

VIII. Двухзнаковая гравитация. О природе сил инерции

В. А. Клименко, А. В. Клименко

Аннотация

Обсуждается гипотеза: силы инерции, действующие на частицы и античастицы обусловлены влиянием на них физического вакуума. Считается что вакуум является привилегированным телом отсчёта вселенского масштаба. Частицы и античастицы неразрывно связаны с ним и являются его возбуждёнными состояниями. Изменение состояний частиц и античастиц, связанное с их взаимодействиями друг с другом, вызывает реакцию вакуума. Эта реакция, в системе отсчёта в которой интересующая нас частица или античастица покоится, проявляется как сила инерции, действующая на них. В классической физике она связана с изменением скорости движения рассматриваемой частицы (античастицы) в вакууме. Показано, что при одинаковых условиях, силы инерции, действующие на частицы и античастицы, как и силы гравитации, равны по величине, но направлены противоположно. Инерция, как и гравитация, является двухзнаковой.

Ключевые слова: инерция, гравитация, лифт Эйнштейна, принцип Маха, физический вакуум, вещество, антивещество.

1 Основополагающая идея

В общей теории относительности (ОТО), как и в ньютоновской механике, считается, что причиной сил инерции является неинерциальность используемых систем отсчёта [1; 2] В то же время в этих теориях неинерциальным системам отсчёта не приписываются какие-либо физические свойства, которые можно трактовать как материальные источники сил инерции.

В основе ОТО лежит предположение об эквивалентности сил инерции и гравитации. Это предположение кажется сомнительным, по следующей причине. Источником реальной гравитации является материя, которая не может быть ни рождена ни исключена никаким выбором системы отсчёта, а может лишь по вполне определенным законам переходить из одних состояний в другие. В то же время в этой теории силы инерции могут быть рождены за счёт перехода из инерциальной системы отсчёта в неинерциальную, а затем уничтожены обратным переходом в инерциальную систему отсчёта. Рассматривать инерцию, порождаемую таким способом, и гравитацию как эквивалентные понятия нелогично, поскольку их источниками не является

одна и та же причина. В самом деле, что общего между материей, являющейся источником гравитации и переходами из инерциальных систем отсчёта в неинерциальные, являющимися источником сил инерции. В рамках ОТО системы отсчёта могут быть некоторыми мысленными конструкциями не связанными с материей.

В двузнаковой гравитации, как и в ОТО, считается, что природа сил инерции и гравитации связана с искривлённостью пространства-времени. В тоже время, при этом считается, что пространство-время существует не само по себе, а неразрывно связано с физическим вакуумом, обладающим не только геометрическими, но и физическими свойствами. В этой теории вакуум является универсальной и основополагающей компонентой космической среды. Он однородно заполняет Вселенную и является электро- и гравитационно-нейтральным. Такой вакуум позволяет ввести привилегированную систему отсчёта вселенского масштаба и различать локальные инерциальные системы отсчёта друг от друга. Частицы и античастицы являются его возбуждёнными состояниями и неразрывно с ним связаны. Частицы являются возбуждёнными состояниями с положительной энергией, а античастицы с отрицательной. В классическом приближении значения их параметров зависят от скорости их движения в вакууме. Эти утверждения подробно обсуждаются статье [3]. В двузнаковой гравитации системы отсчёта, в отличие от ОТО, не могут быть произвольными мысленными конструкциями, они обязательно должны быть взаимосвязаны с реальными физическими объектами.

В настоящей работе природу сил инерции будем обсуждать в рамках классической физики. Гипотетически считаем, что эти силы, как и силы гравитации, являются материальными по своей природе и связаны с взаимодействием частиц и античастиц с электро- и гравитационно-нейтральным вакуумом. В любом месте Вселенной такой вакуум выделяет привилегированную локально-инерциальную систему отсчёта. В этой системе свободные частицы и античастицы движутся равномерно и прямолинейно. Пространство-время в этих локальных системах является псевдоевклидовым, а трёхмерное пространство-плоским. В тех случаях, когда меняется скорость или направление движения частиц (античастиц) в вакууме, возникает его реакция на эти изменения. В локальной неинерциальной системе отсчёта, связанной с некоторой выбранной частицей (античастицей), эта реакция проявляется как действие со стороны вакуума на эту частицу (античастицу) сил инерции. Считаем, что сила инерции - это то, что действует на частицу (античастицу) со стороны вакуума и уравнивает действие на неё всех других сил в локальной системе отсчёта связанной с рассматриваемой частицей. Именно в этом и состоит, как мы предполагаем, природа этих сил. Аргюи нет оснований считать, что действие вакуума на частицы и античастицы, при одинаковых условиях, является одинаковым. Действие сил инерции на тела, согласно предлагаемому объяснению природы этих сил, имеет место лишь тогда, когда изменяется состояние их движения в вакууме.

Исследование природы сил инерции начнём с анализа представлений Эйнштейна об этих силах в период создания им ОТО.

2 Эйнштейн о природе сил инерции

Интересующая нас эйнштейновская точка зрения на природу сил инерции содержится в его основополагающей работе по ОТО [4]. Приведём выдержку из этой работы, поясняющую его представления о природе этих сил в период разработки им ОТО.

