

С 13

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ АН СССР.

препринт 16

О.Я.Савченко

**Волновая функция электрона в переменном
магнитном поле**



НОВОСИБИРСК 1966

✓

АННОТАЦИЯ

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 [1]) следующим уравнением:

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

$$\mathcal{D}_\pm = \gamma_4 \frac{\partial}{\partial x_4} + (\vec{\gamma} \cdot \text{grad}) - \frac{e}{2\hbar c} H (x_2 \gamma_1 - x_1 \gamma_2) \pm k_0, \quad (1)$$

ось x_3 направлена вдоль магнитного поля.

Подстановка

$$\Psi = \mathcal{D}_- \Psi_1, \quad (2)$$

переводит (1) в итерированную форму:

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

или

$$(\square_H + \gamma_4 e^{i\alpha} \frac{\partial}{\partial t} - 2i\alpha_H \gamma_{12} - k_0^2) \Psi_1 = 0,$$

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

если (3) раскрыть и переписать в полярных координатах.

Если

$$\left| \frac{\partial \alpha_H}{\partial t} \right| \ll k_0^2 - K_0^2, \quad k_0 = \Psi_1^{-1} \frac{\partial}{\partial x_4} \Psi_1, \quad (5)$$

уравнение (4) переписывается (в неподвижной системе координат)

в виде:

$$(\square_H - 2i(\vec{\alpha}_H \cdot \vec{\gamma}_{12}) - K_0^2) \Psi_1 = 0. \quad (6)$$

В случае

$$\left| \frac{\partial k_0}{\partial x_4} \right| \ll \left| \frac{\partial k_0}{\partial x_4} \right|, \quad (7)$$

подстановка [2]

$$\Psi = f(x_i) \cdot F(\vec{\alpha}_n, t) \quad (8)$$

дает:

$$(\square_n - K_0^2) f = 0, \quad (9.1)$$

$$\left[-\frac{1}{2c^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2} + K_0 \frac{\partial}{\partial t} - i(\vec{\alpha}_n \cdot \vec{\gamma}_n) \right] F = 0. \quad (9.2)$$

И, наконец, подстановка

$$F = M_5 \exp i(\vec{\alpha}_n \cdot \vec{\gamma}_n) t, \quad \vec{M}_5 = M_x \gamma_{03} + M_y \gamma_{04} + M_z \gamma_{05} = (\vec{M} \cdot \vec{\gamma}_n) \quad (10)$$

переводит (9) (с точностью до членов порядка $\alpha_n K_0^2$) в релятивистский аналог уравнения Блоха:

$$K_0 \frac{\partial}{\partial t} \vec{M} = 2[\vec{\alpha}_n \times \vec{M}],$$

$$\vec{M} = M_x i + M_y j + M_z k. \quad (11)$$

Таким образом волновую функцию электрона при условиях (5,7) можно записать в виде:

$$\Psi = \mathcal{D}_- f(x_i) \cdot \vec{M}_5 \cdot \exp i(\vec{\alpha}_n \cdot \vec{\gamma}_n) t \quad (12)$$

Это означает, что спин электрона не связан с орбитальным движением; характер движения спина определяется релятивистским уравнением Блоха (11). Однако, в связи с тем, что условие (7) 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, ГИИТЛ(1956).
2. О.Я.Савченко. Опт.и спектр, 14, 1,3 (1963).
3. P.Bloch, Phys.Rev., 70, 460 (1946).
4. J.Fzenkel, Z.Physik, 37, 243 (1926).
5. Y.Bazgmann, Louis Michel, Y.L.Telegdi, Phys.Rev.Let. 2, 10 (1959).