

**Протоатом и его роль в формировании величины
гравитационной постоянной. Формула и расчёт величины
гравитационной постоянной. Масса протоатома.**

Автор Андрей Чернов

E mail: and8591@gmail.com

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

Содержание

1. Аннотация – 2 стр.
2. Введение – 3-4 стр.
3. Методы – 4-14 стр.
4. Результаты – 14-15 стр.
5. Заключение – 16 стр.
6. Декларация – 16 стр.

1. Аннотация.

В основе исследования лежит концепция существованияprotoатомов до момента Большого Взрыва. Физические параметры protoатома определялись на основе величины элементарного заряда и через решение Шварцшильда. Затем с учётом превращения protoатомов после Большого взрыва в гравитационные ячейки и последующего слияния гравитационных ячеек в атомы химических элементов **была получена формула гравитационной постоянной**. Новая формула базируется на физических постоянных: величине элементарного заряда, скорости света в вакууме и единице атомной массы химического элемента (массе гравитационной ячейки). Полученный по формуле результат $G = 6,6664 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{кг}^{-1}$ отличается от рекомендованным CODATA значением $G = 6,6743 \cdot 10^{-11}$ всего на **0,12%**. Это сопоставимо с расхождениями при экспериментальных измерениях величины G . (Причины расхождения на 0,12% изложены в исследовании).

В исследовании на примере 25 физико-математических расчётов величины G было доказано, что гравитационная постоянная **не является постоянной величиной** в строгом смысле этого слова. Эти расчёты показали, что значение G колеблется **пределах тысячных и сотых долей процента**.

В этом исследовании была определена масса protoатома, которая составила: $m_{pa} = 1,4822 (\pm 13) \cdot 10^{-27} \text{ кг}$

Ключевые слова. Protoатом, гравитационная ячейка, формула гравитационной постоянной, масса protoатома, масса гравитационной ячейки, единица атомной массы химического элемента, 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, 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.

Методы.

До Большого Взрыва Вселенная представляла собой огромную массу, состоящую из плотно сближенныхprotoатомов. Эти protoатомы представляют из себя плотно сближенные пары из протона и электрона, имеющие каждый элементарный заряд **q**. Заряд protoатома равен **арифметической сумме** двух элементарных зарядов. В результате каждый protoатом создавал **на своей поверхности** гравитационное поле, численно равное:

$$e_{pa} = 4q^2 = 1,026787987 \cdot 10^{-37} \text{ м/с}^2 \quad (1-1)$$

где e_{pa} – величина гравитационного поля protoатома, м/с^2

q – величина элементарного заряда, $1,602176634 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$

В отличие от электромагнитного поля, где коэффициент пропорциональности равен $9 \cdot 10^9$, **у гравитационного поля этот коэффициент равен единице**. (В процессе исследования величина e_{pa} получит физико-математическое подтверждение). Также заметим, что в области космологической сингулярности система СИ не действует, поэтому переход "Кл²" в "м/с²" происходит свободно.

Масса protoатомов **численно** составляла следующую величину:

$$m_{pa} = \frac{2G}{c^2} \quad (1-2)$$

где G – гравитационная постоянная (величина G будет определена в процессе исследования через другие физические константы)

c – скорость света в вакууме, $c = 2,99792458 \cdot 10^8 \text{ м/с}$

(В области космологической сингулярности система СИ не действует, поэтому разрешены переходы одних единиц измерений в другие единицы измерения).

На этом этапе исследования $m_{pa} = \frac{2G}{c^2}$ **необходимо принять, как постулат** (в процессе исследования этот постулат получит физико-математическое подтверждение). Выражение $\frac{2G}{c^2}$ взято из решения Шварцшильда: $R = \frac{2G}{c^2} \cdot M$

Это решение описывает гравитационный радиус чёрной дыры. В этом исследовании принимается положение, что решение Шварцшильда также распространяется на Протовселенную. **Все характеристики решения Шварцшильда определяются одним показателем – массой.** Поэтому с точки зрения физики выражение $\frac{2G}{c^2}$ м/кг следует рассматривать не как абстрактный математический показатель «м/кг», а как структурную единицу массы Протовселенной, которой являетсяprotoatom. (При этом обратим внимание на тот факт, что **до Большого Взрыва гравитационной постоянной не существовало**, потому что не было расстояния между protoatomами. Поэтому гравитационная постоянная появляется только после Большого Взрыва).

