

Формула для расчёта "Ускоренного Расширения Вселенной"

Елкин И. В., инженер-физик

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия

***Аннотация.** Необходимо получить формулы, которые дают оценку дополнительному ускорению к Хаббловскому расширению Вселенной. Используется Лагранжиан. Используется факт, что пространство квантуется. Хаббловское расширение делает все эти кванты-области не инерциальными. Это приводит к разным предельным скоростям в этих областях. Вторая производная по времени от Лагранжиана в областях получается разной. Таким образом, получили формулу дополнительного ускорения.*

***Ключевые слова:** локальные области, квантование, предельная скорость, расширение Вселенной.*

The formula for calculating the "Accelerated Expansion of the Universe"

Elkin I. V., engineer-physicist

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russia

***Annotation.** It is necessary to obtain formulas that give an estimate of the additional acceleration to the Hubble expansion of the Universe. Used Lagrangian. The fact that space is quantized is used. The Hubble expansion makes all these quanta not inertial. This gives different speed limits in areas. The second time derivative of Lagrangian in the regions is different. So we get the desired formula.*

***Keywords:** local areas, quantization, maximum speed, expansion of the Universe.*

Введение

Данный расчет можно составить, пользуясь общепринятыми не сложными расчётами. Надо посчитать расталкивающую силу. Мы также помним, что в теории относительности все эффекты, связанные со скоростью, **кинематические**. То есть они видны и измеряются только неподвижным наблюдателем, который рассматривает некую движущуюся систему отсчёта. Мы знаем, что все тела во Вселенной состоят из частиц, и все их взаимодействия между собой независимы. То есть можно рассмотреть пару частиц, а потом перенести рассмотрение на любой объём. Так называемая «сила» по определению есть вторая производная от лагранжиана. В [2], описываются эти формулы для подобных частиц. Фактически рассматриваются релятивистские формулы взаимодействия.

Теперь вспомним ещё один известный факт – пространство Вселенной нельзя разбивать на бесконечно малые области. Меньше некоторого размера перестают действовать известные аксиомы. Это описывается в аксиоматической квантовой теории поля. То есть пространство квантуется. То есть состоит из отдельных локальных областей. Так же понятно, что существование Хаббловского расширения, делает все эти области ничтожно не инерциальными по отношению к друг другу. Понятно, что такое ничтожное отличие обычно ни на что не влияет, но мы собираемся всё рассматривать в масштабах Вселенной, и подобные отличия могут оказаться значительными.

Так как пространство квантуется, то рассматривать дифференцирование надо в конечных разностях. Пусть эти разности ничтожно малы, но они конечны и не меньше минимальной локальной области. Фактически, при рассмотрении скорости отталкивания и притяжения одной частицы от некой точки А, придётся рассматривать это притяжение и отталкивание в разных локальных областях. Теперь вспомним, что изменение метрики по Хабблу не зависит ни от каких взаимодействий, а меняется только с расстоянием. И если мы исследуем предельную скорость передачи информации в разных локальных участках, то окажется, что в более далёких локальных участках информация передаётся на большее расстояние за одно и то же время, чем в более близких. Повторяю: пусть все эти отличия ничтожны, но они есть и если исследовать с точностью до 43 порядка, то они обнаружимы. А так как Хаббловское изменение метрики не является скоростным, то предельную скорость передачи информации можно получить для каждого локального участка свою и сделать это простым сложением.

Теперь мы вспоминаем, что формулы взаимодействия заряженных частиц (из которых, в конце концов, состоят все тела и частицы) мы определили, как релятивистские. Мы так же определили, что предельную скорость передачи информации «С» для этих формул имеет каждый локальный участок свою. Теперь можно рассмотреть вторую производную по времени от лагранжиана для каждой частицы и для каждого взаимодействия. Ясно, что силы отталкивания будут отличаться от сил притяжения, то есть существует некая сила, которая даёт ускорение расширению. Мы не забываем, про кинематический вид эффектов, поэтому все эти отличия обнаруживает только некий сторонний наблюдатель.

01. Предельная скорость.

Известно, что объединение ТО и КМ дает хорошие результаты в теоретической физике. Интересный результат можно получить, если рассматривать конечные малые области. В ОТО, например, рассматривают бесконечно малые области при построении гладкого многообразия.

