О ТЕОРЕТИЧЕСКОМ ОПРЕДЕЛЕНИИ ЗНАЧЕНИЙ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ КОНСТАНТ

© В.Б. Смоленский 2016

В статье представлен оригинальный метод теоретического определения прецизионных значений фундаментальных физических констант. В их числе постоянная тонкой структуры, аномалия магнитного момента электрона, отношение масс электрон-протон и нейтрон-протон, длина волны Комптона, постоянная Ридберга, масса электрона, длина Планка, масса Планка, скорость света в вакууме, постоянная Планка, гравитационная постоянная, время жизни нейтрона. Приведены аналитические выводы, конечные расчётные формулы и результаты теоретических расчётов прецизионных значений указанных констант.

Запишем выражение

$$k_{\pi 0}^{n-1} \cdot \lambda_\pi \cdot (1 \pm \vartriangle y_\pi \cdot \alpha_\pi)^n = (\sqrt{2} \cdot \pi)^n \cdot \lambda_{\pi 0}^n, \tag{1}$$

в котором

$$k_{\pi 0} = \alpha_\pi \cdot \beta_\pi \cdot \lambda_\pi; \ \lambda_{\pi 0}^n = \pi^{n-1} \cdot k_{\pi 0}^n; \tag{2}$$

α_π, β_π, $\vartriangle y_\pi$ – числовые параметры; λ_π, $k_{\pi 0}$, $\lambda_{\pi 0}$ – параметры с размерностью длины; $n = 1, 2, 3, \ldots$ – числа натурального ряда.

Известно [1, с. 37] алгебраическое уравнение с неизвестным x степени n вида:

$$f(x) \equiv a_0 x^n + a_1 x^{n-1} + \cdots + a_{n-1} x + a_n = 0 \qquad (a_0 \neq 0). \tag{3}$$

Здесь n – целое неотрицательное число, a_0, $a_1, \cdots$, a_n – действительные числа, $f(x)$ – многочлен [2, с. 7] степени n от одного переменного x вида:

$$f(x) = (1+x)^n = 1 + nx + \frac{n(n-1)}{2!} x^2 + \frac{n(n-1)(n-2)}{3!} x^3 + \ldots + \frac{n!}{(n-r)!r!} x^r + \ldots \tag{4}$$

$$f(x) = (1-x)^n = 1 - nx + \frac{n(n-1)}{2!} x^2 - \frac{n(n-1)(n-2)}{3!} x^3 + \ldots + (-1)^r \frac{n!}{(n-r)!r!} x^r + \ldots \tag{5}$$

Если $n -$ целое положительное число, то выражения (4) и (5) состоят из *конечного* числа членов.

Алгебраическое уравнение вида (3) называется *действительным*, если все его коэффициенты a_i – *действительные числа*. Известно [1, с. 39] что соответствующий уравнению (3) действительный многочлен $f(x)$ вида (4) и (5) при всех действительных значениях x принимает действительные значения. В статье используются только действительные алгебраические уравнения вида (3).

Известно [1, с. 38], что общие формулы выражающие корни алгебраических уравнений через их коэффициенты и содержащие только *конечное число* операций сложений, вычитаний, умножений, делений и извлечений корня существуют только для уравнений степени $n \leq 4$. Имея это в виду, запишем уравнение (1) для случая $n = 3$ в виде:

$$k_{\pi 0}^2 \cdot \lambda_\pi \cdot (1 \pm \vartriangle y_\pi \cdot \alpha_\pi)^3 = (\sqrt{2} \cdot \pi)^3 \cdot \lambda_{\pi 0}^3, \tag{6}$$

тогда $\lambda_{\pi 0}^n$ из (2) запишется как

$$\lambda_{\pi 0}^3 = \pi^2 \cdot k_{\pi 0}^3. \tag{7}$$

Запишем (6) в виде

$$\frac{(1 \pm \vartriangle y_\pi \cdot \alpha_\pi)^3}{(\sqrt{2} \cdot \pi)^3} \cdot k_{\pi 0}^2 \cdot \lambda_\pi = \lambda_{\pi 0}^3. \tag{8}$$

Обозначив площадь s_π как

$$s_\pi = \frac{(1 \pm \vartriangle y_\pi \cdot \alpha_\pi)^3}{(\sqrt{2} \cdot \pi)^3} \cdot k_{\pi 0}^2, \tag{9}$$

запишем (8), с учётом (9), как

$$s_\pi \cdot \lambda_\pi = \lambda_{\pi 0}^3. \tag{10}$$

С учётом (2), площадь (9) запишется как

$$s_\pi = \frac{(1 \pm \vartriangle y_\pi \cdot \alpha_\pi)^3 \cdot (\alpha_\pi \cdot \beta_\pi)^2}{(\sqrt{2} \cdot \pi)^3} \cdot \lambda_\pi^2. \tag{11}$$

В то же время, учитывая (2), (7) и (10), площадь s_π можно записать как

$$s_\pi = \pi^2 \cdot (\alpha_\pi \cdot \beta_\pi)^3 \cdot \lambda_\pi^2, \tag{12}$$

а объём v_π, с учётом (10), записать как

$$v_\pi = \pi^2 \cdot (\alpha_\pi \cdot \beta_\pi)^3 \cdot \lambda_\pi^3. \tag{13}$$

Приравняв (11) и (12), получим:

$$(\sqrt{2}\cdot\pi)^3\cdot\pi^2\cdot\alpha_\pi\cdot\beta_\pi=(1\pm\vartriangle y_\pi\cdot\alpha_\pi)^3 . \tag{14}$$

Обозначив площадь $s_{\pi F}$ как

$$s_{\pi F}=4\cdot\pi^2\cdot\left(\alpha_\pi\cdot\beta_\pi\right)^2\cdot \mathrm{u}_{\pi l}^2 , \tag{15}$$

где $\mathrm{u}_{\pi l}=1,0$ см – единичное значение длины, найдём площадь s_π в виде

$$s_\pi=\psi_\pi\cdot s_{\pi F}\cdot \mathrm{u}_{\pi l}^2 , \tag{16}$$

где ψ_π – постоянная масштабной инвариантности:

$$\psi_\pi=\alpha_\pi^9\cdot\beta_\pi^3\cdot\frac{8\pi^6}{\sqrt{\pi}} . \tag{17}$$

Исходя из равенства (12) и (16) определим длину λ_π как

$$\lambda_\pi=2\cdot\sqrt{\frac{\psi_\pi}{\alpha_\pi\cdot\beta_\pi}}\cdot \mathrm{u}_{\pi l} , \tag{18}$$

В (18) α_π – электромагнитная постоянная, β_π – константа параметрической связи.