После Большого Взрыва **protoатомы существенно увеличили свою массу** и превратились в атомы водорода. Затем в процессе эволюции Вселенной в результате гравитационного сжатия масс водорода (с выделением энергии) произошло образование всех других химических элементов (гелия, кислорода, углерода, свинца, железа и т.д.). В результате атомы химических элементов имеют плотное ядро, которое состоит из протонов и нейтронов, и электроны на своих орбитах (число которых превышает сотню у трансурановых элементов). **Если взглянуть в целом на эволюцию материи во Вселенной, то можно сделать вывод, что увеличивший свою массу protoатом вошёл в состав атомов всех**

химических элементов. Дальше в исследовании этот изменённыйprotoatom в составе атомов химических элементов назовём гравитационной ячейкой.

Между физическими параметрами protoатома и геометрическими параметрами сферы существует аналогия. Она заключается в том, что после Большого взрыва увеличение гравитационного поля поверхности protoатома при увеличении его массы до массы гравитационной ячейки происходило в той же геометрической пропорции, в которой происходит увеличение площади поверхности сферы при увеличении объёма 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

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

$$\text{Отсюда на основании вышеприведённой аналогии следует: } \frac{e_{pa}}{e_c} = \sqrt[3]{\frac{m_{pa}^2}{m_c^2}} \quad (1-4)$$

где e_{pa} – гравитационное поле protoатома.

e_c – гравитационное поле гравитационной ячейки.

m_{pa} – масса protoатома.

m_c – масса гравитационной ячейки.

На основании (1-4) получим величину гравитационного поля поверхности гравитационной ячейки после Большого Взрыва:

$$e_c = e_{pa} \sqrt[3]{\frac{m_c^2}{m_{pa}^2}} \quad (1-5)$$

После Большого Взрыва появилось пространство. В результате гравитационные ячейки распространяли гравитационное поле в окружающее пространство. Вследствие этого величина гравитационного поля гравитационной ячейки стала уменьшаться пропорционально квадрату расстояния: $E = \frac{e_c}{R^2}$ (1-6)

В результате атомы (которые состоят из гравитационных ячеек) образовали гравитационное поле: $E = \frac{e_c}{R^2} n$, где n – количество гравитационных ячеек в атоме, $n = \frac{m_a}{m_c}$

$$\text{Отсюда } E = \frac{e_c}{R^2} \frac{m_a}{m_c} \text{ или } E = \frac{e_c}{m_c} \frac{m_a}{R^2} \quad (1-7)$$

(Вышеизложенные формулы пошагово показывают, как после Большого Взрыва во Вселенной **появилось не ограниченное расстоянием гравитационное поле и вместе с ним гравитационная постоянная**).

Теперь на основании ф. 1-7 напишем формулу гравитационного поля **c** **участием G:**

$$E = G \frac{m_a}{R^2}, \text{ где } G = \frac{e_c}{m_c} \quad (1-8)$$

С учётом, что $G = \frac{e_c}{m_c}$ и $e_c = e_{pa} \sqrt[3]{\frac{m_c^2}{m_{pa}^2}}$ (1-5), получим: $G = \frac{e_{pa}}{\sqrt[3]{m_c m_{pa}^2}}$ (1-9)

С учётом того, что $m_{pa} = \frac{2G}{c^2}$ (1-2) получим формулу:

$$G = \sqrt[5]{\frac{e_{pa}^3 c^4}{4m_c}} \quad (1-10)$$

где $e_{pa} = 1,026787987 \cdot 10^{-37} \text{ м/с}^2$ или $10,26787987 \cdot 10^{-38} \text{ м/с}^2$

$$c = 2,99792458 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$

В этой формуле остаётся неизвестной масса гравитационной ячейки m_c . Для цели определения величины m_c выберем такой химический элемент, как свинец. Свинец выбран потому, что наиболее часто использовался в экспериментах по определению величины гравитационной постоянной. (В частности, известный эксперимент Кавендиша проводился с использованием массивных свинцовых шаров).

