

**Якубовский Евгений Георгиевич**

инженер

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет»

г. Санкт-Петербург

## НЕОЖИДААННЫЕ СВОЙСТВА ВАКУУМА

**Аннотация:** в статье вычислено изменение диэлектрической и магнитной проницаемости вакуума, начиная с момента большого взрыва. Для этого использовалось преобразование координат, описывающее Вселенную. Должен сказать, что излученный объектом сигнал зависит от расстояния до объекта, причем все параметры системы определены по смещению спектра. Все это следует из моего преобразования координат, описывающее расширение Вселенной.

**Ключевые слова:** диэлектрическая и магнитная проницаемость вакуума, частицы вакуума, модуль Юнга.

Вычислим упругие свойства звуковых волн в вакууме, которые на самом деле являются электромагнитными. Его аналог модуля Юнга для космического вакуума равен:

$$E_n = \rho_n \frac{v^2}{a_n^2} = \rho_n \frac{\hbar^2}{4m_{\gamma n}^2 a_n^2} = \rho_n \frac{\hbar^2 \rho_{\gamma n}^{\frac{2}{3}}}{4m_{\gamma n}^2 m_{\gamma n}^{\frac{2}{3}}}; u_n = \frac{\sqrt{E_n}}{c} = \frac{\hbar \rho_{\gamma n}^{\frac{1}{3}}}{4m_{\gamma n} m_{\gamma n}^{\frac{1}{3}} c} =$$

$$= \left[ \begin{matrix} 2.86 \cdot 10^{87}; n = 1 \\ 1.18 \cdot 10^{44}; n \rightarrow \infty \end{matrix} \right]; \frac{V\sqrt{\epsilon\mu}}{c} = 1 = \frac{u_n}{\sqrt{1+u_n^2}} = \left[ \begin{matrix} 1-6.1 \cdot 10^{-176}; n = 1 \\ 1-3.5 \cdot 10^{-79}; n \rightarrow \infty \end{matrix} \right]$$

Причем определена скорость электромагнитных волн в вакууме. Она неограниченно приближается к скорости света  $\frac{V\sqrt{\epsilon\mu}}{c} = 1$ .

В случае использования времени и координат имеем связь между ними, см [1].

$$\eta - \eta_0 = \ln \frac{s(\eta) - s(\eta_0)}{a_0}$$

$$= \ln \sqrt{\frac{[c^2(t-t_0)^2 - (x-x_0)^2 - (y-y_0)^2 - (z-z_0)^2]}{a_0^2}} = \ln \sqrt{\frac{(c^2 - V^2)[t(\eta) - t(\eta_0)]^2}{c^2}};$$

Где:  $a_0$  – величина с размерность сантиметры в ОТО описывающая характерное расстояние.

Из этих соотношений имеем связь для интервала и времени

$$s(\eta)-s(\eta_0) = a_0 \exp(\eta-\eta_0); t(\eta)-t(\eta_0) = \frac{a_0 \exp(\eta-\eta_0)}{c \sqrt{1-\frac{V^2}{c^2}}}$$

Считаем скорость равной константе и определим скорость

$$\frac{ds}{dt} = \frac{\frac{ds(\eta)}{d\eta}}{\frac{cdt(\eta)}{d\eta}} = \frac{V}{c} = \sqrt{1-\frac{V^2}{c^2}} = \frac{1}{\sqrt{2}};$$

Таким образом в рамках СТО получена постоянная скорость расширения Вселенной, равная  $V = \frac{c}{\sqrt{2}}$ ;  $u = 1$ , но если мерять по земным часам, то получится ускорение координат. Группе астрономов под руководством Гвидо Ризалити (Guido Risaliti) из Гарвард-Смитсоновского центра астрофизики (США) впервые в истории удалось измерить скорость вращения чёрной дыры – и, как полагают учёные, очень точно. Значение составило 84% от максимума, разрешённого теорией Эйнштейна см [2]. Это соответствует скорости вращения  $V = \frac{c}{\sqrt{2}}(1-0.0042)$ . Это соответствует вычисленной фазовой скорости у черной дыры.

