

Some consequences arising from the incommensurability of the length of the radius and circumference of a circle

Mariya Vladimirovna Astafurova, the Learner High school 1542, Moscow, Russia

The Scientific Mentor: Vladimir Ivanovich Astafurov, Ph.D. (Chemistry), Leading Researcher FSUE Research and Technical Center of Radiation-Chemical Safety and Hygiene, Moscow

The problem of incommensurability of the length of the radius and circumference of a circle considered. The basis of this consideration laid of scientific principles of physical axiomatics of mathematics. It is shown that the length of the radius and the length of circumference should be considered as dissimilar quantities relating to the display of various properties of the physical world. The existence of a fundamental property of matter, other than space and time, which is the source of wave processes and cause the formation of bodies of revolution, is predicted.

Keywords: length, commensurability, irrationality, circumference, radius, physical axiomatics, four-dimensional space-time.

УДК 530.19: 51-72: 539.12

ОБОСНОВАНИЕ СУЩЕСТВОВАНИЯ МИНИМАЛЬНОЙ МАССЫ И РАСЧЕТ ЕЕ ЧИСЛЕННОГО ЗНАЧЕНИЯ

*Мария Владимировна Астафурова, учащийся
Тел.: 8 926 391 6380, e-mail: mariya...1999@mail.ru
ГБОУ Гимназия № 1542, г. Москва*

*Научный руководитель: Альберт Михайлович Маренный, д.ф.-м.н., зав. лабораторией
Тел.: 8 916 112 7277, e-mail: amarennyu@rambler.ru
ФГУП Научно-технический центр радиационно-химической безопасности
и гигиены ФМБА России, г. Москва*

Выдвинута гипотеза о существовании физического объекта микромира, являющегося носителем минимальной массы. Численное значение минимальной массы найдено равным 34,75 МэВ/c². Показано, что физическая природа массы электрона отлична от всех других элементарных частиц. Фотон и нейтрино рассматриваются как объекты микромира, у которых отсутствует свойство массы покоя.

Ключевые слова: минимальная масса, численное значение, элементарные частицы, однородность свойств, фотон, нейтрино, электрон, мюон, пион, протон.

Автор выражает благодарность ведущему научному сотруднику ФГУП НТЦ РХБГ ФМБА России Владимиру Ивановичу Астафурову за постановку задачи и обсуждение результатов.

Введение

Проблема существования минимальной массы является одной из актуальных проблем современного естествознания. Существуют различные подходы к решению данной проблемы. Так, в статье «Минимальная трехмерная плотность вещества» сайта «Викизнание» [1] в качестве минимальной массы принимается масса электрона m_e , называемая автором статьи «квантом массы Природного масштаба».

В системе естественных единиц, известных как единицы Планка, масса Планка определяется следующим образом

$$m_p = \sqrt{\frac{ch}{2\pi G}} = 2,17644 \cdot 10^{-8} \text{ кг,} \quad \text{где } c \text{ – скорость света; } h \text{ – постоянная Планка; } G \text{ – гравитационная постоянная.} \quad (1)$$

Данная формула для массы имеет в своей основе так называемый «размерностный подход», который базируется на использовании сочетания известных фундаментальных констант для получения искомой величины нужной размерности.

В системе естественных единиц Стони масса Стони равна

$$m_s = m_p \cdot \sqrt{\alpha} = 1,85921 \cdot 10^{-9} \text{ кг}, \quad \text{где } \alpha - \text{ постоянная тонкой структуры } (7,29735 \cdot 10^{-3}). \text{ Масса Стони в } \sim 11,7 \text{ раз меньше массы Планка.} \quad (2)$$

Очевидно, что по масштабу величины масса Планка и масса Стони не могут претендовать на роль минимальной массы физического мира. Напротив, данные величины рассматриваются как верхняя граница спектра масс элементарных частиц [2].

В настоящей статье проблема минимальной массы рассмотрена на основе научных положений физической аксиоматики математики [3-5]. Данная работа является развитием исследований [5, с. 55-69; 6, 7], направленных на поиск закономерностей в спектре масс элементарных частиц.

1. Постановка задачи поиска минимальной массы физического мира

Из научных положений физической аксиоматики математики следует, что в физическом мире все однородные величины соизмеримы. Всякое свойство физического мира в количественном выражении может быть представлено рациональным числом и ограничено снизу определённым, характерным для данного свойства, минимальным значением, отличным от нуля. Нулевое значение величины любого реально существующего свойства не имеет физического смысла и должно рассматриваться как условная модель.

