

Массы элементарных частиц: связь физических постоянных.

17 ноября 2010г. г. Челябинск.

Резюме.

В статье рассматриваются найденные автором соотношения между физическими константами, основанные на выражениях для обратного значения постоянной части постоянной тонкой структуры (ПТС) и соотношениях для перенормировки заряда при поляризации вакуума. В результате исследования взаимозависимостей найдена система уравнений для расчета обратной ПТС для протона, масштабного коэффициента (отношения массы электрона к размерной массе) и отношения массы протона к массе электрона, допускающая точное численное решение для указанных констант. Система уравнений дает также аналитическое выражение для новой константы, определяющей энергетический уровень для протона.

Анализ системы уравнений позволил вывести и аналитическое выражение для масштабного коэффициента.

Дополнительно, на основе исследования одного из уравнений системы получены выражения для расчета обратной ПТС для нейтрона, отношения массы нейтрона к массе электрона и константы энергетического уровня для нейтрона.

Отличия расчетных значений всех указанных констант от значений, полученных по экспериментальным данным, не выходят за пределы экспериментальных погрешностей.

Введение.

В 2009г. автор опубликовал краткое сообщение по этой теме. См., например, [10]. В данной статье приведенные ранее значения несколько уточнены и расширены.

Полученные точные, в рамках предлагаемой модели, значения констант позволяют уточнить многие расчеты в КЭД, космологии, небесной механике и др. разделах физики, а также улучшить анализ и согласование результатов новых и ранее произведенных экспериментов.

В то же время полученные результаты позволяют определить несколько направлений для дальнейших исследований по связи констант и сопутствующей тематике, см. в тексте.

Ключевые слова:

Постоянная тонкой структуры, бегущая константа связи, гравитационная постоянная, заряд электрона, перенормировка, постоянная Планка, поляризация вакуума, масса электрона, масса протона, масса нейтрона, масштабный коэффициент.

1. Основной компонент постоянной тонкой структуры.

Исходно определим следующую математическую константу:

$$b_0 = \frac{\exp\left(\frac{4}{\ln\left(\frac{\pi+1}{\pi-1}\right)}\right)}{\pi} \quad (1),$$

Физический смысл этой константы заключается в том, что она задает число, обратное значению постоянной части ПТС при отсутствии поляризации вакуума. С другой стороны,

эта константа определяется геометрией пространства в окрестности источника поля, что связано с соотношением:

$$\int_{-\pi}^{\pi} \frac{1}{x^2 - 1} dx = \frac{1}{2} * \ln\left(\frac{\pi + 1}{\pi - 1}\right) \quad (1-1)$$

Значение b_0 при расчете с 50 значащими цифрами равно:

$$b_0 = 137.0285562576912914986342126701460394150089677383$$

Значение обратной ПТС (далее - b) определяется b_0 и энергией M , как будет показано ниже.

2. Система уравнений взаимосвязи постоянных.

Рассмотрим систему из 3-х уравнений (для m_1, m_2, m_3):

$$m_1 = 1 + \frac{4 * \pi^2}{b * b_0 - b_0^2 - 1} \quad (2), \text{ где}$$

b - обратная ПТС, b_0 - постоянная часть обратной ПТС, см. (1).

$$m_2 = 1 + 4 * \pi^2 * (1 - \ln(k) + LambertW\left(\frac{\sqrt{b}}{4 * \pi^2}\right)) \quad (3), \text{ где}$$

LambertW - функция Ламберта (см., например [7]), называемая также product log в других источниках и определяемая как решение уравнения:

$$LambertW(x) * \exp(LambertW(x)) = x.$$

Здесь k - масштабный коэффициент, определяется отношением массы электрона к «размерной массе» m_0 :

$$k = \frac{m}{m_0} = \frac{m}{\left(\frac{e}{\sqrt{f}}\right)} \quad (31), \text{ где}$$

m - масса электрона; e - заряд электрона, f - гравитационная постоянная.

Дополнительно относительно теории размерностей и систем единиц см., например, [5]. Следует учесть, что обычно рассматривается система единиц Планка, в выражения для которых входит ПТС. В нашем же рассмотрении используется система «размерных» единиц (совпадающая с Планковской при ПТС=1), так как ПТС подлежит расчету и не может быть отнесена к системе единиц.

