ДОСТОВЕРНАЯ МЕХАНИКА

А.С. Шилин
shilin_anatoliy@mail.ru

Аннотация: В статье показано, что специальная теория относительности противоречит мысленному эксперименту.

Даны определения физических понятий времени, пространства и постоянства скорости материальных сигналов, независимой от скорости их источников, которые взаимодействуют посредством испускаемых ими этих сигналов в виде мельчайших весомых частиц.

На основе данных определений построена предельно простая, ясная по смыслу и логически безупречная единая теория механики движущихся тел в области электричества, гравитации и акустики, которая согласуется со всеми опытными фактами и наблюдениями, предсказывает возможность открытия новых закономерностей, существующих в природе.

Ключевые слова: время и пространство.

Определите значение слов
и вы избавите человечество
от половины его заблуждений.
Рене Декарт

Единственный путь прогресса –
опровержение существующей теории
и создание альтернативной теории.
Роберт Фейнман

1. Определения первых понятий механики

В реальной физике движения материальных точек рассматривают в инерциальных системах декартовых координат на расстояниях между двумя точками A и B, в которых покоятся однотипные часы для измерения времени. Часы в точках A и B должны быть синхронизированы. Их синхронизация осуществляется с помощью световых сигналов, которые, согласно опыту, в пустоте распространяются изотропно относительно источника, покоящегося в любой инерциальной системе координат. Из этого факта следует, что скорость света относительно источника не зависит от направления и выражается постоянной величиной. В классической физике факт изотропного распространения света относительно источника называется *принципом относительности*. Имея синхронизированные часы в разных точках инерциальной системы, легко можно измерить скорость *любой* материальной точки на расстояниях между координатными точками, которая выражается отношением пройденного пути между ними к промежутку времени, измеренному часами.

Но в ныне существующей «половинчатой метафизике» Эйнштейна, основанной на ряде предположений, одним из которых является признание существования пространства и времени независимо от движущейся материи, данной нам в ощущениях, принят постулат Пуанкаре (1898 г.), согласно которому «*свет в пустоте распространяется с определённой постоянной скоростью* (в стандартных единицах длины и времени.- А. Ш.), *не зависящей от скорости источника*. Своё убеждение в справедливости этого принципа физики почерпнули из электродинамики Максвелла – Лоренца» [1]. Однако, ошибочность этого постулата-принципа легко можно увидеть на примере мысленного эксперимента, описанного в ряде учебников по физике. В них рассматриваются две системы координат K и K' с осями координат x, y, z и x', y', z', при этом система K' движется относительно K в положительном направлении оси x так, что у них оси x и x' совпадают, а оси y, z параллельны осям y', z'. В началах координат покоятся источники света, а по осям y и y' установлены зеркала на концах стержней одинаковой длины от начал координат. В тот момент, когда начала координат совпадают, покоящиеся источники света посылают к «своим» зеркалам световые сигналы, которые после отражения от зеркал возвращаются к «своим» источникам. В учебниках рассматривается случай, когда источник покоится в *K*′, а испущенный им сигнал движется в системе *K* по гипотенузе двух прямоугольных треугольников и проходит большее расстояние, чем в системе *K*′ по оси y' стержня, являющегося катетом. Из этого делается ложный вывод, что часы в *K*′ идут медленнее часов, покоящихся в *K*. «Вспомним теперь, - пишут в [2],- что скорость света одинакова как в лабораторной системе отсчёта, так и в системе отсчёта ракеты (что хотя и неправдоподобно, но является законом природы!)». Но то, что в «половинчатой метафизике» неправдоподобно, в реальной Физике говорит о *противоречии опыту*, которое должно быть устранено законным способом. В рассматриваемом случае закон требует, чтобы секунда времени на гипотенузе была равна точно такой же длине стержня, которым она измеряется в системе покоя источника света. В этом случае мы получим вполне законное выражение постоянства скорости света во всех системах декартовых координат. Чтобы наглядно убедиться в этом законном требовании, часы в системе *K* с зеркалом, укреплённым на стержне, могут быть наклонены вправо так, что в системе *K* направления световых сигналов, движущихся от источников, покоящихся в *K* и *K*′, будут совпадать, и сразу станет видно, что часы в *K* и *K*′ идут синхронно, а сигнал от источника, покоящегося в *K*′, в системе *K* движется по гипотенузам быстрее, чем по катету в системе *K*′.

Механика реальной физики тогда и только тогда будет достоверной, когда все её первые понятия будут иметь четкие и ясные определения, то есть когда их смысл установлен с помощью уже осмысленных слов. Для механики такими первыми понятиями являются понятия *пространства*, *времени и материальной точки*. *Материальной точкой* называется плотное тело пренебрежимо малых размеров по сравнению с размерами расстояний между рассматриваемыми материальными точками. Материальная точка лучиста – изотропно испускает лучи мельчайших частиц, несущих электромагнитные и гравитационные силы инерции. Совокупность расстояний между всеми материальными точками, движение которых изучается, называется *пространством*, а непрерывное свободное движение других материальных точек (например, точек поверхности Земли, вращающейся вокруг своей оси), принимаемое как равномерное для сравнения с изучаемыми движениями материальных точек, называется *временем*. Пространство называется *пустотой*, если в нём нет никаких других материальных точек, кроме тех, движение которых изучается.

Задача механики состоит в том, чтобы описать движения разных материальных точек с помощью понятия времени. Простейший способ описания движений материальных точек осуществляется в инерциальных системах декартовых координат, прямоугольные оси которых размечены одинаковыми единицами длины, например, метрами. Эта разметка говорит о том, что пространство и время в инерциальных системах должны выражаться теми или иными числами метров. Отношение расстояния, пройденного материальной точкой, к единице времени называется *скоростью* материальной точки, а предел отношение её скорости в некоторой координатной точке к приращению времени в той же точке, когда последнее стремится к нулю, называется *ускорением* материальной точки.

