

Елкин Игорь Владимирович  
Elkin Igor Vladimirovich

## **Небольшая поправка к предельной скорости передачи информации из-за постоянной Хаббла.**

### **A small correction to the limiting speed**

#### **Аннотация.**

Расширение Вселенной по Хабблу, позволяет посчитать расширение на минимальном расстоянии. Что даёт возможность задавать поправку к предельной скорости передачи информации, которая используется в теории относительности. При этом поправки в разных локальных областях отличаются друг от друга. Поправки, хоть и ничтожно малы, но могут неожиданно давать некоторые результаты, что показано на примере.

#### **Abstract**

Expansion of the universe by Hubble, allows you to calculate the expansion at a minimum distance. What makes it possible to set a correction to the limiting speed of information transfer, which is used in the theory of relativity. At the same time, the corrections in different local regions differ from each other. The amendments, albeit insignificantly small, can unexpectedly give some results, as shown in the example.

#### **1) Поправка к предельной скорости.**

Эта ничтожная поправка не окажет сильного влияния ни на что, если вообще окажет. Но учесть её стоит, так как я приведу пример, в котором присутствует ничтожное изменение результата. Эта предельная скорость присутствует в формулах теории относительности и обозначается  $c$ .

Оценивать будем очень приблизительно порядки, поэтому не будем учитывать квантово-механические свойства, писать будем слово частица, имея в виду, что у неё свойства макроскопического тела. Кроме того писать будем «сила», имея в виду производную по времени от импульса.

Теперь, если частица посылает сигнал со световой скоростью в своем локальном участке, тогда расстояние, который пройдет сигнал, окажется немного больше, чем то расстояние, которое он бы прошёл, если бы учитывалась только скорость его передвижения. Небольшое увеличение произойдет из-за изменения метрики и описывается хаббловским расширением. Это расширение легко пересчитать для любого малого размера. Понятно так же, что это расширение не

будет точным нулём. Наименьший размер точно не установлен, но при рассмотрении аксиоматической теории поля установлено, что некоторые исходные аксиомы действуют до расстояний около  $5 * 10^{-16}$  см. [2]

Теперь вспомним, что у нас пространство все-таки квантуется. Так как существование ультрафиолетовых расходимостей в КТП можно избежать, если ввести минимальное расстояние. [3] То есть существует некая малая не нулевая локальная область, меньше которой пространство не рассматривается. Обозначит диаметр этой области буквой  $q$ . Постоянная Хаббла у нас равна скорости  $H$  на 1 мегапарсек, пересчитаем скорость  $H$  на расстояние  $q$  и обозначим эту скорость буквой  $h$ . Это у нас добавочная скорость к скорости света, для определения скорости передачи сигнала на расстояние  $q$ . При этом понятно, что скорость сигнала и скорость расширения  $h$  находятся в одной системе отсчёта – системе отсчёта частицы. Что даёт нам право суммарную скорость  $w$  этих скоростей получить простым сложением, то есть  $w = c + h$ .

Кроме того становится понятно, что  $h$  – это малая постоянная рассчитанная для расстояния  $q$  по принципу постоянной Хаббла для расстояния в 1 Мпс. Следовательно, отсчитывая от частицы расстояния, мы можем получить скорость расширения любой малой области. Если выбрать некую точку  $M$  и рассматривать прямую через частицу и точку  $M$ , то область на этой прямой до точки  $M$  будет расширяться со скоростью  $h_1$ , а область после точки  $M$  со скоростью  $h_2$ .

Так как мы получили разные скорости расширения в разных локальных областях, это нас приводит к разным скоростям передачи информации в разных локальных областях. Это в свою очередь приводит к ничтожно малому отличию величины  $w$  в разных локальных областях и к ничтожно малым различиям в результатах, следующим из формул теории относительности.

**2) Пример, который показывает, что полностью отбросить малую поправку нельзя.**

Рассмотрим упрощённый мысленный эксперимент: одна заряженная частица  $A$  притягивает другую заряженную частицу  $T$ , которая движется по прямой, соединяющей  $A$  и  $T$ . Из литературы [1] известна формула

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

описывающая это взаимодействие.

Если рядом с  $A$  расположить ещё одну частицу  $B$ , с тем же зарядом, что и у  $A$ , но противоположным по знаку, то  $B$  будет отталкивать частицу  $T$  по той же формуле.

Ясно, что если взять предельную скорость без учёта малой поправки, то по формуле (1) заряженные частицы полностью компенсируют свое воздействие на частицу  $T$ .

