

本届国际计量大会受到极大关注的一个重要原因是国际单位制的修订。11月16日,经包括中国在内的各成员国表决,全票通过了关于“修订国际单位制(SI)”的1号决议。根据决议,千克、安培、开尔文和摩尔等4个SI基本单位的定义改由常数定义,于2019年5月20日起正式生效。这

是国际测量体系有史以来第一次全部建立在不变的常数上,保证了SI的长期稳定性和环宇通用性。就像1967年秒定义的修订使我们在今天拥有了GPS和互联网技术一样,新SI将在未来对科学、技术、贸易、健康、环境以及更多领域产生深远影响。可以说,SI的修订是科学进步的一座里程

碑。

出席大会的中方代表还有国家市场监管总局计量司司长谢军、国际合作司副司长韩建平,中国计量院院长方向、党委书记段宇宁,中国工程院院士李天初等。方向院长还特别受邀在大会第二天作有关中国食品安全计量工作的大会报告。(纪亮)

DOI:10.16569/j.cnki.cn11-3720/t.2018.12.002

关于国际单位制 SI 的修订的

1号决议

□中国计量科学研究院 晏刘莹 高蔚/译

11月16日,第26届国际计量大会(CGPM)经表决全票通过了关于SI修订的“1号决议”,SI基本单位有了新的定义(或表述)。决议全文如下:

第26届国际计量大会(CGPM),

考虑到

●对国际单位制SI的基本要求是统一且可在世界范围内使用,以支撑国际贸易、高科技制造业、人类健康与安全、环境保护、全球气候研究与基础科学的发展;

●SI单位须长久稳定,具

有内部一致性,可基于当前最高水平的自然理论描述完成实际复现;

●为满足上述要求,2011年第24届CGPM大会一致表决通过的“1号决议”中提出修订SI,并详细表述了一种基于7个定义常数来定义SI的新方法。这些常数从基本物理常数和其他自然常数中选出,从中导出7个基本单位的定义;

●在上述SI修订被采纳之前,由2011年第24届CGPM大会规定并经2014年第25届CGPM大会确认的条件,现在已然满足,

决定

自2019年5月20日起生效的国际单位制SI,将是满足以下条件的单位制:

●铯133原子基态的超精细能级跃迁频率 $\Delta\nu_{Cs}$ 为9 192 631 770Hz;

●真空中光的速度 c 为299 792 458m/s;

●普朗克常数 h 为6.626 070 15 $\times 10^{-34}$ J·s;

●基本电荷 e 为1.602 176 634 $\times 10^{-19}$ C;

●玻尔兹曼常数 k 为1.380 649 $\times 10^{-23}$ J/K;

●阿伏伽德罗常数 N_A 为 $6.022\,140\,76 \times 10^{23} \text{mol}^{-1}$;

●频率为 $540 \times 10^{12} \text{Hz}$ 的单色辐射的发光效率 K_{cd} 为 683lm/W 。

其中, 单位赫兹、焦耳、库伦、流明、瓦特的符号为 Hz、J、C、lm、W, 它们分别与单位秒(s)、米(m)、千克(kg)、安培(A)、开尔文(K)、摩尔(mol)、坎德拉(cd)

相关联, 相互之间的关系为

$$\text{Hz} = \text{s}^{-1}$$

$$\text{J} = \text{kg m}^2 \text{s}^{-2}$$

$$\text{C} = \text{A s}$$

$$\text{lm} = \text{cd m}^2 \text{m}^{-2} = \text{cd sr}$$

$$\text{W} = \text{m}^2 \text{kg s}^{-3}$$

注意到

2011 年第 24 届 CGPM 大会

“1 号决议”中提出的有关 SI 基本单位的其他结果, 在下列附录中予以确认, 附录内容与决议本身同样有效。

邀请

国际计量委员会(CIPM)制定新版的《国际单位制》手册, 给出修订后 SI 的完整描述。

附录 1. 废止基本单位先前的定义

自 2019 年 5 月 20 日起实行上述 SI 新定义之后,

●废止自 1967/1968 年起生效的秒的定义(第 13 届 CGPM 大会“1 号决议”);

●废止自 1983 年起生效的米的定义(第 17 届 CGPM 大会“1 号决议”);

●废止自 1889 年起生效的基于国际千克原器质量的千克的定义(1889 年第 1 届 CGPM 大会,

1901 年第 3 届 CGPM 大会);

●废止自 1948 年(第 9 届 CGPM 大会)起生效的基于 CIPM 提议(1946 年“2 号决议”)的安培的定义;

●废止 1967/1968 年起生效的开尔文的定义(第 13 届 CGPM 大会“4 号决议”);

●废止自 1971 年起生效的摩尔的定义(第 14 届 CGPM 大会“3 号决议”);