Но в тоже время есть формула для распространения скорости звука для разных частиц. Потенциальная энергия частиц вакуума равна

$$U = \frac{e^2 l_\gamma^2}{r_\gamma^3} \sum_{k,p}^N \frac{(r_{kp}, d_k)(r_{kp}, d_p)}{r_{kp}^5} = \frac{e^2 l_\gamma^2 m^2}{r_\gamma^3 m_\gamma^2} \frac{(r_{kp}, d_k)(r_{kp}, d_p)}{r_{kp}^5} = \\ = \frac{m^2 c^4 r_\gamma}{e^2} \left\langle \frac{(r_{kp}, d_k)(r_{kp}, d_p)}{r_{kp}^5} \right\rangle$$

Где воспользовались формулами  $\frac{l_\gamma}{m_\gamma} = \frac{c^2 r_\gamma^2}{e^2}$ ;  $N = \frac{m}{m_\gamma}$  см [3].

$$c_s^2 = \frac{\partial p}{\partial \rho} = \frac{\partial U}{\partial m} = \frac{2mc^4 r_\gamma}{e^2} \left\langle \frac{(r_{kp}, d_k)(r_{kp}, d_p)}{r_{kp}^5} \right\rangle = \frac{2mc^4 r_\gamma}{e^2} = \frac{2mc^2 \sqrt{137}}{m_{Pl}}$$

$$\frac{V_s}{c} = \sqrt{\frac{2m\sqrt{137}}{m_{Pl}}}; r_\gamma = \frac{e^2 \sqrt{137}}{m_{Pl} c^2} = 1.38 \cdot 10^{-34} \text{ cm}$$

В случае произвольного ранга частиц вакуума, коэффициент усреднение произведений функции Лежандра сводится к формуле

$$U = \frac{e^2 l_{\gamma}^{l+1}}{r_{\gamma}^{l+2}} \sum_{k,p}^N \frac{(r_{kp}, d_k)^{l+1}}{r_{kp}^{2l+3}} = \frac{e^2 l_{\gamma}^{l+1} m^{l+1} (r_{kp}, d_k)^{l+1}}{r_{\gamma}^{l+2} m_{\gamma}^{l+1} r_{kp}^{2l+3}} =$$

$$= \frac{m^{l+1} c^{2l+2} r_{\gamma}^l}{e^{2l}} \langle [P_l(\cos\theta)]^{l+1} \rangle = \frac{m^{l+1} c^{2l+2} r_{\gamma}^l}{e^{2l}} \int_{-1}^1 P_l^{l+1}(x) dx$$

Вычислим скорость звука для остальных мультиполей

$$c_s^2 = \frac{\partial p}{\partial \rho} = \frac{\partial U}{\partial m} = \frac{2m^l c^{2l+2} r_{\gamma}^l}{e^{2l}} P_l = \frac{2m^l c^{2l+2} r_{\gamma}^l}{e^{2l}} P_l = \frac{2m^l c^2 \sqrt{137^l}}{m_{pl}^l}$$

$$\frac{V_s}{c} = \sqrt{\frac{2m^l \sqrt{137^l}}{m_{pl}^l} P_l}; r_{\gamma} = \frac{e^2 \sqrt{137}}{m_{pl} c^2} = 1.38 \cdot 10^{-34} \text{cm}$$

Получается скорость звука в вакууме равна для электрона  $V_{se}/c = 0.313 \cdot 10^{-10}$ ; для протона  $V_{sp}/c = 13.4 \cdot 10^{-10}$ . Эти скорости близки к средней скорости в вакууме  $\frac{V_s}{c} = \sqrt{u_F u_g} \cdot 10^{-10} = \pi^{0.25} 137^{0.125} 10^{-10} = 2.4525 \cdot 10^{-10}$  или  $\frac{V_s}{c} = u_s \cdot 10^{-10} = \sqrt{u_F u_g} \cdot 10^{-10} = 7.3828 \text{см/сек}$ . Среднее геометрическое скорости электрона и протона в вакууме близко  $\frac{V_{sep}}{c} = \sqrt{u_{se} u_{sp}} = 2.048 \cdot 10^{-10}$  к средней скорости в вакууме  $V_{sep} = c \sqrt{u_{se} u_{sp}} \cdot 10^{-10} = 6.1385 \text{см/сек}$ . Это и понятно, основными элементарными частицами вакуума с очень малой плотностью являются долгоживущие частицы электрон и протон.