Чтобы вычислить скорость материальной точки на расстоянии между двумя координатными точками *A* и *B* декартовой системы координат, необходимо знать моменты времени, в которые движущаяся материальная точка находилась в *A* и *B*. Для этого в каждой точке *A* и *B* должны находиться синхронно идущие часы, измеряющие время. Часы – это устройства, имитирующие вращение Земли вокруг своей оси и служащие для измерения времени. До 1955 г. единица измерения времени (*секунда*) базировалась на вращении Земли вокруг своей оси. Учёные установили, что вращение Земли не вполне равномерно, поэтому с середины XX века секунда определяется как величина, стабильная и равная 9 192 631 770 периодам электромагнитного излучения, которые соответствуют переходу между двумя уровнями сверхтонкого расщепления основного состояния атома цезия-133 и составляют 299792458 м – *геометрический* смысл секунды. С помощью атомных часов и стандартных метров, эталон которых хранится в Международномм бюро мер и весов во Франции, можно измерить скорость рассматриваемого излучения на расстоянии между точками *A* и *B*. Эта скорость относительно его источника известна и её стандартное обозначение $\boldsymbol{c}$ = 299792458 м/с, а расстояние, проходимое электромагнитным излучением в течение 1/299792458 доли секунды, называется *метром времени*. Очевидно, секундой можно называть движение любой другой материальной точки на другом отрезке пути, который она проходит за одну эталонную секунду без заметного воздействия на нее внешних сил. Но если единица времени определяется движением какой-либо материальной точки, свободной от внешнего воздействия, на том или ином определенном отрезке пути, который она проходит в течение эталонной секунды, то движение этой точки на таком определенном отрезке пути тоже можно и будем называть *секундой*. Такое расширенное определение понятия *секунды* требует и более расширенного определения *времени*. Имея в виду, что «Время есть мера движения» и что «не было никакого времени и не будет, когда не было и не будет движения» [3], мы будем называть *временем число равных между собой (кратных секунде) отрезков пути свободного движения материальных точек (носителей сил), которое необходимо для определения скорости и ускорения движений других материальных точек во всех инерциальных системах координат, движущихся друг относительно друга*.

Теперь на основе данных определений можно осуществить синхронизацию часов в любых точках A и B инерциальной системы, расположенных на расстоянии l друг от друга. Пусть в точках A и B покоятся одинаковые часы, и пусть источник света покоится на часах A. Пусть в момент t_A по часам в точке A источник посылает световой сигнал к часам B, и когда сигнал достигает часов B, их устанавливают так, чтобы они показывали время

$$t_B = t_A + l/c. \quad (1)$$

Таким способом можно синхронизировать любое количество однотипных часов, покоящихся во всех интересующих нас точках инерциальных системах координат, движущихся друг относительно друга.

2. Галилеева кинематика движущихся тел

В физике движения тел изучают в метрически равноценных инерциальных системах декартовых координат K и K', движущихся друг относительно друга. Одну из двух таких систем условно принимают за неподвижную, исходную систему, в начале координат которой покоится источник сигналов – материальных носителей сил; вторая система движется относительно исходной системы равномерно и прямолинейно. При этом все однотипные часы, покоящиеся в K и K', идут синхронно и показывают равные числа секунд времени t и t', выраженные формулой

$$t = t', \quad (2)$$

после того, как любые одни часы системы K из всей совокупности покоящихся в ней часов сверены с какими-либо одними часами системы K' в общей для них точке пространства, с которыми затем синхронизированы помощью формулы (1) все другие покоящиеся в них часы.

Формула (2) служит основой классических формул преобразования координат движущейся материальной точки и времени от системы K' к системе K и обратно:

$$x = x' + vt',$$

$$x' = x - vt, \quad (3)$$

где v — скорость систем K и K' друг относительно друга.

Из этих формул следует, что движущиеся друг относительно друга инерциальные системы декартовых координат, покоящиеся в них мерные линейки и синхронно идущие часы соответственно одинаковы. Все явления природы при одинаковых начальных условиях протекают в этих системах координат одинаково, в них справедлива геометрия Евклида. Движения тел, на которые действуют силы, изучают с помощью второго закона Ньютона – «закона движения». Согласно этому закону, приложенная движущая сила есть действие, производимое над телом, чтобы изменить его состояние покоя или равномерного прямолинейного движения. Материальные носители сил, действующие на тело, называются *сигналами*, которые идут от совокупности других тел, в простейшем случае - от одного другого тела. Идут - значит, движутся и имеют конечную скорость относительно источника, выраженную в стандартных единицах длины и времени. Но в законе Ньютона, кроме изменения скорости массы тела, никакой другой скорости нет. Это значит, что скорость сигналов относительно движимого тела, на которое они действуют, требуется определить, поскольку действующая сила находиться в прямой зависимости от скорости сигналов относительно тела. Применительно к электродинамике движущихся тел, сигналы являются носителями электромагнитных сил и иначе называются «светом», который, по Ньютону, представляет собой поток быстро движущихся корпускул с измеренной постоянной скоростью относительно источника, равной стандартному значению скорости света. Другими словами, в системах покоя источников света свет распространяется сферически симметрично с постоянной скоростью, но в системах координат, движущихся относительно источника, скорость света будет отличаться от исходной величины, подчиняясь формулам (3) преобразования Галилея. А нам нужно, чтобы требуемая законом Ньютона скорость света, несущего электромагнитные силы, всегда выражалась постоянной величиной, иначе мы будем иметь уравнение с двумя неизвестными. Оказывается, данное нами расширенное *определение времени* уже содержит в себе возможность определения постоянства скорости каждого луча света во всех инерциальных системах координат, движущихся относительно друг друга, при этом и классический закон сложения скоростей сохраняет свою силу. В самом деле, чтобы скорость каждого луча света сохранила свое постоянство по всем направлениям в системе координат, движущейся относительно системы покоя источника, в ней единица светового времени должна выражаться отрезком пути, которым она определена в системе покоя источника. При этом в движущейся системе координат световое время, источник которого покоится в неподвижной системе, уже не может измеряться эталонными часами, но оно должно быть вычислено математически в зависимости от исходного времени, измеренного часами в системе покоя источника, и от скорости движущейся системы. Для отличия времени, измеренного часами, от вычисленного времени, первое будем называть *исходным* временем, а второе - *метрическим*.

