

УДК 621.382

ОСНОВЫ ТЕОРИИ АТОМА ВОДОРОДА ДЛЯ ЗАДАЧ СИНТЕЗА КВАНТОВО-ЭЛЕКТРОННЫХ СХЕМ

КОБЯК И.П.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
(Минск, Республика Беларусь)*

Аннотация. На основе нетрадиционной концепции формирования линейчатого спектра атома водорода получено уравнение, необходимое для компьютерных расчетов энергии, излучаемой электроном при переходе с некоторого текущего энергоуровня на радиус приемник r_0 . Приведенное решение энергетического уравнения позволило вывести формальные соотношения, необходимые для расчетов значений радиусов энергоуровней атома водорода и, соответственно, скоростей электрона на данных орбитах. Прикладной аспект рассмотренной методологии состоит в использовании результатов выполненных расчетов для задач синтеза и анализа квантово-электронных схем.

Ключевые слова: атом водорода, центроаффинные пространства, Лоренц-фактор, энергия излучения, релятивистская масса.

FUNDAMENTALS OF THE THEORY OF A HYDROGEN ATOM FOR PROBLEMS SYNTHESIS OF QUANTUM ELECTRONIC CIRCUITS

KABIAK I.P.

*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
(Minsk, Republic of Belarus)*

Abstract. On the basis of the unconventional concept of the formation of the line spectrum of the hydrogen atom, an equation is obtained that is necessary for computer calculations of the energy emitted by an electron during the transition from a certain current energy level to the receiver radius. The given solution of the energy equation made it possible to derive the formal relations necessary for calculating the values of the radii of the energy levels of the hydrogen atom and, accordingly, the velocities of the electron in these orbits. The applied aspect of the considered methodology consists in using the results of the performed calculations for the problems of synthesis and analysis of quantum-electronic circuits.

Key words: hydrogen atom, centroaffine spaces, Lorentz factor, radiation energy, relativistic mass.

Введение

Предлагаемая в данной работе методология исследования физических систем путем рассмотрения явлений с двух точек зрения позволила сформировать уравнения, связывающие природу взаимодействия материальных частиц Re -пространства с учетом релятивистских скоростей не равных классической скорости света. В частности, в статье предполагается, что движение электрона в поле ядра, определяет известную энергетическую связь реализаций материи различных состояний, а именно: излучаемой плазмы и твердотельного остатка электрона в форме энергетического объекта вращения. При этом в решении поставленной задачи учитывается, что классические подходы к составлению уравнений в теоретических исследованиях «в силу» инерционности взглядов и неочевидности квантово-механических явлений зачастую приводят к явному нарушению физико-математической системности в соотношениях и, соответственно, в результатах проводимых испытаний.

С точки зрения теории представляется неправомерным формирование уравнений для параметров водородоподобных атомов с использованием классической электротехники. Данное утверждение следует из того, что движение электрона характеризуется взаимодействием с полями ядра, имеющими совершенно особые свойства по отношению к вакууму или материи третьего измерения. Таким образом, основой для расчетов атома водорода может служить только информация, полученная в результате практических измерений или косвенно-расчетные величины. Соответственно и представленные в данной работе аналитические исследования и выводы сделаны на основе постоянных и соотношений квантовой механики с учетом установления их реальной природы и физико-математической системности.

Уравнение для энергии излучения электрона

Основой для расчета принципа взаимодействия элементарных энергий, выступающих в качестве аргументов в задачах решаемых квантово-механическими подсхемами, может служить физика излучений в водородоподобных атомах. Так, в общем случае, известно, что в процессе собственного Re -пространственного движения масса электрона может находиться на строго определенных энергоуровнях центроаффинных пространств ядра. При этом классический переход к радиусу-приемнику сопровождается формированием Re -пространственного спектра, описываемого для атома водорода обобщенной формулой Бальмера:

$$\omega_{\lambda,n} = \frac{R_1}{20} \left(\frac{1}{\lambda^2} - \frac{1}{n^2} \right), \quad R_1 = 2,07 \cdot 10^{16} \text{ c}^{-1}, \quad (1)$$

где $\omega_{\lambda,n}$ - частота излучения энергии электроном при переходе с энергоуровня λ, n на соответствующий уровень серии Лаймана ($1, \lambda$) или с уровня $\lambda = 1, n$ на боровский радиус r_0 , R_1 - значение постоянной Ридберга. При этом коррекция равенства (1) делением известной постоянной на 20 связана с необходимостью упомянутой выше физико-математической системности результатов, подтвержденной в ходе последующих исследований атома.

