О теоретическом определении фундаментальных физических констант

В статье представлен метод теоретического определения фундаментальных физических констант. Приведены результаты аналитических расчётов, в том числе: постоянная тонкой структуры, длина волны Комптона, масса электрона, элементарный заряд, постоянная Планка, масса Планка, длина и время Планка, гравитационная постоянная и времена жизни нейтрона.

Ключевые слова: постоянная тонкой структуры, длина волны Комптона, масса электрона, элементарный заряд, постоянная Планка, масса Планка, длина и время Планка, гравитационная постоянная, времена жизни нейтрона, барионная асимметрия Вселенной

Пояснения:

– если в тексте обозначение параметра имеет нижний индекс «π», то это означает, что этот теоретический параметр имеет численное значение, которое может использоваться вместо истинного значения параметра.

– используются единицы измерения длины $\mathrm{u}_{\pi l}=1{,}0[\text{см}]$, массы $\mathrm{u}_{\pi m}=1{,}0[\text{г}]$, времени $\mathrm{u}_{\pi t}=1{,}0[\text{с}]$ и массовой поверхностной плотности $\mathrm{u}_{\pi\rho S}=\dfrac{\mathrm{u}_{\pi m}}{\mathrm{u}_{\pi l}^{2}}$ Унитарной системы единиц.

1. Основные соотношения

Запишем выражение

$$k_{\pi 0}^{n-1}\cdot\lambda_{\pi}\cdot(1\pm\vartriangle y_{\pi}\cdot\alpha_{\pi})^{n}=(\sqrt{2}\cdot\pi)^{n}\cdot\lambda_{\pi 0}^{n}, \tag{1.1}$$

в котором

$$k_{\pi 0}=\lambda_{\pi}\cdot\alpha_{\pi}\cdot\beta_{\pi};\ \lambda_{\pi 0}^{n}=\pi^{n-1}\cdot k_{\pi 0}^{n}; \tag{1.2}$$

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:

$$f(x)\equiv a_0\cdot x^n+a_1\cdot x^{n-1}+\cdots+a_{n-1}\cdot x+a_n=0 \qquad (a_0\neq 0). \tag{1.3}$$

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:

$$f(x)=(1+x)^n=1+n\cdot x+\frac{n\cdot(n-1)}{2!}\cdot x^2+\frac{n\cdot(n-1)\cdot(n-2)}{3!}\cdot x^3+\ldots+\frac{n!}{(n-r)!\cdot r!}\cdot x^r+\ldots. \tag{1.4}$$

$$f(x)=(1-x)^n=1-n\cdot x+\frac{n\cdot(n-1)}{2!}\cdot x^2-\frac{n\cdot(n-1)\cdot(n-2)}{3!}\cdot x^3+\ldots+(-1)^r\cdot\frac{n!}{(n-r)!r!}\cdot x^r+\ldots \tag{1.5}$$

Если $n-$ целое положительное число, то выражения (1.4) и (1.5) состоят из *конечного* числа членов. Алгебраическое уравнение вида (1.3) называется *действительным*, если все его коэффициенты a_i – *действительные числа*. Известно [1, с. 39] что соответствующий уравнению (1.3) действительный многочлен $f(x)$ вида (1.4) и (1.5) при всех действительных значениях x принимает действительные значения. В статье используются только действительные алгебраические уравнения вида (1.3).

Запишем (1.1) в виде

$$\frac{(1\pm\vartriangle y_{\pi}\cdot\alpha_{\pi})^{n}}{(\sqrt{2}\cdot\pi)^{n}}\cdot k_{\pi 0}^{n-1}\cdot\lambda_{\pi}=\lambda_{\pi 0}^{n}. \tag{1.6}$$

Обозначим левую часть уравнения (1.6) как

$$\lambda_{\pi S}^{n-1}=\frac{(1\pm\vartriangle y_{\pi}\cdot\alpha_{\pi})^{n}}{(\sqrt{2}\cdot\pi)^{n}}\cdot k_{\pi 0}^{n-1}, \tag{1.7}$$

тогда (1.6) запишется:

$$\lambda_{\pi S}^{n-1} \cdot \lambda_{\pi} = \lambda_{\pi 0}^{n} . \tag{1.8}$$

С учётом (1.2), выражение (1.7) запишется как

$$\lambda_{\pi S}^{n-1} = \frac{(1 \pm \vartriangle y_{\pi} \cdot \alpha_{\pi})^{n} \cdot (\alpha_{\pi} \cdot \beta_{\pi})^{n-1}}{(\sqrt{2} \cdot \pi)^{n}} \cdot \lambda_{\pi}^{n-1} . \tag{1.9}$$