Одним из частных следствий, вытекающих из положений физической аксиоматики математики, является утверждение: «*В физическом мире существует минимальная масса*».

Для подтверждения истинности данного утверждения, то есть его соответствия законам физического мира, обратимся к экспериментальным данным. Рассмотрим спектр масс элементарных частиц и попытаемся найти определённую закономерность в изменении этой количественной характеристики объектов микромира. Необходимо выделить из всей совокупности элементарных частиц группу с одной физической природой происхождения их массы. Как однородные величины, массы частиц этой группы должны быть соизмеримы. Будем рассматривать численные значения этих масс как математическое множество, состоящее из целых чисел, имеющих один общий множитель. Этот общий множитель, являющийся единичным значением массы, и будет численным значением минимальной массы физического мира, или элементарной массой.

Используемый нами термин «минимальная масса» подразумевает существование в физическом мире объектов, являющихся носителями минимальной массы. Логическое следствие заключается в том, что все элементарные частицы, обладающие свойством массы, должны содержать в своей структуре определённое число носителей минимальной массы. Данное рассуждение основано на методе аналогий. Известное правило формирования атомных ядер путём объединения частиц одного типа (нуклонов) перенесено нами на формирование массы элементарных частиц путём объединения элементарных носителей минимальной массы. Априори нам неизвестна физическая природа этих носителей, но мы полагаем, что эти объекты существуют в реальности.



М.В. Астафурова



А.М. Маренный

2. Рассмотрение объектов исследования

При рассмотрении свойств известных элементарных частиц [8], относящихся к различным классам, можно выделить три группы с принципиально отличающейся величиной массы покоя:

- а) частицы с нулевой массой покоя (фотон и все виды нейтрино);
- б) электрон, масса покоя которого ($0,511 \text{ МэВ}/c^2$) существенно меньше массы всех других элементарных частиц, обладающих этим свойством;
- в) все другие элементарные частицы (масса покоя $\geq 105,66 \text{ МэВ}/c^2$).

2.1. Обоснование разделения частиц на указанные выше группы

а) Из научных положений физической аксиоматики математики следует, что нулевое значение величины любого свойства не имеет физического смысла и должно рассматриваться как условная модель. Поэтому *фотон и нейтрино необходимо рассматривать не как элементарные частицы с нулевой массой покоя, а как объекты микромира, у которых отсутствует свойство массы покоя*. Фотон и нейтрино, по нашему мнению, составляют отдельную группу объектов микромира, физическая природа которых принципиально отличается от физической природы элементарных частиц, обладающих массой покоя.

б) Масса электрона существенно отличается от массы всех других элементарных частиц. Масса электрона в 207 раз меньше массы мюона – частицы с наименьшим значением массы из всей совокупности элементарных частиц (без электрона), обладающих свойством массы. То есть, между значением массы электрона и значениями масс всех других элементарных частиц существует очень большой промежуток (разрыв). Между тем внутри всей совокупности элементарных частиц (без электрона) изменение массы происходит относительно монотонно.

Что может означать этот экспериментальный факт? Как следует его понимать и интерпретировать?

Предположим, что масса электрона и масса всех других элементарных частиц, обладающих свойством массы покоя, имеют одну физическую природу. В этом случае они являются однородными величинами и соизмеримы. Величина минимальной массы (m_0) будет равна

$$m_0 = \frac{m_e}{n}, \quad \text{где } m_e \text{ – масса электрона; } n \text{ – целое положительное число.} \quad (3)$$

При такой картине устройства микромира и $n = 1$ между электроном и другими частицами, в принципе, не должно быть большого разрыва в массе. Мы должны были бы наблюдать образование целого ряда составных «элементарных» частиц с массой в диапазоне от $0,511 \text{ МэВ}/c^2$ (масса электрона) до $105,66 \text{ МэВ}/c^2$ (масса мюона). Однако таких частиц не зарегистрировано. Возможно, существует некий внутренний закон микромира, который запрещает объединение носителей минимальной массы до достижения ими определённого количества, а именно 207? Но такого закона, который следовало бы считать одним из фундаментальных законов природы, не выявлено. Даже само предположение о возможности существования такого закона выглядит абсурдом.

