

Расширение Вселенной и возможный тренд физических постоянных

П. А. Стабников

Институт неорганической химии им. А. В. Николаева Сибирского отделения Российской академии наук (СО РАН), пр. Академика Лаврентьева, 3, 630090 Новосибирск, Россия

E-mail: stabnik@niic.nsc.ru

Аннотация. В настоящее время считается, что время от Большого Взрыва постоянно увеличивается. Также известна одна изменяющаяся величина, связанная обратно пропорциональной зависимостью со временем существования Вселенной. Это параметр Хаббла. О возможном тренде других фундаментальных постоянных пока ничего не известно. В классической науке статусом недостижимости обладают бесконечно-большие и бесконечно-малые величины. Но кроме этого статусом недостижимости обладают скорость света и -273.15°C , которые имеют конечными значениями. Поэтому можно предположить, что в самом начале эти величины были бесконечно-большими, или бесконечно-малыми. Но по мере расширения Вселенной они стали конечными, сохранив статус недостижимости. Такое предположение позволяет разработать экспериментальные методы оценки тренда этих величин за определенный интервал во времени.

Ключевые слова. Возраст Вселенной – тренд параметра Хаббла, скорости света и абсолютного нуля температуры.

Введение

Представления о глобальной неустойчивости нашей Вселенной стали обоснованными с 1922 г., когда А. Фридман, а затем Ж. Леметр в 1927 году, Г. Робертсон в 1929 году и А. Уокер в 1935 году, опираясь на ОТО, разработанную А. Эйнштейном, математически показали, что Вселенная не может быть стабильной. Она должна расширяться, сжиматься или находиться в неустойчивых колебательных движениях. Затем, в 1927 году Ж. Леметр, и в 1929 году Э. Хаббл экспериментально установили, что чем дальше от нас находится галактика, тем быстрее она от нас удаляется. Эти эксперименты окончательно подтвердили глобальную нестабильность нашей Вселенной, так как она расширяется. Данное представление о ее нестабильности в настоящее время является общепризнанным.

Поэтому стали выдвигаться гипотезы о возможном изменении фундаментальных положений в физике. Так в 1937 году Поль Дирак предполагал, что некоторые константы (например, гравитационная постоянная или постоянная тонкой структуры) могут меняться при увеличении возраста Вселенной. Позже эту идею развивали и другие физики. Однако

на сегодняшний день не установлено каких-либо изменений фундаментальных констант в пределах точности измерений и интервалов во времени.

В настоящей работе показано, что параметр Хаббла с увеличением возраста Вселенной постоянно уменьшается. Также выдвинуто предположение, что две фундаментальные постоянные, обладающие статусом недостижимости, также могут изменяться во времени. Это скорость света и недостижимый предел на температурной шкале. Для определения скорости изменения этих физических постоянных необходима как точность измерения этих величин, так и временной интервал измерений. Чем больше временной интервал, тем меньше может быть точность их измерения. Данная работа является уточнением подходов, предложенных автором совместно с С.П. Бабайловым в работах [1, 2].

Тренд параметра Хаббла во времени

В настоящее время можно показать, что параметр Хаббла (H_p , где p – present time) изменяется. Все дело в том, что размерность этой величины $[сек^{-1}]$, или $(km/sec)/Mpc$. Именно это позволило связать ее значение с возрастом Вселенной: $T_p = 1/H_p$, (где T_p – хаббловское время от зарождения Вселенной). Но каково было значение параметра Хаббла в самом начале? Согласно формуле $H_0 = 1/T_0$ при $T_0 = 0$, $H_0 = \infty$. Из этой формулы следует, что при зарождении Вселенной параметр Хаббла был практически бесконечным, а затем, постоянно уменьшаясь, достиг современного значения. В дальнейшем, эта величина будет продолжать уменьшаться, но с замедлением.

Утверждение о постоянном уменьшении параметра $\dot{H}$ Хаббла находится в противоречии с предположением об ускоренном расширении Вселенной, предложенным на основе измерения параметра Хаббла для очень удаленных расстояний [3]. Это противоречие легко разрешимо, если учесть, что сверхновые звезды типа 1a находятся на очень больших расстояниях. А световое излучение, дошедшее до Земли, было испущено тогда, когда Вселенная была совсем молодой. В то время параметр Хаббла имел гораздо большее значение, чем в настоящее время. Именно это и было экспериментально установлено. Дополнительный учет возраста звезд типа 1a позволит восстановить постоянное уменьшение параметра Хаббла при расширении Вселенной. А следовательно, и замедление скорости расширения Вселенной.

