Wave properties of elementary particles and periodic processes occurring in them.

S.S.Vilkovskii

E-mail: vilkovskii@outlook.com

21 November 2015

Possibility of formation of a stationary de Broglie wave by the coordinated interaction of periodic processes in elementary particles is considered. It is shown, the length of a wave of an elementary particle corresponds to a half of length of a wave of a low-frequency bending-around total wave of high-frequency processes of a particle and its environment.
Keywords: electron, wave function, energy, mass, length of a wave, frequency, spin.

The basic assumption in the preparation of de Broglie wave equations was the recognition of the existence of some periodic processes occurring within the particles [1]. In [2] obtained the equation of de Broglie wave properties of elementary particles under the assumption that the electron, the particles that make up the elementary particles have zero rotation, such as zero-point oscillations of the oscillator, which is closely related to the Schrodinger fluctuation of electron. Essence of the method considered on an example of an electron, in the following.

It is assumed that for the point particle comprising all mass and a charge of an electron there are zero rotations on some own (internal) orbit similar to zero fluctuations of the oscillator. Fluctuations of physical vacuum, type of the fluctuations forcing to fluctuate, shiver according to Schrödinger an electron [3] can be the cause of deduction on average an electron in own orbit. In the considered model nearby electrons can exchange in coordination among themselves of these fluctuations. Rotation on a circle of a point is equivalent to its simultaneous participation in two perpendicular fluctuations displaced on a phase [4,5]. Let's note, the fluctuations of vacuum acting on the charged electron, basically should represent photons, electromagnetic waves under the influence of which charged particle has to make the movements close to the rotary. This model is similar to the idea of de Broglie on the oscillators at each point in the universe tuned to the frequency of the electron under consideration [1]. There nearby particles together tunes to frequency each other by exchanging electromagnetic waves.

In order that in the considered model the spin corresponds to the experience necessary to perform the equality $mv_r r = \hbar / 2$, where r - the radius of the orbit, v_r - the velocity of the particle. Limiting the scope of rotation of Compton wavelength leads in this case to the value of the particle velocity on the inner orbit comparable to the speed of light and, accordingly, to a significant magnitude of its kinetic energy of rotation, which is missing in the formula for the rest energy. This leads to the possibility of the assumption that, virtually, the mass of the particle, which is on its own orbit, at rest ($v_r = 0$), similar to the calibration theories in the absence of the Higgs field is zero [6,7]. A particle on its own orbit may be called subparticle of elementary particle. We observe parameters of the last.

In this case, we can put that the subparticle mass increases with its speed and particularly rapidly when approaching the speed of light so, that when $v_r = c - \varepsilon$, $c \gg \varepsilon$ for an electron at rest, it becomes equal to the experimentally observed its rest mass m_0 :

$$m_0 v_r r = m_0 (c - \varepsilon) r \approx m_0 c r \approx \hbar / 2. \quad . \tag{1}$$

Proceeding from this equation we can receive frequency of rotation, which for the moving electron are equal [2]:

$$\tilde{\omega} = 2mc^2 / \hbar = (2m_0 c^2 / \sqrt{1 - v^2 / c^2}) / \hbar = \tilde{\omega}_0 / \sqrt{1 - v^2 / c^2}. \tag{2}$$

Here $\tilde{\omega}_0 = 2m_0 c^2 / \hbar.$ - a frequency corresponding to the immobile electron coinciding with a frequency with which the environment affects the electron.

In the case under consideration discrepancy of frequencies $\tilde{\omega}_0$ and $\tilde{\omega}$ has to influence behavior of a moving electron, creating areas in a bigger and smaller measure favoring to location of an electron. Rotation point in a circular orbit is a superposition of two perpendicular linear waves. The linear combination of two harmonic oscillations will be the decision for the oscillator with the harmonious compelling force. As we already noted, under the influence of a flat electromagnetic wave charged particle makes the movements close to the rotary. Based on this we can represent the behavior of the electron by the superposition of two plane waves of frequencies $\tilde{\omega}_0$ and $\tilde{\omega}$ of the same, due to the equal interaction, amplitude. The exact value of the received sum of fluctuations of two waves, and their approximate value for the case $\tilde{\omega} \approx \tilde{\omega}_0$ ($v \ll c$) can be represented as [4]:

