

СТАТЬЯ

УДК 530.1:[546.291+546.11]

**ИЗЛУЧЕНИЕ ОДНОКРАТНО ИОНИЗОВАННОГО ГЕЛИЯ  
В АТМОСФЕРЕ ВОДОРОДА**

**Неволин В.К.**

*Национальный исследовательский университет «МИЭТ», Москва, e-mail: vkn@miee.ru*

Предсказано уширение линий рекомбинационного излучения однократно ионизованного гелия в атмосфере водорода. Предполагается, что гелий-водородная система возбуждается оптическим излучением, в результате которого, помимо ионизации гелия, происходит генерация субатомов водорода. Рекомбинационное излучение субатомов водорода является спутанным для линий однократно ионизованного гелия. Имеет место редкое совпадение спектров с точностью до поправок Ридберга, что может приводить к усилению интенсивности характерных линий ультрафиолетового излучения. Субатомы водорода – необычная форма водорода. Они могут возникать при размещении протона в центре области локализации электрона. Область локализации электрона определяется соотношением де Бройля. В связи с этим характерный размер области локализации субатомов водорода меньше характерных размеров классического водорода. Электронный «каркас» субатомов водорода обладает энергией 500 кэВ и является весьма прочным. В связи с этим субатомы водорода проявляются как «тяжелые» электроны и могут доставлять протоны достаточно близко к ядрам других элементов, существенно увеличивая вероятность ядерных реакций. Уширение линий излучения однократно ионизованного гелия будет свидетельствовать в пользу существования субатомов водорода. В природных условиях такой эффект под действием солнечного излучения вероятно возможно наблюдать в атмосфере планеты Уран, которая состоит в основном из гелия и водорода.

**Ключевые слова:** субатомы водорода, однократно ионизованные атомы гелия, рекомбинационное излучение

*Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки в рамках государственного задания FSMR-2023-0002.*

**RADIATION OF SINGLE IONIZED HELIUM  
IN THE HYDROGEN ATMOSPHERE**

**Nevolin V.K.**

*National Research University «MIET», Moscow, e-mail: vkn@miee.ru*

The broadening of the recombination radiation lines of once ionized helium in a hydrogen atmosphere is predicted. It is assumed that the helium-hydrogen system is excited by optical radiation, as a result of which, in addition to helium ionization, hydrogen subatoms are generated. Recombination radiation of hydrogen subatoms is satellite radiation for lines of singly ionized helium. There is a rare coincidence of the spectra with accuracy up to Rydberg corrections, which can lead to an increase in the intensity of characteristic lines of ultraviolet radiation. Hydrogen subatoms are an unusual form of hydrogen. They can occur when a proton is placed in the center of the electron localization region. The electron localization region is determined by the de Broglie relation. In this regard, the characteristic size of the localization region of hydrogen subatoms is smaller than the characteristic size of classical hydrogen. The electronic «framework» of hydrogen subatoms has an energy of 500 keV and is very strong. In this regard, hydrogen subatoms manifest as «heavy» electrons and can deliver protons close enough to the nuclei of other elements, significantly increasing the likelihood of nuclear reactions. The broadening of the radiation lines of once ionized helium will testify in favor of the existence of hydrogen subatoms. Under natural conditions, such an effect under the influence of solar radiation is probably possible to observe in the atmosphere of the planet Uranus, which consists mainly of helium and hydrogen.

**Keywords:** hydrogen subatoms, single ionized helium atoms, recombination radiation

*The work was supported by the Ministry of Education and Science under the state task FSMR-2023-0002.*

Гелий-водородная газовая смесь, помимо прикладного значения, представляет уникальную возможность для экспериментального изучения рекомбинационных спектров излучения, поскольку теория оптических переходов позволяет проводить точные расчеты. Интенсивность линии рекомбинационного излучения однократно ионизованного гелия в смеси с водородом необъяснимо выше предсказываемой теоретически при оптическом возбуждении газовой смеси. У классического водорода нет соответствующей спутанной линии, которая бы увеличивала интенсивность линии

излучения. Зато такая линия есть у водорода в субатомном состоянии.

