы относительно вакуума. Формулы, определяющие эти зависимости в системе K , кроме аргумента u^2 , должны содержать аргументы $(\vec{u}\vec{V})$ и V^2 . Должна наблюдаться анизотропия параметров частиц — их зависимость от направления скорости их движения \vec{u} по отношению к направлению скорости \vec{V} .

Рассмотрим эти утверждения более подробно. Пусть K_0 — система отсчёта, в которой вакуум покоится, а система K движется относительно K_0 со скоростью \vec{V} ; \vec{u} — скорость движения частицы относительно системы K , а \vec{w} — скорость этой же частицы, но относительно вакуума. Используем декартовы системы координат. Считаем, что скорость \vec{V} направлена вдоль оси ОХ системы K_0 . Учитывая закон сложения скоростей в релятивистской механике, находим зависимость \vec{w} от \vec{u} и \vec{V} . Она имеет вид [1, § 5]

$$w_x = \frac{u_x + V}{1 + \frac{\vec{u}\vec{V}}{c^2}}, w_y = \frac{u_y \sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}}{1 + \frac{\vec{u}\vec{V}}{c^2}}, w_z = \frac{u_z \sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}}{1 + \frac{\vec{u}\vec{V}}{c^2}}. \quad (10)$$

В эйнштейновской СТО нет привилегированной системы отсчёта K_0 [8]. Формально это означает, что скорость \vec{V} равна нулю. При этом формулы, определяющие зависимость массы m и времени жизни частиц τ , в системе K , имеют вид :

$$m(u^2) = m_0 \cdot \gamma(u^2), \tau(u^2) = \tau_0 \cdot \gamma(u^2), \quad (11)$$

где m_0 и τ_0 значения m и τ при $u = 0$; $\gamma = (1 - u^2/c^2)^{-1/2}$ — фактор Лоренца.

Если гипотеза о существовании привилегированной системы отсчёта K_0 , связанной с вакуумом, является правильной, а значения параметров частиц и античастиц определяются скоростями их движения в нем, то в реальности в системах K должны наблюдаться не значения $m(u^2)$ и $\tau(u^2)$, а $m(w^2)$ и $\tau(w^2)$. Учитывая формулы (10) и (11), запишем $m(w^2)$ и $\tau(w^2)$ в виде:

$$m(\vec{u}, \vec{V}) = m_0 \left(1 + \frac{\vec{u}\vec{V}}{c^2}\right) \Gamma(u^2, V^2), \tau(\vec{u}, \vec{V}) = \tau_0 \left(1 + \frac{\vec{u}\vec{V}}{c^2}\right) \Gamma(u^2, V^2), \quad (12)$$

где величина

$$\Gamma(u^2, V^2) = \left[\left(1 - \frac{u^2}{c^2}\right) \left(1 - \frac{V^2}{c^2}\right) \right]^{-\frac{1}{2}} = \gamma(u^2)\gamma(V^2), \quad (13)$$

называемая далее фактором K_2 , равна произведению факторов Лоренца $\gamma(u^2)$ и $\gamma(V^2)$.

Из этих формул видно, что массы и времена жизни частиц и античастиц в системах отсчёта K , движущихся относительно K_0 с различной скоростью, реально

отличаются и не являются универсальными константами. Таковыми они являются лишь в системе K_0 . Кроме того, в системах K должна наблюдаться анизотропия массы и времени жизни частиц и античастиц. Величины этих параметров зависят не только от u^2 и V^2 , но и от $(\vec{u} \cdot \vec{V})$.

Приведём оценку величины ожидаемого эффекта. Для простоты будем считать, что $u_y = u_z = 0$. В этом случае, при одном и том же значении u , возможны два значения скорости \vec{w} :

$$w_1 = \frac{V + u}{1 + \frac{uV}{c^2}} \quad w_2 = \frac{V - u}{1 - \frac{uV}{c^2}}. \quad (14)$$

Скорость w_1 соответствует случаю, когда частица движется вдоль \vec{V} , а скорость w_2 имеет место, когда \vec{u} и \vec{V} антипараллельны.

