

ПРИНЦИП КВАНТОВАНИЯ МАГНИТНОГО ПОТОКА MAGNETIC FLUX QUANTIZATION PRINCIPLE

Ключевые слова: заряд, электрон, магнитный поток, квант Ф.Лондона, атом водорода.
Keywords: charge, electron, magnetic flux, F. London quantum, hydrogen atom.

Аннотация

Отмечено, что из того обстоятельства, что элементарный электрический заряд равен e , очевидным образом следует общеизвестный принцип квантования электрического заряда, а именно, электрический заряд квантуется, квантом является заряд электрона e (или позитрона). Или – любое изменение заряда равно целому числу электронов (или позитронов). Формально-тождественное преобразование принципа квантования электрического заряда позволяет сформулировать принцип квантования магнитного потока, а именно, квантуется величина, обратная магнитному потоку, квантом является величина, обратная кванту магнитного потока Ф.Лондона Φ_L . Или – любое изменение величины, обратной магнитному потоку равно целому числу величин, обратных кванту магнитного потока Ф.Лондона Φ_L . Величина, обратная кванту магнитного потока Φ_0 равна сумме двух величин, обратных кванту магнитного потока Ф.Лондона Φ_L . Иллюстрацией справедливости принципа квантования магнитного потока по отношению к атому водорода является теорема 1: квантование энергии атома водорода является следствием принципа квантования магнитного потока. Доказана теорема 2: магнитный поток атома водорода в основном состоянии равен кванту магнитного потока Ф.Лондона Φ_L . Доказана теорема 3: величина кванта магнитного потока Φ_0 не является минимально возможной для ненулевого магнитного потока.

Annotation

It is noted that from the fact that the elementary electric charge is equal to e , the well-known principle of quantizing the electric charge follows, namely, the electric charge is quantized, the quantum is the charge of the electron e (or positron). Or - any change in charge is equal to an integer number of electrons (or positrons). The formal-identical transformation of the principle of quantization of electric charge allows us to formulate the principle of quantization of the magnetic flux, namely, the inverse of the magnetic flux is quantized, the quantum is the inverse of the quantum of the magnetic flux F. London Φ_L . Or - any change in the reciprocal of the magnetic flux is equal to an integer number of quantities inverse to the quantum of the magnetic flux F. London Φ_L . The reciprocal of the magnetic flux quantum Φ_0 is equal to the sum of two quantities inverse to the quantum of the magnetic flux F. London Φ_L . An illustration of the validity of the principle of quantization of the magnetic flux with respect to the hydrogen atom is Theorem 1: quantization of energy of a hydrogen atom is a consequence of the principle of quantization of magnetic flux. Theorem 2 is proved: the magnetic flux of a hydrogen atom in the ground state is equal to the quantum of magnetic flux F. London Φ_L . Theorem 3 is proved: the magnetic flux quantum Φ_0 is not the minimum possible for a nonzero magnetic flux.

Попов Игорь Павлович

Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т.С. Мальцева, Россия,

Курган

старший преподаватель кафедры технических систем в агробизнесе

ip.popov@yandex.ru

Popov Igor Pavlovich

Kurgan State Agricultural Academy T.S. Maltseva, Russia, Kurgan

Введение

Элементарный электрический заряд равен e .

Из этого обстоятельства очевидным образом следует общеизвестный

Принцип квантования электрического заряда. Электрический заряд квантуется.

Квантом является заряд электрона [1, 2].

Или – любое изменение заряда равно целому числу электронов.

Или –
$$q = q_0 + \Delta q = ne + me = \sum_n e + \sum_m e. \quad (1)$$

Целью работы является установление принципа квантования магнитного потока подобно принципу квантования электрического заряда (1).

Задача исследования заключается в разработке соответствующей математической модели.

Актуальность работы состоит в том, что принцип квантования магнитного потока может представлять теоретический и практический интерес.

1. Формально-тождественное преобразование принципа квантования электрического заряда

Из формулы (1) следует

$$\frac{q}{h} = \frac{ne}{h} + \frac{me}{h} = \frac{n}{\Phi_L} + \frac{m}{\Phi_L} = \sum_n \frac{1}{\Phi_L} + \sum_m \frac{1}{\Phi_L}, \quad (2)$$

где Φ_L квант магнитного потока Ф.Лондона.