3. Адекватное преобразование координат определенного времени и центра инерции массы движимого тела

Рассмотрим две инерциальные системы координат K и K', которые движутся друг относительно друга и имеют ориентацию, указанную выше. Пусть в начале координат системы K покоится источник сигналов любой природы, от которого во все стороны распространяются сигналы сферически симметрично с какой-либо измеренной скоростью c, выраженной в стандартных единицах длины и времени. Будем рассматривать движение сигналов в системах K и K' с момента времени $t = t' = 0$, когда их начала координат O и O' совпадают. Тогда, согласно (3), обычная скорость этих сигналов в системе K' будет отличаться от c: она будет зависеть от их направления и от скорости v системы K' относительно K. Но если измерять единицу времени t' не часами, а расстоянием, которое проходят сигналы за секунду в системе покоя источника, называя t' *метрическим* временем, то скорость каждой точки фронтальной поверхности сигналов относительно точки O' будет равна c по всем направлениям, при этом скорость метрического времени t' относительно точки O', выраженная его отношением к исходному времени t, очевидно, будет отличаться от скорости последнего. Другими словами, согласно (3), исходное время t и t' идёт с одинаковой скоростью, а скорость сигналов в K и K' разная; вместе с тем, согласно определениям исходного времени t и метрического времени t', скорости сигналов в K и K' будут одинаковы, а времена t и t' будут идти с разными скоростями.

Выбрав единицу измерения времени t и t' в K и K' длиной отрезка пути, равного метру или кратного метру, которым размечены оси координат наших систем, получим скорость сигналов, равную единице ($c = 1$); при этом движение этих сигналов в K и K' можно будет описать уравнениями:

$$t^2 - x^2 - y^2 - z^2 = 0, \qquad (4)$$

$$t'^2 - x'^2 - y'^2 - z'^2 = 0. \qquad (5)$$

В этих уравнениях метрическое время t' не является независимым от исходного времени t, так как длина секунды последнего может быть определена лишь в системе покоя источника. По этой причине уравнение (5) также не будет независимым от (4). Это значит, что постоянство скорости сигналов любой природы в создаваемой новой теории не допускает существование расширяющейся сферы фронта рассматриваемых сигналов с центром в точке O' системы K' при любом определенном расстоянии между точками O и O', если координаты каждой точки этой сферы в системе K' определяются с помощью часов и линеек. Она существует только в системе K с центром в точке O, в которой покоится источник сигналов.

Точно также и тогда, когда источник сигналов покоится в начале координат системы K', распространение сигналов описывается уравнениями (4) и (5), при этом (4) не будет независимым от (5), а сферическая поверхность фронта сигналов при любом расстоянии между O и O' может существовать лишь в системе K' с центром в точке O'.

Одинаковые длины единиц измерения времени t и t' в (4) и (5) свидетельствуют об очевидной относительности его длин в отличие от независимых друг от друга одинаковых длин исходного времени t и t' в (2) и в формулах (3).

При скорости $v<1$ системы K' относительно системы K из уравнений (4) и (5) составим равенство

$$t^2 - x^2 - y^2 - z^2 = t'^2 - x'^2 - y'^2 - z'^2. \qquad (6)$$

Определим постоянную скорость v системы K' отношением:

$$v = x/t, \qquad (7)$$

где x определяет расстояние между точками O и O' и является одной из трёх координат x, y, z точки фронта потока сигналов, движущихся в плоскости $y'O'z'$ системы K'. Для этой плоскости $x'=0, y'=y, z'=z$, и из (6) получим

$$t' = t\sqrt{1-v^2}. \quad (8)$$

Формула (8) показывает, что при равенстве длин единиц измерения времени в K и K' длина времени t' меньше длины времени t: метрическое время t' идет медленнее хода исходного времени t.

Применим формулу (8) для описания движения сигналов вдоль осей x и x'. Для этого введем обозначение $g = 1/\sqrt{1-v^2}$ и выразим из (8) $t = t'g$, подставим в (7), получим $x = vt'g$ и дополним этот путь, пройденный точкой O', значением $\Delta x = gx'$, которое определяет расстояние, пройденное сигналом в системе K', и задается как функция времени t в формуле (8). В результате получим

$$x = g\,(x' + vt'). \qquad (9)$$

Для удовлетворения равенства (6) нужно в формуле (9) заменить переменные x, x' и t' соответственно на t, t' и x', поскольку $x=t$ и $x'=t'$, по определению. Таким образом, получим следующую формулу:

$$t = g\,(t' + vx'). \qquad (10)$$

Формулы (9) и (10) показывают, что в момент времени t', измеряемого в K' при $x'=0$, положение точки O' в системе K не совпадает с ее положением в момент времени t.

Для сигналов, распространяющихся в произвольных направлениях относительно источника, формулы (9) и (10) нужно дополнить формулами $y=y'$ и $z=z'$, которые вместе с формулами (9) и (10) составят искомые формулы адекватного преобразования времени и его координат:

$$x = g\,(x' + vt'); \quad y = y'; \quad z = z'; \quad t = g\,(t' + vx'). \qquad (11)$$

Формулы обратного преобразования времени и его координат получаются из (6) аналогичным способом или непосредственно из (11):

$$x' = g\left(x - vt\right); \quad y' = y; \quad z' = z; \quad t' = g\left(t - vx\right). \qquad (12)$$

Полагая $x=0$ в последней формуле (12), получим

$$t = t'\sqrt{1-v^2}\ . \qquad (13)$$

Когда источник сигналов покоится в системе K', то время t' будет исходным, а время t - метрическим. В этом случае в системе K, движущейся относительно K', метрическое время t, согласно (13), будет идти медленнее исходного времени t' в K'.