В то же время, с учётом (1.2) и (1.8), $\lambda_{\pi S}^{n-1}$ можно записать в виде

$$\lambda_{\pi S}^{n-1} = \pi^{n-1} \cdot (\alpha_{\pi} \cdot \beta_{\pi})^{n} \cdot \lambda_{\pi}^{n-1} . \tag{1.10}$$

Приравняв (1.9) и (1.10), получим:

$$(\sqrt{2} \cdot \pi)^{n} \cdot \pi^{n-1} \cdot \alpha_{\pi} \cdot \beta_{\pi} = (1 \pm \vartriangle y_{\pi} \cdot \alpha_{\pi})^{n} . \tag{1.11}$$

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 $n \le 4$. Имея это в виду, запишем уравнение (1.1) для случая $n = 3$ в виде:

$$k_{\pi 0}^{2} \cdot \lambda_{\pi} \cdot (1 \pm \vartriangle y_{\pi} \cdot \alpha_{\pi})^{3} = (\sqrt{2} \cdot \pi)^{3} \cdot \lambda_{\pi 0}^{3} , \tag{1.12}$$

тогда $\lambda_{\pi 0}^{n}$ из (1.2) запишется как

$$\lambda_{\pi 0}^{3} = \pi^{2} \cdot k_{\pi 0}^{3} , \tag{1.13}$$

а (1.6) как

$$\frac{(1 \pm \vartriangle y_{\pi} \cdot \alpha_{\pi})^{3}}{(\sqrt{2} \cdot \pi)^{3}} \cdot k_{\pi 0}^{2} \cdot \lambda_{\pi} = \lambda_{\pi 0}^{3} . \tag{1.14}$$

Обозначив площадь s_{π} как

$$s_{\pi} = \frac{(1 \pm \vartriangle y_{\pi} \cdot \alpha_{\pi})^{3}}{(\sqrt{2} \cdot \pi)^{3}} \cdot k_{\pi 0}^{2} , \tag{1.15}$$

запишем (1.14), с учётом (1.15), как

$$s_{\pi} \cdot \lambda_{\pi} = \lambda_{\pi 0}^{3} . \tag{1.16}$$

С учётом (1.2), (1.15) запишется как

$$s_{\pi} = \frac{(1 \pm \vartriangle y_{\pi} \cdot \alpha_{\pi})^{3} \cdot (\alpha_{\pi} \cdot \beta_{\pi})^{2}}{(\sqrt{2} \cdot \pi)^{3}} \cdot \lambda_{\pi}^{2} . \tag{1.17}$$

В то же время, учитывая (1.2), (1.13) и (1.16), площадь s_{π} можно записать как

$$s_{\pi} = \pi^{2} \cdot (\alpha_{\pi} \cdot \beta_{\pi})^{3} \cdot \lambda_{\pi}^{2} . \tag{1.18}$$

Обозначим в (1.18) элементарный скалярный радиус $r_{\pi s}$ как

$$r_{\pi s} = \alpha_{\pi} \cdot \beta_{\pi} . \tag{1.19}$$

С учётом (1.19), элементарная скалярная длина окружности $l_{\pi s}$ равна

$$l_{\pi s} = 2 \cdot \pi \cdot \alpha_{\pi} \cdot \beta_{\pi} , \tag{1.20}$$

элементарная скалярная площадь равна

$$s_{\pi s} = 4 \cdot \pi^{2} \cdot r_{\pi s}^{2} , \tag{1.21}$$

а элементарный скалярный объем $v_{\pi s}$ равен

$$v_{\pi s} = \pi^{2} \cdot r_{\pi s}^{3} . \tag{1.22}$$

Приравняв (1.17) и (1.18), получим уравнение:

$$(\sqrt{2} \cdot \pi)^{3} \cdot \pi^{2} \cdot \alpha_{\pi} \cdot \beta_{\pi} = (1 \pm \vartriangle y_{\pi} \cdot \alpha_{\pi})^{3} . \tag{1.23}$$

2. Протопараметры

2.1. Скалярный параметр структуры пространства-времени

Запишем уравнение (1.23) в виде

$$(\sqrt{2}\cdot\pi)^3\cdot\pi^2\cdot\alpha_{\pi 0}\cdot\overline{\beta}_{\pi}=(1+\vartriangle y_{\pi}\cdot\alpha_{\pi})^3, \tag{2.1.1}$$