Для определения s_π и λ_π необходимо определить α_π , β_π и ψ_π .

Для определения α_π и β_π запишем выражение:

$$\frac{\alpha_{\pi 0}\cdot\bar{\beta}_\pi}{\alpha_{\pi e}\cdot\beta_{\pi e}}=\frac{(\alpha_{\pi e}\cdot\beta_{\pi e})^n}{(\alpha_\pi\cdot\beta_\pi)^n} . \tag{19}$$

Для $n=3$ (19) запишется как

$$\frac{\alpha_{\pi 0}\cdot\bar{\beta}_\pi}{\alpha_{\pi e}\cdot\beta_{\pi e}}=\frac{(\alpha_{\pi e}\cdot\beta_{\pi e})^3}{(\alpha_\pi\cdot\beta_\pi)^3} \tag{20}$$

Запишем (20) в виде

$$(\alpha_\pi\cdot\beta_\pi)^3=\frac{\alpha_{\pi e}^4\cdot\beta_{\pi e}^4}{\alpha_{\pi 0}\cdot\bar{\beta}_\pi} . \tag{21}$$

Тогда, из (21):

$$\alpha_\pi\cdot\beta_\pi=\left[\frac{(\alpha_{\pi e}\cdot\beta_{\pi e})^4}{\alpha_{\pi 0}\cdot\bar{\beta}_\pi}\right]^{1/3} . \tag{22}$$

$$\mathrm{f}_{\pi s}=\alpha_\pi\cdot\beta_\pi , \tag{23}$$

$\mathrm{f}_{\pi s}$ – скалярный параметр структуры пространства-времени.

Для определения α_π запишем выражение:

$$\frac{\left[\alpha\cdot\beta\right]_\pi}{\alpha_{\pi 0}\cdot\bar{\beta}_\pi}=\frac{(\alpha_{\pi e}\cdot\beta_{\pi e})^n}{\left[\alpha\cdot\beta\right]_\pi^n} . \tag{24}$$

Если $n=3$, то (24) запишется в виде

$$[\alpha\cdot\beta]_\pi^4=(\alpha_{\pi e}\cdot\beta_{\pi e})^3\cdot\alpha_{\pi 0}\cdot\bar{\beta}_\pi . \tag{25}$$

Из (25):

$$[\alpha\cdot\beta]_\pi=\left[(\alpha_{\pi e}\cdot\beta_{\pi e})^3\cdot\alpha_{\pi 0}\cdot\bar{\beta}_\pi\right]^{1/4} . \tag{26}$$

Обозначим отношение (26) к (22) как:

$$\mathrm{k}_\pi^4=\frac{[\alpha\cdot\beta]_\pi}{\alpha_\pi\cdot\beta_\pi} . \tag{27}$$

Из (27) коэффициент асимметрии k_π:

$$\mathrm{k}_\pi=\left(\frac{[\alpha\cdot\beta]_\pi}{\alpha_\pi\cdot\beta_\pi}\right)^{1/4} . \tag{28}$$

Электромагнитная постоянная α_π определяется как $\alpha_\pi=\alpha_{\pi e}/\mathrm{k}_\pi$. (29)

Константа параметрической связи β_π определяется как $\beta_\pi=\mathrm{f}_{\pi s}/\alpha_\pi$. (30)

Для нахождения значений $\mathrm{f}_{\pi s}$ и α_{π} необходимо определить параметры $\alpha_{\pi 0}$ и $\overline{\beta}_{\pi}$, $\alpha_{\pi e}$ и $\beta_{\pi e}$.

Для определения значений параметров $\alpha_{\pi 0}$ и $\overline{\beta}_{\pi}$ запишем уравнение (14) в виде

$$(\sqrt{2}\cdot\pi)^3\cdot\pi^2\cdot\alpha_{\pi 0}\cdot\overline{\beta}_{\pi}=(1+\vartriangle y_{\pi}\cdot\alpha_{\pi})^3, \tag{31}$$

в котором:

$$\overline{\beta}_{\pi}=1+\overline{\beta}_{\pi 0}; \tag{32}$$

$$\vartriangle y_{\pi 0}=\sqrt[4]{2\cdot\pi}; \tag{33}$$

$$\varphi_{\pi 0}=\frac{\alpha_{\pi 0}}{\overline{\beta}_{\pi 0}},\ (\varphi_{\pi 0}=\sqrt{2}\cdot\pi). \tag{34}$$

Правая часть (31) представляет собой многочлен (4) для $n=3$ [2, с. 8]:

$$(1+x)^3=1+3x+3x^2+x^3. \tag{35}$$

Обозначив $x=\vartriangle y_{\pi 0}\cdot\alpha_{\pi 0}$, запишем (35) в виде

$$(1+\vartriangle y_{\pi 0}\cdot\alpha_{\pi 0})^3=1+3\cdot\vartriangle y_{\pi 0}\cdot\alpha_{\pi 0}+3\cdot\vartriangle y_{\pi 0}^2\cdot\alpha_{\pi 0}^2+\vartriangle y_{\pi 0}^3\cdot\alpha_{\pi 0}^3. \tag{36}$$

Известно [1, с. 44], что уравнение (35) можно записать в общем виде как:

$$ax^3+bx^2+cx+d=0. \tag{37}$$

Используя любой из известных методов решения кубических уравнений, найдем действительный корень уравнения (31) – параметр $\alpha_{\pi 0}$.

Для определения значений параметров $\alpha_{\pi e}$ и $\beta_{\pi e}$ запишем (14) в виде:

$$(\sqrt{2}\cdot\pi)^3\cdot\pi^2\cdot\alpha_{\pi e}\cdot\beta_{\pi e}=(1-\vartriangle y_{\pi e}\cdot\alpha_{\pi e})^3, \tag{38}$$

в котором

$$\beta_{\pi e}=1+\frac{\overline{\beta}_{\pi 0}}{(1+\overline{\beta}_{\pi 0})^3}. \tag{39}$$

Правая часть (38) представляет собой многочлен (5) для $n=3$ [2, с. 8]:

$$(1-x)^3=1-3x+3x^2-x^3. \tag{40}$$

Обозначив $x=\vartriangle y_{\pi e}\cdot\alpha_{\pi e}$, запишем (40) в виде

$$(1-\vartriangle y_{\pi e}\cdot\alpha_{\pi e})^3=1-3\cdot\vartriangle y_{\pi e}\cdot\alpha_{\pi e}+3\cdot\vartriangle y_{\pi e}^2\cdot\alpha_{\pi e0}^2-\vartriangle y_{\pi e}^3\cdot\alpha_{\pi e}^3. \tag{41}$$

