

УДК 539.1.01

UDC 539.1.01

01.00.00 Физико-математические науки

Physics and Mathematical Sciences

## МОДЕЛЬ ФОТОНА

## MODEL OF A PHOTON

Александров Борис Леонтьевич

Alexandrov Boris Leontievich

д.г.-м..н., профессор

Dr.Sci.Geol.-Min., professor

[alex2e@yandex.ru](mailto:alex2e@yandex.ru)

[alex2e@yandex.ru](mailto:alex2e@yandex.ru)

*Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия*

*Kuban state agrarian University, Krasnodar, Russia*

В статье в историческом аспекте рассматривается появление понятия фотон, введенное благодаря работам Планка, Эйнштейна, Комптона, Льюиса. Отмечается, что фотон обладает как корпускулярными характеристиками (импульс, масса, энергия), так и волновыми (частота, длина волны), которые взаимосвязаны между собой. Таким образом, фотон обладает двойственностью свойств – частицы и волны. Дается анализ описанных в литературе моделей фотона, предложенных С.М и О.С Поляковыми, Ф. М. Конаревым-Краузером, В.Г.Козловым и С.И. Червяковым, их достоинства и недостатки. Предлагается вариант модели фотона в виде двух одинаковых, но разноименно заряженных полумасс, которые одновременно совершают поступательное, вращательное и колебательное движения. Показан вывод выражения амплитуды колебания двух полумасс фотона, связанной простым соотношением с длиной волны, описываемой этим фотоном. На основании этого, делается вывод, что состояние фотона характеризуется вращательным движением его разноименно заряженных полумасс, радиус которого  $r$  равен амплитуде колебательного процесса каждой из полумасс, а описываемая разноименно заряженными полумассами окружность длиной  $S$  в развернутом виде в результате поступательного движения есть не что иное, как длина волны  $\lambda$ . Выводится волновое уравнение, описывающее движение фотона в виде стоячей волны, являющееся полной аналогией стационарного уравнения Шредингера для движения электрона в атоме водорода

The article examines the historical aspect of the appearance of the concept of the photon, which was introduced through the works of Planck, Einstein, Compton, Lewis. It is noted that the photon has both corpuscular characteristics (momentum, mass, energy) and wave (frequency, wavelength), which are interconnected. Thus, the photon has dual properties – of a particle and a wave. The article deals with the analysis described in the literature of the photon model proposed by S.M. Polyakov and O.S. Polyakova, F.M. Konarevym-Krauzerom, V.G.Kozlovym and S.I. Chervyakov, as well as with their advantages and disadvantages. A version of the model in the form of a photon of two identical but oppositely charged half-mass, which simultaneously perform translational, rotational and vibrational motion was suggested. We have shown derivation of the amplitude of vibration of the two half-mass photon connected with simple relation with wavelength, described with this photon. On this basis, it is concluded that the state of a photon is characterized by a rotational movement of its oppositely charged half-stuff, which radius ( $r$ ) is the amplitude of the oscillation process of each of the half-mass, and described by oppositely charged half-mass circumference length  $S$  in expanded form in a result of the progressive movement is the length wave  $\lambda$ . This work displays the wave equation describing the motion of photons in the form of a standing wave which is a complete analog-independent Schrödinger equation for the motion of an electron in a hydrogen atom

Ключевые слова: ПРОТОН, НЕЙТРОН, ЭЛЕКТРОН, ФОТОН

Keywords: PROTON, NEUTRON, ELECTRON, PHOTON

## Введение

Основным источником различных видов энергии являются фотоны [1]. Представление о фотоне возникло в ходе развития квантовой теории. В 1900г немецкий физик Макс Планк вывел формулу для спектра теплового

излучения абсолютно черного тела, исходя из предположения, что излучение электромагнитных волн происходит определенными порциями – «квантами», энергия ( $\varepsilon$ ) которых может принимать лишь дискретный ряд значений, кратных неделимой элементарной порции  $h$ .

$$\varepsilon = h \cdot \nu , \quad ($$

1 )

где  $\nu$  - частота электромагнитной волны;  $h$  – постоянная Планка ( $h = 6,626 \cdot 10^{-34}$  Дж·с).

Макс Планк назвал постоянную  $h$  – квантом наименьшего действия.

Развивая идею М. Планка, А. Эйнштейн высказал гипотезу, что свет не только испускается, но распространяется и поглощается в виде отдельных квантов, электромагнитная энергия которых также может быть определена по формуле

$$\varepsilon = m_f c^2 \quad ($$

2 )

Из сопоставления формул ( 1 ) и ( 2 ) следует, что масса фотона

$$m_f = \frac{h\nu}{c^2} , \quad ( 3 )$$

где  $c$  - скорость света.

В опытах американского физика А.Комптона по рассеянию рентгеновских лучей было установлено, что кванты излучения подчиняются тем же кинематическим законам, что и частицы вещества, в частности, квант излучения с круговой частотой  $\omega$  обладает также и импульсом

$$p = \frac{h \cdot \omega}{2\pi} = \frac{h \cdot \nu}{c} = \frac{h}{\lambda} . \quad ( 4 )$$

где  $\lambda$  - длина волны.

Окончательно в 1929 г. американским физико - химиком Г.Н. Льюисом был введен термин «фотон», что по-гречески означает «свет». Этим

частицам присущи как волновые, так и корпускулярные свойства. Можно констатировать, что фотон – одна из главнейших частиц природы, без которой не происходят не только процессы в живой органической материи, но и в неорганической. В связи с этим, очень важно понять, что он из себя представляет.

