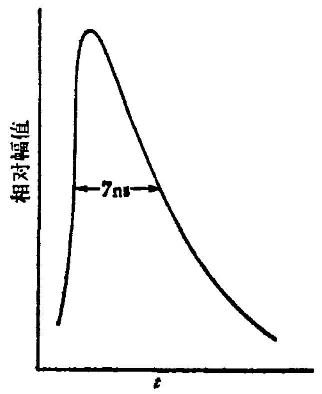

图 10 用门扫描方式得到的脉冲波形

在研究大脑皮层反应的实验中也可以用到取样积分器，这时加一个刺激(听觉、视觉或触觉的刺激)于被试验者，引起唤起（Evoked）响应[13]，通过头皮电极取出信号．因为唤起响应是混在其它脑电信号中的，所以通过取样积分器与刺激信号同步，可以作出与非相干信号无关的脑电延迟曲线．由于生理信号的重复性往往不够理想，所以还可以用连续磁带记录，然后闭环再现得到满意的结果．

关于连续磁带加取样积分器提取信号的详细分析，请参考文献[14]．

当然，取样积分器的应用远不止上面讲到的这些．它在瞬态 Hall 效应、气体放电等离子体振荡、非线性光学、X 射线衍射、超导体中磁场渗透、声子弛豫时间、以致发动机点火燃烧分析等许多方面，都得到了应用．在文献[2]中列举了数十种用途．随着科学技术的发展和我们对取样积分器掌握程度的深入，取样积分器将更广泛地应用于各个领域．

参 考 文 献

[1] 中国科学院物理研究所微弱信号检测小组，江西省庐山电子仪器厂，«物理»，**6**-4(1977)，206.

[2] 中国科学院物理研究所微弱信号检测小组，«物理»，**6**-6(1977)，335;**7**-1(1978)，45.

[3] D. F. Holcomb and R. E. Norberg, *Phys. Rev.*, **98**(1955), 1074.

[4] Thomas Coor *Industrial research*, **14**-5(1972), 52—56.

[5] PAR, Signal averagers, (1977).

[6] Brookdeal 公司有关产品说明书及样本.

[7] BRUKER, B-KR300Z15 取样积分器说明书.

[8] 熊野辉雄，电子科学，**22**-4 (1972)，113—117.

[9] 田中省作、小林洋志，电子展望，**9** (1975)，73—85; **11**(1975)，78—83.

[10] TA, Instrumentation (1975).

[11] PAR, Condensed catalog (1976/77).

[12] L. Niemelä, *J. Physics* E, **5**-6(1972), 526—528.

[13] J. F. Harris et al. *Science*, **172**(1971), 1252—1253.

[14] G. Palmer et al., *J. Physics* E, **9**(1976), 783—786.

基本物理常数的精密测量

——它在物理学和计量学中的意义

沈 乃 澂

（中国计量科学研究院）

基本物理常数是物理学的一些普适常数，据不完全的统计，约有三十几个，它们之间有着深刻的联系．选择独立的五个常数，可以表示所有其他基本常数或组合量．这五个常数是：电子电荷 e，电子静止质量 m_e，普朗克常数 h，真空中光速 c 和阿伏伽德罗数 N_A．因为质量、电荷和作用是量子化的，其相应的常数为 m_e、e 和 h．质量和能量相联系的常数是 c，通过 h 从能量过渡到频率(时间)和长度单位．阿伏伽德罗数 N_A 是联系宏观量与微观量的常数．通过 m_e，e，h 和 c 可以描述在量子电动力学范围内的微观物理学，加上 N_A 又与宏观电动力学建立了对应的关系．因此，这些独立常数相当于物理学中的单位．

一、 基本物理常数的重要性

基本物理常数的发现和测量，在物理学的

发展中起了很大的作用. 一些重大的物理现象的发现和理论的创立, 往往与基本常数有密切的联系. 例如, 通过测定电子的荷质比 e/m_e 发现了电子, 类似方法应用到离子又发现了大量同位素,从而引出了1961年的国际原子量的新标准. 普朗克建立量子论的同时, 发现了普朗克常数 h, 相对论与真空中光速 c 有直接的关系,谱线的分布规律及分裂与里德伯常数 R_∞ 和精细结构常数 α 有关. 尤其, α 是量子电动力学中的耦合常数, 通过 α 值可以计算 g 因子反常、氢原子的基态超精细分裂等许多重要结果, 从而使理论与实验测量可以进行比较. 再如,统计规律与玻耳兹曼常数 k 有关,引力相互作用与引力常数有关,等等. 由此可见,基本常数是物理规律的一种反映, 它表征了各个物理量之间内在的深刻联系.