$$\begin{aligned} u = a \cdot \cos(\tilde{\omega}_0 t - \tilde{k}_o x) + a \cdot \cos(\tilde{\omega} t - \tilde{k} x) = \psi(t, x) \varphi(t, x) = 2a \cdot \cos(\Delta \tilde{\omega} \cdot t / 2 - \\ - \Delta \tilde{k} \cdot x / 2) \cos[(\tilde{\omega}_0 + \tilde{\omega}) t / 2 - (\tilde{k}_0 + \tilde{k}) x / 2] \approx 2a \cos(\omega t - kx) \cos(\tilde{\omega}_0 t - \tilde{k}_0 x) \end{aligned}, \tag{3}$$

where $\omega=(\tilde{\omega}-\tilde{\omega}_0)/2=\Delta\tilde{\omega}/2,\ k=(\tilde{k}-\tilde{k}_0)/2=\Delta\tilde{k}/2.$

For the waves with close frequencies corresponding to the last equality, the first oscillating multiplier acts as amplitude to process of high frequency $\tilde{\omega}_0$.

In particular, for photons the square of amplitude defines intensity, and the last - the probability of finding a particle in space. Quite logically in this model to assume that amplitude of fluctuations of high frequency plays a similar role for an electron. Using (2), (3) write the approximate value for frequency ω at $v << c$. As a result we receive the equation de Broglie connecting the frequency and energy for this case [1]:

$$\omega = \Delta\tilde{\omega} / 2 = (\tilde{\omega} - \tilde{\omega}_0) / 2 \approx m_0 v^2 / 2\hbar = \mathrm{E_k} / \hbar . \qquad (4)$$

For the module of a wave vector k of an electromagnetic wave of length λ_w it is had:

$$k = 2\pi / \lambda_w = \Delta\tilde{k} / 2 = (\tilde{k} - \tilde{k}_0) / 2 = \tilde{\omega}_0 (1 / \sqrt{1 - v^2 / c^2} - 1) / 2c \approx \tilde{\omega}_0 v^2 / 4c^3 = m_0 v^2 / 2c\hbar . \qquad (5)$$

The module of the amplitude of the probability of finding the electron in space, is undergoing same changes in the length of the low-frequency half-wave of this equation. Really, between two next values of argument where equality $\cos(\tilde{k}_o x) + \cos(\tilde{k} x) = 2$ is carried out, repetitions of high-frequency values of function (3) are absent. Therefore this distance will reflect the general repetition of changes of a resultant of function of the sum of two harmonious fluctuations, that is total length of a wave. The values of phase for these two the points are of the form: $\tilde{k} x_2 = \tilde{k}_o x_2 + 2\pi (n + 1)$; $\tilde{k} x_1 = \tilde{k}_o x_1 + 2\pi n$. In this case, taking into account (5), we obtain: $\lambda = x_2 - x_1 = 2\pi / (\tilde{k} - \tilde{k}_o) = \lambda_w / 2$, that could be visible also from pictorial studying of the sum of two harmonic oscillations [4]. Taking into account this and using of (5), assuming that the ration of velocities of an electromagnetic wave and an electron is equal to c / v, we come to de Broil's equation for wavelength [1,3,4]:

$$\lambda = (\lambda_w / 2) / (c / v) = [(2\pi / k) / 2] / (c / v) \approx h / m_0 v . \qquad (6)$$

Let us see how the above equations correspond to the results obtained by de Broglie [1]. Value of de Broil's frequency cannot be experimentally defined [8]. We write, in accordance with the obtained results of the above, the equation of a periodic process for a particle, moving with the velocity v , which should correspond, according to [2], the doubled frequency: $\sin[\omega(t - x / v)] = \sin[(mv^2 / \hbar)(t - x / v)]$. Here λ it can be defined from the equation: $\lambda = v 2\pi / \omega = h / mv$.