Длина метрического времени t' в (8) в сравнении с длиной исходного времени t характеризует замедление времени действия сигналов источника, неподвижного в точке O системы K, на частицу, покоящуюся в точке O' системы K'. Симметрично этому длина метрического времени t в (13) в сравнении с длиной исходного времени t' характеризует замедление времени действия сигналов источника, неподвижного в точке O' системы K', на частицу, покоящуюся в точке O системы K. Выражения интервалов времени действия формулами (8) и (13) являются инвариантами адекватного преобразования исходного времени в метрическое.

Очевидно, что формулы (11) и (12) справедливы не только для уравнений (4), (5) и (6), но также для уравнений

$$t^2 - x^2 - y^2 - z^2 = a \quad \text{и}$$

$$t'^2 - x'^2 - y'^2 - z'^2 = a\,,$$

где α - любое положительное число, а x, y, z и x', y', z' являются координатами частицы, движение которой в K и K' задается как функция времени t и t'. При этом компоненты скоростей u и u' частицы выражаются отношениями приращений ее координат к приращениям времени t и t' соответственно.

С помощью формул (11) и (12) и следствий, вытекающих из них, можно получить все другие формулы, которые имеются в современной электродинамике и подтверждаются в опытах с высокой точностью. Полагая, что все они физикам известны, выводить их здесь нет необходимости. Отметим лишь, что истолкование опытных фактов в нашей теории может существенно отличаться от их ныне общепринятого истолкования. Более того, ниже будет показано, что все эти формулы справедливы не только в электродинамике движущихся тел, но и во всех других областях, в которых взаимодействия между движущимися телами осуществляются посредством материальных сигналов, несущих движущие силы с определенной постоянной скоростью. Это значит, что, например, явления гравитации могут описываться уравнениями, сходными с электродинамическими уравнениями Максвелла, в которых постоянная скорость гравитации может отличаться от постоянной скорости света. В свою очередь релятивистские формулы эффекта Доплера в излагаемой теории справедливы не только для света и гравитонов, но также для звуковых волн, распространяющихся в любой однородной среде со звуковой скоростью.

4. Физический смысл формул адекватного преобразования

Согласно определениям понятий пространства и времени, декартовы координаты в формулах (11) и (12) имеют два назначения: первое – заключается в том, что они указывают точку фронта движущихся сигналов, отрезки пути которых до этой точки определяют длины времени t и t'; второе – заключается в определении проекций радиусов-векторов частицы, движущейся под действием сигналов. В последнем случае отношения приращений радиусов-векторов частицы к приращениям времени t и t' определяют скорости этой частицы.

Формулы (11) и (12) говорят еще о том, какие соотношения расстояний, проходимых сигналами относительно точек O и O' в системах координат K и K', можно получить путем измерения этих расстояний, находящихся в зависимости от времени t и t'.

Выражая значения текущих координат точек фронта потока сигналов, движущихся вдоль осей x и x', как функции значений времени t и t' (8) и (13), соответственно получим соотношения:

$x' = x/g$; (14)

$x = x'/g$. (15)

Ясный физический смысл формул (8), (13) и (14), (15) не требует дополнительных пояснений.

Согласно определению единиц измерения исходного и метрического времени t и t', требуемому равноправием систем координат и вторым законом Ньютона, разноместные события считаются одновременными, если они происходят на равных расстояниях от точки, из которой одновременно вышли сигналы, вызвавшие эти события. В этой точке не обязательно должен покоиться источник сигналов, он может и двигаться относительно нее и быть в ней только в момент посылки сигналов в направлениях к местам рассматриваемых событий.

Данное определение одновременности разноместных событий дает возможность описать в неподвижной системе K сигнальную сферу источника, покоящегося в движущейся системе K'. Для этого нужно мысленно перенести эту сферу из системы K' в систему K и определить в ней два одновременных события (x_1, t_1) и (x_2, t_2), у которых метрическое время $t_1 = t_2$, а $x_2 - x_1 = \Delta x$. В системе K' эти события (x_1', t_1') и (x_2', t_2') при $x_2' - x_1' = \Delta x'$ будут не одновременными. Применяя к этим событиям первую формулу (12), получим

$\Delta x = \Delta x'/g$. (16)

Так как поперечные размеры описываемой сферы не меняются при адекватном преобразовании, то объем V_0 этой сферы, измеренный в системе K', после преобразования в систему K будет равен V:

$V = V_0/g$. (17)

Пусть в объеме V_0 системы K' плотность зарядов q равна $r_0 = q/V_0$. Согласно (17), объем V_0 в K' преобразуется в объем V в K, в котором плотность r зарядов q равна $r = q/V$. Из двух последних равенств находим

$r = r_0 g$. (18)

Таким образом, при помощи адекватного преобразования можно свести изучение сил потока сигналов, излучаемых движущимся электрическим и гравитационным зарядами, к случаю неподвижного заряда той или иной природы.

Далее коснемся лишь некоторых вопросов динамики тел и частиц, чтобы лучше понять применение второго закона Ньютона для описания их движения под влиянием электромагнитных и гравитационных сил сигналов, создаваемых их неподвижными источниками.

5. Динамика движущихся тел

Представим себе в точке $P(x, y, z)$ пространства системы K неподвижную частицу, на которую действует сила $\vec{F}$ потока сигналов, идущих от источника, покоящегося в начале координат данной системы. Сила $\vec{F}$ выражается законами обратных квадратов Кулона и Ньютона. Представим себе далее, что в том месте, где частица покоится, теперь она движется со скоростью $\vec{u} = d\vec{x}/dt$, где $d\vec{x} = (dx, dy, dz)$. Пусть данная частица покоится в начале координат системы K^o, которая в данный момент времени t движется относительно K со скоростью $\vec{u}$. Тогда в системе K^o дифференциалу dt_o метрического времени t_o будет соответствовать дифференциал dt исходного времени t в системе K. При этом зависимость dt_o от dt будет аналогична зависимости t' от t в (8):

$dt_o = dt\sqrt{1 - u^2}$ при $\vec{u} < 1$. (19)

Так как скорости времени действия dt и dt_o сигналов на неподвижную и движущуюся частицу различны, то и силы $\vec{F}$ и $\vec{f}$, действующие соответственно на неподвижную и движущуюся частицу, будут находиться одна от другой в аналогичной зависимости:

$$\vec{f} = \vec{F}\sqrt{1-u^2} \qquad \text{при } \vec{u} < 1. \quad (20)$$

Формула (20) показывает, что в одной и той же точке пространства на неподвижную и движущуюся материальную точку действуют сигналы с разной силой. Тела, имеющие разные скорости в одной и той же точке силового поля, получают разные ускорения.

