

**Параметры теплового излучения, возникающего в
результате гравитационного сжатия большой массы водорода в
космосе.**

Автор Андрей Чернов

E mail: and8591@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-6461-5261>

Содержание

1. Аннотация – 2 стр.
2. Методы – 3-9 стр.
3. Результаты – 9-11 стр.

1. Аннотация.

Это исследование построено на предположении, что в результате гравитационного сжатия большой массы газообразного водорода в космосе и образования из этой массы жидкого водорода, в космос испускаются фотоны дальнего инфракрасного диапазона.

В основу физико-математических расчётов исследования была положена энергия первой орбиты электрона $E_1 = -13,6$ Эв, масса электрона, скорость света, квантовые числа: 1,2,3,4,5,6... В результате проведённых по авторской методике физико-математических расчётов энергия одного фотона составила **0,0014489** Эв (1-15). Длина волны фотонов составила **855,7** мкм (1-20). Этот результат подтверждается результатами астрономических наблюдений. **В марте 1995 года Япония запустила 15-сантиметровый инфракрасный телескоп IRTS, который проработал в космосе 4 недели, но зато смог засечь космические фотоны с длиной волны > 700 мкм (это дальний инфракрасный диапазон электромагнитных волн: $1,4 \div 1000$ мкм). Энергия космического фотона составила $< 0,0017712$ Эв.**

Таким образом, разница между полученным результатом и результатом астрономических наблюдений составила 19%, что не выходит за пределы погрешности измерений. Учитывая наибольшую распространённость водорода во Вселенной (92%), в исследовании был сделан вывод, что зарегистрированные японским инфракрасным телескопом фотоны оказались в космосе в результате гравитационного сжатия большой массы газообразного водорода с последующим образованием жидкого водорода.

В исследовании отмечено, что в условиях гравитационного сжатия атомы других газов тоже могут испускать фотоны, которые относятся к дальнему инфракрасному диапазону электромагнитных волн.

Также были получены другие результаты, которые имеют научное значение.

Ключевые слова. Космические фотоны, тепловое излучение, жидкий водород, закрытые уровни энергии атома водорода, инфракрасный телескоп.

2. Методы

Перед тем как перейти к методам исследования, необходимо отметить, что если сжижение водорода осуществляется в заводских или лабораторных условиях, то испускаемые фотоны > 700 мкм будут полностью поглощаться стенками камеры и другими газами внутри камеры и за её пределами. По этой причине в этом исследовании будет рассматриваться гравитационное сжатие большой массы водорода в свободном безвоздушном пространстве, **то есть в космосе.**

Если большая масса газообразного водорода в космосе подвергнется гравитационному сжатию, то начнётся процесс сжижения водорода. Этот процесс будет сопровождаться выделением теплового излучения. Тепловое излучение связано с тем, что по мере сближения между собой атомов водорода одновременно происходит принудительное уменьшение орбит электронов в атомах. Уменьшение радиуса стационарной орбиты электрона в атоме водорода приводит к переходу электрона с более высокой стационарной орбиты, где более высокий уровень энергии, на более низкую стационарную орбиту, где уровень энергии ниже. Такие переходы электрона сопровождается излучением энергии в виде фотонов. Таким образом, **принудительное уменьшение радиуса стационарной орбиты электрона в атоме водорода** приводит к испусканию фотонов. В дальнейшем тексте выделенное жирным шрифтом выражение будет называться «сжатием орбиты электрона».

