

# **Протоатом и его роль в формировании величины гравитационной постоянной. Результаты исследования.**

**Автор Андрей Чернов**

E mail: [and8591@gmail.com](mailto:and8591@gmail.com)

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

## **Содержание**

1. Аннотация – 2 стр.
2. Введение – 2-4 стр.
3. Методы – 4-14 стр.
4. Результаты – 14 стр.
5. Заключение – 14 стр.
6. Декларация – 15 стр.

## 1. Аннотация.

В основе этого исследования лежит утверждение, что гравитационное сжатие больших космических масс имеет предел плотности сжатия. При этом первоначальное вещество небесного тела, состоящее из атомов, превращается в однородное, очень плотное тело (чёрную дыру), состоящее из одинаковых частиц (которые в исследовании были названы протоатомами). Для определения параметров этих частиц (протоатомов) было использовано решение Шварцшильда. В результате через другие физические константы была определена масса протоатома и значение двух его противоположных зарядов. Полученная величина заряда совпала рекомендованной CODATA величиной элементарного заряда. Расхождение составило всего 0,098%.

Далее была получена формула для расчёта величины гравитационной постоянной. В основе этой формулы находится величина элементарного заряда, скорость света в вакууме, единица атомной массы химических элементов (см. исследование). Отличительной особенностью этой формулы является отсутствие дополнительных показателей (коэффициентов) для корректировки величины  $G$ . По этой формуле были произведены расчёты величины гравитационной постоянной у 24 химических элементов, взятых из всех групп таблицы Менделеева. Результаты расчётов показали, что величина  $G$  не является постоянной величиной в строгом смысле этого слова и может колебаться пределах тысячных и сотых долей процента в зависимости от химического элемента.

Получены другие результаты, имеющие научное значение.

**Ключевые слова.** Протоатом, масса протоатома, единица атомной массы химического элемента, атомная ячейка, формула гравитационной постоянной, гравитационное поле, элементарный заряд.

## 2. Введение.

История определения величины гравитационной постоянной насчитывает больше 200 лет. Впервые гравитационную

постоянную  $G$  измерил в 1798 году британский физик Генри Кавендиш. Для этого ученый использовал крутильные весы, построенные священником Джоном Мичеллом. В качестве взаимодействующих масс были использованы массивные свинцовые шары. Полученное Кавендишем значение гравитационной постоянной составило  $G = 6,754 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{кг}^{-1}$  (относительная разница с  $G = 6,6743 \cdot 10^{-11}$  составляет **1,2%**).

С тех пор ученые поставили больше 200 экспериментов по измерению гравитационной постоянной, однако так и не смогли существенно улучшить их точность. По результатам 14 наиболее точных экспериментов за последние 40 лет Комитетом данных для науки и техники (CODATA) было рекомендовано значение  $G = 6,67430 (15) \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{кг}^{-1}$ . При этом необходимо отметить, что заявленная погрешность некоторых экспериментов, **использованных при расчете значения CODATA**, не превышала 14 частей на миллион, однако различие между их результатами достигало **550 частей на миллион (относительная разница 0,055%)** <https://goo.su/SkRf5J>

Учёные предполагают, что низкая точность определения гравитационной постоянной связана со слабостью сил гравитационного притяжения, которые возникают в наземных экспериментах. Это мешает точно измерить силы и приводит к **большим систематическим погрешностям**, обусловленным конструкцией установок. Интерес в этом плане представляет экспериментальное измерение гравитационного взаимодействия 24 цилиндров из сплава вольфрама, сделанное с помощью атомных интерферометров итальянскими и нидерландскими физиками. Авторы исследования в статье в журнале «Nature» (июнь 2014 г) указывают, что поскольку эксперимент с применением атомных интерферометров основан на принципиально другом подходе, то он поможет выявить некоторые систематические ошибки, которые не учитываются в экспериментах с другим оборудованием. Значение полученное

исследователями равнялось  $G = 6,67191(99) \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{кг}^{-1}$ . Относительная разница с  $G = 6,67430 \cdot 10^{-11}$  составила **0,036%**.