Природный свинец состоит из 4-х стабильных изотопов: основного изотопа $^{208}_{82}\text{Pb}$, а также из изотопов ^{204}Pb , ^{206}Pb , ^{207}Pb . Масса атома ^{208}Pb составляет: 207,9766521 а. е. м. <https://goo.su/fqZ4>
(ссылка на источник указана по причине того, что в **периодической таблице Менделеева** указана усреднённая атомная масса всех изотопов

химического элемента. Поэтому для получения точной массы конкретного атома этой таблицей пользоваться нельзя). Атом $^{82}_{208}\text{Pb}$ состоит из 82 электронов, 82 протонов, 126 нейтронов. Нейтроны в атоме свинца можно представить, как пары из электрона и протона. Поэтому общее количество таких пар в атоме $^{82}_{208}\text{Pb}$ будет равно 208. В результате масса гравитационной ячейки в атоме $^{82}_{208}\text{Pb}$ составит:

$$m_c = \frac{207,9766521}{208} 1 \text{ а.е.м} = 1,660352671 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \quad (1-11)$$

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

Теперь, подставим в формулу 1-10 $m_c = 1,660352671 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$ и получим величину гравитационной постоянной:

$$G = 6,6664 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{кг}^{-1} \quad (1-12)$$

Как видим, относительная разница с рекомендованным CODATA значением $G = 6,6743 \cdot 10^{-11}$ составила **0,12%**. Полученный результат на порядок точнее результата эксперимента Кавендиша, где полученная величина G была равна $6,754 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{кг}^{-1}$ (относительная разница **1,2%**) и вполне сопоставим с разбросом результатов современных экспериментов по определению величины G (см. раздел 2).

Учитывая тот факт, что в формуле 1-10 присутствует корень в пятой степени и существует огромная разница по величине между подкоренными значениями чисел, то с математической точки зрения случайность такого совпадения (с расхождением всего на 0,12%) **исключена**.

Поэтому полученная по формуле 1-10 величина G подтвердила результат формулы 1-1 и постулат 1-2.

Теперь разберём причины появления расхождения на 0,12%. Такими причинами могли быть:

1) Сумма погрешностей экспериментальных измерений атомной массы, элементарного заряда, скорости света и сравнительно невысокая точность измерений величины гравитационной постоянной (см. 2 раздел).

2) В (1-5) может быть очень незначительная диспропорция.

Учитывая малую величину – 0,12%, можно заключить, что **только первая причина (без участия второй причины)** привела к появлению этого расхождения.

Учитывая вышеизложенное, введём в формулу 1-10 поправочный коэффициент и получим рабочую формулу для расчёта величины гравитационной постоянной:

$$G = k \sqrt[5]{\frac{e_{pa}^3 c^4}{4m_c}} = 6,6743 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{кг}^{-1} \quad (1-13)$$

где k – поправочный коэффициент, $1,001181374 \text{ м}^{2\frac{1}{7}} \cdot \text{кг}^{-\frac{4}{5}}$

Этот поправочный коэффициент на основе гравитационной ячейки $^{82}_{208}\text{Pb}$ принимается единым для всех химических элементов. Заметим, что на месте свинца мог быть другой химический элемент, например, вольфрам, который тоже часто использовался в экспериментах по определению величины G (в частности, в эксперименте с применением атомных интерферометров). В этом случае поправочный коэффициент был бы равным 1,001150442, то есть практически бы не изменился по величине.

Масса гравитационных ячеек рассчитывается по тому же принципу, как рассчитывалась атомная единица массы (1 а.е.м) на базе изотопа углерода ^{12}C . Поэтому гравитационной ячейке можно дать второе название: **единица атомной массы химического элемента**.

После упоминания изотопа углерода ^{12}C определим величину G для этого элемента. Масса гравитационной ячейки ^{12}C равна 1 а.е.м.

Объясняется это тем, что атом ^{12}C состоит из 6 электронов, 6 протонов и 6 нейтронов, то есть это 12 гравитационных ячеек <https://goo.su/CV2I> В то же время 1 а.е.м. – это 1/12 массы изотопа атома углерода ^{12}C . Поэтому $m_c = 1$

а.е.м. = $1,660539066 \cdot 10^{-27}$ кг. Применим формулу 1-13 и получим: $G = 6,6742 \cdot 10^{-11}$. Относительная разница с $G = 6,6743 \cdot 10^{-11}$ составляет 0,0015%.

Определим величину G для гравитационного поля, образуемого атомами вольфрама. Природный вольфрам состоит из 4-х стабильных изотопов: основного изотопа $^{74}_{184}W$ и четырёх изотопов: $^{74}_{180}W$, $^{74}_{182}W$, $^{74}_{183}W$, $^{74}_{186}W$. Атомная масса $^{74}_{184}W$ равна 183,9509312 а.е.м. <https://goo.su/zqIz>

Масса гравитационной ячейки $^{74}_{184}W$ составит: $m_c = \frac{183,9509312}{184} 1$ а. е. м. = $1,660096236 \cdot 10^{-27}$ кг. Применим формулу (1-13). В результате получим величину $G = 6,6745 \cdot 10^{-11}$. Относительная разница с $G = 6,6743 \cdot 10^{-11}$ составляет 0,003%.