Формулы (19) и (20) позволяет по-новому посмотреть на причину разной продолжительности жизни почти неподвижных нестабильных частиц, например пионов, и движущихся со скоростью, близкой к скорости света. Эта причина находится в том, что в лабораторных условиях «неподвижные» пионы находятся под действием более значительных электромагнитных сил среды, в которой измеряется их время жизни, по сравнению с силами, которые действуют на пионы, движущиеся в той же среде со скоростью, близкой к скорости света.

Согласно второму закону Ньютона, изменение количества движения пропорционально приложенной движущей силе и происходит по направлению той прямой, по которой эта сила действует. В рассматриваемом примере приложенной движущей силой является сила $\vec{f}$, поэтому второй закон Ньютона

$$\vec{f} = m d\vec{u} / dt \qquad (21)$$

нужно считать совершенно правильным законом физики при любой скорости $\vec{u}$ частицы, вопреки выводу в современной электродинамике. Подставляя в (21) вместо силы $\vec{f}$ ее выражение формулой (20), получим

$$\vec{F} = m d\vec{u} / dt \sqrt{1-u^2}\,. \qquad (22)$$

Здесь масса является мерой инертности частицы, взвешенной в точке, неподвижной относительно источника движущихся сил. Чем медленнее происходит время действия сил на движимую частицу, тем медленнее будет изменяться ее скорость под действием силы $\vec{f}$.

Сравнивая (21) и (22), убеждаемся в том, что с изменением скорости частицы изменяется не ее масса m, как считают в современной физике, а приложенная к ней сила $\vec{f}$ из-за замедления времени действия движущихся сил на движимую частицу по сравнению с быстротой времени их действия на неподвижную частицу.

Поскольку приложенную к частице силу $\vec{f}$ измерить невозможно, а сила $\vec{F}$ берется из законов Кулона и Ньютона, справедливых при неподвижных друг относительно друга электрических и гравитационных зарядах, можно считать приложенной к частице не силу $\vec{f}$, а силу $\vec{F}$ в (20), при этом в зависимости от силы $\vec{F}$ должна находиться сила $\vec{M}$, которая может быть создана в данной точке для получения движущей силы $\vec{F}$, называется силой Минковского и выражается следующей формулой:

$$\vec{M} = \vec{F} / \sqrt{1-u^2} = m d\vec{u} / dt\left(1-u^2\right). \qquad (23)$$

Заметим, что физический смысл силы Минковского в современной физике не выяснен.

Преобразование величин x, y, z, t по формулам (12) показывает, что их дифференциалы dx, dy, dz, dt можно рассматривать как приращения компонент 4-радиус-вектора $x_i = \left(x_x, x_y, x_z, x_t\right)$, с помощью которых определяется дифференциал dt_o времени действия материальных сил на частицу в зависимости от ее скорости $\vec{u}$ и времени t:

$$dt_o = \sqrt{dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2} = dt\sqrt{1-u^2}\,. \quad (24)$$

В свою очередь, с помощью компонент 4-радиус-вектора x_i и (24) можно определить векторы 4-скорости U_i и 4-ускорения a_i:

$$U_i = dx/dt_o; \quad a_i = d^2 x_i / dt_o^{\,2} = dU_i / dt_o. \qquad (25)$$

Сумма квадратов проекций компонент 4-скорости выражается соотношением

$$U_t^{\,2} - U_x^{\,2} - U_y^{\,2} - U_z^{\,2} = 1. \qquad (26)$$

Умножив 4-скорость U_i на величину m, которая определяет массу частицы и массу материальных сил, действующих на частицу в единицу времени, тем самым определим вектор 4-импульса масс частицы и материальных сил формулой

$$P_i = mU_i = mg_0 u_i, \qquad (27)$$

где $g_0 = 1/\sqrt{1-u^2}$. Выпишем из (27) временную компоненту P_t и трехмерный импульс $\vec{P}$:

$$P_t = mU_t = mg_0; \quad \vec{P} = \vec{u}P_t. \qquad (28)$$

При $\vec{u} = 0$ импульс частицы $\vec{P} = 0$, но импульс массы движущихся сил в системе покоя их источника $P_t = p_{0t} = m$, поскольку, излученные источником, они существуют и движутся со скоростью $c = 1$ независимо от частицы.

Вычитая из импульса P_t, определенного первой формулой (28), значение временной компоненты $p_{0t} = m$ 4-импульса $p_i = (p_{0t}, p_{0x}, p_{0y}, p_{0z})$, определяемого в системе покоя источника и частицы, получим формулу

$$P_t - p_{0t} = m(g_0 - 1), \qquad (29)$$

которая выражает импульс массы сигналов, отданный частице для сообщения ей скорости $\vec{u}$.

С помощью (28) получим следующие соотношения:

$$P_t^2 - P^2 = m^2; \quad \vec{P} = m\vec{u}g_0; \quad \vec{u} = \vec{P}/P_t. \qquad (30)$$

Умножив 4-ускорение a_i на m, определим вектор 4-силы M_i:

$$M_i = mdU_i / dt_o = mg_o dU_i / dt. \qquad (31)$$

Чтобы определить временную компоненту M_t этого 4-вектора, умножим (31) скалярно на U_i. Так как, согласно (26), сумма квадратов проекций четырехмерной скорости постоянна и равна единице, мы убеждаемся, что

$$M_i U_i = M_t U_t - M_a U_a = 0. \qquad (32)$$

где индексами t и a обозначены соответственно временная и три пространственных компоненты 4-векторов M_i и U_i. Из (32) получаем:

$$M_t = g_0 \left(\vec{F}\vec{u}\right). \qquad (33)$$

Зная выражение M_t формулой (33), можно написать выражение временной компоненты уравнения движения (31) в следующем виде:

$$g_0(\vec{F}\vec{u}) = mg_0 dU_t / dt. \qquad (34)$$

Сократив общие множители и подставив значение $U_t = g_0$, получим

$$(\vec{F}\vec{u}) = mg_0 / dt. \qquad (35)$$

Левая часть (35) выражает работу, произведенную силой $\vec{F}$ в единицу времени. Но способность производить работу есть не что иное, как энергия, поэтому правая часть (35) выражает изменение энергии массы движущих сил, действующих на частицу в единицу времени. В силу закона сохранения энергии, эти силы передают свою энергию движимой частице, которая становится носителем этой энергии, выраженной первой формулой (28) в единицах массы.

