

Елкин Игорь Владимирович
Elkin Igor Vladimirovich

Инерция. Расчёт по «Общей Теории Относительности».

Inertia. Calculation on the "General Theory of Relativity."

Аннотация.

С помощью общей Теории Относительности и принципа наименьшего действия получаем формулу взаимодействия двух заряженных частиц. При этом сила взаимодействия на отталкивание частиц (одинаково заряженных) меньше, чем сила приближения точно таких же частиц (разнозаряженных). Тела состоят из таких частиц и поэтому всегда притягиваются, согласно теории относительности и принципа наименьшего действия.

Annotation.

With the help of the general theory of relativity and the principle of least action, we get the formula of interaction of two charged particles. The strength of the interaction on the particle repulsion (Identically charged) is less than the force attracted exactly the same particles (Charged differently). The bodies are made up of such particles and, therefore, are always attracted, according to the theory of relativity and the principle of least action.

Введение.

Вспомним, как строится в ОТО гравитационное взаимодействие. Рассматривается принцип наименьшего действия. Этот принцип даёт нам путь, по которому движется материальный объект (тело или световой сигнал или безмассовая частица). Пути двух материальных объектов сближаются, так как это энергетически наиболее удобный путь по принципу наименьшего действия, а сближение называют гравитационным взаимодействием. Что заставляет двигаться материальный объект, не описывается. Можно предположить, что существует некое всем известное взаимодействие. И оно

описывается формулами, полученными по принципу наименьшего действия. Тогда и движение объекта будет по пути, который описывает принцип наименьшего действия. Получается, что ОТО прекрасно расписывает изменение метрики и т.п., но не описывает, что именно заставляет двигаться по принципу наименьшего действия. Ведь то, что более выгодно не может заставить объект двигаться именно там, к тому же объект не умеет считать выгоду. Фактически если найти это взаимодействие и показать формулами, что происходит между материальными объектами всегда сближение, то тогда это взаимодействие и есть та движущая сила, которую описывает ОТО. Это взаимодействие и описывается в данной статье. Оно же даёт и инерционность тел.

1) Общие положения.

Выберем в качестве общеизвестного взаимодействия – электрическое взаимодействие. Тогда фактически нам надо показать, что два материальных объекта, которые взаимно электронейтральны, тем не менее, как-то взаимодействуют электрически.

Рассмотрим на примере двух тел. Считаем, что наши тела состоят из одинаковых электрических частиц разного знака. Природу частиц мы не выясняем, это могут быть и кварки и более мелкие неизвестные частицы. Считаем для простоты, что они с одним зарядом разных знаков.

Помним, что существует суперпозиция полей, поэтому каждое взаимодействие каждой частицы с какой-то другой частицей надо рассматривать отдельно. Будем рассматривать, не поле заряженной частицы, а просто её взаимодействие с другой частицей. Условно назовём это воздействие частицы на частицу силой.

Известно, что производная по времени от импульса и ускорение свободной частицы связаны формулой (в случае действия силы параллельно скорости движения частицы). (см. литература [1])

$$\frac{dp}{dt} = \frac{m}{\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{\frac{3}{2}}} \frac{dv}{dt} \quad (1)$$

При этом понятно, что средняя скорость частиц может быть нулевая, квадрат же скоростей может быть значительный. Для простоты рассмотрения назовём производную по времени от импульса силой. А скорость движения заряженных частиц в теле будем считать направленными по прямой, проведённой через частицу с наблюдателем и исследуемую частицу.

В формулу входит скорость света на данном локальном участке. Но если скорость света зависит от расстояния между объектами, то тогда в разных локальных участках будет разная скорость света. На одной частице поместим

наблюдателя, движение другой, относительно наблюдателя, рассматриваем. В упомянутую формулу как раз и входит скорость света. При этом в месте, где рассматриваем движение частицы, скорость света на удаление будет в одном локальном участке, а на приближение - в другом, то есть участки различны.

Остаётся понять причины зависимости скорости света от расстояния. Тут опять мы обращаемся к ОТО, и расчёту римановой метрики. Эйнштейн где-то около 100 лет назад дал формулу, описывающую скорость света в гравитационном поле. Чтобы не заставлять смотреть ссылку (см. литература [2]), я примерно опишу сказанное Эйнштейном.

Очень кратко: существует ускоренная система координат K , существует так же не ускоренная система координат Σ с гравитационным полем. В малой области по принципу эквивалентности действие этого поля будет эквивалентно действию ускорения. В этой малой области в начальный момент времени центры координат совпадают. Тогда, скорость света c в системе координат K (с ускорением) можно представить в виде

$$c = c_0 + ax \quad (2)$$

Понятно, что c – некоторая функция расстояния.

, где c_0 и a – некие константы. При этом x может быть и отрицательным и положительным в зависимости от направления ускорения. Естественно система K и система Σ полностью эквивалентны, поэтому все расчёты, сделанные для одной системы в малой области, являются расчётами и для другой системы.

- 2) Рассмотрим примерный расчёт для понимания процесса притяжения двух нейтральных тел.

Для простоты рассмотрения (его можно распространить на любое количество частиц в любом из тел) наблюдателя разместим на заряженной частице, а исследуемое тело будет состоять из двух разнозаряженных частиц. Тогда одна сила, действующая на это тело от тела с наблюдателем, будет сила отталкивания f_1 , другая сила притяжения f_2 .

$$f_1 = \frac{m}{\left(1 - \frac{v^2}{c_1^2}\right)^{\frac{3}{2}}} \frac{dv}{dt} \quad (3)$$

$$f_2 = \frac{m}{\left(1 - \frac{v^2}{c_2^2}\right)^{\frac{3}{2}}} \frac{dv}{dt} \quad (4)$$

в результате электрического взаимодействия движущихся частиц и частицы с наблюдателем.

