

Фундаментальные физические постоянные (1998)

От редколлегии: Ниже приведен новый перечень фундаментальных физических постоянных, который был рекомендован рабочей группой по фундаментальным постоянным при Комитете данных для науки и техники (CODATA) Международного совета научных организаций (ICSU) для широкого использования в сфере научных и технологических разработок. Он включает самосогласованный набор численных значений основных констант и конверсионных множителей, полученный на основе подгонки всех имевшихся на конец 1998 г. данных о фундаментальных постоянных методом наименьших квадратов. На ряд следующих лет эти значения будут служить в качестве унифицированного исходного набора данных (по существу уже третьего, так как до него появились таблицы с данными на 1973 и 1986 гг.). Читателям, интересующимся подробным анализом путей определения погрешностей приводимых значений, а также лежащей в их основе подборкой имевшихся результатов измерений, редакция рекомендует обратиться собственно к появившимся в печати отчетам о проделанной упомянутой группой CODATA работе [см. P J Mohr, B N Taylor *J. Phys. Chem. Ref. Data* **28** 1713 (1999); *Rev. Mod. Phys.* **72** 351 (2000); <http://physics.nist.gov/constants>].

PACS numbers: 01.55. + b, 01.90. + g, 06.20.Jr

Таблица 1. Рекомендованные значения фундаментальных физических постоянных (CODATA, 1998)

Величина	Символ	Численное значение	Единица измерения	Стандартная относительная неопределенность u_f
Универсальные постоянные				
Скорость света в вакууме	c, c_0	299792458	м с ⁻¹	(точно)
Магнитная постоянная	μ_0	$4\pi \times 10^{-7} =$ 12,566370614... $\times 10^{-7}$	Н А ⁻²	(точно)
Электрическая постоянная $1/\mu_0 c^2$	ϵ_0	8,854187817... $\times 10^{-12}$	Ф м ⁻¹	(точно)
Характеристический импеданс вакуума $\sqrt{\mu_0/\epsilon_0} = \mu_0 c$	Z_0	376,730313461...	Ом	(точно)
Гравитационная постоянная	G	$6,673(10) \times 10^{-11}$	м ³ кг ⁻¹ с ⁻²	$1,5 \times 10^{-3}$
	$G/\hbar c$	$6,707(10) \times 10^{-39}$	(ГэВ/с ²) ⁻²	$1,5 \times 10^{-3}$
Постоянная Планка	h	$6,62606876(52) \times 10^{-34}$	Дж с	$7,8 \times 10^{-8}$
в эВ с		$4,13566727(16) \times 10^{-15}$	эВ с	$3,9 \times 10^{-8}$
$h/2\pi$	$\hbar$	$1,054571596(82) \times 10^{-34}$	Дж с	$7,8 \times 10^{-8}$
в эВ с		$6,58211889(26) \times 10^{-16}$	эВ с	$3,9 \times 10^{-8}$
Планковская масса $(\hbar c/G)^{1/2}$	m_P	$2,1767(16) \times 10^{-8}$	кг	$7,5 \times 10^{-4}$
Планковская длина $\hbar/m_P c = (\hbar G/c^3)^{1/2}$	l_P	$1,6160(12) \times 10^{-35}$	м	$7,5 \times 10^{-4}$
Планковское время $l_P/c = (\hbar G/c^5)^{1/2}$	t_P	$5,3906(40) \times 10^{-44}$	с	$7,5 \times 10^{-4}$
Электромагнитные постоянные				
Элементарный заряд	e	$1,602176462(63) \times 10^{-19}$	Кл	$3,9 \times 10^{-8}$
	e/h	$2,417989491(95) \times 10^{14}$	А Дж ⁻¹	$3,9 \times 10^{-8}$
Квант магнитного потока $h/2e$	Φ_0	$2,067833636(81) \times 10^{-15}$	Вб	$3,9 \times 10^{-8}$
Квант проводимости $2e^2/h$	G_0	$7,748091696(28) \times 10^{-5}$	См	$3,7 \times 10^{-9}$
Обратный квант проводимости	G_0^{-1}	12906,403786(47)	Ом	$3,7 \times 10^{-9}$
Постоянная Джозефсона ¹ $2e/h$	K_J	$483597,898(19) \times 10^9$	Гц В ⁻¹	$3,9 \times 10^{-8}$
Постоянная фон Клитцинга ² $h/e^2 = \mu_0 c/2\alpha$	R_K	25812,807572(95)	Ом	$3,7 \times 10^{-9}$
Магнетон Бора $e\hbar/2m_e$	μ_B	$927,400899(37) \times 10^{-26}$	Дж Тл ⁻¹	$4,0 \times 10^{-8}$
в эВ Тл ⁻¹		$5,788381749(43) \times 10^{-5}$	эВ Тл ⁻¹	$7,3 \times 10^{-9}$
	μ_B/h	$13,99624624(56) \times 10^9$	Гц Тл ⁻¹	$4,0 \times 10^{-8}$
	$\mu_B/\hbar c$	46,6864521(19)	м ⁻¹ Тл ⁻¹	$4,0 \times 10^{-8}$
	μ_B/k	0,6717131(12)	К Тл ⁻¹	$1,7 \times 10^{-6}$
Ядерный магнетон $e\hbar/2m_p$	μ_N	$5,05078317(20) \times 10^{-27}$	Дж Тл ⁻¹	$4,0 \times 10^{-8}$
в эВ Тл ⁻¹		$3,152451238(24) \times 10^{-8}$	эВ Тл ⁻¹	$7,6 \times 10^{-9}$
	μ_N/h	7,62259396(31)	МГц Тл ⁻¹	$4,0 \times 10^{-8}$
	$\mu_N/\hbar c$	$2,54262366(10) \times 10^{-2}$	м ⁻¹ Тл ⁻¹	$4,0 \times 10^{-8}$
	μ_N/k	$3,6582638(64) \times 10^{-4}$	К Тл ⁻¹	$1,7 \times 10^{-6}$

