

Пи-Теория: аналитический метод высокоточного определения фундаментальных физических констант

© В.Б. Смоленский 2015

Аннотация: в статье представлен разработанный автором, в рамках Пи-Теории фундаментальных физических констант, оригинальный аналитический метод высокоточного определения значений фундаментальных физических констант (ФФК). Приведены конечные формулы и высокоточные результаты аналитических расчетов 26 констант, в том числе для постоянной тонкой структуры, аномалий магнитных моментов электрона и мюона и их масс, постоянной Планка, гравитационной постоянной Ньютона и т.д. Представлена таблица сравнения результатов расчетов с данными CODATA 2010.

Конечные формулы и итоговые результаты

Пи-Теория фундаментальных физических констант (далее – Пи-Теория) исходит из того, что физическая реальность представляет собой единую параметрическую пространственно-временную материальную среду (далее – Среда).

Пояснение: если обозначение параметра имеет нижний индекс “ π ”, то это, во-первых, означает, что это параметр Пи-Теории, а во-вторых, что этот параметр имеет теоретическое значение, которое может использоваться вместо истинного значения параметра. Скалярный параметр – это числовой параметр. В Пи-Теории есть только один-единственный свободный параметр – скалярный параметр Среды r_{fr} . Все получаемые в Пи-Теории результаты являются решениями алгебраических уравнений.

Таблица 1. Представлены конечные формулы для определения значений безразмерных ФФК.

№	Наименование параметра и конечная формула Пи-Теории
1	Скалярный параметр Среды r_{fr} (свободный параметр): $r_{fr} = \pi$.
2	Скалярный параметр элементарного заряда $\alpha_{\pi 0}$. Является действительным корнем уравнения $\varphi_{\pi 0}^3 \cdot \pi^2 \cdot \alpha_{\pi 0} \cdot \bar{\beta}_{\pi} = (1 + \Delta y_{\pi 0} \cdot \alpha_{\pi 0})^3,$ в котором: $\varphi_{\pi 0} = \sqrt{2} \cdot \pi$; $\Delta y_{\pi 0} = \sqrt[4]{2 \cdot \pi}$; $\bar{\beta}_{\pi} = 1 + \bar{\beta}_{\pi 0}$; $\bar{\beta}_{\pi 0} = \alpha_{\pi 0} / \varphi_{\pi 0}$.
3	Скалярный параметр структуры пространства – времени $f_{\pi s 0}$: $f_{\pi s 0} = \alpha_{\pi 0} \cdot \bar{\beta}_{\pi}.$
4	Константа параметрического смещения $\Delta y_{\pi e}$: $\Delta y_{\pi e} = \Delta_{\pi x} / \Delta y_{\pi 0}^3.$
5	Коэффициент $\Delta_{\pi x}$. Определяется из уравнения $\frac{1}{\varphi_{\pi 0}} \cdot \alpha_{\pi x 1,2}^2 + \alpha_{\pi x 1,2} - \bar{\beta}_{\pi} = 0$ в виде $\Delta_{\pi x} = \alpha_{\pi x 1} / \alpha_{\pi x 2}$.
6	Константа параметрической связи $\beta_{\pi e}$: $\beta_{\pi e} = 1 + \beta_{\pi 0 e}; \beta_{\pi 0 e} = \bar{\beta}_{\pi 0} / \bar{\beta}_{\pi}^3.$
7	Скалярный параметр элементарного заряда $\alpha_{\pi e}$. Действительный корень уравнения $\varphi_{\pi 0}^3 \cdot \pi^2 \cdot \alpha_{\pi e} \cdot \beta_{\pi e} = (1 + \Delta y_{\pi e} \cdot \alpha_{\pi e})^3.$
8	Скалярный параметр структуры пространства – времени $f_{\pi s e}$: $f_{\pi s e} = \alpha_{\pi e} \cdot \beta_{\pi e}.$
9	Скалярный параметр структуры пространства – времени $\tilde{f}_{\pi s}$: $\tilde{f}_{\pi s} = \sqrt[4]{f_{\pi s 0} \cdot f_{\pi s e}^3}.$
10	Скалярный параметр структуры пространства – времени $f_{\pi s}$: $f_{\pi s} = \sqrt[3]{f_{\pi s e}^4 / f_{\pi s 0}}.$
11	Коэффициент асимметрии k_{π} :