Через степени k выражаются многие космологические соотношения, использованные П.А.М. Дираком для обоснования гипотезы «больших чисел» (см., например, [8],[9]).

Третьим уравнением системы примем:

$$m_3 = Mpk + \left(\frac{b_0 * \ln(Mpk)^2}{\ln(Mpk)^2 - 1} + 1\right) * \exp\left(\frac{(-1 + 3 * \pi * b) * (b - b_0)}{b_0}\right) \quad (4), \text{ где}$$

$$Mpk = Mp + \frac{16 * \pi^4 * LambertW\left(\frac{\sqrt{b}}{4 * \pi^2}\right)^2}{Mp * b} \quad (41), \text{ где}$$

Mp - отношение массы протона к массе электрона, b и LambertW определены выше. Экспоненциальный множитель в (4) выводится через уравнение перенормировки заряда при поляризации вакуума (см. Приложение 1).

Решение этой системы из 3-х уравнений в численном виде находится с любой степенью точности, зависящей только от возможностей программы расчета. Полагая $m_1 = m_2 = m_3 = M$ и выбирая решение, ближайшее к значениям, определяемым из экспериментальных данных, получаем:

$$k = 0.48996068139810024603590115340986832495544141934727e - 21$$

$$b = 137.03599908460812951921796275950644475647485758209$$

$$M_p = 1836.1526717417136267923393161536147598515993181590$$

Остальные решения в данной статье не рассматриваются.

Далее прямым расчетом по любой из 3-х формул (для m_1, m_2 или m_3) получаем значение M :

$$M = 1986.853187877773190340805954016226910382677677281$$

Анализ уравнений системы позволил выявить следующие следствия:

а) Явное частичное решение системы получается при приравнивании правых частей (2) и (3). Решая полученное уравнение относительно k , имеем :

$$k = \exp\left(\text{LambertW}\left(\frac{\sqrt{b}}{4 * \pi^2}\right) + \frac{b * b_0 * b_0^2 - 2}{b * b_0 - b_0^2 - 1}\right) \quad (5)$$

б) Приведенное значение M_p (M_{ps}) связано с приведенным значением $m_s = m^*s$, которое получается из (3) путем введения функции LambertW под знак логарифма и преобразованием с использованием свойств функции LambertW . См. Приложение 2.

в) Используя уравнения системы как основу, получены формулы и значения для обратной ПТС нейтрона и массы нейтрона, см. приложение 3. Следует отметить, что замена понятия ПТС на понятие «бегущая константа связи» при этом приобретает физический смысл как обобщение понятия ПТС.

г) Легко видеть, что нормированные на m_0 значения масс электрона, протона и нейтрона суть k , $M_p * k$ и $M_n * k$. Эти точные значения представляют собой спектр масс «здесь и сейчас», явная зависимость от времени отсутствует. Следовательно, возможно лишь синхронное изменение, что подчеркивает объективное единство мироздания.

Найдены также и иные интересные следствия, их изучение продолжается.

Полученные значения сведены в таблицу 1.

Таблица 1

1	Наименование	Обратная ПТС для протона
	Обозначение	b
	Значение, расчет	137.03599908460812952
	Значение, экспер.	137.035999084
	Погрешность, экспер.	± 0.51e-7
	Расчет-экспер.	.60e-9
2	Наименование	Масштабный коэффициент
	Обозначение	k
	Значение, расчет	.48996068139810024604e-21
	Значение, экспер.	.48995937950378608363e-21
	Погрешность, эксп.	± .25e-25
	Расчет-экспер.	.13e-26
3	Наименование	Относительная масса протона
	Обозначение	M_p
	Значение, расчет	1836.1526717417136268
	Значение, экспер.	1836.15267247
	Погрешность, эксп.	± .80e-6
	Расчет-экспер.	.73e-6
4	Наименование	Энергетический уровень для протона
	Обозначение	M
	Значение, расчет	1986.8531878777731903
	Значение, экспер.	-
	Погрешность, эксп.	-

Расчетные данные в таблице приведены с 15 значащими цифрами для экономии места. Экспериментальные данные и их погрешности рассчитаны по [6], за исключением значения для b , которое взято из [1]. В [1] изложены данные эксперимента группы американских физиков, расчет b производился по формуле из КЭД (разложение g -фактора электрона по степеням ПТС приравнено к измеренному значению g -фактора электрона).