При $n \geq 2$ предыдущее рассуждение остаётся в силе. Только число 207 должно быть увеличено кратно числу n . Кроме того, при достаточно больших значениях n мы должны были бы наблюдать образование элементарных частиц с массой покоя менее m_e . Однако таких частиц до настоящего времени также не зарегистрировано.

Приходим к выводу, что *масса электрона и массы всех других элементарных частиц имеют различную физическую природу (различное физическое происхождение)*.

в) Внутри совокупности всех элементарных частиц (без электрона, фотона и нейтрино) изменение массы происходит относительно монотонно. Поэтому, несмотря на

различие свойств этих частиц, мы будем рассматривать численные значения масс этих частиц как одно множество.

3. Определение численного значения минимальной массы (m_0)

Очевидно, что общий множитель, выявленный для какой-либо части множества однородных соизмеримых величин, должен быть таковым и для всего множества.

Для определения m_0 выберем из списка известных элементарных частиц [8] три наиболее изученные частицы: протон (p), мюон (μ) и π^\pm -мезон (π). Масса этих частиц равна: $M_p = 938,3$; $M_\mu = 105,66$; $M_\pi = 139,6$ (в МэВ/ c^2). Каждая из этих частиц содержит в составе своей структуры, соответственно, n_p , n_μ и n_π носителей минимальной массы.

Имеем три уравнения:

$$m_0 \cdot n_\mu = M_\mu \quad (4)$$

$$m_0 \cdot n_\pi = M_\pi \quad (5)$$

$$m_0 \cdot n_p = M_p \quad (6)$$

В этих трех уравнениях четыре неизвестные величины. Для определения m_0 не хватает данных. Требуется дополнительное условие.

Выше (см. 2.1б) было показано, что при $m_0 \ll M_\mu$ возникает необходимость объяснения наблюдаемого экспериментального факта, согласно которому в диапазоне масс от m_0 до M_μ , за исключением электрона, не обнаружено ни одной элементарной частицы. Предположение о существовании внутреннего закона микромира, запрещающего объединение носителей минимальной массы в новую частицу до достижения ими определенного количества, а именно ≥ 207 , лишено теоретических и экспериментальных оснований.

Следовательно, m_0 и M_μ являются величинами одного порядка.

Примем в качестве рабочей гипотезы, что массы m_0 , M_μ , M_π , M_p относятся друг к другу, как небольшие целые числа.

Отношения масс выбранных нами частиц равны:

$$\frac{n_\mu}{n_\pi} = \frac{M_\mu}{M_\pi} = \frac{105,66}{139,6} = 0,757 \approx \frac{3}{4} \quad (7)$$

$$\frac{n_p}{n_\mu} = \frac{M_p}{M_\mu} = \frac{938,3}{105,66} = 8,88 \approx \frac{9}{1} \quad (8)$$

Полученные численные значения приблизительно совпадают с отношениями целых чисел. Принятая рабочая гипотеза находит подтверждение.

Сравнивая (7) и (8), получаем: $n_\mu = 3$, $n_\pi = 4$, $n_p = 27$.

Теперь с помощью любого из уравнений (4), (5), (6) можно рассчитать величину m_0 . Выберем для выполнения расчета уравнение (6), поскольку протон является наиболее изученной элементарной частицей, и его масса определена с высокой точностью.

Подставляя в (6) численные значения n_p и M_p , получаем:

$$m_0 = \frac{M_p}{n_p} = \frac{938,3}{27} = 34,75 \text{ (МэВ} / c^2) \quad (9)$$

Примечание. В принципе, величина m_0 может быть меньше найденного значения, но кратна ему, то есть $m_0 = 34,75 / \kappa$ (МэВ/ c^2), где $\kappa = 1, 2, 3, 4, \dots$. Однако у нас нет какого-либо критерия, кроме изложенного выше в п. 2.1б, позволяющего осуществить выбор числа κ из данной последовательности. Поэтому примем в качестве рабочей модели, что число $\kappa = 1$.