«В классической механике и в не меньшей степени специальной теории относительности присутствует некоторый теоретико-познавательный недостаток, который, пожалуй, впервые был ясно отмечен Э. Махом. Мы поясним его на следующем примере. Пусть два жидких тела одинаковой величины и состава свободно парят в пространстве на таком большом расстоянии друг от друга (и от всех прочих масс), что должны приниматься во внимание только те гравитационные силы, с которыми действуют друг на друга части одного и того же тела. Пусть расстояние между этими телами остаётся неизменным. Пусть также не происходит перемещения одной относительно другой частей одного и того же тела. Но пусть каждая масса, рассматриваемая наблюдателем, покоящимся относительно другой массы, вращается вокруг линии, соединяющей массы, с постоянной угловой скоростью (это относительное движение обеих масс всегда можно установить). Теперь представим себе, что поверхности обоих тел (S_1 и S_2) измерены с помощью масштабов (покоящихся относительно этих тел); пусть в результате измерения оказалось, что поверхность S_1 представляет собой сферу, а поверхность S_2 — эллипсоид вращения.

Теперь возникает вопрос: по какой причине тела S_1 и S_2 ведут себя по-разному? Ответ на этот вопрос может быть только тогда признан удовлетворительным¹ с теоретико-познавательной точки зрения, когда обстоятельство, указанное в качестве причины, является наблюдаемым опытным фактом; ибо принцип причинности только тогда имеет смысл суждения о явлениях в мире опыта, когда в качестве причин и следствий в конечном итоге оказываются лишь наблюдаемые факты.

Механика Ньютона не даёт удовлетворительного ответа на этот вопрос. Она говорит следующее. Законы механики справедливы для пространства R_1 , относительно которого тело S_1 находится в покое, но несправедливы для пространства R_2 , относительно которого находится в покое тело S_2 . Однако галилеево пространство R_1 (и движение по отношению к нему), которое при этом вводится, является фиктивной причиной, а не наблюдаемым фактом. Таким образом, ясно, что механика Ньютона в рассматриваемом случае удовлетворяет требованию причинности не по существу, но лишь кажущимся образом, возлагая ответственность за наблюдаемое различное поведение тел S_1 и S_2 на фиктивную причину — пространство R_1 .

Удовлетворительным ответом на поставленный выше вопрос может быть только следующий: физическая система, состоящая из тел S_1 и S_2 , сама по себе не даёт возможности указать причину, с помощью которой можно было бы объяснить различное поведение тел S_1 и S_2 . Причина должна, следовательно, лежать вне этой системы. Отсюда следует вывод, что общие законы движения, которые, в частности, определяют форму тел S_1 и S_2 , должны быть таковы, чтобы механические свойства тел S_1 и S_2 в значительной степени обуславливались отдалёнными массами, которые мы не включили в рассматриваемую систему. Эти отдалённые массы (и их относительные движения по отношению к рассматриваемым телам) должны тогда рассматриваться как носители принципиально наблюдаемых причин различного поведения рассматриваемых тел S_1 и S_2 ; они становятся на место фиктивной причины R_1 ».

¹Удовлетворительный с теоретико-познавательной точки зрения ответ может, конечно, ещё оказаться физически неверным в том случае, когда он не согласуется с другими опытными данными.

3 Материальная природа сил инерции

В общей теории относительности утверждается, что переходом в неинерциальные системы отсчёта можно искусственно создать гравитационные поля. Такие поля, вообще говоря, отличаются от тех полей источником которых является материя. Первые из них могут быть уничтожены переходом в инерциальную систему отсчёта, тогда как для вторых такое уничтожение невозможно, см., например [2]. Вследствие присутствия такого различия в поведении этих полей, часто о гравитационных полях, связанных с неинерциальностью систем отсчёта говорят как о фиктивных, а о порождаемых материей как реальных. В существовании различия в поведении этих типов гравитационных полей видится некоторый теоретико-познавательный недостаток ОТО. Полагаем, что он связан с неточностью интерпретации природы сил инерции — понимаемых как искусственно порождаемых неинерциальностью системы отсчёта, а не связанных с взаимодействием тел друг с другом, как это имеет место для реальных гравитационных полей.

Как следует из приведённой в п. 2 выдержки из работы Эйнштейна [4], он предполагал, что наличие сил инерции связано с влиянием на любое тело всех отдалённых масс Вселенной. Эту идею в литературе определяют как принцип Маха. После создания ОТО и её подробного анализа, было показано, что принцип Маха в ОТО не содержится, см., например, [5]. Этот принцип не является удовлетворительным по следующей причине. Силы инерции, действующие внутри некоторой системы, могут быть изменены за счёт внутренних процессов. Например, вращающееся тело S_2 можно заставить вращаться быстрее или медленнее. При этом, в соответствии с происходящими изменениями параметров вращения, будут меняться и силы инерции, действующие на отдельные элементы тела S_2 . Очевидно, что эти изменения сил инерции, если оставаться на позиции о конечности максимальной скорости распространения взаимодействий, если и связаны с «отдалёнными массами», как это утверждается в принципе Маха, то только вследствие влияния того поля, которое они создают. Это поле должно иметь космологический характер. Его свойства в однородной изотропной Вселенной во всех её точках, в космологической фридмановской системе отсчёта в один и тот же момент мирового времени, должны быть одинаковыми. Кроме того, переходя в инерциальную систему отсчёта, связанную с телом S_1 , Вы не можете утверждать, что исключили силы инерции, действующие на элементы тела S_2 . При таком переходе тело S_2 не станет сферически симметричным и чтобы объяснить этот факт необходимо считать, что действие космологического маховского силового поля на массы S_1 и S_2 реально является различным и оно не зависит от того в какой системе отсчёта Вы находитесь: в системе S_1 или S_2 . Космологического поля, обладающего такими свойствами в ОТО не находится, поэтому в этой теории и нет принципа Маха.