### Анализ известных моделей фотона

Известна модель фотона С.М. Полякова и О.С.Полякова [2], при обосновании которой авторы привлекли для этой цели соотношение неопределенности В. Гейзенберга в виде

$$\Delta E \cdot T \geq h \quad (5)$$

где  $h$ -постоянная Планка;  $\Delta E$  - минимальная ошибка измерения энергии, пропорциональная периоду  $T$  электромагнитного колебания. В результате модель линейно – поляризованного фотона авторы [2] рисуют в виде электростатической конструкции, состоящей из 137 пар разноименных зарядов, находящихся на расстоянии одной длины волны друг от друга, т. е. «электрическая длина» фотона, по их терминологии, включает 137 периодов колебаний кванта электромагнитного излучения. Истоки таких выводов выявляются при детальном анализе.

При обосновании величины постоянной Планка « $h$ » авторы воспользовались ошибочной формулой постоянной тонкой структуры в виде

$$\alpha = \frac{1}{137} = \frac{2\pi \cdot e^2}{hc}, \quad (6)$$

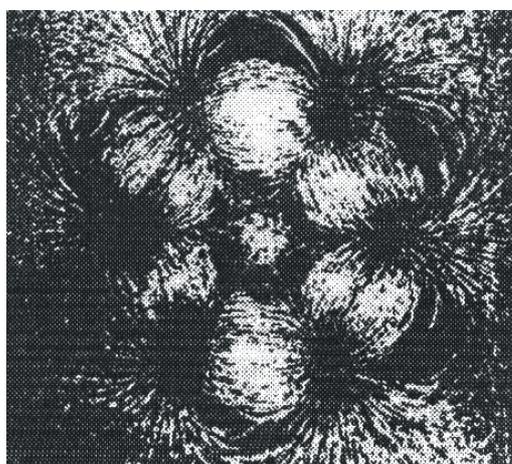
опубликованной в ряде справочной литературы по физике [3 и др.], вместо правильного её выражения [4] в виде

$$\alpha = \frac{\mu_0 \cdot c \cdot e^2}{2h} \quad (7)$$

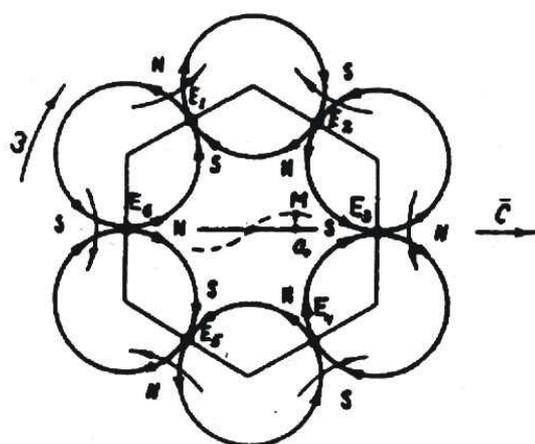
где  $\mu_0$ -магнитная постоянная;  $c$ -скорость света;  $e$ - заряд электрона;  $h$  - постоянная Планка.

Таким образом, столь экстравагантная модель фотона, предлагаемая на основе использования ошибочной формулы, не может быть принята для дальнейшего анализа.

Известна модель фотона Ф.М. Канарева [5,6], в соответствии с которой фотон состоит из шести петель с токами, соединенными по круговому контуру и удерживающимися в едином образовании замкнутыми друг с другом магнитными полями (рис.1, б). На рис.1,а – эта модель, смоделированная немецким физиком Walter Krauzer [7] с помощью постоянных магнитов. Считается [6], что если поменять магнитные и электрические поля местами, то работоспособность модели сохранится. Таким образом, весь квант представляется частицей в форме сложного вращающегося кольца, размер которого немного больше двух длин волн фотона (рис. 1).



а



б

Рис.1. Схема модели фотона в статическом состоянии (б) – теоретическая по Ф.М.Канареву [5,6], (шесть замкнутых вихревых контуров с токами и соответствующие им магнитные поля) и (а)- смоделированная Walter Krauzer [7].

По Ф.М. Канареву, фотон обладает вращением, но волновой процесс фотона в виде вращения описывает не сама частица, а её центр массы, который не совпадает с геометрическим центром, причем смещение центра

массы фотона от его геометрического центра равно длине волны. Квант рассматривается как «скачущий игольчатый диск», который вращается, движется прямолинейно и скачет, при этом механическим аналогом его по Ф.М. Канареву [5] ...«может быть колесо телеги, у которого сняли обод и остались одни спицы. Движение такого колеса будет скачкообразным, импульсным. Время от момента касания одной спицей дороги, до момента касания ее следующей спицей можно принять за период одного скачка или период одного колебания. Когда колесо, опираясь на одну спицу, переходит к касанию дороги другой спицей, то в этот момент и происходит импульсное движение, в этот момент и рождается импульс». Им рисуется такое волновое движение фотона, радиус кривизны  $r$  которого примерно равен длине волны. Математически описать такое движение, у которого радиус кривизны был бы примерно равен длине волны возможно лишь приближенно, что является существенным недостатком модели, предположенной Ф.М. Канарёвым. Кроме того модель структуры такого фотона не позволяет представить наглядно процесс образования электронно-позитронной пары из фотона высокой энергии ( $\gamma$ -кванта), а также обосновать явление дисперсии электромагнитных волн и ряд других физических явлений.