To relativistic value for de Broil's frequency in this wave equation it is formally possible to come multiplying expression at t on c^2/v^2 : $\omega_B = (mv^2 / \hbar)(c^2 / v^2) = m_0 c^2 / \hbar\sqrt{1 - v^2 / c^2}$. In this case, that for length of a wave of an electron former equality remained, we should multiply expression at coordinate $1/v$ on v^2/c^2: $(1/v)(v^2/c^2) = 1/(c^2/v) = 1/V$. Believing that the size $V = c^2/v$ here plays a role of velocity, we have: $\lambda = V 2\pi / \omega_B = h/mv$. At such sequence of actions we receive a stationary wave de Broylya [1]: $\sin[\omega_B (t - xv/c^2)]$.

The integer number of lengths of waves in a stationary orbit of atom according to the theory of de Broglie turns out from expression of harmony of phases [1]: $V\tau = l_0 + v\tau$, where l_0 - length of a stationary orbit. From here we receive $\tau = l_0 v / c^2 (1 - v^2/c^2)$, which at substitution in expression for a phase taking into account delay of time gives [1]: $\Phi = \omega_0 \sqrt{(1 - v^2/c^2)}\tau = \omega_0 l_0 v / c^2 \sqrt{(1 - v^2/c^2)} = l_0 p / \hbar$.

In this case the multiplier $(1 - v^2/c^2)$ allows to transform observable frequency $\omega_0 \sqrt{(1 - v^2/c^2)}$ to frequency of a moving electron: $\omega_0 / \sqrt{(1 - v^2/c^2)}$ and the multiplier $1/V$ gives transformation: $(v/c^2)mc^2 = mv$. As a result in the assumption that on length of an orbit change of a phase occurs on size $2\pi n$: ($\Delta\Phi = 2\pi n$), turns out [1]: $l_0 = \lambda n$.

The provision of subparticles on corresponding to them internal orbits it is possible to consider as the hidden parametres entered by D. Bohm [9,10]. However us interests not possibility of their exact calculation, and the assumption, stated in these works, of need to take into consideration them at distances comparable with the sizes of elementary particles.

It can be assumed that the particles that make up the elementary particle with a rest mass different from zero, perform on their internal orbits local movement similar to the movement of an electron within its quantum size. That does not contradicts the Standard model, experiment in which the elementary particle consists of point particles [6,7].

In this case it is possible to explain existence of wave properties of other elementary particles similarly [2].

REFERENCES

1. M. Dzhemmer, Evolyutsiya ponyatiy kvantovoy mekhaniki, Nauka, Moskva (1985), s. 380.
2. S. S. Vilkovskii, viXra; 1507.0159 v1 [High Energy Particle Physics] (2015).
3. E. Shredinger, Izbrannyye trudy po kvantovoy mekhanike, Nauka, Moskva (1976),

s. 418.

4. E.V. Shpol'skiy, Atomnaya fizika, T. 1, Nauka, Moskva (1974), s. 576.
5. B. S. Ishkhanov , I.M. Kapitonov , N.P. Yudin , Chastitsy i atomnyye yadra , Izd.LKI , Moskva (2007) , s. 584.
6. G. Keyn, Sovremennaya fizika elementarnykh chastits, Mir, Moskva (1990), s.360.
7. A. I. Akhiyezer, Teoriya fundamental'nykh vzaimodeystviy, Naukova Dumka, Kiyev (1993), s.570.
8. V. G. Levich, Yu. A. Vdovin, V. A. Myamlin, Kurs teoreticheskoy fiziki, T.2, Nauka, Moskva (1971), s.936.
9. D. Bohm, A Suggested Interpretation of the Quantum Theory in Terms of "Hidden" Variables.I, Phys. Rev. 85, 166(1952).
10. D. Bohm, A Suggested Interpretation of the Quantum Theory in Terms of "Hidden" Variables.II, Phys. Rev 85, 180(1952).

Russian translation

Волновые свойства элементарных частиц и периодические процессы происходящие в них.

С. С. Вильковский

Рассмотрена возможность образования стационарной волны де Бройля согласованным взаимодействием периодических процессов в элементарных частицах. Показано, длина волны элементарной частицы соответствует половине длины волны низкочастотной огибающей суммарной волны высокочастотных процессов частицы и ее окружения.