В чём видим неточность рассуждений Эйнштейна, описанных в приведённой выдержке из его работы [4]? Полагаем, что Эйнштейн был прав, когда утверждал, что физическая система, состоящая из тел S_1 и S_2 , сама по себе не даёт возможности указать причину, с помощью которой можно было бы объяснить различие в их поведении. В то же время с ним трудно согласиться, когда он утверждал, следуя Маху, что причина, приводящая к различию поведения тел S_1 и S_2 лежит вне этой системы и обусловлена отдалёнными массами, которые мы не включили в рассматриваемую систему.

В двузнаковой гравитации отличие в поведении тел S_1 и S_2 следует связывать

не с удалёнными телами, а с тем во что погружены тела S_1 и S_2 . Согласно этой теории, эти тела находятся не в пустоте, а в вакууме, который является средой, обладающей определёнными физическими свойствами. Вакуум влияет на все, что в него погружено. При этом закон этого влияния определяется тем в каком состоянии относительного движения, по отношению к вакууму, находятся погруженные в него тела S_1 и S_2 . В такой трактовке — силы инерции это не фикция, а то, что связано с реальным взаимодействием тел с вакуумной формой материи, которая является основополагающей и неустранимой компонентой космической среды. Существенно, что вакуум является электро - и гравитационно -нейтральным материальным телом отсчёта вселенского масштаба [3]. В двузнаковой гравитации он является, по существу, материализованным абсолютным ньютоновским пространством, но описываемым в рамках не ньютоновской, а релятивистской теории. Такой вакуум является привилегированным материальным телом отсчёта — однородным изотропным и равномерно расширяющимся во времени.

На временах много меньших космологических, глобальное расширение вакуума можно не учитывать. Тела, вследствие взаимодействия с другими телами, движутся относительно вакуума неравномерно и не прямолинейно. В то же время, в неинерциальной системе отсчёта, в которой некоторое выбранное тело покоится, это интерпретируется как связанное с действием на него, кроме сил, действующих на него со стороны других тел, уравновешивающей силы со стороны вакуума, которая определяется как сила инерции. Тело под действием сил заставляющих его двигаться относительно вакуума неравномерно и не прямолинейно, а также под действием силы инерции испытывает деформацию. Она является реальной и может быть измерена экспериментально.

В предлагаемом объяснении природы сил инерции они рассматриваются как связанные с действием вакуума на тело. Силы инерции, действующие на выбранное тело, рассматриваются как реакция вакуума на изменение состояния движения этого тела под действием других тел. Действие сил инерции на выбранное тело будет продолжаться до тех пор, пока на него будут действовать другие тела.

В двузнаковой гравитации и гравитационные поля, и инерционные поля обусловлены искривлённостью (деформацией и поляризацией) вакуума-пространства-времени. Согласно двузнаковой гравитации вакуум различает частицы и античастицы и его влияние на них не является одинаковым. Вследствие этого, в этой теории считается, что не только влияние гравитации, но и инерции на вещество и антивещество, при одинаковых условиях, например, в мысленных экспериментах Эйнштейна в лифте [5], не является одинаковым. Рассмотрим это утверждение подробнее.

4 Принцип эквивалентности гравитации и инерции

Одним из возражений против идеи о различии в гравитации частиц и античастиц является, как утверждают наши оппоненты, её противоречие принципу эквивалентности. Согласно этому принципу невозможно различить силы инерции и силы гравитации, поскольку это одно и то же, но рассматриваемое с разных точек зрения. Считается, что силы инерции, действующие на частицы и античастицы, при одинаковых условиях, равны, поэтому, учитывая принцип эквивалентности, следует считать, что равны и силы гравитации, действующие на них.

Этот эвристический принцип, использован Эйнштейном при создании общей тео-

рии относительности. Один из вариантов его формулировки: «Силы гравитационного взаимодействия пропорциональны гравитационным массам тел, а силы инерции пропорциональны их инертным массам. Инертная и гравитационная массы равны, поэтому невозможно отличить, какая сила действует на данное достаточно малое тело — гравитационная или сила инерции. Одно и то же качество проявляется либо как “инерция”, либо как “тяготение”. Равенство тяжёлой и инертной масс для макроскопических тел, состоящих из вещества и имеющих различные физические параметры, проверено с высокой степенью точности, см., например, [7; 8].

Для пояснения принципа эквивалентности, Эйнштейн предложил два следующих мысленных эксперимента. В первом из них тела находятся в лифте, который бесконечно удалён от гравитирующих тел и движется поступательно с ускорением \vec{a}_0 . Тогда на все тела, находящиеся в лифте, действует сила инерции $\vec{F}_i = -m\vec{a}_0$. Тела, связанные с лифтом, вследствие действия этой силы давят на опору или растягивают подвес. Во втором эксперименте лифт висит в однородном гравитационном поле. При этом все тела в нём обладают весом, давят на опоры или растягивают подвес. Эйнштейн полагает, что находясь в закрытом лифте, невозможно отличить эти два случая. Он считал, что все механические явления в обоих случаях происходят одинаково. Это предположение Эйнштейн обобщил на все физические явления.

Несмотря на кажущуюся очевидность выводов, следующих из мысленных экспериментов Эйнштейна, полагаем, что в них содержится неявное предположение, правильность которого в реальных экспериментах не проверялась. Оно касается поведения антивещества в гравитационных полях. Эйнштейн неявно предполагал, что истинное гравитационное поле не различает вещество и антивещество. Является ли это предположение правильным или, возможно, верным является обратное ему, а именно: гравитация различает частицы и античастицы? Рассмотрим подробно как это различие может проявиться в мысленных экспериментах Эйнштейна.

