

## Вычисление массы и скорости распространения фотона

Якубовский Е.Г.

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

Рассмотрим скорость распространения фотона с учетом его переменной частоты. При этом масса фотона переменная и зависит от частоты фотона. Оказалось, что статическому состоянию фотона соответствует нулевая масса покоя, и бесконечная скорость распространения. Нулевая скорость фотона, как это требует равенство бесконечности величины статической длины волны не реализуется, скорость стремится к бесконечности при бесконечной длине волны и нулевой массе.

Переносчиками электромагнитной энергии являются частицы вакуума. естественно принять за массу одного кванта фотона массу частицы вакуума. Масса фотона мнимая, причем ее малое значение определяет большое время жизни. Справедлива формула

$$\frac{m_F V}{p \sqrt{1 - V^2 / c^2}} = 1, V / c = 1 / \sqrt{1 + \left(\frac{m_F c \tilde{\lambda}}{\hbar}\right)^2} = 1 / \sqrt{1 + \left(\frac{\tilde{\lambda}}{\tilde{\lambda}_{\max}}\right)^2}, \quad (1)$$

что определяет максимальную длину волны электромагнитного поля

$$\tilde{\lambda}_{\max} = \frac{\hbar}{cm_F} = \frac{\hbar}{cm_\gamma} = \frac{10^{-27}}{3 \cdot 10^{10} 10^{-67}} = 3.3 \cdot 10^{29} \text{ cm} = 3.3 \cdot 10^{24} \text{ km}$$
 при максимальной

длине волны 100 km сверхдлинных электромагнитных волн. Масса частицы вакуума определяется по приближенной формуле  $m_F = m_\gamma = 137i\rho_\gamma r_\gamma^3$ , где

плотность вакуума равна  $\rho_\gamma = 10^{-29} \text{ g/cm}^3$ ,  $r_\gamma = \frac{e^2}{m_e c^2} \text{ см}$ . [1] стр.67. Где  $\tilde{\lambda}$  это

длина волны де Бройля у кванта света – фотона. Она равна  $\tilde{\lambda} = \hbar / p + mG / c^2$ , где величина  $G$  гравитационная постоянная. В случае больших длин волн волны де Бройля, фотон переходит в электромагнитную волну, и частота фотона соответствует электромагнитному излучению. Скорость фотона

достигает бесконечного значения, затем следует комплексное значение скорости, которое стремится к нулю. Такое изменение скорости фотона, это общее свойство нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений. При наличии комплексных координат положения равновесия, решение стремится к бесконечности, нарушаются условия существования и единственности решения, и образуется комплексное решение. Статическое поле формируется при его образовании, а далее статическое поле неизменно. Не даром вектор Умова-Пойнтинга для статического электрического поля равен нулю. Но массу имеет фотон, являющийся решением-константой уравнения Максвелла. Волновое решение не имеет массы покоя, если так можно сказать, не взирая на Окуня и распространяется со скоростью света.

Возникает естественный вопрос, каков следующий уровень познания. Если частицы вакуума являются обобщением представления элементарных частиц и поля, то что является обобщением частиц вакуума, какова структура частиц вакуума. Частично я ответил на этот вопрос. Обобщением дипольной структуры частиц вакуума является их мультипольная структура. Как строится обобщение элементарных частиц? Берется диполь, состоящий из частицы и античастицы. Аналогично из диполя формируется мультиполь. Значит обобщение построено и следующего уровня строения материи не существует? Ответа на этот вопрос я не знаю. Я построил идеальные частицы, описывающие свойства гравитационного поля, т.е. структура электромагнитного и гравитационного поля построена. Структура поля сильного и слабого взаимодействия тоже описана. Если будет экспериментальный материал, о структуре полей, связанных с деятельностью человеческого организма, то следует заняться и ей. Пока все объясняется материальными причинами, а спекуляции не стоит принимать во внимание.