В этих двух предельных случаях, экспериментально измеряемые массы частиц и времена их жизни, зависящие, как мы полагаем, от абсолютной скорости их движения относительно вакуума, должны иметь значения:

$$m(w_1^2) = m_0 \cdot \gamma(w_1^2), \quad \tau(w_1^2) = \tau_0 \cdot \gamma(w_1^2) \quad (15)$$

— в первом случае и

$$m(w_2^2) = m_0 \cdot \gamma(w_2^2), \quad \tau(w_2^2) = \tau_0 \cdot \gamma(w_2^2) \quad (16)$$

— во втором случае. Если экспериментальные исследования выявят различие этих случаев, то это будет веским аргументом в пользу правильности гипотезы о существовании привилегированной системы отсчёта связанной с вакуумом и его влиянии на параметры частиц и античастиц.

Степень анизотропии массы и времени жизни частиц (её дипольную компоненту), обусловленной движением лабораторной системы K относительно вакуума со скоростью V , определим формулами:

$$\frac{\Delta m}{2\bar{m}} = \frac{\Delta \tau}{2\bar{\tau}} = \frac{uV}{c^2}, \quad (17)$$

где $\Delta m = m(w_1^2) - m(w_2^2)$, $\Delta \tau = \tau(w_1^2) - \tau(w_2^2)$, $\bar{m} = m_0 \Gamma(u^2, V^2)$, $\bar{\tau} = \tau_0 \Gamma(u^2, V^2)$.

Как видно из (17), эффект анизотропии наиболее сильно должен проявляться для релятивистских частиц, у которых скорость $u \approx c$. Для них

$$\frac{\Delta m}{2\bar{m}} = \frac{\Delta \tau}{2\bar{\tau}} = \frac{V}{c}. \quad (18)$$

Считаем, что привилегированные системы отсчёта, связанные с реликтовым излучением и гравитационно-нейтральным вакуумом, совпадают. Учитывая это, полагаем, что земные лаборатории, в которых изучаются зависимости $m(\vec{u}, \vec{V})$ и $\tau(\vec{u}, \vec{V})$, движутся в вакууме со скоростями приблизительно 390 км/с в направлении созвездия Девы [9].

Подставляя в (18) $V = 390$ км/с, находим ожидаемое значение дипольной компоненты анизотропии массы и времени жизни релятивистских частиц/античастиц, обусловленной движением Солнечной системы в вакууме:

$$\frac{\Delta m}{2\bar{m}} = \frac{\Delta \tau}{2\bar{\tau}} \approx 0,13\%. \quad (19)$$

Релятивистские поправки такой величины можно пытаться измерить (см. следующий пункт статьи). По-видимому, целенаправленно их никто не искал. Отметим, что надёжно доказано существование дипольной компоненты анизотропии температуры T реликтового излучения $\Delta T/2T \simeq 0,13\%$ [9] и оно совпадает с ожидаемым значением (19) дипольной компоненты анизотропии параметров релятивистских массовых частиц. Это совпадение нам не кажется случайным. В обоих случаях рассматривается анизотропия параметров релятивистских частиц в лабораториях связанных с солнечной системой.

Отличие параметров частиц/античастиц в различных инерциальных системах отсчёта, а также и их анизотропия должно быть значительным в системах отсчёта, движущихся в вакууме со скоростями, соизмеримыми со скоростью света. Например, если

$$V = \frac{1}{2}c, u = \frac{1}{2}c, \text{ то } w_1 = \frac{4}{5}c, w_2 = 0.$$

При этом

$$\frac{\Delta m}{2\bar{m}} = \frac{\Delta \tau}{2\bar{\tau}} \approx 25\%.$$

7 Обнаружение вакуума и его анизотропии

В настоящее время проводить исследования, находясь в лабораториях, движущихся в вакууме со скоростями, соизмеримыми со скоростью света, пока не представляется возможным. Опишем схему, представляющегося нам разумным, варианта экспериментального доказательства существования анизотропии вакуума в лабораториях связанных с солнечной системой и предположительно, движущихся относительно вакуума в направлении созвездия Девы со скоростью приблизительно 390 км/с.

Предлагаем измерить и сравнить, на одних и тех же приборах, времена жизни в трёх группах определенных нестабильных частиц. По-видимому, наиболее подходящими для таких экспериментов, являются мюоны.

Первая группа состоит из мюонов медленно движущихся в лабораторной системе K . Относительно вакуума они движутся со скоростями близкими к скорости V . Для них время жизни

$$\tau(V^2) = \tau_0 \gamma(V^2), \quad (20)$$

где τ_0 время жизни мюонов, покоящихся относительно вакуума.

