

А.А.*КАЛЫБАЙ

Национальная инженерная академия Республики Казахстан

ПРОСТРАНСТВЕННО – КВАНТОВАЯ МОДЕЛЬ ЭЛЕКТРОНА

Построена и обоснована пространственная квантово-механическая модель электрона, основанная на экспериментально установленных его корпускулярно – волновых параметрах. С помощью модели корректно объяснена дуальность электрона. За его спин принята модуль кинетического момента вращения модели, вычислены основные квантово-механические и квантово-волновые характеристики электрона и получены выражения законов сохранения кинетического момента вращения и момента его полного импульса. Из этих законов как следствие получены выражения магнетона Бора и полного магнетона модели, численные значения которых совпадают с экспериментальными данными. Устранено основное противоречие между СТО и КМ, выведен полный комплект дуальных соотношений и доказано, что электрон является носителем его корпускулярно – волновых свойств.

Ключевые слова: электрон, пространственная модель, кинетический момент, спин, магнетон Бора, закон сохранения кинетического момента, закон сохранения момента полного импульса.

Эксперименттерде анықталған корпускулалық-толқындық параметрлеріне негізделген электронның кеңістіктік өлшемді, квант-механикалық моделі көрсетілді. Электронның дуалды бөлшек-толқындық қасиеттері түсіндірілді. Электронның спинін оның кинетикалық моменті деп алып, барлық корпускулалық-толқындық параметрлері, көрсеткіштері және кинетикалық момент пен толық импульстың моментінің сақталу заңдылықтары қортындылды. Осы заңдылықтардан Бор магнетоны мен электронның толық магнетонының өрнектері алынды және оларды негізінде алынған сандық шамалардың эксперименттерге сәйкестігі көрсетілді. Салыстырмалық теориясы мен кванттық механиканың қарама қайшылықтары жойылып, оларды болдырмайтын дуалды толық өрнектер тұрғызылды және электронның өзі ғана оның барлық корпускулалық-толқындық қасиеттерін алып жүре алатындығы негізделді.

Түйін сөздер: электрон, кеңістіктік модель, кинетикалық момент, спин, Бор магнетоны, кинетикалық моментінің сақталу заңы, толық импульстық моментінің сақталу заңы.

A spatial quantum – mechanical model of the electron based on experimentally established particle – wave parameters is constructed and substantiated. With the help of the model, the duality of the electron is correctly explained. The spin modulus of the kinetic moment of rotation of the model is taken for its spin, the basic quantum mechanical and quantum wave characteristics of the electron are calculated and expressions of the laws of conservation of the kinetic moment of rotation and the moment of its full momentum are obtained. From these laws, as a consequence, expressions of the Bohr magneton and the full model magneton are obtained, the numerical values of which coincide with the experimental data. The main contradiction between SRT and KM is eliminated, a complete set of dual relations is derived and it is proved that the electron is the carrier of its corpuscular-wave properties.

Key words: electron, spatial model, angular momentum, spin, Bohr's magneton, the law of conservation of the kinetic moment conservation law of total angular momentum.

Современная физика считает квантовую механику (КМ), специальную теорию относительности (СТО) своим фундаментом [1-3]. Однако она не замечает ее «**фундаментальную трудность**» (проблема расходимости) и «**болезнь века**» в ней (процедура перенормировок). Этот факт отмечен [4]: «... **фундаментальная трудность теории обязана тому обстоятельству, что все частицы в современной теории**

рассматриваются как точечные... Но если бы частицы имели в современной теории характер действительно протяженных частиц, как это следует для упругих столкновений, то не было бы «болезни века» в теории элементарных частиц».

В [5,6] установлено противоречие КМ с СТО, ошибочность постулатов и законов СТО и КМ, недостатки их точечной модели. Мы строим пространственную модель электрона, основанную на его экспериментальных квантово-механических параметрах.