Пусть в формуле (1) $q_0 = \Delta q = e$. Тогда

$$\frac{e}{h} + \frac{e}{h} = \frac{2e}{h} = \frac{1}{\Phi_L} + \frac{1}{\Phi_L} = \frac{1}{\Phi_0}, \quad (3)$$

где Φ_0 квант магнитного потока [3–8].

Величина, обратная кванту магнитного потока равна сумме двух величин, обратных кванту магнитного потока Ф.Лондона.

Соотношения (2) и (3) позволяют сформулировать

Принцип квантования магнитного потока. Квантуется величина, обратная магнитному потоку. Квантом является величина $1/\Phi_L$, обратная кванту магнитного потока Ф.Лондона.

Или – любое изменение величины, обратной магнитному потоку равно целому числу величин, обратных кванту магнитного потока Ф.Лондона.

Или –
$$\frac{1}{\Phi} = \frac{1}{\Phi_1} + \Delta \frac{1}{\Phi} = \frac{n}{\Phi_L} + \frac{m}{\Phi_L} = \sum_n \frac{1}{\Phi_L} + \sum_m \frac{1}{\Phi_L}. \quad (4)$$

Формула (3) является иллюстрацией справедливости принципа по отношению к кванту магнитного потока Φ_0 .

2. Иллюстрация справедливости принципа квантования магнитного потока по отношению к атому водорода

Теорема 1. Квантование энергии атома водорода

$$E_n = -\frac{1}{n^2} \frac{m_e e^4}{8h^2 \varepsilon_0^2} \quad (5)$$

является следствием принципа квантования магнитного потока (4).

Доказательство. Постоянная тонкой структуры

$$\alpha = \frac{\mu_0 c e^2}{2h}$$

Отсюда
$$h = \frac{\mu_0 c e^2}{2\alpha}$$

Квант магнитного потока Φ_L Лондона

$$\Phi_L = \frac{h}{e} = \frac{\mu_0 c e}{2\alpha}$$

Отсюда
$$e = \frac{2\alpha \Phi_L}{\mu_0 c}$$

Боровский радиус
$$a_0 = \frac{\varepsilon_0 h^2}{\pi m_e e^2}.$$

Отсюда
$$m_e = \frac{\varepsilon_0 h^2}{\pi a_0 e^2}.$$

Основной энергетический уровень атома водорода

$$E_1 = -\frac{m_e e^4}{8h^2 \varepsilon_0^2} = -\frac{e^4}{8h^2 \varepsilon_0^2} \frac{\varepsilon_0 h^2}{\pi a_0 e^2} = -\frac{e^2}{8\pi a_0 \varepsilon_0} = -\frac{4\alpha^2 \Phi_L^2}{8\pi a_0 \varepsilon_0 \mu_0^2 c^2} = -\frac{\alpha^2 \Phi_L^2}{2\pi a_0 \mu_0} = k \Phi_L^2 \quad (6)$$

Здесь k – константа (является композицией констант). Таким образом, энергия электрона является функцией магнитного потока. В общем виде

$$E = k \Phi^2 \quad (7)$$

Другими словами, энергия изменяется при изменении магнитного потока.

Но магнитный поток изменяется в соответствии с принципом квантования магнитного потока (4). Для возбужденного состояния $n \neq 1$

$$\frac{1}{\Phi_n} = \sum_n \frac{1}{\Phi_L} = \frac{n}{\Phi_L},$$

$$\Phi_n = \frac{\Phi_L}{n}. \quad (8)$$

В соответствии с (7)

$$E_n = k\Phi_n^2 = k \frac{\Phi_L^2}{n^2} = \frac{1}{n^2} E_1 = -\frac{1}{n^2} \frac{m_e e^4}{8h^2 \epsilon_0^2}, \quad (9)$$

что идентично (5). Теорема доказана.

3. Магнитный поток атома водорода в основном состоянии

Теорема 2. Магнитный поток атома водорода в основном состоянии равен кванту магнитного потока Ф.Лондона Φ_L .

Доказательство.