Обобщением частиц вакуума являются частицы с массой  $m_\alpha = m_\gamma \left(\frac{m\sqrt{G}}{e}\right)^\alpha$  и размером  $l_\alpha = l_\gamma \left(\frac{m\sqrt{G}}{e}\right)^\alpha$ , где величины  $m_\gamma, l_\gamma$  это масса частиц вакуума, а

второй параметр - это плечо мультиполя, величина  $m, e$  это масса и заряд элементарной частицы,  $G$  гравитационная постоянная,  $\alpha \geq 1$ . При этом справедливо соотношение, определяющее свойство элементарных частиц

$$\frac{(l_\gamma + l_\alpha)^k}{m_\gamma + m_\alpha} = \frac{l_\gamma^k}{m_\gamma} \left[1 + \left(\frac{m\sqrt{G}}{e}\right)^\alpha\right]^{k-1} = \frac{l_\gamma^k}{m_\gamma} \left[1 + (k-1)\left(\frac{m\sqrt{G}}{e}\right)^\alpha\right]. \quad \text{Добавка к}$$

отношению степени размера к массе равна  $\frac{l_\gamma^k}{m_\gamma} (k-1)\left(\frac{m\sqrt{G}}{e}\right)^\alpha$ . Хотя размер и

масса частиц вакуума комплексные, эта добавка действительна. Аналогичное построение надо проделать и для идеальных частиц, свойства которых описаны в [2].

Непрерывный спектр энергии частиц вакуума объясняет куда девается энергия электромагнитного поля, при нулевом квантовом числе. Она превращается в энергию частиц вакуума, согласно формуле

$$\hbar\omega_\alpha / 2 = Nm_\gamma c^2 \left(\frac{m\sqrt{G}}{e}\right)^\alpha. \quad \text{Каждому кванту света с нулевым квантовым числом}$$

$$\text{соответствует} \quad N = \frac{\omega_{\max}}{2\omega_\gamma} \frac{e}{m\sqrt{G}} = \frac{e}{2m_\gamma\sqrt{G}} \quad \text{частиц вакуума, где } \omega_{\max}$$

соответствует переходу квантов света в элементарные частицы и величина  $\alpha = 1$ . При этом частота света связана с показателем степени  $\alpha$  соотношением

$$\omega_\alpha = Nm_\gamma c^2 \left(\frac{m\sqrt{G}}{e}\right)^\alpha = \frac{ec^2}{\hbar\sqrt{G}} \left(\frac{m\sqrt{G}}{e}\right)^\alpha, \quad \text{т.е. имеем } \hbar\omega_\alpha = \frac{ec^2}{\sqrt{G}} \left(\frac{m\sqrt{G}}{e}\right)^\alpha.$$

Возникает вопрос, к какому эффекту могут привести эти члены. При  $\alpha = 1$  получается стандартная формула для комптоновской частоты  $\hbar\omega_1 = mc^2$

. В случае больших  $\alpha$ , и, следовательно, малых частот, получаем формулу

$$\hbar\omega_\alpha = mc^2 \left(\frac{m\sqrt{G}}{e}\right)^{\alpha-1}, \quad \text{где масса соответствует образовавшейся элементарной}$$

частице при максимальной частоте. Кванту света с частотой  $\omega_\alpha$ , соответствующему частице вакуума с индексом  $\alpha$ , соответствует

действительная энергия  $\hbar\omega_\alpha = mc^2 \left(\frac{m\sqrt{G}}{e}\right)^{\alpha-1}$ . Получается, что разным частотам фотона соответствует разная частица вакуума. Зная частоту фотона можно определить индекс частиц вакуума, значит и массу частиц вакуума и скорость, с какой распространяется частица вакуума и следовательно фотон. Причем с ростом индекса длина волны фотона растет, следовательно, скорость фотона стремится к бесконечности, и далее к нулю см. (1). Получается интересное свойство частиц вакуума, при уменьшении массы частиц вакуума, и заданной частоте фотона, его скорость стремится к бесконечности, и далее стремится к нулю.

При условии  $\frac{m_F c \lambda}{\hbar} = i$  скорость фотона стремится к бесконечности, см.