в котором

$$\overline{\beta}_{\pi}=1+\overline{\beta}_{\pi 0}; \tag{2.1.2}$$

$$\vartriangle y_{\pi 0}=\sqrt[4]{2\cdot\pi}; \tag{2.1.3}$$

$$\varphi_{\pi 0}=\frac{\alpha_{\pi 0}}{\overline{\beta}_{\pi 0}},\ (\varphi_{\pi 0}=\sqrt{2}\cdot\pi). \tag{2.1.4}$$

Правая часть (2.1.1) представляет собой многочлен (1.4) для случая $n=3$ [2, с. 8]:

$$(1+x)^3=1+3\cdot x+3\cdot x^2+x^3. \tag{2.1.5}$$

Обозначив $x=\vartriangle y_{\pi 0}\cdot\alpha_{\pi 0}$, запишем (2.1.5) в виде

$$(1+\vartriangle y_{\pi 0}\cdot\alpha_{\pi 0})^3=1+3\cdot\vartriangle y_{\pi 0}\cdot\alpha_{\pi 0}+3\cdot\vartriangle y_{\pi 0}^2\cdot\alpha_{\pi 0}^2+\vartriangle y_{\pi 0}^3\cdot\alpha_{\pi 0}^3. \tag{2.1.6}$$

Уравнение (2.1.5) записывается в общем виде как [3, с. 304]:

$$a\cdot x^3+b\cdot x^2+c\cdot x+d=0 \qquad (a\neq 0). \tag{2.1.7}$$

Используя любой из известных методов решения кубических уравнений, (например, решение Кардано [1, с. 43] или поисковую процедуру – например, метод половинного деления [3, с. 472]) найдем параметр $\alpha_{\pi 0}$ – действительный корень уравнения (2.1.1).

Запишем уравнение (1.23) в виде:

$$(\sqrt{2}\cdot\pi)^3\cdot\pi^2\cdot\alpha_{\pi e}\cdot\beta_{\pi e}=(1-\vartriangle y_{\pi e}\cdot\alpha_{\pi e})^3, \tag{2.1.8}$$

в котором параметр $\beta_{\pi e}$

$$\beta_{\pi e}=1+\frac{\overline{\beta}_{\pi 0}}{\overline{\beta}_{\pi}^3}. \tag{2.1.9}$$

Правая часть (2.1.8) представляет собой многочлен (1.5) для случая $n=3$ [2, с. 8]:

$$(1-x)^3=1-3\cdot x-3\cdot x^2-x^3. \tag{2.1.10}$$

Обозначив $x=\vartriangle y_{\pi e}\cdot\alpha_{\pi e}$, запишем (2.1.10) в виде

$$(1-\vartriangle y_{\pi e}\cdot\alpha_{\pi e})^3=1-3\cdot\vartriangle y_{\pi e}\cdot\alpha_{\pi e}-3\cdot\vartriangle y_{\pi e}^2\cdot\alpha_{\pi e0}^2-\vartriangle y_{\pi e}^3\cdot\alpha_{\pi e}^3. \tag{2.1.11}$$

Для нахождения коэффициента $\vartriangle y_{\pi e}$ в (2.1.11) запишем квадратное уравнение

$$\frac{1}{\varphi_{\pi 0}}\cdot\alpha_{\pi x}^2+\alpha_{\pi x}-\overline{\beta}_{\pi}=0. \tag{2.1.12}$$

Как известно [1, с. 43] алгебраическое уравнение 2-й степени записывается в виде:

$$a\cdot x^2+b\cdot x+c=0 \qquad (a\neq 0). \tag{2.1.13}$$

Корни уравнения определяются по формуле:

$$x_{1,2}=\frac{-b\pm\sqrt{b^2-4\cdot a\cdot c}}{2\cdot a}, \tag{2.1.14}$$

Причём

$$x_1+x_2=-\frac{b}{a}\ \text{ и }\ x_1\cdot x_2=\frac{c}{a}. \tag{2.1.15}$$

Отношение корней уравнения (2.1.12) запишем как:

$$\Delta_{\pi x}=\frac{\alpha_{\pi x2}}{\alpha_{\pi x1}}. \tag{2.1.16}$$

Находим $\vartriangle y_{\pi e}$ как

$$\vartriangle y_{\pi e} = \frac{\Delta_{\pi x}}{\vartriangle y_{\pi 0}^{3}} . \tag{2.1.17}$$

Используя любой из известных способов решения кубических уравнений или поисковую процедуру, найдем параметр $\alpha_{\pi e}$ – действительный корень уравнения (2.1.8).