5 Мысленные эксперименты Эйнштейна в лифте

Рассмотрим мысленные эксперименты Эйнштейна, в которых *лифт всегда состоит из вещества*, а человек внутри него может состоять из вещества (человек, Ч) или из антивещества (античеловек, А).

5.0.1 Человек в лифте

Эксперимент №1 Лифт, состоящий из вещества, неподвижно висит на тропе в поле тяжести. На полу лифта стоит человек, также состоящий из вещества. Со стороны гравитационного поля на человека действует сила тяжести \vec{F}_g , которая уравнивается силой реакции опоры \vec{F}_o со стороны лифта на человека, см. Рис. 1.

Эксперимент №2 Лифт, состоящий из вещества, ускоренно движется, поле тяжести отсутствует. На полу лифта стоит человек, также состоящий из вещества. Со стороны лифта на человека действует сила реакции опоры \vec{F}_o , которая уравнивается силой инерции \vec{F}_i , см. Рис. 2.

Принцип эквивалентности гласит, что с точки зрения находящегося внутри лифта человека оба эти случая являются эквивалентными.

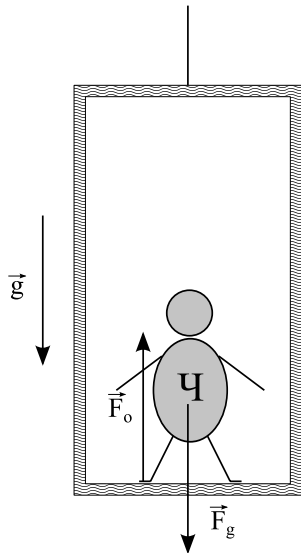


Рис. 1: Человек в неподвижном лифте в поле тяжести

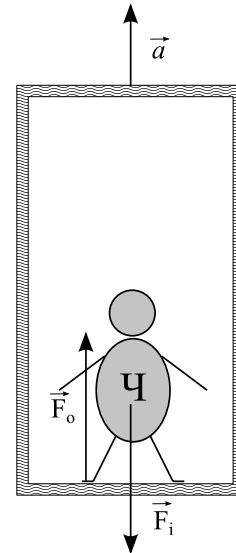


Рис. 2: Человек в ускоряющемся лифте в отсутствии поля тяжести

Для того, чтобы провести подобный мысленный эксперимент с античеловеком в лифте, сначала качественно рассмотрим как возникают силы реакции опоры и их возможную необычность в случае если одно из контактирующих тел состоит из антивещества, а второе из вещества.

5.0.2 Силы реакции опоры

Качественно, происхождение силы реакции опоры можно пояснить следующим образом. При соприкосновении двух твёрдых тел, более лёгкие и подвижные электроны в атомах отталкиваются друг от друга, а тяжёлые ядра можно считать остающимися на своих местах. При этом, электрически нейтральные атомы становятся диполями, обращёнными друг к другу зарядами одного знака. Вследствие этого между двумя телами, состоящими из вещества при их сжатии возникает сила отталкивания, см. Рис. 3. Чем большую силу прикладывают, чтобы прижать два тела друг к другу, тем больший дипольный момент получают атомы поверхностных слоёв и тем больше становится сила отталкивания между телами.

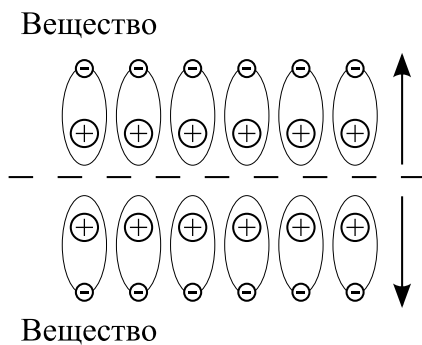


Рис. 3: Качественное пояснение происхождения сил реакции опоры при контакте вещество-вещество

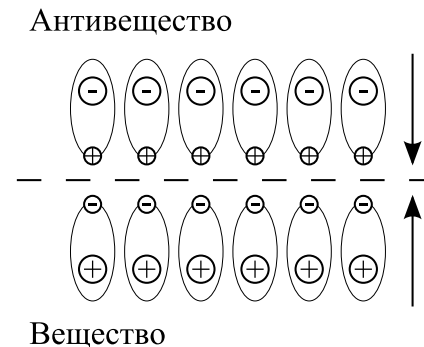


Рис. 4: Качественное пояснение происхождения сил реакции опоры при контакте вещество-антивещество

Если рассматривать аналогичную ситуацию, но при контакте двух твёрдых тел, одно из которых состоит из вещества, а второе из антивещества (см. Рис. ??), то следует учитывать, что в веществе «подвижными» являются электроны, а в антивеществе позитроны. Вследствие этого атомы/антиатомы при сближении вещества и антивещества становятся диполями с обращёнными друг к другу электрическими зарядами противоположных знаков². Вследствие этого, при соприкосновении этих тел, их реакция будет не препятствовать их сжатию, а наоборот, стремится увеличивать его.

Качественные соображения, приведённые выше показывают, что то, что в мысленных экспериментах Эйнштейна рассматривается как реакция опоры и считается очевидным понятием, в случаях соприкосновения вещества и антивещества таковым вовсе не является.

