

ТЕОРИЯ АТОМА ВОДОРОДА

Стеценко В.Ю.

Стеценко Владимир Юзефович – доктор технических наук,
г. Могилев, Республика Беларусь

Аннотация: в статье, на основании расчетов, представлены основные положения новой теории атома водорода. Эта теория основана на движении электрона по траектории винтовой спирали. При таком движении механическая энергия электрона равна нулю. Движение электрона в атоме водорода по траектории винтовой спирали создает магнитную орбиталь. Энергия этой орбитали пропорциональна квадрату скорости электрона. В новой теории выполняются постулаты Бора. Энергия атома водорода в равновесном состоянии равна $21,76 \cdot 10^{-19}$ Дж, а среднее расстояние от электрона до протона составляет $1 \cdot 10^{-10}$ м. При облучении атома водорода фотоном определенной частоты происходит уменьшение энергии магнитной орбитали, скорость электрона снижается, и он переходит в неравновесное состояние на более высокую орбиту. Для перехода электрона на низшую орбиту происходит излучение фотона. В результате увеличивается энергия магнитной орбитали и повышается скорость электрона. Энергия магнитной орбитали увеличивается или уменьшается дискретно, но в равновесном состоянии эта энергия постоянна.

Ключевые слова: теория атома водорода, электрон, спирально-винтовая траектория, магнитная орбиталь.

THEORY OF THE HYDROGEN ATOM

Stetsenko V. Yu.

Stetsenko Vladimir Yuzefovich – Doctor of Engineering Science,
MOGILEV, REPUBLIC OF BELARUS

Abstract: the article, based on calculations, presents the main provisions of the new theory of the hydrogen atom. This theory is based on the motion of an electron along the trajectory of a helical spiral. In this motion, the mechanical energy of the electron is zero. The motion of an electron in a hydrogen atom along the helical spiral trajectory creates a magnetic orbital. The energy of this orbital is proportional to the square of the electron velocity. In the new theory, Bohr's postulates are fulfilled. The energy of the hydrogen atom in the equilibrium state is $21,76 \cdot 10^{-19}$ J, and the average distance from the electron to the proton is $1 \cdot 10^{-10}$ m. When a hydrogen atom is irradiated with a photon of a certain frequency, the energy of the magnetic orbital decreases, the electron speed decreases, and it goes into a non-equilibrium state to a higher orbit. To transfer an electron to a lower orbit, a photon is emitted. As a result, the energy of the magnetic orbital increases and the electron speed increases. The energy of a magnetic orbital increases or decreases discretely, but at equilibrium this energy is constant.

Keywords: theory of the hydrogen atom, electron, spiral-helical trajectory, magnetic orbital.

УДК 539.1

Вселенная является равновесной термодинамической системой, как и вся вещественная материя [1, 2]. Ее основные элементы – атомы водорода [3]. Они также являются равновесными образованиями, состоящими, в основном, из стабильных протонов и электронов. В атоме водорода электрон, вращаясь вокруг протона, находится в равновесном состоянии, поэтому не излучает фотоны.

Электрон – это элементарная частица атома водорода, обладающая волновыми свойствами. Моделью волнообразного движения электронов (\vec{e}) является траектория винтовой спирали, удаленная от протона (p) на среднее расстояние r [4] (рис. 1).

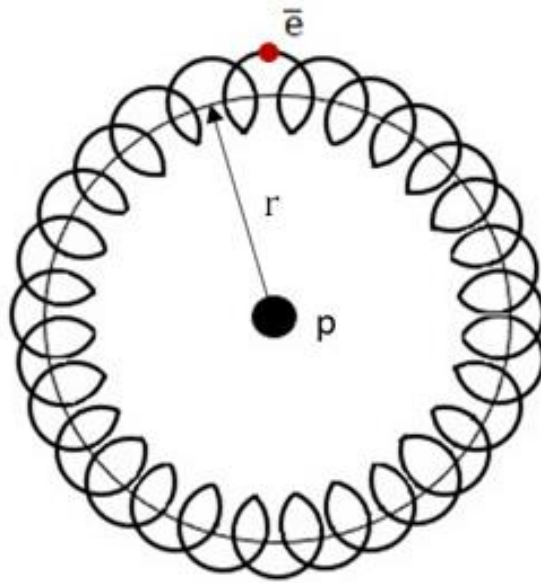


Рис. 1. Траектория движения электрона в атоме водорода.