Продолжение табл. 1

Величина	Символ	Численное значение	Единица измерения	Стандартная относительная неопределенность u_r
Атомные и ядерные постоянные Общепотребительные				
Постоянная тонкой структуры $e^2/4\pi\epsilon_0\hbar c$	α	$7,297352533(27) \times 10^{-3}$		$3,7 \times 10^{-9}$
Обратная постоянная тонкой структуры	α^{-1}	137,03599976(50)		$3,7 \times 10^{-9}$
Постоянная Ридберга $\alpha^2 m_e c^2/2\hbar$	R_∞	10973731,568549(83)	м^{-1}	$7,6 \times 10^{-12}$
	$R_\infty c$	$3,289841960368(25) \times 10^{15}$	Гц	$7,6 \times 10^{-12}$
	$R_\infty \hbar c$	$2,17987190(17) \times 10^{-18}$	Дж	$7,8 \times 10^{-8}$
$R_\infty \hbar c$ в эВ		13,60569172(53)	эВ	$3,9 \times 10^{-8}$
Радиус Бора $\alpha/4\pi R_\infty = 4\pi\epsilon_0\hbar^2/m_e e^2$	a_0	$0,5291772083(19) \times 10^{-10}$	м	$3,7 \times 10^{-9}$
Энергия Хартри $e^2/4\pi\epsilon_0 a_0 = 2R_\infty \hbar c = \alpha^2 m_e c^2$	E_h	$4,35974381(34) \times 10^{-18}$	Дж	$7,8 \times 10^{-8}$
в эВ		27,2113834(11)	эВ	$3,9 \times 10^{-8}$
Квант циркуляции	$h/2m_e$	$3,636947516(27) \times 10^{-4}$	$\text{м}^2 \text{с}^{-1}$	$7,3 \times 10^{-9}$
	h/m_e	$7,273895032(53) \times 10^{-4}$	$\text{м}^2 \text{с}^{-1}$	$7,3 \times 10^{-9}$
Электрослабое взаимодействие				
Постоянная связи Ферми 3	$G_F/(\hbar c)^3$	$1,16639(1) \times 10^{-5}$	ГэВ^{-2}	$8,6 \times 10^{-6}$
Угол слабого смешивания $^4 \theta_W$ (on-shell scheme) $\sin^2 \theta_W = s_W^2 \equiv 1 - (m_W/m_Z)^2$	$\sin^2 \theta_W$	0,2224(19)		$8,7 \times 10^{-3}$
Электрон (e^-)				
Масса электрона в а.е.м., $m_e = A_r(e)$ и (относит. ат. масса электрона · а.е.м.)	m_e	$9,10938188(72) \times 10^{-31}$	кг	$7,9 \times 10^{-8}$
энергетический эквивалент	$m_e c^2$	$5,485799110(12) \times 10^{-4}$	а.е.м.	$2,1 \times 10^{-9}$
в МэВ		$8,18710414(64) \times 10^{-14}$	Дж	$7,9 \times 10^{-8}$
		0,510998902(21)	МэВ	$4,0 \times 10^{-8}$
Отношение масс электрона и мюона	m_e/m_μ	$4,83633210(15) \times 10^{-3}$		$3,0 \times 10^{-8}$
Отношение масс электрона и тау-частицы	m_e/m_τ	$2,87555(47) \times 10^{-4}$		$1,6 \times 10^{-4}$
Отношение масс электрона и протона	m_e/m_p	$5,446170232(12) \times 10^{-4}$		$2,1 \times 10^{-9}$
Отношение масс электрона и нейтрона	m_e/m_n	$5,438673462(12) \times 10^{-4}$		$2,2 \times 10^{-9}$
Отношение масс электрона и дейтрона	m_e/m_d	$2,7244371170(58) \times 10^{-4}$		$2,1 \times 10^{-9}$
Отношение масс электрона и альфа-частицы	m_e/m_α	$1,3709335611(29) \times 10^{-4}$		$2,1 \times 10^{-9}$
Удельный заряд электрона	$-e/m_e$	$-1,758820174(71) \times 10^{11}$	Кл кг^{-1}	$4,0 \times 10^{-8}$
Молярная масса электрона $N_A m_e$	$M(e), M_e$	$5,485799110(12) \times 10^{-7}$	кг моль $^{-1}$	$2,1 \times 10^{-9}$
Комптоновская длина волны электрона $h/m_e c$	λ_C	$2,426310215(18) \times 10^{-12}$	м	$7,3 \times 10^{-9}$
$\lambda_C/2\pi = \alpha a_0 = \alpha^2/4\pi R_\infty$	$\tilde{\lambda}_C$	$386,1592642(28) \times 10^{-15}$	м	$7,3 \times 10^{-9}$
Классический радиус электрона $\alpha^2 a_0$	r_e	$2,817940285(31) \times 10^{-15}$	м	$1,1 \times 10^{-8}$
Томсоновское сечение рассеяния $(8\pi/3)r_e^2$	σ_e	$0,665245854(15) \times 10^{-28}$	м^2	$2,2 \times 10^{-8}$
Магнитный момент электрона	μ_e	$-928,476362(37) \times 10^{-26}$	Дж Тл $^{-1}$	$4,0 \times 10^{-8}$
в ед. магнетона Бора	μ_e/μ_B	$-1,0011596521869(41)$		$4,1 \times 10^{-12}$
в ед. ядерного магнетона	μ_e/μ_N	$-1838,2819660(39)$		$2,1 \times 10^{-9}$
Аномалия магнитного момента электрона $ \mu_e /\mu_B - 1$	a_e	$1,1596521869(41) \times 10^{-3}$		$3,5 \times 10^{-9}$
Электронный g-фактор $-2(1 + a_e)$	g_e	$-2,0023193043737(82)$		$4,1 \times 10^{-12}$
Отношение магнитных моментов электрона и мюона	μ_e/μ_μ	206,7669720(63)		$3,0 \times 10^{-8}$
Отношение магнитных моментов электрона и протона	μ_e/μ_p	$-658,2106875(66)$		$1,0 \times 10^{-8}$
Отношение магнитных моментов электрона и экранированного протона (H_2O , сфера, 25 °C)	μ_e/μ'_p	$-658,2275954(71)$		$1,1 \times 10^{-8}$
Отношение магнитных моментов электрона и нейтрона	μ_e/μ_n	960,92050(23)		$2,4 \times 10^{-7}$
Отношение магнитных моментов электрона и дейтрона	μ_e/μ_d	$-2143,923498(23)$		$1,1 \times 10^{-8}$
Отношение магнитных моментов электрона и экранированного гелиона 5 (газ, сфера, 25 °C)	μ_e/μ'_h	864,058255(10)		$1,2 \times 10^{-8}$
Гиромагнитное отношение для электрона $2 \mu_e /\hbar$	γ_e	$1,760859794(71) \times 10^{11}$	$\text{с}^{-1} \text{Тл}^{-1}$	$4,0 \times 10^{-8}$
	$\gamma_e/2\pi$	28024,9540(11)	МГц Тл $^{-1}$	$4,0 \times 10^{-8}$
Мюон (μ^-)				
Масса мюона	m_μ	$1,88353109(16) \times 10^{-28}$	кг	$8,4 \times 10^{-8}$
в а.е.м., $m_\mu = A_r(\mu)$ и (относит. ат. масса мюона · а.е.м.)		0,1134289168(34)	а.е.м.	$3,0 \times 10^{-8}$
энергетический эквивалент	$m_\mu c^2$	$1,69283332(14) \times 10^{-11}$	Дж	$8,4 \times 10^{-8}$
в МэВ		105,6583568(52)	МэВ	$4,9 \times 10^{-8}$
Отношение масс мюона и электрона	m_μ/m_e	206,7682657(63)		$3,0 \times 10^{-8}$
Отношение масс мюона и тау-частицы	m_μ/m_τ	$5,94572(97) \times 10^{-2}$		$1,6 \times 10^{-4}$