Для нахождения коэффициента $\vartriangle y_{\pi e}$ в (41) запишем квадратное уравнение

$$\frac{1}{\varphi_{\pi 0}}\cdot\alpha_{\pi x}^2+\alpha_{\pi x}-\overline{\beta}_{\pi}=0. \tag{42}$$

Отношение корней уравнения (42) запишем как:

$$\Delta_{\pi x}=\frac{\alpha_{\pi x2}}{\alpha_{\pi x1}}. \tag{43}$$

Находим $\vartriangle y_{\pi e}$ как

$$\vartriangle y_{\pi e}=\frac{\Delta_{\pi x}}{\vartriangle y_{\pi 0}^3}. \tag{44}$$

Используя любой из известных методов решения кубических уравнений, найдем действительный корень уравнения (38) – параметр $\alpha_{\pi e}$.

Для определения аномалии $a_{\pi e}$ магнитного момента электрона найдём параметр $a_{\pi ex}$ из уравнения

$$(1-\vartriangle y_{\pi e}\cdot\alpha_{\pi e})^3=k_{\pi q}^4\cdot(1-\vartriangle y_{\pi e}\cdot a_{\pi ex})^3, \tag{45}$$

где коэффициент зарядовой асимметрии $k_{\pi q}$: $k_{\pi q}=\alpha_{\pi x}/\alpha_{\pi y}$. (46)

Параметры $\alpha_{\pi x}<1$ и $\alpha_{\pi y}<1$ – действительные корни кубических уравнений вида (14):

$$(\sqrt{2}\cdot\pi)^3\cdot\pi^2\cdot\alpha_{\pi x}\cdot\overline{\beta}_{\pi}=(1-\vartriangle y_{\pi 0}\cdot\alpha_{\pi x})^3; \tag{47}$$

$$(\sqrt{2}\cdot\pi)^3\cdot\pi^2\cdot\alpha_{\pi y}\cdot\beta_{\pi e}=(1+\vartriangle y_{\pi e}\cdot\alpha_{\pi y})^3. \tag{48}$$

Параметр $a_{\pi ex}$ найдем прямым расчётом из уравнения $\left(1-\vartriangle y_{\pi e}\cdot\alpha_{\pi e}\right)^3=\mathrm{k}_{\pi m}\cdot\left(1-\vartriangle y_{\pi e}\cdot a_{\pi ex}\right)^3$. (49)

Параметр $a_{\pi e}$ найдём прямым расчётом из уравнения $\left(1-\vartriangle y_{\pi e}\cdot\alpha_{\pi}\right)^{3}=\mathrm{k}_{\pi q}\cdot\left(1-\vartriangle y_{\pi e}\cdot a_{\pi e}\right)^{3}$. (50)

Для определения $r_{\pi ep}$ – отношения масс электрон-протон, запишем соотношение:

$$\lambda_{\pi x}\cdot\lambda_{\pi y}\cdot\lambda_{\pi 0}=(\sqrt{2}\cdot\pi)^{3}\cdot\lambda_{\pi 0}^{3}\cdot\gamma_{\pi}. \tag{51}$$

Запишем уравнение (6) в виде $k_{\pi 0}^{2}\cdot\lambda_{\pi x}\cdot\left(1+\vartriangle y_{\pi}\cdot\alpha_{\pi}\right)^{3}=(\sqrt{2}\cdot\pi)^{3}\cdot\lambda_{\pi 0}^{3}$. (52)

Имея в виду (7), разделим (51) на (52), получим:

$$\frac{\lambda_{\pi y}\cdot\lambda_{\pi 0}}{k_{\pi 0}^{2}\cdot(1+\vartriangle y_{\pi}\cdot\alpha_{\pi})^{3}}=\gamma_{\pi}. \tag{53}$$

С учётом (2), запишем (53) как:

$$\frac{\lambda_{\pi y}}{\lambda_{\pi x}}=\frac{\alpha_{\pi}\cdot\beta_{\pi}\cdot(1+\vartriangle y_{\pi}\cdot\alpha_{\pi})^{3}}{\sqrt[3]{\pi^{2}}}\cdot\gamma_{\pi}. \tag{54}$$

Обозначив $\theta_{\pi}=\lambda_{\pi y}/\lambda_{\pi x}$, запишем (54) как

$$\theta_{\pi}=\frac{\alpha_{\pi}\cdot\beta_{\pi}\cdot(1+\vartriangle y_{\pi}\cdot\alpha_{\pi})^{3}}{\sqrt[3]{\pi^{2}}}\cdot\gamma_{\pi}. \tag{55}$$

Для двухчастичной системы электрон-протон коэффициент γ_{π} можно записать в виде

$$\gamma_{\pi p}=\left(1-\frac{\alpha_{\pi}}{\alpha_{\pi s}}\right)\cdot k_{\pi st}, \tag{56}$$

где $\alpha_{\pi s}$ – постоянная сильного взаимодействия, $k_{\pi st}$ – коэффициент стабильности:

$$k_{\pi st}=\mathrm{k}_{\pi}^{9}. \tag{57}$$

Запишем (55), с учётом (56), как $r_{\pi ep}$ – отношение масс электрона и протона:

$$r_{\pi ep}=\frac{\alpha_{\pi}\cdot\beta_{\pi}\cdot(1+\vartriangle y_{\pi}\cdot\alpha_{\pi})^{3}}{\sqrt[3]{\pi^{2}}}\cdot\left(1-\frac{\alpha_{\pi}}{\alpha_{\pi s}}\right)\cdot k_{\pi st}. \tag{58}$$

Параметр $\vartriangle y_{\pi}$ находим прямым расчётом из уравнения (14), которое можно записать в виде

$$(\sqrt{2}\cdot\pi)^{3}\cdot\pi^{2}\cdot\mathrm{f}_{\pi s}=(1+\vartriangle y_{\pi}\cdot\alpha_{\pi})^{3}. \tag{59}$$

Постоянную сильного взаимодействия $\alpha_{\pi s}$ находим из уравнения (14), записанного в виде

$$(\sqrt{2}\cdot\pi)^{3}\cdot\pi^{2}\cdot\alpha_{\pi z}\cdot\beta_{\pi}=(1+\vartriangle y_{\pi}\cdot\alpha_{\pi z})^{3}. \tag{60}$$

Решив уравнение (60), найдем три действительных значения корня $\alpha_{\pi z}$: α_{π}, $\alpha_{\pi s}$ и $\alpha_{\pi 3}$.