В механике Ньютона изменение кинетической энергии T частицы выражается формулой:

$$dT/dt = (\vec{F}\vec{u}) . \qquad (36)$$

Подставляя (35) в правую часть уравнения (36) и интегрируя его, находим кинетическую энергию T в явном виде:

$$T = mg_o + C, \qquad (37)$$

где C — постоянная интегрирования. Полагая $T = 0$ при скорости частицы $\vec{u} = 0$, получаем $C = -m$ и, следовательно,

$$T = m(g_o - 1) \qquad (38)$$

Формула (38) определяет кинетическую энергию частицы, выраженную в единицах ее массы и тождественную разности импульсов в формуле (29). Формулы (29) и (38) выражают закон сохранения энергии, переданной частице в процессе ее взаимодействия с массой движущих сил.

В силу сходства формул адекватного преобразования и формул преобразования Лоренца, ясно, что применение первых для преобразования электродинамических уравнений Максвелла от системы K к системе K' и обратно не может изменить их форму, которая остается одинаковой во всех инерциальных системах координат, при этом выражения физических величин после адекватного преобразования получаются точно такими же, как в современной физике. Вместе с тем, согласно излагаемой теории, все силы, какого бы они происхождения ни были, должны вести себя благодаря адекватному преобразованию точно так же, как электромагнитные силы. Это значит, что поведение тел под влиянием сил гравитации можно описать уравнениями, сходными с уравнениями Максвелла в той мере, в какой закон тяготения Ньютона сходен с законом Кулона.

При скоростях $v > 1$ и $u > 1$ величины $\sqrt{1-v^2}$ и $\sqrt{1-u^2}$ становятся мнимыми, так как в этом случае начало отсчета движущейся системы координат и движущаяся частица находятся вне сферы действия на них движущихся сил, вышедших из начала координат неподвижной системы в момент и после момента времени $t = t' = 0$. На них могут действовать лишь те силы, сигналы которых были испущены раньше этого момента. Для указанного случая в левой части равенства (6) нужно поменять все знаки на противоположные и написать

$$x^2 + y^2 + z^2 - t^2 = t'^2 - x'^2 - y'^2 - z'^2. \qquad (39)$$

При этом так же, как получены формулы (11), с помощью (39) получаются следующие формулы адекватного преобразования:

$$x = g(vt' + x'); \quad y = iy'; \quad z = iz'; \quad t = g(vx' + t'). \qquad (40)$$

где $g = 1/\sqrt{v^2 - 1}$; $i = \sqrt{-1}$. Формулы обратного преобразования координат частицы и времени получаются из (40):

$$x' = g(vt - x); \quad y' = -iy; \quad z' = -iz; \quad t' = g(vx - t). \qquad (41)$$

Из последней формулы (40) для $x' = 0$ получаем

$$t' = t/g. \qquad (42)$$

Из последней формулы (41) для $x = 0$ получаем

$$t = -t'/g. \qquad (43)$$

Так же, как мы получили формулу (17), с помощью формул (39) и (41) можно получить формулу преобразования к системе K' объем сферы, покоящейся в системе K:

$$V' = -V_o/g. \qquad (44)$$

Плотность r_0 зарядов q, находящихся в объеме V_0 системы K, после преобразования к системе K' будет выражаться формулой:

$$r' = -r_0 g. \qquad (45)$$

Формула (45) говорит о том, что электрон, движущийся со скоростью $v > 1$, является позитронам; аналогично этому частица, имеющая плотность r_o покоящейся массы m и движущаяся со скоростью $v > 1$, является частицей с отрицательной массой.
Для частицы, покоящейся в начале координат системы K^o и движущейся относительно K с мгновенной скоростью $u > 1$, получим формулу, аналогичную формуле (19):

$$dt_o = dt\sqrt{u^2 - 1}. \qquad (46)$$

При этом для силы $\vec{f}$ получим формулу, аналогичную формуле (20):

$$\vec{f} = \vec{F}\sqrt{u^2 - 1}. \qquad (47)$$

Заметим, что в (47) сила $\vec{f}$ может быть как угодно малой и как угодно большой. Последнее обстоятельство может свидетельствовать о том, что ядерные силы – это электромагнитные силы, действующие на частицы, которые движутся друг относительно друга по круговым или эллиптическим орбитам со скоростями, многократно превосходящими обычную скорость света.

Подставляя в (21) вместо силы $\vec{f}$ ее значение, выраженное формулой (47), получим

$$\vec{F} = md\vec{u} / \sqrt{u^2 - 1}. \qquad (48)$$

Для силы Минковского получим формулу, аналогичную формуле (23):

$$\vec{M} = \vec{F} / \sqrt{u^2 - 1} = md\vec{u} / dt\left(u^2 - 1\right). \quad (49)$$

Аналогично получению формул (22) и (28), получим формулы:

$$\vec{F} = md\vec{u} / dt\sqrt{u^2 - 1}; \quad P_t = m / \sqrt{u^2 - 1}; \qquad \vec{P} = m\vec{u} / \sqrt{u^2 - 1}. \quad (50)$$

С помощью 2-х последних формул получаем скорость частицы $\vec{u} = \vec{P} / P_t$ и соотношение:

$$P^2 - P_t^2 = m^2; \qquad (51)$$

Компоненты векторов 4-скорости U_i, 4-импульса P_i и 4-силы M_i можно преобразовать к системе K' согласно формулам (41).