Для определения скалярного параметра структуры пространства-времени $\mathrm{f}_{\pi s}$ запишем соотношение:

$$\frac{\alpha_{\pi 0} \cdot \bar{\beta}_{\pi}}{\alpha_{\pi e} \cdot \beta_{\pi e}} = \frac{(\alpha_{\pi e} \cdot \beta_{\pi e})^3}{(\alpha_{\pi} \cdot \beta_{\pi})^3} . \tag{2.1.18}$$

Запишем (2.1.18) в виде

$$(\alpha_{\pi} \cdot \beta_{\pi})^3 = \frac{\alpha_{\pi e}^4 \cdot \beta_{\pi e}^4}{\alpha_{\pi 0} \cdot \bar{\beta}_{\pi}} . \tag{2.1.19}$$

Из (2.1.19):

$$\alpha_{\pi} \cdot \beta_{\pi} = \sqrt[3]{\frac{(\alpha_{\pi e} \cdot \beta_{\pi e})^4}{\alpha_{\pi 0} \cdot \bar{\beta}_{\pi}}} . \tag{2.1.20}$$

Скалярный параметр структуры пространства-времени $\mathrm{f}_{\pi s}$:

$$\mathrm{f}_{\pi s} = \alpha_{\pi} \cdot \beta_{\pi} . \tag{2.1.21}$$

2.2. Электромагнитная постоянная

Для определения электромагнитной постоянной α_{π} запишем выражение:

$$\frac{[\alpha \cdot \beta]_{\pi}}{\alpha_{\pi 0} \cdot \bar{\beta}_{\pi}} = \frac{(\alpha_{\pi e} \cdot \beta_{\pi e})^3}{[\alpha \cdot \beta]_{\pi}^3} \tag{2.2.1}$$

Запишем выражение (2.2.1) в виде

$$[\alpha \cdot \beta]_{\pi}^4 = (\alpha_{\pi e} \cdot \beta_{\pi e})^3 \cdot \alpha_{\pi 0} \cdot \bar{\beta}_{\pi} . \tag{2.2.2}$$

Из (2.2.2):

$$[\alpha \cdot \beta]_{\pi} = \sqrt[4]{(\alpha_{\pi e} \cdot \beta_{\pi e})^3 \cdot \alpha_{\pi 0} \cdot \bar{\beta}_{\pi}} . \tag{2.2.3}$$

Обозначим отношение (2.2.3) к (2.1.20) как:

$$\mathrm{k}_{\pi}^4 = \frac{[\alpha \cdot \beta]_{\pi}}{\alpha_{\pi} \cdot \beta_{\pi}} . \tag{2.2.4}$$

Коэффициент k_{π} из (2.2.4):

$$\mathrm{k}_{\pi} = \sqrt[4]{\frac{[\alpha \cdot \beta]_{\pi}}{\alpha_{\pi} \cdot \beta_{\pi}}} . \tag{2.2.5}$$

Электромагнитная постоянная α_{π} определяется как

$$\alpha_{\pi} = \frac{\alpha_{\pi e}}{\mathrm{k}_{\pi}} . \tag{2.2.6}$$

3. Фундаментальные физические константы

Из соотношения

$$\frac{\lambda_{\pi}^3}{2 \cdot \pi^2 \cdot \mathrm{f}_{\pi s}^3 \cdot \lambda_{\pi}^2} = 2 \cdot \pi \cdot \mathrm{f}_{\pi s} \cdot u_{\pi l} \tag{3.1}$$

найдём длину волны λ_{π}

$$\lambda_{\pi} = 4 \cdot \pi^3 \cdot \mathrm{f}_{\pi s}^4 \cdot u_{\pi l} . \tag{3.2}$$

