



**ТАБЛИЦЫ
СТАНДАРТНЫХ СПРАВОЧНЫХ ДАННЫХ**

**ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ
ФИЗИЧЕСКИЕ КОНСТАНТЫ**

ГСССД 1-76

Издание официальное

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ
Москва**

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЛУЖБА
СТАНДАРТНЫХ СПРАВОЧНЫХ ДАННЫХ
(ГСССД)

ТАБЛИЦЫ
СТАНДАРТНЫХ СПРАВОЧНЫХ ДАННЫХ

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ КОНСТАНТЫ

ГСССД 1-76

Издание официальное

ИЗДАТЕЛЬСТВО СТАНДАРТОВ
Москва — 1979

ПРИНЯТЫ в качестве международных рекомендаций VIII Генеральной Ассамблеей Международного комитета по численным данным для науки и техники (КОДАТА)

ПРЕДСТАВЛЕНЫ К УТВЕРЖДЕНИЮ Советским национальным комитетом по сбору и оценке численных данных в области науки и техники Президиума АН СССР

ПОДГОТОВЛЕНЫ К УТВЕРЖДЕНИЮ: Ордена Ленина Физико-техническим институтом им. А. Ф. Иоффе АН СССР; Всесоюзным ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательским институтом метрологии им. Д. И. Менделеева; Всесоюзным научно-исследовательским центром Государственной службы стандартных справочных данных Госстандарта

УТВЕРЖДЕНЫ Государственным комитетом стандартов Совета Министров СССР 31 марта 1976 г. [протокол № 38]

Переиздание. Сентябрь 1979 г.

© Издательство стандартов, 1979

Приводимые ниже согласованные значения фундаментальных физических констант вычислены на основе данных измерения отдельных констант и некоторых их комбинаций. Измерения проводились в СССР, США, Англии, Франции, Австралии, Канаде, Японии, ФРГ, Венгрии, Голландии в 1958—1972 гг. Сравнительная оценка экспериментальных данных и их согласование по методу наименьших квадратов были осуществлены Рабочей группой по фундаментальным константам Международного комитета по численным данным для науки и техники — КОДАТА [1]. В сентябре 1973 г. VIII Генеральная Ассамблея КОДАТА приняла эти данные в качестве таблицы рекомендованных значений фундаментальных физических констант [2]. В настоящее время эта таблица является единственным действующим международным согласованным документом, систематизирующим значения фундаментальных констант.

Новые экспериментальные и теоретические работы потребуют в будущем пересмотра значений констант и проведения процедуры их утверждения. Появления следующей международной таблицы рекомендованных значений фундаментальных физических констант можно ожидать не ранее 1980—1981 гг.

Систематическая обработка новых данных по фундаментальным константам ведется в НПО «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева» [3]. Информацию по вопросам, связанным с фундаментальными константами, можно получить также в Советском национальном комитете КОДАТА (председатель Рабочей группы по фундаментальным константам проф. Б. А. Мамырин — 194021, Ленинград, Политехническая ул., д. 26, ФТИ им. А. Ф. Иоффе АН СССР) и во Всесоюзном научно-исследовательском центре ГСССД Госстандарта (начальник ВНИЦ ГСССД канд. техн. наук А. Д. Козлов — 117334, Москва, Ездаков пер., д. 1).

Для удобства пользования порядок расположения констант в приводимой таблице изменен по сравнению с опубликованной в [1, 2]. В приложении к таблице приведены значения переводных множителей для единиц, используемых при расчетах, связанных с фундаментальными константами.

Числовые значения даны в Международной системе единиц (СИ). Число в скобках после числового значения величины соответствует стандартному отклонению этого значения для последних указанных значащих цифр.

При вычислении были приняты следующие значения единиц:

метр (м): длина, равная 1650763,73 длин волн в вакууме излучения, соответствующего переходу между уровнями $2p_{10}$ и $5d_5$ атома криптона-86;

килограмм (кг): масса, равная массе международного прототипа килограмма;

секунда (с): время, равное 9192631770 периодам излучения, соответствующего переходу между двумя сверхтонкими уровнями основного состояния атома цезия-133;

ампер (А): сила неизменяющегося тока, который, проходя по двум прямым параллельным проводникам бесконечной длины и ничтожно малого поперечного сечения, расположенным в вакууме на расстоянии 1 м один от другого, создал бы между этими проводниками силу, равную $2 \cdot 10^{-7}$ Н на каждый метр длины;

кельвин (К): $1/273,16$ часть термодинамической температуры тройной точки воды;

моль (моль): количество вещества системы, содержащей столько же структурных элементов, сколько атомов содержится в нуклиде ^{12}C массой 0,012 кг;

кандела (кд): сила света, излучаемого в перпендикулярном направлении с поверхности черного тела площадью $1/600000$ м² при температуре излучателя, равной температуре застывания платины при давлении 101325 Па (Н·м⁻²);

атомная единица массы (а.е.м.): $1/12$ часть массы атома нуклида ^{12}C ;

нормальная атмосфера (атм): 101325 Па (Н·м⁻²);

нормальное ускорение (g_n): $9,80665$ м·с⁻² = 980665 мгал (1 гал = 10^{-2} м·с⁻²);

термохимическая калория (кал): 4,184 Дж.

