

Судячи з наведених прикладів можна вважати, що частота електрона має певний фізичний сенс, розкриття якого може дати нові уявлення про суть електрона і його електричного поля.

Авторові відомі два мало примітні повідомлення, освітлюючи цю характеристику електрона. Якщо тема, зачеплена в доповіді, викличе інтерес, автор готовий поділитися інформацією, що мається в його розпорядженні.

### Список використаних джерел:

1. Де Бройль Л., Хвилі і кванти, УФН 86, 371 (1965).
2. Compton A. H., The Spectrum of Scattered X – Rays, Phys. Rev. 22, 409 (1923).
3. Compton A. H., A Quantum Theory of the Scattering of X – Rays by Light Elements, Phys. Rev. 21, 483 (1923).
5. Klemperer O., On the Annihilation Radiation of the Positron, Proc. Camber. Phil. Soc. 30, 347 (1934).
7. Шпольский Э. В., Атомна фізика, т. 1, Введення в атомну фізику, видавництво «Наука» 575 (1974).
8. Крауфорд Ф., Хвилі, видавництво «Наука» 528 (1974).

### Попенко В.Й.

*старший науковий співробітник,*

*Науково-виробнича корпорація «Київський інститут автоматики»*

## ДИНАМІЧНЕ ПОЛЕ ЕЛЕКТРОНА

Частота е.м. випромінювання  $\omega_\gamma = \Omega_0$  [1] при анігіляції електрона з позитроном [2] може пояснюватися частотою механічних коливань зарядів, в процесі анігіляції, хоча величина її  $\nu = \Omega_0/2\pi = 1,23564 \cdot 10^{20}$  сек<sup>-1</sup>, непомірно висока для механічних коливань анігілюючих часток. Іншим поясненням може бути те, що частота  $\Omega_0$  є внутрішньою властивістю самих часток, тобто заряди їх динамічні і частота фотонів  $\omega_\gamma$ , що випускаються ними, в процесі анігіляції дорівнює частоті  $\Omega_0$  їх власних динамічних полів.

Деякі відомі фізики, зокрема, Макс Борн, вважали, що енергія і маса електрона мають електромагнітну природу, тобто електрон є повністю електромагнітним об'єктом. Враховуючи це і факти анігіляції, можна припустити, що заряд електрона і його електричне поле, магнітний момент і магнітне поле, відповідне йому, змінюються в часі з частотою електрона  $\Omega_0$ .

Анігіляція, в цьому випадку, є переходом стоячих хвиль електромагнітних коливань динамічних полів сферичної конфігурації електрона і позитрона, частоти  $\Omega_0$ , в е.м хвилі, що біжать,  $\gamma$  – фотонів тієї ж частоти  $e^- + e^+ \rightarrow \gamma_1 + \gamma_2$ .

Фото народження, перехід е.м. хвиль, що біжать,  $\gamma$ -фотонів частоти  $\omega_\gamma$  при їх накладенні в стоячі хвилі динамічних полів, частоти  $\Omega_0 = \omega_\gamma$  сферичної конфігурації електрона і позитрона  $\gamma_1 + \gamma_2 \rightarrow e^- + e^+$ .

З цих міркувань виходить, що заряд електрона і його поле гармонійно залежать від часу, здійснюючи коливання з частотою  $\Omega_0$  [2]

$$q_e = -e\psi(t) = -e \exp i(\Omega_0 t + \varphi_0); \mathbf{E} = \mathbf{E}_r \psi(t) = \mathbf{r} \frac{-e}{r^3} \exp i(\Omega_0 t + \varphi_0). \quad (1)$$

Знак динамічного заряду визначає початкова фаза  $\varphi_0$

$$+q = q \exp(i\Omega_0 t), \varphi_0 = 0; -q = q \exp(i\Omega_0 t \pm \pi), \varphi_0 = \pm\pi. \quad (2)$$

Коливання динамічних полів зарядів одного знаку синфазні, зарядів протилежного знаку проти фази.