4. Общая формула для расчета массы элементарных частиц

Поскольку мы признаем реальное существование носителей минимальной массы, то естественным будет вывод, что элементарные частицы, обладающие свойством массы покоя, содержат в своей структуре определенное число таких носителей. Следовательно, массу любой элементарной частицы (M_q), за исключением электрона, позитрона и объектов, не обладающих свойством массы, можно рассчитать по формуле:

$$M_q = m_0 \cdot n. \quad (10)$$

Соответственно, если разделить массу элементарной частицы на m_0 , то мы узнаем, сколько элементарных носителей минимальной массы входит в состав этой частицы:

$$n = \frac{M_q}{m_0}. \quad (11)$$

4.1. Проверка формулы (11)

Составим таблицу, в которую включим наиболее известные и хорошо изученные элементарные частицы (без электрона), обладающие свойством массы покоя, и укажем для каждой частицы расчетное значение числа n .

Таблица

Список основных элементарных частиц с указанием числа носителей элементарной массы (n) в их структуре

Частица	Масса, МэВ/c ²	n	
		Расчётное значение	После округления
<i>Класс – лептоны</i>			
Мюон	105,66	3,04	3
Тау-лептон	1777	51,1	51
<i>Класс - мезоны</i>			
π^\pm -мезон	139,6	4,02	4
π^0 -мезон	135	3,88	4
K^\pm -мезон	494	14,2	14
ρ -мезон	776	22,3	22
<i>Класс – барионы</i>			
Протон	938,3	27	27
Нейтрон	939,6	27,04	27
Лямбда Λ^0	1115,7	32,1	32
Лямбда Λ_c^+	2285	65,8	66
Лямбда Λ_b^0	5624	161,8	162
Кси Ξ^0	1315	37,8	38
Кси Ξ^-	1321	38,0	38
Кси Ξ_c^+	2466	71,0	71
Кси Ξ_c^0	2472	71,1	71
Кси-каскад- $b\Xi_b$	5630	162,0	162
Сигма Σ^+	1189,4	34,2	34
Сигма Σ^0	1192,5	34,3	34
Сигма Σ^-	1197,4	34,46	34
Омега Ω^-	1672	48,1	48
Омега Ω_c^0	2698	77,6	78
<i>Класс – бозоны</i>			
W-бозон	80400	2313,7	2314
Z-бозон	91190	2624,2	2624

Из данных табл. 1 видно, что для рассмотренных элементарных частиц расчётные значения n близки к целым числам. Это подтверждает правильность формулы (11) и нашего подхода к решению поставленной задачи.

Исключение составляет масса частиц сигма Σ и омега Ω_c^0 . Однако мы будем считать, что в данном случае отклонение массы от целочисленного значения объясняется

особенностями взаимодействия элементарных носителей минимальной массы при образовании этих частиц.

Примечание. Как видно из табл. 1, в нескольких случаях расчётные значения n соответствуют сразу нескольким элементарным частицам, отличающимся по своим свойствам. Например: π^0 - и π^\pm -мезоны ($n=4$), протон и нейтрон ($n=27$), сигма Σ^+ , Σ^0 и Σ^- ($n=34$), кси Ξ^0 и кси Ξ^- ($n=38$), кси Ξ_c^0 и кси Ξ_c^+ ($n=71$). Как это можно объяснить?

По нашему мнению, частицы с одним значением n являются различными формами одной и той же частицы. Эти формы могут отличаться по своему внутреннему строению, например, наличием или отсутствием носителя заряда, симметрией или каким-либо другим внутренним свойством. Предложенное объяснение вполне соответствует принятому в современной физике взгляду на протон и нейтрон, как на два различных состояния одной частицы – нуклона [8].

5. Анализ полученных результатов и некоторые предположения

Обратим внимание на мюон ($n=3$) и протон ($n=27$) – наиболее устойчивые элементарные частицы, относящиеся к различным классам. Составим ряд: 1 (m_0), 3 (мюон), 27 (протон). Можно ли считать последовательность чисел: 1, 3, 27 ($27=3^3$) случайной? По нашему мнению, за этой последовательностью чисел скрывается некая глубокая закономерность. Природа говорит нам на своем языке, пока нами не понятом, о простом и гармоническом устройстве микромира.

В работе [9] показано, что физический вакуум можно рассматривать состоящим из элементарных ячеек, каждая из которых является осциллятором. Примем в дополнение к данной модели, что каждая такая ячейка является также носителем свойства массы. Однако, пока эти ячейки «растворены» в структуре физического вакуума, они являются носителями скрытой массы, невидимой для приборов, используемых для измерений заряда и массы. Когда же эти элементарные ячейки объединяются в группу, то образовавшаяся группа приобретает новые свойства, в частности, становится носителем регистрируемых приборами заряда и массы. Эти образующиеся группы мы воспринимаем как элементарные частицы. Объединение элементарных ячеек физического вакуума в группы происходит, очевидно, по законам резонанса.

