

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

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 – 4-13 стр.
4. Результаты – 13-15 стр.
5. Заключение – 15 стр.
6. Декларация – 15 стр.

1. Аннотация.

В основе исследования лежит концепция существования протоатомов до момента Большого Взрыва. В этом исследовании физические параметры протоатома определялись на основе величины элементарного заряда через использование решения Шварцшильда. С учётом превращения протоатомов после Большого взрыва в гравитационные ячейки и затем в атомы химических элементов путём решения уравнений была получена формула гравитационной постоянной. Новая формула содержит корень в пятой степени и базируется на двух фундаментальных физических постоянных: элементарном заряде и скорости света в вакууме, а также массе гравитационной ячейки (второе название в этом исследовании – единица атомной массы химического элемента).

Новая формула показала высокую точность при расчёте величины гравитационной постоянной. Полученный результат составил $G = 6,6664 \cdot 10^{-11}$, то есть относительная разница с рекомендованным CODATA значением гравитационной постоянной $G = 6,6743 \cdot 10^{-11}$ составляет всего **0,12%**. Наиболее вероятной причиной этого малого расхождения могли явиться суммарные погрешности экспериментальных измерений атомной массы, элементарного заряда, скорости света и сравнительно низкая точность измерений самой гравитационной постоянной (см.2, 3 раздел). Также не исключена ещё одна причина расхождения, которую сжатый формат аннотации не позволяет полноценно раскрыть (см. 3 раздел).

В этом исследовании на примере 25 расчётов было доказано, что гравитационная постоянная не является постоянной величиной в строгом смысле этого слова. Значение G может колебаться пределах тысячных и сотых долей процента в зависимости от химических элементов, которые составляют массу тела.

Ключевые слова. Протоатом, гравитационная ячейка, формула гравитационной постоянной, масса протоатома, 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. Полученное Кавендишем значение для постоянной составило $G = 6,754 \times 10^{-11} \text{ м}^3 \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{кг}^{-1}$ (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 постоянной G 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 константы, 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 различные значения этой константы. Из этого некоторые исследователи сделали вывод, что, возможно, гравитационная постоянная на самом деле непостоянная и способна менять свое значение.

3. Методы.

До Большого Взрыва Вселенная представляла собой огромную массу, состоящую из плотно сближенных протоатомов. Эти протоатомы представляли из себя плотно сближенные пары из протона и электрона. Заряд протоатомов был равен арифметической величине двух элементарных зарядов. В результате каждый протоатом создавал **на своей поверхности гравитационное поле**, численно равное:

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

Где e_{pa} – величина гравитационного поля протоатома, $\text{м}/\text{с}^2$

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

В отличие от электрического поля, где коэффициент пропорциональности в вакууме равен $9 \cdot 10^9$, у **гравитационного поля этот коэффициент отсутствует, то есть формально равен единице**. Также заметим, что в области сингулярности система СИ не действует, поэтому переход " Кл^2 " в " $\text{м}/\text{с}^2$ " происходит свободно.

Масса этих протоатомов **численно** составляла следующую величину:

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

где G – гравитационная постоянная (величина G будет определяться в процессе исследования)

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

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

На этом этапе исследования $m_{\text{ра}} = \frac{2G}{c^2}$ необходимо принять, как постулат (в процессе исследования этот постулат получит 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 Вселенную до Большого Взрыва. **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 массу физической единицы чёрной дыры, которой является протоатом. (При этом обратим внимание на тот факт, что до **Большого Взрыва гравитационной постоянной не существовало**, потому что не было расстояния между протоатомами. Поэтому гравитационная постоянная появляется только после Большого Взрыва).

После Большого Взрыва **протоатомы 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 протоатом вошёл в состав атомов всех химических элементов.** (Дальше в исследовании этот изменённый

протоатом в составе атомов химических элементов назовём гравитационной ячейкой).

