

ПРИНЦИП ОБРАТНОГО КВАНТОВАНИЯ МАГНИТНОГО ПОТОКА

И.П. Попов¹, ГИП

Д.Н. Парышев¹, генеральный директор

О.Ю. Моисеев¹, технический директор

В.В. Харин¹, зам. ген. директора по научной и инновационной работе

А.А. Мосин¹, заместитель технического директора по производству

Н.Д. Парышев², директор

Д.А. Харин³, магистрант

¹ЗАО «Курганстальмост»

²ООО «АЙРВЕНТ»

(Россия, г. Курган)

³Уральский федеральный университет имени первого президента России

Б. Н. Ельцина

(Россия, г. Екатеринбург)

DOI:10.24412/2500-1000-2023-3-2-128-132

Аннотация. Формально-тождественное преобразование принципа квантования электрического заряда позволяет по аналогии сформулировать принцип квантования магнитного потока, а именно, квантуется величина, обратная магнитному потоку, при этом квантом является величина, обратная кванту магнитного потока Φ . Лондона Φ_L . Величина, обратная кванту магнитного потока Φ_0 равна сумме двух величин, обратных кванту магнитного потока Φ . Лондона Φ_L .

Ключевые слова: заряд, электрон, магнитный поток, квант Φ . Лондона, атом водорода.

Введение. Элементарный электрический заряд равен e .

Из этого обстоятельства очевидным образом следует общеизвестный

Принцип квантования электрического заряда. Электрический заряд квантуется. Квантом является заряд электрона [1-4].

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 [5-7].

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

Метод. 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 Φ . 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.

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

Соотношения (2) и (3) позволяют сформулировать

Принцип квантования магнитного потока. Квантуется величина, обратная маг-

нитному потоку. Квантом является величина $1/\Phi_L$, обратная кванту магнитного потока Φ . Лондона.

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

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

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

Иллюстрация справедливости принципа квантования магнитного потока по отношению к атому водорода

Теорема 1. Квантование энергии атома водорода

$$E_n = -\frac{1}{n^2} \frac{m_e e^4}{8h^2 \epsilon_0^2} \quad (5)$$

является следствием принципа квантования магнитного потока (4).

Доказательство. Постоянная тонкой структуры $\alpha = \frac{\mu_0 c e^2}{2h}$.

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

$$\text{Квант магнитного потока } \Phi_L \text{ Лондона } \Phi_L = \frac{h}{e} = \frac{\mu_0 c e}{2\alpha}.$$

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

$$\text{Боровский радиус } a_0 = \frac{\epsilon_0 h^2}{\pi m_e e^2}.$$

$$\text{Отсюда } m_e = \frac{\epsilon_0 h^2}{\pi a_0 e^2}.$$

Основной энергетический уровень атома водорода

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

(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 маг-

нитного потока (4). Для возбужденного состояния $n \neq 1$

$$\frac{1}{\Phi_n} = \sum_n \frac{1}{\Phi_L} = \frac{n}{\Phi_L}, \quad \Phi_n = \frac{\Phi_L}{n}. \quad (8)$$

$$\text{В соответствии с (7) } E_n = k\Phi_n^2 = k \frac{\Phi_L^2}{n^2} = \frac{1}{n^2} E_1 = -\frac{1}{n^2} \frac{m_e e^4}{8h^2 \varepsilon_0^2}, \quad (9)$$

что идентично (5). Теорема доказана.

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

$$\Phi_1 = \frac{\Phi_L}{m}.$$

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

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

$$\text{В общем виде} \quad E = k_1 \Phi^2. \quad (11)$$

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

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

$$\text{В соответствии с (9) } E_2 = k_1 \Phi_2^2 = -\frac{\alpha^2 m^2}{2\pi a_0 \mu_0} \left(\frac{\Phi_L}{m+1}\right)^2. \quad (12)$$

$$\text{В соответствии с (5) } \frac{E_1}{E_2} = 4.$$

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.

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 $n > 2$,

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

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. Ходом рассуждений, обратным использованному при доказательстве теоремы 1, можно показать, что уравнение Шредингера является следствием принципа квантования магнитного потока (4).

Библиографический список

1. Павлов В.Д. Энергетика излучения электрического заряда и ее следствия // Известия Уфимского научного центра РАН. – 2021. – № 4. – С. 5-8. 10.31040/2222-8349-2021-0-4-5-8.
2. Павлов В.Д. Теоремы об излучении заряда // Инженерная физика. – 2021. – № 6. – С. 37-40. DOI: 10.25791/infizik.6.2021.1213.
3. Попов И.П. Об электромагнитном излучении отдельных зарядов // Доклады АН ВШ РФ. – 2021. – № 2 (51). – С. 7-13. DOI: 10.17212/1727-2769-2021-2-7-13.
4. Попов И.П. Размер электрона с учетом спина // Инженерная физика. – 2016. – № 9. – С. 45-46.
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.

PRINCIPLE OF INVERSE QUANTIZATION OF MAGNETIC FLUX**I.P. Popov¹**, *GUI***D.N. Paryshev¹**, *General Director***O.Yu. Moiseev¹**, *Technical Director***V.V. Kharin¹**, *Deputy General Director for Scientific and Innovative work***A.A. Mosin¹**, *Deputy Technical Director for Production***N.D. Paryshev²**, *Director***D.A. Kharin³**, *Graduate Student*¹**Company Kurganstalmost**²**AIRVENT LLC****(Russia, Kurgan)**³**Ural Federal University named after the First President of Russia B. N. Yeltsin****(Russia, Yekaterinburg)**

***Abstract.** The formally identical transformation of the electric charge quantization principle allows us to formulate the magnetic flux quantization principle by analogy, namely, the reciprocal of the magnetic flux is quantized, while the quantum is the reciprocal of the magnetic flux quantum F . London Φ_L . The reciprocal of the quantum of the magnetic flux Φ_0 is equal to the sum of two reciprocals of the quantum of the magnetic flux F . London Φ_L .*

***Keywords:** charge, electron, magnetic flux, F . London quantum, hydrogen atom.*