Проекциями траектории движения электрона массой m и линейными скоростями ω по винтовой спирали на плоскость $Z - Y$ является окружность радиуса R , а на плоскость $Z - X$ – косинусоида [4] (рис. 2).

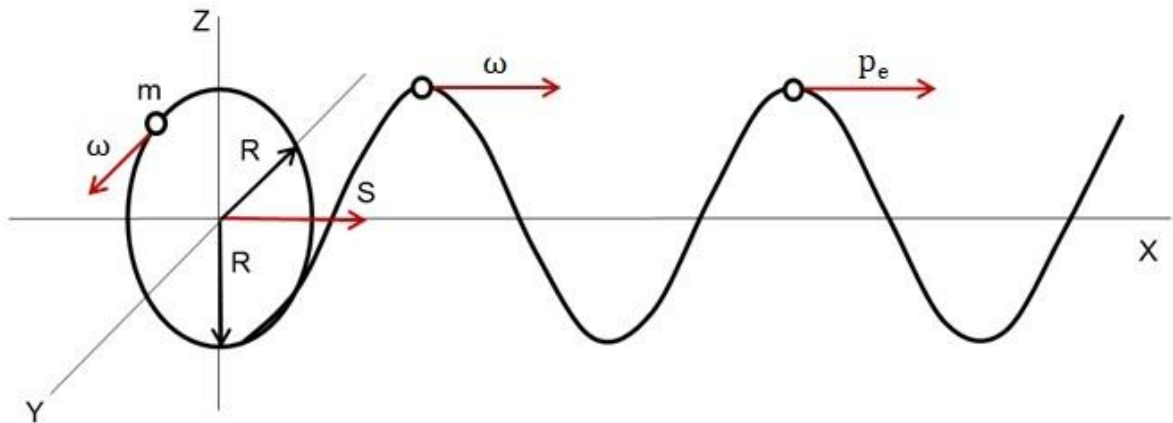


Рис. 2. Проекции траектории движения электрона по винтовой спирали.

При движении электрона в атоме водорода по траектории винтовой спирали электрон одновременно участвует в двух видах движения – по окружности радиуса R с частотой ν_1 , линейной скоростью ω и по окружности радиуса r с частотой ν_2 , линейной скоростью ω [4] (рис. 1, 2). При этом проекция спина электрона (S) на направление его импульса (p_e) определяется следующим уравнением [5]:

$$S = \frac{\hbar}{2\pi} s, \tag{1}$$

где \hbar – постоянная Планка, равная $6,626 \cdot 10^{-34}$ Дж·с;

s – спиновое квантовое число электрона, равное $\frac{1}{2}$.

Поскольку $S = m\omega R$, то справедливо следующее уравнение:

$$h = 4\pi Rm\omega. \quad (2)$$

Частота электрона ν_1 определяется следующим уравнением:

$$\nu_1 = \frac{\omega}{2\pi R}. \quad (3)$$

При движении электрона в атоме водорода по траектории винтовой спирали на электрон противоположно друг другу действуют центробежная и кулоновская силы. Поскольку эти силы равны, то справедливо следующее уравнение [6]:

$$m\omega^2 = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r^2}, \quad (4)$$

где e – элементарный заряд, равный $1,602 \cdot 10^{-19}$ Кл;

ϵ_0 – электрическая постоянная, равная $8,854 \cdot 10^{-12}$ Ф·м⁻¹.

Двигаясь по траектории винтовой спирали, электрон в атоме водорода участвует в двух видах движения со скоростями ω . Поэтому кинетическая энергия электрона $W_k = m\omega^2$. Потенциальная энергия электрона в атоме водорода (W_n) определяется следующим уравнением [6]:

$$W_n = -\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r}, \quad (5)$$

Механическая энергия электрона, движущегося в атоме водорода по траектории винтовой спирали (W_m), равна сумме W_k и W_n . Тогда, согласно уравнению (4), $W_m = 0$.