Вторая группа состоит из мюонов, движущихся в лабораторной системе K со скоростью u близкой к скорости света в направлении созвездия Девы. Их скорость относительно вакуума равна w_1 , см.(14). Для них время жизни

$$\tau_1 = \tau_1(w_1^2) = \tau_0 \left(1 + \frac{uV}{c^2}\right) \gamma(V^2) \gamma(u^2). \quad (21)$$

Третья группа состоит из мюонов, движущихся в системе K с такими же скоростями, что и мюоны второй группы, но в направлении противоположном направлению на созвездие Девы. Их скорость относительно вакуума равна w_2 , см.(14). Для этой группы мюонов время жизни

$$\tau_2 = \tau_2(w_2^2) = \tau_0 \left(1 - \frac{uV}{c^2}\right) \gamma(V^2) \gamma(u^2). \quad (22)$$

В предлагаемом эксперименте, параметр, характеризующий величину анизотропии времени жизни частиц, обусловленной движением системы K в вакууме со скоростью V , целесообразно определять формулой:

$$\frac{\Delta\tau}{2\tau(V^2)} = \frac{\tau_1 - \tau_2}{2\tau(V^2)} = \frac{uV}{c^2} \gamma(u^2). \quad (23)$$

Рассчитываемый таким образом параметр анизотропии будет в $\gamma(u^2)$ раз больше, чем в случае, когда он определяется формулой (17), в которой величина $\Delta\tau = \tau_1 - \tau_2$ сравнивается не с $\tau(V^2) \approx \tau_0$, а с $\bar{\tau} = (\tau_1 + \tau_2)/2 \approx \tau_0\gamma(u^2)$. Использование этой величины, как характеристики анизотропии, позволит более четко ее видеть.

Формулу (23) для релятивистских частиц, предполагая, что $V \simeq 390$ км/сек, можно записать в виде:

$$\frac{\Delta\tau}{2\tau(V^2)} = 0,13\gamma(u^2)\%. \quad (24)$$

Отсюда видно, что параметр анизотропии времени жизни в пучках мюонов, летящих в различных направлениях, для которых $\gamma(u^2) \gg 1$, если идеи изложенные в настоящей работе являются правильными, может быть значительным, порядка и более одного процента.

Современные экспериментальные данные о времени жизни медленных мюонов: $2,1969811(22) \cdot 10^{-6}$ секунд [10] содержат в себе неопределённость в шестом знаке. Эта неопределённость, как мы полагаем, в значительной степени, связана с различием скоростей движения земных лабораторий относительно вакуума приблизительно на 1 км/сек, обусловленным вращением Земли. Если гипотеза о зависимости параметров частиц/античастиц от скорости их движения относительно вакуума, а не лабораторий в которых она определяется, верна, а вакуум является привилегированным телом отсчёта, то в предлагаемом эксперименте анизотропия времени жизни в релятивистских пучках мюонов, движущихся в различных направлениях, должна чётко проявиться.

Замечание. Проводя лабораторные исследования анизотропии времени жизни в релятивистских пучках нестабильных частиц, необходимо учитывать изменение в течении суток и года, величины $(\vec{u} \cdot \vec{V})$. Полагаем, что в подобного рода экспериментах, должны чётко проявиться суточные и годовые вариации времени жизни частиц.

8 Заключение

- Если вакуум ДГ является выделенным телом отсчёта вселенского масштаба, а частицы и античастицы его возмущенными состояниями, то в системах отсчёта, движущихся в вакууме, должна наблюдаться анизотропия их параметров.
- Для фотонов реликтового излучения, наличие этой анизотропии надежно установлено в результате тщательного измерения их спектра в различных направлениях на небесной сфере.

Экспериментальное доказательство существования анизотропии параметров массовых частиц, в системах отсчёта, движущихся в вакууме, является одной из важнейших задач. Почему же она до сих пор не наблюдалась?

Полагаем по следующим причинам.