При этом групповая скорость единого поля в вакууме равна  $c_g = \frac{V_{sep}^2}{c_F} = 1.23 \times 10^{-9} \text{см/с}$  и образуется элементарными частицами, а фазовая скорость равна скорости света в вакууме  $c_F = 2.998 \times 10^{10} \text{см/с}$  образуется очень легкими частицами вакуума. Скорость звука в квадрупольях частиц вакуума составляет по порядку величины  $c_{sep2} = c u_{sep2} = c \cdot u_{se} u_{sp} = 1.199 \cdot 10^{-9} \text{см/сек}$ , что почти совпадает с групповой скоростью единого поля.

Рассмотрим проблему космологической постоянной. Она соответствует плотности энергии вакуума  $\Lambda = 8\pi G \frac{W}{c^4}$ , где  $W$  плотность энергии. При этом плотность энергии вакуума считается по следующей формуле

$w = \frac{1}{2} \int \frac{d^3k}{8\pi^3} \sqrt{k^2 + m^2} = \int_0^\Lambda \frac{k^2 dk}{4\pi^2} \sqrt{k^2 + m^2} \cong \frac{\Lambda^4}{16\pi^2}$ . Где величина  $\Lambda = m_{Pl}$ . Переведем эту формулу

к размерному виду  $w = \int_0^{m_{Pl}c/\hbar} \frac{k^2 dk}{4\pi^2} \sqrt{\hbar^2 k^2 c^2 + m^2 c^4} = \frac{k^4 \hbar c}{16\pi^2} \Big|_{k=m_{Pl}c/\hbar} = \frac{m_{Pl}^4 c^5}{16\pi^2 \hbar^3}$ . Эта величина

очень большая и не соответствует малой плотности энергии вакуума и, следовательно, не может определить космологическую постоянную. В чем же дело?

Ошибка заключается в применении формулы микромира к формулам макромира.

Волновое число в общем виде равно  $k = \frac{1}{\frac{\hbar}{mc} + \frac{137 \cdot G \cdot m}{c^2}}$ , где коэффициент

137 возник из-за формулы  $\frac{e^2}{mc^2} + \frac{Gm}{c^2}$ .

Необходимо использовать групповую скорость звуковых волн  $c_g = \frac{1.22 \times 10^{-9} \text{cm}}{s}$

Корень из произведения фазовой гравитационно-звуковой скорости и групповой скорости звука, определится как скорость, составленная из мировых констант  $c_s = c \sqrt{u_F u_g} = c \pi^{0.25} 137^{0.125} \cdot 10^{-10} \frac{cm}{s} = 7.3828 \frac{cm}{s}$ . Откуда имеем формулу для групповой

скорости  $c_g = \frac{\pi^{0.5} 137^{0.25} \cdot 10^{-20}}{c_F} \frac{cm}{s} = \frac{1.81 \times 10^{-9} \text{cm}}{s}$ . Использование формулы с четырехмерной

скорости приведет к тождеству  $u_g \cdot 10^{-10} = \frac{(\sqrt{u_F u_g})^2}{u_F} \cdot 10^{-10} = u_g \cdot 10^{-10}$

Плотность вакуума считается по формуле  $\frac{w}{c^2} = \frac{k^3 m_{Pl}}{12\pi^2} = \frac{c_g^6}{12\pi^2 137^3 G^3 m_{Pl}^2} =$

$1.06 \times 10^{-29} \frac{g}{cm^3}$ ;  $\frac{\lambda_g}{2\pi} = \frac{1}{k_g} = \frac{\hbar}{m \cdot c_g} + \frac{137 \cdot G \cdot m}{c_g^2}$ ;  $\hbar_{eff} = \hbar + \frac{137 \cdot G \cdot m^2}{c_g}$ . Размерности правых и левых частей этих уравнений одинаковые, и вводить поправочные коэффициенты не надо, они сокращаются.