В таблицах использованы следующие обозначения:

V — вольт; Кл — кулон; Гц — герц; Дж — джоуль; Вт — ватт; Тл — тесла; Гн — генри; Ф — фарад; Вб — вебер; Н — ньютон; Па — паскаль; X — единица измерения рентгеновских длин волн;

ЗНАЧЕНИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ КОНСТАНТ

Константа	Обозначение	Числовое значение	Средняя квадратическая погрешность $\sigma \cdot 10^{-4}, \%$
Гравитационная постоянная	G	$6,6720(41) \cdot 10^{-11} \text{ Нм}^2 \cdot \text{кг}^{-2}$	615
Скорость света в вакууме	c	$299792458 (1,2) \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$	0,004
Магнитная постоянная	μ_0	$4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Гн} \cdot \text{м}^{-1} = 1,25663706144 \cdot 10^{-6} \text{ Гн} \cdot \text{м}^{-1}$	0,008
Электрическая постоянная	$\epsilon_0 = (\mu_0 c^2)^{-1}$	$8,85418782 (7) \cdot 10^{-12} \text{ Фм}^{-1}$	
Постоянная Планка	h	$6,626176 (36) \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{Гц}^{-1}$	5,4
	$h/2\pi$	$1,0545887 (57) \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$	5,4
Масса покоя электрона	m_e	$9,109534 (47) \cdot 10^{-31} \text{ кг}$ $5,4858026 (21) \cdot 10^{-4} \text{ а. е. м.}$	5,1 0,38
Масса покоя протона*	m_p	$1,6726485 (86) \cdot 10^{-27} \text{ кг}$ $1,007276470 (11) \text{ а. е. м.}$	5,1 0,011
Масса покоя нейтрона*	m_n	$1,6749543 (86) \cdot 10^{-27} \text{ кг}$ $1,008665012 (37) \text{ а. е. м.}$	5,1 0,037
Масса покоя мюона	m_μ	$1,883566 (11) \cdot 10^{-28} \text{ кг}$ $0,11342920 (26) \text{ а. е. м.}$	5,6 2,3
Отношение массы протона к массе электрона	m_p/m_e	1836,15152 (70)	0,38
Отношение массы мюона к массе электрона	m_μ/m_e	206,76865 (47)	2,3
Элементарный заряд	e	$1,6021892 (46) \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$	2,9
Отношение заряда электрона к его массе	e/m_e	$1,7588047 (49) \cdot 10^{11} \text{ Кл} \cdot \text{кг}^{-1}$	2,8
Магнетон Бора	$\mu_B = eh/4\pi m_e$	$9,274078 (36) \cdot 10^{-24} \text{ Дж} \cdot \text{Тл}^{-1}$	3,9
Ядерный магнетон	$\mu_N = eh/4\pi m_p$	$5,050824 (20) \cdot 10^{-27} \text{ Дж} \cdot \text{Тл}^{-1}$	3,9
Магнитный момент электрона	μ_e	$9,284832 (36) \cdot 10^{-24} \text{ Дж} \cdot \text{Тл}^{-1}$	3,9
Магнитный момент протона	μ_p	$1,4106171 (55) \cdot 10^{-26} \text{ Дж} \cdot \text{Тл}^{-1}$	3,9
Магнитный момент мюона	μ_μ	$4,490474 (18) \cdot 10^{-26} \text{ Дж} \cdot \text{Тл}^{-1}$	3,9
Магнитный момент протона в магнетонах Бора	μ_p/μ_B	0,001521032209 (16)	0,011
Магнитный момент протона в ядерных магнетонах	μ_p/μ_N	2,7928456 (11)	0,38
Отношение магнитного момента электрона к магнитному моменту протона	μ_e/μ_p	658,2106880 (66)	0,010
Отношение магнитного момента мюона к магнитному моменту протона	μ_μ/μ_p	3,1833402 (72)	2,3
g -фактор свободного электрона	$g_e = 2(\mu_e/\mu_B)$	2,0011596567 (35)	0,0035
g -фактор свободного мюона	g_μ	2,00116616 (31)	0,31
Гиромагнитное отношение протона	γ_p	$2,6751987 (75) \cdot 10^8 \text{ с}^{-1} \cdot \text{Тл}^{-1}$	2,8
Постоянная диамагнитного экранирования (H_2O , сферический образец)	$1 + \sigma(\text{H}_2\text{O})$	$1,000025637 (67)$	0,067