Недостаток данного формального подхода к формированию спектра состоит в рассмотрении нулевого радиуса как фиксированного и неизменяемого параметра, что, однако, противоречит всем природным концепциям существования материи.

В рамках предлагаемого не классического подхода к рассмотрению природы излучения энергии электроном будем считать, что известные «пинг-понг» механизмы в атоме отсутствуют, а переменным по величине параметра является сам нулевой радиус. Регулярность и циклическая повторяемость радиуса r_0 в рамках данной концепции приводит к одношаговому перемещению электрона на орбиту-приемник. Однако определенная природная регулярность указанного явления наводит на известную мысль о известном «пинг-понг» процессе излучения. В сформулированных условиях притяжение атомного ядра определяет излучение квантов заряженным электроном при перемещении последнего с радиуса $r_{\lambda,n}$ всегда и только на флуктуирующий радиус r_0 . При этом для $\lambda > 1$ радиус-приемник равен $r_0 = r_{1,n}$, а для $\lambda = 1$ - боровскому r_0 . Иными словами, если текущее излучение принадлежит серии с большим, чем классический радиус r_0 радиусом-приемником, то следует считать, что вся энергия излучилась при переходе на соответствующую орбиту $r_{1,n}$, очередное же обретение энергии на данной орбите осуществляется аналогично процессу поглощения энергии на боровском радиусе r_0 . Если же линии спектра излучения принадлежат серии Лаймана, то излучение в точности заканчивается на самом боровском радиусе.

Используя данный подход к анализу механизмов движения электрона в атоме, в соответствии с равенством для энергии, излучаемой субнаночастицей (электроном или просто наночастицей), движущейся бесконечно малый квант времени по траектории радиуса $r_{\lambda,n}$, можно записать уравнение:

$$E_{sum} = E_{\lambda,n} - E_0,$$

где E_0 - это кинетическая энергия радиуса-приемника $r_0 = r_{1,n}$ или радиуса Бора r_0 , а параметр $E_{\lambda,n}$ представляет собой энергию скорости $v_{\lambda,n}$ на радиусе $r_{\lambda,n}$:

$$E_{\lambda,n} = \frac{m_{\lambda,n} v_{\lambda,n}^2}{2}. \quad (2)$$

В соотношении (2) масса $m_{\lambda,n} = m_0 \gamma_{\lambda,n}$, где Лоренц-фактор $\gamma_{\lambda,n}$ определен для скорости $v_{\lambda,n} = 2\pi\omega_{\lambda,n}r_{\lambda,n}$ на соответствующем энергоуровне λ, n , m_0 - масса покоя электрона.

Однако, для наночастицы находящейся на радиусе $r_0 = r_{1,n}$ (или боровском r_0) центроаффинного пространства ядра не может быть записано аналогичное формуле (2)

соотношение. Данный факт следует из того, что на радиусе-приемнике всегда выполняется поглощение энергии разряженным электроном. Таким образом, общее уравнение для энергии, излучаемой электроном при переходе с $\lambda > 1$ -ой орбиты на переменную орбиту $r_0 = r_{1,2}, r_{1,3}, \dots, r_{1,\infty}$, или для $\lambda = 1$ при переходе на радиус Бора r_0 принимает вид:

$$E_{sum} = \frac{m_{\lambda,n} v_{\lambda,n}^2}{2} - E_0. \quad (3)$$

При этом для $\lambda > 1$ имеем:

$$E_0 = \frac{m_{1,\lambda} v_{1,\lambda}^2}{2} = 0, \quad (4)$$

где $m_{1,\lambda} = m_0$ - масса частицы на текущем радиусе приемнике $r_{1,\lambda}$, а $v_{1,\lambda}$ - скорость, определяющая излучение энергии электроном на указанном радиусе. Очевидно, что за счет отсутствия энергии излучения параметр $v_{1,\lambda}$ может быть принят равным нулю.