Получается, что скорость частиц вакуума определяется по формуле

$$V = V_{sep} = \sqrt{V_{se} V_{sp}} = \frac{c}{\sqrt{\epsilon \mu}} \quad (1)$$

Тут необходимо сказать, что в волноводах и резонаторах справедливо соотношение (2) см. [3]. Для элементарных частиц  $\epsilon \mu = 1$ , но это не значит, что среда вакуума обладает таким свойством, подстановка формулы (1) в формулу (2), приводит к связи групповой и фазовой скорости.

$$c_\Phi \cdot c_\Gamma \left[ 1 + \frac{\omega}{2 \cdot \epsilon \cdot \mu} \frac{d(\epsilon \cdot \mu)}{d\omega} \right] = \frac{c^2}{\epsilon \cdot \mu} = V_{sep}^2 = \frac{2c^2 \sqrt{m_e m_n}}{m_{Pl}}$$

$$m_{Pl} = 2.175 \cdot 10^{-5} / \sqrt{137.036} \quad (2)$$

Оказалось, что диэлектрическая и магнитная проницаемость вакуума удовлетворяют свойству  $\varepsilon\mu = \frac{m_{Pl}}{2\sqrt{m_e m_n}} \gg 1$ . Сначала я подумал, что это соотношение справедливо в момент образования Вселенной, и в текущий момент Вселенная бесконечная, т.е. резонатора нет. Эта диэлектрическая и магнитная проницаемость образовалась в момент большого взрыва, когда Вселенная описывалась резонатором. Но при уменьшении коэффициентов  $\varepsilon \cdot \mu$  значение квадратной скобки не меняется. Значит нет препятствий для уменьшения коэффициента  $\varepsilon \cdot \mu$ . Но из свойств преобразования координат, была вычислена скорость частиц вакуума, будет увеличиваться произведение  $c_\Phi \cdot c_\Gamma = \frac{c^2}{\varepsilon \cdot \mu} = \frac{c^2}{2}$ . В данный момент времени  $c_\Phi = c_\Gamma = \frac{c}{\sqrt{2}}$ . Это подтверждено измерением световой и гравитационной волны в эксперименте LIGO, сигнал от слияния двух небесных тел пришел одновременно.

Формула расширения Вселенной:

$$\begin{aligned} a &= s - s_0 = a_0 \exp(\eta - \eta_0) sh(\chi) \\ c(t - t_0) &= a_0 \exp(\eta - \eta_0) ch(\chi); \\ s - s_0 &= c(t - t_0) th(\chi); \\ \frac{V}{c} = \frac{ds}{cdt} &= th(\chi) = \frac{V}{c} [\exp(\eta_0 - \eta)] = \frac{1}{\sqrt{2^{1-\alpha} \left( \frac{m_{Pl}}{2\sqrt{m_e m_n}} \right)^\alpha}} \\ &= \frac{1}{\sqrt{2 \left( \frac{m_{Pl}}{4\sqrt{m_e m_n}} \right)^{\exp(\eta_0 - \eta)}}}; \alpha = \exp(\eta_0 - \eta) \end{aligned}$$

см. [1]. По мере расширения частота изменяется по закону с изменением времени-угла. Это точное соотношение, описывающее расширение Вселенной. Постоянная Хаббла – это приближение. Вывод правой части этой формулы получим в дальнейшем

$$\frac{\omega}{\omega_0} = \frac{a(\eta - \chi)}{a(\eta)} = \exp(-\chi); \chi = \frac{1}{2} \ln \frac{\sqrt{2 \left( \frac{m_{Pl}}{4\sqrt{m_e m_n}} \right)^{\exp(\eta_0 - \eta)} + 1}}{\sqrt{2 \left( \frac{m_{Pl}}{4\sqrt{m_e m_n}} \right)^{\exp(\eta_0 - \eta)} - 1}} =$$

$$= \frac{1}{2} \lim_{\eta \rightarrow \infty} \ln \frac{\sqrt{2 \left( \frac{m_{Pl}}{4\sqrt{m_e m_n}} \right)^{\exp(\eta_0 - \eta)} + 1}}{\sqrt{2 \left( \frac{m_{Pl}}{4\sqrt{m_e m_n}} \right)^{\exp(\eta_0 - \eta)} - 1}} = \frac{1}{2} \ln \frac{\sqrt{2} + 1}{\sqrt{2} - 1},$$

