

## Пи-Теория фундаментальных физических констант – метрологические аспекты.

© Смоленский В.Б.

Представлены результаты точных теоретических расчетов численных значений постоянной тонкой структуры, аномалии магнитного момента электрона, постоянной Планка, гравитационной постоянной Ньютона, Комптоновской длины волны и массы электрона, полученные как решения соответствующих уравнений Пи-Теории фундаментальных физических констант (далее – Теория). Из сравнения экспериментальных значений указанных констант с найденными в Теории их теоретическими значениями, следует, что теоретические и экспериментальные данные практически совпадают, что позволяет сделать вывод о справедливости Теории.

В Теории полностью отсутствуют свободные (произвольно вводимые) коэффициенты.

### 1. Естественная унитарная система единиц фундаментальных физических констант

Запишем некоторый физический параметр  $p_\pi$  в виде:

$$p_\pi = \bar{u}_{\pi p} \cdot u_{\pi p} \quad (1.1)$$

$\bar{u}_{\pi p}$  – не единичный безразмерный параметр;  $u_{\pi p}$  – единичный размерный параметр.

Нижний символ “ $\pi$ ” означает, что это параметр Теории.

запишем параметр  $p_\pi$  в виде:

$$p_\pi = k_\pi \cdot \dim p_\pi \quad (1.2)$$

$k_\pi$  – безразмерный коэффициент;  $\dim p_\pi$  – размерность параметра  $p_\pi$ .

Запишем  $\bar{u}_{\pi p}$  и  $u_{\pi p}$  в виде:

$$\bar{u}_{\pi p} = \bar{k}_{\pi p} \cdot \dim \bar{u}_{\pi p} \quad (1.3)$$

$$u_{\pi p} = k_{\pi p} \cdot \dim u_{\pi p} \quad (1.4)$$

$\bar{k}_{\pi p}$  и  $k_{\pi p}$  – численные коэффициенты;  $\dim \bar{u}_{\pi p}$  и  $\dim u_{\pi p}$  – размерности параметров  $\bar{u}_{\pi p}$  и  $u_{\pi p}$ .

Условия соответствия  $u_{\pi p}$  единичному размерному параметру:

$$k_{\pi p} = 1 \quad (1.5)$$

$$\dim u_{\pi p} = 1 \quad (1.6)$$

Условия соответствия  $\bar{u}_{\pi p}$  не единичному безразмерному параметру:

$$\bar{k}_{\pi p} \neq 1 \quad (1.7)$$

$$\dim \bar{u}_{\pi p} = 1 \quad (1.8)$$

Запишем (1), с учетом (3) и (4), в виде:

$$p_\pi = \bar{k}_{\pi p} \cdot k_{\pi p} \cdot \dim \bar{u}_{\pi p} \cdot \dim u_{\pi p} \quad (1.9)$$

$$k_\pi = \bar{k}_{\pi p} \cdot k_{\pi p} \quad (1.10)$$

$$\dim p_\pi = \dim \bar{u}_{\pi p} \cdot \dim u_{\pi p} \quad (1.11)$$

Выражение (2), с учетом (10) и (11), идентично (9).

Запишем размерность параметра  $u_{\pi p}$ :

$$\dim u_{\pi p} = \frac{L^n}{T^{n-m}} \quad (1.12)$$

Параметр длины  $l$  имеет размерность  $\dim l = L$ , единица – сантиметр [см].

Параметр времени  $t$  имеет размерность  $\dim t = T$ , единица – секунда [сек].

$n$  и  $m$  – числа натурального ряда, принимающие значения 0, 1, 2, 3 и 4 и имеющие физический смысл размерности параметров дискретной пространственно-временной среды.

$n$  – число измерений (мерность) пространства;

$m$  – число измерений (мерность) структурного элемента пространства.

В виду того, что мерность структурного элемента пространства не может быть больше мерности самого пространства, выполняется условие:  $m \leq n$ .