Відсутність спостережуваної залежності електричного поля зарядів від часу легко з'ясовна. Електричний заряд  $q$ , електричне поле  $\mathbf{E}$  і його потенціал  $\varphi$  окремо не є вимірними величинами.

Щоб виміряти заряд  $q$ , необхідно помістити його в електричне поле  $\mathbf{E}$ ,  $\varphi$ , що є каліброваним, виміряти енергію  $W$ , або силу  $\mathbf{F}$ , що діє на заряд, і по відомих залежностях,  $q = W/\varphi$ , чи  $q = \mathbf{F}/\mathbf{E}$ , вчислити його величину.

Щоб виміряти електричне поле  $\mathbf{E}$ ,  $\varphi$ , необхідно помістити в нього калібрований заряд  $q$ , зробити ті ж виміри і, по відомих залежностях  $\varphi = W/q$ , та  $\mathbf{E} = \mathbf{F}/q$  вчислити шукані величини.

Вимірні не є електричні заряди і поля, які можуть бути динамічними, а взаємодії зарядів з електричним полем, результати вимірів яких, не містять залежності від часу.

Незмірні електричні величини можуть бути комплексними і описуватися комплексними функціями  $(q, \varphi, \mathbf{E}) \propto \exp(i\Omega_0 t)$ .

Вимірними можуть бути тільки речові величини, що є наслідком взаємодії між електричним полем і зарядами, обчислювані множенням комплексних величин  $W \propto q \cdot \varphi, \mathbf{F} \propto q \cdot \mathbf{E}$ .

Квадрат модуля комплексної величини дорівнює твору її комплексно зв'язаних значень, тому, для комплексних зарядів і полів справедливі формули  $W = 0.5(q \cdot \varphi^* + q^* \cdot \varphi), \mathbf{F} = 0.5(q \cdot \mathbf{E}^* + q^* \cdot \mathbf{E})$ , де:  $q, \varphi, \mathbf{E}$  – комплексні величини,  $q^*, \varphi^*, \mathbf{E}^*$  – їх комплексно зв'язані значення.

Енергія динамічного електрона  $q_e = -e \exp(i\Omega_0 t)$ , у динамічному потенціалі  $\varphi = \varphi(r) \cdot \exp i\Omega_0 t$ , не містить залежності від часу

$$W_{eq} = 0,5 (\varphi q_e^* + \varphi^* q_e) = \\ = 0,5(-e)\varphi(r)[\exp(i\Omega_0 t) \exp(-i\Omega_0 t) + \exp(-i\Omega_0 t) \exp(i\Omega_0 t)] = -e\varphi(r). \quad (3)$$

Де:  $\varphi = \varphi(r) \exp i\Omega_0 t$  та  $\varphi^* = \varphi(r) \exp -i\Omega_0 t$  – комплексно зв'язані значення динамічного потенціалу в точці розташування електрона.

Сила  $\mathbf{F}_{eq}$ , що діє на динамічний електрон в динамічному полі  $\mathbf{E}_q$ , також не містить залежності від часу

$$\mathbf{F}_{eq} = 0,5 (\mathbf{E}_q q_e^* + \mathbf{E}_q^* q_e) = 0,5 (-e) \mathbf{E}(r)[\exp(i\Omega_0 t) \exp(-i\Omega_0 t) + \\ + \exp(-i\Omega_0 t) \exp(i\Omega_0 t)] = -e \mathbf{E}(r). \quad (4)$$

Де:  $\mathbf{E}_q = \mathbf{E}(r) \exp i\Omega_0 t$  та  $\mathbf{E}_q^* = \mathbf{E}(r) \exp -i\Omega_0 t$  – комплексно зв'язані значення вектору динамічного поля в точці розташування електрона.

Гармонійна залежність динамічного поля електрона від часу з частотою  $\Omega_0$  в статичних взаємодіях не спостережувана.