Измерение гравитационной постоянной проводятся различными группами ученых постоянно. При этом, несмотря на обилие новых технологий, результаты экспериментов дают разные значения этой константы.

### 3. Методы.

При гравитационном сжатии гигантской звезды происходит значительное выделение энергии, сопровождаемое дефектом массы атомов химических элементов (в основном гелия и водорода). При этом гигантская звезда вначале превращается в нейтронную звезду, а при дальнейшем сжатии в чёрную дыру. Затем наступает предел, когда дальнейшее сжатие вещества становится невозможным. В этих **условиях предельного сжатия** вещество чёрной дыры составляют нейтроны, которые уменьшили свою массу до величины  $m_{pa}$  (далее в статье такие уменьшенные нейтроны назовём протоатомами). Масса протоатома составляет:  $m_{pa} = \frac{2G}{c^2}$  (1-1)

Выражение  $\frac{2G}{c^2}$  взято из решения Шварцшильда, которое описывает гравитационный радиус чёрной дыры:  $R = \frac{2G}{c^2} \cdot M$

**Все характеристики решения Шварцшильда определяются одним показателем – массой.** Поэтому с точки зрения физики константу  $\frac{2G}{c^2}$  м/кг можно рассматривать не только как коэффициент пропорциональности, который измеряется в м/кг, а как структурную единицу предельно сжатой массы, которая измеряется в кг. В данном случае такой единицей принимается протоатом. На этом этапе исследования  $m_{pa} = \frac{2G}{c^2}$  **необходимо принять, как постулат**, который в дальнейшем исследовании получит математическое подтверждение. (Для целей дальнейшего исследования подчеркнём, что выражение  $\frac{2G}{c^2}$  является **константой**).

С учётом, что  $G = 6,6743 \cdot 10^{-11}$  и  $c = 2,99792458 \cdot 10^8$  м/с, согласно формуле 1-1 получим:  $m_{pa} = 1,485232054 \cdot 10^{-27}$  кг (1-2)

Здесь необходимо подчеркнуть, что несмотря на большое количество знаков после запятой, полученное значение  $m_{pa}$  не обладает абсолютной точностью. Это связано с известными погрешностями экспериментальных измерений величины  $G$  (см. 1 раздел). Но концептуально это обстоятельство не может повлиять на дальнейшее исследование.

В этом исследовании проводится параллель между протоатомами и условными парами элементарных зарядов (атомными ячейками) в атомах химических элементов. Количество атомных ячеек в атоме химического элемента определяется по формуле:  $n = A + B$  (1-3)

где  $A$  – количество пар электронов и протонов в атоме,  $B$  – количество нейтронов в атоме.

Чтобы определить массу атомной ячейки химического элемента  $m_c$ , необходимо разделить массу атома  $m_a$  на количество атомных ячеек  $n$ :

$$m_c = m_a / n \quad (1-4)$$

Этот расчёт аналогичен расчёту атомной единицы массы 1 а.е.м., который, как известно, производился на основе изотопа углерода  $^{12}_6\text{C}$ . Атом  $^{12}_6\text{C}$  состоит из 6 электронов, 6 протонов и 6 нейтронов, то есть это 12 атомных ячеек. Поэтому  $m_c = 1/12 m_a$ . В то же время, как известно, атомная единица массы 1 а.е.м. =  $1/12 m_a(^{12}_6\text{C}) = 1,660539066 \cdot 10^{-27}$  кг. Поэтому в этом случае масса атомной ячейки  $^{12}_6\text{C}$   $m_c$  равна атомной единице массы 1 а.е.м. Но в других химических элементах этого совпадения быть не может.