Если излучение выполняется с радиусов $r_{1,2}, r_{1,3}, \dots, r_{1,\infty}$ серии Лаймана при перемещении электрона на боровский радиус r_0 то уравнение (4) трансформируется к виду:

$$E_0 = \frac{m_{0,1} v_{0,1}^2}{2} = 0,$$

где $m_{0,1} = m_0$ - это масса электрона на боровском радиусе, $v_{0,1} = 0$ - скорость излучения с указанного радиуса. Индекс 0,1 определяет $\lambda = 0$, то есть сам радиус Бора, $n = 1$ говорит о том, что перемещение осуществлялось с уровня $\lambda = 1$.

Итак, констатируем, что окончанию излучения электрона всегда соответствует момент перехода наночастицы на радиус $r_0 = r_{1,\lambda}$ или боровский радиус r_0 . На данной орбите имеет место обратный процесс, то есть начинается поглощение энергии ядра за счет релятивистских вращающих моментов последнего. При этом произведение $\frac{m_{1,\lambda} v_{1,\lambda}^2}{2}$ или $\frac{m_{0,1} v_{0,1}^2}{2} = \frac{m_0 v_0^2}{2}$ определяет процесс заряда электрона при движении по данному радиусу.

С точки зрения классической квантовой теории уравнение (3) должно быть эквивалентно известному соотношению для энергии $E = mc^2$. Однако, следует учитывать, что измеренная «скорость света» для материальных объектов в *Re*-пространстве, в том числе и для плазмы третьего измерения, достигается, как правило, только в макрообъектах (фотосфера солнечного шара, например) или в нанобъектах, существующих в рамках теории «струн». В связи с указанным обстоятельством можем заключить, что скорость излучения плазмы электроном на радиусе $r_{\lambda,n}$ будет определяться запасом энергии на указанном уровне, причем для излучаемой энергии будет справедливо соотношение:

$$\hbar\omega_{\lambda,n} = \frac{1}{2} m_{\lambda,n}^* (v_{\lambda,n}^*)^2, \quad (5)$$

где * - означает принадлежность параметра энергии или процессу излучения вещества с текущего радиуса $r_{\lambda,n}$.

Используя теперь формулу для энергии (5) можем записать:

$$m_{\lambda,n}^* = \frac{2E_{sum}}{(v_{\lambda,n}^*)^2}.$$

Таким образом, упрощенно *Re*-пространственная масса электрона $m_{\lambda,n}$ будет определяться с учетом двух составляющих: 1) с учетом запаса энергии, из соотношения (5), определяющего массу излучения $m_{\lambda,n}^*$ и 2) с учетом массы покоя электрона m_0 . Следовательно, не трудно установить связь между релятивистской массой орбиты $r_{\lambda,n}$ и излучаемой массой в виде:

$$m_{\lambda,n} = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v_{\lambda,n}^2}{c^2}}} = m_0 + \frac{2E_{sum}}{(v_{\lambda,n}^*)^2}. \quad (6)$$

Рассматривая, теперь формулы (3), (5) и (6) запишем соотношение для энергии излучения в виде:

$$E_{\lambda,n} = \frac{1}{2} \frac{m_0 (v_{\lambda,n}^*)^2 + 2E_{sum}}{(v_{\lambda,n}^*)^2} v_{\lambda,n}^2, \quad (7)$$

где $E_{\lambda,n} = E_{sum}$ в соответствии с нулевым результатом для E_0 .

Из соотношения (5) можно сделать вывод, что в процессе излучения выполняется преобразование квантово-механического объекта с энергией $\frac{m_{\lambda,n} v_{\lambda,n}^2}{2}$ в квантовый объект с энергией (7) и энергетическим остатком $E(m_0)$. Следовательно, в уравнении (7) очевидна связь параметров:

$$E_{sum} = E_{\lambda,n} = 2\hbar\omega_{\lambda,n}.$$

Приведенное равенство позволяет заключить, что в процессе излучения выполняется физическое и математическое преобразование энергии вида:

$$\hbar\omega_{\lambda,n} = \frac{m_{\lambda,n} v_{\lambda,n}^2}{4},$$

а также формирование электрона с массой m_0 и собственной энергией существования

$$E(m_0) = \frac{m_{\lambda,n} v_{\lambda,n}^2}{4}, \quad (8)$$

то есть энергия (8) определяет энергетику существования электрона в рамках постизлученного движения последнего к радиусу-приемнику. Данное равенство определяет представление об электроне как о квантовом элементе, а также как о твердотельном объекте Re - пространства.