Возможное изменение скорости света во времени.

Согласно СТО, скорость света является предельной скоростью перемещения материальных объектов. С одной стороны эта величина конечна, а с другой стороны она

недостижима. В классических представлениях статусом недостижимости обладают только бесконечно-большие величины, что естественно. Статусом недостижимости обладают и бесконечно-малые, что использовал еще Зенон в своих апориях. Но как объяснить почему конечная величина обладает в настоящее время статусом недостижимости. Самое простое – это предположить, что при зарождении Вселенной скорость перемещения была бесконечно большой, или бесконечно малой. Но при расширении Вселенной медленно модифицировалась и достигла современного значения, сохранив статус недостижимости. Эта гипотеза позволяет предположить возможность тренда этих величин, обладающих статусом недостижимости.

Если предположить, что в самом начале зарождения Вселенной максимальная скорость перемещения была близка к нулю, а затем, линейно увеличивалась, то за ~ 14 млрд. ($1.4 \cdot 10^{10}$) лет достигла значения $\sim 3 \cdot 10^8$ м/сек, то тогда каждый год ее значение должно увеличиваться на ~ 0.02 м/сек. В 1972 г. в работе [4] методом интерферометрии определено значение скорости света в $299\,792\,456.2 \pm 1.1$ м/сек. Опираясь на эти данные, можно надеяться, что для надежного установления тренда скорости света необходим интервал как минимум в 50 лет. Если точность определения скорости света будет увеличена, то тогда для установления тренда скорости света потребуется меньший интервал во времени. Но в 1983 г. 17-я Генеральная Конференция по Мерам и Весам, проанализировав все имеющиеся экспериментальные данные, рекомендовала неизменное значение для скорости света в вакууме равное $299\,792\,458$ м/с. Это постоянное значение используется до настоящего времени. Может быть, поэтому никто не попытался экспериментально установить тренд скорости света во времени.

Однако, нельзя исключить, что предельная скорость в самом начале зарождения Вселенной была бесконечно большой, тогда максимальная скорость должна уменьшаться. В этом случае для установления тренда необходимо использовать обратное значение скорости света, которое изменялось от нуля ($1/\infty = 0$) до современного обратного значения.

Возможное изменение предела отрицательной температуры во времени.

Еще одной конечной величиной, обладающей статусом недостижимости, является значение абсолютной отрицательной температуры. Автор предполагает, что предел абсолютной отрицательной температуры за время расширения Вселенной изменился от минус бесконечности до значения -273.15 °C с сохранением атрибута недостижимости. Абсолютная недостижимость нуля по шкале Кельвина была установлена при практическом охлаждении объектов. Для объяснения этого феномена используется третий

закон термодинамики, согласно которому энтропия системы приближается к постоянному минимуму при стремлении температуры к 0 К. Отвод тепла становится все менее эффективным, что затрудняет охлаждение объектов. Этот принцип недостижимости означает, что ни один физический процесс не может охладить систему до абсолютного нуля за конечное число шагов или за конечное время.

Рассмотрим одну феноменологическую особенность ограниченности отрицательной температуры. Коэффициент Полезного Действия (**КПД**) любого механизма определяется как отношение полезно использованной энергии к суммарному количеству энергии, полученному системой: $\eta = A/Q$, где A – полезная работа, Q – затраченная энергия. Для тепловых двигателей КПД можно рассчитать как отношение совершённой полезной работы к энергии, полученной от нагревателя: $\eta = (Q_1 - Q_2)/Q_1$, где Q_1 – количество теплоты, взятое у нагревателя, Q_2 – количество теплоты, отданное холодильнику. Французский физик С. Карно установил, что наибольший возможный КПД для циклических машин, работающих при заданных температурах нагревателя T_1 и холодильника T_2 (шкала Кельвина) равен: $\eta = (T_1 - T_2)/T_1$. Перейдем теперь к шкале Цельсия: $\eta = \Delta t/(t_1 + 273,15)$. Предположим теперь, что предельное значение температуры будет не $-273,15^\circ\text{C}$, а -500°C . Тогда КПД при той же разности температур холодильника и нагревателя будет меньше. А если предел отрицательной температуры будет $-\infty$, то тогда $\eta = 0$. Это означало бы, что никакие тепловые или другие двигатели не могли бы производить полезную работу. Кроме того, фотосинтез и биологическая жизнь были бы также невозможны. Поэтому существующий предел отрицательной температуры имеет фундаментальное значение и в физике, и в биологии, и в технике. Эти рассуждения основываются на предположении, что при зарождении Вселенной, несмотря на громадное значение температуры в сингулярной точке, предел недостижимости был $-\infty$. А затем он приближался к положительным температурам Цельсия, и в настоящее время достиг значения $-273,15^\circ\text{C}$.