Запишем  $k_{\pi p}$  параметра  $u_{\pi p}$ :

$$k_{\pi p} = \frac{1^n}{1^{n-m}} \quad (1.13)$$

С учетом (13),  $u_{\pi p}$  запишется как

$$u_{\pi p} = \frac{1^n}{1^{n-m}} \cdot \dim u_{\pi p} \quad (1.14)$$

С учетом

$$u_{\pi p} = \frac{1^n}{1^{n-m}} \cdot \left[ \frac{L^n}{T^{n-m}} \right] \quad (1.15)$$

Запишем  $\dim \bar{u}_{\pi p}$  как:

$$\dim \bar{u}_{\pi p} = \frac{1^n}{1^{n-m}} \quad (1.16)$$

Запишем  $\bar{k}_{\pi p}$  параметра  $\bar{u}_{\pi p}$ :

$$\bar{k}_{\pi p} = \frac{\bar{l}^n}{\bar{t}^{n-m}} \quad (1.17)$$

$\bar{l}$  – безразмерная величина – численное значение параметра длины  $l$ ;

$\bar{t}$  – безразмерная величина – численное значение параметра времени  $t$ .

Запишем (3), С учетом (16) и (17):

$$\bar{u}_{\pi p} = \frac{\bar{l}^n}{\bar{t}^{n-m}} \cdot \left[ \frac{1^n}{1^{n-m}} \right] \quad (1.18)$$

Запишем (9), с учетом (15) и (18):

$$p_{\pi} = \frac{1^n}{1^{n-m}} \cdot \frac{\bar{l}^n}{\bar{t}^{n-m}} \cdot \left[ \frac{1^n}{1^{n-m}} \right] \cdot \left[ \frac{L^n}{T^{n-m}} \right] \quad (1.19)$$

Отметим, что если  $n = m = 0$ , то  $p_{\pi} = 1$ .

В Теории масса  $M$  эквивалентна площади поверхности  $S$ .

С целью получения эквивалентности  $M$  и  $S$ , в используемую Теорией систему единиц вводится единичное значение массовой поверхностной плотности  $\rho_{uS}$

$$u_{\rho S} = 1 \left[ \varepsilon \cdot cM^{-2} \right] \quad (1.20)$$

тогда масса тела будет нормироваться  $k_{uS}$  – единичным коэффициентом эквивалентности единицы массы единице площади:

$$k_{uS} = \frac{1}{\rho_{uS}} = 1 \left[ \varepsilon^{-1} \cdot cM^2 \right] \quad (1.21)$$

Длина  $l$  имеет размерность  $\dim l = L$ , единица – сантиметр  $[cM]$ .

Масса  $m$  имеет размерность  $\dim m = M$ , единица – грамм  $[\varepsilon]$

Массовая поверхностная плотность  $\rho_S$  имеет размерность  $\dim \rho_S = M \cdot L^{-2}$ , единица – грамм на квадратный сантиметр  $[\varepsilon \cdot cM^{-2}]$ .

Поверхностная масса:  $m_S = k_{uS} \cdot m$

Поверхностная масса  $m_S$  имеет размерность  $\dim m_S = L^2$ , единица – квадратный сантиметр  $[cM^2]$

$$k_{uS} \cdot M = M_S [cm^2] \quad (1.22)$$

Запишем:

$$u_\lambda = 1[cm]; \quad u_m = 1[\varepsilon]; \quad u_t = 1[сек] \quad (1.23)$$

$$u_c = \frac{u_\lambda}{u_t} = 1[cm \cdot сек^{-1}]; \quad u_a = \frac{u_\lambda}{u_t^2} = 1[cm \cdot сек^{-2}]; \quad u_{\rho S} = \frac{u_m}{u_\lambda^2} = 1[\varepsilon \cdot cm^{-2}]. \quad (1.24)$$

Исходные данные для расчетов теоретических значений фундаментальных физических констант

$$\pi = 3,1415926535897932384626433832795$$

$$u_\lambda = 1[cm]; \quad u_m = 1[\varepsilon]; \quad u_t = 1[сек]; \quad u_{\rho S} = \frac{u_m}{u_\lambda^2} = 1[\varepsilon \cdot cm^{-2}].$$