Теперь, для решения уравнения (7) относительно скорости $v_{\lambda,n}$, определим параметр $v_{\lambda,n}^*$ который необходимо считать принципиально неизвестным, что следует из неоднозначного представления его в периодических изданиях и расчетах микроэлектронных схем.

Скорость электрона на борновском радиусе атома водорода

Воспользуемся классическим соотношением для радиуса r_0 и выполним его преобразование к виду:

$$r_0 = \frac{\hbar^2}{m_0 e}. \quad (9)$$

В данном равенстве вместо значения квадрата заряда электрона использовано значение параметра в первой степени, численно совпадающее с квадратом классического параметра. Это связано с тем, что выраженные из известного соотношения для борновского радиуса единицы измерения для $[e^2]$ порождают внесистемность двух входящих в состав классического равенства параметров и их единиц измерения в СГСМ, а именно:

$$\left[\sqrt{e^2} \right] = \left[\sqrt{\frac{e \cdot \text{см}^3}{c^2}} \right] = \left[\frac{\text{см}}{c} \sqrt{e \cdot \text{см}} \right].$$

Очевидно, что в природных механизмах взаимодействия материи (в различных измерениях) не существует корня квадратного из массы или длины, что и предполагает замену квадрата заряда на первую степень. Иными словами, при сохранении численного результата в равенстве (9), единицы измерения заряда электрона должны быть представлены в виде:

$$[e] = \left[\frac{e \cdot \text{сМ}^3}{\text{с}^2} \right].$$

Учитывая выше сказанное, для определения скорости наночастицы на радиусе r_0 рассмотрим численное значение постоянной Ридберга в стандартном соотношении для волнового числа. Так, используя известные работы, можем записать:

$$\frac{1}{\theta_{\lambda,n}} = R_2 \left(\frac{1}{\lambda^2} - \frac{1}{n^2} \right),$$

при этом с учетом результатов [2] и [3] имеем:

$$R_2 = \frac{2m_0 \pi e^2}{v_{\lambda,n}^* h^3} = 109677 \text{ см}^{-1}, \quad (10)$$

где $\theta_{\lambda,n}$ - длина волны, \hbar - постоянная Планка, $v_{\lambda,n}^*$ - скорость излучения энергии электроном с радиуса $r_{\lambda,n}$. Значение заряда электрона с учетом доработки равенства для боровского радиуса в (10) принято равным $e = 23,0708 \cdot 10^{-20}$ Фр.

Выполненная коррекция формулы (10) по отношению к работе [2], то есть замена скорости света $c = 299792,458 \text{ км/с}$ на скорость излучения $v_{\lambda,n}^*$, связана с тем, что использование классических параметров при подстановке в соотношение (9) не подтверждает известного значения константы $R_2 = 109677 \text{ см}^{-1}$. Попытка установить равенство путем изменения величины заряда с помощью Лоренц-фактора представляется нецелесообразной, так как данный параметр является постоянным и практически измеренным. Будем учитывать также, что равенство (10) получено косвенно экспериментальным путем [2]. Таким образом, снова полагая, что скорость света материальных объектов в Re -пространстве достигается только в макрообъектах или на нано- уровне, считаем, что излучение квантов заряженным электроном характеризуется скоростью движения текущего центроаффинного пространства ядра. Соответственно, подстановка стандартных параметров в формулу (10), позволяет получить значение скорости $v_{\lambda,n}^*$ с помощью следующих численных величин:

$$v_{\lambda,n}^* = \frac{2 \cdot 9,109 \cdot 10^{-28} \cdot 3,14 \cdot 23,0708^2 \cdot 10^{-40}}{109677 (6,626 \cdot 10^{-27})^3} = 95,4824 \cdot 10^3 \text{ км/с}. \quad (11)$$