Продолжение табл. 1

Величина	Символ	Численное значение	Единица измерения	Стандартная относительная неопределенность u_f
Отношение масс мюона и протона	m_μ/m_p	0,1126095173(34)		$3,0 \times 10^{-8}$
Отношение масс мюона и нейтрона	m_μ/m_n	0,1124545079(34)		$3,0 \times 10^{-8}$
Молярная масса мюона $N_A m_\mu$	$M(\mu), M_\mu$	$0,1134289168(34) \times 10^{-3}$	кг моль ⁻¹	$3,0 \times 10^{-8}$
Комптоновская длина волны мюона $h/m_\mu c$	$\lambda_{C,\mu}$	$11,73444197(35) \times 10^{-15}$	м	$2,9 \times 10^{-8}$
$\lambda_{C,\mu}/2\pi$	$\tilde{\lambda}_{C,\mu}$	$1,867594444(55) \times 10^{-15}$	м	$2,9 \times 10^{-8}$
Магнитный момент мюона	μ_μ	$-4,49044813(22) \times 10^{-26}$	Дж Тл ⁻¹	$4,9 \times 10^{-8}$
в ед. магнетона Бора	μ_μ/μ_B	$-4,84197085(15) \times 10^{-3}$		$3,0 \times 10^{-8}$
в ед. ядерного магнетона	μ_μ/μ_N	-8,89059770(27)		$3,0 \times 10^{-8}$
Аномалия магнитного момента мюона $ \mu_\mu /(e\hbar/2m_\mu) - 1$	a_μ	$1,16591602(64) \times 10^{-3}$		$5,5 \times 10^{-7}$
Мюонный g-фактор $-2(1 + a_\mu)$	g_μ	-2,0023318320(13)		$6,4 \times 10^{-10}$
Отношение магнитных моментов мюона и протона	μ_μ/μ_p	-3,18334539(10)		$3,2 \times 10^{-8}$
Тау-частица (τ^-)				
Масса тау-частицы ⁶	m_τ	$3,16788(52) \times 10^{-27}$	кг	$1,6 \times 10^{-4}$
в а.е.м., $m_\tau = A_\tau(\tau)$ и (относит. ат. масса тау-частицы · а.е.м.)		1,90774(31)	а.е.м.	$1,6 \times 10^{-4}$
энергетический эквивалент	$m_\tau c^2$	$2,84715(46) \times 10^{-10}$	Дж	$1,6 \times 10^{-4}$
в МэВ		1777,05(29)	МэВ	$1,6 \times 10^{-4}$
Отношение масс тау-частицы и электрона	m_τ/m_e	3477,60(57)		$1,6 \times 10^{-4}$
Отношение масс тау-частицы и мюона	m_τ/m_μ	16,8188(27)		$1,6 \times 10^{-4}$
Отношение масс тау-частицы и протона	m_τ/m_p	1,89396(31)		$1,6 \times 10^{-4}$
Отношение масс тау-частицы и нейтрона	m_τ/m_n	1,89135(31)		$1,6 \times 10^{-4}$
Молярная масса тау-частицы $N_A m_\tau$	$M(\tau), M_\tau$	$1,90774(31) \times 10^{-3}$	кг моль ⁻¹	$1,6 \times 10^{-4}$
Комптоновская длина волны тау-частицы $h/m_\tau c$	$\lambda_{C,\tau}$	$0,69770(11) \times 10^{-15}$	м	$1,6 \times 10^{-4}$
$\lambda_{C,\tau}/2\pi$	$\tilde{\lambda}_{C,\tau}$	$0,111042(18) \times 10^{-15}$	м	$1,6 \times 10^{-4}$
Протон (p)				
Масса протона	m_p	$1,67262158(13) \times 10^{-27}$	кг	$7,9 \times 10^{-8}$
в а.е.м., $m_p = A_p(p)$ и (относит. ат. масса протона · а.е.м.)		1,00727646688(13)	а.е.м.	$1,3 \times 10^{-10}$
энергетический эквивалент	$m_p c^2$	$1,50327731(12) \times 10^{-10}$	Дж	$7,9 \times 10^{-8}$
