

Литература

- [1] В.В.Воробьев, Ю.Н.Смирнов, В.А.Финкель. ЖЭТФ, 49, 1774, 1965.
- [2] В.А.Финкель, Ю.Н.Смирнов, В.В.Воробьев. ЖЭТФ, 51, 32, 1966.
- [3] В.А.Финкель, В.В.Воробьев. ЖЭТФ, 51, 786, 1966.
- [4] К.П.Белов, Р.З.Левитин, С.А.Никитин. УФН, 82, 449, 1964; К.П.Белов, М.А.Белянчикова, Р.З.Левитин, С.А.Никитин. Редкоземельные ферро- и антиферромагнетики. Изд-во "Наука", М., 1965.
- [5] И.М.Лифшиц. ЖЭТФ, 38, 1569, 1960.
- [6] И.Е.Дзялошинский. ЖЭТФ, 47, 336, 1964.
- [7] H. Jones. Proc. Roy. Soc., 147A, 396, 1934.

КОСМОЛОГИЧЕСКАЯ ПОСТОЯННАЯ И ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ ЧАСТИЦЫ

Я.Б.Зельдович

В последнее время вновь высказывается предположение, что в уравнения общей теории относительности входит космологическая постоянная Λ порядка $\Lambda \cong +5 \cdot 10^{-56} \text{ см}^{-2}$ [1-3]. Предполагается замкнутый мир с современным радиусом $R_1 \sim \Lambda^{-1/2}$, хэббловской константой $H_1 \sim c \Lambda^{-1/2}$ и плотностью $\rho_1 \sim \Lambda c^4 / G$; при этом наличие Λ существенно замедляет расширение в период, соответствующий красному смещению $z = 1,95$, при котором группируются красные смещения линий поглощения в спектре квазаров [4]. Данному Λ соответствует представление о вакууме как о среде с плотностью $\rho_0 = \Lambda c^4 / 8\pi G = 2,5 \cdot 10^{-29} \text{ г/см}^3$ плотностью энергии $\epsilon_0 = 2 \cdot 10^{-8} \text{ эрг/см}^3$ и отрицательным давлением (натяжением) $P_0 = -\epsilon_0 = -2 \cdot 10^{-8} \text{ дин/см}^2$.

Как можно представить себе теорию, в которой такие свойства вакуума получились бы из наших представлений об элементарных частицах? Отправной точкой такой теории являются формулы, которые дают нужный порядок величины ϵ_0 , выраженный через постоянные m, c, h, G , где m — масса элементарной частицы. Пользуясь формулами Эддингтона [5] и Дирака [6] для величин, характеризующих современную Вселенную, и связью этих величин с Λ , получим

$$\Lambda \sim G^2 m^6 / h^4, \quad \rho_0 \sim G m^6 c^2 / h^4, \quad \epsilon_0 \sim G m^6 c^4 / h^4. \quad (1)$$

Введем комптоновскую длину волны элементарной частицы $\lambda = h/mc$ и запишем

$$\epsilon_0 \sim \frac{G m^2}{\lambda} \frac{1}{\lambda^3}. \quad (2)$$

Последняя формула соответствует предположению, что в вакууме имеются виртуальные пары частиц с эффективной плотностью $n \sim 1/\lambda^3$. Предполагается, что теория такова, что соответствующая плотность энергии тождественно равна нулю. Однако энергия гравитационного взаимодействия этих пар (Gm^2/λ для одной пары) не обращается в ноль и дает как раз ϵ_0 . В релятивистски инвариантной теории вакуума данному ϵ_0 должно будет соответствовать $P_0 = -\epsilon_0$.

Численно выражение (2) с m = массе протона дает ϵ_0 в 10^8 раз больше, чем нужно. Возможно это означает, что в (2) входит еще константа слабого взаимодействия. Безразмерная константа $g^1 \sim 10^{-5}$; в размерном виде ($g = 2 \cdot 10^{-49} \text{ эрг} \cdot \text{см}^3$) предлагается*

$$\epsilon_0 \cong Ggm^8 c^5 / \hbar^7 \cong 10^{-5} \text{ эрг} / \text{см}^3. \quad (3)$$

Выражения (2) и (3) связывают между собой локально-измеримые физические константы. В этом их принципиальное отличие от соотношений Дирака-Эддингтона: (2) и (3) не предполагают ни переменности G , ни влияния всего мира (в духе принципа Маха) на локальные законы (сравните с [7]). Соотношения Дирака получаются как приближенные справедливые лишь для нынешнего этапа эволюции мира вскоре после задержки расширения; они являются следствием уравнений общей теории относительности с ϵ_0 и соответствующим Λ .

В заключение необходимо подчеркнуть, что решающее слово относительно величины Λ принадлежит астрономическим наблюдениям; в настоящее время еще нельзя считать доказанным, что $\Lambda \neq 0$.

Выражаю благодарность за постановку вопроса и ознакомление с [2, 3] в рукописи Н.С.Кардашеву и И.С.Шкловскому, за ценные дискуссии также А.Л.Зельманову, И.Ю.Кобзареву и И.Д.Новикову.

Институт прикладной математики
Академии наук СССР

Поступило в редакцию
15 августа 1967 г.

Литература

- [1] V.Petrosian, E.Salpeter, P.Szekeres. *Astrophys. J.*, 147, 1222, 1967.
- [2] И.С.Шкловский. *Астрономический циркуляр*, № 429, 1967.
- [3] Н.С.Кардашев. *Астрономический циркуляр*, № 430, 1967.
- [4] G.Burbidge. *Astrophys. J.*, 147, 851, 1967.
- [5] A.S.Eddington. *Proc. Roy. Soc.*, 133, 605, 1931.
- [6] P.A.M.Dirac. *Proc. Roy. Soc.*, 165A, 199, 1938.
- [7] А.Л.Зельманов. *Космология*. Физический энциклопедический словарь, 2, 490, М., 1962.

* Взаимодействие нарушающее временную четность, вероятно, еще слабее.