В приведенном соотношении использовано значение заряда электрона из соотношения (2), однако, постоянное для всех уровней атома [2]. Из закона же сохранения энергии следует, что приобретенная энергия электрона с массой m_0 на некотором радиусе вращения соответствует излученной энергии на радиусе $r_{\lambda,n}$. Таким образом, можно утверждать, что скорость излучения квантов (11) примерно соответствует некоторой псевдостатистической скорости начала преобразования электрона из твердотельного состояния с массой m_0 в плазменный объект. Это для любого радиуса поглощения энергии, в том числе и для радиуса Бора, дает соотношение: $v_{\lambda,n}^* \approx v_0 = v_{0,l} \sqrt{2} = 95,4824 \cdot 10^3 \text{ км/с}$, где $v_{0,l}$ линейная скорость наночастицы на радиусе r_0 .

При полученном в (11) значении скорости несложно рассчитать и другие параметры атома, необходимые для выполнения последующих исследований квантово-электронных устройств и систем.

Решим уравнение (7) и вычислим излучающие радиусы атома водорода $r_{\lambda,n}$.

Решение уравнения для энергии излучения относительно $v_{\lambda,n}$

Из равенства для скорости $v_{\lambda,n}$ определим параметр $r_{\lambda,n}$, выполнив преобразование энергетического уравнения (7) к следующему виду:

$$2(v_{\lambda,n}^*)^2 E_{\lambda,n} = v_{\lambda,n}^2 \left[m_0 (v_{\lambda,n}^*)^2 + 2E_{\lambda,n} \right]. \quad (12)$$

Учитывая, что энергия $E_{\lambda,n}$ является расчетно-измеренной, а скорости $v_{\lambda,n}^*$ и $v_{\lambda,n}$ Лоренц-фактором не корректируется, решим данное уравнение (в системе СГСМ) используя представление параметров (например, угловой частоты) в виде $\omega_{\lambda,n} = \omega'_{\lambda,n} \cdot 10^{16} \tilde{n}^{-1}$. Тогда для радиусов $r_{\lambda,n}$ получим равенство:

$$r_{\lambda,n} \approx \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{\hbar}{\omega_{\lambda,n} m_0}}. \quad (13)$$

Подстановка частот $\omega_{\lambda,n}$ в формулу (13) дает набор значений радиусов, требуемых для дальнейшего вычисления скоростей $v_{\lambda,n}$:

$$v_{\lambda,n} = 2\pi\omega_{\lambda,n}r_{\lambda,n}.$$

Использование полученных параметров для определения энергии излучения подтверждает правильность выполненных расчетов при сравнении с результатом (5).

Заключение

Выполненные исследования показали, что достижение физико-математической системности в базовых соотношениях квантовой механики позволяет уточнить ряд взглядов на природу явлений в атоме водорода. Так правильное толкование известных теоретических результатов и их связь с практически измеренными величинами приводит к достаточно точному представлению о регистрируемых значениях реальных параметров. В частности, анализ классического соотношения для волнового числа (10) показал, что использование понятия «скорость света» не всегда допустимо в вопросах описания физических процессов. Это связано с тем, что подстановка указанного значения в Лоренц-фактор неизбежно ведет к появлению практически не достижимых значений параметров в реальных системах и, в частности, «нуля» или «бесконечности» для центроаффинных пространств ядра. Сформулированный контраргумент для «скорости света» при анализе физических задач позволил сформировать научный взгляд на скорость движения электрона на радиусах $r_{\lambda,n}$ и с учетом несложных соотношений определить ряд параметров данной наночастицы.

Список литературы

1. Соколов А.А., Тернов И.М. Квантовая механика и атомная физика. М.: Просвещение, 1970. 423 с.
2. Слейбо У., Персонс Т. Общая химия. Пер.с англ. М.: Мир, 1979, 552 с.
3. Кобяк И.П. Физика атома в расчетах криптографических каналов связи. Технические средства защиты информации : тез. докл. XVII Белорусско-российской науч.-техн. конф. (Республика Беларусь, Минск. 11 июня 2019 года). Мн.: БГУИР, 2019. С. 84.