Любое значение недостижимости на температурной шкале никак не влияет на закон сохранения энергии. Но положение точки недостижимости отразится на эффективности работы машин и приборов, которые создают полезную работу. Чем дальше от $-\infty$ и ближе к положительным температурам Цельсия, располагается предел недостижимости, тем выше эффективность работы тепловых и любых двигателей [5]. Опираясь на эти рассуждения, можно предположить, что в далеком будущем КПД любых двигателей будет выше.

Чтобы экспериментально подтвердить тренд ограничения температуры, необходимо точно установить значение предельной температуры по шкале Цельсия, или

Фаренгейта и зафиксировать время измерения. А затем через некоторый интервал повторить эксперимент. И чем больше такой интервал, тем меньше может быть точность значения предельной отрицательной температуры. В настоящее время значение абсолютной отрицательной температуры приводится в справочниках с точностью до 5 значащих цифр ($t = -273.15$ °C). Поэтому, учитывая возраст Вселенной $\sim 1.4 \cdot 10^{10}$ лет, возможное изменение этого значения можно установить $\sim$ через 10^5 лет.

Следует отметить, что температура представляет собой меру энергии или вибрации частиц в системе. Так, горячие объекты имеют больше энергии, и их частицы вибрируют быстрее, а полная остановка их движения, в свою очередь, определяет абсолютный нуль. При этом по мере замедления частиц также происходят различные квантовые эффекты, влияющие на их поведение. Все это затрудняет установления точного значения абсолютной отрицательной температуры. Недавно группа физиков из Германии и Франции, используя конденсат Бозе-Эйнштейна из атомов рубидия, приблизилась к абсолютному нулю по шкале Кельвина до рекордного значения ($38 \cdot 10^{-12}$ K) [6]. Но пока не ясно позволит ли этот метод установить более точное значение недостижимости по шкале Цельсия.

Заключение

Опираясь на фундаментальную взаимосвязь параметра Хаббла и возраста Вселенной показано, что параметр Хаббла постоянно уменьшается. Это означает, что Вселенная расширяется с замедлением.

Также для двух величин, обладающих статусом недостижимости, предложены возможные экспериментальные условия установления их тренда.

А что касается других физических величин, то у автора нет оснований считать возможным их изменения при расширении Вселенной.

Автор заявляет об отсутствии конфликтов интересов

Литература

1. Стабников П.А. Моделирование природы. Статическая и динамическая модели компьютера. Международная научно-практическая конференция. Тамбов 2015 ч. 14, с. 134-140. DOI: 10.17117/2015.03.31.14

2. Stabnikov P.A., Babailov S.P. Global Systematization of Material Objects and the Number of Fundamental Interactions. International Journal of Astronautics and Aeronautical Engineering 2020, 6(1) <https://doi.org/10.35840/2631-5009/7550>
3. Perlmutter, S. et al., 1999, Measurements of Omega and Lambda from 42 high redshift supernovae. Astrophysical Journal, 517, 565-586. DOI: 10.1086/307221
4. Evenson K.M. et al. Speed of Light from Direct Frequency and Wavelength Measurements of the Methane-Stabilized Laser. Phys. Rev. Lett. 1972. 29. 1346-1349 DOI: 10.1103/PhysRevLett.29.1346.
5. Стабников П.А. «Рамки, в которых развивается материя», опубликованной в 2018 г. Palmarium Academic Publishing. ISBN: 978-620-2-38223-6
6. C. Deppner et al. Collective-Mode Enhanced Matter-Wave Optics. Physical Review Letters. 2021, 08-30. Vol. 127, iss. 10. ISSN 0031-9007. doi:10.1103/PhysRevLett.127.100401.