Якщо заряд  $q$  здійснює гармонійні коливання з частотою  $\omega < \Omega_0$ , частота його динамічного поля міститиме і частоту коливань заряду  $\omega$

$$\mathbf{E}_q \propto \mathbf{E}(\mathbf{r}) \exp(i\Omega_0 t) \exp(i\omega t) \propto \mathbf{E}(\mathbf{r}) \exp[i(\Omega_0 + \omega)t] = \mathbf{E}(\mathbf{r}) \exp(i\Omega t). \quad (5)$$

На динамічний електрон в динамічному полі заряду (5) діятиме сила, з частотою коливань заряду  $\omega$

$$\mathbf{F}_{eq} = 0,5(q_e \mathbf{E}_q^* + q_e^* \mathbf{E}_q) = \\ = -e \mathbf{E} 0,5 [\exp(i\Omega_0 t) \exp(-i\Omega t) + \exp(-i\Omega_0 t) \exp(i\Omega t)] =$$

$$= -e \mathbf{E} 0,5 [\exp(-i\omega t) + \exp(i\omega t)] = -e \mathbf{E} \cos \omega t. \quad (6)$$

Де:  $\mathbf{E}_q = \mathbf{E}(\mathbf{r}) \exp(i\Omega t)$ ,  $\mathbf{E}_q^* = \mathbf{E}(\mathbf{r}) \exp(-i\Omega t)$  – комплексно зв'язані значення динамічного поля заряду в точці розташування електрона.

Якщо в динамічне поле (5) внести провідник, э.д.с., наведена в нім, може бути виміряна електротехнічними засобами. Спостережуваною частотою цієї э.д.с. буде частота  $\omega$ , дії сили на електрони провідника, дорівнююча різниці частоти поля заряду  $\Omega$  і частоти поля електрона, що покоїться  $\Omega_o$

$$\Omega - \Omega_o = (\Omega_o + \omega) - \Omega_o = \omega. \quad (7)$$

Частота динамічного поля заряду  $\Omega$  віртуальна, у взаємодії з електронами не проявляється, не спостережувана. Спостережуваною частотою дії динамічного поля на електрон, що покоїться, є частота биття, дорівнююча різниці частоти динамічного поля  $\Omega$  і частоти електрона  $\Omega_o$

$$\omega_H = \Omega - \Omega_o. \quad (8)$$

Оскільки єдиним, «приладом» тестування поля, являється електрон з динамічним електричним полем, (електрони в щупах вимірювальних приладів, електрони у світлочутливих плівках, електрони у світлочутливих клітинах очей) спостереженню доступна тільки різниця частоти досліджуваних динамічних полів  $\Omega$  і частоти електрона  $\Omega_o$ ,  $\omega_H = \Omega - \Omega_o$ .

У цьому, можливо і криється причина того, що динамічна суть електричного поля заряджених часток залишалася не поміченою.

Експериментально встановлено, що довжина хвилі динамічного поля дорівнює відношенню швидкості світла до його спостережуваної частоти  $\omega_H$

$$\lambda = 2\pi \frac{c}{\omega_H} = 2\pi \frac{c}{\Omega - \Omega_o}. \quad (9)$$

Звідки витікає, що динамічне поле частоти  $\Omega_o$  не має періодичної структури в просторі, оскільки довжина його хвилі дорівнює нескінченності

$$\lim_{\Omega \rightarrow \Omega_o} \lambda = \lim_{\Omega \rightarrow \Omega_o} 2\pi \frac{c}{\Omega - \Omega_o} = \infty \quad (10)$$

Частоту динамічного поля електрона, згідно (19) [2] можна представити сумою частоти спокою електрона  $\Omega_o$  і доданку, залежного від стану руху електрона, що являється спостережуваною частотою динамічного поля електрона

$$\begin{aligned} \Omega &= 2\pi \frac{mc^2}{h} = 2\pi \frac{m_o c^2}{h} \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{-0,5} = \Omega_o \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{-0,5} \approx \Omega_o + 0,5 \frac{v^2}{c^2} \Omega_o = \\ &= \Omega_o + \omega_H, \text{ где } \omega_H = 0,5 \frac{v^2}{c^2} \Omega_o \end{aligned} \quad (11)$$