Электродинамические уравнения Максвелла в пустом пространстве системы K имеют вид:

$$div\vec{H} = 0, rot\vec{E} + d\vec{H} / dt = 0,$$

$$div\vec{E} = r, rot\vec{H} - d\vec{E} / dt = r\vec{u}.$$

Преобразование этих уравнений от системы K к системе K' с помощью формул (41) меняет знаки на противоположные перед напряженностями векторов электрических и магнитных сил. Если в K указанные векторы $\vec{E}$ и $\vec{H}$ имеют соответственно компоненты E_x, E_y, E_z, и H_x, H_y, H_z, то после преобразования к системе K' получаются векторы $\vec{E} = \left(E'_x, E'_y, E'_z\right)$ и $\vec{H}' = \left(H'_x, H'_y, H'_z\right)$, компоненты которых выражаются следующими формулами:

$$E'_x = -E_x; \quad E'_y = ig\left(E_y - vH_z\right); \quad E'_z = ig\left(E_z + vH_y\right). \quad (52)$$

$$H'_x = -H_x; \quad H'_y = ig\left(H_y + vE_z\right); \quad H'_z = ig\left(H_z - vE_y\right). \quad (53)$$

Компоненты u_x, u_y, u_z скорости $\vec{u}$, с которой заряд e движется под влиянием электромагнитных сил в системе K, в системе K' преобразуются в компоненты u'_x, u'_y, u'_z скорости $\vec{u}'$, которые получаются путем деления первых трех формул (40) на четвертую, записанных в дифференциалах:

$$u'_x = \frac{v - u'}{vu_x - 1}; \quad u'_y = \frac{-iu_y\sqrt{v^2-1}}{vu_x - 1}; \quad u'_z = \frac{-iu_z\sqrt{v^2-1}}{vu_x - 1}; \quad u' = \sqrt{u'^2_x + u'^2_y + u'^2_z}\,. \qquad (54)$$

Полученная в K плотность r электрического заряда e после преобразования к системе K' выражается формулой:

$$r' = g\,(vu_x - 1)\,r. \qquad (55)$$

Полагая в (55) скорость $u_x = 0,$ приходим к (45).

Таким образом, после адекватного преобразования к системе K' уравнения Максвелла можно записать в той же форме, что и в системе K:

$$div\vec{H}' = 0, rot\vec{E}' + d\vec{H}'/dt' = 0;$$

$$div\vec{E}' = r', rot\vec{H}' - d\vec{E}'/dt' = r'\vec{u}'.$$

Собственная частота n_0 сигналов любой природы (световых, гравитационных и других), движущихся из начала координат исходной системы K в разных направлениях оси x, после преобразования к системе K' по формулам (12) и (41) определяется частотой n', получаемой из формул

$$n' = n_0\sqrt{\frac{1 \mp v}{1 \pm v}} \quad \text{при} \quad v < 1,$$

$$n' = n_0\sqrt{\frac{v \mp 1}{v \pm 1}} \quad \text{при } v > 1. \qquad (56)$$

Применение излагаемой теории к явлениям гравитации становится возможным только тогда, когда установлена скорость гравитационных сил относительно их источника. Зная величину этой скорости, можно определить длину гравитационной секунды — длину отрезка пути, проходимого гравитационными силами за одну секунду в системе покоя его источника. Эту скорость можно найти с помощью формулы (47) по достоверно установленному углу отклонения луча света неподвижных звезд, проходящего вблизи массивного тела, масса которого известна, или по известным движениям перигелиев планет, для чего нужно выбрать ту из них, движение перигелия которой надежно установлено средствами наблюдения. Планета Меркурий лучше других подходит для этой цели: после учета влияния на нее других планет смещение перигелия Меркурия под действием силы тяготения Солнца составляет 42,7 *дуговых секунд* за столетие с точностью 0,5% [4].

Требуемая формула, выражающая смещение перигелия планеты за один оборот вокруг Солнца и одинаковая с формулой, выражающей смещение перигелия электрона, движущегося вокруг ядра атома, была получена А. Зоммерфельдом (A. Sommerfeld) вскоре после опубликования первых работ по теории относительности и в наших обозначениях имеет следующий вид :

$$\Delta j = 2p\left(\frac{1}{w} - 1\right). \qquad (57)$$

Здесь Δj — угловое смещение перигелия, а w выражается формулой

$$w = \sqrt{1 - \left(\frac{Gm_1m_2}{Mc^2}\right)^2}\,, \qquad (58)$$

где G — гравитационная постоянная, m_1 — масса Солнца, m_2 — масса планеты, M — количество движения планеты, c — скорость света.

«Вычисления показывают,— писал Зоммерфельд,— что получаемое релятивистское смещение перигелия всё ещё занижено: для Меркурия получили бы 7 *дуговых секунд* за столетие» [5].

Согласно излагаемой теории, полученное заниженное смещение перигелия Меркурия говорит о том, что скорость гравитационных сил должна отличаться от скорости света, но преобразование Лоренца, на основе которого Зоммерфельд получил формулы (57) и (58), не допускает какого-либо отличия скорости гравитационных сил от скорости света. Лишь адекватное преобразование, выведенное путем отказа как от светоносного эфира Лоренца, так и от постулата-принципа постоянства скорости света Пуанкаре — Эйнштейна, благодаря определению понятия метрического времени, ведущего к инвариантности скорости сигналов любой природы во всех системах координат, вносит полную ясность в понимание причины заниженного смещения перигелия Меркурия, полученного Зоммерфельдом.

Подставляя в (57) выражение w из (58) и выражая скорость c в зависимости от входящих в (58) величин и от наблюдаемого смещения перигелия Меркурия на 42,7 *дуговых секунд* за столетие, после вычислений получаем скорость гравитационных сигналов c = ~122 420 км/с, в которой длина гравитационной секунды равна ~122 420 км.