Ключевые слова: электрон, волновая функция, энергия, масса, длина волны, частота, спин.

Основным предположением при получении де Бройлем волновых уравнений было допущение о некоторых периодических процессах происходящих внутри частиц [1]. В работе [2] были получены уравнения де Бройля волновых свойств элементарных частиц в предположении, что электрон, частицы, образующие элементарные частицы, обладают нулевыми вращениями, типа нулевых колебаний осциллятора, тесно связанных с Шредингеровским дрожанием электрона. Суть метода, рассмотренного на примере электрона, в следующем.

Предполагается, что для точечной частицы, содержащей в себе всю массу и заряд электрона, существуют нулевые вращения по некоторой собственной (внутренней) орбите аналогичные нулевым колебаниям осциллятора. Причиной удерживающей в среднем электрон на собственной орбите могут быть флуктуации физического вакуума, типа флуктуаций заставляющих колебаться, дрожать, согласно Шредингеру, электрон [3], которыми, кроме того, в рассматриваемой модели близлежащие электроны могут согласованно обмениваться между собой. Вращение по окружности точки эквивалентно одновременному участию ее в двух перпендикулярных смещенных по фазе колебаниях [4,5]. Отметим, флуктуации вакуума, действующие на заряженный электрон, в основном должны представлять собой фотоны, электромагнитные волны под действием которых заряженная частица должна совершать движения, близкие к вращательному. Данная модель близка к идее де Бройля об осцилляторах в каждой точке Вселенной, настроенных на частоту рассматриваемого электрона [1]. Здесь близлежащие частицы вместе настраиваются на частоту друг друга посредством обмена электромагнитными волнами.

Чтобы в рассматриваемой модели величина спина соответствовала опыту необходимо выполнение равенства $mv_r r = \hbar / 2$, где r - радиус орбиты, v_r - скорость частицы. Ограничение области вращения комптоновской длиной волны приводит в данном случае к значению скорости частицы на внутренней орбите сравнимой со световой и, соответственно, к заметной величине ее кинетической энергии вращения, которая отсутствует в формуле для энергии покоя. Это приводит к возможности предположения, что практически масса частицы, которая находится на собственной орбите, в покое ($v_r = 0$), аналогично калибровочным теориям в отсутствии хиггсового поля, равна нулю [6,7]. Частицу на собственной орбите можно назвать субчастицей элементарной частицы. Параметры последней мы наблюдаем.

В данном случае можно положить, что масса субчастицы увеличивается со скоростью и особенно быстро при приближении к скорости света так, что при

$v_r = c - \varepsilon$, $c \gg \varepsilon$ для покоящегося электрона она становится равной наблюдаемой на опыте его массе покоя m_0:

$$m_0 v_r r = m_0(c-\varepsilon)r \approx m_0 c r \approx \hbar/2. \quad (1)$$

Исходя из данного уравнения мы можем получить частоту вращения, которая для движущегося электрона равна [2]:

$$\tilde{\omega} = 2mc^2/\hbar = (2m_0c^2/\sqrt{1-v^2/c^2})/\hbar = \tilde{\omega}_0/\sqrt{1-v^2/c^2}. \quad (2)$$

Здесь $\tilde{\omega}_0 = 2m_0c^2/\hbar.$ - частота соответствующая неподвижному электрону, совпадающая с частотой, с которой окружение воздействует на электрон.

Несовпадение частот $\tilde{\omega}_0$ и $\tilde{\omega}$ в рассматриваемом случае должно влиять на поведение движущегося электрона, создавая области в большей и меньшей мере благоприятствующие местонахождению электрона. Вращение точки по круговой орбите является наложением двух перпендикулярных линейных колебаний. Решением для осциллятора с гармонической вынуждающей силой будет линейная комбинация двух гармонических колебаний. Как мы уже отмечали, под действием плоской электромагнитной волны заряженная частица совершает движения близкие к вращательным. Основываясь на этом мы можем представить поведение электрона наложением двух плоских волн частот $\tilde{\omega}_0$ и $\tilde{\omega}$ с одинаковой, в силу равного взаимодействия, амплитудой. Точная величина получаемой суммы колебаний двух волн, а также их приближенное значение для случая $\tilde{\omega} \approx \tilde{\omega}_0$ ($v \ll c$) могут быть представлены в виде [4]:

$$\begin{aligned} u &= a\cdot\cos(\tilde{\omega}_0 t - \tilde{k}_o x) + a\cdot\cos(\tilde{\omega} t - \tilde{k}x) = \psi(t,x)\varphi(t,x) = 2a\cdot\cos(\Delta\tilde{\omega}\cdot t/2 - \\ &-\Delta\tilde{k}\cdot x/2)\cos[(\tilde{\omega}_0+\tilde{\omega})t/2 - (\tilde{k}_0+\tilde{k})x/2] \approx 2a\cos(\omega t - kx)\cos(\tilde{\omega}_0 t - \tilde{k}_0 x) \end{aligned}, \quad (3)$$

где $\omega = (\tilde{\omega} - \tilde{\omega}_0)/2 = \Delta\tilde{\omega}/2$, $k = (\tilde{k} - \tilde{k}_0)/2 = \Delta\tilde{k}/2$.

Для волн с близкими частотами, соответствующих последнему равенству, первый осциллирующий множитель выступает в роли амплитуды процессу высокой частоты $\tilde{\omega}_0$.

В частности, для фотонов квадрат амплитуды определяет интенсивность, а последняя - вероятность нахождения в пространстве частицы. Вполне логично в данной модели предположить, что амплитуда колебаний высокой частоты играет аналогичную роль для электрона. Используя (2), (3) запишем приближенное значение для частоты ω при $v \ll c$. В результате получаем для данного случая уравнение де-Бройля, связывающее частоту и энергию [1]:

$$\omega = \Delta\tilde{\omega}/2 = (\tilde{\omega} - \tilde{\omega}_0)/2 \approx m_0 v^2/2\hbar = \mathrm{E_k}/\hbar . \quad (4)$$

Для модуля волнового вектора k электромагнитной волны длины λ_w имеем:

$$k = 2\pi / \lambda_w = \Delta\tilde{k} / 2 = (\tilde{k} - \tilde{k}_0) / 2 = \tilde{\omega}_0 (1 / \sqrt{1 - v^2 / c^2} - 1) / 2c \approx \tilde{\omega}_0 v^2 / 4c^3 = m_0 v^2 / 2c\hbar . \quad (5)$$

Модуль амплитуды, определяющей вероятность нахождения в пространстве электронов, претерпевает одинаковые изменения на длине низкочастотной полуволны данного уравнения. Действительно, между двумя ближайшими значениями аргумента, где выполняется равенство $\cos(\tilde{k}_o x) + \cos(\tilde{k}x) = 2$, отсутствуют высокочастотные повторения значения функции (3). Поэтому данное расстояние будет отражать общее повторение результирующей функции суммы двух гармонических колебаний, то есть общую длину волны. Значения фазы для данных двух точек имеет вид: $\tilde{k}x_2 = \tilde{k}_o x_2 + 2\pi(n+1)$; $\tilde{k}x_1 = \tilde{k}_o x_1 + 2\pi n$. В этом случае, учитывая (5), получаем $\lambda = x_2 - x_1 = 2\pi / (\tilde{k} - \tilde{k}_o) = \lambda_w / 2$, что может быть видно также из графического изучения суммы двух гармонических колебаний [4]. Учитывая это и используя (5), полагая, что отношение скоростей электромагнитной волны и электрона равно c / v, мы приходим к уравнению де Бройля для длины волны [1,3,4]:

$$\lambda = (\lambda_w / 2) / (c / v) = [(2\pi / k) / 2] / (c / v) \approx h / m_0 v . \quad (6)$$

Рассмотрим, как соотносятся вышеприведенные уравнения с результатами, полученными де Бройлем [1]. Значение для частоты де Бройля экспериментально не может быть определено [8]. Запишем в соответствии с найденными выше результатами уравнение периодического процесса для частицы, движущейся со скоростью v , имеющей, согласно [2], удвоенную частоту: $\sin[\omega(t - x / v)] = \sin[(mv^2 / \hbar)(t - x / v)]$. Здесь λ может быть определено из уравнения: $\lambda = v 2\pi / \omega = h / mv$.