1. Основные положения СТО и КМ, их единство и противоречия. СТО считает равнозначными инерциальные системы отсчетов и абсолютным пределом постоянную в них скорость света [7], вытекающие из псевдоэвклидовости четырехмерного пространства – времени с форминвариантной метрикой [8]

$$(ds)^2 = c^2(dt)^2 - (dx)^2 - (dy)^2 - (dz)^2. \quad (1)$$

В (1) t – время, x, y, z – координаты события, информация о котором распространяется со скоростью $c = 2,99757458 \cdot 10^8$ м/с [9,10]. Метрика (1) для одновременных событий, происходящих в разных точках (x_1, y_1, z_1) и (x_2, y_2, z_2) мира Минковского, имеет отрицательное значение (квадрат действительного числа $([ds])^2$ в действительном пространстве отрицателен), нужное для форминвариантности положенных в основу СТО уравнений Максвелла классической электродинамики [8-10]. В СТО справедливы законы: эквивалентности полной энергии E и релятивистской массы m частицы

$E = mc^2$; изменения массы $m = m_0 \sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}$ при ее движении со скоростью u , постоянной массе покоя m_0 ; сохранения энергии и импульса ($p = mu$) $E^2 - p^2c^2 = c^2$. В [5] установлены

Теорема 1. $E = mc^2 \quad m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}}$. (2)

Теорема 2. $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}} \Leftrightarrow E^2 - p^2c^2 = m_0^2c^2$. (3)

Теорема 3. $E^2 - p^2c^2 = m_0^2c^2 \Leftrightarrow E = mc^2$. (4)

Теорема 4. $m_0 = 0 = 0$. (5)

Теорема 5. $m_0 > 0 \Leftrightarrow u < c$. (6)

Все явления, процессы и законы природы должны рассматриваться в псевдоэвклидовом пространстве – времени и быть инвариантными относительно преобразований Лоренца [1-4, 7-10, 11], ибо по Эйнштейну [12]: *«СТО привела к ясным физическим представлениям о пространстве и времени... Она показала, как нужно изменить уравнения движения (уравнения Ньютона) со скоростью, не очень малой по сравнению со скоростью света. Разъяснила формально структуру уравнений Максвелл-*

ла для электромагнитного поля; в частности, она позволила понять внутреннее единство электрического и магнитного полей. Она объединила законы сохранения импульса и энергии в единый закон и продемонстрировала эквивалентность массы и энергии... Она в общем виде указала роль мировой постоянной c (скорость света) в законах природы и продемонстрировала тесную связь между тем, как в эти законы природы входят пространственные координаты, с одной стороны, и время – с другой». В [6] противовес [12] приведены экспериментальные факты о движущихся частицах минимум 10^7 раз быстрее света.

Принцип дуальности КМ выражается соотношениями де Бройля [9,10]:

$$E = h\nu, p = tu = h/\lambda, \lambda\nu = c, \quad (7)$$

где E и p – энергия и импульс, λ и ν – длина и частота волны де Бройля, $h = 6,6269344595 \cdot 10^{-34}$ Дж · сек ($\hbar = 1,05457266 \cdot 10^{-34}$ с) – постоянная Планка. Согласно (2) – (4) и (7), для электрона с массой покоя $m_e = 9,109389786 \cdot 10^{-31}$ кг, $mc^2 = h\nu$ и

$$p\lambda = tu\lambda = h; \quad tu\lambda\nu = h\nu; \quad tuc = mc^2; \quad u = c. \quad (8)$$

Согласно (8) электрон в КМ имеет скорость $u = c$, а СТО ее не допускает. Это и есть главное противоречие СТО и КМ.

2. Пространственно – квантовая модель электрона.

Электрон считается стабильной частицей без внутренней структуры [1-3]. Примем электрон за твердое тело 3-х измерений с постоянной массой m_e . Его движение состоит из поступательного перемещения центра масс со скоростью \overline{V}_e и вращения около центра масс с угловой \overline{W}_e и абсолютными скоростями [9,10]:

$$\overline{u}_a = \overline{V}_e + \overline{W}_e \times \overline{a}_e, \quad (9)$$

где \overline{a}_e – радиус – вектор произвольной точки тела электрона, перпендикулярный к \overline{W}_e .