## 2. Результаты теоретических расчетов

1 Постоянная тонкой структуры:

$$\alpha_\pi = 1,1614097334008939394882079879548 \cdot 10^{-3} \quad (2.1)$$

$$\alpha_\pi' = \alpha_\pi \cdot 2 \cdot \pi = 7,2973525725198574235458586243837 \cdot 10^{-3} \quad (2.2)$$

$$\alpha_\pi'^{-1} = 137,03599902323053312035456575982 \quad (2.3)$$

2  $\beta$  – фактор постоянной тонкой структуры (формула не приводится):

$$\beta_\pi = 1,0002610996016152003731797946565 \quad (2.4)$$

3 Аномалия  $a_{\pi e}$  магнитного момента электрона находится из уравнения:

$$a_{\pi e} = \alpha_\pi - (\alpha_{\pi e} - a_{\pi ex}) \quad (2.5)$$

$$\alpha_{\pi e} = 1,1614098279067621100926220676880 \cdot 10^{-3} \quad (2.6)$$

$$a_{\pi ex} = 1,1596522752934401692274640032275 \cdot 10^{-3} \quad (2.7)$$

$$a_{\pi e} = 1,1596521807875719986230499234930 \cdot 10^{-3} \quad (2.8)$$

4 Элементарный скалярный объем:

$$v_{\pi s} = \pi^2 \cdot (\alpha_\pi \cdot \beta_\pi)^3 \quad (2.9)$$

$$v_{\pi s} = 1,5473774640489829328332947572253 \cdot 10^{-8} \quad (2.10)$$

5 Комптоновская длина волны электрона:

$$\lambda_{\pi 0C} = 2,3976863119736200146435238582097 \cdot 10^{-10} [cm] \quad (2.11)$$

6 Постоянная Ридберга:

$$R_{\pi 0\infty} = \frac{2 \cdot \pi^2 \cdot \alpha_\pi^2}{\lambda_{\pi 0C}} \quad (2.12)$$

$$R_{\pi 0\infty} = 1,1104737575915240622836297477503 \cdot 10^5 [cm^{-1}] \quad (2.13)$$

7 Радиус Бора:

$$a_{\pi 00} = \frac{\lambda_{\pi 0C}}{4 \cdot \pi^2 \cdot \alpha_\pi} \quad (2.14)$$

$$a_{\pi 00} = 0,52293434467098237052413001090416 \cdot 10^{-8} [cm] \quad (2.15)$$

8 Масса покоя электрона:

$$m_{\pi 0e} = v_{\pi s} \cdot \lambda_{\pi 0C}^2 \quad (2.16)$$

$$m_{\pi 0e} = 8,8957177624572169517514964884346 \cdot 10^{-28} [cm^2] \quad (2.17)$$

9 Элементарный метрический объем:

$$v_{\pi 0} = m_{\pi 0e} \cdot \lambda_{\pi 0C} \quad (2.18)$$

$$v_{\pi 0} = 2,1329140714224267666519961463076 \cdot 10^{-37} \left[ \text{см}^3 \right] \quad (2.19)$$

10 скорость света в вакууме (формула не приводится):

$$c_{\pi 0} = 2,9569403504606853477077347737568 \cdot 10^{10} \left[ \text{см} \cdot \text{сек}^{-1} \right] \quad (2.20)$$

11 Объемная энергия элементарного объема (электрический заряд):

$$E_{\pi 0v} = v_{\pi 0} \cdot c_{\pi 0}^2 \quad (2.21)$$

$$E_{\pi 0v} = 1,8649126155582809857958401918459 \cdot 10^{-16} \left[ \text{см}^5 \cdot \text{сек}^{-2} \right] \quad (2.22)$$