Возможно также уточнение гравитационной постоянной, постоянной Планка и многих других констант, но это выходит за рамки настоящей статьи в связи с обширностью материала.

3. Заключение.

Из вышеизложенного следует, что значения b, b_0, k, M_p, M_n и M полностью определяются значением b_0 . Это определяет спектр масс основных элементарных частиц из которых состоит большая часть известной на сегодняшний день материи.

Полнота полученного множества констант является предметом дальнейших исследований.

В статье приведены результаты работ, выполненных автором в 1999-2010 гг.

Все авторские права принадлежат Логвинюку В.П., г. Челябинск, winlog@74.ru.

При цитировании ссылка на настоящую статью и автора обязательна.

Приложение 1.

Перенормировка заряда.

Из гл. 7 тома 1 [4] имеем следующие формулы для перенормировки заряда электрона при поляризации вакуума:

:

$$e^2 = Z_3 * e_0^2,$$

$$Z_3 = \frac{1}{1 + \omega(0)} \quad 1-1, \text{ где}$$

e – наблюдаемый заряд, e_0 – “голый заряд”, $\omega(0)$ – некоторая функция .

Для ПТС имеем следующее определяющее выражение (см. [3],[4]):

$$\alpha = \frac{1}{b} = \frac{e^2}{\hbar * c} \quad (1-2), \text{ где}$$

\hbar - постоянная Планка, e – заряд электрона, c – скорость света в вакууме.

Заменив e_0^2 / e^2 согласно (1-2) на b/b_0 , а функцию $\omega(0)$ на $f(b) * \ln(x)$, имеем:

$$\frac{b}{b_0} = 1 + f(b) * \ln(x) \quad (1-3)$$

Рассмотрим далее функцию $f(b)$ следующего вида:

$$f(b) = \frac{1}{-1 + 3 * \pi * b} \quad (1-4)$$

Разложение $f(b)$ по степеням b имеет следующий вид:

$$\frac{1}{3 * \pi * b} + \frac{1}{9 * \pi^2 * b^2} + \frac{1}{27 * \pi^3 * b^3} + \dots \quad (1-5)$$

Согласно [3] и [4], расчет функции $f(b)$ средствами КЭД дает уверенно лишь первый член ряда (1-5), уже получение второго члена сопряжено с математическими трудностями вычисления высших диаграмм Фейнмана и неясностями теории поляризации вакуума.

Используя (1-4), разрешим (1-3) относительно x :

$$x = \exp\left(\frac{(-1 + 3 * \pi * b) * (b - b_0)}{b_0}\right) \quad (1-6)$$

Очевидно, полученное значение для x совпадает с экспоненциальным множителем в (4).

Приложение 2.

Перенормировка массы.

Покажем, что из уравнений (2) и (3) следует простое соотношение, задающее коэффициент поляризации массы

Введя функцию LambertW из (3) под знак логарифма, получим:

$$ks = \frac{m}{m_0} * \exp(-LambertW(\frac{\sqrt{b}}{4 * \pi^2})) \quad (2-1)$$

Экспоненциальный множитель, используя свойства функции LambertW, преобразуется в нормировочный коэффициент s :

$$s = \frac{4 * \pi^2 * LambertW(\frac{\sqrt{b}}{4 * \pi^2})}{\sqrt{b}} \quad (2-2)$$

Легко видеть, что при использовании s уравнение (41) преобразуется в следующее:

$$\frac{Mpk}{s} = \frac{Mp}{s} + \frac{s}{Mp}, \quad (2-3)$$

Так как Mpk и Mp нормированы на массу электрона m , то (2-3) означает нормирование на $m*s$. Расчетное значение s :

$$s = 0.7909410832222665204813327829268465806603$$

По физическому смыслу s соответствует коэффициенту поляризации массы.