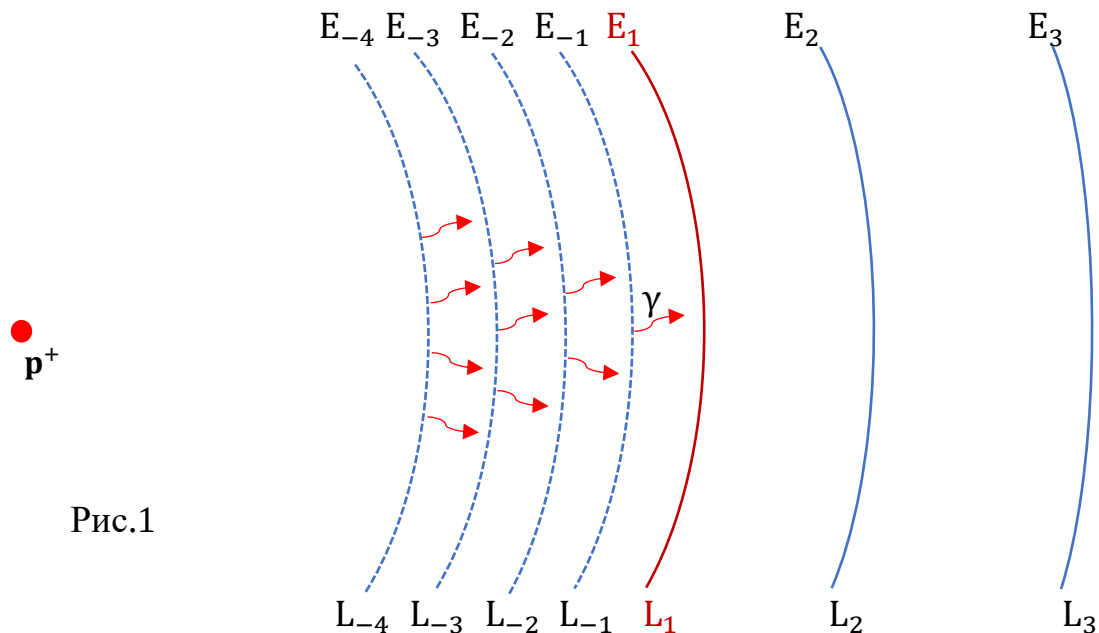


Рис.1

Вверху представлен рисунок 1. На этом рисунке схематично представлена шкала уровней энергии атома водорода. В середине шкалы находится известный из квантовой механики уровень $E_1 = -13,6$ Эв. Этот уровень разделяет шкалу на две части. Справа от E_1 находятся уровни энергии: $E_2 = -3,4$ Эв, $E_3 = -1,51$ Эв

К этим уровням энергии относятся орбиты электрона L_n с радиусами $r_1 = 5,291772 \cdot 10^{-11}$ м, $r_2 = 2,116709 \cdot 10^{-10}$ м, $r_3 = 4,762595 \cdot 10^{-10}$ м

Слева от уровня E_1 находится шкала уровней энергии атома водорода, где $E_n < E_1$. В этой части шкалы уровни энергии атома водорода имеют знак «минус»: E_{-1} , E_{-2} , E_{-3} , E_{-4} и т.д. Знак «минус» введён для того, чтобы при работе с текстом избежать путаницы с классическими уровнями энергии,

расположенными в правой части шкалы. Ниже обозначены стационарные орбиты электрона: L_{-1} , L_{-2} , L_{-3} , L_{-4} и т. д.

Полная энергия электрона в атоме водорода определяется по известной формуле:

$$W = -\frac{1}{2} m_e v^2 \quad (1-1)$$

На основании того, что полная энергия электрона и уровень энергии атома водорода тождественные понятия, получим:

$$E_n = -\frac{1}{2} m_e v^2 \quad (1-2)$$

В формуле 1-2 **скорость электрона не может быть выше скорости распространения света**. Отсюда получим минимально возможный уровень энергии атома водорода:

$$E_{\min} = -\frac{1}{2} m_e c^2 \quad (1-3)$$

Подставим в эту формулу значения $m_e = 9,109383702 \cdot 10^{-31}$ кг, $c = 2,99792458 \cdot 10^8$ м/с и получим:

$$E_{\min} = -4,09355288864 \cdot 10^{-14} \text{ Дж } (-255499,475 \text{ Эв}) \quad (1-4)$$

Для цели дальнейшего исследования определим точное значение E_1 :

$$E_1 = -\frac{m_e e^4}{8\epsilon_0^2 h^2} = -2,17987235766 \cdot 10^{-18} \text{ Дж } (-13,605693 \text{ Эв}) \quad (1-5)$$

($h = 6,62607015 \cdot 10^{-34}$ Дж · с, $e = 1,602176634 \cdot 10^{-19}$ Кл, $\epsilon_0 = 8,85418782 \cdot 10^{-12}$ Ф · м, $m_e = 9,109383702 \cdot 10^{-31}$ кг)