12 Массовая энергия электрона:

$$E_{\pi 0e} = m_{\pi 0e} \cdot c_{\pi 0}^2 \quad (2.23)$$

$$E_{\pi 0e} = 77,779674774187026872912535405118 \cdot 10^{-7} \left[ \text{см}^4 \cdot \text{сек}^{-2} \right] \quad (2.24)$$

13 Постоянная Планка:

$$h_{\pi 0} = v_{\pi 0} \cdot c_{\pi 0} = 6,306899681854357861857282729416 \cdot 10^{-27} \left[ \text{см}^4 \cdot \text{сек}^{-1} \right] \quad (2.25)$$

14 Кинематическая вязкость электрона:

$$v_{\pi 0e} = \frac{h_{\pi 0}}{m_{\pi 0e}} \quad (2.26)$$

$$v_{\pi 0e} = 7,0898154036220641091926699333563 \left[ \text{см}^2 \cdot \text{сек}^{-1} \right] \quad (2.27)$$

15 Динамическая вязкость электрона:

$$\eta_{\pi 0e} = \frac{h_{\pi 0}}{m_{\pi 0e} \cdot \lambda_{\pi 0C}} \quad (2.28)$$

$$\eta_{\pi 0e} = 2,9569403504606853477077347737542 \cdot 10^{10} \left[ \text{см} \cdot \text{сек}^{-1} \right] \quad (2.29)$$

$$\eta_{\pi 0e} = c_{\pi 0} \quad (2.30)$$

16 Время регенерации электрона:

$$t_{\pi 0C} = \frac{\lambda_{\pi 0C}}{c_{\pi 0}} \quad (2.31)$$

$$t_{\pi 0C} = 8,1086732493608311006696623253397 \cdot 10^{-21} \left[ \text{сек} \right] \quad (2.32)$$

17 Минимальное космологическое ускорение (формула не приводится):

$$G_{\pi 0} = 6,5696714435159594573367153600983 \cdot 10^{-8} \left[ \text{см} \cdot \text{сек}^{-2} \right] \quad (2.33)$$

18 Масштабная постоянная:

$$\psi_{\pi} = \alpha_{\pi}^9 \cdot \beta_{\pi}^3 \cdot \frac{8\pi^6}{\sqrt{\pi}} \quad (2.34)$$

$$\psi_{\pi} = 1,6696428319288138925804721494893 \cdot 10^{-23} \quad (2.35)$$

19 Планковская длина:

$$l_{\pi 0P} = \lambda_{\pi 0C} \cdot \psi_{\pi} \quad (2.36)$$

$$l_{\pi 0P} = 4,0032797640005884751788089648779 \cdot 10^{-33} \left[ \text{см} \right] \quad (2.37)$$

20 Планковская масса:

$$m_{\pi 0P} = \frac{m_{\pi 0e}}{\psi_{\pi}} \quad (2.38)$$

$$m_{\pi 0P} = \frac{m_{\pi 0e}}{\psi_{\pi}} = 5,3279166012893053256633049257709 \cdot 10^{-5} \left[ \text{см}^2 \right] \quad (2.39)$$

21 Планковское время:

$$t_{\pi 0P} = t_{\pi 0e} \cdot \psi_{\pi} \quad (2.40)$$

$$t_{\pi 0P} = t_{\pi 0e} \cdot \psi_{\pi} = 1,3538588167248235343836920038222 \cdot 10^{-43} \left[ \text{сек} \right] \quad (2.41)$$

### **3. Теоретические расчеты размерных фундаментальных физических констант**

Исходные данные: CODATA (2010), <http://physics.nist.gov/cuu/Constants/index.html>

$$R_{\infty} = 1,097\,373\,156\,8539(55) \cdot 10^5 \text{ [см}^{-1}\text{]} \quad c = 2,997\,924\,58 \cdot 10^{10} \text{ [см} \cdot \text{сек}^{-1}\text{]} \quad (3.1)$$