Определим массу гравитационных ячеек в химических элементах. Начнём с атома свинца, потому что свинец занимает особое место в этом исследовании. Это связано с тем, свинец наиболее часто использовался в известных лабораторных экспериментах по определению величины гравитационной постоянной. Природный свинец состоит из 4-х стабильных изотопов: основного изотопа ${}_{208}^{82}\text{Pb}$, а также из изотопов ${}_{204}^{82}\text{Pb}$, ${}_{206}^{82}\text{Pb}$, ${}_{207}^{82}\text{Pb}$. Масса атома ${}_{208}^{82}\text{Pb}$ 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 ${}_{208}^{82}\text{Pb}$ 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 ${}_{208}^{82}\text{Pb}$ будет равно 208. В результате масса гравитационной ячейки в атоме ${}_{208}^{82}\text{Pb}$ составит:

$$m_c = \frac{207,9766521}{208} \text{ а. е. м} = 1,660352671 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \quad (1-3)$$

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

Как видим, масса гравитационной ячейки изотопа ${}_{208}^{82}\text{Pb}$ рассчитывалась по тому же принципу, как рассчитывалась атомная единица массы (1 а.е.м). на базе изотопа углерода ${}_{12}^6\text{C}$. Поэтому гравитационной ячейке можно дать второе название: единица атомной массы химического элемента.

Между физическими параметрами протоатома и геометрическими параметрами сферы существует аналогия. Она заключается в том, что после Большого взрыва увеличение гравитационного поля поверхности

протоатома 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

$$\text{следующим образом: } \sqrt[2]{\frac{S_1}{S_2}} = \sqrt[3]{\frac{V_1}{V_2}} \text{ или } \frac{S_1}{S_2} = \sqrt[3]{\frac{V_1^2}{V_2^2}} \quad (1-4)$$

$$\text{Отсюда на основании вышеприведённой аналогии следует: } \frac{e_{pa}}{e_c} = \sqrt[3]{\frac{m_{pa}^2}{m_c^2}} \quad (1-5)$$

где e_{pa} – гравитационное поле протоатома.

e_c – гравитационное поле гравитационной ячейки.

m_{pa} – масса протоатома.

m_c – масса гравитационной ячейки.

На основании (1-5) получим величину гравитационного поля поверхности гравитационной ячейки после Большого Взрыва:

$$e_c = e_{pa} \sqrt[3]{\frac{m_c^2}{m_{pa}^2}} \quad (1-6)$$

После Большого Взрыва появилось пространство. В результате гравитационные ячейки распространили гравитационное поле в окружающее пространство. Вследствие этого величина гравитационного поля гравитационной ячейки стала уменьшаться пропорционально квадрату

$$\text{расстояния: } E = \frac{e_c}{R^2} \quad (1-7)$$

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

ячеек в атоме, где $n = \frac{m_a}{m_c}$

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

(Вышеизложенные формулы пошагово показывают, как после Большого Взрыва во Вселенной появилась гравитационная постоянная).

Теперь на основании ф. 1-8 напишем формулу гравитационного поля с участием **G**:

$$E = G \frac{m_a}{R^2}, \text{ где } G = \frac{e_c}{m_c} \quad (1-9)$$

С учётом, что $G = \frac{e_c}{m_c}$ и $e_c = e_{pa} \sqrt[3]{\frac{m_c^2}{m_{pa}^2}}$ (1-6), получим: $G = \frac{e_{pa}}{\sqrt[3]{m_c m_{pa}^2}}$ (1-10)

С учётом того, что $m_{pa} = \frac{2G}{c^2}$ (1-2) получим формулу: $G = \sqrt[5]{\frac{e_{pa}^3 c^4}{4m_c}}$ (1-11)

Подставим в эту формулу значение $e_{pa} = 1,026787987 \cdot 10^{-37}$ (1-1), массу гравитационной ячейки атомов свинца $m_c = 1,660352671 \cdot 10^{-27}$ кг (1-3), и поправочный коэффициент $k = 1,001181374 \text{ м}^2 \text{ кг}^{-1}$. В результате получим:

$$G = k \sqrt[5]{\frac{e_{pa}^3 c^4}{4m_c}} = 6,6743 \cdot 10^{-11} \quad (1-12)$$

Таким образом, полученная по формуле величина $G = 6,6743 \cdot 10^{-11}$ подтвердила представленный в начале исследования постулат 1-2. (На основе этого постулата в конце раздела будет определена масса протоатома).

Обстоятельство, что в формуле есть поправочный коэффициент $k \approx 1$, объясняется следующими причинами: 1) В равенстве (1-5) может быть очень незначительная диспропорция по причине того, что физические процессы происходили на атомном уровне. 2) Второй, более весомой причиной могла явиться суммарная погрешность экспериментальных измерений атомной массы, элементарного заряда, скорости света и сравнительно низкая точность измерений самой величины гравитационной постоянной (см. 2 раздел).