Формула  $\frac{\omega}{\omega_0} = \frac{a(\eta - \chi)}{a(\eta)}$  ключевая в определении в изменении частоты. Зная диэлектрическую проницаемость в момент образования Вселенной и в текущий момент времени, экстраполируем его формулой:

$$\frac{\omega_0 - \omega}{\omega_0} = 1 - \exp(-\chi); \chi = \operatorname{arth} \left( \frac{V}{c} \right) = \operatorname{arth} \left( \frac{1}{\sqrt{\left( \frac{m_{Pl}}{2\sqrt{m_e m_n}} \right)^\alpha 2^{1-\alpha}}} \right)$$

$$\operatorname{arth} \left( \frac{1}{\sqrt{2 \left( \frac{m_{Pl}}{4\sqrt{m_e m_n}} \right)^{\exp(\eta_0 - \eta)}}} \right), \alpha = \exp(\eta_0 - \eta)$$

$$\frac{V}{c} [\exp(\eta_0 - \eta)] = \frac{1}{\sqrt{2 \left( \frac{m_{Pl}}{4\sqrt{m_e m_n}} \right)^{\exp(\eta_0 - \eta)}}$$

и постоянная Хаббла в этом эффекте не участвует. Эти параметры системы

растут до значения  $\omega_0 - \omega$  при  $\omega = \omega_0 \exp \left[ -\operatorname{arth} \left( \frac{1}{\sqrt{2 \left( \frac{m_{Pl}}{4\sqrt{m_e m_n}} \right)^{\exp(\eta_0 - \eta)}}} \right) \right]$  и дальнейший

рост скорости невозможен

$$\frac{V}{c} = \lim_{\eta \rightarrow \infty} \frac{1}{\sqrt{2 \left( \frac{m_{Pl}}{4\sqrt{m_e m_n}} \right)^{\exp(\eta_0 - \eta)}}} = \frac{1}{\sqrt{2}}, \eta_0 - \eta \in [-\infty, \infty]$$

$$\chi = \operatorname{arth} \left( \frac{1}{\sqrt{2 \left( \frac{m_{Pl}}{4\sqrt{m_e m_n}} \right)^{\exp(\eta_0 - \eta)}}} \right) = \frac{1}{2} \ln \frac{\sqrt{2 \left( \frac{m_{Pl}}{4\sqrt{m_e m_n}} \right)^{\exp(\eta_0 - \eta)} + 1}}{\sqrt{2 \left( \frac{m_{Pl}}{4\sqrt{m_e m_n}} \right)^{\exp(\eta_0 - \eta)} - 1}};$$

$$\omega = \omega_0 \exp \left[ -\operatorname{arth} \left( \frac{1}{\sqrt{2 \left( \frac{m_{Pl}}{4\sqrt{m_e m_n}} \right)^{\exp(\eta_0 - \eta)}}} \right) \right] = \frac{\omega_0}{2} \ln \frac{\sqrt{2 \left( \frac{m_{Pl}}{4\sqrt{m_e m_n}} \right)^{\exp(\eta_0 - \eta)} + 1}}{\sqrt{2 \left( \frac{m_{Pl}}{4\sqrt{m_e m_n}} \right)^{\exp(\eta_0 - \eta)} - 1}};$$

Смещение частоты равно нулю, и она стремится к конечному пределу, и далее тела начнут двигаться со скоростью

$$\frac{V}{c} [\exp(\eta_0 - \eta)] = \frac{1}{\sqrt{2 \left( \frac{m_{Pl}}{4\sqrt{m_e m_n}} \right)^{\exp(\eta_0 - \eta)}}};$$

$$u = \frac{1}{\sqrt{2 \left( \frac{m_{Pl}}{4\sqrt{m_e m_n}} \right)^{\exp(\eta - \eta_0)} - 1}}; \eta - \eta_0 \in [-\infty, \infty]$$

Получается, что диэлектрическая и магнитная проницаемость меняется от значений  $\varepsilon\mu = \frac{m_{Pl}}{2\sqrt{m_e m_n}} \gg 1$  в начале развития Вселенной до значения  $\varepsilon\mu = 2$  в конечной точке.