Определим величину G для платины. (Платина интересна тем, что этот металл на 90% входит в состав международного эталона килограмма). Природная платина состоит из смеси шести изотопов, где наибольший удельный вес приходится на изотоп $^{78}_{195}Pt$. Атомная масса $^{78}_{195}Pt$ равна 194,9647911 а.е.м. <https://goo.su/cTdgL> Масса гравитационной ячейки $^{78}_{195}Pt$ составит: $m_c = \frac{194,9647911}{195} 1$ а. е. м. = $1,660239242 \cdot 10^{-27}$ кг. Применим формулу 1-13 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. (Иридиий интересен тем, что этот металл на 10% входит в состав международного эталона килограмма). Природный иридиий состоит из смеси 2-х стабильных изотопов, где наибольший удельный вес приходится на изотоп $^{77}_{193}Ir$. Атомная масса $^{77}_{193}Ir$ равна 192,9629264 а.е.м. <https://goo.su/TgOxZQ> Масса гравитационной ячейки $^{77}_{193}Ir$ составит: $m_c = \frac{192,9629264}{193} 1$ а. е. м. = $1,660220091 \cdot 10^{-27}$ кг. Применим формулу 1-13 и получим: $G = 6,6744 \cdot 10^{-11}$. Относительная разница с $G = 6,6743 \cdot 10^{-11}$ составляет 0,0015%.

Теперь в сокращённом виде 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):

1. Гелий ${}_4^2\text{He}$: $\mathbf{m_c} = \frac{4,002603254130}{4}$ 1 а. е. м. = $1,661619767 \cdot 10^{-27}$ кг

G = $6,6733 \cdot 10^{-11}$ (Относительная разница 0,015 %) <https://goo.su/H284>

2. Азот ${}_7^{14}\text{N}$: $\mathbf{m_c} = \frac{14,003074004251}{14}$ 1 а. е. м. = $1,660903673 \cdot 10^{-27}$ кг

G = $6,6739 \cdot 10^{-11}$ (Относительная разница 0,006%) <https://goo.su/dJsw7VB>

3. Кислород ${}_8^{16}\text{O}$: $\mathbf{m_c} = \frac{15,9949146193}{16}$ 1 а. е. м. = $1,660011286 \cdot 10^{-27}$ кг

G = $6,6746 \cdot 10^{-11}$ (Относительная разница 0,0045%) <https://goo.su/WISCwAS>

4. Неон ${}_20^{10}\text{Ne}$: $\mathbf{m_c} = \frac{19,9924401753}{20}$ 1 а. е. м. = $1,659911397 \cdot 10^{-27}$ кг

G = $6,6746 \cdot 10^{-11}$ (Относительная разница 0,0045%) <https://goo.su/FVZrGp>

5. Натрий ${}_23^{11}\text{Na}$: $\mathbf{m_c} = \frac{22,9897692\ 820}{23}$ 1 а. е. м. = $1,659800435 \cdot 10^{-27}$ кг

G = $6,6747 \cdot 10^{-11}$ (Относительная разница 0,006%) <https://goo.su/DCsW9>

6. Магний ${}_24^{12}\text{Mg}$: $\mathbf{m_c} = \frac{23,98504169}{24}$ 1 а. е. м. = $1,659504114 \cdot 10^{-27}$ кг

G = $6,6750 \cdot 10^{-11}$ (Относительная разница 0,01%) <https://goo.su/KTR3D>

7. Алюминий ${}_27^{13}\text{Al}$: $\mathbf{m_c} = \frac{26,98153841}{27}$ 1 а. е. м. = $1,659403652 \cdot 10^{-27}$ кг

G = $6,6750 \cdot 10^{-11}$ (Относительная разница 0,01%) <https://goo.su/B2nox>

8. Кремний ${}_28^{14}\text{Si}$: $\mathbf{m_c} = \frac{27,9769265350}{28}$ 1 а. е. м. = $1,659170695 \cdot 10^{-27}$ кг.