Константа	Обозначение	Числовое значение	Средняя квадратическая погрешность $\sigma \cdot 10^{-4}$, %
Магнитный момент протона в ядерных магнетонах (H_2O , сферический образец, без поправки на диамагнетизм)	μ_p/μ_N	2,7927740 (11)	0,38
Гиромагнитное отношение протона (H_2O , сферический образец, без поправки на диамагнетизм)	γ_p'	$2,6751301 (75) \cdot 10^8 \text{ с}^{-1} \cdot \text{Тл}^{-1}$	2,8
	$\gamma_p/2\pi$	$42,57602 (12) \text{ МГц} \cdot \text{Тл}^{-1}$	2,8
Атомная единица массы ** ($10^{-3} \text{ кг} \cdot \text{моль}^{-1}$)/ N_A	a. e. m.	$1,6605655 (86) \cdot 10^{-27} \text{ кг}$	5,1
Массы атомов в а.е.м.:			
Протон	p	1,007276470 (11)	0,011
Водород	1H	1,007825036 (11)	0,011
Дейтерий	2H	2,014101795 (21)	0,010
Гелий	4He	4,002603267 (48)	0,012
Постоянная Авогадро	N_A	$6,022045 (31) \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$	5,1
Постоянная Фарадея	$F = N_A e$	$96484,56 (27) \text{ Кл} \cdot \text{моль}^{-1}$	2,8
Универсальная газовая постоянная	R	$8,31441 (26) \text{ Дж} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}$	31
Объем грамм-молекулы идеально го газа при нормальных условиях (1 атм, $T_0 = 273,15 \text{ К}$)	$V_m = RT_0/p_0$	$22,41383 (70) \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 \cdot \text{моль}^{-1}$	31
Постоянная Больцмана	$k = R/N_A$	$1,380662 (44) \cdot 10^{-23} \text{ Дж} \cdot \text{К}^{-1}$	32
Постоянная Стефана—Больцмана	$\sigma = (\pi^2/60)k^4/8\pi^3/h^3c^2$	$5,67032 (71) \cdot 10^{-8} \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{К}^{-4}$	125
Первая постоянная излучения	$c_1 = 2\pi hc^2$	$3,741832 (20) \cdot 10^{-16} \text{ Вт} \cdot \text{м}^2$	5,4
Вторая постоянная излучения	$c_2 = hc/k$	$0,01438786 (45) \text{ м} \cdot \text{К}$	31
Постоянная тонкой структуры	$\alpha = \mu_0 e^2/2h$	$0,0072973506 (60)$	0,82
	α^{-1}	$137,03604 (11)$	0,82
Постоянная Ридберга	R_∞	$10973731,77 (83) \text{ м}^{-1}$	0,075
Радиус Бора	$a_0 = \alpha/4\pi R_\infty$	$0,52917706 (44) \cdot 10^{-10} \text{ м}$	0,82
Классический радиус электрона	$r_e = \mu_0 e^2/4\pi m_e = \alpha \lambda_c/2\pi$	$2,8179380 (70) \cdot 10^{-15} \text{ м}$	2,5
Отношение Джозефсона	$2e/h$	$483,5939 (13) \text{ ТГц} \cdot \text{В}^{-1}$	2,6
Квант магнитного потока	$\Phi_0 = h/2e$	$2,0678506 (54) \cdot 10^{-15} \text{ Вб}$	2,6
Квант циркуляции	$h/2m_e$	$3,6369455 (60) \cdot 10^{-4} \text{ Дж} \cdot \text{с} \cdot \text{кг}^{-1}$	1,6
Комптоновская длина волны электрона	$\lambda_C = \alpha^2/2 R_\infty$	$2,4263089 (40) \cdot 10^{-12} \text{ м}$	1,6
	$\lambda_C/2\pi = \alpha a_0$	$0,38615905 (64) \cdot 10^{-12} \text{ м}$	1,6
Комптоновская длина волны протона	$\lambda_{C,p} = h/m_p c$	$1,3214099 (22) \cdot 10^{-15} \text{ м}$	1,7
Комптоновская длина волны нейтрона	$\lambda_{C,n} = h/m_n c$	$1,3195909 (22) \cdot 10^{-15} \text{ м}$	1,7

* При согласовании настоящей таблицы фундаментальных констант были использованы значения масс протона, нейтрона и легких атомов из табл. Wapstra A. H., Gore N. B. (Nuclear Data Tables, 1971, v. 9, № 4—5) с некоторыми уточнениями. В настоящее время имеются более точные согласованные значения масс протона, нейтрона и атомов (Wapstra A. H., Bos K. — Atomic Data and Nuclear Data Tables, 1977, v. 19, № 3).