Тогда из формулы (2):

$$dc = a dx$$

Бесконечно малого сдвига в природе не существует, поэтому в конечных разностях

$$\Delta c = a \Delta x$$

Тогда для удаления скорость света будет

$$c_1 = c + \Delta c,$$

где c скорость света в точке расположения частицы в момент начала её сдвига в сторону притяжения или отталкивания в данной локальной области.

Скорость света для приближения будет:

$$c_2 = c - \Delta c$$

Результат разности сил притяжения и отталкивания и формулы (3), (4) не сложно привести с помощью формул Тейлора к виду:

$$\Delta F = f_1 - f_2$$

$$\frac{v^2}{(c + \Delta c)^2} = \frac{v^2}{c^2} \left(1 - 2 \frac{\Delta c}{c}\right)$$

$$\frac{1}{\left(1 - \frac{v^2}{(c + \Delta c)^2}\right)^{\frac{3}{2}}} = \left(1 + \frac{3}{2} \frac{v^2}{c^2} \left(1 - 2 \frac{\Delta c}{c}\right)\right)$$

$$\Delta F = m \frac{dv}{dt} \left(\left[1 + \frac{3}{2} \frac{v^2}{c^2} \left(1 - 2 \frac{\Delta c}{c}\right)\right] - \left[1 + \frac{3}{2} \frac{v^2}{c^2} \left(1 + 2 \frac{\Delta c}{c}\right)\right] \right)$$

Что даёт

$$\Delta F = -m \frac{dv}{dt} 2 \frac{3}{2} \frac{v^2}{c^2} 2 \frac{\Delta c}{c}$$

Или

$$\Delta F = -m \frac{dv}{dt} 6 \frac{v^2}{c^3} a \Delta x$$

То есть, дополнительной зависимости от расстояния нет (для незначительных по масштабам Вселенной расстояний), из-за разных скоростей света при

приближении и удалении от рассматриваемой точки. Есть только квадратичная зависимость, которую даёт множитель ускорения при электрическом взаимодействии заряженных частиц - $\frac{dv}{dt}$

Соответственно, суммируя эту силу по всем частицам рассматриваемых тел, можно получить это взаимодействие для любых объектов.

Нас в данной статье, правда, больше интересует инерция, но можно сделать замечание и по гравитационной массе. Легко понять физический смысл гравитационной массы. Это число всех возможных зарядов в составных частях тел. Вполне возможно, неких ещё не открытых элементарных зарядов. При этом сами тела, вообще могут не проявлять ни каких признаков наличия заряженных частиц. Тем более, что строение частиц до конца не изучено. Например, для безмассовых частиц, там может быть какая-то связь с электрическим полем.

3) Теперь по поводу ИНЕРЦИИ.

Здесь взаимодействие тела со всеми частицами Вселенной. Понятно, что разбегание во Вселенной не инерционное, то есть скорость самого разбегания не может быть учтена в формуле (1). Но различные характеристики, которые влияют на исследуемое (на инерционность) тело, могут давать эту скорость. То есть, скорости такой как бы нет, но само тело воспринимает все воздействия так, как будто эта скорость есть. Примером может служить «Красное смещение».

Очевидно, что чем больше значение скорости v в формуле (1), тем больше сила. Понятно так же, что сила отлична от нуля только в случае, когда существует ускорение, то есть:

$$\frac{dv}{dt} \neq 0$$

Для объяснения инерционности можно рассмотреть воздействие Вселенной на исследуемое тело. Описание взаимодействия рассматриваемого тела со всей Вселенной можно разбить на множество следующих мысленных экспериментов. Рассмотрим мысленный эксперимент на примере трёх тел на одной прямой. В середине исследуемое тело, два тела по краям гравитационно притягивают исследуемое тело и гравитационное притяжение одного, уравновешивает притяжение другого. Так как пространство Вселенной на значительных расстояниях мы считаем однородным и изотропным, то фактически вся Вселенная для исследуемого тела разбита на такие группы тел. От исследуемого тела взаимодействующие тела удаляются,

так как есть расширение Вселенной. Хотя это удаление и не является следствием инерции тел, а является следствием изменения метрики, но наше исследуемое тело воспринимает это удаление, как скоростное. То есть удаление с некоторой скоростью v . Теперь, если исследуемое тело получает ускорение на удаление от одного тела, то скорость v для формулы (1) увеличивается и притяжение, как мы определили ранее, увеличивается в эту сторону. Противоположная картина будет для второго тела, к которому наше исследуемое тело будет приближаться. Там скорость v уменьшится, и притяжение соответственно тоже уменьшится. Фактически получили, что притяжение усилилось к телу, от которого удаляется исследуемое тело. И уменьшилось притяжение к телу, к которому приближается исследуемое тело. То есть получили торможение в случае ускорения. Это и описывает инерционность. Ч.т.д.

Литература

- 1) Л.Д. Ландау и Е.М. Лифшиц, «Теория поля», Москва главная редакция физико-математической литературы, 1967г., печ. л. 28,75.
- 2) Альберт Эйнштейн «Собрание трудов», том 1, Издательство «Наука», Москва 1965 год.
Статья «Скорость света и статическое гравитационное поле» 1912 год.

3 декабря 2016 года

Елкин Игорь Владимирович

ielkin@yandex.ru

+7 962 344 23 74