С помощью этой модели образование мюона можно объяснить, предположительно, как результат резонансного взаимодействия трёх элементарных осцилляторов – носителей m_0 . Высокая устойчивость образовавшейся группы ($m_0+m_0+m_0$), по-видимому, обусловлена её высокой симметрией (равносторонний треугольник, в вершинах которого расположены носители минимальной массы, а в центре – электрон или позитрон).

В 70-е годы XX века в Институте прикладной математики АН СССР был выполнен ряд теоретических работ о резонансной стабилизации системы осцилляторов, связанных нелинейной связью [10, 11]. В этих работах показано, что при соотношении частот осцилляторов 1:3 или 1:1 резонансная стабилизация системы из двух осцилляторов возможна даже в том случае, если оба осциллятора неустойчивы. *При включении резонанса 1:3 быстрый осциллятор стабилизирует неустойчивость, порождённую медленным осциллятором.* При соотношении частот 1:2 положение равновесия неустойчиво.

Таким образом, основываясь на результатах работ [10, 11], можно принять, что в осциллирующей системе «мюон» каждый из трёх носителей минимальной массы является быстрым осциллятором, а система в целом (мюон) – медленным осциллятором. Соотношение частот медленного и быстрых осцилляторов 1:3.

В случае протона можно говорить о трёхмерной резонансной стабилизации системы. Но мы не можем априори определить, каким образом происходит объединение составных частей протона: 3 группы по $9m_0$, или 9 групп по $3m_0$, или 27 отдельных единиц m_0 ? Чтобы сделать выбор между этими вариантами внутреннего строения протона,

нужны дополнительные экспериментальные данные. По нашему мнению, первый вариант объединения является менее вероятным.

6. Об одной исторической аналогии – гипотезе Проута

При написании данного раздела использованы материалы статьи [7].

Проблема минимальной инертной массы и взаимосвязи масс элементарных частиц имеет историческую аналогию.

В 1815 г. английский учёный Уильям Проут (1785-1850) выдвинул гипотезу о том, что атомы всех химических элементов получаются путём конденсации атомов водорода. Поскольку за единицу измерения атомной массы в то время была принята масса атома водорода, то относительные атомные массы всех химических элементов должны были, согласно гипотезе Проута, выражаться целыми числами. Действительно, атомные массы многих элементов в «водородной шкале» были близки к целочисленным значениям, а некоторые отклонения от этого правила можно было объяснить погрешностью эксперимента.

Гипотеза Проута некоторое время была очень популярна среди химиков, но, когда атомные массы элементов были измерены более точно, стало ясно, что многие из них являются дробными числами. И гипотеза Проута потеряла своих приверженцев. Более того, некоторые учёные высмеивали эту гипотезу, как лишённую научного содержания, и называли её «чистой иллюзией».

И только через столетие стало ясно, что Проут, в принципе, был прав, когда говорил о сложной структуре атомов и о «конденсации» атомов водорода. Ядро атома водорода содержит один протон, следовательно, с учётом терминологии XIX века, можно говорить о происхождении атомов всех химических элементов «конденсацией» протонов. Дробная атомная масса химических элементов обусловлена тем, что в их природный состав входят разные изотопы, о существовании которых в XIX веке, конечно же, не знали.

В нашем случае почти совпадающая ситуация. Гипотеза о существовании физического объекта микромира, который является носителем минимальной массы и составной частью элементарных частиц (за исключением электрона, позитрона и объектов, не обладающих свойством массы), позволяет объяснить спектр масс элементарных частиц. Но мы пока ничего не можем сказать о физической природе элементарных носителей массы и о тех законах микромира, которым они подчиняются при объединении в различные группы, называемые «элементарными частицами».

Заключение

Автор считает, что в данной работе новыми являются следующие положения и результаты.

На основе научных положений физической аксиоматики математики проведено логико-математическое рассмотрение проблемы минимальной массы физического мира.

