

Член-корреспондент АН СССР П. Н. КРОПОТКИН

СООТНОШЕНИЯ МИРОВЫХ ФИЗИЧЕСКИХ КОНСТАНТ И РАСШИРЕНИЕ ВСЕЛЕННОЙ

Безразмерные отношения констант обсуждались в ряде работ (1-12). Из них были сделаны противоречивые выводы как об уменьшении (1, 2), так и о возрастании (8) величины гравитационной постоянной G и об изменении величины элементарного электрического заряда e (4). Такие выводы несовместимы с геологическими данными. Оледенения, которые имели место $2 \cdot 10^9$ лет назад, противоречат оценкам земного климата, основанным на уменьшении G (так как светимость Солнца пропорциональна G^2) (3). Определения возраста горных пород по α -распаду не обнаруживают такого расхождения с определениями по β -распаду, которое должно было бы иметь место при увеличении e и постоянной тонкой структуры $\alpha = e^2 / \hbar c$ (9, 13). Полный анализ известных эмпирических отношений констант показывает, что безразмерные отношения, близкие к 10^{40} , не случайны, приводит к выводу о статистическом (с возможными флуктуациями около средней величины) или строгом постоянстве констант и свидетельствует в пользу первоначальной стационарной космологической модели, предложенной А. Эйнштейном в 1917 г. (14).

Если предположить, что космологические константы (G , постоянная Хаббла $H \simeq 100$ км/(сек·Мпс) = $3,25 \cdot 10^{-18}$ сек⁻¹) связаны с остальными физическими константами (c , \hbar , e , массой электрона m) некоторым фундаментальным соотношением, то теория размерностей позволяет составить его в следующем виде:

$$Q = (e^2)^a m^b \hbar^{c'} c^{-(6a+3b+5c')} G^{(a+b+c')} H^{(2a+b+2c')}. \quad (1)$$

Здесь Q — безразмерный коэффициент, a , b и c' — целые числа. Все решения уравнения (1) сводятся к трем:

$$(1/\alpha) = 137, \quad Q_1 = q_1/q_2 = 3 \cdot 10^{40} \text{ и } Q_2 = q_2/q_1^2 = 4,2 \cdot 10^{42},$$

где $q_1 = (r_s/R)$ соответствует $a = c' = 0$; величина $q_2 = (2r_0 r_s / R^2)$ соответствует $a = 1$; $b = c' = 0$. К ним же сводятся уравнения, составляющие основу космологии Дирака — Иордана, и некоторые другие (см. ниже уравнения (3) — (9)).

Обозначения: $T = H^{-1}$, $\tau = e^2 / mc^2$ — время, характеризующее процессы сильных взаимодействий; $r_0 = e^2 / 2mc^2$ — радиус электрона; $r_s \simeq r_0$ — радиус сферы такого объема, который приходится на один нуклон в ядрах атомов; m_p — масса протона, $m_{\text{грав}} = \hbar h / c^2 = 2 \cdot 10^{-65}$ г — предполагаемая (16) масса гравитона; $d = (3m_p / 4\pi r_s^3) = 1,4 \cdot 10^{14}$ г/см³ — плотность атомных ядер; $\rho = \beta(H^2 / G) = (3 - 60) 10^{-30}$ г/см³ — плотность материи в космосе; $r_g = Gm / c^2$ — гравитационный радиус электрона; $R = c / H$ — «радиус мира» или комптоновская длина волны гравитона, $L = (\hbar G / c^3)^{1/2} = 1,6 \cdot 10^{-33}$ см — планковская единица длины; N — число нуклонов в сфере радиуса R ; M — любая масса; $M_g = MG^{1/2}$ — ее гравитационный заряд.

Безразмерные отношения, близкие к 10^{40} , обнаруживаются при сравнении естественных максимальных и минимальных единиц времени (T и τ), длины (R и r_0 , или r_0 и r_s), масс элементарных частиц (m_p и $m_{\text{грав}}$), интенсивности дальнедействующих сил (e^2 и Gm^2 или Gmm_p) и плотности мате-

при ее предельной концентрации d и предельном рассеянии ρ , а также при сравнении «сверхконстант» — основного электрогравитационного отношения Q_2 и постоянной тонкой структуры α . Строгое равенство $Q_2\alpha = Q_1$ достигается в том случае, если приписать H значение $108 \text{ км/сек} \cdot \text{Мис}$ в прекрасном согласии с наблюдениями. Тогда произведение корней уравнения (1) приобретает очень простой вид *

$$\frac{Q_1}{\alpha Q_2} = \frac{\hbar c}{e^2} \frac{mc^2 R}{e^2} \frac{Gm^2}{e^2} = \frac{\hbar m^3 c^4 G T}{e^6} = \frac{R r_g}{4\alpha r_0^2} = 1. \quad (2)$$