С учётом (23), уравнение (58) запишется как:

$$r_{\pi ep}=\frac{\mathrm{f}_{\pi s}\cdot(1+\vartriangle y_{\pi}\cdot\alpha_{\pi})^{3}}{\sqrt[3]{\pi^{2}}}\cdot\left(1-\frac{\alpha_{\pi}}{\alpha_{\pi s}}\right)\cdot k_{\pi st}, \tag{61}$$

Отношение масс нейтрон-протон $r_{\pi np}$ запишем в виде

$$r_{\pi np}=\frac{m_{\pi n}}{m_{\pi p}}=\frac{\mathrm{f}_{\pi s}}{\alpha_{\pi e}\cdot\beta_{\pi e}}\cdot\sqrt[4]{\mathrm{k}_{\pi}\cdot(1+\vartriangle y_{\pi}\cdot\alpha_{\pi})^{3}}. \tag{62}$$

Для определения скорости света в вакууме $c_{\pi 0}$ **з**апишем длину $\lambda_{\pi 0e}$ в виде

$$\lambda_{\pi 0e}=\psi_{\pi}\cdot c_{\pi 0}\cdot\tau_{\pi 0}=\frac{\psi_{\pi}}{\sqrt{\pi}\cdot\mathrm{f}_{\pi s}}\cdot c_{\pi 0}\cdot\mathrm{u}_{\pi t}, \tag{63}$$

здесь $\tau_{\pi 0}$ – интервал времени в виде

$$\tau_{\pi 0}=\frac{1}{\sqrt{\pi}\cdot\mathrm{f}_{\pi s}}\cdot\mathrm{u}_{\pi t}\ \ (\mathrm{u}_{\pi t}=1\ \mathrm{c}\ \text{– единичное значение времени}). \tag{64}$$

Приравняв (18) и (63), найдем $c_{\pi 0}$:

$$c_{\pi 0}=2\cdot\sqrt{\frac{\pi\cdot\mathrm{f}_{\pi s}}{\psi_{\pi}}}\cdot\frac{\mathrm{u}_{\pi l}}{\mathrm{u}_{\pi t}}. \tag{65}$$

С учётом (15) определим массу Планка $m_{\pi 0\mathrm{P}}$ как

$$m_{\pi 0\mathrm{P}} = s_{\pi F} \cdot \mathrm{u}_{\pi sm} = 4 \cdot \pi^2 \cdot \mathrm{f}_{\pi s}^2 \cdot \mathrm{u}_{\pi m}, \tag{66}$$

где $\mathrm{u}_{\pi m} = 1\ \mathrm{г}$ – единичное значение массы, $\mathrm{u}_{\pi sm} = \mathrm{u}_{\pi m} / \mathrm{u}_{\pi l}^2$ – единичное значение поверхностной плотности массы.
С учётом (16) определим массу электрона $m_{\pi 0\mathrm{e}}$:

$$m_{\pi 0\mathrm{e}} = \psi_\pi \cdot m_{\pi 0\mathrm{P}} = \frac{32 \cdot \pi^8}{\sqrt{\pi}} \cdot \alpha_\pi^6 \cdot \mathrm{f}_{\pi s}^5 \cdot \mathrm{u}_{\pi m}. \tag{67}$$

Длину Планка $l_{\pi 0\mathrm{P}}$ определим как

$$l_{\pi 0\mathrm{P}} = \psi_\pi \cdot \lambda_{\pi 0\mathrm{e}}. \tag{68}$$

Постоянную Планка $h_{\pi 0}$ определим из равенства $h_{\pi 0} = m_{\pi 0\mathrm{e}} \cdot \lambda_{\pi 0\mathrm{e}} \cdot c_{\pi 0}$: (69)

$$h_{\pi 0} = \frac{16 \cdot \pi^3}{\sqrt{\pi}} \cdot \psi_\pi \cdot \mathrm{f}_{\pi s}^2 \cdot \mathrm{u}_{\pi m} \cdot \mathrm{u}_{\pi l}^2 \cdot \mathrm{u}_{\pi t}^{-1}. \tag{70}$$

Имея в виду известную [3] формулу для массы Планка, запишем гравитационную постоянную $G_{\pi 0}$ в виде

$$G_{\pi 0} = \frac{h_{\pi 0} \cdot c_{\pi 0}}{m_{\pi 0\mathrm{P}}^2}. \tag{71}$$

$$G_{\pi 0} = 2 \cdot \sqrt{\frac{\psi_\pi}{\pi^2 \cdot \mathrm{f}_{\pi s}^3}} \cdot \mathrm{u}_{\pi m}^{-1} \cdot \mathrm{u}_{\pi l}^3 \cdot \mathrm{u}_{\pi t}^{-2}. \tag{72}$$

Имея в виду известную [3] формулу для постоянной Ридберга R_∞ и, с учётом того что постоянная тонкой структуры α равна $2 \cdot \pi \cdot \alpha_\pi$, запишем постоянную Ридберга $R_{\pi 0\infty}$ в виде

$$R_{\pi 0\infty} = \frac{2 \cdot \pi^2 \cdot \alpha_\pi^2}{\lambda_{\pi 0\mathrm{e}}}. \tag{73}$$

Запишем известное выражение для R_{H} – постоянной Ридберга для атома протия [4, с. 333], в виде

$$R_{\pi 0\mathrm{H}} = \frac{R_{\pi 0\infty}}{1 + r_{\pi \mathrm{ep}}}. \tag{74}$$

Определим, с учётом (14), время жизни $\tau_{\pi 0\mathrm{n}S}$ нейтрона в виде

$$\tau_{\pi 0\mathrm{n}S} = \frac{1}{\mathrm{f}_{\pi s}} \cdot u_{\pi t} = \frac{(\sqrt{2} \cdot \pi)^3 \cdot \pi^2}{(1 + \vartriangle y_\pi \cdot \alpha_\pi)^3} \cdot u_{\pi t}, \tag{75}$$

а время жизни $\tau_{\pi 0\mathrm{n}L}$ нейтрона определим из (75), при условии $\vartriangle y_\pi \cdot \alpha_\pi = 0$, как

$$\tau_{\pi 0\mathrm{n}L} = (\sqrt{2} \cdot \pi)^3 \cdot \pi^2 \cdot u_{\pi t}. \tag{76}$$

В **Таблице 1** представлены результаты теоретических расчётов фундаментальных физических констант.