物理学的各个分支学科, 是用统一的物理理论结合在一起的,最基本的理论有量子力学、电动力学、狭义相对论和统计力学等. 这些理论定量预言的准确程度, 决定于在理论中出现的基本常数数值的准确性,而且,仔细研究这些常数值, 能够逐个考察物理学本身一些基本理论的一致性和正确性. 近年来, 由于应用了激光、约瑟夫森效应、X射线干涉测量等新技术,使基本常数的准确度大大提高, 其中很多已达 10^{-6} 量级, 有些已高达 10^{-8} 至 10^{-10} 量级. 常数的准确数值增加一倍, 能帮助我们在对自然界的物理描述中, 发现前所未知的矛盾或解决目前存在的矛盾.

基本常数的重要性还表现在建立计量单位的基准上,普朗克早在1906年就建议用基本常数来定义基本单位, 但由于当时测量常数的准确度很低,不能付诸实现. 六十年代以后,由于常数准确度的迅速提高, 使这种可能性有了现实意义. 目前计量基准发展的一种趋势是, 将准确度最高的频率单位, 通过一定的基本常数来定义其他基本单位,因此,未来的计量基本单位的定值和准确度在很大程度上依赖于基本常数的定值和准确度.

鉴于基本常数在物理学和计量学上的重要性,近年来,许多国家的物理研究所或计量研究所进行了许多实验和理论研究. 1970年以来,国际上连续召开多次会议[1], 集中讨论精密测量基本常数的实验和理论问题, 反映了国际物理学界和计量学界对此问题的普遍重视.

二、基本物理常数的最佳值

在常数测量历史上一个值得重视的问题是,有些一时被认为是权威性的数据,事后却发现有较大的系统误差, 著名的密立根油滴实验测量的电子电荷 e 值就是一例, 最近按约瑟夫森效应测出的 e/h 值, 是另一例. 因此, 仅仅采用单一途径所测出的常数值即使误差很小,准确度也还会存在疑问. 为了保证常数值准确可靠,在测量中,实际上是运用常数之间的关系式检验按不同方法独立测出的各种常数或其组合量, 看它们在测量的误差范围内是否能相互一致, 从中可以发现系统误差, 以改进实验方法.

在数据处理中, 采用最小二乘法得出常数的一组最佳值, 这种方法可使常数最佳值的偶然误差尽量减小, 同时也能彼此协调一致. 当然,从原则上来讲,平差并不能消除测量中的系统误差, 但可以在平差过程的数据处理中发现某些测量与其他数据的明显矛盾, 从而在平差中加以剔除.

基本常数的平差是伯奇 (Birge)[2]于1929年首先进行的,他的工作一直继续到1945年; 之后,杜蒙德(DuMond)和科恩(Cohen)[3]两人进行了多年的工作; 1969年, 泰勒(Taylor)等人[4]根据交流约瑟夫森效应测量的 e/h 值, 在氢中新测量的精细结构分裂, 在 μ 子中的超精细分裂及 μ_p/μ_n 和 μ_p/μ_B 的测量,结合量子电动力学的理论研究,作了新的平差.

最近一次平差,是1973年在国际科学协会"科学技术数据委员会"(CODATA)的基本常数工作组的直接主持下, 由科恩和泰勒[5]根据各国积累的实验数据分析取舍编纂而成. 本文附表所列为 CODATA 正式推荐的一组常数最佳

值，是目前国际共同使用的常数数值.