Кинетический момент электрона с моментом инерции примем за спин электрона с $W_e = \omega_e$:

$$E_e = m_e c^2; E_e = h\nu_e; \lambda_e \nu_e = c. \quad (10)$$

Используя (8) и (10), вычислим

$$\nu_e = m_e c^2/h = 1,236 \cdot 10^{20} \text{Гц}; \quad \lambda_e = \frac{c}{\nu_e} = 2,426 \cdot 10^{-12} \text{м}. \quad (11)$$

Значение (11) длины волны де Бройля λ_e совпадает с экспериментальным значением Комптоновской длины волны электрона [9,10], а циклическая частота ω_e и длина r_e Комптоновской волны имеют значения:

$$\omega_e = 2\pi\nu_e = 7,767 \cdot 10^{20} \text{Гц}, \quad r_e = \left(\frac{\lambda_e}{2\pi} \right) = 3,861 \cdot 10^{-13} \text{м}. \quad (12)$$

Кинетическая энергия Q_e вращения согласно (10):

$$Q_e = \frac{1}{2}(I_e \omega_e) \cdot \omega_e = \frac{1}{2} \cdot \frac{\hbar}{2} \cdot \omega_e = \frac{1}{4} m_e c^2 = \frac{1}{2} m_e \left(\frac{c}{\sqrt{2}} \right)^2 = \frac{1}{2} m_e \left(\frac{\omega_e r_e}{\sqrt{2}} \right)^2. \quad (13)$$

т.е. составляет четвертую часть полной энергии E_e .

Из (13) вытекает равенство

$$a_e = \frac{r_e}{\sqrt{2}} = 2,731 \cdot 10^{-13} \text{ м.} \quad (14)$$

С учетом (10) и (13) I_e выражается

$$I_e \omega_e \omega_e = \frac{1}{2} \hbar \omega_e = \frac{1}{2} m_e c^2 = m_e \left(\frac{c}{\sqrt{2}} \right)^2 = m_e a_e^2 \omega_e^2, I_e = m_e a_e^2. \quad (15)$$

Согласно (15), электрон имеет форму тороида, вращающегося со скоростью ω_e имея экваториальный радиус a_e . Его полная энергия E_e состоит из потенциальной энергии $U_e = \frac{1}{2} m_e c^2$ и полной кинетической энергии $T_e = 1/2 m_e c^2$. При этом с учетом (13) будем иметь, что кинетическая энергия Q_i поступательного перемещения электрона составляет четвертую часть E_e и выражается равенством

$$Q_i = 1/2 m_e (c/\sqrt{2})^2 = 1/2 m_e \vartheta_e^2; \quad \vartheta_e = c/\sqrt{2}. \quad (16)$$

Из (9) и $T_e = Q_i + Q_e = \frac{1}{2 m_e c^2}$ вычислим

$$u_a^2 = (\overline{u_a} \cdot \overline{u_a}) = \frac{c^2}{2} + \frac{c^2}{2} = c^2. \quad (17)$$

С учетом (17) введем полный импульс $\overline{P}_e = m_e \overline{c}$ поступательно – вращательного движения модели

$$P_e = m_e c = m_e \omega_e r_e = m_e a_e \sqrt{2} \omega_e. \quad (18)$$

Обе части (18) умножим на Комптоновскую длину λ_e электрона:

$$P_e \lambda_e = m_e a_e \sqrt{2} \omega_e \lambda_e = m_e a_e \sqrt{2} \omega_e 2\pi r_e = 2m_e a_e^2 2\pi \omega_e = 2I_e \omega_e 2\pi = h. \quad (19)$$

Учитывая (17), выражающее групповую скорость электрона, приходим к выражению (19), устраняющему противоречие СТО и КМ. Отказ от закона Эйнштейна – Лоренца об изменении релятивистской массы дали правильные результаты (16), (17) и (19).