G = $6,6752 \cdot 10^{-11}$ (Относительная разница 0,013%) <https://goo.su/8bZ3mZ>

9. Хлор ${}_35^{17}\text{Cl}$: $\mathbf{m_c} = \frac{34,96885269}{35}$ 1 а. е. м. = $1,659061314 \cdot 10^{-27}$ кг

G = $6,6753 \cdot 10^{-11}$ (Относительная разница 0,015%) <https://goo.su/3Qx8U1>

10. Кальций ${}_40^{20}\text{Ca}$: $\mathbf{m_c} = \frac{39,962590866}{40}$ 1 а. е. м. = $1,658986083 \cdot 10^{-27}$ кг.

G = $6,6754 \cdot 10^{-11}$ (Относительная разница 0,016%) <https://goo.su/hrD5Miv>

11. Железо ${}_56^{26}\text{Fe}$: $\mathbf{m_c} = \frac{55,9349363}{56}$ 1 а. е. м. = $1,658609766 \cdot 10^{-27}$ кг.

G = $6,6757 \cdot 10^{-11}$ (Относительная разница 0,02%) <https://goo.su/HTk1>

12. Медь ${}_63^{29}\text{Cu}$: $\mathbf{m_c} = \frac{62,9295975}{63}$ 1 а. е. м. = $1,658683414 \cdot 10^{-27}$ кг

G = 6,6756·10⁻¹¹ (Относительная разница 0,019%) <https://goo.su/pCAIQGU>

13. Рубидий $^{37}_{85}\text{Rb}$: $\mathbf{m_c} = \frac{84,911789738}{85}$ 1 а. е. м. = $1,658815812 \cdot 10^{-27}$ кг

G = 6,6755 · 10⁻¹¹ (Относительная разница 0,018%) <https://goo.su/3EReg>

14. Серебро $^{47}_{107}\text{Ag}$: $\mathbf{m_c} = \frac{106,9050915}{107}$ 1 а. е. м. = $1,659066176 \cdot 10^{-27}$ кг.

G = 6,6753 · 10⁻¹¹ (Относительная разница 0,015%) <https://goo.su/dpSGJN>

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

G = 6,6751 · 10⁻¹¹ (Относительная разница 0,012%) <https://goo.su/KqoXwc>

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

G = 6,6750 · 10⁻¹¹ (Относительная разница 0,01%) <https://goo.su/UnG0>

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

G = 6,6744 · 10⁻¹¹ (Относительная разница 0,0015%) <https://goo.su/x3kUaYR>

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

G = 6,6743 · 10⁻¹¹ (Относительная разница 0 %) <https://goo.su/wIqGm0>

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

G = 6,6740 · 10⁻¹¹ (Относительная разница 0,0045%) <https://goo.su/wS726Eu>

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

G = 6,6739 · 10⁻¹¹ (Относительная разница 0,006%) <https://goo.su/1zny7>

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 гравитационных ячеек химических элементов очень близки по величине. А в связи с тем, что в формуле 1-13 присутствует корень в пятой степени, то гравитационные постоянные будут ещё ближе по величине. Здесь важно почеркнуть, 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 величины G**. Но отличия величины G будут настолько малы, что уверенно подтвердить их с помощью современных измерительных приборов и оборудования на сегодняшний день невозможно.

Подобные расчёты величины G можно применить **ко всем химическим элементам** таблицы Менделеева, включая все 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**, за исключением водорода. Причина отличия водорода заключается в более массивной гравитационной ячейке, чем у всех химических элементов. Атом ${}_1^1\text{H}$ (протий) имеет массу 1,007825031898 а. е. м. <https://goo.su/aKILwQu> Атом ${}_1^1\text{H}$ состоит из протона и электрона, поэтому его атомная масса одновременно является массой гравитационной ячейки, где $\mathbf{m_c} = \frac{1,007825031898}{1}$ 1 а. е. м = 1,673574827· 10^{-27} кг. Согласно формуле 1-13 получим: $\mathbf{G} = 6,6637 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{кг}^{-1}$. Таким образом, относительная разница с $G = 6,6743 \cdot 10^{-11}$ составляет **0,16%**.

То обстоятельство, что масса гравитационных ячеек водорода больше массы гравитационных ячеек других химических элементов объясняется тем, что в процессе эволюции Вселенной **в атомах всех химических элементов произошёл дефект массы, а в водороде его не было**. К сожалению, измерить в наземных лабораторных условиях (даже с очень большой погрешностью) величину гравитационной постоянной водорода современная наука не может. Это объясняется тем, что водород является газом и очень лёгким химическим элементом.