в МэВ		938,271998(38)	МэВ	$4,0 \times 10^{-8}$
Отношение масс протона и электрона	m_p/m_e	1836,1526675(39)		$2,1 \times 10^{-9}$
Отношение масс протона и мюона	m_p/m_μ	8,88024408(27)		$3,0 \times 10^{-8}$
Отношение масс протона и тау-частицы	m_p/m_τ	0,527994(86)		$1,6 \times 10^{-4}$
Отношение масс протона и нейтрона	m_p/m_n	0,99862347855(58)		$5,8 \times 10^{-10}$
Удельный заряд протона	e/m_p	$9,57883408(38) \times 10^7$	Кл кг ⁻¹	$4,0 \times 10^{-8}$
Молярная масса протона $N_A m_p$	$M(p), M_p$	$1,00727646688(13) \times 10^{-3}$	кг моль ⁻¹	$1,3 \times 10^{-10}$
Комптоновская длина волны протона $h/m_p c$	$\lambda_{C,p}$	$1,321409847(10) \times 10^{-15}$	м	$7,6 \times 10^{-9}$
$\lambda_{C,p}/2\pi$	$\tilde{\lambda}_{C,p}$	$0,2103089089(16) \times 10^{-15}$	м	$7,6 \times 10^{-9}$
Магнитный момент протона	μ_p	$1,410606633(58) \times 10^{-26}$	Дж Тл ⁻¹	$4,1 \times 10^{-8}$
в ед. магнетона Бора	μ_p/μ_B	$1,521032203(15) \times 10^{-3}$		$1,0 \times 10^{-8}$
в ед. ядерного магнетона	μ_p/μ_N	2,792847337(29)		$1,0 \times 10^{-8}$
Протонный g-фактор $2\mu_p/\mu_N$	g_p	5,585694675(57)		$1,0 \times 10^{-8}$
Отношение магнитных моментов протона и нейтрона	μ_p/μ_n	-1,45989805(34)		$2,4 \times 10^{-7}$
Магнитный момент экранированного протона (H ₂ O, сфера, 25 °C)	μ'_p	$1,410570399(59) \times 10^{-26}$	Дж Тл ⁻¹	$4,2 \times 10^{-8}$
в ед. магнетона Бора	μ'_p/μ_B	$1,520993132(16) \times 10^{-3}$		$1,1 \times 10^{-8}$
в ед. ядерного магнетона	μ'_p/μ_N	2,792775597(31)		$1,1 \times 10^{-8}$
Поправка на магнитное экранирование протона $1 - \mu'_p/\mu_p$ (H ₂ O, сфера, 25 °C)	σ'_p	$25,687(15) \times 10^{-6}$		$5,7 \times 10^{-4}$
Гиромагнитное отношение для протона $2\mu_p/\hbar$	γ_p	$2,67522212(11) \times 10^8$	с ⁻¹ Тл ⁻¹	$4,1 \times 10^{-8}$
	$\gamma_p/2\pi$	42,5774825(18)	МГц Тл ⁻¹	$4,1 \times 10^{-8}$
Гиромагнитное отношение для экранированного протона $2\mu'_p/\hbar$ (H ₂ O, сфера, 25 °C)	γ'_p	$2,67515341(11) \times 10^8$	с ⁻¹ Тл ⁻¹	$4,2 \times 10^{-8}$
	$\gamma'_p/2\pi$	42,5763888(18)	МГц Тл ⁻¹	$4,2 \times 10^{-8}$
Нейтрон (n)				
Масса нейтрона	m_n	$1,67492716(13) \times 10^{-27}$	кг	$7,9 \times 10^{-8}$
в а.е.м., $m_n = A_n(n)$ и (относит. ат. масса нейтрона · а.е.м.)		1,00866491578(55)	а.е.м.	$5,4 \times 10^{-10}$
энергетический эквивалент	$m_n c^2$	$1,50534946(12) \times 10^{-10}$	Дж	$7,9 \times 10^{-8}$
в МэВ		939,565330(38)	МэВ	$4,0 \times 10^{-8}$