Результаты теоретических расчетов

$$\lambda_{\pi C} = \frac{2 \cdot \pi^2 \cdot \alpha_{\pi}^2}{R_{\infty}} = 2,426\,310\,240\,7357 \cdot 10^{-10} \text{ [см]} \quad (3.2)$$

$$a_{\pi 0} = \frac{1}{4 \cdot \pi^2} \cdot \frac{\lambda_{\pi C}}{\alpha_{\pi}} = 0,529\,177\,211\,1187 \cdot 10^{-8} \text{ [см]} \quad (3.3)$$

$$m_{\pi e} = v_{\pi s} \cdot \lambda_{\pi C}^2 = 9,109\,382\,325\,3602 \cdot 10^{-28} \text{ [см}^2\text{]} \quad (3.4)$$

$$v_{\pi} = m_{\pi e} \cdot \lambda_{\pi C} = 2,210\,218\,762\,2822 \cdot 10^{-37} \text{ [см}^3\text{]} \quad (3.5)$$

$$h_{\pi} = v_{\pi} \cdot c = 6,626\,069\,154\,6231 \cdot 10^{-27} \text{ [см}^4 \cdot \text{сек}^{-1}\text{]} \quad (3.6)$$

$$\frac{h_{\pi}}{2 \cdot m_{\pi e}} = 3,636\,947\,554\,7156 \text{ [см}^2 \cdot \text{сек}^{-1}\text{]} \quad (3.7)$$

$$t_{\pi C} = \frac{\lambda_{\pi C}}{c} = 8,093\,299\,801\,2101 \cdot 10^{-21} \text{ [сек]} \quad (3.8)$$

$$G_{\pi} = 6,673\,381\,632\,9069 \cdot 10^{-8} \text{ [см} \cdot \text{сек}^{-2}\text{]} \quad (3.9)$$

$$T_{\pi} = \frac{c}{G_{\pi}} = 4,492\,361\,961\,1638 \cdot 10^{17} \text{ [сек]} \quad (3.10)$$

$$R_{\pi} = c \cdot T_{\pi} = 1,346\,776\,234\,5630 \cdot 10^{28} \text{ [см]} \quad (3.11)$$

$$l_{\pi P} = \lambda_{\pi C} \cdot \psi_{\pi} = 4,051\,071\,501\,4798 \cdot 10^{-33} \text{ [см]} \quad (3.12)$$

$$l'_{\pi P} = \frac{l_{\pi P}}{\sqrt{2 \cdot \pi}} = 1,616\,143\,702\,8696 \cdot 10^{-33} \text{ [см]} \quad (3.13)$$

$$m_{\pi P} = \frac{m_{\pi e}}{\psi_{\pi}} = 5,455\,886\,822\,7145 \cdot 10^{-5} \text{ [см}^2\text{]} \quad (3.14)$$

$$m'_{\pi P} = \frac{m_{\pi P}}{\sqrt{2 \cdot \pi}} = 2,176\,583\,930\,6658 \cdot 10^{-5} \text{ [см}^2\text{]} \quad (3.15)$$

$$t_{\pi P} = t_{\pi e} \cdot \psi_{\pi} = 1,351\,291\,999\,9741 \cdot 10^{-43} \text{ [сек]} \quad (3.16)$$

$$t'_{\pi P} = \frac{t_{\pi P}}{\sqrt{2 \cdot \pi}} = 5,390\,875\,119\,5788 \cdot 10^{-44} \text{ [сек]} \quad (3.17)$$

Таблица 4

### **4. Результаты сравнения теоретических расчетов, приведенные в подразделах 2 и 3.**

$$\frac{\lambda_{\pi C}}{\lambda_{\pi 0 C}} = 1,011\,938\,145\,7946 \quad (4.1)$$