Таблица 1

Наименование параметра	Символ	Числовое значение параметра и Унитарная система единиц измерения (ULMT): $\mathrm{u}_{\pi l}$ – длина L, $\mathrm{u}_{\pi m}$ – масса M, $\mathrm{u}_{\pi t}$ – время T.
скалярный параметр структуры пространства-времени	$\mathrm{f}_{\pi s}$	$1.161\ 712\ 977\ 019\ 596\ 928\ 970 \cdot 10^{-3}$
электромагнитная постоянная	α_π	$1.161\ 409\ 733\ 400\ 893\ 939\ 488 \cdot 10^{-3}$
постоянная масштабной инвариантности	ψ_π	$1.669\ 642\ 831\ 928\ 813\ 892\ 580 \cdot 10^{-23}$
аномалия магнитного момента электрона	$a_{\pi e}$	$1.159\ 652\ 180\ 787\ 834\ 463\ 056 \cdot 10^{-3}$
отношение масс электрона и протона	$r_{\pi \mathrm{ep}}$	$5.446\ 170\ 218\ 699\ 090\ 667\ 403 \cdot 10^{-4}$
отношение масс нейтрона и протона	$r_{\pi \mathrm{np}}$	$1.001\ 378\ 418\ 821\ 278\ 239\ 951$
длина волны Комптона	$\lambda_{\pi 0\mathrm{e}}$	$2.397\ 686\ 311\ 973\ 620\ 014\ 644 \cdot 10^{-10} \cdot \mathrm{u}_{\pi l}$

постоянная Ридберга	$R_{\pi 0\infty}$	$1.110\,473\,757\,591\,524\,062\,284 \cdot 10^{5} \cdot \mathrm{u}_{\pi l}^{-1}$
постоянная Ридберга для атома протия	$R_{\pi 0\mathrm{H}}$	$1.109\,869\,303\,876\,581\,969\,090 \cdot 10^{5} \cdot \mathrm{u}_{\pi l}^{-1}$
длина Планка	$l_{\pi 0\mathrm{P}}$	$4.003\,279\,764\,000\,588\,475\,179 \cdot 10^{-33} \cdot \mathrm{u}_{\pi l}$
масса Планка	$m_{\pi 0\mathrm{P}}$	$5.327\,916\,601\,289\,305\,325\,663 \cdot 10^{-5} \cdot \mathrm{u}_{\pi m}$
масса электрона	$m_{\pi 0\mathrm{e}}$	$8.895\,717\,762\,457\,216\,951\,752 \cdot 10^{-28} \cdot \mathrm{u}_{\pi m}$
скорость света в вакууме	$c_{\pi 0}$	$2.956\,940\,350\,460\,685\,347\,708 \cdot 10^{10} \cdot \mathrm{u}_{\pi l} \cdot \mathrm{u}_{\pi t}^{-1}$
постоянная Планка	$h_{\pi 0}$	$6.306\,899\,681\,854\,357\,861\,857 \cdot 10^{-27} \cdot \mathrm{u}_{\pi m} \cdot \mathrm{u}_{\pi l}^{2} \cdot \mathrm{u}_{\pi t}^{-1}$
гравитационная постоянная	$G_{\pi 0}$	$6.569\,671\,443\,515\,959\,457\,337 \cdot 10^{-8} \cdot \mathrm{u}_{\pi m}^{-1} \cdot \mathrm{u}_{\pi l}^{3} \cdot \mathrm{u}_{\pi t}^{-2}$
время жизни нейтрона	$\tau_{\pi 0\mathrm{n}S}$	$8.607\,978\,216\,491\,344\,283\,499 \cdot 10^{2} \cdot \mathrm{u}_{\pi t}$
время жизни нейтрона	$\tau_{\pi 0\mathrm{n}L}$	$8.655\,543\,771\,529\,690\,368\,410 \cdot 10^{2} \cdot \mathrm{u}_{\pi t}$

В **Таблице 2** представлены, с учётом точности экспериментальных значений R_∞ и c, результаты теоретических расчётов размерных фундаментальных физических констант.

Таблица 2

Наименование размерного параметра	Обозначение и расчётная формула	Числовое значение параметра и система единиц измерения (SGS): см., грамм, секунда.
коэффициент асимметрии параметров	$k_{\pi R} = R_{\pi 0\infty} / \bar{R}_\infty$	1.011 938 145 7946
длина волны Комптона	$\lambda_{\pi\mathrm{e}} = k_{\pi R} \cdot \lambda_{\pi 0\mathrm{e}}$	$2.426\,310\,240\,7357 \cdot 10^{-10}$ см
постоянная Ридберга для атома протия	$R_{\pi\mathrm{H}} = R_{\pi 0\mathrm{H}} / k_{\pi R}$	$1.096\,775\,834\,0655 \cdot 10^{5}$ $\mathrm{см}^{-1}$
масса электрона	$m_{\pi\mathrm{e}} = k_{\pi R}^{2} \cdot m_{\pi 0\mathrm{e}}$	$9.109\,382\,325\,3399 \cdot 10^{-28}$ г
длина Планка	$l_{\pi\mathrm{P}} = k_{\pi R} \cdot l_{\pi 0\mathrm{P}}$	$4.051\,071\,501\,4798 \cdot 10^{-33}$ см
масса Планка	$m_{\pi\mathrm{P}} = k_{\pi R}^{2} \cdot m_{\pi 0}$	$5.455\,886\,822\,7024 \cdot 10^{-5}$ г
коэффициент асимметрии параметров	$k_{\pi c} = \bar{c} / c_{\pi 0}$	1.013 860 351
постоянная Планка	$h_{\pi} = k_{\pi R}^{3} \cdot k_{\pi c} \cdot h_{\pi 0}$	$6.626\,069\,158 \cdot 10^{-27}$ $\mathrm{г} \cdot \mathrm{см}^{2} \cdot \mathrm{с}^{-1}$
гравитационная постоянная	$G_{\pi} = \dfrac{k_{\pi c}^{2}}{k_{\pi R}} \cdot G_{\pi 0}$	$6.673\,381\,640 \cdot 10^{-8}$ $\mathrm{г}^{-1} \cdot \mathrm{см}^{3} \cdot \mathrm{с}^{-2}$
время жизни нейтрона	$\tau_{\pi\mathrm{n}S} = \tau_{\pi 0\mathrm{n}S} \cdot k_{\pi R} \cdot k_{\pi c}$	$8.831\,475\,450 \cdot 10^{2}$ с
время жизни нейтрона	$\tau_{\pi\mathrm{n}L} = \tau_{\pi 0\mathrm{n}L} \cdot k_{\pi R} \cdot k_{\pi c}$	$8.880\,275\,996 \cdot 10^{2}$ с

$R_\infty = 1{,}097\ 373\,156\ 8539(55) \cdot 10^{5}\ \mathrm{см}^{-1}$ [3]; $c = 2{,}997\ 924\,583(12) \cdot 10^{10}\ \mathrm{см} \cdot \mathrm{с}^{-1}$ (из доклада на XV Генеральной конференции по мерам и весам (оригинал на фр., с. 68): http://www.bipm.org/utils/common/pdf/CGPM/CGPM15.pdf).