Практически все орбиты электрона в интервале $L_{\min} \div L_1$ (рис.1) имеют условный характер, потому что только 13 орбит в атоме водорода могут проявить себя в физическом процессе (см. дальнейшее исследование). В интервале $L_{\min} \div L_1$ условная орбита электрона $L_{\min}$ (уровень $E_{\min}$) является минимальной по величине по отношению ко всем другим орбитам. Максимальной по величине в этом интервале является орбита L_1 с радиусом Бора (уровень E_1). **Все орбиты электрона в интервале $L_{\min} \div L_1$ (рис.1) являются кратными величинами по отношению к $L_{\min}$.** Поэтому если принять значение $L_{\min} = 1$, то в интервале $L_{\min} \div L_1$ получим ряд натуральных чисел:

$$1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, \dots n \quad (1-6)$$

В этом ряду натуральных чисел последнее число «n» показывает количество условных орбит в интервале $L_{\min} \div L_1$ и также число «n»

показывает количество условных орбит $L_{\min}$, которые можно уложить в орбиту L_1 . На основании этого получим:

$$n = \frac{L_1}{L_{\min}} \quad (1-7)$$

где n – количество условных орбит электрона в интервале $L_{\min} \div L_1$.

Из квантовой механики известно, что отношение значений уровней энергии в атоме водорода находится в обратной пропорции к радиусам орбит электрона этих уровней: $\frac{E_k}{E_n} = \frac{r_n}{r_k}$, где $E = -\frac{1}{n^2} \frac{m_e e^4}{8\varepsilon_0^2 h^2}$, $r = n^2 \frac{\varepsilon_0 h^2}{\pi m_e e^2}$ (Например, $\frac{E_1}{E_3} = \frac{r_3}{r_1}$, см. примеч. к рис.1)

На этом основании и с учётом того, что $L = 2\pi r$, получим:

$$n = \frac{E_{\min}}{E_1} \quad (1-8)$$

где n – количество уровней энергии в интервале $E_{\min} \div E_1$.

Подставим в эту формулу значение E_1 (1-5) и значение $E_{\min}$ (1-4). В результате получим: $n = 18778,87$

Получение не полностью целого числа N связано с допустимыми погрешностями измерений физических величин (m_e , ε_0 , e , h , c), которые входят в значение $E_{\min}$ и E_1 . Поэтому округлим полученный результат и получим количество уровней E_n в интервале $E_{\min} \div E_1$ (рис.1):

$$n = 18779 \quad (1-9)$$

На уровнях энергии $E_{\min} \div E_1$ находится **разное количество одинаковых квантов e_γ** . Энергия взаимодействия электрона и протона возрастает в обратной пропорции по мере уменьшения радиуса орбиты электрона: $E = k \frac{q \cdot q}{r}$. Поэтому в связи с тем, **что квант e_γ является единственной неделимой порцией энергии в интервале $E_{\min} \div E_1$** , то количество квантов e_γ на каждом уровне энергии атома водорода выглядит следующим образом:

$$\begin{array}{cccccccccccc} E_{-1} & E_{-2} & E_{-3} & E_{-4} & E_{-5} & \dots & E_{-18779} \\ 1e_\gamma & 2e_\gamma & 3e_\gamma & 4e_\gamma & 5e_\gamma & \dots & 18779e_\gamma \end{array} \quad (1-10)$$

Как видим, 1-10 тоже представляет из себя ряд натуральных чисел: $1e_\gamma, 2e_\gamma, 3e_\gamma, 4e_\gamma, 5e_\gamma, \dots, 18779e_\gamma$. Применим к 1-10 формулу суммы ряда натуральных чисел. В результате получим формулу **общего количества S_n квантов e_γ** в интервале $E_1 \div E_n$.

$$S_n = \frac{n(n+1)}{2} \quad (1-11)$$

где n – номер уровня энергии E_n .

Через подстановку в эту формулу $n = 18779$, определим общее количество квантов e_γ в интервале $E_1 \div E_{-18779}$:

$$S = 176\,334\,810 \quad (1-12)$$

Общая энергия квантов e_γ в интервале $E_1 \div E_{-18779}$:

$$E = e_\gamma \cdot S_\gamma \quad (1-13)$$

Разность энергий атома водорода в двух стационарных состояниях E_1 и $E_{\min}$ составляет:

$$E = E_1 - E_{\min} = 4,0933349014 \cdot 10^{-14} \text{ Дж } (255485,869 \text{ Эв}) \quad (1-14)$$

(значения $E_{\min}$ и E_1 взяты из 1-4 и 1-5)

С учётом равенства 1-13 и 1-14 получим значение e_γ :

$$e_\gamma = \frac{E}{S_\gamma} = 2,321342508266 \cdot 10^{-22} \text{ Дж } (0,001448868033 \text{ Эв}) \quad (1-15)$$

Используя e_γ получим формулу для определения уровней энергии в интервале $E_1 \div E_{-18779}$:

$$E_n = E_1 - e_\gamma \frac{n(n+1)}{2} \quad (1-16)$$

(Подчеркнём, что в расчётах значение " n " всегда имеет положительное значение).