$$\frac{R_{\pi 0 \infty}}{R_{\infty}} = 1,011\,938\,145\,7946 \quad (4.2)$$

$$\frac{a_{\pi 0}}{a_{\pi 00}} = 1,011\,938\,145\,7946 \quad (4.3)$$

$$\sqrt{\frac{m_{\pi e}}{m_{\pi 0 e}}} = 1,011\,938\,145\,7957 \quad (4.4)$$

$$\sqrt[3]{\frac{v_\pi}{v_{\pi 0}}} = 1,011\ 938\ 145\ 7957 \quad (4.5)$$

$$\frac{c}{c_{\pi 0}} = 1,013\ 860\ 350\ 4575 \quad (4.6)$$

$$\frac{t_{\pi 0 C}}{t_{\pi C}} = 1,001\ 899\ 527\ 8228 \quad (4.7)$$

$$\frac{R_\infty \cdot c}{R_{\pi 0 \infty} \cdot c_{\pi 0}} = 1,001\ 899\ 527\ 8228 \quad (4.8)$$

$$G_\pi = 6,673\ 381\ 632\ 9069 \cdot 10^{-8} \text{ [см} \cdot \text{сек}^{-2}] \quad (4.9)$$

$$T_\pi = \frac{c}{G_\pi} = 4,492\ 361\ 961\ 1638 \cdot 10^{17} \text{ [сек]} \quad (4.10)$$

$$R_\pi = c \cdot T_\pi = 1,346\ 776\ 234\ 5630 \cdot 10^{28} \text{ [см]} \quad (4.11)$$

$$\frac{R_\pi}{R_{\pi 0}} = 1,011\ 938\ 145\ 7957 \quad (4.12)$$

### 5. Сравнение результатов теоретических расчетов подраздела 3 с данными CODATA и PDG

CODATA (2010)

Источник: <http://physics.nist.gov/cuu/Constants/index.html>

Относительная ошибка

$$\alpha = 7,297\ 352\ 5698(24) \times 10^{-3} \quad 3,2 \times 10^{-10} \quad \frac{\alpha' - \alpha}{\alpha} = 3,7 \times 10^{-10} \quad (5.1)$$

$$a_e = 1,159\ 652\ 180\ 76(27) \times 10^{-3} \quad 2,3 \times 10^{-10} \quad \frac{a_{\pi e} - a_e}{a_e} = 0,2 \times 10^{-10} \quad (5.2)$$

$$\lambda_C = \frac{h}{m_e \cdot c} = 2,426\ 310\ 2389(16) \times 10^{-12} \text{ [m]} \quad 6,5 \times 10^{-10} \quad \frac{\lambda_{\pi C} - \lambda_C}{\lambda_C} = 7,5 \times 10^{-10} \quad (5.3)$$

$$m_e = 9,109\ 382\ 91(40) \times 10^{-31} \text{ [kg]} \quad 4,4 \times 10^{-8} \quad \frac{m_{\pi e} - m_e}{m_e} = -6,4 \times 10^{-8} \quad (5.4)$$

$$h = 6,626\ 069\ 57(29) \times 10^{-34} \text{ J s} \quad 4,4 \times 10^{-8} \quad \frac{h_\pi - h}{h} = -6,2 \times 10^{-8} \quad (5.5)$$

$$h / 2m_e = 3,636\ 947\ 5520(24) \times 10^{-4} \text{ [m}^2 \cdot \text{s}^{-1}] \quad 6,5 \times 10^{-10} \quad \frac{h_\pi / 2m_{\pi e} - h / 2m_e}{h / 2m_e} = -7,4 \times 10^{-10} \quad (5.6)$$

$$a_0 = \alpha / 4\pi R_\infty = 0,529\ 177\ 210\ 92(17) \times 10^{-10} \text{ m} \quad 3,2 \times 10^{-10} \quad \frac{a_{\pi 0} - a_0}{a_0} = 3,7 \times 10^{-10} \quad (5.7)$$

$$G = 6,673\ 84(80) \cdot 10^{-11} \text{ [m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}] \quad 1,2 \times 10^{-4} \quad \frac{G_\pi - G}{G} = -0,6 \times 10^{-4} \quad (5.8)$$

$$l_P = 1,616\ 199(97) \times 10^{-35} \text{ [m]} \quad 6,0 \times 10^{-5} \quad \frac{l_{\pi P} - l_P}{l_P} = -3,4 \times 10^{-5} \quad (5.9)$$