При рекомбинации ионов водорода на поверхности проводящих тел возможно с некоторой вероятностью образование атомов водорода в субатомных состояниях. Субатом водорода, как показывают расчеты, представляется следующим образом. Во внутреннюю область пространственной локализации электрона с энергией образования 500 кэВ может проникнуть протон и образовать субатом водорода. Протон, защищенный электронным «щитом», может доставляться достаточно близко к ядрам дру-

гих элементов и вступать с ними в ядерные реакции. В ряде экспериментов ранее было установлено, что субатомы водорода излучают свойственное им характерное ультрафиолетовое излучение с длиной волны 206 нм при фотосинтезе растений, наблюдается предсказанное ранее надфоновое гамма-излучение при метаболизме дрожжей, а также при электролизе никеля в растворе серной кислоты, наблюдается изменение изотопного состава пленок никеля, нанесенных магнетронным методом в атмосфере водорода [1, с. 91, 98, 103, 107, 112, 126, 136, 142]. Во всех этих экспериментах механизм образования субатомов водорода был «поверхностный». Для образования субатома водорода необходимо было, чтобы тепловой ион водорода столкнулся со слабосвязанным на поверхности тела электроном и проник во внутреннюю область пространственной локализации электрона. Вероятность таких процессов невелика. Требуется специальные условия для создания слабосвязанных электронов с поверхностью тела. В частности, требуется, чтобы внешние электрические поля были незначительными.

По-видимому, впервые новое возможное состояние водорода предсказал Ю.Л. Ратис, используя диаграммную технику. Он назвал это состояние атома водорода с конечным временем жизни «нейтроний». Однако использованный подход не позволил исследовать подробные детали этого состояния [2].

Теория субатомных состояний водорода изложена в книге [1, с. 80].

Цель исследования – показать возможность излучения субатомов водорода в ультрафиолетовом диапазоне, совпадающую с рекомбинационным излучением однократно ионизованных атомов гелия, с точностью до поправок Ридберга. Повышенная интенсивность излучения однократно ионизованных атомов гелия в атмосфере водорода предполагает возможность существования субатомов водорода.

#### *Постановка задачи. Результаты*

Теория субатомов водорода заключается в следующем. Как показывают многолетние исследования, квантовые частицы с отличной от нуля массой должны обладать собственной квантовой энергией движения. Если средняя поступательная энергия движения равна нулю, то частица локализована около вероятностного центра и имеет энергию:

$$mc^2 = \hbar\omega = E. \quad (1)$$

Смысл этой формулы, которую на заре создания квантовой механики рассчитал Луи де Бройль, заключается в том, что элементарная частица с массой покоя  $m$  представляет собой «сгусток» энергии, который движется по законам квантовой механики. Это уравнение релятивистски инвариантно, т.е. справедливо при любых скоростях квантовых частиц. В силу формулы (1) энергия связи электрона в субатоме водорода находится из решения уравнения Шредингера в следующем виде [1, с. 80] (при этом надо учесть, что вероятностные центры локализации электрона и протона совпадают):

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \Delta \Psi(\vec{r}) - \frac{e^2 \Psi(\vec{r})}{|\vec{r}|} = (mc^2 - \varepsilon_a) \Psi(\vec{r}), \quad (2)$$

решение которого имеет вид:

$$\Psi_a(r, \theta, \varphi) = C (r/r_0)^{1/2} \exp(-r\alpha/r_0) \cos \frac{\varphi}{2} \sin^{1/2} \theta. \quad (3)$$

Здесь  $\alpha = 2e^2 / 3c \hbar$ ,  $r_0 = \hbar / mc$  – комптоновская длина волны,  $a = \hbar^2 / m e^2$  – борковский радиус. Сравним волновую функцию субатома водорода с волновой функцией классического водорода в основном состоянии из [3, с. 130]:

$$\Psi_{100} = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \left( \frac{1}{a} \right) \exp(-r/a). \quad (4)$$

Если плотность вероятности классического водорода в основном состоянии является сферически симметричной с характерной областью локализации, равной борковскому радиусу, то радиальный экстремум области локализации плотности вероятности субатома водорода с осью симметрии  $Z$  модулирован в пространстве с нулевыми значениями на оси.

$$\rho(r, \theta, \varphi) = C(r/r_0) \exp(-2r\alpha/r_0) \sin \theta (\cos(\varphi/2))^2.$$

Пространственное распределение плотности вероятности электрона представляет электронный «щит», за которым находится протон. Наибольший характерный радиус распределения плотности вероятности в субатоме водорода превышает боровский радиус классического водорода в 1,6 раза с координатами  $\varphi = 0, \theta = \pi / 2$ . Естественно, плотность вероятности электрона в субатоме водорода совпадает с зависимостью от угловых переменных плотности вероятности свободного электрона. Однако главное не характерные размеры атомов, а то, что электронный «щит» субатома водорода имеет энергию 500 кэВ.