С учётом значения e_γ (1-15) и значения $E_1 = -13,605693 \text{ Эв}$ (1-5) определим значения некоторых уровней энергии: $E_{-1} = -13,607142 \text{ Эв}$, $E_{-2} = -13,61004 \text{ Эв}$, $E_{-3} = -13,614386 \text{ Эв}$, $E_{-4} = -13,620182 \text{ Эв}$ и т.д.

Дальше определим радиусы орбиты электрона через уровень энергии E_n . Для этого используем формулу из квантовой механики:

$$E_n = -\frac{e^2}{8\pi\epsilon_0 r_n} \quad (1-17)$$

Отсюда следует:

$$r_n = \frac{e^2}{8\pi\epsilon_0 E_n} \quad (1-18)$$

где $e = 1,602176634 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$, $\epsilon_0 = 8,85418782 \cdot 10^{-12} \text{ Ф} \cdot \text{м}$,
 $\pi = 3,1415926535$

Подставим в эту формулу значения E_n и определим в интервале $E_1 \div E_{-18779}$ радиусы некоторых стационарных орбит электрона: $r_{-1} = 5,29120864 \cdot 10^{-11} \text{ м}$, $r_{-2} = 5,29008198 \cdot 10^{-11} \text{ м}$, $r_{-3} = 5,28839327 \cdot 10^{-11} \text{ м}$, $r_{-4} = 5,28614282 \cdot 10^{-11} \text{ м}$ и т.д. (Когда электрон находится на стационарных орбитах атом водорода не излучает фотоны).

В результате гравитационного сжатия водорода происходит последовательное уменьшение орбиты электрона в атомах. В результате с уровней E_n (1-10) **принудительно испускаются кванты энергии e_γ в виде фотонов γ и происходит процесс сжижения водорода.** Испускание фотонов происходит в порядке 1-10. При сжатии орбиты электрона L_1 до орбиты L_{-1} происходит выброс энергии $E_1 - E_{-1}$ в виде одного фотона e_γ ; при сжатии орбиты электрона L_{-1} до орбиты L_{-2} происходит выброс энергии $E_{-1} - E_{-2}$ в виде 2 фотонов e_γ ; при сжатии орбиты электрона L_{-2} до орбиты L_{-3} происходит выброс энергии $E_{-2} - E_{-3}$ в виде 3 фотонов e_γ и т. д.

При сжатии орбиты электрона от L_1 (уровень E_1) до L_n (уровень E_n) общая энергия испускаемых атомом фотонов в соответствии с 1-11 определяется по следующей формуле: $E = e_\gamma \frac{n(n+1)}{2}$ (1-19)

Определим длину волны фотонов, которые испускают атомы водорода в процессе сжижения в результате гравитационного сжатия газообразного водорода:

$$\lambda = hc/e_\gamma = 8,557 \cdot 10^{-4} \text{ м} \text{ (855,7 мкм)} \quad (1-20)$$

Эта длина волны относится к дальнему инфракрасному диапазону (1,4 ÷ 1000 мкм) электромагнитных волн. Полученный в исследовании результат 1-21 совпадает с результатом астрономических наблюдений, см. 3 раздел.

При сжатии орбиты электрона до значения L_{-13} (рис.1) происходит заключительный переход водорода в жидкое состояние. Этой орбите электрона, согласно формуле 1-16, соответствует уровень энергии:

$$E = E_1 - e_\gamma \frac{n(n+1)}{2} = -13,737525 \text{ Эв} \quad (1-21)$$

где $E_1 = -13,605693 \text{ Эв}$, $e_\gamma = 0,0014487 \text{ Эв}$, $n = 13$

Этот процесс сопровождается выделением теплового излучения. Энергия этого излучения составляет: $E_1 - E_{-13} = 0,131832 \text{ эВ}$

Полученный результат совпадает с практикой сжижения водорода в лабораторных условиях, где для получения 1 кг жидкого водорода требуется $E \approx 12 \text{ МДж}$. (Масса атома водорода составляет $m_a = 1,6735575 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$. Таким образом в 1 кг водорода находится следующее количество атомов:

$k = \frac{1\text{кг}}{m_a}$. В результате получим значение энергии теплового излучения, которое приходится на 1 атом: $E_a = \frac{E}{k} = 2,008269 \cdot 10^{-20}$ Дж или 0,1253463 Эв)

Определим по формуле 1-18 радиус стационарной орбиты электрона для этого уровня энергии (-13,737525 Эв). В результате получим: $5,2409897 \cdot 10^{-11}$ м (1-22).