5.0.3 Античеловек в лифте

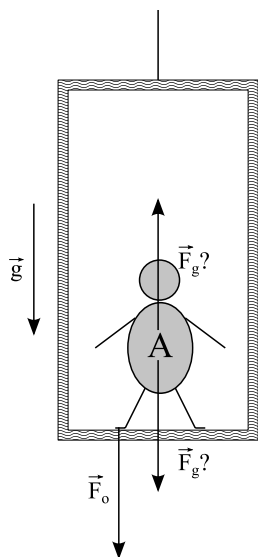


Рис. 5: Античеловек в неподвижном лифте в поле тяжести

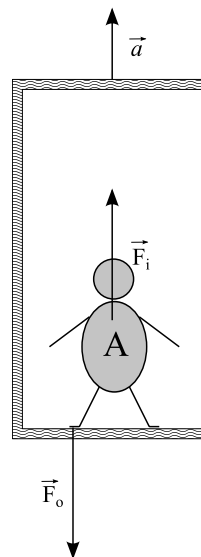


Рис. 6: Античеловек в ускоряющемся лифте в отсутствии поля тяжести

Эксперимент №3 Лифт, состоящий из вещества, неподвижно висит на тросе в поле тяжести. На полу лифта стоит античеловек (А). Со стороны гравитационного поля на античеловека действует сила тяжести \vec{F}_g , а также сила реакции опоры \vec{F}_o со стороны лифта, см. Рис. 5. Но в отличие от эксперимента №1 реакция опоры будет направлена в противоположном направлении. Означает ли это, что и сила тяжести, действующая на античеловека должна быть направленной в обратном направлении? Вовсе не обязательно. Возможно, что как и в эксперименте №1, она действует «вниз». До тех пор пока соответствующий реальный эксперимент не будет проведён, считать в каком направлении («вверх» или «вниз») действует гравитационное поле

²Реакции аннигиляции между веществом и антивеществом не рассматриваем. Предполагаем, что они не имеют отношения к гравитации и принципу эквивалентности. Это предположение в духе мысленных экспериментов Эйнштейна!

на антивещество можно лишь гипотетически. В ОТО считается, что на антивещество и вещество гравитационное поле действует одинаково. Но это лишь гипотеза. Альтернативный вариант теории гравитации различающей частицы и античастицы, обсуждался в предыдущих статьях цикла [3; 9; 10]. Согласно этому варианту, сила тяжести, действующая на античеловека в эксперименте №3, направлена вверх.

Эксперимент №4 Лифт ускоренно движется «вверх». Со стороны лифта на античеловека, стоящего на полу, действует сила реакции опоры в направлении противоположном движению лифта. Чтобы античеловек вместе с лифтом двигался «вверх» необходимо, чтобы на него, кроме реакции опоры, действовала ещё и другая сила \vec{F}_i (сила инерции) см. Рис. 6. Чтобы эта сила уравновешивала силу реакции опоры, она должна действовать в направлении в котором лифт ускоряется.

Если сравнить мысленные эксперименты №3 и №4, см. Рис. 5 и Рис. 6, то видно, что эквивалентность тяжёлой и инертной масс для вещества и антивещества может иметь место и в том случае, когда силы, действующие на них в гравитационном поле, направлены противоположно, но при этом противоположно направлены ещё и силы инерции.

Замечания В связи с мысленными экспериментами Эйнштейна, касающихся движения частиц и античастиц в гравитационных полях и неинерциальных системах отсчёта, выскажем следующее замечания:

1. Силы, действующие на частицы и античастицы со стороны лифта, являются электромагнитными по своей природе. Лифт находится не в пустоте, а погружен в вакуумную материю.
2. Силы инерции — это не фикция, а то что связано с взаимодействием реальных частиц/античастиц с вакуумом.
3. Не очевидно, что силы, действующие на частицы и античастицы со стороны вакуума, при одинаковых условиях, совпадают.

Полагаем, что с учётом этих замечаний следует искать ответ на вопрос: будет или нет различаться поведение микроскопических частиц и античастиц, а так же макроскопических тел и антител, при одинаковых условиях в гравитационных полях? Для нас ответ на этот вопрос не является очевидным. Выскажем некоторые соображения по этому поводу.

6 Реальные и фиктивные силы инерции

Рассматривая мысленные эксперименты Эйнштейна в лифте, необходимо учитывать существенно разное поведение тел связанных с лифтом и не связанных с ним. Проведём анализ этих экспериментов в ньютоновском приближении. Предполагаем, что вакуум существует и выделяет привилегированную инерциальную систему отсчёта K_0 [3]. Считаем, что лифт является твёрдым телом и с ним связана неинерциальная система K' , движущаяся относительно K_0 поступательно с постоянным ускорением

\vec{g} . Оси OX и OX' систем K_0 и K' параллельны. Ускорение направлено вдоль оси OX .

Закон преобразования координат и времени при переходе от K' к K_0 в ньютоновском приближении имеет вид:

$$x = x' + V_0 t + gt^2/2, \quad t = t', \quad (1)$$

где V_0 — скорость движения системы K' относительно K_0 в момент времени $t = 0$.

Учитывая (1), уравнение движения тела массы m относительно K' в ньютоновском приближении запишем в виде:

$$m \frac{d^2 x'}{dt'^2} = F' = m \frac{d^2 x}{dt^2} - mg = F - mg. \quad (2)$$

Рассмотрим в рамках этого уравнения движение тела в системе K' в двух предельных случаях.