Энергия электрона в субатоме водорода имеет вид:

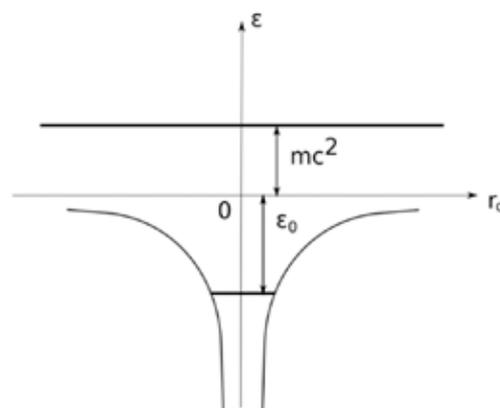
$$\varepsilon_a = m c^2 + \frac{2e^2}{9a}, \quad (5)$$

Эта энергия состоит из собственной энергии электрона  $m c^2$  и кулоновской энергии связи электрона с протоном  $\varepsilon_0 = \frac{2e^2}{9a}$ .

Это соответствует энергии 6,02 эВ.

Поскольку в исходных уравнениях и окончательных формулах фигурирует масса электрона, то развитая теория и полученные формулы справедливы для атомов дейтерия.

Энергетическая диаграмма электрона в субатоме водорода имеет необычный вид (рисунок).



Энергетическая диаграмма субатома водорода

Однако основное состояние субатома водорода является метастабильным, поскольку классический водород в основном состоянии имеет энергию связи 13,56 эВ. Действительно, под влиянием внешних возмущений возможны переходы в более устойчивое состояние. Вычислим матричные элементы дипольных переходов. Если волновая функция атома водорода в основном состоянии имеет вид (4), тогда:

$$H^z_{a100} = e \int \Psi_a \Psi_{100} r^3 dr \cos \vartheta \sin \vartheta d\vartheta d\varphi = 0, \quad (6)$$

$$H^x_{a100} = e \int \Psi_a \Psi_{100} r^3 dr \sin^2 \vartheta d\vartheta \sin \varphi d\varphi \neq 0, \quad (7)$$

$$H^y_{a100} = e \int \Psi_a \Psi_{100} r^3 dr \sin^2 \vartheta d\vartheta \cos \varphi d\varphi = 0. \quad (8)$$

Можно видеть, что возможна «утечка» субатомов водорода по направлению  $x$  в основном состоянии атома водорода. При этом должны излучаться кванты с энергией 7,53 эВ.

Для подавления канала утечки субатомов водорода за счет перехода в основное состояние водорода необходимо, чтобы электрическое поле излучения было параллельно оси симметрии субатомов водорода за счет спиновой ориентации последних в магнитом поле. В связи с метастабильными состояниями субатомов водорода для увеличения интенсивности рекомбинационного излучения необходимо повышать давление водорода в камере.

Одна из проблем низкотемпературных ядерных реакций и негативное отношение к ним в течение многих лет связаны с не-

дочными подтверждающими экспериментами [1, с. 100]. В частности, при попытках воспроизвести опыты М. Флейшмана и С. Понса никто не догадался, что электролиз с палладиевыми электродами в тяжелой воде желательно проводить в темноте. В этом случае уменьшается «утечка» субатомов водорода (дейтерия), повышается вероятность радиации и возможное ее уверенное измерение.

Рассмотрим энергию связи электрона в однократно ионизованном атоме гелия, который находится в возбужденном состоянии [3, с. 284]:

$$E_+^{He} = \frac{Z^2 m e^4}{2 \hbar^2 (n + \Delta_1)^2}. \quad (9)$$

Для иона гелия в возбужденном состоянии  $n = 3$ ,  $Z = 2$ ,  $\Delta_l$  – поправка Ридберга, обусловленная тем, что первый электрон искажает кулоновское поле ядра. Эта поправка зависит в основном от орбитального числа  $l$  и спина атома гелия. В книге [3, с. 284] приведены значения поправок  $\Delta$  для однократно ионизованного атома гелия. При  $n = 3$  и  $l = 2$   $\Delta = -(0,0022; 0,0029)$ . Получается, что эти поправки невелики и сдвиг уровней между субатомом водорода в основном состоянии и однократно ионизованном атоме гелия в возбужденном состоянии можно представить в виде:

$$\delta E \approx \frac{Z^2 m e^4}{2 \hbar^2 n^2} \frac{2 \Delta_l}{n}.$$

$$\text{При } n = 3, Z = 2 \quad \delta E \approx \varepsilon_0 \frac{2 \Delta_l}{3}.$$

В нашем случае длина волны линии излучения субатома водорода имеет значение  $\lambda = 206$  нм и конкретная величина сдвига может достигать  $\delta \lambda \approx 0,4$  нм. Такое уширение линии излучения возможно наблюдать в спектрометрах с нанометровым разрешением.