Определим массу атомной ячейки свинца Pb. Свинец особенно часто использовался в экспериментах по определению величины гравитационной постоянной (опыт Кавендиша и др.). Таким образом, во многом на основе свинца была экспериментально определена величина гравитационной постоянной  $G = 6,6743 \cdot 10^{-11}$  (см. Раздел 2). По этой причине свинец будет опорным химическим элементом в этом исследовании.

Природный свинец состоит из 4-х стабильных изотопов: основного изотопа  $^{82}_{208}\text{Pb}$ , а также из изотопов  $^{82}_{204}\text{Pb}$ ,  $^{82}_{206}\text{Pb}$ ,  $^{82}_{207}\text{Pb}$ . Масса атома  $^{82}_{208}\text{Pb}$  составляет:  $m_a = 207,9766521$  а. е. м. <https://goo.su/fqZ4> (Ссылка на источник указана по причине того, что в периодической таблице Менделеева указана **средняя** атомная масса всех изотопов свинца Pb. Поэтому для получения точной массы атома изотопа  $^{82}_{208}\text{Pb}$  этой таблицей пользоваться **нельзя**). Атом  $^{82}_{208}\text{Pb}$  состоит из 82 электронов, 82 протонов, 126 нейтронов. Поэтому согласно (1-3):  $n=208$ . В результате согласно 1-4 масса атомной ячейки  $^{82}_{208}\text{Pb}$  составит:

$$m_c = \frac{207,9766521}{208} \cdot 1 \text{ а.е.м} = 1,660352671 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \quad (1-5)$$

где  $1 \text{ а.е.м.} = 1,660539066 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$ . (Практически такая же величина  $m_c$  будет при расчёте других изотопов свинца:  $^{82}_{204}\text{Pb}$ ,  $^{82}_{206}\text{Pb}$ ,  $^{82}_{207}\text{Pb}$ ).

Заметим, что на основании вышеизложенного  $m_c$  можно дать второе название: **атомная единица массы химического элемента**.

Теперь переходим к одному из важных моментов исследования. Этот момент заключается в том, что **при гравитационном сжатии атомной ячейки  $m_c$  до значения массы протоатома  $m_{pa}$ , гравитационное поле  $e_c$  атомной ячейки уменьшается в той же пропорции, в которой уменьшается площадь поверхности  $S$  геометрической сферы при уменьшении объёма  $V$  этой сферы.**

Как известно из геометрии, пропорция между площадями поверхностей ( $S_1$  и  $S_2$ ) двух сфер и между объёмами ( $V_1$  и  $V_2$ ) этих сфер выглядит

следующим образом:  $\sqrt[2]{\frac{S_1}{S_2}} = \sqrt[3]{\frac{V_1}{V_2}}$  или  $\frac{S_1}{S_2} = \sqrt[3]{\frac{V_1^2}{V_2^2}}$  (1-6)

Теперь на основании указанной аналогии получим:

$$\frac{e_c}{e_{pa}} = \sqrt[3]{\frac{m_c^2}{m_{pa}^2}} \quad (1-7)$$

где  $m_{pa}$  – масса протоатома, кг.

$m_c$  – масса атомной ячейки, кг.

$e_{pa}$  – величина гравитационного поля протоатома на расстоянии 1м, м/с<sup>2</sup>

$e_c$  – величина гравитационного поля атомной ячейки на расстоянии 1м, м/с<sup>2</sup>

Как видим, пропорция 1-7 **отличается от известной пропорции**, когда уменьшения гравитационного поля тела происходит в равной пропорции с уменьшением массы этого тела. Объясняется это тем, что в обычных условиях уменьшение гравитационного поля тела происходит в результате отделения части массы от этого тела. В этих условиях масса атомных ячеек не изменяется, и поэтому количество условных пар элементарных зарядов (атомных ячеек) на единицу массы остаётся неизменным, **то есть структура вещества остаётся прежней**. В нашем же случае 1-7 уменьшение массы атомных ячеек происходит **в результате гравитационного сжатия вещества**. Поэтому количество условных пар элементарных зарядов на единицу массы тела возрастает:  $\frac{n_c}{m_c} < \frac{n_{pa}}{m_{pa}}$ . То есть происходят **структурные изменения вещества**.