** При расчетах с использованием значений атомных масс и молярных характеристик следует иметь в виду, что значения относительных атомных масс должны быть выражены в килоатомных единицах. Например:

$$m_p (\text{кг}) = \frac{m_p (\text{ка.е.м})}{N_A \text{ моль}^{-1}} = \frac{1,007276470 \cdot 10^{-3}}{6,022045 \cdot 10^{23}} = 1,6726485 \cdot 10^{-27}$$

ЗНАЧЕНИЯ ПЕРЕВОДНЫХ МНОЖИТЕЛЕЙ И НЕКОТОРЫХ ЧАСТО
УПОТРЕБЛЯЕМЫХ КОНСТАНТ

Величина	Обозначение	Числовое значение	Средняя квадратическая погрешность $\sigma \cdot 10^{-4}, \%$
Определение вольта $V_{\text{МБ69}}$ через отношение Джозефсона	$2e/h$	483,594000 ТГц/ $V_{\text{МБ69}}$	—
Отношение ампера МБМВ к амперу СИ	$K_A \equiv A_{\text{МБ69}} / A$	1,0000007 (26)	2,6
Отношение ома МБМВ к ому СИ	$K_{\text{OM}} \equiv \Omega_{\text{МБ69}} / \Omega$	0,99999947 (19)	0,19
Отношение вольта МБМВ к вольту СИ	$K_V \equiv V_{\text{МБ69}} / V$	1,0000002 (26)	2,6
Отношение кило-Х-единицы к ангстрему, $\lambda (\text{CuK}\alpha_1) \equiv 1,537400 \text{ кХ-ед.}$	Å	1,0020772 (54)	5,3
Отношение Å° к ангстрему $\lambda (\text{WK}\alpha_1) \equiv 0,2090100 \text{ Å}^{\circ}$	Å°	1,0000205 (56)	5,6
Энергетические эквиваленты: а.е.м.		931,5016 (26) МэВ	2,8
масса протона		938,2796 (27) МэВ	2,8
масса нейтрона		939,5731 (27) МэВ	2,8
масса мюона		105,65948 (35) МэВ	3,3
масса электрона		0,5110034 (14) МэВ	2,8
1 электронвольт	$1 \text{ эВ}/h$ $1 \text{ эВ}/hc$ $1 \text{ эВ}/h$	1,1604,50 (36) К 8065,479 (21) см ⁻¹ 2,4179696 (63) · 10 ¹⁴ Гц	31 2,6 2,6
Произведение разности потенциалов, ускорившей электрон, на длину волны, соответствующую коротковолновой границе рентгеновского спектра	$V\lambda$	12398,520 (32) эВ · Å	2,6
Постоянная Ридберга	$R_{\infty} hc$	13,605804 (36) эВ	2,6
Универсальная газовая постоянная	R	82,0568 (26) см ³ · атм · моль ⁻¹ · К ⁻¹ 1,98719 (6) кал · моль ⁻¹ · К ⁻¹	31 31

Примечание. $V_{\text{МБ69}}$ — значение эталона вольта, поддерживаемого в Международном бюро мер и весов (МБМВ), соответствующее значению на 1 января 1969 г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Cohen E. R., Taylor B. N. The 1973 Least-Squares Adjustment of the Fundamental Constants. — J. Phys. Chem. Reference Data, 1973, v. 2, № 4, p. 663—734.
 2. Recommended Consistent Values of the Fundamental Physical Constants, 1973.—CODATA Bulletin, 1973, № 11, 8 p.
 3. Тунинский В. С., Холвиц В. М. Новая методика обработки данных по фундаментальным константам. — Метрология, 1975, № 8, с. 3—11.
-

Таблицы стандартных справочных данных
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ КОНСТАНТЫ. ГСССД 1—76

Редактор *Э. А. Абрамова*
Технический редактор *О. Н. Никитина*
Корректор *Л. А. Пономарева*

Сдано в набор 14.05.79 Подп. в печ. 16.10.79 Формат 60×90^{3/16} Бумага типографская № 2
Гарнитура литературная Печать высокая 1,0 п. л. 0,52 уч. -изд. л. Тир. 10000 Зак. 1340
Цена 3 коп.

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, 123557, Москва, Новопроспектский пер., 3
Калужская типография стандартов, ул. Московская 256.