ЛИТЕРАТУРА

1. Г. Корн и Т. Корн, *Справочник по математике для научных работников и инженеров*, Наука, Москва (1974). (Granino A. Korn, Ph.D., Theresa M. Korn, M.S. Mathematical handbook for scientists and engineers definitions, theorems and formulas for reference and review. Second, enlargend and revised editon. MsGraw-Hill Book Company New York San Francisco Toronto London Sydney, 1968).
2. Г.Б. Двайт, *Таблицы интегралов и другие математические формулы,* Наука, Москва (1977), издание пятое. (Herbert Bristol Dwight. Tables of integrals and other mathematical data, fourth edition. New York, the Macmillan company, 1961).
3. Peter J. Mohr, Barry N. Taylor, and David B. Newell, Rev. Mod. Phys. **84**, 1527 (2012).
4. Э.В. Шпольский, *Атомная физика*, Наука, Москва (1984), Т. 1, издание седьмое.

Приложение

Определение постоянной масштабной инвариантности

Для определения постоянной масштабной инвариантности ψ_π запишем массу $M_{\pi x}$ как:

$$M_{\pi 0x} = M_{\pi 0} / \psi_\pi . \tag{1.1}$$

$M_{\pi 0x}$ можно также записать в виде

$$M_{\pi 0x} = b \cdot \rho_{\pi 0x} \cdot R^3_{\pi 0x} , \tag{1.2}$$

где плотность $\rho_{\pi 0x}$ запишем как

$$\rho_{\pi 0x} = \psi^4_\pi \cdot \rho_{\pi 0\mathrm{P}} , \tag{1.3}$$

а массу $M_{\pi 0}$ в виде

$$M_{\pi 0} = a \cdot \rho_{\pi 0\mathrm{P}} \cdot \left(\alpha_\pi \cdot \beta_\pi \cdot \lambda_\pi\right)^3 ; \tag{1.4}$$

здесь a и b – коэффициенты формы.

Определим длину $R_{\pi 0x}$:

$$R_{\pi 0x} = \sqrt[3]{\frac{M_{\pi 0x}}{b \cdot \rho_{\pi 0x}}} = \sqrt[3]{\frac{\rho_{\pi 0\mathrm{P}} \cdot a \cdot \left(\alpha_\pi \cdot \beta_\pi \cdot \lambda_\pi\right)^3}{\psi_\pi \cdot b \cdot \psi^4_\pi \cdot \rho_{\pi 0\mathrm{P}}}} , \tag{1.5}$$

или, после преобразования:

$$R_{\pi 0x} = \frac{\lambda_\pi \cdot \alpha_\pi \cdot \beta_\pi}{\psi_\pi \cdot \sqrt[3]{\psi^2_\pi}} \cdot \sqrt[3]{\frac{a}{b}} . \tag{1.6}$$

Найдём отношение $R_{\pi 0x}$ к длине $R_{\pi 0g}$, записанной в виде

$$R_{\pi 0g} = M_{\pi 0} \cdot \frac{G_{\pi 0}}{c^2_{\pi 0}} = a \cdot \rho_{\pi 0\mathrm{P}} \cdot \left(\alpha_\pi \cdot \beta_\pi \cdot \lambda_\pi\right)^3 \cdot \frac{G_{\pi 0}}{c^2_{\pi 0}} , \tag{1.7}$$

$$\frac{R_{\pi 0x}}{R_{\pi 0g}} = \frac{c^4_{\pi 0} \cdot m^2_{\pi 0\mathrm{P}} \cdot \psi_\pi}{h^2_{\pi 0} \cdot \rho_{\pi 0\mathrm{P}} \cdot G_{\pi 0} \cdot a \cdot \alpha^2_\pi \cdot \beta^2_\pi \cdot \sqrt[3]{\psi^2_\pi}} \cdot \sqrt[3]{\frac{a}{b}} \tag{1.8}$$

В виду того, что:

$$\frac{c^4_{\pi 0} \cdot m^2_{\pi 0\mathrm{P}}}{h^2_{\pi 0} \cdot \rho_{\pi 0\mathrm{P}} \cdot G_{\pi 0}} = 1 , \tag{1.9}$$

(1.8) запишется в виде:

$$\frac{R_{\pi 0x}}{R_{\pi 0g}} = \frac{\psi_\pi}{a \cdot \alpha^2_\pi \cdot \beta^2_\pi \cdot \sqrt[3]{\psi^2_\pi}} \cdot \sqrt[3]{\frac{a}{b}} \tag{1.10}$$

Рассмотрим три возможных варианта.

1. Первый вариант:

$$R_{\pi 0x} / R_{\pi 0g} = 1 . \tag{1.11}$$

Тогда (1.10), после возведения в куб, запишется как:

$$\frac{\psi_\pi}{a^2 \cdot \alpha^6_\pi \cdot \beta^6_\pi} \cdot \frac{1}{b} = 1^3 . \tag{1.12}$$

$$\psi_{\pi 1} = \alpha^6_\pi \cdot \beta^6_\pi \cdot a^2 \cdot b . \tag{1.13}$$

2. Второй вариант:

$$R_{\pi 0x} / R_{\pi 0g} = \alpha_\pi / \beta_\pi . \tag{1.14}$$

Тогда (1.10) после возведения в куб запишется как:

$$\frac{\psi_\pi}{a^2 \cdot \alpha^6_\pi \cdot \beta^6_\pi} \cdot \frac{1}{b} = \left(\frac{\alpha_\pi}{\beta_\pi}\right)^3 . \tag{1.15}$$

$$\psi_{\pi 2} = \alpha^9_\pi \cdot \beta^3_\pi \cdot a^2 \cdot b . \tag{1.16}$$

3. Третий вариант:

$$R_{\pi 0x} / R_{\pi 0g} = \alpha_\pi \cdot \beta_\pi . \tag{1.17}$$

Тогда (1.10) после возведения в куб запишется как:

$$\frac{\psi_\pi}{a^2 \cdot \alpha^6_\pi \cdot \beta^6_\pi} \cdot \frac{1}{b} = \left(\alpha_\pi \cdot \beta_\pi\right)^3 . \tag{1.18}$$

$$\psi_{\pi 3} = \alpha_\pi^9 \cdot \beta_\pi^9 \cdot a^2 \cdot b. \tag{1.19}$$

Из (1.13), (1.16) и (1.19) следует, что определить ψ_π невозможно, не зная численного значения $a^2 \cdot b$.