Випромінювання електрона пропорційне твору прискорення на заряд  $\mathcal{E} \propto \dot{v} \cdot q_e$ . Поклавши прискорення електрона постійним,  $\dot{v} = \text{const.}$ , випромінювання відбуватиметься на частоті його динамічного поля  $\Omega$  з (11)

$$\mathcal{E} \propto \dot{v} \cdot q_e = \dot{v} \cdot (-e) \exp(i\Omega t) = -\dot{v} \cdot e \exp it (\Omega_o + 0,5 \frac{v^2}{c^2} \Omega_o).$$

Спостережувана частота випромінювання згідно (11) буде пропорційна квадрату швидкості руху електрона, тобто його кінетичній енергії

$$\omega_H = \Omega - \Omega_o = \Omega_o + 0,5 \frac{v^2}{c^2} \Omega_o - \Omega_o = 0,5 \frac{v^2}{c^2} \Omega_o = \frac{0,5 m_o v^2}{m_o c^2} \Omega_o = \Omega_o \frac{W_{\text{кин}}}{W_o}. \quad (12)$$

Залежність спостережуваної частоти випромінювання електрона (12) від кінетичної енергії простежується в усіх випромінюваннях електронів.

Класичне пояснення граничної частоти рентгенівського гальмівного випромінювання наступне. Електрон, під дією негативного прискорення гальмування, випромінює на частоті коливань власного динамічного поля  $\Omega$ , згідно (11) залежної від швидкості руху електрона

$$\Omega = \Omega_o \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{-0,5} \approx \Omega_o + 0,5 \frac{v^2}{c^2} \Omega_o.$$

Граничною частотою його являється спостережувана частота, що відповідає максимальній швидкості випромінюючого електрона у момент початку гальмування

$$\omega_r = (\Omega - \Omega_o) = \frac{0,5v_{max}^2}{c^2} \Omega_o \quad (13)$$

Такий же результат отримаємо, підставляючи в квантову формулу граничної частоти  $\nu_r = eU/h$  [4] постійну Планка  $h = m_0c^2/\Omega_o$  з (6) [1],

$$\nu_r = \frac{eU}{h} = \frac{0,5mv^2}{h} = \frac{0,5mv^2}{2\pi m_0c^2} \Omega_o = \frac{1}{4\pi} \frac{v_{max}^2}{c^2} \Omega_o.$$

При плавному підвищенні прискорюючого потенціалу, на певному його значенні відбувається різке, в десятки разів, збільшення інтенсивності рентгенівського випромінювання, при постійному струмі катода. Поява на кривій інтенсивності гальмівного випромінювання різких викидів характеристичного випромінювання означає, що в гальмівному випромінюванні витрачається лише мала доля кінетичної енергії електронів. Велика частина кінетичної енергії електронів переходить в теплову енергію розігрівання анода.

Повному переходу кінетичної енергії електронів з катода у випромінювання відповідає інтенсивність характеристичного випромінювання, в десятки разів перевищуюча інтенсивність гальмівного випромінювання, тому затвердження квантової теорії про те, що гранична частота відповідає повному переходу кінетичної енергії електронів в енергію фотонів, не відповідає дійсності.

Спектр випромінювання атома водню в хвилевих числах  $1/\lambda$ , відповідає формулі Бальмера – Ридберга. Після множення на  $2\pi c$ , підстановки постійної Ридберга  $R = 0,5\alpha^2\Lambda$ , і, враховуючи, що  $2\pi c/\Lambda = \Omega_o$  отримаємо формулу спектру частот атома водню

$$\omega = \frac{2\pi c}{\lambda} = 2\pi cR \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2}\right) = 0,5 \frac{2\pi c}{\Lambda} \alpha^2 \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2}\right) = 0,5\alpha^2 \Omega_o \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2}\right). \quad (14)$$