- Первая: идея существования привилегированного тела отсчёта не рассматривалась, как противоречащая господствующим представлениям о том, что привилегированной инерциальной системы отсчёта в природе нет, поскольку все они, согласно СТО, совершенно равноправны.
- Вторая: отсутствовала идея о вакууме, как об основополагающем и привилегированном теле отсчёта, а частицах и античастицах, как его возбужденных состояниях. Считалось, что параметры частиц зависят от их скорости в используемой ИСО, а не от их скорости относительно вакуума.
- Третья: эксперименты с частицами проводятся в лабораториях связанных с солнечной системой, движущихся в вакууме со скоростями много меньшими скорости света. Расчётная, в рамках ДГ, анизотропия параметров частиц, в этих условиях, (меньше 0.13%), является достаточно малой. Она могла бы быть и значительно большей в лабораториях, движущихся в вакууме со скоростями соизмеримыми со скоростью света. К сожалению, такие лаборатории пока отсутствуют.

Если анизотропия параметров частиц и античастиц, обусловленная движением солнечной системы относительно вакуума, будет установлена, то это явится чётким указанием на правильность идеи о существовании гравитационно-нейтрального вакуума и зависимости параметров частиц/античастиц от скорости их движения в нём. Это также будет доказывать не только существование вакуума, как привилегированного тела отсчёта, но и неразрывную связь с ним частиц/античастиц. Существование анизотропии вакуума в ИСО, движущихся в нём, существенно повлияет на оценку многих важных утверждений современной физики.

Неправильными будут утверждения о полном равноправии всех ИСО и изотропии свойств пространства в них.

О неразличимости в гравитации частиц и античастиц.

Излишней окажется гипотеза о существовании гравитационно заряженной темной энергии, описываемой Λ - членом уравнений Эйнштейна и ряд других.

Обсуждение некоторых из них проведено в серии статей , под общим названием / Двухзнаковая гравитация / А.В. Клименко, В.А. Клименко , написанных в 2018-2024 гг. [2] Они размещены на нашем сайте: Cosmoway.ru

Список литературы

1. Ландау, Л. Д. Теория Поля / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. М. :Наука, 1988.
2. Клименко А.В. Двухзнаковая гравитация / А.В. Клименко, В.А. Клименко. Челябинск : изд-во Челябинского гос. университета, 2017. Уточненное изложение идей этой монографии содержится в статьях: I. Двухзнаковая гравитация. Частицы, античастицы и гравитация / А.В. Клименко, В.А. Клименко. II.a Двухзнаковая гравитация. Вакуум- пространство-время. / А.В. Клименко, В.А. Клименко. II.b Двухзнаковая гравитация. Анизотропия вакуума. / А.В. Клименко, В.А. Клименко, С.В. Клименко. III. Двухзнаковая гравитация. Основопологающие принципы / А.В. Клименко, В.А. Клименко. IV. Двухзнаковая гравитация. Космология / А.В. Клименко, В.А. Клименко. V. Двухзнаковая гравитация. Мировые и антимировые / А.В. Клименко, В.А. Клименко. VI.a Двухзнаковая гравитация. Вакуум - темная материя / А.В. Клименко, В.А. Клименко. VI.b Двухзнаковая гравитация. Вакуум и образование структур в ранней Вселенной / А.В. Клименко, В.А. Клименко. VII. Двухзнаковая гравитация. Фотоны и антифотоны/ А.В. Клименко, В.А. Клименко. VIII. Двухзнаковая гравитация. Природа сил инерции / А.В. Клименко, В.А. Клименко Они написаны в 2018-2024 гг. и размещены на нашем сайте: Cosmoway.ru
3. Вильчек, Ф. Тонкая физика. Масса. Эфир и объединение всемирных сил СПб. ,: изд-во , "Питер 2017.
4. Вайнберг, С. Космология / С. Вайнберг. М. :Платон, 2008.
5. Зельдович, Я. Б. Строение и эволюция Вселенной / Я. Б. Зельдович, И. Д. Новиков. М. :Наука, 1975.
6. Эйнштейн, А. Эфир и теория относительности // Собр. науч. тр.: в 4 т. Т. 1. М. :Наука, 1965.
7. Lorentz, H.A. Proceedigs of Academy of Sainces of Amsterdam, 1904.
8. Эйнштейн, А. К электродинамике движущегося тела // Собр. науч. тр. : в 4 т. Т. 1. М. :Наука, 1965.
9. Смут, Дж. Анизотропия реликтового излучения. Открытие и научное знание // УФН. 2007. Т. 177, ,12. С. 1294–1317.
10. Review of Particle Physics- 2020, Progress of Teoretical and Experimental Physics.2020 (8).