Поэтому учитывая очень малую величину k, можно предположить, что только вторая причина (то есть сумма всех погрешностей) привела к появлению поправочного коэффициента. При этом надо подчеркнуть, что поправочный коэффициент настолько мал, что вполне соизмерим с уровнем погрешностей при экспериментальных измерениях гравитационной

постоянной. Если этот коэффициент убрать, то получим $G = 6,6664 \cdot 10^{-11}$ (1-11), то есть относительная разница с $G = 6,6743 \cdot 10^{-11}$ составит всего **0,12%**.

Коэффициент $k = 1,001181374 \text{ м}^2\text{кг}^{-1}$ принимается одинаковым для всех химических элементов. То обстоятельство, что ${}_{208}^{82}\text{Pb}$ был выбран для установления единой величины k , обусловлено тем, что свинец наиболее часто использовался в экспериментах по определению величины гравитационной постоянной. (Заметим, что на месте свинца мог быть другой химический элемент, например, вольфрам, который тоже часто использовался в экспериментах. В этом случае поправочный коэффициент был бы равным $1,001150442 \text{ м}^2\text{кг}^{-1}$, то есть практически бы не изменился по величине).

Определим величину G для гравитационного поля, образуемого атомами вольфрама. Природный вольфрам состоит из 4-х стабильных изотопов: основного изотопа ${}_{184}^{74}\text{W}$ и четырёх изотопов: ${}_{180}^{74}\text{W}$, ${}_{182}^{74}\text{W}$, ${}_{183}^{74}\text{W}$, ${}_{186}^{74}\text{W}$. Атомная масса ${}_{184}^{74}\text{W}$ равна $183,9509312$ а.е.м. <https://goo.su/zqIz> Масса гравитационной ячейки ${}_{184}^{74}\text{W}$ составит: $m_c = \frac{183,9509312}{184} \text{ а. е. м.} = 1,660096236 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$. Применим формулу (1-12). 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 ${}_{195}^{78}\text{Pt}$. Атомная масса ${}_{195}^{78}\text{Pt}$ равна $194,9647911$ а.е.м. <https://goo.su/cTdgL> Масса гравитационной ячейки ${}_{195}^{78}\text{Pt}$ составит: $m_c = \frac{194,9647911}{195} \text{ а. е. м.} = 1,660239242 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$. 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 интересен тем, что этот металл 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 $^{77}_{193}\text{Ir}$ равна 192,9629264 а.е.м. <https://goo.su/TgOxZQ> Масса гравитационной 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: $G = 6,6744 \cdot 10^{-11}$. Относительная разница с $G = 6,6743 \cdot 10^{-11}$ составляет 0,0015%.

Определим величину G для углерода $^{12}_6\text{C}$. Этот химический элемент интересен тем, что у него масса гравитационной ячейки равна 1 а. е. м.
 Объясняется это тем, что атом $^{12}_6\text{C}$ 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 $^{12}_6\text{C}$. Поэтому $m_c = 1 \text{ а.е.м.} = 1,660539066 \cdot 10^{-27} \text{ кг.}$ Применим формулу 1-12 и получим: $G = 6,6742 \cdot 10^{-11}$. Относительная разница с $G = 6,6743 \cdot 10^{-11}$ составляет 0,0015%.

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_2He : $m_c = \frac{4,002603254130}{4} \cdot 1 \text{ а. е. м.} = 1,661619767 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$

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

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

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

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

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

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

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

5. Натрий ${}_{11}^{23}\text{Na}$: $m_c = \frac{22,9897692820}{23}$ 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 ${}_{12}^{24}\text{Mg}$: $m_c = \frac{23,98504169}{24}$ 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 ${}_{13}^{27}\text{Al}$: $m_c = \frac{26,98153841}{27}$ 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 ${}_{14}^{28}\text{Si}$: $m_c = \frac{27,9769265350}{28}$ 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 ${}_{17}^{35}\text{Cl}$: $m_c = \frac{34,96885269}{35}$ 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 ${}_{20}^{40}\text{Ca}$: $m_c = \frac{39,962590866}{40}$ 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 ${}_{26}^{56}\text{Fe}$: $m_c = \frac{55,9349363}{56}$ 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 ${}_{29}^{63}\text{Cu}$: $m_c = \frac{62,9295975}{63}$ 1 а. е. м. = $1,658683414 \cdot 10^{-27}$ кг