На основании (1-7) получим:  $e_{pa} = e_c \sqrt[3]{\frac{m_{pa}^2}{m_c^2}}$  (1-8)

С учётом, что  $e_c = \frac{G m_c}{R^2}$ , где  $R = 1$ м, получим формулу:

$$e_{pa} = G \sqrt[3]{m_c m_{pa}^2} \quad (1-9)$$

Подставим в эту формулу значение  $G = 6,6743 \cdot 10^{-11}$ ,  $m_c = 1,660352671 \cdot 10^{-27}$  кг (1-5),  $m_{pa} = 1,485232054 \cdot 10^{-27}$  кг (1-1). В результате получим величину гравитационного поля протоатома на расстоянии 1 м:

$$e_{pa} = 10,288104836 \cdot 10^{-38} \text{ м/с}^2$$

**Это гравитационное поле эквивалентно произведению двух равных противоположных зарядов в составе протоатома:**

$$e_{pa} = 4q^2 \text{ м/с}^2 \quad (1-10)$$

Отсюда следует:  $q = \sqrt{\frac{e_{pa}}{4}}$  (1-11)

Подставим в эту формулу полученное значение  $e_{pa} = 10,288104836 \cdot 10^{-38} \text{ м/с}^2$ . В результате получим:  $q = 1,603473082 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$

Полученная величина  $q$  совпадает с рекомендованной CODATA величиной элементарного заряда, где  $q = 1,602176634 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$ .

Расхождение составляет всего **0,098 %**. Это ничтожно малое расхождение, если учесть сумму погрешностей экспериментальных измерений значений  $G$  (см. раздел 2),  $m_c$ ,  $q$ ,  $c$ , которые использовались в вышестоящих расчётах.

Отсюда следует, что **формула (1-9) и входящие в неё значения  $m_{pa} = 1,485232054 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$  (1-1) и  $e_{pa} = 4q^2 = 10,267879866 \cdot 10^{-38} \text{ м/с}^2$  получили математическое подтверждение.**

Преобразуем формулу 1-9 и введём в неё поправочный коэффициент, учитывающий погрешности измерений. В результате получим формулу для расчёта величины гравитационной постоянной.

$$G = \frac{k e_{pa}}{\sqrt[3]{m_c m_{pa}^2}} \quad (1-12)$$

где  $e_{pa} = 10,267879866 \cdot 10^{-38} \text{ м/с}^2$ . Подчеркнём, что в основе величины  $e_{pa}$  находится **фундаментальная константа – величина элементарного заряда  $q = 1,602176634 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$** .

**$k = 1,001969731 \text{ м}^2$** . Этот коэффициент пропорциональности принимается **единым для всех химических элементов**.

Теперь применим формулу 1-12 к другим химическим элементам. Определим величину  $G$  гравитационного поля, образуемого изотопом углерода  $^{12}_6\text{C}$ . В этом атоме  $m_c = 1 \text{ а.е.м.} = 1,660539066 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$  (см. выше в исследовании). Подставим значение  $m_c$  в формулу 1-12 и в результате получим:  **$G = 6,6741 \cdot 10^{-11}$** . Относительная разница с  $G = 6,6743 \cdot 10^{-11}$  составляет **0,003%**.