Для определения $a^2 \cdot b$ запишем соотношение:

$$L_{\pi 0x} = L_{\pi 0y} / \psi_\pi, \tag{1.20}$$

$L_{\pi 0x}$ и $L_{\pi 0y}$ – параметры с размерностью $\left[см^{-1} \right]$.

Запишем соотношение:

$$l_{\pi 0x}^2 = V_{\pi 0} \cdot L_{\pi 0x}. \tag{1.21}$$

Извлечем квадратный корень из (1.21), получим:

$$l_{\pi 0x} = \sqrt{V_{\pi 0} \cdot \frac{L_{\pi 0y}}{\psi_\pi}}. \tag{1.22}$$

Запишем соотношение:

$$\frac{l_{\pi 0x} \cdot L_{\pi 0y}}{\pi} = \sqrt[4]{\pi}. \tag{1.23}$$

Возведем (1.23) в 4-ю степень, получим:

$$\frac{l_{\pi 0x}^4 \cdot L_{\pi 0y}^4}{\pi^4} = \pi. \tag{1.24}$$

С учетом (1.21), (1.24) запишется как:

$$V_{\pi 0}^2 \cdot \frac{L_{\pi 0y}^6}{\psi_\pi^2} = \pi^5. \tag{1.25}$$

Из (1.25) найдем $V_{\pi 0}$:

$$V_{\pi 0} = \frac{\sqrt{\pi^5} \cdot \psi_\pi}{L_{\pi 0y}^3}. \tag{1.26}$$

Имея в виду (1.16), запишем (1.26) как

$$V_{\pi 0} = \frac{\sqrt{\pi^5} \cdot \alpha_\pi^9 \cdot \beta_\pi^3 \cdot a^2 \cdot b}{L_{\pi 0y}^3}. \tag{1.27}$$

Приравняв (13) и (1.27)

$$\pi^2 \cdot \left(\alpha_\pi \cdot \beta_\pi \right)^3 \cdot \lambda_\pi^3 = \frac{\sqrt{\pi^5} \cdot \alpha_\pi^9 \cdot \beta_\pi^3 \cdot a^2 \cdot b}{L_{\pi 0y}^3}, \tag{1.28}$$

получим:

$$\lambda_\pi^3 \cdot L_{\pi 0y}^3 = \frac{\sqrt{\pi^5} \cdot \alpha_\pi^9 \cdot \beta_\pi^3 \cdot a^2 \cdot b}{\pi^2 \cdot \left(\alpha_\pi \cdot \beta_\pi \right)^3} = \sqrt{\pi} \cdot \alpha^6 \cdot a^2 \cdot b. \tag{1.30}$$

Извлекая кубический корень, получим:

$$\lambda_\pi \cdot L_{\pi 0y} = \sqrt[3]{\sqrt{\pi} \cdot \alpha_\pi^6 \cdot a^2 \cdot b} = \alpha_\pi^2 \cdot \sqrt[3]{\sqrt{\pi} \cdot a^2 \cdot b}. \tag{1.31}$$

В предположении, что выполняется соотношение

$$\lambda_\pi \cdot L_{\pi y} = 2 \cdot \pi^2 \cdot \alpha_\pi^2, \tag{1.32}$$

приравняв (1.31) и (1.32), получим:

$$\alpha_\pi^2 \cdot \sqrt[3]{\sqrt{\pi} \cdot a^2 \cdot b} = 2 \cdot \pi^2 \cdot \alpha_\pi^2. \tag{1.33}$$

Равенство (1.33) выполняется при условии, если $\sqrt{\pi} \cdot a^2 \cdot b = 8 \cdot \pi^6$ и тогда

$$a^2 \cdot b = \frac{8 \cdot \pi^6}{\sqrt{\pi}}. \tag{1.34}$$

С учётом (1.16) и (1.34), запишем ψ_π в виде

$$\psi_\pi = \alpha_\pi^9 \cdot \beta_\pi^3 \cdot \frac{8 \cdot \pi^6}{\sqrt{\pi}}. \tag{1.35}$$

Запишем ψ_π в виде

$$\psi_{\pi} = \frac{\alpha_{\pi}^{9} \cdot \beta_{\pi}^{3} \cdot l_{\pi 0\mathrm{P}}}{k_{\pi 0}}. \quad (1.36)$$

$$l_{\pi 0\mathrm{P}} = \psi_{\pi} \cdot \lambda_{\pi} \quad (1.37)$$

С учётом (2) и (1.37), запишем:

$$\alpha_{\pi}^{9} \cdot \beta_{\pi}^{3} \cdot a^{2} \cdot b = \frac{\alpha_{\pi} \cdot \beta_{\pi} \cdot l_{\pi 0\mathrm{P}}}{k_{\pi 0}}. \quad (1.38)$$

Возведем (1.38) в квадрат и, преобразуя, найдем G_1:

$$\frac{h_{\pi 0} \cdot G_{\pi 01}}{c_{\pi 0}^{3}} = \alpha_{\pi}^{16} \cdot \beta_{\pi}^{4} \cdot a^{4} \cdot b^{2} \cdot k_{\pi 0}^{2} \cdot \frac{c_{\pi 0}^{3}}{h_{\pi 0}}. \quad (1.39)$$

и, окончательно:

$$G_{\pi 01} = \alpha_{\pi}^{18} \cdot \beta_{\pi}^{6} \cdot a^{4} \cdot b^{2} \cdot \lambda_{\pi}^{2} \cdot \frac{c_{\pi 0}^{3}}{h_{\pi 0}}. \quad (1.40)$$

Имея в виду (1.14), запишем:

$$R_{\pi 0x} = R_{\pi 0F} \cdot \frac{\alpha_{\pi}}{\beta_{\pi}}. \quad (1.41)$$

$$R_{\pi 0F} = \frac{2 \cdot c_{\pi 0}^{2}}{G_{\pi 02}} \cdot \mathrm{u}_{\pi sm}^{-1}. \quad (1.42)$$

$$M_{\pi 0x} = b \cdot R_{\pi 0x}^{3} \cdot \frac{m_{\pi 0\mathrm{e}}}{\lambda_{\pi 0\mathrm{e}}^{3}}. \quad (1.42)$$

$$M_{\pi 0x} = \frac{1}{\psi_{\pi}} \cdot \frac{2 \cdot c_{\pi 0}^{4}}{G_{\pi 02}^{2}} \cdot \mathrm{u}_{\pi sm}^{-1} \quad (1.43)$$