Продолжение табл. 1

Величина	Символ	Численное значение	Единица измерения	Стандартная относительная неопределенность u_f
Отношение масс нейтрона и электрона	m_n/m_e	1838,6836550(40)		$2,2 \times 10^{-9}$
Отношение масс нейтрона и мюона	m_n/m_μ	8,89248478(27)		$3,0 \times 10^{-8}$
Отношение масс нейтрона и тау-частицы	m_n/m_τ	0,528722(86)		$1,6 \times 10^{-4}$
Отношение масс нейтрона и протона	m_n/m_p	1,00137841887(58)		$5,8 \times 10^{-10}$
Молярная масса нейтрона N_A/m_n	$M(n), M_n$	$1,00866491578(55) \times 10^{-3}$	кг моль ⁻¹	$5,4 \times 10^{-10}$
Комптоновская длина волны нейтрона $h/m_n c$	$\lambda_{C,n}$	$1,319590898(10) \times 10^{-15}$	м	$7,6 \times 10^{-9}$
$\lambda_{C,n}/2\pi$	$\tilde{\lambda}_{C,n}$	$0,2100194142(16) \times 10^{-15}$	м	$7,6 \times 10^{-9}$
Магнитный момент нейтрона	μ_n	$-0,96623640(23) \times 10^{-26}$	Дж Тл ⁻¹	$2,4 \times 10^{-7}$
в ед. магнетона Бора	μ_n/μ_B	$-1,04187563(25) \times 10^{-3}$		$2,4 \times 10^{-7}$
в ед. ядерного магнетона	μ_n/μ_N	-1,91304272(45)		$2,4 \times 10^{-7}$
Нейтронный g-фактор $2\mu_n/\mu_N$	g_n	-3,82608545(90)		$2,4 \times 10^{-7}$
Отношение магнитных моментов нейтрона и электрона	μ_n/μ_e	$1,04066882(25) \times 10^{-3}$		$2,4 \times 10^{-7}$
Отношение магнитных моментов нейтрона и протона	μ_n/μ_p	-0,68497934(16)		$2,4 \times 10^{-7}$
Отношение магнитных моментов нейтрона и экранированного протона (H ₂ O, сфера, 25 °C)	μ_n/μ'_p	-0,68499694(16)		$2,4 \times 10^{-7}$
Гиромагнитное отношение для нейтрона $2 \mu_n /\hbar$	γ_n	$1,83247188(44) \times 10^8$	с ⁻¹ Тл ⁻¹	$2,4 \times 10^{-7}$
$\gamma_n/2\pi$		29,1646958(70)	МГц Тл ⁻¹	$2,4 \times 10^{-7}$
Дейтрон (d)				
Масса дейтрона	m_d	$3,34358309(26) \times 10^{-27}$	кг	$7,9 \times 10^{-8}$
в а.е.м., $m_d = A_r(d)$ и (относит. ат. масса дейтрона · а.е.м.)		2,01355321271(35)	а.е.м.	$1,7 \times 10^{-10}$
энергетический эквивалент	$m_d c^2$	$3,00506262(24) \times 10^{-10}$	Дж	$7,9 \times 10^{-8}$
в МэВ		1875,612762(75)	МэВ	$4,0 \times 10^{-8}$
Отношение масс дейтрона и электрона	m_d/m_e	3670,4829550(78)		$2,1 \times 10^{-9}$
Отношение масс дейтрона и протона	m_d/m_p	1,99900750083(41)		$2,0 \times 10^{-10}$
Молярная масса дейтрона $N_A m_d$	$M(d), M_d$	$2,01355321271(35) \times 10^{-3}$	кг моль ⁻¹	$1,7 \times 10^{-10}$
Магнитный момент дейтрона	μ_d	$0,433073457(18) \times 10^{-26}$	Дж Тл ⁻¹	$4,2 \times 10^{-8}$
в ед. магнетона Бора	μ_d/μ_B	$0,4669754556(50) \times 10^{-3}$		$1,1 \times 10^{-8}$
в ед. ядерного магнетона	μ_d/μ_N	0,8574382284(94)		$1,1 \times 10^{-8}$
Отношение магнитных моментов дейтрона и электрона	μ_d/μ_e	$-4,664345537(50) \times 10^{-4}$		$1,1 \times 10^{-8}$
Отношение магнитных моментов дейтрона и протона	μ_d/μ_p	0,3070122083(45)		$1,5 \times 10^{-8}$
Отношение магнитных моментов дейтрона и нейтрона	μ_d/μ_n	-0,44820652(11)		$2,4 \times 10^{-7}$
Гелион (h)				
Масса гелиона ⁵	m_h	$5,00641174(39) \times 10^{-27}$	кг	$7,9 \times 10^{-8}$
в а.е.м., $m_h = A_r(h)$ и (относит. ат. масса гелиона · а.е.м.)		3,01493223469(86)	а.е.м.	$2,8 \times 10^{-10}$
энергетический эквивалент	$m_h c^2$	$4,49953848(35) \times 10^{-10}$	Дж	$7,9 \times 10^{-8}$
в МэВ		2808,39132(11)	МэВ	$4,0 \times 10^{-8}$
Отношение масс гелиона и электрона	m_h/m_e	5495,885238(12)		$2,1 \times 10^{-9}$
Отношение масс гелиона и протона	m_h/m_p	2,99315265850(93)		$3,1 \times 10^{-10}$
Молярная масса гелиона $N_A m_h$	$M(h), M_h$	$3,01493223469(86) \times 10^{-3}$	кг моль ⁻¹	$2,8 \times 10^{-10}$
Магнитный момент экранированного гелиона (газ, сфера, 25 °C)	μ'_h	$-1,074552967(45) \times 10^{-26}$	Дж Тл ⁻¹	$4,2 \times 10^{-8}$
в ед. магнетона Бора	μ'_h/μ_B	$-1,158671474(14) \times 10^{-3}$		$1,2 \times 10^{-8}$
в ед. ядерного магнетона	μ'_h/μ_N	-2,127497718(25)		$1,2 \times 10^{-8}$
Отношение магнитных моментов экранированного гелиона и протона (газ, сфера, 25 °C)	μ'_h/μ_p	-0,761766563(12)		$1,5 \times 10^{-8}$
Отношение магнитных моментов экранированного гелиона и экранированного протона (газ/H ₂ O, сферы, 25 °C)	μ'_h/μ'_p	-0,7617861313(33)		$4,3 \times 10^{-9}$
Гиромагнитное отношение для экранированного гелиона $2 \mu'_h /\hbar$ (газ, сфера, 25 °C)	γ'_h	$2,037894764(85) \times 10^8$	с ⁻¹ Тл ⁻¹	$4,2 \times 10^{-8}$
$\gamma'_h/2\pi$		32,4341025(14)	МГц Тл ⁻¹	$4,2 \times 10^{-8}$
Альфа-частица (α)				
Масса альфа-частицы	m_α	$6,64465598(52) \times 10^{-27}$	кг	$7,9 \times 10^{-8}$
в а.е.м., $m_\alpha = A_r(\alpha)$ и (относит. ат. масса альфа-частицы · а.е.м.)		4,0015061747(10)	а.е.м.	$2,5 \times 10^{-10}$
энергетический эквивалент	$m_\alpha c^2$	$5,97191897(47) \times 10^{-10}$	Дж	$7,9 \times 10^{-8}$
в МэВ		3727,37904(15)	МэВ	$4,0 \times 10^{-8}$
Отношение масс альфа-частицы и электрона	m_α/m_e	7294,299508(16)		$2,1 \times 10^{-9}$
Отношение масс альфа-частицы и протона	m_α/m_p	3,9725996846(11)		$2,8 \times 10^{-10}$
Молярная масса альфа-частицы $N_A m_\alpha$	$M(\alpha), M_\alpha$	$4,0015061747(10) \times 10^{-3}$	кг моль ⁻¹	$2,5 \times 10^{-10}$