Используя эту скорость в формуле (58), мы вычислили углы поворота перигелиев других планет за столетие и нашли для Венеры ~ 8 *дуговых секунд*, для Земли ~ 4 *дуговых секунды*, для Марса ~ 1,35 *дуговых секунд*, для Юпитера ~ 0,016 *дуговых секунд,* что не противоречит наблюдаемым угловым смещениям перигелиев указанных планет.

Чтобы вычислить угол отклонения луча света неподвижных звезд, проходящего вблизи солнечного диска, необходимо знать силу $\vec{f}$ гравитации Солнца, действующей на этот луч. В зависимости от силы $\vec{F}$, даваемой законом тяготения Ньютона, справедливым для масс тел, неподвижных друг относительно друга, сила $\vec{f}$ определяется формулой (47), в которой скорость u выражается отношением скорости света к скорости гравитонов и равна $u = 2{,}4489$. Вычисления по формуле (47) дают силу $\vec{f} = 2{,}24\vec{F}$, которая в 2,24 раза больше силы $\vec{F}$ и должна отклонить световой луч, идущий от звезды мимо Солнца, на 1,96 *угловых секунд*. Согласно [6] «отклонение световых лучей измерялось при солнечных затмениях в 1919, 1922, 1929, 1936, 1947 и 1952 гг. «Среднее взвешенное» значение для отклонения лучей света у края диска Солнца по этим измерениям составляет 1,93 *угловых секунд*». Последнее хорошо согласуется с нашим теоретическим значением, в то время как сила $\vec{F}$ может отклонить луч света лишь на угол 0,875 *секунд* [7].

Если звезда или другой источник света будет удаляться от Солнца или приближаться к нему со скоростью v, то скорость света относительно Солнца будет равна $c - v$ или $c + v$. В таких случаях отношение этой скорости света к скорости гравитонов в формуле (47) будет приводить к уменьшению силы $\vec{f}$ в первом случае или к её увеличению во втором случае. Соответственно этому луч света будет отклоняться на меньший или больший угол по сравнению углом отклонения луча света, идущего от источника, неподвижного относительно Солнца. Если скорость луча света $c' = c - v$ будет равна скорости гравитонов, то, согласно (47), такой луч света не должен отклоняться силами Солнца и других массивных тел.

Наблюдаемое красное смещение спектральных линий радиолучей, идущих от квазаров 3С273 и 3С279, возникает из-за уменьшения их скорости под действием сил тяготения квазаров, и, как следствие этого, эти лучи, согласно (47), должны отклоняться у края диска Солнца на меньшие углы, по сравнению с нашим теоретическим углом, что как раз имеет место в действительности при измерениях этих углов. Зная измеренный угол отклонения радиолуча, можно вычислить из формулы (47) его скорость относительно нашей лаборатории. Например, радиолучи, идущие от указанных квазаров, отклоняются Солнцем на 1,75 *угловых секунд,* что в 2 раза больше 0,875 *угловых секунд*, на которые отклоняется луч света под влиянием силы $\vec{F}$. Этих данных достаточно, чтобы с помощью формулы (47) вычислить скорость наблюдаемого радиолуча. Она получается равной c' = 273739 км/с, то есть на 26053 км/с меньше стандартного значения скорости света.

Очевидно, сила $\vec{f}$ должна приводить и к дополнительному сдвигу частоты света, идущего навстречу массивному телу или от него, по сравнению с тем, что может иметь место под влиянием силы $\vec{F}$. А это значит, что в пространстве системы координат, имеющем гравитацию удаленных масс, скорость света относительно его источника не может быть строго изотропной, как в пустых пространствах рассматривавшихся нами выше инерциальных системах координат. Следовательно, в реальном материальном мире идеальных инерциальных систем отсчета не существует. В силу этого факта, скорость хода стандартных часов не может не зависеть от величины напряженности гравитационных сил в местах нахождения неподвижных и движущихся часов относительно массивных тел.

6. Заключение

Благодаря определениям физических понятий пространства, времени и постоянства скоростей сигналов разной природы, посредством которых осуществляются взаимодействия между материальными точками, изложенная теория открывает возможность решать разнообразные задачи механики движущихся тел, находящихся под влиянием центральных сил любой природы. При этом движения тел относительно друг друга не ограничены какой-либо величиной скорости. Простота и естественность исходных положений теории, исключающей всё принципиально ненаблюдаемое и недостоверное в рассматриваемых областях физики, свидетельствует об адекватном отражении исследуемых явлений природы.
Эйнштейн писал: «Из двух теорий, объясняющих совокупность достоверных опытных фактов в некоторой области, предпочтение следует отдать той, которая требует меньше независимых предположений»[8]. «Теория производит тем большее впечатление, чем проще ее предпосылки, чем разнообразнее предметы, которые она связывает, и чем шире область ее применения» [9]. С этой точки зрения изложенная теория разительно отличается от двух теорий относительности предельной простотой, и именно ей следует отдать предпочтение перед ними.

ЛИТЕРАТУРА:

[1]. Эйнштейн А. Собрание научных трудов. Наука, Москва, Т. 2, С. 716, (1966).
[2] Тейлор Э. Ф., Уиллер Дж. А. Физика пространства-времени. Мир, Москва, С. 35, (1971).
[3] Аристотель. Сочинения в 4-х томах. Мысль, Москва, Т. 3, С. 150, (1983).
[4]. Уилл К. Теория и эксперимент в гравитационной физике. Энергоатомиздат, С. 13, (1985).
[5]. Зоммерфельд А. Строение атома и спектры в 2-х томах. ГИТТЛ, Москва, Т. 1, С. 227, (1956).
[6]. Гуревич Л. Э., Глинер Э. Б. Общая теория относительности после Эйнштейна. Знание, Москва, С. 41, (1972).
[7]. Лайтман А., Пресс В., Прайс Р., Тюкольски С. Сборник задач по теории относительности и гравитации. Мир, Москва, С. 507, (1979)
[8]. Эйнштейн А. Собрание научных трудов. Наука, Москва, Т. 1, С. 690, (1956).
[9]. Эйнштейн А. Собрание научных трудов. Наука, Москва, Т. 4, С. 270, (1967).