Определим величину  $G$  гравитационного поля, образуемого атомами вольфрама. (Вольфрам тоже часто использовался в экспериментах по определению величины  $G$ , см. раздел 2). Природный вольфрам состоит из



4-х стабильных изотопов: основного изотопа  ${}^{74}_{184}\text{W}$  и четырёх изотопов:  ${}^{74}_{180}\text{W}$ ,  ${}^{74}_{182}\text{W}$ ,  ${}^{74}_{183}\text{W}$ ,  ${}^{74}_{186}\text{W}$ . Атомная масса основного изотопа  ${}^{74}_{184}\text{W}$ : 183,9509312 а.е.м. <https://goo.su/zqIz> Масса атомной ячейки  ${}^{74}_{184}\text{W}$  составит:  $m_c = \frac{183,9509312}{184} \cdot 1 \text{ а.е.м.} = 1,660096236 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$ . Применим формулу 1-12. В результате получим величину  $G = 6,6746 \cdot 10^{-11}$ . Относительная разница с  $G = 6,6743 \cdot 10^{-11}$  составляет **0,0045%**.

Определим величину  $G$  для платины. (Платина на 90% входит в состав международного эталона килограмма). Природная платина состоит из смеси шести изотопов, где наибольший удельный вес приходится на изотоп  ${}^{78}_{195}\text{Pt}$ . Атомная масса  ${}^{78}_{195}\text{Pt}$ : 194,9647911 а.е.м. <https://goo.su/cTdgL> Масса атомной ячейки  ${}^{78}_{195}\text{Pt}$  составит:  $m_c = \frac{194,9647911}{195} \cdot 1 \text{ а.е.м.} = 1,660239242 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$ . Применим формулу 1-12 и получим:  $G = 6,6744 \cdot 10^{-11}$ . Относительная разница с  $G = 6,6743 \cdot 10^{-11}$  составляет **0,0015%**.

Определим величину  $G$  для иридия. (Иридий на 10% входит в состав международного эталона килограмма). Природный иридий состоит из смеси 2-х стабильных изотопов, где наибольший удельный вес приходится на изотоп  ${}^{77}_{193}\text{Ir}$ . Атомная масса  ${}^{77}_{193}\text{Ir}$ : 192,9629264 а.е.м. <https://goo.su/TgOxZQ> Масса атомной ячейки  ${}^{77}_{193}\text{Ir}$  составит:  $m_c = \frac{192,9629264}{193} \cdot 1 \text{ а.е.м.} = 1,660220091 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$ . Применим формулу 1-12 и получим:  $G = 6,6745 \cdot 10^{-11}$ . Относительная разница с  $G = 6,6743 \cdot 10^{-11}$  составляет **0,003%**.

Для полного анализа проведём аналогичные расчёты ещё с 20 химическими элементами, взятыми из разных химических групп таблицы Менделеева по мере возрастания их атомного веса (ссылки в тексте подтверждают массу атомов изотопов).

1. Гелий  ${}^4_2\text{He}$ :  $m_c = \frac{4,002603254130}{4} \cdot 1 \text{ а.е.м.} = 1,661619767 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$   
 $G = 6,6726 \cdot 10^{-11}$  (Относительная разница 0,025 %) <https://goo.su/H284>
2. Азот  ${}^{14}_7\text{N}$ :  $m_c = \frac{14,003074004251}{14} \cdot 1 \text{ а.е.м.} = 1,660903673 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$

