

КОСМОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ФРАГМЕНТА ПРИРОДЫ И УРАВНЕНИЯ СВЯЗИ МЕЖДУ ПАРАМЕТРАМИ ВСЕЛЕННОЙ

Аннотация: Показано, что фундаментальные физические постоянные и планковские единицы позволяют получить дополнительные сведения о физической картине мира. Приведено простое решение уравнения гравитации Эйнштейна, отражающее взаимосвязь между массой Вселенной, радиусом ее сферы и космологическим временем. Отмечена возможность расширения сферы Вселенной со скоростью света.

Ключевые слова: модель Вселенной, гравитация, тепловое излучение, обобщение, физические постоянные, физические переменные, уравнения связи.

В 1917 году А. Эйнштейн разработал космологическую модель Вселенной. С целью ее стационарности в мировые дифференциальные уравнения он ввел λ – член. При теоретическом предсказании расширения Вселенной из бесконечно малого объема А.А. Фридман (1922 г.) отметил, что в полученных «формулах «космологическая» величина λ не определяется, является лишней константой задачи» [9, с. 237]. Сегодня в литературе с Λ – членом связывают наличие космической анти – гравитации в природе, а также расширение Вселенной с ускорением. Вместе с тем, планковское состояние материи Вселенной, а также регистрируемый в наблюдениях планковский спектр реликтового излучения как абсолютно черного тела во многом продолжают оставаться вне поля зрения исследователей. Целью работы является получить уравнения связи между отдельными параметрами Вселенной. При этом будем исходить из того, что главное в физической науке – это конкретные факты о реальном мире, а также поиск путей выхода на одни и те же формулы разными, желательно простыми методами.

Обобщая реально наблюдаемые в природе физические явления гравитации и теплового излучения, М. Планк [7], «исходя из общей точки зрения, обязательно приемлемой для всех мест и времен», предложил естественные единицы измерения длины L_{pl} (ок. 10^{-35} м), массы m_{pl} (ок. 10^{-8} кг), времени t_{pl} (ок. 10^{-43} сек) и температуры T_{pl} (ок. 10^{32} К). Для получения каждой из планковских единиц P_{pli} необходимо в уравнении $P_{pli} = (G_H)^\alpha (c)^\beta (h)^\gamma (k_B)^\delta$ подобрать числа $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ так, чтобы в его правой части получить соответствующую размерность. С другой стороны, гравитационная постоянная $G_H = \frac{L_{pl}^3}{m_{pl} t_{pl}^2}$, скорость распространения света в вакууме $c = \frac{L_{pl}}{t_{pl}}$, постоянная Планка $h = \frac{m_{pl} L_{pl}^2}{t_{pl}}$ [10, с. 88] и постоянная Больцмана $k_B = \frac{U_{pl}}{T_{pl}}$.

«Естественно ожидать, - отмечают авторы [4, с. 148], - что Вселенная рождается со средним объемом порядка L_{pl}^3 . при этом радиус кривизны $\sim L_{pl}$ и все остальные параметры также имеют характерные планковские величины: плотность ρ_{pl} , масса... m_{pl} и т.п.». Тогда, если это действительно так, то должно выполняться мнемоническое правило: при описании эволюции Вселенной в уравнениях, наряду с планковскими единицами, должны однозначно присутствовать и одноименные физические переменные. П. Бриджмен: «...трудно открыть общее основание или способ предсказания для присутствия или отсутствия размерных постоянных в качестве множителей у измеряемых величин» [1, с. 25], но «Всякое уравнение есть описание явления или класса явлений» [там же, с. 23]. Из числа изучаемых детьми и в средней, и в высшей школе решений выбираем уравнение гравитации И. Ньютона $F_{гг} = G_H \frac{m_1 \cdot m_2}{r_{12}^2}$ [2] и уравнение для объемной плотности энергии чернотельного излучения $u_\varepsilon = \frac{U_\varepsilon}{V} = \frac{8\pi^5 k_B^4}{15c^3 h^3} T^4$ [3]. Они однозначно подтверждены на опыте. Сложнее ситуация с уравнением А. Эйнштейна без Λ – члена [6]: $R_\mu^\nu - \frac{1}{2} R \delta_\mu^\nu = \frac{8\pi G_H}{c^4} T_\mu^\nu$.