Известна также модель фотона В.Г.Козлова и С.И.Червякова [8], удовлетворяющая, по мнению этих авторов, сформулированным требованиям для возникновения токов смещения и не противоречащая его характеристикам как элементарной частицы. Отмечается, что частицу со спином  $J=1/2$  можно рассматривать, как «вращающийся волчок», т.е. спинор. Частице со спином  $J=1$  соответствует вектор. Спин фотона  $J_\phi = 1$ . Это, по мнению авторов, позволяет представить фотон как два спинора ( $J = \frac{1}{2}$ ) с параллельными спинами. Каждый спинор является нейтральной античастицей с «тяжелым» ядром и «легкими» сателлитами. Обе частицы

имеют одинаковые гравитационные массы и электрические заряды «тяжелых» ядер. Такая система имеет между античастицами эквипотенциальную плоскость, где напряженности гравитационного ( $H_G$ ) и электрического ( $H_E$ ) полей равны нулю ( $H_G = H_E = 0$ ). Ядра античастиц заряжены разноименно, как и сателлиты, и, вращаясь в разные стороны, создают одинаково направленный спиновый момент. Система в целом является электрически нейтральной (но не магнитонейтральной) и удерживается за счет равенства сил притяжения (гравитационное и электрическое) силам электромагнитного отталкивания. Динамические гравитационные, электромагнитные поля, как и ускорение системы, возбуждают в ней электромагнитные колебания. Построенная модель фотона как материальной структуры вакуума, по мнению В.Г. Козлова, С.И. Червякова [8], находится в строгом соответствии с такими физическими явлениями, как поляризация вакуума в электрическом поле и испускание пары античастиц из одной «точки» вещества в сильных магнитных полях.

Как видно, в модели В.Г. Козлова и С.И. Червякова [8] акцентируются особенности фотона как элементарной частицы и не уделено должного внимания описанию ее волновых свойств, так как утверждение о размерах фотона в пределах сферы Шварцшильда с  $r_f = 3,48 \cdot 10^{-78}$  м ставит под сомнение проявление волновых свойств фотона. Авторами показан возможный механизм сил взаимодействия между двумя разно заряженными массами «тяжелых» ядер фотона, но их соотношения численно не доказываются.

В настоящее время для понимания природы корпускулярно-волнового дуализма электромагнитного излучения обычно указывают, что волновые свойства электромагнитного излучения проявляются в диапазоне длинноволнового излучения, а при переходе в область высокочастотного излучения (коротких длин волн), особенно спектра рентгеновских и гамма-

излучений, проявляются корпускулярные свойства. Таким образом, преобладание волновых или корпускулярных свойств электромагнитного излучения связывается с их длиной волны или частотой излучения. Но это не дает достаточно ясного ответа на вопрос природы корпускулярно-волнового дуализма. Как отмечает Кл.Э. Суорц [9] , ... “несмотря на многочисленные попытки, никому еще не удалось дать наглядную интерпретацию двойственной корпускулярно-волновой природы фотонов”.

### **Предлагаемая модель фотона**

Несомненно, что электромагнитное излучение во всем диапазоне частот одновременно характеризуется как свойствами волны, так и свойствами материальной частицы. Однако проявление этих противоположных и казалось бы взаимно исключающих свойств фотонов определяется условиями постановки опыта, причем основную роль играет соотношение между амплитудой колебания электромагнитной волны или амплитудой колебания фотона около положения равновесия при полете фотона вдоль некоторой траектории его движения и промежутком между атомами и молекулами вещества, на который "волна - фотон" падает и может проникнуть или отразиться. При обосновании модели фотона необходимо помнить, что фотоны находятся в постоянном движении со скоростью света. Движение каждого фотона - это электромагнитная волна, которая характеризуется величинами напряженностей электрической и магнитной составляющих. Кроме того, нейтральный по заряду фотон, при определенных условиях может распадаться на противоположно заряженные частицы, например, гамма-квант с энергией 1,02 МэВ может распадаться на электрон и позитрон, а при встрече электрона и позитрона могут образоваться два гамма-кванта, каждый из которых обладает энергией 0,51 МэВ. Более того, известно, что в недрах Солнца при термоядерных реакциях в виде дефекта массы излучаются фотоны очень высокой энергии и частоты ( $\nu=10^{20}\div 10^{24}$  Гц), но с поверхности Солнца

излучается порядка 50% фотонов видимой части спектра ( $\nu=(4\div 8)\cdot 10^{14}$  Гц), т.е. низкой частоты. Надо полагать, что в процессе миграции высокочастотных фотонов из недр Солнца к его поверхности аналогичным образом происходит последовательное преобразование высокочастотных фотонов в низкочастотные по схеме: превращение частиц поля в частицы вещества и наоборот – частиц вещества в частицы поля. В связи с этим, в статье предлагается модель фотона, удовлетворяющая его противоречивым свойствам корпускулярно-волнового дуализма, а именно:

1) каждый фотон состоит из двух разноименно заряженных частей одинаковой массы - полумасс, которые вместе составляют общую массу фотона гантелеобразной формы, движущихся как единая частица прямолинейно со скоростью света, одновременно совершающих вращательные движения в некоторой плоскости, и колебания, разлетаясь на определенное расстояние друг от друга и снова слетаясь (рис.2);

2) две разноименно заряженные полумассы фотона одновременно и постоянно находятся под воздействием гравитационной, электрической и магнитной сил, изменение соотношения которых при удалении и сближении двух разноименно заряженных полумасс фотона сохраняет их в состоянии поступательно-вращательного и колебательного движений, представляющего сущность волнового процесса;

3) движение каждой из полумасс фотона описывается по гармоническому закону со сдвигом фазы между ними на величину  $\pi$ , а в целом движение фотона представляет стоячую волну, описываемую по аналогии со стационарным уравнением Шредингера вида

$$\nabla^2 \varphi + \frac{8\pi^2 m_{fi}}{h^2} \varepsilon_{fi} \varphi = 0, \text{ вывод которого показан ниже;}$$

где  $m_{fi}$  и  $\epsilon_{fi}$  – масса и кинетическая энергия  $i$ -фотона;  $\varphi$  – волновая функция;