(1). При этом имеем зависимость частоты фотона от индекса частицы вакуума и значит от массы  $m_F$  фотона  $\hbar\omega_\alpha = mc^2 \left(\frac{m\sqrt{G}}{e}\right)^{\alpha-1}$ . Откуда получаем уравнение для частоты фотона, при которой его скорость равна бесконечности

$$m_F = m_\alpha = m_\gamma \left(\frac{m\sqrt{G}}{e}\right)^\alpha = m_\gamma \frac{\hbar\omega_\alpha}{mc^2} \frac{m\sqrt{G}}{e} = \frac{i\hbar\omega_\alpha}{c^2}.$$

Так как масса частицы вакуума  $m_\gamma$  мнимая, получаем действительное уравнение

$$\left(\frac{ie}{m_\gamma\sqrt{G}} - 1\right)\omega_\alpha = 0$$

Это уравнение имеет решения  $\omega_\alpha = 0$ , при бесконечной скорости распространения фотона и условия  $\alpha \rightarrow \infty$ . Значит и нулевая скорость распространения невозможна, так как предел - бесконечная скорость достигнут на нулевой частоте.

Необходимо уточнить формулировки относительно массы фотона. В случае суммирования импульсов электромагнитной волны, образуется дефект импульса и не нулевая масса электромагнитной волны согласно соотношению см. [4]

$$(\hbar\omega)^2 = (\hbar\omega_n)^2 + (c\hbar k_n)^2 . \quad (2)$$

При этом образуется электромагнитная напряженность поля. Так как калибровочная часть электромагнитной напряженности равна нулю, делается вывод, что поле обусловлено соленоидальной частью электромагнитного поля, которая является не калибровочной и не обладает массой. Но согласно [3], градиентная часть электромагнитного поля дает вклад в напряженности, и для нее справедливо квантовое представление энергии и импульса электромагнитного поля. Значит в волноводах распространяется градиентная, калибровочная часть электромагнитного поля. В [4] считается, что только плоская бесконечная волна не обладает массой, а стоячие волны имеют массу. Но соленоидальная часть электромагнитного поля не описывается квантовыми соотношениями с учетом постоянной Планка, и для них формула (2) не применима. Поэтому не только плоские волны не имеют «массу покоя», но и соленоидальные волны не имеют «массу покоя». В волноводах используется калибровочная градиентная часть электромагнитного поля и для них формула (2) применима.

Для тензора электромагнитного поля справедливо

$$F_{pq} = \begin{vmatrix} \chi_{00} & \chi_{01} + iE_1 & \chi_{02} + iE_2 & \chi_{03} + iE_3 \\ \chi_{10} - iE_1 & \chi_{11} & \chi_{12} - iH_3 & \chi_{13} + iH_2 \\ \chi_{20} - iE_2 & \chi_{21} + iH_3 & \chi_{22} & \chi_{23} - iH_1 \\ \chi_{30} - iE_3 & \chi_{31} - iH_2 & \chi_{32} + iH_1 & \chi_{33} \end{vmatrix}.$$

Где справедливо  $F_{lk} = \frac{\partial \text{Re} A_l}{\partial x^k} + \frac{\partial \text{Re} A_k}{\partial x^l} + i\left(\frac{\partial \text{Re} A_l}{\partial x^k} - \frac{\partial \text{Re} A_k}{\partial x^l}\right),$

$\frac{\partial \text{Re} A_l}{\partial x^k} + \frac{\partial \text{Re} A_k}{\partial x^l} = \frac{\partial^2 \chi}{\partial x^l \partial x^k} = \chi_{lk}.$  Не даром, для возбуждения калибровочных волн в волноводах используют электромагнитное поле, а не ускорение электрона. Градиентная, калибровочная часть электромагнитного поля является фотоном, имеющим «массу покоя». Соленоидальная часть электромагнитного поля массы не имеет.

## Литература

1. Якубовский Е.Г. ЧАСТИЦЫ ВАКУУМА, ОПИСЫВАЮЩИЕ СВОЙСТВА ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ И ПОЛЯ Реферативный журнал «Научное обозрение» 2016, т.2, стр.58-80,  
<http://science-review.ru/abstract/pdf/2016/2/662.pdf>
2. Якубовский Е.Г. Частицы вакуума, обладающие свойствами сверхтекучей фазы явления сверхтекучести. «Энциклопедический фонд России», 2016, 4 стр. <http://russika.ru/sa.php?s=1213>
3. Якубовский Е.Г. Точность аппроксимации калибровочных производных в стандартной модели. «Энциклопедический фонд России», 2016, 30стр.,  
<http://russika.ru/sa.php?s=1233>
4. Ривкин Л.А. Равна ли нулю масса фотона? Квантовая электроника. 1992.Т. 19, №8, стр. 830-832,