Зная смещение частоты, можно определить момент времени  $\eta$ , а по нему и радиус расширения частиц. Решение получается действительным, с положительным или отрицательным  $\eta - \eta_0$

$$\exp(\eta - \eta_0) = \frac{\ln \left\{ \operatorname{th} \left[ \ln \left( \frac{\omega}{\omega_0} \right) \right] \right\}}{\ln \left( \frac{4\sqrt{m_e m_n}}{m_{Pl}} \right)} = \frac{\ln \left[ \left( \frac{\omega^2 - \omega_0^2}{\omega^2 + \omega_0^2} \right)^2 \right]}{\ln \left( \frac{4\sqrt{m_e m_n}}{m_{Pl}} \right)} > 0$$

$$\chi = \operatorname{arth} \left( \frac{1}{\sqrt{2 \left( \frac{m_{Pl}}{4\sqrt{m_e m_n}} \right)^{\exp(\eta_0 - \eta)}}} \right) = \frac{1}{2} \ln \frac{\sqrt{2 \left( \frac{m_{Pl}}{4\sqrt{m_e m_n}} \right)^{\exp(\eta_0 - \eta)} + 1}}{\sqrt{2 \left( \frac{m_{Pl}}{4\sqrt{m_e m_n}} \right)^{\exp(\eta_0 - \eta)} - 1}}$$

Радиус Вселенной и время, прошедшее после большого взрыва, определяется из соотношений с помощью двух определенных параметров  $\eta, \chi$

$$a = s - s_0 = a_0 \exp(\eta - \eta_0) \operatorname{sh}(\chi)$$

$$c(t - t_0) = a_0 \exp(\eta - \eta_0) \operatorname{ch}(\chi);$$

Зная время-угол  $\eta$  можно определить расстояние до небесного тела  $a$  и момент времени  $t-t_0$ , время прошедшее после Большого взрыва.

Благодаря формулам пересчета, преобразование Лоренца не изменилось. Эта формула содержит дифференциалы волновых чисел, что существенно в уравнении ОТО. Отмечу, что наличие дифференциалов расстояния и времени в преобразовании Лоренца и в интервале не требуют наличия групповой скорости, из этих дифференциалов времени и расстояния не следует групповая скорость.

Покажем, что тело не испытывает сопротивления в среде с кинематической вязкостью  $i\left(\frac{\hbar}{2m} + \frac{Gm}{c}\right)$ . Уравнение баланса сил, действующих на двигающуюся точку, образовавшуюся из электромагнитного поля, имеют вид

$$\frac{V^2}{2} = i\left(\frac{\hbar}{2m} + \frac{Gm}{c}\right) \frac{dV}{dx}$$

$$\Delta x = i\left(\frac{\hbar}{2m} + \frac{Gm}{c}\right) \frac{dV}{V^2} = i\left(\frac{\hbar}{2m} + \frac{Gm}{c}\right) \sqrt{\frac{1}{V} \left| \frac{1}{V} \right|^c \frac{1}{V} \left| \frac{1}{V} \right|^c} = \left(\frac{\hbar}{2m} + \frac{Gm}{c}\right) \sqrt{\left(\frac{1}{V} - \frac{1}{c}\right) \left(\frac{1}{V} + \frac{1}{c}\right)}$$

Откуда следует формула для определения импульса для массивных тел и для тел с малой массой

$$\frac{mV}{\sqrt{1-V^2/c^2}} = \frac{\hbar}{\Delta x} \left(1 + 2 \frac{137m^2}{m_{Pl}^2}\right) = \hbar k \left(1 + 2 \frac{m^2}{m_{Pl}^2}\right)$$

### **Список литературы**

1. Якубовский Е.Г. Как на самом деле расширялась Вселенная / Е.Г. Якубовский // Интерактивная наука. – 2024. – №12 (329). – Ч. 3.
2. Risaliti G. A rapidly spinning supermassive black hole at the centre of NGC / G. Risaliti, F.A. Harrison, K.K. Madsen // Nature. – 2013. – No. 494 (7438). – Pp. 449–451.
3. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Электричество / Д.В. Сивухин. – Т. 3. – М.: Физматлит, 2004. – 656 с.