●废止自 1979 年起生效的坎德拉的定义(第 16 届 CGPM 大会“3 号决议”);

●废止应 CGPM 关于利用约瑟夫森效应和量子化霍尔效应建立伏特和欧姆表述的要求(1987 年第 18 届 CGPM 大会“6 号决议”), CIPM 做出的采用约瑟夫森常数 $K_{\text{J-90}}$ 与克里青常数 $R_{\text{K-90}}$ 的约定数值的决定(1988 年“1 号提议”与“2 号提议”)。

附录 2. 先前定义中曾使用的常数的状况

自 2019 年 5 月 20 日起实行上述 SI 新定义, 并根据国际科

技数据委员会(CODATA) 2017 年平差结果的推荐值获得定义常

数的数值之后,

●国际千克原器的质量

$m(K)$ 在一定的相对标准不确定度范围内等于 1kg , 该不确定度等于本决议通过时 h 推荐值的不确定度, 即 1.0×10^{-8} , 且未来国际千克原器的质量值将通过实验确定;

●真空导磁率 μ_0 在一定的相对标准不确定度范围内等于 $4\pi\times 10^{-7}\text{H m}^{-1}$, 该不确定度等于

本决议通过时精细结构常数 α 推荐值的不确定度, 即 2.3×10^{-10} , 且未来真空导磁率的数值将通过实验确定;

●水三相点的热力学温度 T_{TPW} 在一定相对标准不确定度范围内等于 273.16K , 该不确定度非常接近于本决议通过时 k 推荐值的不确定度, 即 3.7×10^{-7} , 且未

来水三相点的热力学温度值将通过实验确定;

●碳 12 的摩尔质量 $M(^{12}\text{C})$ 在一定相对标准不确定度范围内等于 0.012kg mol^{-1} , 该不确定度等于本决议通过时 $N_A h$ 推荐值的不确定度, 即 4.5×10^{-10} , 且未来碳 12 的摩尔质量值将通过实验确定。

附录 3. SI 基本单位

从上述基于定义常数固定数值的 SI 新定义开始, 7 个基本单位中每一个的定义都, 适当地, 用一个或多个定义常数推导出。自 2019 年 5 月 20 日起, SI 基本单位采用以下定义:

●秒, 符号 s, SI 的时间单位。当铯的频率 $\Delta\nu_{\text{Cs}}$, 即铯 133 原子基态的超精细能级跃迁频率以单位 Hz, 即 s^{-1} , 表示时, 将其固定数值取为 9 192 631 770 来定义秒;

●米, 符号 m, SI 的长度单位。当真空中光的速度 c 以单位 m/s 表示时, 将其固定数值取为 299 792 458 来定义米, 其中秒用 $\Delta\nu_{\text{Cs}}$ 定义;

●千克, 符号 kg, SI 的质量

单位。当普朗克常数 h 以单位 J s, 即 $\text{kg m}^2 \text{s}^{-1}$ 表示时, 将其固定数值取为 $6.626\ 070\ 15\times 10^{-34}$ 来定义千克, 其中米和秒用 c 和 $\Delta\nu_{\text{Cs}}$ 定义;

●安培, 符号 A, SI 的电流单位。当基本电荷 e 以单位 C, 即 As 表示时, 将其固定数值取为 $1.602\ 176\ 634\times 10^{-19}$ 来定义安培, 其中秒用 $\Delta\nu_{\text{Cs}}$ 定义;

●开尔文, 符号 K, SI 的热力学温度单位。当玻尔兹曼常数 k 以单位 J K^{-1} , 即 $\text{kg m}^2 \text{s}^{-2} \text{K}^{-1}$ 表示时, 将其固定数值取为 $1.380\ 649\times 10^{-23}$ 来定义开尔文, 其中千克、米和秒用 h , c 和 $\Delta\nu_{\text{Cs}}$ 定义;

●摩尔, 符号 mol, SI 的物

质的量的单位。1 摩尔精确包含 $6.022\ 140\ 76\times 10^{23}$ 个基本粒子。该数即为以单位 mol^{-1} 表示的阿伏伽德罗常数 N_A 的固定数值, 称为阿伏伽德罗数。

一个系统的物质的量, 符号 n , 是该系统包含的特定基本粒子数量的量度。基本粒子可以是原子、分子、离子、电子, 其他任意粒子或粒子的特定组合。

●坎德拉, 符号 cd, SI 的给定方向上发光强度的单位。当频率为 $540\times 10^{12}\text{Hz}$ 的单色辐射的发光效率以单位 lm/W , 即 cd sr W^{-1} 或 $\text{cd sr kg}^{-1} \text{m}^{-2} \text{s}^3$ 表示时, 将其固定数值取为 683 来定义坎德拉, 其中千克、米、秒分别用 h , c 和 $\Delta\nu_{\text{Cs}}$ 定义。计