К релятивистскому значению для частоты де Бройля в данном волновом уравнении формально можно придти умножая выражение при t на c^2/v^2 : $\omega_B = (mv^2 / \hbar)(c^2 / v^2) = m_0 c^2 / \hbar\sqrt{1 - v^2 / c^2}$. В этом случае, чтобы для длины волны электрона сохранялось прежнее равенство, мы должны выражение при координате $1 / v$ умножить на v^2/c^2: $(1 / v)(v^2 / c^2) = 1 / (c^2 / v) = 1 / V$.

Полагая, что величина $V = c^2 / v$ здесь играет роль скорости, имеем: $\lambda = V 2\pi / \omega_B = h / mv$. При такой последовательности действий мы получаем стационарную волну де Бройля [1]: $\sin[\omega_B (t - xv / c^2)]$.

Целое число длин волн на стационарной орбите атома у де Бройля получается из выражения гармонии фаз [1]: $V\tau = l_0 + v\tau$, где l_0 - длина стационарной орбиты. Отсюда получаем $\tau = l_0 v / c^2 (1 - v^2 / c^2)$, которое при подстановке в выражение для фазы с учетом замедления времени дает [1]: $\Phi = \omega_0 \sqrt{(1 - v^2 / c^2)}\tau = \omega_0 l_0 v / c^2 \sqrt{(1 - v^2 / c^2)} = l_0 p / \hbar$.

В данном случае множитель $(1 - v^2 / c^2)$ позволяет преобразовать наблюдаемую частоту $\omega_0 \sqrt{(1 - v^2 / c^2)}$ в частоту движущегося электрона: $\omega_0 / \sqrt{(1 - v^2 / c^2)}$, а множитель $1 / V$ дает преобразование: $(v / c^2) mc^2 = mv$. В результате в предположении, что на длине орбиты изменение фазы происходит на величину $2\pi n$: ($\Delta\Phi = 2\pi n$), получается [1]: $l_0 = \lambda n$.

Положения субчастиц на соответствующих им внутренних орбитах можно считать скрытыми параметрами, введенными Д. Бомом [9,10]. Однако нас интересует не возможность точного их расчета, а предположение, высказанное в данных работах, о необходимости их учета в масштабах сравнимых с размерами элементарных частиц.

Можно предположить, что частицы, входящие в состав элементарных частиц, обладающих массой покоя не равной нулю, совершают по своим внутренним орбитам локальные движения аналогичные движению электрона в области своего квантового размера. Это не противоречит Стандартной модели, эксперименту, в соответствии с которыми структуру элементарных частиц составляют точечные частицы [6,7].

В этом случае существование волновых свойств иных элементарных частиц можно объяснить аналогичным образом [2].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. М. Джеммер, Эволюция понятий квантовой механики, Наука, Москва (1985), с. 380.

2. S. S. Vilkovskii, viXra; 1507.0159 v1 [High Energy Particle Physics] (2015).

3. Э. Шредингер, Избранные труды по квантовой механике, Наука, Москва (1976), с. 418.

4. Э.В. Шпольский, Атомная физика, Т. 1, Наука, Москва (1974), с. 576.

5. Б. С. Ишханов, И.М. Капитонов, Н.П. Юдин, Частицы и атомные ядра,

Изд.ЛКИ, Москва (2007) , с. 584.

6. Г. Кейн, Современная физика элементарных частиц, Мир, Москва (1990), с.360.
7. А. И. Ахиезер, Теория фундаментальных взаимодействий, Наукова Думка, Киев (1993), с.570.
8. В. Г. Левич, Ю. А. Вдовин, В. А. Мямлин, Курс теоретической физики, Т.2, Наука, Москва (1971), с.936.
9. D. Bohm, A Suggested Interpretation of the Quantum Theory in Terms of "Hidden" Variables.I, Phys. Rev. 85, 166(1952).
10. D. Bohm, A Suggested Interpretation of the Quantum Theory in Terms of "Hidden" Variables.II, Phys. Rev 85, 180(1952).