6.0.4 Случай I

Тело «вморожено» в неинерциальную систему K' . В этом случае его координата $x' = const$, а

$$F' = F - mg = 0. \quad (3)$$

В рассматриваемом случае на тело в системе K' действует две противоположно направленных и равных по величине силы. Сила F создаёт равноускоренное движение тела относительно системы K_0 . Она обусловлена действием на тело лифта. Сила инерции $-mg$ связана с действием вакуума на ускоряемое относительно него тело. Эту силу в системе K' можно трактовать как обусловленную влиянием гравитационного поля. В системе K' имеет место равновесие этих сил. Тело в этой системе покоится. Имеет место его деформация. Она зависит от его упругих свойств и ускорения с которым тело движется относительно вакуума. Деформация тем больше, чем с большим ускорением движется тело в вакууме. Влияние на тело сил F и $-mg$ может быть экспериментально измерено. Оно лежит в основе действия акселерометров-приборов для измерения ускорения с которым тело движется относительно инерциальных систем отсчёта. В случае идеального упругого тела, после прекращения действия лифта на тело, оно должно прийти в первоначальное состояние. При этом, согласно классической механике идеальное тело должно иметь физические и геометрические характеристики точно такие же, какие оно имело до того как подвергалось процессу ускорения.

Совершенно другое представление по этому поводу содержится в двузнаковой гравитации. Согласно этой теории, прекращение действия лифта на тело вовсе не означает, что оно, даже при условии его идеальности, вернётся в начальное состояние. В двузнаковой гравитации считается, что вакуум выделяет привилегированную систему отсчёта. Длина любого тела зависит от скорости его движения в вакууме. Она тем меньше, чем больше эта скорость. При изменении скорости движения тела в вакууме, имеет место реальное Лоренц-Фицджеральдовское сокращение его длины. Длина тела, после «выключения» действия на него лифта будет определяться тем в каком состоянии движения в вакууме тело оказывается, когда оно становится свободным.

В состоянии покоя в вакууме тело имеет максимальную длину. Его длина стремится к нулю, когда скорость движения тела в вакууме приближается к скорости

света. Действие сил инерции имеет место во времена, когда тело переходит из одного состояния движения в вакууме в другое. Если идеальное тело после ускорительного периода окажется растянутым, то это означает, что скорость его движения в вакууме в этот период уменьшалась и, наоборот, сокращение длины тела означает увеличение скорости его движения в вакууме в ускорительный промежуток времени.

6.0.5 Случай II

Тело движется относительно инерциальной системы K_0 равномерно и прямолинейно. В этом случае, $x \sim t$, $F = 0$, изменения скорости движения тела относительно вакуума не происходит, и его физические параметры остаются постоянными. Движение тела в системе K' описывается уравнениями:

$$\frac{d^2x'}{dt'^2} = -g, \quad x' = x - V_0t - gt^2/2. \quad (4)$$

Тело относительно системы K' движется с ускорением $-g$. В этой системе движение тела можно трактовать как обусловленное влиянием однородного гравитационного поля. В рассматриваемом случае ускоренное движение тела связано не с изменением состояния рассматриваемого тела в вакууме, а с изменением состояния тела отсчёта K' (лифта). Имеет место ускоренное движение лифта в вакууме. При этом меняются его физические параметры. Одновременно с этим меняется и состояние вакуума. Реакция вакуума на изменение состояния лифта проявляется в связанной с ним системе отсчёта K' как влияние гравитационного поля. Это поле меняет состояние движения в вакууме частиц связанных с лифтом. В то же время оно не меняет состояния движения в вакууме тех частиц, которые являются свободными и не связаны с лифтом. Изменение скорости свободных частиц относительно лифта не связано с действием на них реальных сил. Оно связано с изменением скорости движения лифта в вакууме. Изменение скорости движения свободных частиц относительно системы K' является чисто кинематическим и не обусловлено влиянием каких-либо реальных сил.

Между случаями I и II имеется принципиальное различие. В случае I тело связано с лифтом и не является свободным. На него реально действует два тела: лифт и вакуум. В случае II тело является свободным. На него не действует ни лифт, ни вакуум.

В первом случае силы инерции, действующие на тело, являются реальными, а во втором фиктивными. Это различие является существенным и его необходимо учитывать при решении проблемы природы сил инерции и гравитации а также их взаимосвязи друг с другом.

7 Мысленные эксперименты и реальность

В п. 5 было качественно показано, что то, что рассматривается как реакция опоры и считается очевидным понятием, в случае соприкосновения вещества и антивещества, таковым вовсе не является. Согласно двузнаковой гравитации силы инерции, действующие на тела, связаны с реакцией вакуума на изменение состояния их движения в нём. Не очевидно, что направление этих реакций (сил инерции) будет одинаковым и для тел и для антител. Кажется, что так должно быть. Но проверялось ли это в прямом эксперименте? Полагаем, что нет! Поэтому это лишь гипотеза. Скорее

всего, она не является правильной, а верна противоположная ей. Важным аргументом в защиту этой точки зрения является следующий. Теория, основанная на идее о различии влияния гравитации на частицы и античастиц, значительно проще, чем ОТО, объясняет наблюдаемую динамику Вселенной [11].

В настоящее время в нескольких ведущих научных центрах мира предпринимаются попытки ответить на вопрос о различии или не различии поведения частиц/античастиц в гравитации в прямом эксперименте [12]. Для понимания взаимосвязи гравитации и инерции необходимо знание законов поведения частиц и античастиц не только в гравитационных полях, но и в неинерциальных системах отсчёта. Обсудим вопрос о том, что в реальности означает рассмотреть движение тела в неинерциальной системе отсчёта в рамках двузнаковой гравитации.