- $G = 6,6736 \cdot 10^{-11}$  (Относительная разница 0,01%) <https://goo.su/dJsw7VB>
3. Кислород  $^{16}_8\text{O}$ :  $m_c = \frac{15,9949146193}{16} \cdot 1 \text{ а. е. м.} = 1,660011286 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
- $G = 6,6747 \cdot 10^{-11}$  (Относительная разница 0,006%) <https://goo.su/WISCwAS>
4. Неон  $^{20}_{10}\text{Ne}$ :  $m_c = \frac{19,9924401753}{20} \cdot 1 \text{ а. е. м.} = 1,659911397 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
- $G = 6,6749 \cdot 10^{-11}$  (Относительная разница 0,009%) <https://goo.su/FVZrGp>
5. Натрий  $^{23}_{11}\text{Na}$ :  $m_c = \frac{22,9897692820}{23} \cdot 1 \text{ а. е. м.} = 1,659800435 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
- $G = 6,6750 \cdot 10^{-11}$  (Относительная разница 0,01%) <https://goo.su/DCsW9>
6. Магний  $^{24}_{12}\text{Mg}$ :  $m_c = \frac{23,98504169}{24} \cdot 1 \text{ а. е. м.} = 1,659504114 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
- $G = 6,6754 \cdot 10^{-11}$  (Относительная разница 0,016%) <https://goo.su/KTR3D>
7. Алюминий  $^{27}_{13}\text{Al}$ :  $m_c = \frac{26,98153841}{27} \cdot 1 \text{ а. е. м.} = 1,659403652 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
- $G = 6,6756 \cdot 10^{-11}$  (Относительная разница 0,019%) <https://goo.su/B2nox>
8. Кремний  $^{28}_{14}\text{Si}$ :  $m_c = \frac{27,9769265350}{28} \cdot 1 \text{ а. е. м.} = 1,659170695 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
- $G = 6,6759 \cdot 10^{-11}$  (Относительная разница 0,024%) <https://goo.su/8bZ3mZ>
9. Хлор  $^{35}_{17}\text{Cl}$ :  $m_c = \frac{34,96885269}{35} \cdot 1 \text{ а. е. м.} = 1,659061314 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
- $G = 6,6760 \cdot 10^{-11}$  (Относительная разница 0,025%) <https://goo.su/3Qx8U1>
10. Кальций  $^{40}_{20}\text{Ca}$ :  $m_c = \frac{39,962590866}{40} \cdot 1 \text{ а. е. м.} = 1,658986083 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
- $G = 6,6761 \cdot 10^{-11}$  (Относительная разница 0,027%) <https://goo.su/hrD5Miv>
11. Железо  $^{56}_{26}\text{Fe}$ :  $m_c = \frac{55,9349363}{56} \cdot 1 \text{ а. е. м.} = 1,658609766 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
- $G = 6,6766 \cdot 10^{-11}$  (Относительная разница 0,034%) <https://goo.su/HTk1>
12. Медь  $^{63}_{29}\text{Cu}$ :  $m_c = \frac{62,9295975}{63} \cdot 1 \text{ а. е. м.} = 1,658683414 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
- $G = 6,6765 \cdot 10^{-11}$  (Относительная разница 0,033%) <https://goo.su/pCAIQGU>
13. Рубидий  $^{85}_{37}\text{Rb}$ :  $m_c = \frac{84,911789738}{85} \cdot 1 \text{ а. е. м.} = 1,658815812 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
- $G = 6,6763 \cdot 10^{-11}$  (Относительная разница 0,031%) <https://goo.su/3EReg>
14. Серебро  $^{107}_{47}\text{Ag}$ :  $m_c = \frac{106,9050915}{107} \cdot 1 \text{ а. е. м.} = 1,659066176 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
- $G = 6,6760 \cdot 10^{-11}$  (Относительная разница 0,025%) <https://goo.su/dpSGJN>

$$15. \text{Йод } {}_{127}^{53}\text{I}: m_c = \frac{126,904473}{127} \text{ а. е. м.} = 1,65929004 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$$

$$G = 6,6757 \cdot 10^{-11} \text{ (Относительная разница 0,02\%)} \quad \text{https://goo.su/KqoXwc}$$

$$16. \text{Церий } {}_{140}^{58}\text{Ce}: m_c = \frac{139,9054387}{140} \text{ а. е. м.} = 1,659417475 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$$

$$G = 6,6755 \cdot 10^{-11} \text{ (Относительная разница 0,018\%)} \quad \text{https://goo.su/UnG0}$$

$$17. \text{Золото } {}_{197}^{79}\text{Au}: m_c = \frac{196,9665687}{197} \text{ а. е. м.} = 1,660257269 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$$