Обращаясь к выражению (15), умноженному на заряд e электрона,

$$\frac{1}{2em_e a_e^2 \omega_e} = \frac{e\hbar}{2}; \quad \frac{1}{2ea_e^2 \omega_e} = \frac{e\hbar}{2m_e} = \mu_e \quad (20)$$

получим магнетон Бора (20) как следствие закона сохранения кинетического момента вращения электрона и без ссылки на магнетизм. Это вступает в противоречие с утверждением о создании магнитного поля движущимся зарядом [11], (хотя оно отсутствует при сверхпроводимости [9, 10]). Это противоречие присутствует во всех учебниках и монографиях по физике. В конце XIX века Н.Тесла заявил об ошибочности гипотезы Ампера о молекулярных токах [13]. Из нее и выросли ошибки общей электродинамики и квантовой электродинамики Дирака.

Рассмотрим выведенное нами соотношение Де Бройля:

$$m_e c \lambda_e = m_e \omega_e r_e 2\pi r_e = h; \quad m_e r_e^2 \omega_e = \hbar. \quad (21)$$

Обе части (21) умножим на заряд e электрона и поделим на массу m_e :

$$e r_e^2 \omega_e = \frac{e \hbar}{m_e} = 2\mu_e = \widetilde{\mu}_e. \quad (22)$$

Равенство (22) в отличие от (20) выражает полный магнетон Бора $\widetilde{\mu}_e$ поступательно – вращательного движения электрона и совпадает с экспериментальным значением $\widetilde{\mu}_e = 2\mu_e$ [9,10]. Заметим, что соотношения $\frac{1}{2} e a_e^2 \omega_e$ и $e r_e^2 \omega_e$, входящие в (20) и (22), выражают электрические кинетический момент вращения и момент импульса поступательно – вращательного движения электрона, где $\frac{1}{2} e a_e^2$ и $e r_e^2$ означают его электрические моменты инерции при соответствующих движениях. Данные моменты инерции имеют различные размерности – кл · м² и кг · м². Магнетон Бора имеет расчетную величину $\mu_e = 9,276 \cdot 10^{-24}$ кл/тл и полный магнетон Бора $\widetilde{\mu}_e = 1,855 \cdot 10^{-23}$ кл/тл. Отношение электрического момента инерции к механическому моменту электрона выражает удельный заряд к единице массы $\frac{e}{m_e} = 1,759 \cdot 10^{11}$ кл/кг и указывает на сосредоточение заряда электрона по периферии его модели и неизменность массы электрона.

Рассмотрим движение электрона с параллельными векторами \overline{V}_e и $\overline{\omega}_e$. Фиксированная точка А поверхности электрона с радиусом a_e , ортогональным к $\overline{\omega}_e$, движется по винтовой линии и электрон имеет правую спиральность. В случае антипараллельности \overline{V}_e и $\overline{\omega}_e$ говорят о левой спиральности электрона. Винтовая линия наматывается на цилиндрическую поверхность радиуса a_e с длиной окружности $s_e = 2\pi a_e = \frac{\lambda_e}{\sqrt{2}}$, шагом $d_e = 2\pi a_e = \frac{\lambda_e}{\sqrt{2}}$ и длиной одного витка $l_e = \lambda_e$ [9,10,14]. Следовательно, точка А за равное частоте ν_e количество оборотов проходит путь $S_e = \lambda_e \nu_e \cdot \text{сек} = 2,998 \cdot 10^8$ м, а центр O_e масс электрона – расстояние $\frac{S_e}{\sqrt{2}} = 2,120 \cdot 10^8$ м.