8 «Неинерциальные системы отсчёта»

В мысленных экспериментах Эйнштейна существенным элементом является лифт — некоторое абстрактное понятие, используемое как неинерциальное тело отсчёта. Считается, что это тело является абсолютно твёрдым. Учитывается его влияние на рассматриваемые тела. При этом детали этого влияния (реакции опоры) не описываются, предполагается, что они, в рассматриваемых экспериментах являются очевидными.

Правомерность использования такого понятия как «лифт» в анализе природы сил инерции и гравитации вызывает сомнения. Без особых на то оснований, считается, что частицы и античастицы, при одинаковых начальных условиях, двигаются относительно него одинаково. При этом предполагается, что влияние лифта на частицы и античастицы является одинаковым и их реакция на него так же одинакова.

В п. 5 было качественно показано, что то, что рассматривается как реакция опоры и считается очевидным понятием, в случае соприкосновения вещества и антивещества, таковым вовсе не является.

В эйнштейновских мысленных экспериментах, (см. п. 5), считается само собой разумеющимся, что при одинаковых условиях, силы инерции, действующие на тела и антитела, сообщают им одинаковые ускорения. Нам не кажется, что это является правильным по двум причинам.

1. Соответствующие исследования для макроскопических тел, состоящих из антивещества, не проводились в силу отсутствия таковых в окружающем нас мире.

2. В экспериментах с элементарными частицами уже давно доказано, что при одинаковых условиях, силы инерции, действующие на частицы и их античастицы в электромагнитных полях, равны по величине, но направлены противоположно. Поясним это утверждение.

Если следовать логике рассуждений Эйнштейна о поведении тел в ускоренно движущемся лифте и считать, что телами являются, например, электрон и позитрон, то можно утверждать следующее. При одинаковых начальных условиях ускоренно движущийся лифт создаст одинаковые ускорения электрону и позитрону и эти ускорения можно интерпретировать как обусловленные действием некоторого гравитационного поля. Очевидно, что это утверждение находится в вопиющем противоречии с реальностью. На микроскопическом уровне действие лифта на электрон и позитрон связано с действием электромагнитных полей. Под действием этих полей электрон

и позитрон, при одинаковых начальных условиях, получают равные по величине, но противоположные по знаку ускорения. Если в этом случае, следуя Эйнштейну, интерпретировать эти ускорения как обусловленные действием гравитационного поля, то следует считать, что оно различно для частиц и античастиц и гравитация является двузнаковой.

Поясним последнее утверждение подробнее. Пусть частица и соответствующая ей античастица, имеющие электрический заряд, находятся в электромагнитном поле. В этом случае, в любой локально-инерциальной системе отсчёта, при одинаковых условиях, силы действующие на частицу и её античастицу, вследствие различия знаков их электрических зарядов, равны по величине, но направлены противоположно. При этом, очевидно, что и силы инерции, действующие на частицу и античастицу в локальных неинерциальных системах отсчёта, в которых они покоятся, в любой точке электромагнитного поля направлены противоположно. Если силы инерции, действующие на частицу и её античастицу в электромагнитном поле, в системах в которых они покоятся, трактовать как обусловленные влиянием гравитационного поля, то они отличаются знаком. Вследствие этого различия, частица и её античастица, имеющие в начальный момент одинаковые координаты и скорости, в одном и том же электромагнитном поле будут расходиться. При этом также следует иметь в виду, что и локальные неинерциальные, сопутствующие для заряженных частиц и их античастиц системы отсчёта, являются разными. Совпадая в начальный момент, они в дальнейшем расходятся.

Учитывая это, есть основание считать, что идея о лифте, как системе отсчёта, в которой частицы и античастицы движутся при одинаковых условиях одинаково, является ложной. Невозможно для частиц и античастиц ввести неинерциальную систему отсчёта, в которой они движутся одинаково. Согласно двузнаковой гравитации не существует также и гравитационного поля в котором частицы и античастицы движутся одинаково.

Приведённые соображения являются, на наш взгляд, указанием на разумность идеи о том, что при одинаковых условиях, влияние сил инерции и гравитации на частицы и античастицы различается. Эта идея лежит в основе двузнаковой гравитации [10].

9 Заключение

В ньютоновской механике считается, что причиной действия сил инерции является неравномерность или непрямолинейность движения тел относительно абсолютного пространства R_1 . Ньютоновское пространство R_1 является гипотетическим не наблюдаемым телом отсчёта. Ему не приписываются какие-либо физические свойства, наличие которых позволяет осуществлять его влияние на движущиеся в нём тела. В ньютоновской механике нематериальное тело — пространство R_1 , является не реальной, а фиктивной причиной сил инерции.

Принципиально другая ситуация в двузнаковой гравитации. В этой теории причиной сил инерции, действующих на тела, является изменение состояния их движения относительно вакуума обусловленное действием на них других тел. Вакуум, в отличие от ньютоновского абсолютного пространства R_1 , является материальным телом отсчёта, состоящим из вакуумной материи. Он, в отсутствие обычной материи, как и

пространство R_1 , является однородным и изотропным. Частицы и античастицы являются его возбуждёнными состояниями. В случае, если их параметры не меняются, то они движутся в однородном вакууме равномерно и прямолинейно. Всякое изменение параметров частиц и античастиц — это одновременно и изменение скорости их движения относительно вакуума.