Анализ спектра масс элементарных частиц позволяет выделить три группы частиц с принципиально отличающейся величиной массы покоя: фотон и все виды нейтрино (нулевая масса покоя); электрон (масса покоя $0,511 \text{ МэВ}/c^2$); все другие элементарные частицы (масса покоя $\geq 105,66 \text{ МэВ}/c^2$). Показано, что физическая природа массы электрона отлична от физической природы массы всех других элементарных частиц. Фотон и нейтрино необходимо рассматривать как объекты микромира, у которых отсутствует свойство массы покоя.

Выдвинута гипотеза о существовании физического объекта микромира, являющегося носителем минимальной массы и составной частью элементарных частиц (за исключением электрона, позитрона и объектов, не обладающих свойством массы). Численное значение минимальной массы (m_0) найдено равным $34,75 \text{ МэВ}/c^2$.

Образование мюона и протона можно объяснить, предположительно, как результат резонансного взаимодействия, соответственно, 3 и 27 элементарных осцилляторов – носителей m_0 .

Литература

1. Минимальная трехмерная плотность вещества; Масса Планка; Масса Стони // Викизнание. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.wikiznanie.ru/> (дата обращения 04.11.2013).
2. Кадышевский В.Г. Квантовая теория поля и «Максимон» Маркова // Препринт ОИЯИ Р2-84-753. – Дубна, 1984. – 50 с.
3. Астафурова М.В. Науч. руков. Астафуров В.И. Физическая аксиоматика математики: первые постулаты, аксиомы и следствия // II Междунар. научно-практич. конф. молодых учёных (18 апреля 2011 г.): сб. науч. трудов / под ред. проф. Г.Ф.Гребенщикова. – М.: изд-во «Спутник+», 2011. С. 196-203.
4. Астафурова М.В. Опыт построения физической аксиоматики математики // VII Всесиб. конгресс женщин-математиков (в честь Софьи Васильевны Ковалевской): сб. докладов. – Красноярск: СФУИВМ СО РАН, 2012. С. 3-8.
5. Астафурова М.В. Опыт построения физической аксиоматики математики / под ред. В.И. Астафурова и С.Л. Добрецова. – Бугульма: НО ФЭН-НАУКА, 2013. – 84 с.
6. Добрецов С.Л., Георгиева М.И., Астафуров В.И. Моделирование структурной взаимосвязи элементарных частиц (логико-математический подход) // Физика фундаментальных взаимодействий: научная сессия-конф. секции ЯФ ОФН РАН (23-27 ноября 2009 г., ИТЭФ им. А.И. Алиханова, г.Москва). [Электронный ресурс]. URL: <http://matras.itep.ru/npd2k09/1/ponbol/OFV/dobr.ppt> (дата обращения 04.11.2013).
7. Маренный А.М., Добрецов С.Л., Астафуров В.И. О минимальной массе объектов микромира // ФЭН-НАУКА. 2012. № 4 (7). С. 4-7.
8. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика. Кн. 2. Физика элементарных частиц / 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1993. – 408 с.
9. Астафуров В.И. О размерах абсолютного осциллятора // Препринт ВНИИНМ № 4-51. – М.: ЦНИИАтоминформ, 1989.
10. Хазин Л.Г., Шноль Э.Э. Исследование асимптотической устойчивости равновесия при резонансе 1:3 // Препринт ИПМ № 67. – М., 1978.
11. Хазина Г.Г., Хазин Л.Г. О возможности резонансной стабилизации системы осцилляторов // Препринт ИПМ № 130. – М., 1978.

Justification for the existence of the minimal mass and the calculation of its numerical values

*Mariya Vladimirovna Astafurova, the Learner
High school 1542, Moscow, Russia*

*The Scientific Mentor: Al'bert Mihaylovich Marennyy, D.Sc., Prof., Head of the laboratory
FSUE Research and Technical Center of Radiation-Chemical Safety and Hygiene, Moscow, Russia*

The hypothesis of the existence of a physical object of microcosm, which is a carrier of minimal mass, is developed. The numerical value of the minimal mass was found to be $34.75 \text{ MeV}/c^2$. The physical nature of the electron mass is different from the nature of all other elementary particles. Photons and neutrinos are treated as objects of the microcosm, which do not have property of mass.

Keywords: minimal mass, numerical value, elementary particles, uniformity of properties, photon, neutrinos, electron, μ -meson, π -meson, nucleon.