Пусть в основном состоянии атома водорода в соответствии с принципом квантования магнитного потока (4) величина, обратная магнитному потоку равна

$$\frac{1}{\Phi_1} = \sum_m \frac{1}{\Phi_L} = \frac{m}{\Phi_L}, \quad \Phi_1 = \frac{\Phi_L}{m}$$

В соответствии с (6) основной энергетический уровень атома водорода равен

$$E_1 = -\frac{\alpha^2 \Phi_L^2}{2\pi a_0 \mu_0} = -\frac{\alpha^2 m^2}{2\pi a_0 \mu_0} \left(\frac{\Phi_L}{m} \right)^2 = k_1 \left(\frac{\Phi_L}{m} \right)^2 \quad (10)$$

В общем виде

$$E = k_1 \Phi^2 \quad (11)$$

Пусть в соответствии с принципом квантования магнитного потока (4) величина, обратная магнитному потоку изменилась на один квант $1/\Phi_L$ и стала равна

$$\frac{1}{\Phi_2} = \frac{1}{\Phi_1} + \frac{1}{\Phi_L} = \frac{m}{\Phi_L} + \frac{1}{\Phi_L} = \frac{m+1}{\Phi_L}, \quad \Phi_2 = \frac{\Phi_L}{m+1}$$

В соответствии с (9)

$$E_2 = k_1 \Phi_2^2 = -\frac{\alpha^2 m^2}{2\pi a_0 \mu_0} \left(\frac{\Phi_L}{m+1} \right)^2 \quad (12)$$

В соответствии с (5)

$$\frac{E_1}{E_2} = 4$$

В соответствии с (10) и (12)

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{(m+1)^2}{m^2}.$$

Это отношение равно четырем лишь при $m=1$. Теорема доказана.

4. О кванте магнитного потока Φ_0

Теорема 3. Величина кванта магнитного потока Φ_0 не является минимально возможной для ненулевого магнитного потока.

Доказательство.

В соответствии с (9) и (8) для возбужденных состояний атома водорода, при которых $n > 2$,

$$\Phi_n = \frac{\Phi_L}{n} < \frac{\Phi_L}{2} = \Phi_0.$$

Теорема доказана.

Заключение

Квант магнитного потока Φ_0 не является квантом в смысле порции (как и квант Ф.Лондона Φ_L). Квантом является величина $1/\Phi_L$, обратная кванту магнитного потока Ф.Лондона.

Величина кванта магнитного потока Φ_0 не является минимально возможной для ненулевого магнитного потока.

Магнитный поток атома водорода в основном состоянии равен кванту магнитного потока Ф.Лондона Φ_L .

Квантуется величина, обратная магнитному потоку. Квантом является величина $1/\Phi_L$, обратная кванту магнитного потока Ф.Лондона.

Дискретный набор энергий атома водорода (5) является следствием решения уравнения Шредингера, которое, в свою очередь, является феноменологическим [9, 10]. Ходом рассуждений, обратным использованному при доказательстве теоремы 1, можно показать, что уравнение Шредингера является следствием принципа квантования магнитного потока (4).

Список используемых источников:

1. Попов I.P. The size of the electron with spin // Engineering physics. 2016. no. 9. P. 45–46.
2. Попов И.П. О конечности размера электрона // Вестник Курганского государственного университета. Естественные науки. Вып. 10. 2017. № 4(47). С. 95–97.
3. Попов I.P. Combined vectors and magnetic charge // Applied Physics and Mathematics. 2018. no. 6. P. 12–20. DOI: 10.25791/pfim.06.2018.329
4. Попов И.П. Об электромагнитной системе единиц // Вестник Челябинского государственного университета. Физика. 2010. Выпуск 7. №12(193). С. 78,79.

5. Попов И.П. Сведение постоянной Планка к классическим фундаментальным константам // Вестник Удмуртского университета. Физика и химия. 2014. Вып. 3. С. 51–54.
6. Попов И.П. Электромагнитное представление квантовых величин // Вестник Курганского государственного университета. Естественные науки. 2010. Вып. 3. №2(18). С. 59–62.
7. Попов И.П. Сопоставление квантового и макро-описания магнитного потока // Сборник научных трудов аспирантов и соискателей Курганского государственного университета. 2011. Вып. XIII. С. 26.
8. Попов И.П. Формулы для постоянной Планка, массы электрона и других величин // Вектор современной науки. 2017. № 1; URL: vektorsn.esrae.ru/1-6 (дата обращения: 07.06.2017).
9. Popov I.P. A wave chain formed by the two monochromatic de Broglie waves // British journal of innovation in science and technology. 2017. Vol 2. no. 4. P. 27–31.
10. Popov I.P. Mathematical modeling of the wave packet formed by two plane monochromatic de Broglie waves // Applied mathematics and control sciences. 2016. no. 2. P. 7–13.