Приравняв (1.42) и (1.43), получим:

$$\frac{2 \cdot \pi^{2}}{\sqrt{\pi}} \cdot \frac{8 \cdot c_{\pi 0}^{6}}{G_{\pi 02}^{3}} \cdot \frac{\alpha_{\pi}^{3}}{\beta_{\pi}^{3}} \cdot \frac{m_{\pi 0\mathrm{e}}}{\lambda_{\pi 0\mathrm{e}}^{3}} \cdot \mathrm{u}_{\pi sm}^{-3} = \frac{2 \cdot c_{\pi 0}^{4}}{G_{\pi 02}^{2}} \cdot \frac{\lambda_{\pi 0\mathrm{e}}}{l_{\pi 0\mathrm{P}}} \cdot \mathrm{u}_{\pi sm}^{-1}. \quad (1.44)$$

Поделив (1.44) на $\frac{2 \cdot c_{\pi 0}^{4}}{G_{\pi 02}^{2}} \cdot \lambda_{\pi 0\mathrm{e}}$, получим: (1.45)

$$\frac{8 \cdot \pi^{2} \cdot c_{\pi 0}^{2}}{\sqrt{\pi} \cdot G_{\pi 02}} \cdot \frac{\alpha^{3}}{\beta^{3}} \cdot \frac{h_{\pi 0}}{c_{\pi 0} \cdot \lambda_{\pi 0\mathrm{e}}^{5}} \cdot \mathrm{u}_{\pi sm}^{-2} = \frac{1}{l_{\pi 0\mathrm{P}}}. \quad (1.46)$$

так как:

$$\lambda_{\mathrm{e}} = \frac{k_{\pi 0}}{\alpha_{\pi} \cdot \beta_{\pi}}, \quad (1.47)$$

То возведя (1.46) в квадрат, получим:

$$\frac{64 \cdot \pi^{4}}{\pi} \cdot \frac{\alpha_{\pi}^{16} \cdot \beta_{\pi}^{4}}{k_{\pi 0}^{10}} \cdot \frac{h_{\pi 0}^{2} \cdot c_{\pi 0}^{2}}{G_{\pi 02}^{2}} \cdot \mathrm{u}_{\pi sm}^{-4} = \frac{c_{\pi 0}^{3}}{h_{\pi 0} \cdot G_{\pi 02}}. \quad (1.48)$$

Окончательно:

$$G_{\pi 02} = 64 \cdot \pi^{3} \cdot \frac{\alpha_{\pi}^{16} \cdot \beta_{\pi}^{4}}{k_{\pi 0}^{10}} \cdot \frac{h_{\pi 0}^{3}}{c_{\pi 0}} \cdot \mathrm{u}_{\pi sm}^{-4}. \quad (1.49)$$

С учётом (1.47), (1.49) запишется как

$$G_{\pi 02} = 64 \cdot \pi^{3} \cdot \left(\frac{\alpha_{\pi}}{\beta_{\pi}}\right)^{6} \cdot \frac{1}{\lambda_{\pi 0\mathrm{e}}^{10}} \cdot \frac{h_{\pi 0}^{3}}{c_{\pi 0}} \cdot \mathrm{u}_{\pi sm}^{-4} \quad (1.50)$$

так как $64 \cdot \pi^{3} = 16 \cdot b^{2}$, то

$$G_{\pi 02} = 16 \cdot b^{2} \cdot \left(\frac{\alpha_{\pi}}{\beta_{\pi}}\right)^{6} \cdot \frac{1}{\lambda_{\pi 0\mathrm{e}}^{10}} \cdot \frac{h_{\pi 0}^{3}}{c_{\pi 0}} \cdot \mathrm{u}_{\pi sm}^{-4}. \quad (1.51)$$

Поделив (1.40) на (1.51), получим:

$$\frac{G_{\pi01}}{G_{\pi02}} = \alpha_{\pi}^{12} \cdot \beta_{\pi}^{12} \cdot \lambda_{\pi0\mathrm{e}}^{12} \cdot \frac{a^4}{16} \cdot \frac{c_{\pi0}^4}{h_{\pi0}^4} \cdot \mathrm{u}_{\pi sm}^4 . \tag{1.52}$$

Если

$$G_{\pi01} = G_{\pi02} , \tag{1.53}$$

То (1.52) запишется как

$$\alpha_{\pi}^{12} \cdot \beta_{\pi}^{12} \cdot \lambda_{\pi0\mathrm{e}}^{12} \cdot \frac{a^4}{16} \cdot \frac{c_{\pi0}^4}{h_{\pi0}^4} \cdot \mathrm{u}_{\pi sm}^4 = 1 . \tag{1.54}$$

Тогда

$$a^4 \cdot k_{\pi0}^{12} = 16 \cdot \frac{h_{\pi0}^4}{c_{\pi0}^4} \cdot \mathrm{u}_{\pi sm}^{-4} \tag{1.55}$$

и, извлекая корень 4-й степени из (1.55), получим:

$$a \cdot k_{\pi0}^3 = 2 \cdot \frac{h_{\pi0}}{c_{\pi0}} \cdot \mathrm{u}_{\pi sm}^{-1} . \tag{1.56}$$

$$2 \cdot \pi^2 \cdot \left(\alpha_{\pi} \cdot \beta_{\pi} \cdot \lambda_{\pi}\right)^3 = 2 \cdot \frac{h_{\pi0}}{c_{\pi0}} \cdot \mathrm{u}_{\pi sm}^{-1} \quad (a = 2 \cdot \pi^2). \tag{1.57}$$

$$m_{\pi0\mathrm{P}} \cdot l_{\pi0\mathrm{P}} = m_{\pi0\mathrm{e}} \cdot \lambda_{\pi0\mathrm{e}} = \frac{h_{\pi0}}{c_{\pi0}} . \tag{1.58}$$

Таким образом, соотношения (1.32) и (1.58) выполняются при условии (1.14), а это значит, что постоянная масштабной инвариантности ψ_{π} равна $\psi_{\pi2}$ и записывается в виде

$$\psi_{\pi} = \alpha_{\pi}^9 \cdot \beta_{\pi}^3 \cdot \frac{8 \cdot \pi^6}{\sqrt{\pi}} . \tag{1.59}$$