

## Вычисление потенциальной и кинетической энергии частиц вакуума

Якубовский Е.Г.

e-mail [yakubovski@rambler.ru](mailto:yakubovski@rambler.ru)

Решим задачу квантовой механики по вычислению собственной энергии диполя, образованного частицей и античастицей массы Планка. Оказалось, что потенциальная и кинетическая энергия этого диполя огромны, при малой их сумме. Энергии частицы вакуума с массой Планка достаточно чтобы образовать все небесные тела Вселенной. Причем для начала выделения энергии нужна высокая температура, гораздо больше температуры ядерного взрыва. Согласно сделанным подсчетам, время между флуктуациями энергии, приводящее к Большому взрыву истекло.

Потенциальная энергия свободных частиц вакуума равна  $U = -\frac{e^2 l_\gamma}{r^2}$ .

Запишем уравнение Шредингера для описания этого потенциала.

$$\Delta \psi + \frac{2m}{\hbar^2} [E - U(r)] = 0.$$

В свободном пространстве орбитальный момент равен нулю. Уравнение выглядит таким образом

$$\frac{d^2 R}{dr^2} + \frac{2}{r} \frac{dR}{dr} + \frac{2m_\gamma}{\hbar^2} \left( E + \frac{e^2 l_\gamma}{r^2} \right) R = 0.$$

Или в безразмерном виде

$$\frac{d^2 R}{d\rho^2} + \frac{2}{\rho} \frac{dR}{d\rho} + \left[ -\varepsilon + \frac{\delta}{\rho^2} \right] R = 0; r = \rho \frac{\hbar^2}{m e^2}, \varepsilon = -\frac{2E \hbar^2}{m_\gamma e^4},$$

$$\frac{m_\gamma l_\gamma e^2}{\hbar^2} = \frac{m_\gamma l_\gamma c}{137 \hbar} = \frac{l_\gamma}{137 \lambda_\gamma} = 2\delta \ll 1$$

Перейдем к переменным  $R(\rho) = u(\rho) \exp(-\sqrt{\varepsilon} \rho) / \rho$ . В новых переменных имеем уравнение

$$\frac{d^2 u}{d\rho^2} - 2\sqrt{\varepsilon} \frac{du}{d\rho} + [-\varepsilon + \frac{\delta}{\rho^2}] u = 0 \quad (1)$$

Волновая функция имеет вид  $u_k(\rho) = \rho^{-k} \sum_{v=0}^{\infty} a_v \rho^v$ . Подставляя это выражение в волновое уравнение (1), получим рекуррентное соотношение

$$a_{v+1} = \frac{2\sqrt{\varepsilon}(-k+v)}{(-k+v+1)(-k+v) + \delta} a_v.$$

Определяется полином  $k$  степени. При этом коэффициенты этого полинома с ростом индекса должны убывать. Т.е. должно выполняться  $\varepsilon < 1/4$ . При этом необходимо учесть, что центр частицы вакуума колеблется, поэтому необходимо добавить мнимую константу к радиусу частицы. При этом волновая функция определится с точностью до энергии частицы. Т.е. энергию частицы определим из условия нормировки, и решая нелинейное уравнение

$$1 = \int_0^{\infty} R^2(\rho) \rho^2 d\rho$$

$$\varepsilon_k = \frac{1}{\int_0^{\infty} \frac{[\sum_{v=0}^k a_{vk}(\rho+i\delta)^v]^2 \exp(-2\sqrt{\varepsilon}\rho) d\rho}{(\rho+i\delta)^{2k-2}}} \quad (2)$$

Знаменатель равен

$$\int_0^{\infty} \frac{[\sum_{v=0}^k a_{vk}(\rho+i\delta)^v]^2 \exp(-2\sqrt{\varepsilon_k}\rho) d\rho}{(\rho+i\delta)^{2k-2}} = \frac{[\sum_{v=0}^k a_{vk}(i\delta)^v]^2 [1 + 2i(2k-1)\sqrt{\varepsilon_k}\delta + O(\delta)^2]}{2\sqrt{\varepsilon_k}(i\delta)^{2k-2}}$$

Асимптотика этой энергии

$$\varepsilon_k = \frac{4(i\delta)^{4k-4}}{\left[\sum_{v=0}^k a_{vk} (i\delta)^v\right]^4 [1 + 4i(2k-1)\sqrt{\varepsilon_k}\delta + O(\delta)^2]}; E_{0k} = -\frac{m_\gamma c^2 \varepsilon_k}{2 \cdot 137^2}.$$

Но эта энергия должна быть больше  $-m_\gamma c^2$  и меньше нуля. Причем величина квантового числа  $k$  соответствует рангу мультиполя.

Асимптотика этой энергии

$$\varepsilon_k = \frac{4(i\delta)^{4k-4}}{(a_{0k})^4 [1 + 4i(2k-1)\sqrt{\varepsilon_k}\delta + O(\delta)^2]}; |a_{01}| > 1, E_k = -\frac{m_\gamma c^2 \varepsilon_k}{2 \cdot 137^2}. \quad (3)$$

Но эта огромная энергия должна быть больше  $-m_\gamma c^2$  и меньше нуля. Задача. Причем величина квантового числа  $k$  соответствует рангу мультиполя. Т.е. мультиполь высокого ранга имеет меньшую собственную энергию.