Изложенное описывает волновую картину электрона. При пространственном движении электрона произвольно взятая точка его поверхности движется по винтовой линии, каждый виток которой имеет длину, равную длине волны, и совершенное ею за 1 секунду количество оборотов совпадает с частотой волны ν_e . Скорость движения точки А составляет c , представляя групповую и фазовую скорости. Проекцией винтовой линии (траектория движения точки А) на произвольную плоскость, параллельную оси винта (цилиндра), является синусоида, представляющая монохроматическую волну. Носителем волны является движущийся электрон и волновая картина сохраняется и при движении электрона в атоме около ядра, реализуя корректно тщетные попытки де Бройля по распространению своей волновой картины на электрон-

ное движение около ядра. Это означает, что принимая изложенную волновую картину электрона и считая, что электрон является носителем волны, приходим к итоговым соотношениям:

$$E_e = m_e c^2; \quad m_e = \text{const}; \quad E_e = h\nu_e; \quad P_e = \frac{h}{\lambda_e}; \quad P_e = m_e c; \quad \lambda_e \nu_e = c. \quad (23)$$

Заключение. Построенная пространственная модель электрона отражает фундаментальность соотношения $E = mc^2$ и позволяет устранить противоречие между СТО и КМ ценой отказа от закона Эйнштейна – Лоренца об изменении массы частицы и от второго соотношения де Бройля, выражающего ее импульс. С этими уточнениями основные постулаты СТО и КМ записаны в форме (23), где c есть скорость света, а также групповая и фазовая скорости электрона при его волновом представлении. Вычисленные при таких посылках Комптоновские длина и частота волны электрона, его циклические частота и длина совпадают с результатами опытов.

Приняв за спин электрона модуль кинетического момента его вращения, мы установили значения кинетической энергии вращения, главного центрального момента инерции и законы сохранения кинетического момента вращения, момента полного импульса. Эти законы как следствие дают магнетон Бора и полный магнетон электрона со значениями, совпадающими с экспериментами. Из пространственного движения электрона построена его волновая картина, носимая им. Данная модель электрона охватывает разные стороны явлений, связанных с электроном. Однако она не отражает реальное строение электрона, не дает ответа на вопрос о таких волновых свойствах электрона, как интерференция и дифракция, не указывает на носителя или носителей заряда и на природу магнетизма. Эти тонкие вопросы являются предметом следующей статьи.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. В выписках. Пер. с англ. – М.: Мир, Выпуск 6. Электродинамика, 1978. – 347 с. Выпуск 8,9. Квантовая механика, 1978. – 524 с.
- 2 Марри Гелл – Манн. Вопросы на будущее // Фундаментальная структура материи / Пер. с англ. – М.: Мир, 1984. – 312 с.
- 3 Гинзбург В.Л. О физике и астрофизике. – М.: Наука. Глав. ред. физ.-мат. литературы., 1985. – 400 с.
- 4 Марков М.А. Размышляя о физике. – М.: Наука, 1988. – 300 с.
- 5 Абжали А.К., Калыбай А.А. Несовместимость специальной теории относительности и квантовой механики // Вестник КаздорНИИ. – 2017. – №3-4, – С. 4-16.
- 6 Абжали А.К., Калыбай А.А. Недостоверность специальной теории относительности и квантовой механики // Вестник КаздорНИИ. – 2018. – №1-2, – С. 4-17.
- 7 Паули В. Теория относительности. – М.: Наука. Глав. ред. физ.-мат. Лит., 1983. – 336 с.
- 8 Логунов А.А. Лекции по теории относительности и гравитации. Современный анализ проблемы. – М.: Наука. Глав. ред. физ.-мат., 1987. – 272 с.
- 9 Физические величины. Справочник. Под ред. Григорьева И.С., Мелихова Е.З. – М.: Энергоиздат, 1991.

-
- 10 Справочник по физике. Под ред. Яворского Б.М., Детлаф А.А. – М.: Наука, 1968.
 - 11 Орир Дж. Физика. Пер. с англ. в 2-х томах. – М.: Мир, том 2, 1981. – 288 с.
 - 12 А. Эйнштейн. Собрание научных трудов в 4-х томах. Том II. Работы по теории относительности. – М.: Наука, 1966. – 878 с.
 - 13 Н. Тесла. Лекции. – Самара: Издательский дом, 2002. – 246 с.
 - 14 М.А. Айзерман. Классическая механика. – М.: Главная редакция физико – математической литературы Издательства «Наука», 1976. – 368 с.