Движение частиц и античастиц в неоднородном вакууме не является равномерным и прямолинейным и это трактуется как влияние на них гравитационного поля. Геометрические свойства неоднородного вакуума описываются неевклидовой геометрией. Частицы и античастицы движутся по геодезическим искривленного пространства-времени.

Состояния частиц, античастиц и вакуума взаимосвязаны. Вакуум согласованно реагирует на любые изменения состояний частиц и античастиц в нём. Всякое изменение этих состояний одновременно сопровождается так же изменением и физико-геометрического состояния вакуума. Силы инерции являются проявлением этого изменения. Они возникают одновременно с изменением параметров частиц и античастиц. Состояния вакуума, частиц и античастиц являются самосогласованными.

Чтобы на тело в неинерциальной системе отсчёта действовали реальные, а не фиктивные силы инерции, должно иметь место изменение состояния его движения относительно вакуума. Например, чтобы в ускоренно движущемся лифте тело «чувствовало» действие сил инерции (тяжести), оно должно быть «вморожено» в лифт. При этом лифт, действуя на тело, изменяет скорость его движения относительно вакуума. Вакуум «подстраивается» под это изменение, уравнивая действие лифта на тело равным ему по величине, но противоположно направленным противодействием. Это противодействие вакуума проявляется как действие на тело сил инерции. На микроскопическом уровне частицы/античастицы являются квантовыми возмущёнными состояниями вакуума. В них одновременно присущи и волновые и корпускулярные свойства. Описание частиц/античастиц, как возмущённых состояний вакуума должно проводится в рамках релятивистской квантовой теории.

Пока на частицы и античастицы не действуют другие, они находятся в определённых свободных состояниях движения относительно вакуума. Их скорости, а также направления движения относительно вакуума не меняются и силы инерции на них не действуют. Силы инерции возникают тогда, когда вследствие взаимодействия частиц и античастиц происходит изменение состояния их свободного движения в вакууме. Вакуум подстраивается под эти изменения. Реакцию вакуума на эти изменения частицы и античастицы воспринимают как действие на них сил инерции. Согласно двузнаковой гравитации, при одинаковых условиях, действие вакуума на частицы и античастицы является равным по величине, но противоположно направленным.

С учётом такого представления о природе сил инерции, необходимо уточнить и существующие представления о гравитации. Гравитацию следует связывать не только с искривлённостью пространства-времени, но одновременно и с его «материальной» составляющей — физическим состоянием вакуумом. В двузнаковой гравитации вакуум — это материализованное пространство-время. Искривлённость пространства-времени — это не только изменение геометрии, но одновременно и изменение физических параметров вакуума. Вакуум может сжиматься и растягиваться, изменяя при этом не только свою геометрию, но одновременно и физические свойства. Пространство-время неразрывно связано с вакуумом и составляет вместе с ним единый объект, определяемый нами как вакуум-пространство-время. Он обладает не только геометрическими, но и материальными свойствами — плотностью энергии, дав-

лением, а также электрической и гравитационной поляризуемостями. Силы инерции связаны с обменом энергией и импульсом между частицами (античастицами) и вакуумом.

В описанной выше интерпретации реальные силы инерции неразрывно связаны с фундаментальными взаимодействиями. Инерция является реакцией вакуума на изменения состояний в нем частиц и античастиц, обусловленных этими взаимодействиями. В двузнаковой гравитации все фундаментальные взаимодействия, в том числе гравитацию и инерцию, логично связывать с изменением физико-геометрических свойств объекта, определяемого термином вакуум-пространство-время.

Список литературы

1. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Механика. — М.: Наука, 1988. 204 с.
2. Ландау, Л. Д. Теория Поля / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. М.: Наука, 1988. 512 с.
3. Клименко, А.В. II. Двухзнаковая гравитация. Вакуум пространство-время / А.В. Клименко, В.А. Клименко.
4. Эйнштейн, А. Основы общей теории относительности / А. Эйнштейн // Собрание научных трудов : в 4 т. Т. I: Работы по теории относительно сти 1905–1920 гг. М.: Наука, 1965. С. 452–504.
5. Зельдович, Я. Б. Строение и эволюция Вселенной / Я. Б. Зельдович, И. Д. Новиков. М.: Наука, 1975. 736 с.
6. Эйнштейн, А. Специальная и общая теория относительности (общедоступное изложение) / А. Эйнштейн // Собрание научных трудов : в 4 т. Т. I: Работы по теории относительности 1905–1920 гг. М.: Наука, 1965. С. 530–600.
7. Брагинский В. Б. Эквивалентность инертной и гравитационной масс / В. Б. Брагинский, В. И. Панов // Успехи физич. наук. 1971. Т. 105, вып. 4. С. 779–780
8. Roll, P. G. The equivalence of inertial and passive gravitational mass / P. G. Roll, R. Krotkov, R. H. Dicke // Annals of Physics. 1964. № 26. P. 442–517.
9. Клименко А.В. I. Двухзнаковая гравитация. Частицы и античастицы в гравитационном поле / А.В. Клименко, В.А. Клименко.
10. Клименко, А.В. III. Двухзнаковая гравитация. Основопологающие принципы / А.В. Клименко, В.А. Клименко.
11. Клименко, А.В. IV. Двухзнаковая гравитация. Космология / А.В. Клименко, В.А. Клименко.
12. Charman, A. E. Description and First Application of a New Technique to Measure the Gravitational Mass of Antihydrogen [Электронный ресурс] / The ALPHA Collaboration & A. E. Charman // Nature communications. — 2013. — URL: <http://www.nature.com/ncomms/journal/v4/n4/full/ncomms2787.html>.