

**ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОННОГО ВОЛНОВОГО ПАКЕТА
В РИДБЕРГСКОМ АТОМЕ ПРИ НАЛОЖЕНИИ
ЦИРКУЛЯРНО ПОЛЯРИЗОВАННОЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ВОЛНЫ**

Красавин А.

Московский физико-технический институт
ГНИИ "Полос"

В работе [1] было показано, что при представлении электрона в виде волнового пакета:

$$\Psi(\mathbf{r}, t) = C \exp\left(-(\rho \mathbf{F} \bar{\rho}) + \frac{i}{\hbar} (\mathbf{p}_0(t) \bar{\rho} + \mathbf{E}(t))\right), \quad C = \left((2/\pi)^3 \det \operatorname{Re} \mathbf{F}(0)\right)^{1/4}$$

где $\mathbf{F}(t)$ - комплексная 3x3 матрица, и

$$\rho = \mathbf{r} - \mathbf{r}_0(t).$$

в полях слабо меняющихся на размерах волнового пакета, его центр движется по классической траектории, а матрица параметров подчиняется уравнению типа Рикатти:

$$i\hbar \frac{\partial \mathbf{F}}{\partial t} = \frac{2\hbar^2}{m} \mathbf{F}^2 + \frac{ie\hbar}{mc} \left(d(\mathbf{A}(\mathbf{r}_0)) \mathbf{F} - \mathbf{F} d^T(\mathbf{A}(\mathbf{r}_0)) \right) - \\ - \frac{e^2}{2mc^2} \left(d(\mathbf{A}(\mathbf{r}_0)) d^T(\mathbf{A}(\mathbf{r}_0)) \right) - \frac{1}{2} e D_2 U(\mathbf{r}_0) + \frac{e}{2c} (\dot{\mathbf{r}}_0 D_2 \mathbf{A}(\mathbf{r}_0)),$$

где $d(\mathbf{A}(\mathbf{r}_0))$, $D_2 \mathbf{A}(\mathbf{r}_0)$, $D_2 U(\mathbf{r}_0)$ - матрицы, определяемые пространственными производными потенциалов по компонентам \mathbf{r}_0 .

В данной работе подход применён для исследования движения электрона на дальних орбитах, что необходимо для выполнения условия малости изменения потенциального поля. Был рассмотрен частный случай: центр волнового пакета движется по круговой орбите при наложении циркулярно поляризованной электромагнитной волны с частотой равной частоте вращения центра волнового пакета

$$\omega = \frac{1}{r_0} \sqrt{\frac{1}{m} \left(\frac{e^2}{r_0} + e E_0 r_0 \right)} \quad (r_0 - \text{радиус вращения волнового пакета, } E_0 - \text{амплитуда волны),}$$

и фазой такой, что электрическая составляющая направлена радиально от центра кулоновского потенциала, а магнитная составляющая параллельна скорости центра волнового пакета.

Был произведён переход в систему координат с центром в исходной системе координат, но вращающуюся с частотой вращения центра волнового пакета так, что он всегда находится в точке $(r, 0, 0)$. Получено что матрица параметров в этой системе удовлетворяет следующему уравнению:

$$i\hbar \frac{\partial \mathbf{F}'}{\partial t} = \frac{2\hbar^2}{m} \mathbf{F}'^2 + i\hbar \left[\begin{pmatrix} 0 & \omega & 0 \\ -\omega & 0 & 0 \\ \Omega & 0 & 0 \end{pmatrix} \mathbf{F}' + \mathbf{F}' \begin{pmatrix} 0 & -\omega & \Omega \\ \omega & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \right] - \begin{pmatrix} -2\alpha & 0 & 0 \\ 0 & \alpha & \\ & & \alpha + \beta + \chi \end{pmatrix},$$

$$\text{где: } \Omega = \frac{E_0 e}{mc}, \quad \alpha = \frac{e^2}{2r_0}, \quad \beta = \frac{E_0^2 e^2}{2r_0^3}, \quad \chi = \frac{E_0 k^2 r_0 e}{2}.$$

Решение этого уравнения позволит установить возможность устойчивого движения волнового пакета в атоме по кеплеровской орбите.

Литература

1. В.П. Быков. Письма в ЖЭТФ, том 64, вып. 8 стр. 515-520. 1996 г.