$$k_{\pi} = \sqrt[4]{f_{\pi s}^{**} / f_{\pi s}}.$$

12 Коэффициент абсолютной стабильности $k_{\pi st}$:

$$k_{\pi st} = k_{\pi}^9.$$

13 Скалярный параметр элементарного заряда α_{π} :

$$\alpha_{\pi} = \alpha_{\pi e} / k_{\pi}.$$

14 Константа параметрической связи β_{π} :

$$\beta_{\pi} = f_{\pi s} / \alpha_{\pi}.$$

15 Постоянная масштабной инвариантности ψ_{π} :

$$\psi_{\pi} = k_{\pi \psi} \cdot \psi_{\pi 0}, \text{ где } k_{\pi \psi} = \frac{2 \cdot \alpha_{\pi}^6}{\sqrt{\pi} \cdot f_{\pi s}^6} \text{ и } \psi_{\pi 0} = 4 \cdot \pi^6 \cdot f_{\pi s}^9.$$

16 Константа параметрического смещения Δy_{π} . Определяется прямым расчетом из уравнения

$$\varphi_{\pi 0}^3 \cdot \pi^2 \cdot f_{\pi s} = (1 + \Delta y_{\pi} \cdot \alpha_{\pi})^3.$$

17 Скалярный параметр сильного заряда $\alpha_{\pi s}$. Действительный корень уравнения

$$\varphi_{\pi 0}^3 \cdot \pi^2 \cdot \alpha_{\pi s} \cdot \beta_{\pi} = (1 + \Delta y_{\pi} \cdot \alpha_{\pi s})^3.$$

18 Коэффициент зарядовой асимметрии $k_{\pi q}$:

$$k_{\pi q} = \alpha_{\pi x} / \alpha_{\pi y},$$

где коэффициенты $\alpha_{\pi x}$ и $\alpha_{\pi y}$ являются действительными корнями уравнений

$$\varphi_{\pi 0}^3 \cdot \pi^2 \cdot \alpha_{\pi x} \cdot \bar{\beta}_{\pi} = (1 + \Delta y_{\pi 0} \cdot \alpha_{\pi x})^3 \text{ и } \varphi_{\pi 0}^3 \cdot \pi^2 \cdot \alpha_{\pi y} \cdot \beta_{\pi e} = (1 + \Delta y_{\pi e} \cdot \alpha_{\pi y})^3 \text{ соответственно.}$$

19 Аномалия магнитного момента $a_{\pi ex}$. Определяется прямым расчетом из уравнения

$$(1 + \Delta y_{\pi e} \cdot \alpha_{\pi e})^3 = k_{\pi q}^4 \cdot (1 + \Delta y_{\pi e} \cdot a_{\pi ex})^3.$$

20 Электромагнитная константа асимметрии $\Delta_{\pi a}$:

$$\Delta_{\pi a} = \alpha_{\pi e} - a_{\pi ex}.$$

21 Аномалия магнитного момента электрона $a_{\pi e}$:

$$a_{\pi e} = \alpha_{\pi} - \Delta_{\pi a}.$$

22 Аномалия магнитного момента $a_{\pi \mu x}$:

$$a_{\pi \mu x} = \frac{f_{\pi se}^3}{a_{\pi ex}^2}.$$

23 Аномалия магнитного момента мюона $a_{\pi \mu}$:

$$a_{\pi \mu} = a_{\pi \mu x} \cdot \left(\sqrt[4]{(1 + \Delta y_{\pi} \cdot \alpha_{\pi})^3} \right)^3 \cdot k_{\pi}^4.$$