$$m_P = 2,176\ 51(13) \cdot 10^{-8} \text{ [kg]} \quad 6,0 \times 10^{-5} \quad \frac{m_{\pi P} - m_P}{m_P} = 3,4 \times 10^{-5} \quad (5.10)$$

$$t_P = 5,391\ 06(32) \cdot 10^{-44} \text{ [s]} \quad 6,0 \times 10^{-5} \quad \frac{t_{\pi P} - t_P}{t_P} = -3,4 \times 10^{-5} \quad (5.11)$$

CODATA (2006)

$$\alpha = 7,297\,352\,5376(50) \times 10^{-3} \quad 6,8 \times 10^{-10} \quad \frac{\alpha' - \alpha}{\alpha} = 47 \times 10^{-10} \quad (5.12)$$

$$a_e = 1,159\,652\,181\,11(74) \times 10^{-3} \quad 6,4 \times 10^{-10} \quad \frac{a_{\pi e} - a_e}{a_e} = -2,7 \times 10^{-10} \quad (5.13)$$

$$\lambda_C = \frac{h}{m_e \cdot c} = 2,426\,310\,2175(33) \cdot 10^{-10} [sm] \quad 1,4 \times 10^{-9} \quad \frac{\lambda_{\pi C} - \lambda_C}{\lambda_C} = 9,5 \times 10^{-9} \quad (5.14)$$

$$m_e = 9,109\,382\,15(45) \cdot 10^{-28} [g] \quad 5,0 \times 10^{-8} \quad \frac{m_{\pi e} - m_e}{m_e} = 1,9 \times 10^{-8} \quad (5.15)$$

$$h = 6,626\,068\,96(33) \cdot 10^{-27} [sm^2 \cdot g \cdot s^{-1}] \quad 5,0 \times 10^{-8} \quad \frac{h_{\pi} - h}{h} = 2,9 \times 10^{-8} \quad (5.16)$$

$$\frac{h}{2m_e} = 3,636\,947\,5199(50) \times 10^{-4} [sm^2 \cdot s^{-1}] \quad 1,4 \times 10^{-9} \quad \frac{h_{\pi} / 2m_{\pi e} - h / 2m_e}{h / 2m_e} = 9,5 \times 10^{-9} \quad (5.17)$$

$$a_0 = \alpha / 4\pi R_{\infty} = 0,529\,177\,208\,59(36) \times 10^{-10} m \quad 6,8 \times 10^{-10} \quad \frac{a_{\pi 0} - a_0}{a_0} = 47 \times 10^{-10} \quad (5.18)$$

$$G = 6,674\,28(67) \cdot 10^{-8} [sm^3 \cdot g^{-1} \cdot s^{-2}] \quad 1,0 \times 10^{-4} \quad \frac{G_{\pi} - G}{G} = -1,3 \times 10^{-4} \quad (5.19)$$

Данные PDG (2011)

Источник: PDG (Particle Data Group), [http://pdg.lbl.gov/2011/reviews/contents\\_sports.html](http://pdg.lbl.gov/2011/reviews/contents_sports.html)

$$l_P = \sqrt{\frac{h \cdot G_N}{2 \cdot \pi \cdot c^3}} = 1,616\,20(10) \cdot 10^{-33} [sm] \quad l'_{\pi P} - l_P = -0,000\,06 \cdot 10^{-33} [см] \quad (5.20)$$

$$m_P = \sqrt{\frac{h \cdot c}{2 \cdot \pi \cdot G_N}} = 2,176\,51(13) \cdot 10^{-5} [g] \quad m'_{\pi P} - m_P = +0,000\,07 \cdot 10^{-5} [см^2] \quad (5.21)$$

$$G_N = 6,673\,8(8) \cdot 10^{-8} [sm^3 \cdot g^{-1} \cdot s^{-2}] \quad G_{\pi N} - G_N = -0,000\,4 [см \cdot сек^{-2}] \quad (5.22)$$

## 6. Сравнение данных

Представлены результаты:

прямого экспериментального определения  $\alpha$  (M. Cadoret и др.): (6.1) и (6.2);

прямого экспериментального определения  $a_e$  (G. Gabrielse и др.): (6.3) и (6.6);

теоретического определения  $\alpha(a_e)$  (G. Gabrielse и др.): (6.4) и (6.7);

Данные CODATA (2010):  $a_e$  и  $\alpha$ , (6.9) и (6.10).