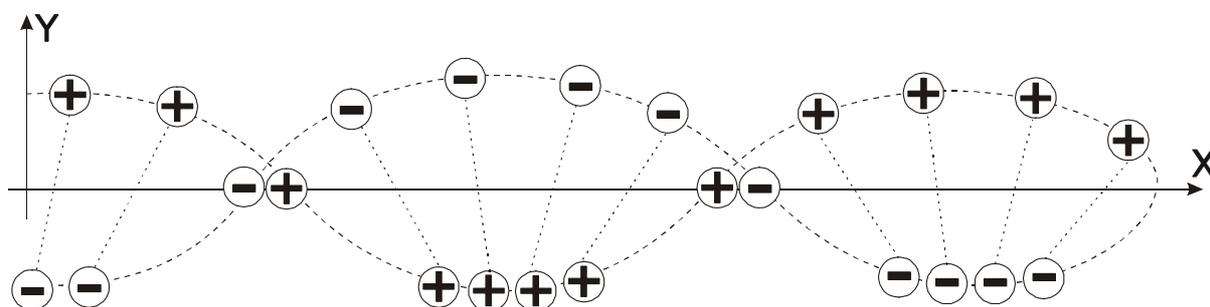


Рис.2 Предлагаемая модель фотона, состоящая из двух разноименно заряженных полумасс фотона.

Для доказательства справедливости такой модели рассмотрим соотношение взаимодействующих сил между разноименно заряженными полумассами фотона в разных точках волнового процесса их движения в условиях свободного полета фотона. Если бы фотон характеризовался только поступательным и вращательным движениями, то движение его полумасс описывалось бы уравнениями вида

$$x = ct \pm A \sin \omega t = ct \pm A \sin(2\pi \nu t), \quad (8)$$

$$y = A \cos \omega t = A \cos(2\pi \nu t), \quad (9)$$

где  $c$  – скорость поступательного движения фотона (скорость света);  $\omega$ ,  $\nu$  – круговая и циклическая частоты вращательного движения фотона.

Движение фотона характеризуется еще и колебательным процессом его полумасс. Колебания разноименно заряженных полумасс фотона эквивалентны колебаниям на пружине тела с массой  $m$  около общего

положения равновесия под действием упругих сил проявления гравитационных и электромагнитных полей, т. е. в направлении оси  $x$

$$F_x = -kx, \quad (10)$$

а в направлении оси  $y$

$$F_y = -ky, \quad (11)$$

или соответственно дифференциальными уравнениями гармонических колебаний

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m}x = 0 \quad \text{и} \quad \frac{d^2y}{dt^2} + \frac{k}{m}y = 0 \quad (12)$$

где  $k$  – коэффициент упругости эквивалентной символической пружины между разноименно заряженными полумассами фотона,  $m$  – масса фотона.

Решением этих дифференциальных уравнений колебательного движения разноименно заряженных полумасс фотона являются выражения вида

$$x = A \sin \omega t \quad (13)$$

$$y = A \cos \omega t, \quad (14)$$

если принять круговые частоты вращательного и колебательного движений разноименно заряженных полумасс фотона одинаковыми, т.е.  $\omega$ . Тогда общий вид сложного поступательно-вращательно-колебательного движения фотона должен описываться следующими уравнениями:

по координате « $x$ » уравнением

$$x = ct \pm A \sin \omega t \cdot \sin \omega t = ct \pm A \sin^2 \omega t = ct \pm A \sin^2(2\pi vt), \quad (15)$$

а по координате «у» - уравнением гармонических незатухающих колебаний вида

$$y = A \cos \omega t \cdot \cos \omega t = A \cos^2 \omega t = A \cos^2(2\pi \nu t),$$

(16)

Здесь под  $x$  подразумевается величина перемещения за время  $t$ , под  $y$  - расстояние между двумя разноименными зарядами полумасс фотона, а  $A$  - амплитуда или максимальное значение этой величины. Знак (+) относится к полумассе фотона, вращающейся в данный момент в направлении поступательного движения фотона, а знак (-) - к полумассе фотона, вращающейся в данный момент в направлении, обратном поступательному движению фотона, независимо от знака заряда полумассы фотона.

Движение центра фотона описывается простым уравнением поступательного движения материальной точки (корпускулы) вида

$$x = ct, \tag{17}$$

Если поступательное движение происходит слева направо, а вращение фотона по часовой стрелке, то верхняя полумасса фотона, независимо от заряда, всегда имеет суммарную скорость больше, а нижняя полумасса фотона - меньше, чем скорость поступательного движения фотона в целом (с). Для верхней полумассы

$$\begin{aligned} V_s &= \sqrt{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2} = \\ &= \sqrt{(c + 2\omega A \cos \omega t \cdot \sin \omega t)^2 + (-2\omega A \cos \omega t \cdot \sin \omega t)^2} = \\ &= \sqrt{(c + \omega A \sin 2\omega t)^2 + (-\omega A \sin 2\omega t)^2} = \\ &= \sqrt{c^2 + 2\omega \cdot A \cdot c \cdot \sin 2\omega t + 2\omega^2 A^2 \sin^2 2\omega t} \end{aligned}$$

(18)

а для нижней полумассы:

$$\begin{aligned}
 V_n &= \sqrt{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2} = \\
 &= \sqrt{(c - 2\omega A \cos \omega t \cdot \sin \omega t)^2 + (-2\omega A \cos \omega t \cdot \sin \omega t)^2} = \\
 &= \sqrt{(c - \omega A \sin 2\omega t)^2 + (-\omega A \sin 2\omega t)^2} = \\
 &= \sqrt{c^2 - 2\omega \cdot A \cdot c \cdot \sin 2\omega t + 2\omega^2 A^2 \sin^2 2\omega t}
 \end{aligned}$$

(19)

В моменты ортогонального расположения фотона относительно направления поступательного движения, когда полумассы разлетаются на

величину  $y = A$ ,  $V_y = \frac{dy}{dt} = 0$ , наблюдается максимальная разница в

скоростях верхней и нижней полумасс, причем

$$V_B = c + \omega \cdot A \cdot \sin 2\omega t, \tag{20}$$

$$V_H = c - \omega \cdot A \cdot \sin 2\omega t, \tag{21}$$

$$V_B - V_H = 2\omega A \sin 2\omega t, \tag{22}$$

При горизонтальном расположении полумасс фотона  $A = 0$  и  $V_x = \frac{dx}{dt} = c$ , поэтому наблюдается максимальное объединение полумасс фотона в одну точку (рис 2).