24 Коэффициент электрослабой асимметрии $k_{\pi w}$:

$$k_{\pi w} = k_{\pi} \cdot \left(\frac{1 + f_{\pi se}}{1 + f_{\pi s}} \right)^2 \cdot \left[1 + \left(-\frac{(\pi - 1)^2}{\pi} \right)^4 \cdot \frac{4}{\varphi_{\pi 0}} \cdot f_{\pi s}^4 \right].$$

25 Скалярный параметр слабого заряда $\alpha_{\pi w}$:

$$\alpha_{\pi w} = k_{\pi w}^3 - 1.$$

26 Отношение масс электрона и протона $r_{\pi ep}$:

$$r_{\pi ep} = \frac{m_{\pi e}}{m_{\pi p}} = \left[\frac{f_{\pi s} \cdot (1 + \Delta y_{\pi} \cdot \alpha_{\pi})^3}{\sqrt[3]{\pi^2}} \right] \cdot \left(1 - \frac{\alpha_{\pi}}{\alpha_{\pi s}} \right) \cdot k_{\pi st}.$$

№ Наименование параметра и конечная формула Пи-Теории

27 Отношение масс электрона и нейтрона $r_{\pi en}$:

$$r_{\pi en} = \frac{m_{\pi e}}{m_{\pi n}} = \left[\frac{f_{\pi s} \cdot (1 + \Delta_{\pi} \cdot \alpha_{\pi})^3}{\sqrt[3]{\pi^2}} \right] \cdot \left(\frac{a_{\pi e} + \alpha_{\pi w}}{a_{\pi e} + \Delta_{\pi a}} \right).$$

28 Отношение масс нейтрона и протона $r_{\pi np}$:

$$r_{\pi np} = \frac{m_{\pi n}}{m_{\pi p}} = \left(1 - \frac{\alpha_{\pi}}{\alpha_{\pi s}} \right) \cdot \left(\frac{a_{\pi e} + \Delta_{\pi a}}{a_{\pi e} + \alpha_{\pi w}} \right) \cdot k_{\pi st}.$$

29 Отношение магнитных моментов протона $\mu_{\pi p}$ и нейтрона $\mu_{\pi n}$:

$$r_{\pi \mu, pn} = \frac{\mu_{\pi p}}{\mu_{\pi n}} = \left[-\frac{(\pi - 1)^2}{\pi} \right] \cdot \frac{(1 + \alpha_{\pi w})^2}{(1 + \Delta_{\pi a})^2}.$$

29 Отношение магнитного момента мюона $\mu_{\pi \mu}$ и ядерного магнетона $\mu_{\pi N}$:

$$r_{\pi \mu N} = \frac{\mu_{\pi \mu}}{\mu_{\pi N}} = \left(-\frac{(2 \cdot \pi - 1)^2}{\pi} \right) \cdot \left(\sqrt[4]{\frac{f_{\pi se}}{f_{\pi s}}} \right)^9 \cdot \left(1 - \frac{\alpha_{\pi}}{\alpha_{\pi s}} \right)^9$$

Отношение масс мюона $m_{\pi \mu}$ и протона $m_{\pi p}$:

$$r_{\pi \mu p} = \frac{m_{\pi \mu}}{m_{\pi p}} = (1 + a_{\pi \mu}) \cdot \frac{\mu_{\pi N}}{|\mu_{\pi \mu}|}$$

Таблица 2. Представлены результаты теоретических расчетов безразмерных ФФК.