Если сравнить этот радиус с Боровским радиусом $5,29177210544 \cdot 10^{-11}$ м, то разница составит: 0,96 %.

Необходимо подчеркнуть, что только 13 из 18779 закрытых уровней энергии в атоме водорода могут проявить себя через излучение фотонов в процессе сжижения водорода. Остальные 18766 уровней энергии всегда остаются в атоме водорода в закрытом состоянии.

3. Результаты

Это исследование базируется на положении, что существуют закрытые уровни энергии атома водорода, значение которых меньше значения энергии первой орбиты электрона: $E_n < E_1$, где $E_1 = -13,6$ Эв. Закрытые уровни энергии могут проявлять себя **через испускание фотонов только при переходе газообразного водорода в жидкое состояние**. По результатам проведённых расчётов энергия одного такого фотона составила **0,0014489 Эв** (1-15), а длина волны **855,7 мкм** (1-20). Это крайняя область дальнего инфракрасного диапазона электромагнитных волн ($1,4 \div 1000$ мкм).

Эти расчётные параметры фотона совпадают с данными наблюдений инфракрасных телескопов на орбите Земли. Эти телескопы работают с помощью специальных детекторов (болометров), которые очень чувствительны к нагреву инфракрасным излучением. **В марте 1995 года Япония запустила 15-сантиметровый инфракрасный телескоп IRTS, который проработал лишь четыре недели, но зато смог засечь космические фотоны с длиной волны > 700 мкм, энергия фотона $< 0,0017712$ Эв.** Расхождение между 700 мкм и 855,7 мкм составляет 19%. Отметим, что фактически расхождение здесь отсутствует, потому что эти 19% укладываются в допустимую погрешность измерений. Учитывая наибольшую распространённость водорода во Вселенной (92%), можно сделать вывод, что зарегистрированные японским телескопом фотоны были **испущены атомами водорода в результате гравитационного сжатия большой газообразной массы водорода в космосе и образования из этой массы жидкого водорода.** Необходимо заметить, что в наземных условиях фотоны > 700 мкм зарегистрировать невозможно вследствие помех от посторонних источников и поглотителей теплового излучения.

В основе физико-математических расчётов по определению энергии фотонов находится энергия первой орбиты электрона $E_1 = -13,6$ Эв, масса электрона m_e , скорость света и квантовые числа: 1,2,3,4,5,6... (1-6, 1-10). Другие физические величины в расчётах отсутствуют. Поэтому с математических позиций получение результата 855,7 мкм, который совпал с результатом астрономических наблюдений > 700 мкм, не может быть случайностью.

Также к результатам этого исследования необходимо отнести определение уровня энергии атома водорода, когда водород переходит из газообразного состояния в жидкое состояние: $-13,737525$ Эв (1-21). (Этому уровню энергии соответствует температура $-252,9$ °С и объёмная плотность $70,9$ кг/м³). Необходимо подчеркнуть, что **только 13 из 18779 закрытых уровней энергии в атоме водорода могут проявить себя через излучение фотонов в процессе сжижения водорода. Остальные 18766 уровней энергии всегда остаются в атоме водорода в закрытом состоянии.**

Радиус орбиты электрона для этого уровня энергии ($-13,737525$ Эв) составляет $5,2409897 \cdot 10^{-11}$ м (1-22). Если сравнить этот радиус с Боровским радиусом орбиты электрона $5,29177210544 \cdot 10^{-11}$ м, то расхождение составит: 0,96 %.

Можно предположить, что другие газы (O_2 , N_2 , Cl_2 и все одноатомные газы из таблицы периодических элементов) тоже имеют закрытые уровни энергии и поэтому в условиях гравитационного сжатия при переходе водорода в жидкое состояние могут испускать фотоны дальнего инфракрасного диапазона.