常数的最小二乘法平差的基本想想，是将各种途径得到的数据都加以考虑，根据它们的准确度分别对数据进行计权，权值依测量误差平方的倒数而定，权值太小的就剔除. 常数平差的程序是首先选择几个独立常数作为平差常数，把其他常数分成两类：一类称为辅助常数，其准确度较高，在常数关系式中可视为精确的；另一类称为随机输入数据，其准确度较低，目前约为 10^{-6} 量级. 将平差常数列在等式左边，随机输入数据列在右边组成方程组，每个方程的右边只有一个输入数据，其他就使用辅助常数. 这样组成的观测方程可远大于平差常数的数目，可通过最小二乘法平差得出平差常数的最佳值，由此再得出所有基本常数的最佳值. 这样的一组数值作为国际上推荐的基本常数最佳值.

由此可见，常数定值中需要各种途径的测量结果，最佳值是这些测量的综合结果. 因此，常数测量不是一个孤立的问题，而是一项彼此密切相关的综合性研究工作.

三、 基本物理常数的精密测量的进展

下面，对目前可以比较准确测量的辅助常数和随机输入数据的国内外情况及发展趋势，作一概括的介绍.

1. 真空中的光速 c

直至六十年代，最准确的光速值是弗罗姆(Froome)[6] 用微波干涉法测量的数值，在 1969 年平差中，仍被采纳为国际推荐值，它的准确度为 3×10^{-7}.

由于稳定激光的波长和频率测量准确度的提高，使由波长和频率的乘积直接得出的光速值准确度达 4×10^{-9}，比前者提高了近百倍，这被认为是一个惊人的进展. 1973 年平差中，推荐使用这个数值.

由于光速值的准确度这样高，使时间和长度两个基本单位可以在光速 c 上统一起来，因为 $c=\lambda\nu$，长度单位（是波长 λ 的倍数）可以由时间单位(频率 ν 的倒数)和光速 c 导出.

最近，英国 NPL 的伍兹(Woods) 等人[7]利用激光在变频晶体中的上转换，测出的光速值可达 4×10^{-10} 的准确度. 鉴于高稳定激光的进一步发展，光速准确度的提高还有很大的潜力.

我国也进行了高稳定激光的研究，甲烷稳定激光器稳定性已达 1×10^{-11}，复现性为10^{-11}量级[8]，碘稳定激光器稳定性达 10^{-11}量级，复现性达 10^{-10}[9]. 进一步的工作将为实现长度和时间单位的统一，精密测量光速而努力.

2. 绝对欧姆与保存欧姆之比 Ω_{ABS}/Ω

由于电测量中都是使用本国的保存单位，这与绝对单位之间有一定的差异，而常数的观测方程中需要用统一的绝对单位，因此必须知道绝对单位与保存单位的比值. 绝对欧姆与保存欧姆之比 Ω_{ABS}/Ω 就是其中一个.

1956 年，澳大利亚的汤普森(Thompson)和兰帕德 (Lampard) 发明了只需测量单一长度的计算电容，采用这种技术，标准电阻的阻值可以直接根据长度和时间基准来确定，即用绝对单位表示. 在采用国际单位制，还将与 $\frac{1}{c^2}$ 有关.

澳大利亚 NSL 的测量精度已达 2×10^{-7}. 1973 年平差中所用的比值 Ω_{BI69}/Ω，就是根据 NSL 的计算电容导出的，为了完善起见，在1975年会议上*，泰勒等人建议，应按照 1973 年推荐的光速值修正 Ω_{BI69}，即

$$\bar{R}=\Omega_{BI69}/\Omega=1-(0.53\pm0.19)\times10^{-6}.$$

我国也进行了计算电容的研究工作，并已取得初步成果，准确度为 10^{-7}量级.

3. 用约瑟夫森效应测量 $2e/h$

交流约瑟夫森效应在频率 ν 和电压 V 之间存在下列关系：

$$\nu=(2e/h)V$$

因此，这个效应一方面可以测定 $2e/h$，同时可以通过 $2e/h$ 值来建立电压的量子基准，其优点是几乎不受环境条件的影响. 目前的实验表

---

* 见文献[1]中的*项.

明，实验条件的影响小于 1×10^{-8}，测量精度已达 $2\sim3\times10^{-8}$. 因此，过去 $2e/h$ 为随机输入数据，在 1973 年平差中已作为辅助常数. 有的国家（如美国、西德、澳大利亚）已用 $2e/h$ 定义电压的保存单位，我国也正在进行这方面的研究工作.