Экспериментально установлено, что энергия ионизации атома водорода равна 13,6 эВ, что составляет $21,76 \cdot 10^{-19}$ Дж [7]. Эту энергию нужно затратить, чтобы удалить электрон от атома водорода. Поэтому энергия ионизации является отрицательной величиной. Тогда энергия атома водорода в равновесном (основном) состоянии равна 21,76 Дж. Но это не механическая энергия, как принято считать, а энергия магнитного поля, которое создает электрон, двигаясь в атоме водорода по траектории винтовой спирали. Эта траектория электрона создает спиновой магнитный момент и магнитную орбиталь. Энергия атома водорода будет определяться энергией магнитной орбитали, поскольку $W_m = 0$.

Спиновой магнитный момент электрона (μ_e) определяется следующим уравнением [5]:

$$\mu_e = -\frac{4\pi\mu_B S}{h}, \quad (6)$$

где μ_B – магнетон Бора.

Величина μ_B определится следующим уравнением [5]:

$$\mu_B = \frac{e\hbar}{4\pi m}. \quad (7)$$

Подставляя значения μ_B и S в уравнение (6), получим $\mu_e = -e\hbar/4\pi m$. Но по определению $\mu_e = -eR\omega$. Тогда получаем следующее уравнение:

$$\frac{\hbar}{4\pi m} = R\omega. \quad (8)$$

Из этого уравнения следует, что $h = 4\pi Rm\omega$. Тогда энергия магнитной орбитали в атоме водорода $W_s = h\nu_1$ и определяется следующим уравнением:

$$W_s = 4\pi R m \omega v_1. \quad (9)$$

Подставляя в это уравнение величину v_1 из уравнения (3), получим $W_s = 2m\omega^2$. Эта энергия равна энергии атома водорода в равновесном состоянии, то есть $W_s = 21,76 \cdot 10^{-19}$ Дж. При этом величина ω определяется следующим уравнением:

$$\omega = \sqrt{\frac{W_s}{2m}}. \quad (10)$$

Подставляя численные значения $W_s = 21,76 \cdot 10^{-19}$ Дж и $m = 9,11 \cdot 10^{-31}$ кг [6] в уравнение (10), получаем $\omega = 1,1 \cdot 10^6$ м·с⁻¹.

Согласно третьему постулату Бора для атома водорода, находящегося в равновесном состоянии, $m\omega r = h/2\pi$ [6]. Тогда r будет определяться следующим уравнением:

$$r = \frac{h}{2\pi m \omega}. \quad (11)$$

Подставляя численные значения h , m , ω в уравнение (11), получаем $r = 1,05 \cdot 10^{-10}$ м $\approx 1 \cdot 10^{-10}$ м.

Согласно теории квантовой механики для атома водорода, среднее расстояние от электрона до ядра составляет $0,8 \cdot 10^{-10}$ м [7]. При этом электрон не имеет орбитального момента импульса. В этом случае электрон принято представлять движущимся в направлении к протону и от него в различных направлениях таким образом, чтобы электронное распределение являлось сферически симметричным [7].

Согласно квантово-механической модели атома водорода расстояние от электрона основного (равновесного) уровня до протона составляет $0,5 \cdot 10^{-10}$ м [6]. При этом траекторией движения электрона является окружность, и он имеет орбитальный момент импульса.

Электрон в атоме водорода, двигаясь по траектории винтовой спирали, образует магнитную орбиталь. Поле этой орбитали удерживает электрон на основной орбите в равновесном состоянии. Чтобы перевести электрон на более высокую орбиту, необходимо преодолеть силу магнитного поля магнитной орбитали. Для этого нужно затратить энергию, чтобы уменьшить энергию магнитной орбитали. Поскольку $W_s = 2m\omega^2$, то уменьшение W_s приводит к снижению ω , а увеличение W_s повышает ω .

Связано ли действие фотона с его квантовым импульсом при воздействии на электрон? Чтобы ионизировать атом водорода, нужна энергия ионизации $W_H = -21,76 \cdot 10^{-19}$ Дж. При поглощении фотона электроном изменение импульса фотона $\Delta p_\gamma = W_H/c$, где c – скорость света в вакууме, равная $3 \cdot 10^8$ м·с⁻¹ [6]. Фотон должен тормозить электрон, поэтому изменение импульса электрона $\Delta p_e = -m\omega$.