С учётом (3.2) и подстановки постоянной тонкой структуры α в виде

$$\alpha_{\pi th} = 2 \cdot \pi \cdot \alpha_\pi \quad (3.3)$$

в формулу для постоянной Ридберга R_∞ (представлена на сайте National Institute of Standards and Technology (NIST) по адресу http://physics.nist.gov/cuu/Constants/index.html):

$$\lambda_C / 2\pi = \frac{\alpha^2}{4\pi \cdot R_\infty}, \quad (3.4)$$

определим из (3.4) постоянную Ридберга $R_{\pi\infty}$ в виде

$$R_{\pi\infty} = \frac{\alpha_{\pi th}^2}{8 \cdot \pi^3 \cdot \mathrm{f}_{\pi s}^4} \cdot u_{\pi l}^{-1}. \quad (3.5)$$

Коэффициент согласования $k_{\pi R}$ определим как:

$$k_{\pi R} = \frac{R_{\pi\infty}}{\bar{R}_\infty}. \quad (3.6)$$

Длину волны Комптона $\lambda_{\pi \mathrm{C}}$ найдём, с учётом (3.6), в виде

$$\lambda_{\pi \mathrm{C}} = k_{\pi R} \cdot \lambda_\pi. \quad (3.7)$$

Массу электрона $m_{\pi \mathrm{e}}$ найдём, с учётом (1.18), в виде

$$m_{\pi \mathrm{e}} = \pi^2 \cdot \mathrm{f}_{\pi s}^3 \cdot \lambda_{\pi \mathrm{C}}^2 \cdot \mathrm{u}_{\pi\rho S}. \quad (3.8)$$

Элементарный заряд e_π найдём в виде

$$e_\pi = \pm(\sqrt{\alpha_\pi}) \cdot (m_{\pi \mathrm{e}} \cdot \lambda_{\pi \mathrm{C}})^{1/2} \cdot c. \quad (3.9)$$

Массу Планка $m_{\pi \mathrm{P}}$, с учётом (1.21), найдем в виде

$$m_{\pi \mathrm{P}} = k_{\pi R}^{1/3} \cdot 4 \cdot \pi^2 \cdot \mathrm{f}_{\pi s}^2 \cdot u_{\pi l}^2 \cdot \mathrm{u}_{\pi\rho S}. \quad (3.10)$$

Постоянную Планка h_π найдем в виде

$$h_\pi = m_{\pi \mathrm{e}} \cdot \lambda_{\pi \mathrm{C}} \cdot c. \quad (3.11)$$

С учётом известной формулы для массы Планка

$$m_{\mathrm{P}} = \sqrt{\frac{h \ \cdot c}{G}} \quad (3.12)$$

и из равенства (3.10) и (3.12):

$$k_{\pi R}^{1/3} \cdot 4 \cdot \pi^2 \cdot \mathrm{f}_{\pi s}^2 \cdot u_{\pi l}^2 \cdot \mathrm{u}_{\pi\rho S} = \sqrt{\frac{h_\pi \cdot c}{G_\pi}}, \quad (3.13)$$

найдём из (3.13) гравитационную постоянную G_π в виде

$$G_\pi = \frac{h_\pi \cdot c}{k_{\pi R}^{2/3} \cdot 16 \cdot \pi^4 \cdot \mathrm{f}_{\pi s}^4 \cdot u_{\pi l}^4 \cdot \mathrm{u}_{\pi\rho S}^2}. \quad (3.14)$$

Из соотношения

$$m_{\pi \mathrm{P}} \cdot l_{\pi \mathrm{P}} = m_{\pi \mathrm{e}} \cdot \lambda_{\pi \mathrm{C}} \quad (3.15)$$

найдём длину Планка $l_{\pi \mathrm{P}}$ в виде

$$l_{\pi \mathrm{P}} = \frac{m_{\pi \mathrm{e}}}{m_{\pi \mathrm{P}}} \cdot \lambda_{\pi \mathrm{C}}, \quad (3.16)$$

а время Планка $t_{\pi \mathrm{P}}$ как

$$t_{\pi \mathrm{P}} = \frac{l_{\pi \mathrm{P}}}{c}. \quad (3.17)$$

Для определения времени жизни нейтрона запишем уравнение (1.23) в виде

$$(\sqrt{2}\cdot\pi)^3\cdot\pi^2\cdot \mathrm{f}_{\pi s}=(1+\vartriangle y_\pi\cdot\alpha_\pi)^3 \quad (\vartriangle y_\pi \text{ – параметрическое смещение}). \tag{3.18}$$

Параметр $\mathrm{f}_{\pi s}$ из (3.18):

$$\mathrm{f}_{\pi s}=\frac{(1+\vartriangle y_\pi\cdot\alpha_\pi)^3}{(\sqrt{2}\cdot\pi)^3\cdot\pi^2}. \tag{3.19}$$