З динамічної рівноваги електрона на орбіті атома водню [3] витікає, що відношення максимальної швидкості електрона на орбіті до швидкості світла рівно постійної тонкої структури  $v_{max}/c = \alpha$ . Підставляючи  $\alpha$  у формулу спостережуваних частот спектру атома водню, отримаємо

$$\omega = 0,5\Omega_o \frac{v_{max}^2}{c^2} \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2}\right) \quad (15)$$

Частота  $\Omega_o$  і швидкість світла  $c$  величини постійні, тому твір квадрата максимальної швидкості на вираження в дужках можна розглядати, як розкладання в спектр квадрата швидкості коливань електрона в атомі водню

$$v_{max}^2 \left( \frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right) \approx v_{m,n}^2. \quad (16)$$

В результаті спостережувану частоту випромінювання можна записати, як твір частоти  $\Omega_o$  і розкладання в спектр квадрата швидкості коливань електрона (15), поділеного на квадрат швидкості світла  $\omega = \Omega_o 0,5 v_{m,n}^2 / c^2$ .

Спектр атома водню, у такому разі, представляє спостережувані частоти випромінювання електрона атома що відповідають гармонійним складовим квадрата швидкості коливань електрона в атомі

$$\omega = \Omega - \Omega_o = \Omega_o \frac{0,5 v_{m,n}^2}{c^2}, \text{ где } v_{m,n}^2 \approx v_m^2 \left( \frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right). \quad (17)$$

Залежність спостережуваної частоти випромінювань електронів атомів від частоти динамічного поля електрона  $\Omega_o$ , підтверджує динамічну суть електричного поля електронів і заряджених часток взагалі.

Якщо викладені ідеї викличуть інтерес, автор готовий поділитися рівняннями динамічного поля, його властивостями і зв'язком з випромінюваннями атома.

### Список використаних джерел:

1. Попенко В. Й. Частота електрона. Тези для наукової конференції «Актуальні питання сучасної науки», 2014.
2. Klemperer O. On the Annihilation Radiation of the positron, Proc. Camber. Phil. Soc. 30, 347 (1934).
3. Вихман Э. Квантова фізика. Видання 2-е, стереотипне. Головна редакція фізико-математичної літератури вид-во «Наука», 1977.
4. Шпольский Э. В., Атомна фізика, т. 1, Введення в атомну фізику, видавництво «Наука» 575 (1974).

### Попенко В.Й.

*старший науковий співробітник,*

*Науково-виробнича корпорація «Київський інститут автоматики»*

### РІВНЯННЯ ДИНАМІЧНОГО ПОЛЯ ЕЛЕКТРОНА

Амплітуда динамічного поля електрона висуненого в [1], сферично симетрична функція координат  $\mathbf{E}_r = \mathbf{r} \frac{e}{r^3}$  гармонійно залежна від часу з частотою  $\Omega_o$

$$\mathbf{E} = \mathbf{E}_r \psi(t) = \mathbf{r} \frac{e}{r^3} \exp i(\Omega_o t + \varphi_0). \quad (1)$$

Динамічне поле частоти  $\Omega_o$ , згідно (10)[1] не має періодичної структури в просторі, його фаза постійна в усій області існування.

Являючись, по суті, електричним, динамічне поле електрона, також як і складові електромагнітного поля класичної електродинаміки  $\ddot{\mathbf{E}} - c^2 \nabla^2 \mathbf{E} = 0$ ,  $\ddot{\mathbf{H}} - c^2 \nabla^2 \mathbf{H} = 0$ , [2] повинно відповідати диференціальному рівнянню другого порядку.

Диференціюючи рівняння (1) двічі за часом отримаємо

$$\ddot{\mathbf{E}} = \mathbf{E}_r (i\Omega_o)^2 \exp(i\Omega t) = -\Omega_o^2 \mathbf{E}, \text{ или } \ddot{\mathbf{E}} + \Omega_o^2 \mathbf{E} = 0. \quad (2)$$