Проверяя выполнимость мнемонического правила, из уравнений выделяем три комбинации из мировых констант

$$G_H = \frac{L_{pl}^3}{m_{pl} \cdot t_{pl}^2} = \frac{F_{pl} \cdot L_{pl}^2}{m_{pl}^2}; \quad \frac{k_B^4}{c^3 h^3} = \frac{U_{pl}}{V_{pl} \cdot T_{pl}^4} \text{ и} \quad \frac{G_H}{c^4} = \frac{t_{pl}^2}{m_{pl} \cdot l_{pl}} = \frac{t^2}{M \cdot L}$$

и соответственно выходим на

- уравнение связи между безразмерной планковской силой взаимного притяжения $\frac{F_{пп}}{F_{pl}}$ двух материальных частиц/тел и их безразмерными массами $\frac{m_1}{m_{pl}}$ и $\frac{m_2}{m_{pl}}$ с учетом безразмерного расстояния между ними $\frac{r_{12}}{L_{pl}}$ (закон всемирного тяготения):

$$\frac{F_{pl} \cdot L_{pl}^2}{m_{pl}^2} = \frac{F_{пп} \cdot r_{12}^2}{m_1 \cdot m_2} \quad \text{и} \quad \frac{F_{пп}}{F_{pl}} = \frac{m_1}{m_{pl}} \frac{m_2}{m_{pl}} \left(\frac{L_{pl}}{r_{12}} \right)^{12}; \quad (1)$$

- уравнение связи безразмерных энергии чернотельного фотонного излучения $\frac{U_\varepsilon}{U_{pl}}$, занимаемого им объема $\frac{V}{V_{pl}}$ и температуры излучения $\frac{T}{T_{pl}}$ (закон/уравнение Стефана – Больцмана):

$$\frac{U_{pl}}{V_{pl} \cdot T_{pl}^4} = \frac{U_\varepsilon}{V \cdot T^4} \quad \text{и} \quad u_\varepsilon = \frac{U_\varepsilon}{V} = \frac{U_{pl}}{V_{pl}} \left(\frac{T}{T_{pl}} \right)^4; \quad (2)$$

- уравнение связи между количеством ныне реликтовых фотонов \mathcal{N}_ε и безразмерными температурой фотонного излучения $\frac{T}{T_{pl}}$ и объема Вселенной $\frac{V}{V_{pl}}$:

$$\frac{V}{V_{pl}} \left(\frac{T}{T_{pl}} \right)^3 = \mathcal{N}_\varepsilon \quad (3)$$

(при $U_\varepsilon = U_\varepsilon^{(1)} \mathcal{N}_\varepsilon = k_B T \mathcal{N}_\varepsilon = \frac{U_{pl}}{T_{pl}} T \mathcal{N}_\varepsilon$, где $U_\varepsilon^{(1)}$ – энергия единичного фотона),

- уравнение связи между безразмерными массой $\frac{M}{m_{pl}}$ Вселенной, средним радиуса ее сферы $\frac{R}{L_{pl}}$ и космологическим временем $\frac{t}{t_{pl}}$:

$$\frac{G_H}{c^4} = \frac{t_{pl}^2}{m_{pl} \cdot l_{pl}} = \frac{t^2}{M \cdot R} \quad \text{и} \quad \frac{M}{m_{pl}} = \frac{L_{pl}}{R} \left(\frac{t}{t_{pl}} \right)^2. \quad (4)$$