При наклонном расположении полумасс фотона скорости верхней и нижней полумасс определяются по формулам :

$$V_B = \sqrt{(c + \omega A \sin 2\omega t)^2 + (-\omega A \sin 2\omega t)^2}, \tag{23}$$

$$V_H = \sqrt{(c - \omega A \sin 2\omega t)^2 + (-\omega A \sin 2\omega t)^2}, \tag{24}$$

Причем в условиях не докрученной гантели (рис. 3, а) векторы скоростей  $\vec{V}_B$  и  $\vec{V}_H$  создают разжимающие усилия, а в условиях перекрученной гантели (рис. 3, б) векторы скоростей  $\vec{V}_B$  и  $\vec{V}_H$  создают сжимающие усилия на полумассы фотона. Под действием этих знакопеременных усилий продолжается колебательный процесс полумасс фотона около его центра массы.

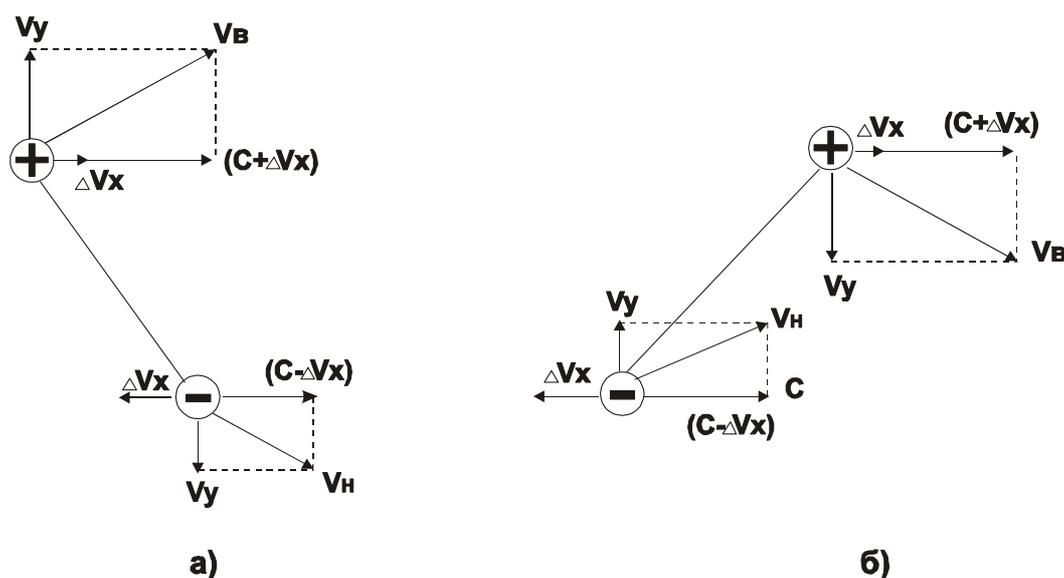


Рис.3. Характер взаимоотношения векторов скоростей движения верхней и нижней полумасс фотона в условиях не докрученной гантели (а) и перекрученной гантели (б).

Любой движущийся электрический заряд создает вокруг себя магнитное поле, индукция которого  $\mathbf{B}$  прямо пропорциональна скорости его движения  $V$  и обратно пропорциональна квадрату расстояния до точки определения параметра  $\mathbf{B}$ . Из этого следует, что для принятой модели движения, верхний заряд всегда будет создавать величину магнитной индукции поля больше, чем нижний, т.е.  $\mathbf{B}_B > \mathbf{B}_H$ , причем в каждом полуцикле вращения будет меняться направление магнитного поля. Этот факт является благоприятным для постоянного изменения скорости

магнитного потока  $\frac{d\Phi_m}{dt}$ , которая определяет появление в пространстве самого фотона индукционного электрического тока.

Для определения амплитуды колебания разноименно заряженных полумасс фотона и её зависимости от частоты их колебания рассмотрим фотон некоторой частоты  $\nu$ . Если линейная скорость фотона в вакууме всегда равна скорости света ( $c = 2,998 \cdot 10^8$  м/с), то частота колебания фотона, т.е. частота разлета положительно и отрицательно заряженных его полумасс, должна определяться скоростью  $V_y$  их перемещения в направлении, перпендикулярном основному направлению движения фотона. Вероятно, чем выше  $V_y$ , тем за меньший промежуток времени две полумассы фотона, разлетевшись, снова приблизятся, т.е. тем меньше длина волны этого процесса и тем выше частота. Таким образом, связь, определяющая частоту колебания фотона со скоростью  $V_y$  перемещения его полумасс в направлении, перпендикулярном основному направлению движения, вероятно должна удовлетворять некоторым граничным условиям. В первом приближении за такие граничные условия можно принять следующие:

$$\text{при } V_y \rightarrow c, \quad \nu \rightarrow \infty$$

$$\text{при } V_y \rightarrow 0, \quad \nu \rightarrow 1$$

Этим условиям удовлетворяет уравнение вида

$$\nu = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{V_y^2}{c^2}}}, \tag{25}$$

Принимая условие, что колебательный процесс движения разноименно заряженных полумасс фотона описывается простым гармоническим уравнением (16), найдем выражение для скорости движения разноименно

заряженных полумасс фотона в направлении, перпендикулярном основному направлению его движения.

$$V_y = \frac{dy}{dt} = -2\pi\nu \cdot A \sin(4\pi\nu t) = 2\pi \cdot \nu A \cdot \cos\left(4\pi\nu t + \frac{\pi}{2}\right)$$

(26)

Следовательно, амплитуда скорости колебательного процесса

$$V_{y_{\max}} = 2\pi\nu A,$$

где  $A$  - амплитуда отклонения разноименно заряженных полумасс фотона от положения равновесия.