Приложение 3.

Константы для нейтрона.

При расчете констант нейтрона используются функции, подобные функциям рассмотренной выше системы из 3-х уравнений, если учесть, что нейтрон частица нейтральная и эффекты поляризации вакуума должны значительно измениться.

Разрешим уравнение (2) относительно b и заменим b на bn :

$$bn = b_0 + \frac{(1 + \frac{4 * \pi^2}{m_1 - 1})}{b_0} \quad (3-1).$$

Для m_1 в случае нейтрона используем следующую формулу:

$$m_1 = Mp + \frac{4 * (\frac{b_0^2}{2} - \frac{Mp}{4 * \pi^2}) * \ln(Mp)^2}{(b_0^2 - \frac{Mp}{4 * \pi^2}) * (\ln(Mp)^2 - 1)} \quad (3-2)$$

Отличие (3-2) от (4) обусловлено отсутствием поляризации и «составным» характером нейтрона.

Подставив выражение (3-2) в (3-1) и произведя вычисления, получим значение обратной ПТС для нейтрона. Значение таково:

$$bn = 137.03601082468363206279366000799969624100435104711$$

В [2] приведены результаты эксперимента по измерению bn . В 1996г. группа немецких физиков при экспериментах с нейтронами получила значение $bn = 137.03601082$, причем им была присуждена премия им. Гельмгольца 1996г. за точность измерений. Расчетная

погрешность измерений составила 3.9×10^{-8} . Расчет производился согласно формуле из теории водородоподобного атома по измеренным длине волны и скорости нейтрона.

Разность расчетного и экспериментального значения составляет 4.7×10^{-9} , что значительно меньше расчетной погрешности.

Далее рассмотрим интеграл от (3-2), заменив предварительно M_p в (3-2) на x :

$$M_n = \int_{M_p}^{M_{p+1}} m_1(b_0, x) * dx \quad (3-3)$$

Произведя численное интегрирование (3-3), получаем:

$$M_n = 1838.6836605655364589017154805063209967232399223864 \quad (3-4)$$

Согласно [6] относительная масса нейтрона равна $1838.6836605 \pm 0.11 \times 10^{-5}$.

Разность между расчетной (т.е. 3-4) и табличной массами нейтрона составляет 0.66×10^{-7} , что значительно меньше расчетной погрешности для табличной массы.

Использованная литература и ссылки:

1. D. Hanneke, S. Fogwell, and G. Gabrielse, New Measurement of the Electron Magnetic Moment and the Fine Structure Constant, Department of Physics, Harvard University, Cambridge, MA 02138 (Dated: Submitted to PRL: 4 Jan 2008)
2. New Determination of the Fine-Structure Constant Using Neutrons, Dr. Eckhard Kruger, Dr. Wolfgang Nistler, and Dr. Winfried Weirauch. PTBnews 96-2.
<http://www.ptb.de/english/infos/publicat/ptb-news/news26.htm>
3. Дж. Д. Бьёркен, С. Д. Дрелл, Релятивистская квантовая механика, тт.1-2, М., Наука, 1978г.
4. К. Ициксон, Ж.-Б. Зюбер, Квантовая теория поля, тт.1-2, М., Мир, 1984г.
5. Э. А. Дибай, С. А. Каплан, Размерности и подобие астрофизических величин, М., Наука, 1978г.
6. NIST Standard Reference Database 121 Last update: October 2008
<http://physics.nist.gov>
7. Robert M. Corless, G. H. Gonnet, D. E. G. Hare, D. J. Jeffrey, and D. E. Knuth, On the Lambert W Function, Advances in Computational Mathematics, volume 5, 1996, pp. 329--359.
8. Saibal Ray, Utpal Mukhopadhyay, Partha Pratim Ghosh, Large Number Hypothesis: A Review
<http://arxiv.org/abs/0705.1836>
9. П.А.М.Дирак. Космологические постоянные. В книге: "Альберт Эйнштейн и теория гравитации", М., Мир, 1979г.
- 10 Логвинюк В.П., О связи основных физических констант, 2009г.
<http://new-idea.kulichki.net/pubfiles/090810215726.doc>