4. 质子回旋磁比 γ_p 及保存单位与绝对安培之比 K

粒子的回旋磁比 γ 为其磁矩 μ 与角动量 L 之比. 已知质子磁矩为 μ_p，角动量 $L_p=h/4\pi$，所以质子的回旋磁比 $\gamma_p=4\pi\mu_p/h$.

由于 γ_p 影响到其他一些重要常数的定值，且当粒子处在磁场 B 中，B 和粒子的能级跃迁频率 ω 符合如下关系：

$$\omega=\gamma\cdot B,$$

利用此关系在计量学中可建立磁场强度的自然基准，进行电流强度的绝对测量，从而监视电动势基准的长期稳定性.

γ_p 的测量分为强磁场法和弱磁场法，在平差中它还是一个随机输入数据.

美、英、日、苏等都进行了弱场法测量，以美国水平最高，1973 年时为 2×10^{-6}，最近已提高到 4×10^{-7}.

强场法在 1973 年平差时以苏联的结果最好，达 7.4×10^{-6}. 最近，英国发表的新结果，可达 2×10^{-6}.

我国同时用弱场法和强场法作了测定，取得了较好的结果，其数值为：

$$\gamma_p'(\text{弱})=2.6751320(22)\times10^8\mathrm{T}^{-1}_{\mathrm{NIM-77}}\cdot\mathrm{S}^{-1},$$

$$\gamma_p'(\text{强})=2.6751637(95)\times10^8\mathrm{A}^{-1}_{\mathrm{NIM-77}}\cdot\mathrm{S}^{-1}\cdot\mathrm{kg}^{-1}.$$

由此得到保存安培单位与绝对单位之比

$K=1-5.93\times10^{-6}$，σ 不大于2×10^{-6}，

$\gamma_p'^{\mathrm{abs}}=2.6751478(48)\times10^8\mathrm{T}^{-1}\cdot\mathrm{S}^{-1}$，

$\gamma_p'^{\mathrm{abs}}$ 为不依赖本国电单位的绝对 γ_p' 值.

5. 无限质量的里德伯常数 R_∞

里德伯常数是里德伯在原子氢光谱线波长的巴耳末公式中最初使用的，后来，玻尔的原子论从理论上得出了这个常数的关系式. 无限质量的里德伯常数表示式为：

$$R_\infty=me^4/4\pi\hbar^3c \qquad (\mathrm{cgse})$$

$$=(\mu_0c^2/4\pi)^2me^4/4\pi\hbar^3c. \qquad (\mathrm{SI})$$

1969 年平差中所用的 R_∞ 值大多是二次大战前的测量数据，准确度为 10^{-7} 量级. 1973 年平差中主要采用了 1968—1972 年的数据，准确度达 10^{-8}.

1974 年，美国汉希 (Hansch) 等人[10]采用激光饱和光谱术分辨和测量 H 和 D 的巴耳末-α 线精细结构的方法，使 R_∞ 的准确度达 9×10^{-9}. 最近，巴杰 (Barger) 等人[11]用稳定的染料激光和原子束技术，可望将准确度提高到 2×10^{-10}，这对光谱学发展及提高其他常数的准确度将会产生影响.

6.法拉弟常数 F 和原子质量

法拉弟常数的定义是离子的一个化学当量所带的电荷，对于单个电荷的离子，其化学当量等于原子量，因此法拉弟常数是阿伏伽德罗数与电子电荷的乘积 $F=N_Ae$.

近年来，较精密测量的方法有银库伦计法和碘库伦计法. 1973 年平差中所采用的 F 值，准确度在 $7—16\times10^{-6}$ 以内. 1975 年会议上发表的两个新结果准确度分别达 3.2 和 8.5×10^{-6}，我国已进行了银库伦滴定法的实验工作，实验精度达到了 10^{-5}的水平.

7. X 射线数据及阿伏伽德罗常数 N_A

X 射线的波长很短，为埃的数量级，它可以在晶体中产生衍射，这是可见光所不能进行的.

过去，由于在X射线波长与可见光波长定义的米单位之间不能建立直接的联系，因此定义了一个X单位，作为X射线波长的相对标准. 在基本常数测量中需用绝对单位，因此出现了X单位与米单位之间的变换因子 Λ，通过X射线实验可以测量 Λ.