№	Наименование параметра	Символ	Числовое значение
1	скалярный параметр Среды	p_{fr}	3,141 592 653 589 793 238 462 643 383 2795
2	скалярный параметр структуры пространства – времени	$f_{\pi s}$	1,161 712 977 019 596 928 970 254 553 1147 x 10 ⁻³
3	коэффициент асимметрии	k_{π}	1,000 000 081 371 686 023 215 889 742 3969
4	скалярный параметр элементарного заряда	α_{π}	1,161 409 733 400 893 939 488 207 988 0708 x 10 ⁻³
5	константа параметрической связи	β_{π}	1,000 261 099 601 615 200 373 179 794 6737
6	постоянная масштабной инвариантности	ψ_{π}	1,669 642 831 928 813 892 580 472 151 077 x 10 ⁻²³
7	коэффициент электрослабой асимметрии	$k_{\pi w}$	1,000 000 081 810 773 063 436 894 140 0978
8	скалярный параметр слабого заряда	$\alpha_{\pi w}$	2,454 323 392 693 189 976 915 245 746 5274 x 10 ⁻⁷
9	коэффициент абсолютной стабильности	$k_{\pi st}$	1,000 000 732 345 412 577 634 571 480 525
10	скалярный параметр сильного заряда	$\alpha_{\pi s}$	1,571 115 208 075 978 141 954 476 726 012 x 10 ¹
11	отношение масс электрона и протона	$r_{\pi ep}$	5,446 170 218 699 090 667 403 109 649 777 x 10 ⁻⁴
12	электромагнитная константа асимметрии	$\Delta_{\pi a}$	1,757 552 613 321 940 865 158 064 577 x 10 ⁻⁶
13	аномалия магнитного момента электрона	$a_{\pi e}$	1,159 652 180 787 571 998 623 049 923 493 x 10 ⁻³
14	аномалия магнитного момента мюона	$a_{\pi \mu}$	1,165 920 932 325 338 116 640 429 308 749 x 10 ⁻³
15	отношение масс электрона и нейтрона	$r_{\pi en}$	5,438 673 445 786 830 889 662 641 220 105 x 10 ⁻⁴
16	отношение масс нейтрона и протона	$r_{\pi np}$	1,001 378 419 386 085 276 312 923 899 0331
17	отношение магнитных моментов протона и нейтрона	$r_{\pi \mu, pn}$	-1,459 898 124 622 977 783 495 815 120
18	отношение магнитного момента мюона и ядер. магнетона	$r_{\pi \mu N}$	-8,890 596 980 041 473 335 184 878 209 923
19	Отношение масс мюона и протона	$r_{\pi \mu p}$	0,112 609 527 029 494 823 131 341 129 339