При  $n = 3$  и  $l = 1$   $\Delta = (0,012 ; 0,068)$  и  $\delta \lambda \approx 1,6$  нм, при  $n=3$  и  $l=0$   $\Delta = -(0,140 ; 0, -295)$  и  $\delta \lambda \approx 19,2$  нм. Главное, что линия излучения субатомов водорода всегда будет превосходить линии излучения однократно ионизованных ионов гелия. Важно, что в субатомное состояние атомы водорода можно переводить с помощью оптического излучения. При этом в спектре оптического излучения должны быть кванты с энергией 7,53 эВ.

Влияние оптического излучения на ядерную трансформацию элементов в водородной среде рассмотрел в своих работах А.Г. Пархомов и обозначил в связи с этим новый подход к созданию низкоэнергетических ядерных теплогенераторов [4, 5]. В его экспериментах галогенная лампа накаливания (220 В, 300 Вт) находилась в кварцевой трубе, через которую прокачивался 10%-ный водный раствор  $\text{KN O}_3$ . Водород, необходимый для осуществления ядерных реакций, получался путем разложения воды оптическим излучением. Циркулирующий раствор охлаждался, проходя через теплообменник. Реактор работал 20 часов при потребляемой мощности 450 Вт. Мощность тепловыделения, определенная по скорости нагрева раствора, составляла около 500 Вт. Усредненная температура вольфрамовой нити составляла около 2400°C. Были представлены результаты анализа изменений

элементного и изотопного состава в веществе вокруг ламп накаливания разных типов. Наличие таких изменений наряду с обнаруженным избыточным тепловыделением доказывает, что раскаленные металлы излучают агент, инициирующий ядерные трансформации в окружающем веществе – кванты излучения, необходимые для образования субатомов водорода.

В этих работах и предыдущих работах других авторов обозначен эмпирический экспериментальный подход, повышающий эффективность реакторов. Однако оптимальный вариант воздействия оптического излучения пока не найден. Для объяснения ядерной трансмутации элементов в цитированных работах используется гипотетическая модель с участием нейтрино низких энергий.

В природе существуют газовые устойчивые гелий-водородные системы на ряде планет Солнечной системы. Например, атмосфера планеты Уран состоит в основном из гелия и водорода, излучение которой наблюдают [6]. Под действием солнечной радиации в плотной атмосфере Урана возможно образование атомов водорода из молекулярного водорода. За счет проникающей космической пыли и солнечной радиации могут происходить процессы образования и излучения субатомов водорода и однократно ионизованных атомов гелия. Этому способствует относительно низкая температура атмосферы. По данным Википедии, температура составляет 49 К, что способствует низкой подвижности водорода. Излучение атмосферы планеты Уран возможно наблюдать в сверхчувствительных спектрометрах в ультрафиолетовом диапазоне [7]. В гамма-диапазоне атмосфера планеты должна мерцать от вспышек ядерных реакций на космической пыли.

### Заключение

Таким образом, уширение линии излучения и увеличения интенсивности излучения однократно ионизованных возбужденных атомов гелия за счет излучения субатомов водорода в районе 206 нм может свидетельствовать в пользу существования субатомов водорода. В свою очередь, субатомы водорода могут являться инициаторами низкотемпературных ядерных реакций. В природе уширение линии рекомбинационного излучения однократно ионизованного гелия вероятно можно наблюдать в гелий-водородной атмосфере планеты Уран.

**Список литературы**

1. Неволин В.К. Субатомы водорода в экспериментах. М.: Техносфера, 2021. 150 с.
2. Ратис Ю.Л. О возможности существования долгоживущего экзотома «нетроний» // Журнал формирующихся направлений науки. 2013. Т. 1, №2. С. 27-42.
3. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Квантовая механика. М.: Государственное издательство Физико-математического лица, 1963. 571 с.
4. Пархомов А.Г., Карабанов Р.В. Исследование элементных и изотопных изменений в веществе около ламп накаливания // Журнал формирующихся направлений науки. 2020. Т. 8, № 27. С.58.
5. Пархомов А.Г. Новый подход к созданию LENR-реакторов // Журнал формирующихся направлений науки. 2020. Т. 8, № 27. С. 63.
6. Irwin P.G., Teanby N.A., Davis G.R. Latitudinal Variations in Uranus' Vertical Cloud Structure from UKIRT UIST Observations // The American Astronomical Society. 2007. Vol. 665 (1). P. 6652007. DOI:10.1086/521189.
7. Боярчук А.А., Шусутов Б.М., Саванов И.С., Сачков М.Е. Научные задачи космического проекта «Спектр-УФ» // Астрономический журнал. 2016. Т. 93, №1. С. 1-42.