Для определения массыprotoатома преобразуем формулу 1-9 в формулу для расчёта массы protoатома: $\mathbf{m_{pa}} = \sqrt{\frac{e_{pa}^3}{m_c G^3}}$ (1-14)

В качестве исходных данных для этой формулы возьмём уже знакомую единицу атомной массы свинца ${}^{82}_{208}\text{Pb}$ $m_c = 1,660352671 \cdot 10^{-27}$ кг,

рекомендованное CODATA значение $G = 6,6743 \cdot 10^{-11}$ и $e_{pa} = 10,26787987 \cdot 10^{-38}$ м/с². В результате получим $m_{pa} = 1,4809 \cdot 10^{-27}$ кг. Теперь из ф. 1-12 возьмём второе значение $G = 6,6664 \cdot 10^{-11}$ и получим: $m_{pa} = 1,4835 \cdot 10^{-27}$ кг. В результате получим среднее значение $m_{pa} = 1,4822 \cdot 10^{-27}$ кг

Таким образом, с учётом суммарной погрешности экспериментальных измерений (см. выше в исследовании) массаprotoатома составит:

$$m_{pa} = 1,4822 (\pm 13) \cdot 10^{-27} \text{ кг} \quad (1-15)$$

Коротко коснёмся вопроса величины гравитационного поля E , которое образует масса M , состоящая из разных химических элементов, на расстоянии R от массы M :

$$E = G_1 \frac{m_1}{R^2} + G_2 \frac{m_2}{R^2} + \dots + G_n \frac{m_n}{R^2} \quad (1-16)$$

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

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

Таким образом, на любую массу M_1 , находящуюся в точке А на расстоянии R от массы M , будет действовать **единое поле E** .

Учитывая почти одинаковые значения G_1, G_2, \dots, G_n , для прикладных расчётов получим знакомую формулу гравитационного поля: $E = G \frac{M}{R^2}$

4. Результаты.

В этом исследовании на базе концепции protoатомов и гравитационных ячеек были получены следующие результаты:

Получена формула гравитационной постоянной. Формула 1-10 базируется на физических постоянных: величине элементарного заряда, скорости света в вакууме и атомной единице массы химического элемента (массе гравитационной ячейки). **Отличительной особенностью этой формулы является полное отсутствие дополнительных коэффициентов** (с целью получить результат, максимально приближенный к $G = 6,6743 \cdot 10^{-11}$

$\text{м}^3 \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{кг}^{-1}$). Полученный по формуле 1-10 результат составил $\mathbf{G = 6,6664 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{кг}^{-1}}$. Таким образом, относительная разница с $G = 6,6743 \cdot 10^{-11}$ составила **всего 0,12%**.

Причинами этой малой погрешности могли явиться:

1) Погрешности экспериментальных измерений атомной массы, элементарного заряда, скорости света в вакууме и сравнительно невысокая точность экспериментальных измерений величины гравитационной постоянной (см. 2 раздел).

2) В (1-5) может быть очень незначительная диспропорция.

Учитывая очень малую величину разницы (0,12%), можно заключить, что **только первая причина** (без участия второй причины) привела к появлению расхождения.

Другим важным результатом этого исследования явилось доказательство, что **гравитационная постоянная не является постоянной величиной** в строгом смысле этого слова. Для этого в формулу 1-10 был введён поправочный коэффициент $k=1,001181374$, учитывающий погрешности измерений, и были произведены физико-математические расчёты величины **G** с участием химических элементов, взятых из всех химических групп таблицы Менделеева. Эти расчёты показали, что **значение G колеблется пределах тысячных и сотых долей процента**. Единственным исключением среди всех элементов таблицы Менделеева является водород, где относительная разница с величиной $6,6743 \cdot 10^{-11}$ составила 0,16%. (Причина указана в 3 разделе исследования). Колебания величины **G** связаны с разной массой гравитационных ячеек (единиц атомной массы химических элементов).

Важным результатом этого исследования является определение массыprotoатома. С учётом погрешностей (см. выше) масса protoатома составляет: $\mathbf{m_{pa} = 1,4822 (\pm 13) \cdot 10^{-27} \text{ кг}}$

Также в этом исследовании был освещён вопрос величины гравитационного поля, которое образует масса, состоящая из атомов разных химических элементов.

5. Заключение.

Отличительной особенностью этого исследования является то, что оно было проведено на новой теоретической базе, которая подробно описана в предыдущих разделах. Исследование в этом направлении будет продолжено.

6. Декларация.

Автор исследования: Андрей Чернов.