Таблица 3. Представлены расчетные формулы для определения значений размерных ФФК

№	Наименование параметра	Символ	Расчетная формула	Ед. СГС
1	длина волны Комптона*	$\lambda_{\pi C0}$	$\lambda_{\pi C0} = 2 \cdot \sqrt{\frac{\psi_{\pi}}{f_{\pi s}}} \cdot u_{\pi l}$	см
2	постоянная Ридберга	$R_{\pi\infty 0}$	$R_{\pi\infty 0} = \frac{2 \cdot \pi^2 \cdot \alpha_{\pi}^2}{\lambda_{\pi C0}}$	см ⁻¹
Коэффициент согласования констант $R_{\pi\infty 0}$ и R_{∞} (CODATA)		$\kappa_{\pi R}$	$\kappa_{\pi R} = \frac{R_{\pi\infty 0}}{R_{\infty}}$	-
3	постоянная Ридберга	$R_{\pi\infty}$	$R_{\pi\infty} = \frac{R_{\pi\infty 0}}{\kappa_{\pi R}}$	см ⁻¹
4	длина волны Комптона	$\lambda_{\pi C}$	$\lambda_{\pi C} = \frac{2 \cdot \pi^2 \cdot \alpha_{\pi}^2}{R_{\pi\infty}}$	см
5	радиус Бора	$a_{\pi 0}$	$a_{\pi 0} = \frac{\alpha_{\pi}}{2 \cdot R_{\pi\infty}}$	см
6	масса электрона*	$m_{\pi e}$	$m_{\pi e} = \pi^2 \cdot f_{\pi s}^3 \cdot \rho_{\pi Se} \cdot \lambda_{\pi C}^2$	г
7	квант циркуляции	$q_{\pi c}$	$q_{\pi c} = \lambda_{\pi C} \cdot c$	см ² с ⁻¹
8	постоянная Планка	h_{π}	$h_{\pi} = m_{\pi e} \cdot q_{\pi c}$	г см ² с ⁻¹
9	элементарный заряд	e_{π}	$e_{\pi} = (\pm \sqrt{\alpha_{\pi}}) \cdot \sqrt{h_{\pi} \cdot c}$	г ^{1/2} см ^{3/2} с ⁻¹
10	коэффициент отношения элементарного заряда к массе электрона	$k_{e/m}$	$k_{e/m} = \frac{ e_{\pi} }{m_{\pi e}}$	г ^{-1/2} см ^{3/2} с ⁻¹
11	постоянная Ридберга для атома протия	$R_{\pi H}$	$R_{\pi H} = \frac{R_{\pi\infty}}{1 + r_{\pi ep}}$	см ⁻¹
12	масса протона	$m_{\pi p}$	$m_{\pi p} = \frac{m_{\pi e}}{r_{ep}}$	г
13	длина волны Комптона протона	$\lambda_{\pi C,p}$	$\lambda_{\pi C,p} = r_{ep} \cdot \lambda_{\pi C}$	см
14	масса мюона	$m_{\pi \mu}$	$r_{\pi \mu p} \cdot m_{\pi p}$	г
15	длина волны Комптона мюона	$\lambda_{\pi C,\mu}$	$\lambda_{\pi C,\mu} = \frac{\lambda_{\pi C,p}}{r_{\pi \mu p}}$	см
16	масса нейтрона	$m_{\pi n}$	$m_{\pi n} = \frac{m_{\pi e}}{r_{en}}$	г
17	длина волны Комптона нейтрона	$\lambda_{\pi C,n}$	$\lambda_{\pi C,n} = r_{en} \cdot \lambda_{\pi C}$	см
18	атомная единица массы (1 а.е.м.)	$m_{\pi u}$	$m_{\pi u} = \frac{r_{\pi \mu, pn}^2}{\sqrt[3]{\pi^2}} \cdot \left(\frac{1 + r_{\pi ep}}{r_{\pi pn}} \right) \cdot \left(\frac{f_{\pi s0}}{f_{\pi s}} \right)^4 \cdot m_{\pi p}$	г
19	молярная постоянная Планка	$h_{\pi M}$	$h_{\pi M} = \frac{h_{\pi}}{m_{\pi u}}$	см ² с ⁻¹
20	постоянная Фарадея	F_{π}	$F_{\pi} = \frac{e_{\pi}}{m_{\pi u}}$	г ^{-1/2} см ^{3/2} с ⁻¹
21	постоянная Джозефсона	$K_{J\pi}$	$K_{J\pi} = \frac{2 \cdot e_{\pi}}{h_{\pi}}$	г ^{-1/2} см ^{-1/2}

22	постоянная фон Клитцинга	$R_{K\pi}$	$R_{K\pi} = \frac{h_{\pi}}{e_{\pi}^2}$	$\text{см}^{-1} \text{с}$
23	длина Планка	$l_{\pi P}$	$l_{\pi P} = \psi_{\pi} \cdot \lambda_{\pi C}$	см
24	время Планка	$t_{\pi P}$	$t_{\pi P} = \frac{l_{\pi P}}{c}$	с
25	масса Планка	$m_{\pi P}$	$m_{\pi P} = \frac{m_{\pi e}}{\psi_{\pi}}$	Γ
26	гравитационная постоянная Ньютона	G_{π}	$G_{\pi} = \frac{h_{\pi} \cdot c}{m_{\pi P}^2}$	$\Gamma^{-1} \text{см}^3 \text{с}^{-2}$

* – в Пи-Теории поверхностная плотность массы электрона $\rho_{\pi Se}$ равна единичной массовой поверхностной плотности $u_{\pi pS} = \frac{u_{\pi m}}{u_{\pi l}^2}$ унитарной системы единиц Пи-Теории: $u_{\pi l} = 1,0 [\text{см}]$, $u_{\pi m} = 1,0 [\Gamma]$, $u_{\pi t} = 1,0 [\text{с}]$.

Таблица 4. Представлены результаты расчетов размерных ФФК в полном соответствии Таблице 3. Используются значения: постоянная Ридберга $R_{\infty} = 1,097\,373\,156\,8539(55) \cdot 10^5 [\text{см}^{-1}]$ (CODATA 2010); скорость света $c = 2,99792458 \cdot 10^{10} [\text{см} \cdot \text{с}^{-1}]$.