Таким образом, преобразование уравнения (25) после подстановки в него  $V_{y_{\max}} = 2\pi\nu A$ , позволяет получить

$$\nu = \frac{c}{\sqrt{c^2 - (2\pi\nu A)^2}},$$

(27)

Решение этого уравнения относительно параметра "А" приводит к выражению

$$A = \sqrt{\frac{c^2(\nu^2 - 1)}{4\nu^4\pi^2}} \cong \frac{c}{2\pi\nu} = \frac{\lambda}{2\pi},$$

(28)

где  $\lambda$  - длина электромагнитной волны фотона.

Таким образом, амплитуда колебания  $A$  есть величина обратная волновому числу  $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ , т.е.  $A = \frac{1}{k}$ .

Следовательно, амплитуда электромагнитной волны фотона  $A$  связана простым соотношением с его длиной волны и она в  $2\pi$  раз меньше длины волны.

Выражение (28) можно представить как

$$\lambda = 2\pi \cdot A$$

(29)

Оно аналогично выражению для длины окружности

$$S = 2\pi \cdot r, \quad (30)$$

причем  $r = A$ .

Исходя из этой аналогии, можно сделать вывод, что состояние фотона характеризуется вращательным движением его разноименно заряженных полумасс, радиус которого  $r$  равен амплитуде колебательного процесса каждой из полумасс, а описываемая разноименно заряженными полумассами окружность длиной  $S$  в развернутом виде, в результате поступательного движения, есть не что иное, как длина волны  $\lambda$ .

Таким образом, фотон представляет собой аналог гантели, т.е. две электрически разноименно заряженные полумассы, объединенные между собой гравитационными, электрическими и магнитными силами. Эта гантель все время меняется в размере, т.к. происходит колебание полумасс фотона по линии, соединяющей их центры. Одновременно происходит вращение гантели в одной плоскости, что и отражает поляризационные свойства фотона.

При одновременном вращении гантели фотона, колебании его разноименно заряженных полумасс около их оси, происходит поступательное движение фотона, когда он свободен, или движение его вокруг заряженной частицы, когда он "захватывается" ею. Таким образом, фотон одновременно находится в трех движениях - поступательном, вращательном и колебательном.

Кроме того, по механизму происходящих процессов фотон подобен электрическому колебательному контуру, в котором по гармоническому закону колеблются параметры электрического и магнитного полей, причем эти поля смещены по фазе на  $\frac{\pi}{2}$ . В моменты максимального разлета полумасс отмечается четкое разделение электрических зарядов и фотон

характеризуется электрическим полем, а в момент максимального сближения разноименно заряженных полумасс - магнитным полем, причем сдвиг по фазе между электрическим и магнитным полями равен  $\frac{\pi}{2}$ .

Если справедлива принятая модель фотона, по которой две разноименно заряженные его полумассы разлетаются на максимальное расстояние, равное  $y_{\max} = 2A = \frac{\lambda}{\pi}$ , а затем слетаются до состояния  $y \Rightarrow 0$ , то в соответствии с гармоническим законом колебательного процесса амплитуда колебания каждой из полумасс фотона должна поочередно принимать положительное и отрицательное значения. В принятой нами модели это возможно лишь в том случае, если представить себе, что при колебательном процессе разноименно заряженных полумасс фотона они непрерывно меняются местами за счет вращательного движения фотона в целом, т.е. если в первый полупериод вверху находилась отрицательная полумасса, а внизу - положительная, то в следующий полупериод колебания вверху должна находиться положительная, а внизу - отрицательная полумасса фотона. Следовательно в момент максимального сближения полумасс фотона его длинная ось совпадает с направлением полета и далее происходит разлет полумасс с изменением положения зарядов в пространстве (рис.4).

В целом вид колебательного процесса фотона аналогичен процессу сложения двух встречных волн с одинаковыми амплитудами и частотами, в результате которого образуется стоячая волна (рис.4) с амплитудой

$$y_{\max} = 2A = \frac{\lambda}{\pi} = A_{\text{с.в.}}$$

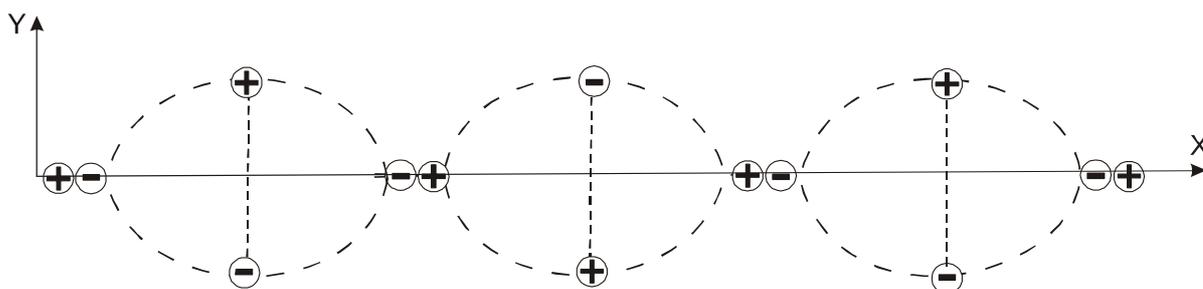


Рис. 4. Результат вращательно-колебательно-поступательного движения фотона в предельных случаях разлета и сближения его равноименно заряженных полумасс.

Рассмотрим, чему же равна амплитуда колебания каждой из полумасс фотона для квантов разной частоты в соответствии с формулой (28).