Результирующая внешних сил (центробежной и кулоновской), действующих на электрон, равна нулю. Электрон находится в равновесном состоянии, его механическая энергия равна нулю. Время взаимодействия фотона и электрона мало. Поэтому справедлив закон сохранения импульса [6]. Согласно этому закону, $\Delta p_\gamma = \Delta p_e$. Но $\Delta p_\gamma = -7,25 \cdot 10^{-27}$ Дж·с·м⁻¹, а при $\omega = 1,1 \cdot 10^6$ м·с⁻¹ $\Delta p_e = -10,02 \cdot 10^{-25}$ кг·м·с⁻¹.¹ Получается, что $\Delta p_\gamma \ll \Delta p_e$. Поэтому не выполняется закон сохранения импульса, и фотон не может

своим квантовым импульсом ионизировать атом водорода. Но фотон реально ионизирует атом водорода. Поэтому действие фотона на электрон атома водорода не связано с квантовым импульсом фотона.

Следует полагать, что при облучении атома водорода фотоном, действие фотона сводится к уменьшению энергии магнитной орбитали электрона. Это происходит, при торможении фотона, следующим образом. Фотон, как известно, является электрически нейтральной частицей, не имеющей электрического поля. Но фотон состоит из положительно заряженного элемента пространства, вокруг которого вращается отрицательно заряженный элемент пространства [2]. Поэтому фотон имеет магнитный момент. Фотон движется в пространстве по траектории винтовой спирали [8]. При этом образуется магнитное поле. Оно отрицательно при торможении фотона и положительно при его ускорении.

После торможения фотон захватывается электроном, который имеет фотонную структуру и внутреннюю энергию [2]. Электрон является равновесным образованием. В равновесном атоме водорода

электрон находится в равновесном состоянии и не излучает фотонов. При поглощении фотона электроном фотонная структура электрона нарушается, а внутренняя энергия увеличивается. В результате электрон переходит в неравновесное состояние. Стремясь вернуться в равновесное состояние, электрон излучает фотон, уменьшая свою внутреннюю энергию и восстанавливая структуру. Этот процесс происходит с относительно небольшой задержкой, поскольку требуется перестройка структуры электрона, нарушенной при поглощении фотона. При излучении фотон ускоряется по траектории винтовой спирали и увеличивает энергию магнитной орбитали.

Дискретный, линейчатый вид спектральных линий излучения атомов водорода говорит в пользу выполнения третьего постулата Бора [6]:

$$m\omega r = \frac{n\hbar}{2\pi}, \quad (12)$$

где $n = 1, 2, 3 \dots$ – номер орбиты электрона.

При $n = 1$ электрон в атоме водорода находится на равновесной (основной) орбите. Остальные орбиты являются неравновесными. При переходе атома водорода с высших орбит на низшие, фотоны излучаются дискретно, с некоторой задержкой. Это говорит о сложной структуре электрона.

Таким образом, свойства атома водорода в основном определяются магнитной орбиталью электрона при его движении по траектории винтовой спирали.

Список литературы / References

1. *Стеценко В.Ю.* Равновесная Вселенная // Проблемы современной науки и образования. 2025. № 3. С. 13–18.
2. *Стеценко В.Ю.* Структура и физические свойства Вселенной // Проблемы современной науки и образования. 2025. № 10. С. 4–12.
3. *Радзини Д.* Космос. М.: АСТ, Астрель, 2002. 320 с.
4. *Стеценко В.Ю.* Механизм корпускулярно-волнового движения электронов // Проблемы современной науки и образования. 2025. № 2. С. 5–10.
5. Энциклопедия для школьников и студентов. Т. 2. Физика. Математика. Под ред. Н.А. Поклонского. Минск: Беларуская энцыклапедыя імя П. Броўкі, 2010. 528 с.
6. *Аксенович Л.А., Зенькович В.И., Фарино К.С.* Физика в средней школе. Минск: Аверсэв, 2010. 1102 с.
7. *Полинг Л.* Общая химия. М.: Мир, 1974. 846 с.
8. *Стеценко В.Ю.* Механизм корпускулярно-волнового движения фотонов // Проблемы современной науки и образования. 2025. № 3. С. 5–9.