Окончание табл. 1

Величина	Символ	Численное значение	Единица измерения	Стандартная относительная неопределенность u_r
Физико-химические постоянные				
Постоянная Авогадро	N_A, L	$6,02214199(47) \times 10^{23}$	моль ⁻¹	$7,9 \times 10^{-8}$
Атомная постоянная массы				
$m_u = \frac{1}{12} m(^{12}\text{C}) = 1 \text{ u} = 10^{-3} \text{ кг моль}^{-1}/N_A$	m_u	$1,66053873(13) \times 10^{-27}$	кг	$7,9 \times 10^{-8}$
энергетический эквивалент в МэВ	$m_u c^2$	$1,49241778(12) \times 10^{-10}$ $931,494013(37)$	Дж МэВ	$7,9 \times 10^{-8}$ $4,0 \times 10^{-8}$
Число Фарадея $^7 N_A e$	F	$96485,3415(39)$	Кл моль ⁻¹	$4,0 \times 10^{-8}$
Молярная постоянная Планка	$N_A h$ $N_A h c$	$3,990312689(30) \times 10^{-10}$ $0,11962656492(91)$	Дж с моль ⁻¹ Дж м моль ⁻¹	$7,6 \times 10^{-9}$ $7,6 \times 10^{-9}$
Универсальная газовая постоянная	R	$8,314472(15)$	Дж моль ⁻¹ К ⁻¹	$1,7 \times 10^{-6}$
Постоянная Больцмана R/N_A в эВ К ⁻¹	k k/h k/hc	$1,3806503(24) \times 10^{-23}$ $8,617342(15) \times 10^{-5}$ $2,0836644(36) \times 10^{10}$ $69,50356(12)$	Дж К ⁻¹ эВ К ⁻¹ Гц К ⁻¹ м ⁻¹ К ⁻¹	$1,7 \times 10^{-6}$ $1,7 \times 10^{-6}$ $1,7 \times 10^{-6}$ $1,7 \times 10^{-6}$
Объем моля идеального газа RT/p $T = 273,15 \text{ К}, p = 101,325 \text{ кПа}$	V_m	$22,413996(39) \times 10^{-3}$	м ³ моль ⁻¹	$1,7 \times 10^{-6}$
Число Лошмидта N_A/V_m $T = 273,15 \text{ К}, p = 100 \text{ кПа}$	n_0 V_m	$2,6867775(47) \times 10^{25}$ $22,710981(40) \times 10^{-3}$	м ⁻³ м ³ моль ⁻¹	$1,7 \times 10^{-6}$ $1,7 \times 10^{-6}$
Постоянная Сакура – Тетроде (постоянная абсолютной энтропии) ⁸				
$\frac{5}{2} + \ln [(2\pi m_u k T_1 / h^2)^{3/2} k T_1 / p_0]$				
$T_1 = 1 \text{ К}, p_0 = 100 \text{ кПа}$ $T_1 = 1 \text{ К}, p_0 = 101,325 \text{ кПа}$	S_0/R	$-1,1517048(44)$ $-1,1648678(44)$		$3,8 \times 10^{-6}$ $3,7 \times 10^{-6}$
Постоянная Стефана – Больцмана $(\pi^2/60)k^4/\hbar^3 c^2$	σ	$5,670400(40) \times 10^{-8}$	Вт м ⁻² К ⁻⁴	$7,0 \times 10^{-6}$
Первая радиационная постоянная $2\pi\hbar c^2$	c_1	$3,74177107(29) \times 10^{-16}$	Вт м ²	$7,8 \times 10^{-8}$
Первая радиационная постоянная для спектральной лучистости $2\hbar c^2$	c_{1L}	$1,191042722(93) \times 10^{-16}$	Вт м ² ср ⁻¹	$7,8 \times 10^{-8}$
Вторая радиационная постоянная $\hbar c/k$	c_2	$1,4387752(25) \times 10^{-2}$	м К	$1,7 \times 10^{-6}$
Постоянная Вина $b = \lambda_{\max} T = c_2/4,965114231 \dots$	b	$2,8977686(51) \times 10^{-3}$	м К	$1,7 \times 10^{-6}$