$$G = 6,6744 \cdot 10^{-11} \text{ (Относительная разница 0,0015\%)} \quad \text{https://goo.su/x3kUaYR}$$

$$18. \text{Ртуть } {}_{202}^{80}\text{Hg}: m_c = \frac{201,9706436}{202} \text{ а. е. м.} = 1,660297742 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$$

$$G = 6,6744 \cdot 10^{-11} \text{ (Относительная разница 0,0015\%)} \quad \text{https://goo.su/wIqGm0}$$

$$19. \text{Радий } {}_{226}^{88}\text{Ra}: m_c = \frac{226,0254098}{226} \text{ а. е. м.} = 1,660725765 \cdot 10^{-27} \text{ кг.}$$

$$G = 6,6738 \cdot 10^{-11} \text{ (Относительная разница 0,007\%)} \quad \text{https://goo.su/wS726Eu}$$

$$20. \text{Уран } {}_{238}^{92}\text{U}: m_c = \frac{238,0507882}{238} \text{ а. е. м.} = 1,660893418 \cdot 10^{-27} \text{ кг.}$$

$$G = 6,6736 \cdot 10^{-11} \text{ (Относительная разница 0,01\%)} \quad \text{https://goo.su/1znly7}$$

Как видим, относительная разница полученных значений  $G$  с величиной  $G = 6,6743 \cdot 10^{-11}$  и между собой составляет **тысячные и сотые доли процента**. Такие очень малые расхождения объясняются тем, что **массы атомных ячеек химических элементов очень близки между собой по величине**. А в связи с тем, что в формуле 1-12 присутствует **корень в третьей степени**, то гравитационные постоянные будут ещё ближе между собой по величине, чем массы атомных ячеек. **Здесь важно подчеркнуть, что малое различие значений  $G$  это не погрешность, а закономерность**. Поэтому если в одинаковых экспериментах с одинаковыми условиями и одинаковым оборудованием применять разные химические элементы, то **будут получены разные значения  $G$** . Но отличия величины  $G$  будут настолько малы, что уверенно подтвердить их с помощью современных измерительных приборов невозможно.

Подобные расчёты величины  $G$  можно применить **ко всем химическим элементам** таблицы Менделеева, включая изотопы. При этом

полученные результаты покажут (проверено автором), что колебания величины **G** у химических элементов нигде не выходят за пределы диапазона в тысячные и сотые доли процента. Исключением является только водород. Причина отличия водорода заключается в более массивной атомной ячейке, чем у всех остальных химических элементов. Атом  ${}^1_1\text{H}$  (протий) имеет массу 1,007825031898 а. е. м. <https://goo.su/aKILwOu>

Атом  ${}^1_1\text{H}$  состоит из протона и электрона, поэтому его атомная масса одновременно является массой атомной ячейки, где  $m_c = \frac{1,007825031898}{1}$

1 а. е. м =  $1,673574827 \cdot 10^{-27}$  кг. Согласно формуле 1-12 получим: **G** =  $6,6567 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{кг}^{-1}$ . Таким образом, относительная разница с  $G = 6,6743 \cdot 10^{-11}$  составляет **0,26%**.

Обстоятельство, что масса атомных ячеек водорода больше массы атомных ячеек других химических элементов объясняется тем, что **в атомах всех химических элементов произошёл дефект массы, а в водороде его не было**. К сожалению, измерить в лабораторных условиях (даже с очень большой погрешностью) величину **G** водорода современная наука не может. Это объясняется тем, что водород является газом и самым лёгким химическим элементом.

Разберём вопрос величины гравитационного поля **E**, которое образует масса **M**, состоящая из разных химических элементов, на расстоянии **R** от массы **M**:

$$E = G_1 \frac{m_1}{R^2} + G_2 \frac{m_2}{R^2} + \dots G_n \frac{m_n}{R^2} \quad (1-13)$$

где  $m_1, m_2, \dots, m_n$  – масса химических элементов в составе массы **M**.