№	Наименование параметра	Символ	Численное значение (СГС)	Ед. СГС
1	длина волны Комптона	$\lambda_{\pi C0}$	$2,397\,686\,311\,973\,620 \times 10^{-10}$	см
2	постоянная Ридберга	$R_{\pi \infty 0}$	$1,110\,473\,757\,591\,524 \times 10^5$	см^{-1}
	Коэффициент согласования	$\kappa_{\pi R}$	1,011 938 145 7946	-
3	постоянная Ридберга	$R_{\pi \infty}$	$1,097\,373\,156\,8539 \times 10^5$	см^{-1}
4	длина волны Комптона	$\lambda_{\pi C}$	$2,426\,310\,240\,7357 \times 10^{-10}$	см
5	радиус Бора	$a_{\pi 0}$	$5,291\,772\,111\,1867 \times 10^{-9}$	см
6	масса электрона	$m_{\pi e}$	$9,109\,382\,325\,3402 \times 10^{-28}$	Γ
7	квант циркуляции	$q_{\pi c}$	7,273 895 109 4073	$\text{см}^2 \text{с}^{-1}$
8	постоянная Планка	h_{π}	$6,626\,069\,154\,6014 \times 10^{-27}$	$\Gamma \text{см}^2 \text{с}^{-1}$
9	элементарный заряд	$ e_{\pi} $	$4,803\,204\,354\,1649 \times 10^{-10}$	$\Gamma^{1/2} \text{см}^{3/2} \text{с}^{-1}$
10	коэффициент отношения элементарного заряда к массе электрона	$k_{e/m}$	$5,272\,810\,145\,2098 \times 10^{17}$	$\Gamma^{-1/2} \text{см}^{3/2} \text{с}^{-1}$
11	постоянная Ридберга для атома протия	$R_{\pi H}$	$1,096\,775\,834\,0655 \times 10^5$	см^{-1}
12	масса протона	$m_{\pi p}$	$1,672\,621\,669\,8229 \times 10^{-24}$	Γ
13	длина волны Комптона протона	$\lambda_{\pi C,p}$	$1,321\,409\,857\,4420 \times 10^{-13}$	см
14	масса мюона	$m_{\pi \mu}$	$1,883\,531\,351\,3804 \times 10^{-25}$	Γ
15	длина волны Комптона мюона	$\lambda_{\pi C,\mu}$	$1,173\,444\,105\,7513 \times 10^{-12}$	см
16	масса нейтрона	$m_{\pi n}$	$1,674\,927\,243\,9581 \times 10^{-24}$	Γ
17	длина волны Комптона нейтрона	$\lambda_{\pi C,n}$	$1,319\,590\,907\,7531 \times 10^{-13}$	см
18	атомная единица массы (1 а.е.м.)	$m_{\pi u}$	$1,660\,539\,062\,8310 \times 10^{-24}$	Γ
19	молярная постоянная Планка	$h_{\pi M}$	$3,990\,312\,123\,8863 \times 10^{-3}$	$\text{см}^2 \text{с}^{-1}$
20	постоянная Фарадея	F_{π}	$2,892\,557\,279\,5476 \times 10^{14}$	$\Gamma^{-1/2} \text{см}^{3/2} \text{с}^{-1}$
21	постоянная Джозефсона	$K_{J\pi}$	$1,449\,789\,986\,2181 \times 10^{17}$	$\Gamma^{-1/2} \text{см}^{-1/2}$
22	постоянная фон Клитцинга	$R_{K\pi}$	$2,872\,062\,163\,8102 \times 10^{-8}$	$\text{см}^{-1} \text{с}$

23	длина Планка	$l_{\pi P}$	$4,051\ 071\ 501\ 4798 \times 10^{-33}$	см
24	время Планка	$t_{\pi P}$	$1,351\ 291\ 999\ 9741 \times 10^{-43}$	с
25	масса Планка	$m_{\pi P}$	$5,455\ 886\ 822\ 7026 \times 10^{-5}$	г
26	гравитационная постоянная Ньютона	G_{π}	$6,673\ 381\ 632\ 9142 \times 10^{-8}$	$\text{г}^{-1} \text{см}^3 \text{с}^{-2}$

В Таблице 5 приведено сравнение данных CODATA 2010 с теоретическими расчетами Пи-Теории.