¹ См. таблицу "Значения, принятые международным сообществом" ('Internationally Adopted Values'), в которой содержится общепринятое (стандартное) значение, позволяющее реализовать представления вольта с помощью эффекта Джозефсона.

² См. таблицу "Значения, принятые международным сообществом" ('Internationally Adopted Values'), в которой содержится общепринятое (стандартное) значение, позволяющее реализовать представления ома с помощью квантового эффекта Холла.

³ Значение рекомендовано Particle Data Group [C. Caso et al. *Eur. Phys. J.* **3** 1 (1998)].

⁴ Получено исходя из отношения масс (m_W/m_Z) W- и Z-бозонов, рекомендованного PDG [C. Caso et al. *Eur. Phys. J.* **3** 1(1998)]. Рекомендованное ими же значение $\sin^2 \theta_W$, найденное исходя из особого варианта модифицированной схемы минимальных вычитаний ($\overline{\text{MS}}$), составляет $\sin^2 \theta_W(M_Z) = 0,23124(24)$.

⁵ Гелион (h) представляет собой ядро изотопа ^3He .

⁶ Это и все последующие значения, включающие m_τ , основываются на величине $m_\tau c^2$ в МэВ, рекомендованной PDG [C. Caso et al. *Eur. Phys. J.* **3** 1 (1998)], но со стандартной неопределенностью в 0,29 МэВ, а не цитированной неопределенностью от -0,26 МэВ до +0,29 МэВ.

⁷ Численное значение F , используемое в химии в процессе коллометрических измерений, составляет 96485,3432(76) [$7,9 \times 10^{-8}$] в случае измерений тока в терминах представлений вольта и ома, базирующихся на эффекте Джозефсона и квантовом эффекте Холла, и использования общепринятых значений постоянных Джозефсона (K_{J-90}) и фон Клитцинга (R_{K-90}), содержащихся в таблице 'IAV'.

⁸ Энтропия идеального одноатомного газа частиц с относительной атомной массой A_r равна

$$S = S_0 + \frac{3}{2} R \ln A_r - R \ln \left(\frac{p}{p_0} \right) + \frac{5}{2} R \ln (T \text{ К}).$$

Таблица 2. Принятые международные значения ряда величин

Величина	Символ	Численное значение	Единица измерения	Стандартная относительная неопределенность u_r
Молярная масса ^{12}C	$M(^{12}\text{C})$	12×10^{-3}	кг моль $^{-1}$	(точно)
Молярная единица массы ¹ $M(^{12}\text{C})/12$	M_u	1×10^{-3}	кг моль $^{-1}$	(точно)
Принятое значение постоянной Джозефсона ²	K_{J-90}	483597,9	ГГц В $^{-1}$	(точно)
Принятое значение постоянной фон Клитцинга ³	R_{K-90}	25812,807	Ом	(точно)
Атмосфера (норм.)		101325	Па	(точно)
Стандартное ускорение свободного падения	g_n	9,80665	м с $^{-2}$	(точно)

¹ Относительная атомная масса $A_r(X)$ частицы X массой $m(X)$ определена как $A_r(X) = m(X)/m_u$, где атомная постоянная массы $m_u = m(^{12}\text{C})/12 = M_u/N_A = 1$ а.е.м., N_A — постоянная Авогадро. При этом масса частицы X равна $m(X) = A_r(X)$ а.е.м., а молярная масса частицы X равна $M(X) = A_r(X)M_u$.

² Это значение принято международным сообществом, позволяя реализовать представления вольта на основе эффекта Джозефсона.

³ Это значение принято международным сообществом, позволяя реализовать представления ома на основе квантового эффекта Холла.

