

О пересмотре Международной системы единиц (SI)

Резолюция 1

Генеральная конференция мер и весов (ГКМВ) на своем 26-м заседании,

принимая во внимание

- ♦ что существенным требованием Международной системы единиц (SI) является ее единообразный характер и доступность во всем мире для целей международной торговли, высокотехнологичного производства, защиты здоровья и безопасности населения, охраны окружающей среды, изучения глобальных изменений климата и фундаментальной науки, на которой базируется все вышеперечисленное,
- ♦ что единицы системы SI должны сохранять стабильность в течение длительного периода времени, должны быть внутренне не противоречивыми и пригодными для практической реализации, опираясь на актуальное теоретическое описание природных явлений, выполненное на наивысшем доступном уровне,
- ♦ что пересмотр системы SI, призванный обеспечить выполнение этих требований, был инициирован в соответствии с Резолюцией 1, получившей единогласное одобрение на 24-м заседании ГКМВ (2011 г.) и подробно излагающей новые способы описания системы SI, основанные на использовании группы из семи определяющих констант, восходящих к фундаментальным физическим и другим природным постоянным, из которых могут быть выведены определения семи основных единиц измерений,
- ♦ что необходимые условия для утверждения такой пересмотренной версии SI, сформулированные на 24-м (2011 г.) и подтвержденные на 25-м заседании ГКМВ (2014 г.), к настоящему времени считаются выполненными,

постановляет, что начиная с 20 мая 2019 г. Международная система единиц, SI, должна рассматриваться как система единиц, в которой:

- ♦ значение частоты невозмущенного сверхтонкого перехода основного состояния атома цезия $133 \Delta \nu_{Cs}$ составляет 9 192 631 770 Гц,
- ♦ значение скорости света в вакууме c составляет 299 792 458 м/с,
- ♦ значение постоянной Планка h составляет $6,626\ 070\ 15 \times 10^{-34}$ Дж·с,
- ♦ значение элементарного заряда e составляет $1,602\ 176\ 634 \times 10^{-19}$ Кл,
- ♦ значение постоянной Больцмана k составляет $1,380\ 649 \times 10^{-23}$ Дж/К,
- ♦ значение постоянной Авогадро N_A составляет $6,022\ 140\ 76 \times 10^{23}$ моль⁻¹,
- ♦ световая эффективность монохроматического излучения с частотой 540×10^{12} Гц K_{cd} составляет 683 лм/Вт,

а герц, джоуль, кулон, люмен и ватт, с обозначениями Гц, Дж, Кл, лм и Вт соответственно, соотносятся с единицами секунды, метра, килограмма, ампера, кельвина, моля и канделы, с обозначениями с, м, кг, А, К, моль и кд соответственно, таким образом, что Гц = с⁻¹, Дж = м² кг с⁻², Кл = А с, лм = кд м² м⁻² = кд ср, а Вт = кг м² с⁻³.

учитывает то, каким образом изменения согласно Резолюции 1, одобренной на 24-м заседании ГКМВ (2011 г.), должны повлиять на использование основных единиц системы SI, и подтверждает внесение таких изменений в приведенных далее Приложениях к настоящей Резолюции, имеющих с ней одинаковую силу,

приглашает Международный комитет мер и весов (МКМВ) заняться подготовкой новой редакции публикуемой им брошюры под заглавием «*Международная система единиц*» и привести в ней полное описание пересмотренной системы SI.

Приложение 1. Прекращение действия прежних определений основных единиц

Из нового определения SI, представленного выше, следует, что начиная с 20 мая 2019 г. прекращают свое действие:

- ♦ определение секунды, введенное в обращение в 1967/68 гг. (13-е заседание ГКМВ, Резолюция 1),
- ♦ определение метра, введенное в обращение в 1983 г. (17-е заседание ГКМВ, Резолюция 1),
- ♦ определение килограмма, введенное в обращение в 1889 г. (1-е заседание ГКМВ, 1889 г., 3-е заседание ГКМВ, 1901 г.) и основанное на значении массы международного прототипа килограмма,
- ♦ определение ампера, введенное в обращение в 1948 г. (9-е заседание ГКМВ) и основанное на определении, которое было предложено МКМВ (1946 г., Резолюция 2),
 - ♦ определение кельвина, введенное в обращение в 1967/68 гг. (13-е заседание ГКМВ, Резолюция 4) ,
- ♦ определение моля, введенное в обращение в 1971 г. (14-е заседание ГКМВ, Резолюция 3),
- ♦ определение канделы, введенное в обращение в 1979 г. (16-е заседание ГКМВ, Резолюция 3),
- ♦ решение об утверждении условных значений постоянной Джозефсона K_{J-90} и постоянной фон Клитцинга R_{K-90} , принятое МКМВ (1988 г., Рекомендации 1 и 2) в соответствии с запросом ГКМВ (18-е заседание ГКМВ, 1987 г., Резолюция 6) о реализации представлений вольты и ома на основе эффекта Джозефсона и квантового эффекта Холла соответственно.