Таблица 5. В соответствии с перечнем параметров из таблиц 1 и 3 приведены: значения ФФК рекомендованные CODATA (2010) для международного использования – из публикации на сайте NIST по адресу <http://physics.nist.gov/cuu/Constants/index.html>; результаты расчетов из таблиц 2 и 4; результаты сравнения данных (столбец 6), δ_r – относительная неопределенность.

Параметр a (CODATA)	Численное значение, СГС (CODATA 2010)	Относительная погрешность	Параметр a^* (Пи-Теория)	Численное значение, СГС (Пи-Теория)	$\delta_r = \frac{a^* - \bar{a}}{a^*}$
1	2	3	4	5	6
α	$7,297\ 352\ 5698(24) \times 10^{-3}$	$3,2 \times 10^{-10}$	$\alpha_{\pi} \cdot 2\pi$	$7,297\ 352\ 572\ 519\ 857 \times 10^{-3}$	$3,7 \times 10^{-10}$
a_e	$1,159\ 652\ 180\ 76(27) \times 10^{-3}$	$2,3 \times 10^{-10}$	$a_{\pi e}$	$1,159\ 652\ 180\ 787\ 572 \times 10^{-3}$	$0,2 \times 10^{-10}$
a_{μ}	$1,165\ 920\ 91(63) \times 10^{-3}$	$5,4 \times 10^{-7}$	$a_{\pi \mu}$	$1,165\ 920\ 932\ 325\ 338 \times 10^{-3}$	$0,2 \times 10^{-7}$
m_e / m_p	$5,446\ 170\ 2178(22) \times 10^{-4}$	$4,1 \times 10^{-10}$	$r_{\pi ep}$	$5,446\ 170\ 218\ 699\ 091 \times 10^{-4}$	$1,7 \times 10^{-10}$
m_e / m_n	$5,438\ 673\ 4461(32) \times 10^{-4}$	$5,8 \times 10^{-10}$	$r_{\pi en}$	$5,438\ 673\ 445\ 786\ 832 \times 10^{-4}$	$-0,6 \times 10^{-10}$
m_n / m_p	$1,001\ 378\ 419\ 17(45)$	$4,5 \times 10^{-10}$	$r_{\pi np}$	$1,001\ 378\ 419\ 386\ 085$	$2,2 \times 10^{-10}$
μ_p / μ_n	$-1,459\ 898\ 06(34)$	$2,4 \times 10^{-7}$	$r_{\pi \mu, pn}$	$-1,459\ 898\ 124\ 622\ 978$	$0,4 \times 10^{-7}$
$\mu_{\pi \mu} / \mu_{\pi N}$	$-8,890\ 596\ 97(22)$	$2,5 \times 10^{-8}$	$r_{\pi \mu N}$	$-8,890\ 596\ 980\ 041\ 473$	$0,1 \times 10^{-8}$
$m_{\pi \mu} / m_{\pi p}$	$0,112\ 609\ 5272(28)$	$2,5 \times 10^{-8}$	$r_{\pi \mu p}$	$0,112\ 609\ 527\ 029\ 495$	$-0,1 \times 10^{-8}$
R_{∞}	$1,097\ 373\ 156\ 8539(55) \times 10^5$	$5,0 \times 10^{-12}$	$R_{\pi \infty}$	$1,097\ 373\ 156\ 8539 \times 10^5$	0,0
λ_C	$2,426\ 310\ 2389(16) \times 10^{-10}$	$6,5 \times 10^{-10}$	$\lambda_{\pi C}$	$2,426\ 310\ 240\ 7357 \times 10^{-10}$	$7,6 \times 10^{-10}$