Для диапазона инфракрасного излучения:

$$\nu = 1 \cdot 10^{12} \div 3,75 \cdot 10^{14} \text{ Гц}; \quad \lambda = 3 \cdot 10^{-4} \div 8 \cdot 10^{-7} \text{ м}; \quad A = 4,78 \cdot 10^{-5} \div 1,27 \cdot 10^{-7} \text{ м}.$$

Для диапазона видимого излучения:

$$\nu = 3,75 \cdot 10^{14} \div 7,5 \cdot 10^{14} \text{ Гц}; \quad \lambda = 8 \cdot 10^{-7} \div 4 \cdot 10^{-7} \text{ м}; \quad A = 1,27 \cdot 10^{-7} \div 6,36 \cdot 10^{-8} \text{ м}.$$

Для ультрафиолетового излучения:

$$\nu = 7,5 \cdot 10^{14} \div 7,5 \cdot 10^{16} \text{ Гц}; \quad \lambda = 4 \cdot 10^{-7} \div 4 \cdot 10^{-9} \text{ м}; \quad A = 6,36 \cdot 10^{-8} \div 6,36 \cdot 10^{-10} \text{ м}.$$

Для рентгеновского излучения:

$$\nu = 7,5 \cdot 10^{16} \div 6 \cdot 10^{19} \text{ Гц}; \quad \lambda = 4 \cdot 10^{-9} \div 5 \cdot 10^{-12} \text{ м}; \quad A = 6,36 \cdot 10^{-10} \div 7,96 \cdot 10^{-13} \text{ м}.$$

Для гамма - излучения:

$$\nu = 6 \cdot 10^{19} \div 3 \cdot 10^{23} \text{ Гц}; \quad \lambda = 5 \cdot 10^{-12} \div 1 \cdot 10^{-15} \text{ м}; \quad A = 7,96 \cdot 10^{-13} \div 1,59 \cdot 10^{-16} \text{ м}.$$

Для сравнения приведем известные из литературы данные:

радиус электрона  $r_e = 2,8 \cdot 10^{-15} \text{ м};$

радиус ядра  $r_{\text{я}} = 1,0 \cdot 10^{-14} \text{ м};$

радиус вращения электрона на низшей орбите водорода или первый боровский радиус  $r = a_0 = 0,5 \cdot 10^{-10} \text{ м};$

размер атома  $\sim 10^{-8} \text{ м}.$

Как видим, приведенные цифры и параметры амплитуды колебания  $A$  разноименно заряженных полумасс фотона (электромагнитной волны) имеют близкие порядки, что безусловно, несет определенный физический смысл.

Для описания пространственного движения фотона вокруг заряженной частицы, когда последняя движется поступательно, можно подойти следующим образом. Рассмотрим одномерное уравнение волны, описывающее движение одной из полумасс фотона (например, заряженной положительно). Оно имеет вид

$$y_1 = A_1 \sin(\omega t - kx) \quad (31)$$

и представляет смещение полумассы фотона от положения равновесия в зависимости от времени и расстояния  $x$ , пройденного волной от некоторой начальной точки. Здесь  $A_1$  – амплитуда колебания;  $\omega = \frac{2\pi}{T}$  – круговая частота;  $T$  – период колебания,  $k = \frac{2\pi}{\lambda}$  – волновое число;  $\lambda$  – длина волны.

Волновое движение другой полумассы фотона (заряженной отрицательно), как видно, должно описываться аналогичным уравнением одномерной волны, но со сдвигом по фазе на  $\pi$  по отношению к волновому движению положительной полумассы фотона, т.е. должно иметь вид

$$y_2 = A_2 \sin(\omega t - kx - \pi) = A_2 \sin(\omega t + kx) \quad (32)$$

По существу это уравнение эквивалентно встречной отраженной от препятствия волны. В результате интерференции с падающей на препятствие волной образуется стоячая волна. Так как амплитуды колебания положительно и отрицательно заряженных полумасс фотона

равны, т.е.  $A_1=A_2=A$ , то результирующее колебание этих двух полумасс фотона представляет сложение уравнений (31) и (32) и имеет вид  $y = y_1+y_2 = A_1\sin(\omega t - kx) + A_2\sin(\omega t+kx) = 2A\cos kx \sin\omega t = \varphi \sin\omega t$ , где  $\varphi = 2A\cos kx$  – независимая от времени функция, характеризующая изменение расстояния между разноименно заряженными полумассами фотона в различных точках стоячей волны с определенными значениями координаты  $x$ ;  $2A$  – амплитуда стоячей волны. Колебательный процесс в виде отклонения от положения равновесия характеризуется скоростью и ускорением смещения.

$$v_x = \frac{d\varphi}{dx} = -2Ak \sin kx$$

(33)

$$a_x = \frac{d^2\varphi}{dx^2} = -2Ak^2 \cos kx$$

(34)

откуда

$$\frac{d^2\varphi}{dx^2} + k^2\varphi = 0$$

(35)

Это волновое уравнение одномерной волны.