$G = 6,6756 \cdot 10^{-11}$ (Относительная разница 0,019%) <https://goo.su/pCAIQGU>

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

$G = 6,6755 \cdot 10^{-11}$ (Относительная разница 0,018%) <https://goo.su/3EReg>

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

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

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

$G = 6,6751 \cdot 10^{-11}$ (Относительная разница 0,012%) <https://goo.su/KqoXwc>

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

$G = 6,6750 \cdot 10^{-11}$ (Относительная разница 0,01%) <https://goo.su/UnG0>

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

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

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

$G = 6,6743 \cdot 10^{-11}$ (Относительная разница 0 %) <https://goo.su/wIqGm0>

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

$G = 6,6740 \cdot 10^{-11}$ (Относительная разница 0,0045%) <https://goo.su/wS726Eu>

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

$G = 6,6739 \cdot 10^{-11}$ (Относительная разница 0,006%) <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 гравитационных ячеек химических элементов очень близки по величине. А в связи с тем, что в формуле 1-12 присутствует **корень в пятой степени**, то гравитационные постоянные химических элементов будут ещё ближе по величине. 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 величины G** . Но отличия величины G будут настолько малы, что уверенно подтвердить их с помощью современных измерительных приборов будет чрезвычайно трудно.

Подобные расчёты величины G можно применить ко всем химическим элементам таблицы Менделеева, включая все изотопы. При этом полученные результаты однозначно покажут, что **колебания величины G атомов всех химических элементов нигде не выходят за пределы диапазона в сотые и тысячные доли процента, за исключением водорода**. Причина отличия водорода заключается в его массе. 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

гравитационной ячейки, где $m_c = \frac{1,007825031898}{1} 1 \text{ а. е. м} = 1,673574827 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$. Согласно формуле 1-12 получим: $G = 6,6637 \cdot 10^{-11}$. Таким образом, относительная разница с $G = 6,6743 \cdot 10^{-11}$ составит **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.

Теперь на основании всего материала, изложенного в этом разделе исследования, можно корректно определить массу протоатома. С учётом существующих погрешностей экспериментальных измерений величины гравитационной постоянной (см. Введение) масса протоатома согласно ф. 1-2 составит: $m_{pa} \approx 1,4852 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$

Коротко коснёмся вопроса величины гравитационного поля, которое создаёт масса, состоящая из атомов разных химических элементов:

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

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

(Эта формула действительна для всех масс **M**, независимо от состава вещества и строения молекул).

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

4. Результаты

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

Получена формула гравитационной постоянной. Эта формула содержит корень в пятой степени и базируется на двух фундаментальных физических постоянных: элементарном заряде и скорости света в вакууме, а также массе гравитационной ячейки (второе название – единица атомной массы химического элемента). Полученный по формуле результат составил $G = 6,6664 \cdot 10^{-11}$. Таким образом, относительная разница с $G = 6,6743 \cdot 10^{-11}$ составила всего **0,12%**. Обстоятельство, что в формуле есть поправочный коэффициент $k \approx 1$, объясняется следующими причинами:

- 1) В равенстве (1-5) может быть очень незначительная диспропорция по причине того, что физические процессы происходили на атомном уровне.
- 2) Второй, более весомой причиной могли явиться суммарные погрешности экспериментальных измерений величины атомной массы, величины элементарного заряда, скорости света и сравнительно низкая точность измерений величины гравитационной постоянной (см. раздел 2). Поэтому учитывая малое значение относительной разницы, можно предположить, что только вторая причина вызвала расхождение чуть больше десятой доли процента.

Другим важным результатом этого исследования явилось доказательство, что гравитационная постоянная не является постоянной величиной в строгом смысле этого слова. Для этого были произведены 25 расчётов по формуле 1-12 величины G с участием 25 химических элементов разных химических групп таблицы Менделеева. Эти расчёты показали, что значение G колеблется пределах тысячных и сотых долей процента в зависимости от химических элементов, которые составляют массу тела. (Единственным исключением является водород, где относительная разница с величиной $6,6743 \cdot 10^{-11}$ составила 0,16%. Причина указана в 3 разделе исследования).

Также в этом исследовании через формулу 1-13 было показано образование общей величины G для тел, масса которых состоят из множества

химических элементов. В связи с чем формула гравитационного поля имеет классический вид: $E = G \frac{M}{R^2}$.

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.

Декларация.

Автор исследования: Андрей Чернов.