Приложение 2. Статус констант, ранее использовавшихся в прежних определениях единиц

Из нового определения SI, приведенного выше, и из рекомендованных значений в соответствии с материалами специального согласования значений физических величин за 2017 г., подготовленными Комитетом по данным для науки и техники (Committee on Data for Science and Technology – CODATA), на которых основываются значения определяющих

констант, вступающие в силу 20 мая 2019 г., следует, что:

- ♦ масса международного прототипа килограмма $m(K)$ равняется 1 кг в пределах относительной стандартной неопределенности, соответствующей неопределенности рекомендованного значения h на момент принятия настоящей Резолюции, т.е. $1,0 \times 10^{-8}$, а в будущем ее значение будет определяться экспериментальным путем,
- ♦ магнитная проницаемость вакуума μ_0 равняется $4\pi \times 10^{-7}$ Гн м⁻¹ в пределах относительной стандартной неопределенности, соответствующей неопределенности рекомендованного значения тонкоструктурной постоянной α на момент принятия настоящей Резолюции, т.е. $2,3 \times 10^{-10}$, а в будущем ее значение будет определяться экспериментальным путем,
- ♦ термодинамическая температура тройной точки воды T_{TPW} равняется 273,16 К в пределах относительной стандартной неопределенности, близко соответствующей неопределенности рекомендованного значения k на момент принятия настоящей Резолюции, т.е. $3,7 \times 10^{-7}$, а в будущем ее значение будет определяться экспериментальным путем,
- ♦ молярная масса углерода 12, $M(^{12}\text{C})$, равняется 0,012 кг моль⁻¹ в пределах относительной стандартной неопределенности, соответствующей неопределенности рекомендованного значения $N_A h$ на момент принятия настоящей Резолюции, т.е. $4,5 \times 10^{-10}$, а в будущем ее значение будет определяться экспериментальным путем.

Приложение 3. Основные единицы системы SI

В соответствии с новым определением системы SI, представленным выше в виде набора фиксированных числовых значений определяющих констант каждая из семи ее основных единиц может быть в зависимости от необходимости описана при помощи одной или нескольких таких констант для получения следующих определений, вступающих в силу 20 мая 2019 г.:

- ♦ Секунда, условное обозначение с, – единица времени в системе SI. Она определяется путем принятия фиксированного числового значения частоты цезиевого резонанса $\Delta \nu_{\text{Cs}}$, частоты невозмущенного сверхтонкого перехода основного состояния атома цезия-133, равным 9 192 631 770 в единицах Гц, где герц соответствует с⁻¹.
- ♦ Метр, условное обозначение м, – единица длины в системе SI. Она определяется путем принятия фиксированного числового значения скорости света в вакууме с равным 299 792 458 в единицах м/с, где секунда определена через $\Delta \nu_{\text{Cs}}$.
- ♦ Килограмм, условное обозначение кг, – единица массы в системе SI. Она определяется путем принятия фиксированного числового значения постоянной Планка h , равным $6,626\ 070\ 15 \times 10^{-34}$ в единицах Дж с, что соответствует кг м² с⁻¹, где метр и секунда определены через с и $\Delta \nu_{\text{Cs}}$.
- ♦ Ампер, условное обозначение А, – единица силы электрического тока в системе SI. Она определяется путем принятия фиксированного числового значения элементарного заряда e равным $1,602\ 176\ 634 \times 10^{-19}$ в единицах Кл, что соответствует А с, где секунда определена через $\Delta \nu_{\text{Cs}}$.
- ♦ Кельвин, условное обозначение К, – единица термодинамической температуры в системе SI. Она определяется путем принятия фиксированного числового значения постоянной Больцмана k равным $1,380\ 649 \times 10^{-23}$ в единицах Дж К⁻¹, что соответствует кг м² с⁻² К⁻¹, где килограмм, метр и секунда определены через h , с и $\Delta \nu_{\text{Cs}}$ соответственно.

- ♦ Моль, условное обозначение моль, – единица количества вещества в системе SI. Один моль содержит ровно $6,022\ 140\ 76 \times 10^{23}$ элементарных структурных единиц. Это число соответствует фиксированному числовому значению постоянной Авогадро N_A в единицах моль⁻¹ и называется числом Авогадро. Количество вещества в некоторой системе, обозначаемое символом n , является мерой числа заданных элементарных структурных единиц. В качестве таких элементарных структурных единиц могут выступать атомы, молекулы, ионы, электроны, а также любые другие частицы или группы частиц.
- ♦ Кандела, условное обозначение кд, – единица силы света в заданном направлении в системе SI. Она определяется путем принятия фиксированного числового значения световой эффективности монохроматического излучения с частотой 540×10^{12} Гц K_{cd} равным 683 в единицах лм Вт⁻¹, что соответствует кд ср Вт⁻¹, или кд ср кг⁻¹ м⁻² с³, где килограмм, метр и секунда определены через h , c и $\Delta\nu_{Cs}$ соответственно.