Данное уравнение позволяет записать $\frac{1}{R} = \frac{G_H}{c^4} \frac{M}{t^2}$ и при

$$c = \frac{R}{t} \quad (5)$$

(то есть при расширении Вселенной со скоростью света в вакууме) выйти на известное из общей теории относительности уравнение для кривизны пространства сферической Вселенной [8, с. 138]:

$$\frac{1}{R^2} = \frac{G_H}{c^2} \rho \quad (6)$$

(ρ – объемная плотность массы, $\rho = \frac{M}{\frac{4\pi}{3} R^3} = \frac{M}{V}$, а M – масса материи Вселенной [6]), или в безразмерных планковских единицах

$$\left(\frac{L_{pl}}{R} \right)^2 = \frac{M}{m_{pl}} \frac{V_{pl}}{V} = \frac{\rho}{\rho_{pl}}. \quad (7)$$

Здесь ρ_{pl} – планковская плотность массы, $\rho_{pl} = \frac{m_{pl}}{V_{pl}} = \frac{10^{-8}}{(10^{-35})^3} = 10^{97}$ кг/м³. Из уравнений (1) – (7) во многом становится ясным и физический смысл решаемой космологической задачи.

Для общей теории относительности весомую роль безразмерной планковской массы материи $\frac{\rho}{\rho_{pl}}$, а также длины Планка L_{pl} подчеркивает и М..А. Марков [6]. И что характерно, уравнение с Эйнштейна с Λ – членом: $R_\mu^\nu - \frac{1}{2} R \delta_\mu^\nu + \Lambda \delta_\mu^\nu = 0$, которое «описывает процесс исчезновения материи (тензора T_μ^ν) ...» [там же, с. 215] исключает возможность выхода на аналогичные приведенным выше решения.

Уравнения связи (1) и (4), отвечающие соответственно теории гравитации Ньютона и теории гравитации Эйнштейна, с разных позиций, но отражают особенности эволюции



Вселенной сразу же вслед за планковским мгновением времени t_{pl} . Из уравнения связи (3) непосредственно следует, что реликтовое излучение возникает за планковским временем $t_{pl} = 10^{-44}$ сек, сохраняется в мире и охлаждается в ходе космологического расширения в интервале температур $t_{pl} \approx 10^{32} \text{ К} > T \geq T_n = 2,7260 \pm 0,0013 \text{ К}$ [11]. В пользу формулы (5) говорит сам факт длительного прецизионного измерения характеристик реликтового излучения с Земли. Естественно возникает вопрос о происхождении реликтовых фотонов. В «горячей» модели Вселенной реликтовые фотоны есть естественный продукт ранних термоядерных реакций. На взрывной характер рождения первых элементарных частиц нам как бы указывает уравнение связи (1). Предварительные оценки [5] с выходом на термоядерный реактор торообразной конфигурации говорят о пользе приложения теории Ньютона к задаче формирования звезд и звездно – планетных систем.

Список литературы:

1. Бриджмен П. Анализ размерностей / пер. с англ. М. - Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика». 2001. – 148 с.
2. Вавилов С.И. Исаак Ньютон. М.: Наука. 1989. – 271 с.
3. Вайнберг С. Космология / пер. с англ. М.: ЛИБРОКОМ. 2013. - 608 с.
4. Долгов А.Д., Зельдович Я.Б., Сажин М.В. Космология ранней Вселенной. М.: Изд – во Моск. ун – та. 1988. – 199 с.
5. Кошман В.С. О генетическом средстве составляющих Солнечной системы и изменчивости параметров ее родительского тела // Тенденции развития науки и образования. 2024. № 5 (13). С. 193 – 197.
6. Марков М.А. Предельная плотность материи как универсальный закон природы // Письма в ЖЭТФ. 1982. Т. 16. Вып. 6. С. 214 – 216.
7. Планк М. О необратимых процессах излучения // М. Планк. Избранные труды. М.: Наука. 1975. С. 191 – 233.
8. Редже Т. Этюды о Вселенной / пер. с итал. М.: Мир. 1985. – 191 с.
9. Фридман А.А. О кривизне пространства // А.А. Фридман. Научные труды. М.: Наука. 1966. С. 229 – 238.
10. Цвибах Б. Начальный курс теории струн / пер. с англ. М.: Едиториал УРСС. 2011. – 784 с.
11. Космический микроволновый фон [Электронный ресурс]. URL: <https://cosmic microwave background> (дата доступа 23 августа 2024).