Таблица 3. Рекомендованные значения энергетических эквивалентов (CODATA, 1998)

Единица измерения				
	Дж	кг	м $^{-1}$	Гц
1 Дж	(1 Дж) = 1 Дж	(1 Дж)/ c^2 = $1,112650056 \times 10^{-17}$ кг	(1 Дж)/ hc = $5,03411762(39) \times 10^{24}$ м $^{-1}$	(1 Дж)/ h = $1,50919050(12) \times 10^{33}$ Гц
1 кг	(1 кг) c^2 = $8,987551787 \times 10^{16}$ Дж	(1 кг) = 1 кг	(1 кг) c/h = $4,52443929(35) \times 10^{41}$ м $^{-1}$	(1 кг) c^2/h = $1,35639277(11) \times 10^{50}$ Гц
1 м $^{-1}$	(1 м $^{-1}$) hc = $1,98644544(16) \times 10^{-25}$ Дж	(1 м $^{-1}$) h/c = $2,21021863(17) \times 10^{-42}$ кг	(1 м $^{-1}$) = 1 м $^{-1}$	(1 м $^{-1}$) c = 299792458 Гц
1 Гц	(1 Гц) h = $6,62606876(52) \times 10^{-34}$ Дж	(1 Гц) h/c^2 = $7,37249578(58) \times 10^{-51}$ кг	(1 Гц) c = $3,335640952 \times 10^{-9}$ м $^{-1}$	(1 Гц) = 1 Гц
1 К	(1 К) k = $1,3806503(24) \times 10^{-23}$ Дж	(1 К) k/c^2 = $1,5361807(27) \times 10^{-40}$ кг	(1 К) k/hc = $69,50356(12)$ м $^{-1}$	(1 К) k/h = $2,0836644(36) \times 10^{10}$ Гц
1 эВ	(1 эВ) = $1,602176462(63) \times 10^{-19}$ Дж	(1 эВ) c^2 = $1,782661731(70) \times 10^{-36}$ кг	(1 эВ) hc = $8,06554477(32) \times 10^5$ м $^{-1}$	(1 эВ) h = $2,417989491(95) \times 10^{14}$ Гц
1 а.е.м.	(1 а.е.м.) c^2 = $1,49241778(12) \times 10^{-10}$ Дж	(1 а.е.м.) = $1,66053873(13) \times 10^{-27}$ кг	(1 а.е.м.) c/h = $7,513006658(57) \times 10^{14}$ м $^{-1}$	(1 а.е.м.) c^2/h = $2,252342733(17) \times 10^{23}$ Гц
1 E_h	(1 E_h) = $4,35974381(34) \times 10^{-18}$ Дж	(1 E_h) c^2 = $4,85086919(38) \times 10^{-35}$ кг	(1 E_h) hc = $2,194746313710(17) \times 10^7$ м $^{-1}$	(1 E_h) h = $6,579683920735(50) \times 10^{15}$ Гц

Окончание табл. 3

Единица измерения				
	К	эВ	а.е.м.	E_h
1 Дж	(1 Дж)/ k = $7,242964(13) \times 10^{22}$ К	(1 Дж) = $6,24150974(24) \times 10^{18}$ эВ	(1 Дж) c^2 = $6,70053662(53) \times 10^9$ а.е.м.	(1 Дж) = $2,29371276(18) \times 10^{17}$ E_h
1 кг	(1 кг) c^2/k = $6,509651(11) \times 10^{39}$ К	(1 кг) c^2 = $5,60958921(22) \times 10^{35}$ эВ	(1 кг) = $6,02214199(47) \times 10^{26}$ а.е.м.	(1 кг) c^2 = $2,06148622(16) \times 10^{34}$ E_h
1 м $^{-1}$	(1 м $^{-1}$) hc/k = $1,4387752(25) \times 10^{-2}$ К	(1 м $^{-1}$) hc = $1,239841857(49) \times 10^{-6}$ эВ	(1 м $^{-1}$) h/c = $1,331025042(10) \times 10^{-15}$ а.е.м.	(1 м $^{-1}$) hc = $4,556335252750(35) \times 10^{-8}$ E_h
1 Гц	(1 Гц) h/k = $4,7992374(84) \times 10^{-11}$ К	(1 Гц) h = $4,13566727(16) \times 10^{-15}$ эВ	(1 Гц) h/c^2 = $4,439821637(34) \times 10^{-24}$ а.е.м.	(1 Гц) h = $1,519829846003(12) \times 10^{-16}$ E_h
1 К	(1 К) = 1 К	(1 К) k = $8,617342(15) \times 10^{-5}$ эВ	(1 К) k/c^2 = $9,251098(16) \times 10^{-14}$ а.е.м.	(1 К) k = $3,1668153(55) \times 10^{-6}$ E_h
1 эВ	(1 эВ) k = $1,1604506(20) \times 10^4$ К	(1 эВ) = 1 эВ	(1 эВ) c^2 = $1,073544206(43) \times 10^{-9}$ а.е.м.	(1 эВ) = $3,67493260(14) \times 10^{-2}$ E_h
1 а.е.м.	(1 а.е.м.) c^2/k = $1,0809528(19) \times 10^{13}$ К	(1 а.е.м.) c^2 = $931,494013(37) \times 10^6$ эВ	(1 а.е.м.) = 1 а.е.м.	(1 а.е.м.) c^2 = $3,423177709(26) \times 10^7$ E_h
1 E_h	(1 E_h) k = $3,1577465(55) \times 10^5$ К	(1 E_h) = $27,2113834(11)$ эВ	(1 E_h) c^2 = $2,921262304(22) \times 10^{-8}$ а.е.м.	(1 E_h) = 1 E_h