(Эта формула действительна для любых масс, независимо от химического состава вещества).

Таким образом на тело, находящееся в точке **A** на расстоянии **R** от массы **M**, будет действовать **единое поле E**.

Учитывая почти одинаковые значения  $G_1, G_2 \dots G_n$ , для производства прикладных расчётов получим знакомую формулу гравитационного поля:

$$E = G \frac{M}{R^2}$$

В конце статьи рассмотрим вопрос скорости распространения света в контексте полученных в этом исследовании результатов. Для этого обратимся к формуле 1-1 и подчеркнём, что  $m_{pa} = \frac{2G}{c^2}$  является константой.

Отсюда получим:  $c = \sqrt{\frac{2G}{m_{pa}}} \quad (1-14)$

Как видим, формула 1-14 допускает, что при изменении величины  $G$ , изменяется скорость распространения света. Но парадокс заключается в том, что подтвердить это экспериментальным путём невозможно. Объясняется это следующими причинами. Первая причина – это очень малые отличия величины  $G$  у химических элементов. Поэтому если отличия величины  $G$  у химических элементов составляют тысячные и сотые доли процента (см. табл.), то согласно формуле 1-14 (где присутствует корень квадратный) отличия между величинами скорости света будут ещё меньше. Для примера возьмём кислород  ${}^{16}_8\text{O}$ , который составляет в земной коре в виде химических соединений 48%. Величина  $G = 6,6747 \cdot 10^{-11}$ , расхождение с  $G = 6,6743 \cdot 10^{-11}$  составляет **0,006%** (см. табл.). Подставим в формулу 1-14 значение  $G = 6,6747 \cdot 10^{-11}$  и получим  $c = 2,998014413 \cdot 10^8$  м/с. В результате расхождение с рекомендованной CODATA величиной скорости света  $c = 2,99792458 \cdot 10^8$  м/с составляет **0,003%**.

Но даже эта существенная причина не является основной причиной. Главная причина заключается в том, что **принципиально невозможно провести точный эксперимент** по измерению скорости света в гравитационном поле отдельной массы, состоящей из одного химического элемента. Объясняется это тем, что в зоне распространения света будут находиться **гравитационные поля, которые образованы массами других**

**химических элементов, составляющих массу планеты и окружающего пространства.** Поэтому в конечном итоге все подобные эксперименты приведут к одинаковому результату, где  $c = 2,99792458 \cdot 10^8$  м/с.

### **Результаты.**

В этом исследовании через решение Шварцшильда с применением физических констант (гравитационная постоянная, скорость света) была получена масса протоатома (структурная частица наиболее плотных чёрных дыр). Далее через физико-математические расчёты была определена величина противоположных зарядов протоатома. Полученное значение заряда совпало с рекомендованной CODATA величиной элементарного заряда. (Расхождение составило всего 0,098%).

Другим важным результатом этого исследования явилось то, что **гравитационная постоянная не является постоянной величиной** в строгом смысле этого слова. Были произведены 24 расчёта гравитационной постоянной с участием химических элементов из всех групп таблицы Менделеева. **Эти расчёты показали, что значение  $G$  колеблется пределах тысячных и сотых долей процента.** (Единственным исключением является водород, где относительная разница с величиной  $6,6743 \cdot 10^{-11}$  составила 0,26%). Причина колебаний величины  $G$  указана в исследовании (см. 3 раздел).

В этом исследовании был освещён вопрос величины гравитационного поля, которое образуется массой, состоящей из атомов разных химических элементов. Также был разобран вопрос скорости распространения света в гравитационном поле в зависимости от величины гравитационной постоянной.

### **4. Заключение.**

Отличительной особенностью этого исследования является то, что оно базируется исключительно на известных физических константах. Исследование в этом направлении будет продолжено.

## **5. Декларация.**

Автор исследования: Андрей Чернов.