Но надо рассматривать конечную малую область, в пределах которой выполняются основные аксиомы. Из аксиоматической теории поля мы знаем, что размер такой области $5 * 10^{-16}$ см [1]. Будем считать, что в пределах этой области предельная скорость передачи информации не меняется. Как известно, она в ТО обозначается буквой «с».

Фактически все эти малые области на разном расстоянии от наблюдателя не будут описываться, как инерциальные системы отсчёта, если даже в каждую поместить тело отсчёта и привязать к нему систему координат. Но каждая в отдельности такая малая область может рассматриваться инерциальной, так как в ней нет изменений. Ведь если в ней метрика и изменится, то пропорционально изменится единица длины и скорость передачи информации, то есть изменение будет не заметно для самой области. Если рассматривать любую из этих малых областей отдельно, то в ней скорость передачи информации не меняется и мы, как это принято в ТО, обозначим её буквой «С», берём большую С, маленькой обозначим потом скорость светового сигнала. На примере «Красного смещения» понятно, как влияет изменение метрики. Когда мы исследуем «Красное смещение», то обнаруживаем изменение частоты. Это означает, что время между пиками у сигнала меняется, то есть источник сигнала удаляется. Чем дальше источник, тем изменение больше, соответственно удаление больше.

Соответственно, по времени наблюдателя, за одно и то же время световой сигнал проходит разные расстояния в ближней и дальней области. Нам для определения предельной скорости важна скорость передачи информации на некотором участке. Фактически для наблюдателя передача информации происходит с разной скоростью на одинаковых участках, расположенных на дальнем и ближнем расстоянии. Таким образом, мы получаем время прохождения световыми сигналами данных одинаковых областей, но это время будет разное, а значит и скорость будет разной. Именно скорость передачи информации важна в механике, а не физическая скорость света. Ведь именно только от скорости передачи информации зависит синхронизация часов в каждой из малых областей, соответственно и законы механики в этих областях. Фактически мы получили разную дополнительную скорость к скорости светового сигнала, который передаёт информацию на разнудалённых участках.

Увеличение расстояния из-за Хаббловского расширения не инерциальное и происходит в той же системе отсчёта, что и движение светового сигнала, который передаёт информацию. Поэтому, скорости мы имеем право складывать по Галилею, согласно СТО.

Хочу отметить для некоторых сомневающихся читателей по поводу применимости Хаббловского расширения на малом расстоянии. Хаббловское расширение связано с изменением метрики, которое действует на любом расстоянии. Этому изменению не в состоянии помешать никакое взаимодействие (ни электрическое, ни гравитационное), другое дело, что через некоторое время эти взаимодействия могут влиять на положения рассматриваемых тел и возвращать их в некую точку равновесия. Но это уже другая тема, нас интересует только воздействие изменения метрики в некий момент времени.

Фактически мы получили, что в разных независимых друг от друга локальных областях передача информации происходит с разными скоростями, то есть величина константы «С» для каждой локальной области своя. Понятно, что область расположенная дальше от наблюдателя имеет большее изменение метрики, поэтому скорость передачи информации там больше (для области наблюдателя). То есть мы не можем пользоваться СТО для этих малых разных областей, так как преобразования Лоренца для них не могут быть использованы. Но нас интересуют не преобразования координат, а изменение Лагранжиана, вторая производная от которого даёт на так называемую «силу» - будем использовать это название. Нас будут интересовать силы на отталкивание и притяжение одного и того же заряда. А так как отталкивание и притяжение находятся в разных малых областях, то возможно и отличие сил.

02. Взаимодействия в областях.

Теперь вспомним, что величина волны де Бройля (для электрона и фотона) примерно $l_e = 2,4 * 10^{-10}$ см, что на 6 порядков больше, чем размер рассматриваемой области, поэтому можно не говорить о поле в данной области. Например, электрон меньше рассматриваемой области более чем на 4 порядка. Следовательно, в данной области можно говорить о свободной заряженной частице, на которую действует посторонняя «сила». Под силой подразумевается производная по времени от импульса. Эта сила — обычное Кулоновское взаимодействие. В общем виде формула сложная. Нам не запрещено использовать Лагранжиан, поэтому рассматривается вторая производная по времени от Лагранжиана, она даёт так называемую силу. Для получения некоторой оценки силы можно рассмотреть упрощённый частный случай этой формулы для силы, действующей по линии движения частицы. Формула простая и описывается в литературе, например [2]:

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

Теперь рассмотрим упрощённый мысленный эксперимент. Одна заряженная частица *A* притягивает по формуле (1) другую свободную заряженную частицу *T*, которая движется по прямой, соединяющей *A* и *T*. 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 сдвиг в какую-то сторону частицы должен быть хотя бы на меньшее из расстояний, то есть на величину локальной области. Поэтому, понятно, что приближение частицы к наблюдателю будет в одной локальной области, а удаление от наблюдателя, будет в более дальней локальной области. То есть получили, что при удалении частицы должна рассматриваться скорость передачи информации больше, чем при при-

ближении этой частицы. Помним также о суперпозиции всех взаимодействий, а значит, о возможности рассматривать каждое взаимодействие по отдельности.

03. Формула остаточного взаимодействия.

Получим формулы неких остаточных взаимодействий из-за разницы в предельных скоростях передачи информации в разных локальных участках.

Дополнительная скорость - u , из-за хаббловского расширения v - скорость частицы T , c - скорость светового сигнала. Надо пояснить, что здесь v - скорость частиц, которая состоит из собственной скорости частиц и скорости Хаббловского расширения на этом расстоянии. А скорость u - это добавочная скорость из-за Хаббловского расширения, которая появляется из-за перехода из одной локальной области в другую.

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. Собственные скорости частиц, входящие в v - некие среднеквадратичные скорости подобных частиц.

Сила отталкивания f_1 , другая сила притяжения f_2 .

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

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

03.01 Притяжение.

Рассмотрим $v \ll c, u \ll c$. Тогда:

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

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

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

Или

$$\Delta f = -3m \left(\frac{v}{c}\right)^2 \frac{u}{c} \frac{dv}{dt} \quad (4)$$

То есть получили не нулевое остаточное взаимодействие

03.02 Отталкивание.

Теперь рассмотрим случай, где $v \sim c, u \ll c$.

В данном случае нас интересуют частицы, которые направлены на удаление, которое связано с расширением Вселенной. Поэтому поправка (в разных локальных участках) к скорости частиц будет такая же, как и к скорости передачи информации.

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

Или в этом случае (отметим случай значком d) силы будут:

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

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

Тогда

$$\Delta f^d = -3 \left(\frac{v}{c}\right)^2 \frac{u(c-v)}{cv} m \frac{dv}{dt} \quad (5)$$

Легко увидеть, что при скорости $v > c$ (6)

сила притяжения меняет знак и становится силой отталкивания.

Надо заметить, что у нас очень грубая оценка и скорость v взята, как суммарная скорость разбегания Вселенной и собственная скорость частицы для данной области. То есть расстояние должно быть значительное, чтобы собственная скорость частицы и скорость расширения по Хабблду дали значение больше скорости света.

Если учесть все возможные частицы, их самое мелкое дробление и суперпозицию, тогда будет значительное влияние в Масштабах Вселенной. То есть на обычное Хаббловское расширение будет дополнительно накладываться ещё и расталкивание за счет взаимодействия (5).

Кроме того очень важно отметить, что, чем дальше от наблюдателя, тем количество частиц, удовлетворяющих значению (6) будет больше, так как скорость расширения растёт. Кроме того, составляющая скорости (поясняя, речь идёт про постоянную Хаббла) из-за Хаббловского расширения растёт по линейному закону с

расстоянием. Это всё вполне должно компенсировать уменьшение электрического взаимодействия с расстоянием. Так как скорость во взаимодействии входит примерно по квадратичному закону, и уменьшение электрического взаимодействия происходит по квадрату расстояния. А это необходимое требование для объяснения ускоренного расширения – расталкивающая сила не должна уменьшаться. Вот и получилось, что сила не меняется с расстоянием.

04. Вывод.

Получили формулу, которая объясняет появление расталкивающей силы, при этом эта сила остается примерно одной и той же с расстоянием, что и наблюдается.

Литература:

- 1) «Квантование Пространства Времени», Физическая энциклопедия
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
- 2) Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Учебное пособие для вузов в 10 томах. Теория поля. – 8-е изд. стереот. – М: ФИЗМАТЛИТ, 2003, том №2.