Причем имеем  $\varepsilon_k = \frac{4(i\delta)^{4k-4}}{(a_{0k})^4}$ . При этом собственная энергия системы стремится к нулю. При этом потенциальная и кинетическая энергия системы огромны. Величина потенциальной энергии диполя, равна

$$-\langle U_k \rangle = -\int_0^\infty \frac{\delta \left[ \sum_{v=0}^k a_{vk} (\rho + i\delta)^v \right]^2 \exp(-2\sqrt{\varepsilon_k} \rho) d\rho}{(\rho + i\delta)^{2k}} / \int_0^\infty \frac{\left[ \sum_{v=0}^k a_{vk} (\rho + i\delta)^v \right]^2 \exp(-2\sqrt{\varepsilon_k} \rho) d\rho}{(\rho + i\delta)^{2k-2}} \sim \sim 1/\delta \gg 1$$

Знаменатель первого интеграла представим как  $(\rho + i\delta)^{2k} = -(\rho + i\delta)^{2k-2} \delta^2$ .

Энергия одной частицы вакуума равна  $-\langle U_k \rangle \sim \frac{1}{\delta} \sim \frac{2e^2}{l_{\gamma 1}} = 1.26 \cdot 10^{100} j$ .

Кинетическая энергия имеет обратный знак и тоже велика.

Запасенная энергия частиц вакуума с массой Планка тождественно равна вычисленной потенциальной энергии (вычислив двумя независимыми способами потенциальную энергию частиц вакуума получаем одинаковое значение)

$$(2m_{Pl} - m_\gamma) \frac{m_{Pl}}{m_{\gamma k}} \frac{l_{\gamma k}^{k-1}}{r_{\gamma k}^{k-1}} c^2 = 1.26 \cdot 10^{100} \frac{l_{\gamma k}^{k-1}}{r_{\gamma k}^{k-1}} = \frac{2e^2}{l_{\gamma k}}, \quad (4)$$

что соответствует энергии частиц вакуума, образованной диполями  $\frac{2e^2}{l_{\gamma k}} = 1.26 \cdot 10^{100} j, k = 1$ . Равенство (4) является следствием тождества

$$\frac{l_{\gamma k}^k}{m_{\gamma k}} = \frac{c^2}{e^2} r_{\gamma k}^{k+1}, r_{\gamma k} = \frac{e^2}{m_{Pl} c^2} \text{ см. [1]. Эти величины соответствуют максимальной}$$

энергии частиц вакуума, запасенные в частицах вакуума. Формулы справедливы для частицы и античастицы произвольной массы, не обязательно

массы Планка. Формула  $\frac{l_{\gamma k}^k}{m_{\gamma k}} = \frac{c^2}{e^2} r_{\gamma k}^{k+1}$  универсальна и справедлива для

произвольной массы. Но общей для любого пространства являются формулы с массой Планка. Масса или энергия, запасенная в частице вакуума равна

$$(2m_{Pl} - m_\gamma) \frac{m_{Pl}}{m_{\gamma k}} c^2 = \frac{2m_{Pl} c^2}{(-i\rho_\gamma d_1 / \rho_{Pl})^{3/4}} = 10^{100} j, \rho_\gamma = 10^{-29} \text{ г/см}^3, \rho_{Pl} = m_{Pl} / l_{Pl}^3; d_1 = const$$

Данная энергия частиц вакуума с массой Планка достаточна для образования Большого взрыва, описываемого в ОТО. Массу, образуемую с помощью частиц вакуума, можно выразить с помощью параметров Планка.

Размер видимой части Вселенной  $10^{10+10+7} \text{ см} = 10^{27} \text{ см}$ , время существования

Вселенной  $10^{10}$  световых лет, умножаем на скорость света, и умножаем на

продолжительность года в секундах. Тогда ее плотность  $10^{100-21-3 \cdot 27+7} = 10^5 \text{ г/см}^3$

при средней плотности Вселенной  $10^{-29} \text{ г/см}^3$ . Т.е. массы или энергии

запасенной в частице вакуума достаточно чтобы образовать видимую часть

Вселенной с большим запасом. Размер Вселенной нужно увеличить в  $10^{11}$  раз.

Флуктуации энергии большого взрыва определяются по формуле

$$(2m_{Pl} - m_\gamma) \sqrt{\frac{m_{Pl}}{m_{\gamma k}}} c^2 = 2.06 \cdot 10^{54} j. \text{ Это составляет } 1.64 \cdot 10^{-46} \text{ часть потенциальной}$$

энергии и не может расщепить частицу вакуума.

Самые энергичные гамма лучи энергией  $10^{20} \div 10^{21} \text{ эВ}$  приходят на Землю крайне редко, раз в 100лет на площади 1 квадратный километр. Значит объем занимаемый одной частицей равен  $10^{5 \cdot 2 + 7 + 2 + 10} = 10^{29} \text{ см}^3$ , где используется площадь площадки, на которую попадают частицы, время полета, умноженное на скорость света. Значит область пространства в которой вместо атомов с массой Планка, вместо массы электрона, занимает относительный объем  $10^{29 - 3 \cdot 27} = 10^{-52}$ . Значит время, когда произойдет одна флуктуация равно интервалу между временем прихода частиц высокой энергии, умноженное на отношение вероятностей части потенциальной энергии к относительному объему массы Планка  $100 \cdot 10^{52 - 46} = 10^8 \text{ лет}$  что близко ко времени существования Вселенной  $10^{10} \text{ лет}$ .

Но может быть новый Большой взрыв уже произошел, просто из-за его удаленности это событие у нас не проявляется. Оно проявится большим излучением и высокой температурой.

#### Литература

1. Якубовский Е.Г. Частицы вакуума с использованием мировых констант Планка в семимерном пространстве теории струн «Энциклопедический фонд России», 2016, 18стр.  
[http://russika.ru/userfiles/390\\_1524332473.pdf](http://russika.ru/userfiles/390_1524332473.pdf)