Время жизни $\tau_{\pi \mathrm{n}S}$ короткоживущего нейтрона $\mathrm{n}_{\pi S}$ определим, с учётом (3.19), как

$$\tau_{\pi \mathrm{n}S}=\frac{k_{\pi R}^{1/3}}{\mathrm{f}_{\pi s}}\cdot u_{\pi t}=\frac{(\sqrt{2}\cdot\pi)^3\cdot\pi^2\cdot k_{\pi R}^{1/3}}{(1+\vartriangle y_\pi\cdot\alpha_\pi)^3}\cdot u_{\pi t}, \tag{3.20}$$

Время жизни $\tau_{\pi \mathrm{n}L}$ долгоживущего нейтрона $\mathrm{n}_{\pi L}$ определим из (3.20), при условии $\vartriangle y_\pi\cdot\alpha_\pi=0$, в виде

$$\tau_{\pi \mathrm{n}L}=(\sqrt{2}\cdot\pi)^3\cdot\pi^2\cdot k_{\pi R}^{1/3}\cdot u_{\pi t}. \tag{3.21}$$

Отметим, что при наличии у нейтрона двух времён жизни барионная асимметрия Вселенной находит свое естественное объяснение.

В **Таблице** представлены результаты теоретических расчётов фундаментальных констант (курсивом выделены протоконстанты).

Таблица

Наименование параметра	Символ	Численное значение (СГС)
скалярный параметр структуры пространства-времени	$\mathrm{f}_{\pi s}$	$1{,}161\,712\,977\,019\,596\,928\,9703\cdot10^{-3}$
электромагнитная постоянная	α_π	$1{,}161\,409\,733\,400\,893\,939\,4882\cdot10^{-3}$
постоянная тонкой структуры	$\alpha_{\pi th}$	$7{,}297\,352\,572\,519\,857\,423\,5458\cdot10^{-3}$
длина волны	λ_π	$2{,}258\,941\,438\,338\,421\,412\,6297\cdot10^{-10}$ см
постоянная Ридберга	$R_{\pi\infty}$	$1{,}178\,679\,395\,222\,205\,270\,7871\cdot10^{5}$ см$^{-1}$
коэффициент согласования*	$k_{\pi R}$	$1{,}074\,091\,696\,0293$
длина волны Комптона	$\lambda_{\pi \mathrm{C}}$	$2{,}426\,310\,240\,7358\cdot10^{-10}$ см
масса электрона	$m_{\pi \mathrm{e}}$	$9{,}109\,382\,325\,3407\cdot10^{-28}$ г
элементарный заряд e_π	e_π	$4{,}803\,204\,354\,1651\cdot10^{-10}$ г$^{-1/2}$ см$^{3/2}$ с$^{-1}$
постоянная Планка	h_π	$6{,}626\,069\,154\,6019\cdot10^{-27}$ г см^2 с$^{-1}$
масса Планка	$m_{\pi \mathrm{P}}$	$5{,}456\,379\,113\,3014\cdot10^{-5}$ г
длина Планка	$l_{\pi \mathrm{P}}$	$4{,}050\,706\,001\,8742\cdot10^{-33}$ см
время Планка	$t_{\pi \mathrm{P}}$	$1{,}351\,170\,082\,4289\cdot10^{-43}$ с
гравитационная постоянная	G_π	$6{,}672\,177\,502\,9339$ г$^{-1}$ см^3 с$^{-2}$
время жизни короткоживущего нейтрона $\mathrm{n}_{\pi S}$	$\tau_{\pi \mathrm{n}S}$	881,552 698 044 с
время жизни долгоживущего нейтрона $\mathrm{n}_{\pi L}$	$\tau_{\pi \mathrm{n}L}$	886,423 939 853 с

* – значение R_∞ (CODATA 2010) с сайта NIST: $R_\infty=1{,}097\,373\,156\,8539(55)\cdot10^5$ см$^{-1}$ (СГС), скорость света в вакууме $c=2{,}997\,924\,58\cdot10^{10}$ см$\cdot$с$^{-1}$ (СГС).

Список литературы

1. Г. Корн, Т. Корн. Справочник по математике для научных работников и инженеров. М., “Наука”, 1974
2. Г.Б. Двайт. Таблицы интегралов и другие математические формулы. М., “Наука”, 1977
3. Математический энциклопедический словарь. М., “Советская энциклопедия”, 1988