Рассмотрим подробнее наиболее известные соотношения:

$$m_p / 2m_{\text{min}} \simeq Q_1 = mc^3 / e^2 H = T / \tau = 2\pi m / \alpha m_{\text{min}} = R / 2r_0 \simeq 3 \cdot 10^{10}, \quad (3)$$

$$Q_2 = \frac{e^2}{Gm^2} = \left(\frac{e}{m}\right)^2 : \left(\frac{M_g}{M}\right)^2 = \frac{2r_0}{r_g} = 4,2 \cdot 10^{42}, \quad (4)$$

$$Q_3 = e^2 / Gmm_p = (m / m_p) Q_2 = 2,3 \cdot 10^{39}, \quad (5)$$

$$Q_4 = \frac{d}{\rho} = \frac{6(m_p/m)}{\pi\beta} \cdot \frac{Q_1^2}{Q_2} = (2 - 45) \cdot 10^{42}, \quad (6)$$

$$Q_5 = \frac{m^4 c^6}{e^6 \rho} = \frac{1}{\beta} \frac{Q_1^2}{Q_2} = \frac{R^2 r_g}{8\beta r_0^3} = (0,6 - 13) \cdot 10^{39}, \quad (7)$$

$$Q_6^2 = N = \frac{4\pi R^3 \rho}{3m_p} = \frac{4\pi\beta}{3(m_p/m)} \cdot Q_1 Q_2 = \frac{4\pi\beta R}{3(m_p/m) r_g} \simeq (10^{40})^2, \quad (8)$$

$$Q_7 = r_0^2 / L^2 = \alpha Q_2^2 / 4 = \alpha r_0 / 2r_g = 7,6 \cdot 10^{39}. \quad (9)$$

Если эти пропорции не случайны, и, например, $Q_1 : Q_3 : Q_5 = A : B : 1$, где A и B — небольшие постоянные коэффициенты, то из $Q_1 / Q_3 = A : B = \text{const}$ следует

$$GR = (A/B) (m / m_p) e^4 / m^3 c^2 = \text{const}. \quad (10)$$

С другой стороны, из $Q_3 : Q_5 = B$ вытекает, что

$$GR^3 = \text{const}, \text{ так как } G/\rho = B^{-1} (m / m_p) (e^4 / m^3 c^2)^2 = \text{const}. \quad (11)$$

Поскольку по закону сохранения масса материи во Вселенной $M_h = V\rho = \text{const}$, уравнения (10) и (11), решаемые совместно, требуют, чтобы соблюдалось условие $G = \text{const}$, $R = \text{const}$.

В настоящее время соотношение H , G и ρ приблизительно соответствует: 1) критическому значению $\beta = 3 / (8\pi)$, характеризующему квазиэвклидово пространство ⁽¹⁷⁾; 2) примерному равенству потенциальной гравитационной энергии масс Вселенной ($U = -GM_h^2/R$) и их полной энергии $M_h c^2$; 3) требованию, чтобы радиус мира был больше его гравитационного радиуса ($R_g = GM_h/c^2$); 4) принципу Маха ^(3, 7). Все это позволяет считать наблюдаемое соотношение

$$-\varphi = (U / M_h) = (GM_h / R) = (0,5 - 1) c^2$$

не случайным, а характерным для любого времени ^(3, 7, 8). Следовательно, если $M_h = \text{const}$, то

$$G/R = \text{const}; \quad G^3 \rho = \text{const}. \quad (12)$$

В сочетании с уравнением (10) или (11) это опять-таки приводит к выводу о постоянстве G , ρ и R .

* Здесь можно упомянуть об аналогичной эмпирической формуле $(4\pi e)^6 = k^4 / a$, рассмотренной П. В. Бриджмэном ^(10, 15); k — постоянная Больцмана, a — постоянная Стефана.

Вывод А. А. Фридмана о неустойчивости Вселенной базировался исключительно на теории тяготения. Учитывая эмпирические пропорции между константами космологии (G, H, ρ) и квантовой механики и электродинамики (\hbar, e, m, d), мы вносим ограничения, которые при указанных предположениях приводят к выводу о стационарности Вселенной (¹⁸⁻²⁰).

Геологический институт
Академии наук СССР
Москва

Поступило
2 XI 1970

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ P. A. M. Dirac, Nature, 139, № 3512, 323 (1937). ² P. Jordan, Schwerkraft und Weltall, 2 Aufl., Braunschweig, 1955. ³ R. H. Dicke, Science, 129, № 3349, 621 (1959). ⁴ G. Gamow, Phys. Rev. Lett., 19, № 13, 759 (1967). ⁵ G. Gamow, Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.A., 59, № 2, 313 (1968). ⁶ А. Л. Зельманов, Физ. Энциклопед. Словарь, 2, 496 (1962). ⁷ Гравитация и относительность, М., 1965. ⁸ К. П. Станюкович, Гравитац. поле и элем. частицы, «Наука», 1965. ⁹ Я. Б. Зельдович, УФН, 95, № 1, 208 (1968). ¹⁰ П. Н. Кропоткин, Бюлл. Всесоюз. Астрон.-геодезич. об., 36, 3 (1965). ¹¹ Э. Шацман, Вопросы космогонии, 4, 197 (1955). ¹² Г. В. Рязанов, ДАН, 186, № 6, 1306 (1969). ¹³ В. В. Чердынцев, Бюлл. комисс. по опред. абсол. возраста геол. формаций 2, 35 (1957). ¹⁴ А. Эйнштейн, Собр. научн. тр., 1, «Наука», 1965. ¹⁵ П. В. Бриджман, Анализ размерностей, Л.—М., 1934. ¹⁶ Д. Д. Иваненко, В кн. Проблемы гравитации, Тез. докл. II сов. грав. конфер., Тбилиси, 1965, стр. 195. ¹⁷ Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц, Теория поля, 4 изд., 1962. ¹⁸ L. de Broglie, C. R., 263, ser. B, 589 (1966). ¹⁹ А. Ф. Богородский, Циркул. Гл. астрон. абсерв. АН СССР, 29, (1940). ²⁰ И. С. Шкловский, Астрон. журн., 50, № 5 (1953).