1. Источник: M. Cadoret et al. Precise determination of  $h/mRb$  using Blochoscillations and atomic interferometry: a mean to deduce the fine structure constant. Статья в электронном архиве препринтов: arXiv:0809.3167v1 (18 Sep 2008).

$$\alpha^{-1} = 137,035\,998\,87(64) \quad \alpha_{\pi}^{-1} - \alpha^{-1} = +0,000\,000\,15 \quad (6.1)$$

2. Источник: M. Cadoret et al. Combination of Bloch Oscillations with a Ramsey-Borde' Interferometer: New Determination of the Fine Structure Constant. Статья в электронном архиве препринтов: arXiv:0810.3152v1 (17 Oct 2008).

$$\alpha^{-1} = 137,035\,999\,45(62) \quad \alpha_{\pi}^{-1} - \alpha^{-1} = -0,000\,000\,43 \quad (6.2)$$

3. Источник: G. Gabrielse, D. Hanneke, T. Kinoshita, M. Nio, B. Odom. New Determination of the Fine Structure Constant from the Electron  $g$  Value and QED. *Physical Review Letters*, 97, 030802 (2006).

$$a_e = 1,159\,652\,180\,85(76) \cdot 10^{-3} \quad a_{\pi e} - a_e = -0,000\,000\,000\,06 \cdot 10^{-3} \quad (6.3)$$

$$\alpha = 7,297\,352\,5359\text{(51)} \cdot 10^{-3} \qquad \alpha'_{\pi} - \alpha = +0,000\,000\,0366 \cdot 10^{-3} \qquad (6.4)$$

$$\alpha^{-1} = 137,035\,999\,710\text{(96)} \qquad \alpha'^{-1}_{\pi} - \alpha^{-1} = -0,000\,000\,687 \qquad (6.5)$$

4. Источник: D. Hanneke, S. Fogwell, G. Gabrielse. New Measurement of the Electron Magnetic Moment and the Fine Structure Constant. *Physical Review Letters* 100, 120801 (2008).

$$a_e = 1,159\,652\,180\,73\text{(28)} \cdot 10^{-3} \qquad a_{\pi e} - a_e = +0,000\,000\,000\,05 \cdot 10^{-3} \qquad (6.6)$$

$$\alpha = 7,297\,352\,5693\text{(27)} \cdot 10^{-3} \qquad \alpha'_{\pi} - \alpha = +0,000\,000\,0032 \cdot 10^{-3} \qquad (6.7)$$

$$\alpha^{-1} = 137,035\,999\,084\text{(51)} \qquad \alpha'^{-1}_{\pi} - \alpha^{-1} = -0,000\,000\,061 \qquad (6.8)$$

5. Источник: данные CODATA (2010), <http://physics.nist.gov/cuu/Constants/index.html>

$$a_e = 1,159\,652\,180\,76\text{(27)} \cdot 10^{-3} \qquad a_{\pi e} - a_e = +0,000\,000\,000\,03 \cdot 10^{-3} \qquad (6.9)$$

$$\alpha = 7,297\,352\,5698\text{(24)} \cdot 10^{-3} \qquad \alpha'_{\pi} - \alpha = +0,000\,000\,0027 \cdot 10^{-3} \qquad (6.10)$$

$$\alpha^{-1} = 137,035\,999\,074\text{(44)} \qquad \alpha'^{-1}_{\pi} - \alpha^{-1} = -0,000\,000\,051 \qquad (6.11)$$