

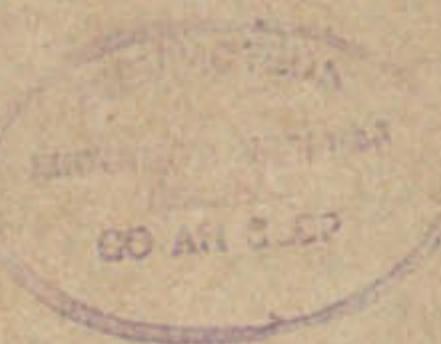
С 13

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ АН СССР.

препринт 16

О.Я.Савченко

Волновая функция электрона в переменном
магнитном поле



НОВОСИБИРСК 1966

✓

А Н Н О Т А Ц И Я

Определяется полная волновая функция электрона в переменном магнитном поле. Найдены условия, при которых спиновая часть волновой функции подчиняется уравнению Блоха.

Волновая функция электрона в переменном магнитном поле определяется (в обозначениях [I]) следующим уравнением:

$$\mathcal{D}_+ \Psi = 0,$$

$$\mathcal{D}_+ = \frac{\partial^2}{\partial x_1^2} + (\vec{k}_1 \cdot \vec{q} \sin \varphi) - \frac{e}{2\hbar c} H (x_2 \vec{k}_1 - x_1 \vec{k}_2) \pm k_0, \quad (I)$$

ось x_1 направлена вдоль магнитного поля.

Подстановка

$$\Psi = \mathcal{D}_- \Psi_1$$

переводит (I) в итерированную форму:

$$\mathcal{D}_+ \mathcal{D}_- \Psi_1 = 0, \quad (3)$$

или

$$(\square_H + k_{14} \rho^{k_{12}\varphi} \frac{\partial \Psi_1}{\partial t} - 2i d_{14} k_{12} - k_0^2) \Psi_1 = 0,$$

$$\square_H = -\frac{1}{c^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2} + \Delta - 2i d_{14} \frac{\partial}{\partial \varphi} - d_{14}^2 \rho^2, \quad d_{14} = \frac{e}{2\hbar c} H \quad (4)$$

если (3) раскрыть и переписать в полярных координатах.

Если

$$\left| \frac{\partial \Psi_1}{\partial t} \right| \ll k_4^2 - k_0^2, \quad k_4 = \Psi_1^{-1} \frac{\partial}{\partial x_1} \Psi_1, \quad (5)$$

уравнение (4) переписывается (в неподвижной системе координат) в виде:

$$(\square_H - 2i(\vec{d}_{14} \cdot \vec{k}_{12}) - k_0^2) \Psi_1 = 0. \quad (6)$$

В случае

$$\left| \frac{\partial k_4}{\partial x_1} \right| \ll \left| \frac{\partial k_4}{\partial x_2} \right|, \quad (7)$$

подстановка [2]

$$\Psi = f(x_i) F(\vec{L}_s, t) \quad \text{из условия } (5) \text{ (спиновое уравнение)}$$

дает:

$$(\square_s - K_s^2) f = 0, \quad (9.1)$$

$$\left[-\frac{1}{2t^2} \frac{\partial}{\partial t^2} + K_s^2 t - i(\vec{L}_s \cdot \vec{L}_p) \right] F = 0. \quad (9.2)$$

И, наконец, подстановка

$$F = M_s \exp i(\vec{L}_s \cdot \vec{L}_p) t, \quad \vec{M}_s = M_x \vec{J}_{33} + M_y \vec{J}_{33} + M_z \vec{J}_{12} = (\vec{M} \cdot \vec{J}_s) \quad (10)$$

переводит (9) (с точностью до членов порядка $\lambda_s K_s^2$) в
релятивистский аналог уравнения Блоха:

$$K_s \frac{d}{dt} \vec{M} = 2 [\vec{J}_s \times \vec{M}],$$

$$\vec{M} = M_x i + M_y j + M_z k. \quad (II)$$

Таким образом волновую функцию электрона при условиях (5,?) можно записать в виде:

$$\Psi = \prod_i f(x_i) \vec{M}_s \exp i(\vec{J}_s \cdot \vec{J}_p) t \quad (12)$$

Это означает, что спин электрона не связан с орбитальным движением; характер движения спина определяется релятивистским уравнением Блоха (II). Однако, в связи с тем, что условие (?) для релятивистского электрона может нарушаться, нужно относиться с осторожностью к прямому обобщению уравнения Блоха на релятивистский случай [4,5].

Л и т е р а т у р а

1. А.Зоммерфельд. Строение атома и спектры, т.2, ГИТГ (1956).
2. О.Я.Савченко. Опт.и спектр, I4, I,3 (1963).
3. R.Bloch, Phys.Rev., 70, 460 (1946).
4. J.Frenkel, Z.Physik, 37, 243 (1926).
5. Y.Vagmann, Louis Michel, Y.L.Tellegdi, Phys.Rev.Let., 2, 10 (1959).