a_0	$0,529\ 177\ 210\ 92(17) \times 10^{-8}$	$3,2 \times 10^{-10}$	$a_{\pi 0}$	$0,529\ 177\ 211\ 1187 \times 10^{-8}$	$3,8 \times 10^{-10}$
m_e	$9,109\ 382\ 91(40) \times 10^{-28}$	$4,4 \times 10^{-8}$	$m_{\pi e}$	$9,109\ 382\ 325\ 3402 \times 10^{-28}$	$-6,4 \times 10^{-8}$
h / m_e	$7,273\ 895\ 1040(47)$	$6,5 \times 10^{-10}$	$q_{\pi c}$	$7,273\ 895\ 109\ 4073$	$7,4 \times 10^{-10}$
m_{μ}	$1,883\ 531\ 475(96) \times 10^{-25}$	$5,1 \times 10^{-8}$	$m_{\pi \mu}$	$1,883\ 531\ 351\ 3804 \times 10^{-25}$	$-6,6 \times 10^{-8}$
m_p	$1,672\ 621\ 777(74) \times 10^{-24}$	$4,4 \times 10^{-8}$	$m_{\pi p}$	$1,672\ 621\ 669\ 8229 \times 10^{-24}$	$-6,4 \times 10^{-8}$
m_n	$1,674\ 927\ 351(74) \times 10^{-24}$	$4,4 \times 10^{-8}$	$m_{\pi n}$	$1,674\ 927\ 243\ 9581 \times 10^{-24}$	$-6,4 \times 10^{-8}$
$\lambda_{C, \mu}$	$1,173\ 444\ 103(30) \times 10^{-12}$	$2,5 \times 10^{-8}$	$\lambda_{\pi C, \mu}$	$1,173\ 444\ 105\ 7513 \times 10^{-12}$	$0,2 \times 10^{-8}$
$\lambda_{C, p}$	$1,321\ 409\ 856\ 23(94) \times 10^{-13}$	$7,1 \times 10^{-10}$	$\lambda_{\pi C, p}$	$1,321\ 409\ 857\ 4420 \times 10^{-13}$	$9,2 \times 10^{-10}$
$\lambda_{C, n}$	$1,319\ 590\ 9068(11) \times 10^{-13}$	$8,2 \times 10^{-10}$	$\lambda_{\pi C, n}$	$1,319\ 590\ 907\ 7531 \times 10^{-13}$	$7,2 \times 10^{-10}$
m_u	$1,660\ 538\ 921(73) \times 10^{-24}$	$4,4 \times 10^{-8}$	$m_{\pi u}$	$1,660\ 539\ 062\ 8310 \times 10^{-24}$	$8,5 \times 10^{-8}$
l_p	$1,616\ 199(97) \times 10^{-33}$	$6,0 \times 10^{-5}$	$l_{\pi P} / \sqrt{2\pi}$	$1,616\ 143\ 702\ 8696 \times 10^{-33}$	$-3,4 \times 10^{-5}$
t_p	$5,391\ 06(32) \times 10^{-44}$	$6,0 \times 10^{-5}$	$t_{\pi P} / \sqrt{2\pi}$	$5,390\ 875\ 119\ 5788 \times 10^{-44}$	$-3,4 \times 10^{-5}$
m_p	$2,176\ 51(13) \times 10^{-5}$	$6,0 \times 10^{-5}$	$m_{\pi P} / \sqrt{2\pi}$	$2,176\ 583\ 930\ 6611 \times 10^{-5}$	$3,4 \times 10^{-5}$
h	$6,626\ 069\ 57(29) \times 10^{-27}$	$4,4 \times 10^{-8}$	h_{π}	$6,626\ 069\ 154\ 6014 \times 10^{-27}$	$-6,3 \times 10^{-8}$
G	$6,673\ 84(80) \times 10^{-8}$	$1,2 \times 10^{-4}$	G_{π}	$6,673\ 381\ 632\ 9142 \times 10^{-8}$	$-0,7 \times 10^{-4}$