Для пространственной волны, например, при движении фотона вокруг поступательно движущегося электрона, уравнение должно содержать три вторых производных по всем координатным осям, т.е.

$$\frac{d^2\varphi}{dx^2} + \frac{d^2\varphi}{dy^2} + \frac{d^2\varphi}{dz^2} + k^2\varphi = 0$$

(36)

или с помощью оператора Лапласа

$$\nabla^2\varphi + \kappa^2\varphi = 0 \tag{37}$$

После подстановки параметра  $k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi\nu}{c}$ , последнее уравнение

можно представить как 
$$\nabla^2 \varphi + \frac{4\pi^2}{\lambda^2} \varphi = 0$$

(38)

или 
$$\nabla^2 \varphi + \frac{4\pi^2 \cdot \nu^2}{c^2} \varphi = 0$$
 (39)

Учитывая особенности корпускулярно-волнового дуализма фотонов и

соотношение  $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{m_f c}$ , выражение  $\frac{4\pi^2}{\lambda^2}$  можно преобразовать к виду

$$\frac{4\pi^2}{\lambda^2} = \frac{4\pi^2 p_f^2}{h^2} = \frac{4\pi^2 m_{fi}^2 c^2}{h^2} = \frac{8\pi^2 m_{fi}}{h^2} \varepsilon_{fi}$$

(40)

Тогда уравнение (39) можно представить в виде

$$\nabla^2 \varphi + \frac{8\pi^2 m_{fi}}{h^2} \varepsilon_{fi} \varphi = 0$$
 (41)

здесь  $m_{fi}$  - масса фотона соответствующей частоты;  $\varepsilon_{fi}$  - кинетическая энергия фотона этой же частоты.

Как видно, последнее уравнение является полной аналогией стационарного волнового уравнения Шредингера [10], постулированного им для электрона, движущегося вокруг ядра в атоме водорода

$$\nabla^2 \psi + \frac{8\pi^2 m}{h^2} E_k \psi = 0$$
 (42)

где  $E_k = \frac{m\nu^2}{2}$  - кинетическая энергия частицы массой  $m$ , летящей со скоростью  $\nu$ .

## Выводы

1. Предложена модель фотона, который состоит из двух разноименно заряженных полумасс одинаковой величины и одновременно находится в трех движениях: поступательном, вращательном и колебательном.

2. Показано, что амплитуда колебания фотона обратно пропорциональна волновому числу и связана с длиной волны простым соотношением. В связи с этим, чем выше частота фотонов, тем меньше длина волны и амплитуда колебания полумасс фотона. Рассчитанные величины длин волн и амплитуд колебания фотонов соответствуют общей закономерности ряда фотонов от инфракрасного до гамма-излучения.

3. Сделан вывод волнового уравнения движения фотона, которое является полной аналогией стационарного волнового уравнения Шредингера [10], постулированного им для электрона, движущегося вокруг ядра в атоме водорода. Таким образом, не электрон в атоме водорода обладает волновыми свойствами в виде стоячей волны, а фотоны, вращающиеся вокруг электрона, обладают свойствами стоячей волны. Это, при определенных условиях в экспериментальных исследованиях, и придает электрону волновые свойства.

Кроме того, вокруг электронов в атоме и вокруг нуклонов в его ядре создаются фотонные поля, через которые происходит взаимодействие между всеми заряженными частицами атома и обеспечивается устойчивость атома.

### Список литературы

1. Александров Б.Л., Родченко М.Б., Александров А.Б. Роль фотонов в физических и химических явлениях. Краснодар, ГУП «Печатный двор Кубани», 2002, 543 с.
2. Поляков С.М., Поляков О.С. «Введение в экспериментальную гравитонику», Москва, Изд-во Прометей, 1991, 133 с.
3. Физический энциклопедический словарь. Гл. редактор А.М. Прохоров. М., «Советская энциклопедия», 1984, с.763.

4. Физические величины. Справочник под редакцией И.С. Григорьева, Е.З. Мейлихова, М., Энергоатомиздат, 1991 г, с.1233.

5. Канарев Ф.М. Кризис теоретической физики. Издание второе, Краснодар, изд-во КГАУ, 1997, 170 с.

6. Канарёв Ф.М. Начала физхимии микромира. Шестое издание, Краснодар, 2005, 509 с.

7. Walter Krauzer. So Interessant Physic. Berlin.1990.

8. Козлов В.Г., Червяков С.И. Взаимодействие открытых систем. Ж. «Судостроительная промышленность». Серия общетехническая, вып.28, 1990г, с.46-60.

9. Суорц Кл. Э. Необыкновенная физика обыкновенных явлений. Т.1, М., «Наука», гл. ред. физ. - мат. лит., 1986, 400с.,

10. Яворский Б.М., Детлаф А.А. Курс физики, том 3, Издательство «Высшая школа», М., 1967г, стр.280

### References

1. Aleksandrov B.L., Rodchenko M.B., Aleksandrov A.B. Rol' fotonov v fizicheskikh i himicheskikh javlenijah. Krasnodar, GUP «Pечатnyj dvor Kubani», 2002, 543 s.

2. Poljakov S.M., Poljakov O.S. « Vvedenie v jeksperimental'nuju gravitoniku», Moskva, Izd-vo Prometej, 1991, 133 s.

3. Fizicheskij jenciklopedicheskij slovar'. Gl. redaktor A.M. Prohorov. M., «Sovetskaja jenciklopedija», 1984, s.763.

4. Fizicheskie velichiny. Spravochnik pod redakciej I.S. Grigor'eva, E.Z. Mejlihova, M., Jenergoatomizdat, 1991 g, s.1233.

5. Kanarev F.M. Krizis teoreticheskoi fiziki. Izdanie vtoroe, Krasnodar, izd-vo KGAU, 1997, 170 s.

6. Kanarjov F.M. Nachala fizhimii mikromira. Shestoe izdanie, Krasnodar, 2005, 509 s.

7. Walter Krauzer. So Interessant Physic. Berlin.1990.

8. Kozlov V.G., Chervjakov S.I. Vzaimodejstvie otkrytyh sistem. Zh. «Sudostroitel'naja promyshlennost'». Serija obshhetehnicheskaja, vyp.28, 1990g, s.46-60.

9. Suorc Kl. Je. Neobyknovennaja fizika obyknovennyh javlenij. T.1, M., «Nauka», gl. red. fiz. - mat. lit., 1986, 400s.,

10. Javorskij B.M., Detlaf A.A. Kurs fiziki, tom 3, Izdatel'stvo «Vysshaja shkola», M., 1967g, str.280