Если поправку учесть, то в случае отталкивания локальная область взаимодействия будет расположена дальше от частиц  $A$  и  $B$ , чем локальная область притяжения. Как мы помним, в этом случае предельные скорости отличаются друг от друга, поэтому полной компенсации воздействия  $A$  и  $B$  на частицу  $T$  не произойдёт. Остаточное взаимодействие будет ничтожно мало, по сравнению с электрическими взаимодействиями частиц.

### 3) Примерная оценка порядка остаточного взаимодействия в рассматриваемом мысленном эксперименте.

Немного изменим обозначения на более привычные.

Дополнительная скорость -  $u$ , из-за хаббловского расширения  $v$  - скорость частицы  $T$ ,  $c$  – скорость света.

Для простоты расчётов будем считать в локальной области, где рассматривается притяжение, влияние хаббловского расширения = 0. А в области, где рассматривается отталкивание, влияние хаббловского расширения даёт дополнительную скорость  $u$ . Нам ведь нужны только эти две области и разница в них влияния хаббловского расширения на скорость передачи информации.

Скорости  $v$  частиц – некие среднеквадратичные скорости подобных частиц.

Сила отталкивания  $f_1$ , другая сила притяжения  $f_2$ .

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

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

Рассмотрим  $v \ll c, u \ll c$ . Тогда:

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

Считаем далее опять примерно, ускорение возьмём по абсолютной величине, а знаки учтём при силе взаимодействия, положительное направление выбираем - отталкивание:

$$\Delta f = -f_2 + f_1 = m \frac{dv}{dt} \left( -\left(1 + \frac{3}{2} \frac{v^2}{c^2}\right) + \left(1 + \frac{3}{2} \left(\frac{v}{c}\right)^2 \left(1 - 2\frac{u}{c}\right)\right) \right)$$

Или

$$\Delta f = -3m \left(\frac{v}{c}\right)^2 \frac{u}{c} \frac{dv}{dt}$$

Встречаются разные оценки минимального расстояния, но так как нас интересует примерный порядок силы, то остановимся на расстоянии из аксиоматической теории поля  $5 * 10^{-18}$  м.

возьмем постоянную Хаббла как 70 км/с, которая считается на 1 Мпс

1 Мпс считаем равным  $35 * 10^{21}$  м

Тогда хаббловское расширение на минимальном расстоянии дает скорость:

$$u = \frac{70000 * 5}{35 * 10^{21} * 10^{18}} = 10^{-35} \text{ м/с}$$

Качественная оценка скорости электрона в атоме водорода дает цифру

$$v = \frac{c}{137} = 2,2 * 10^6 \text{ м/с.}$$

Нужное нам соотношение – это отношение поученной силы взаимодействия частиц в результате поправки к рассчитанной силе электрического взаимодействия этих частиц:

$$K = \frac{\Delta f}{(m \frac{dv}{dt})} = -3 \left(\frac{v}{c}\right)^2 \frac{u}{c}$$

$$K = 3 * (2,2 * 10^6)^2 \left(\frac{1}{3 * 10^8}\right)^3 10^{-35} = 5,3 * 10^{-48}$$

То есть, если очень грубо считать и брать очень приблизительные величины, то результирующая сила даёт всего на три порядка меньше гравитационного взаимодействия рассчитанного для этих частиц. Для самих частиц это взаимодействие нулевое, но для крупных объектов, как звёзды это взаимодействие может играть значительную роль.

#### 4) Вывод.

Показано, что в некоторых случаях при расчете надо использовать поправку, связанную с хаббловским расширением, к предельной скорости передачи информации, которую используют в теории относительности. Так как эта поправка не точный ноль и иногда может привести не к нулевому результату.

#### Список литературы:

1) Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Учебное пособие для вузов в 10 томах. Т2. Теория поля. – 8-е изд. стереот. – М: ФИЗМАТЛИТ, 2003. -536 с.

2) Физическая энциклопедия «Квантовая Теория Поля»

[https://dic.academic.ru/dic.nsf/enc\\_physics/1340/%D0%9A%D0%92%D0%90%D0%9D%D0%A2%D0%9E%D0%92%D0%90%D0%AF](https://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_physics/1340/%D0%9A%D0%92%D0%90%D0%9D%D0%A2%D0%9E%D0%92%D0%90%D0%AF)

3) Физическая Энциклопедия «Квантование Пространства Времени».

[https://dic.academic.ru/dic.nsf/enc\\_physics/1330/%D0%9A%D0%92%D0%90%D0%9D%D0%A2%D0%9E%D0%92%D0%90%D0%9D%D0%98%D0%95](https://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_physics/1330/%D0%9A%D0%92%D0%90%D0%9D%D0%A2%D0%9E%D0%92%D0%90%D0%9D%D0%98%D0%95)