虽然，X 射线波长的比对精度还比较高，但由于X射线衍射法测量变换因子 Λ 度的准确度不可能高于 2×10^{-5}，致使由这种方法得到的常数准确度都无法优于 2×10^{-5}.

美国 NBS 的德斯拉梯斯(Deslattes)等人[12]用高纯硅单晶的X射线-光学干涉仪测量的 Λ

和 N_A,准确度达 1×10^{-6}, 由于在他们的测量中，实现了X射线波长与可见光波长的直接比对,准确度比过去提高了几十倍,更新了许多与基本常数测定有关的X射线数据. 目前,英、西德、日、意等国的研究所也正从事这方面的研究.

在计量上，X射线干涉测量使X单位和米单位能取得统一，从而直接用米单位来表示X射线的波长值. 同时，由于 N_A 是联系宏观质量与原子质量的一个常数,因此,提高 N_A 的准确度是探索建立质量的原子基准的途径之一. 此外，X射线干涉技术在晶体测试及X射线衍射理论方面也具有重要意义，是研究晶体和X射线的有力工具.

四、 基本物理常数间的相互关系和发展趋势

基本物理常数彼此间的关系非常密切，因此、一些不易直接准确测量的常数,可以通过另一些易于准确测量的常数而间接得到,例如:

$$\alpha^{-1}=\left[\frac{1}{4R_\infty}\cdot\frac{c\Omega_{\text{ABS}}}{\Omega}\frac{\mu'_p}{\mu_B}\cdot\frac{2e/h}{\gamma'_p}\right]^{1/2},$$

即通过 γ'_p 与 e/h, 以及另一些辅助常数就可得到精细结构常数 α 的数值. 由此可见，一些常数值的精密测量将为其他常数提高准确度作出贡献.

现在，基本常数精密测量技术是国际上有组织进行的重要科研工作之一. 为了使常数测量和平差工作更有计划地进行，1976 年 6 月，在美国科罗拉多大学召开的基本常数工作小组会议上决定，下一次常数平差在 1980 年进行，以后每隔十年进行一次.

目前,在国际计量工作中,用 $2e/h$ 的数值定义电压基准已在一些研究所使用，用光速定义长度基准的可能性正在增长,用 γ_p 监视电流基准已在许多国家实现,用 N_A 定义质量基准的工作也在积极研究之中.

在物理学中,光速的准确度进一步提高,对于检验相对论的基本假设将提供有力的实验证据； e/h 的准确度不断提高，将对量子电动力学的定量预言起到直接检验作用； G 值的精密测量将对有关物理理论产生重要影响.

此外，目前正在探索基本常数是否会随时间变化的问题,这涉及到更广泛的物理理论,需要在一、二年内的频率稳定性保持在 10^{-10} 量级的振荡源，才能测出这个变化. 目前的稳定激光和频率测量技术已接近可以进行这方面的实验. 这是常数研究中的一个探索性课题，对于研究物理学规律和准确定义计量基准，都将是很重要的.

参 考 文 献

[1] Precision Measurement and Fundamental Constants, ed D. N. Langenberg and B. N. Taylor (Washington: NBS), 1971.
Proceedings of the 4th International Conference on Atomic Masses and Fundamental Constants, Plenum Press London-New York, 1972.
* Proceedings of Atomic Masses and Fundamental Contants 5, Plenum Press, New York-London, 1976.

[2] R. T. Birge, *Rev. Mod. Phys.*, **1**(1929), 1.

[3] J. W. M. DuMond and E. R. Cohen, *Rev. Mod. Phys.*, **25**(1953), 691; E. R. Cohen, K. M. Crowe, J. W. M. DuMond, The Fundamental Constants of Physics (Interscience Publishers, Inc. New York 1957); E. R. Cohen and J. W. M. DuMond, *Rev. Mod. Phys.*, **37**(1965), 537.

[4] B. N. Taylor, W. H. Parker and D. N. Langenberg, *Rev. Mod. Phys.*, **41**(1969), 375.

[5] E. R. Cohen and B. N. Taylor, *J. Phys. Chem. Ref. Data*, **2**(1973), 663.

[6] K. D. Froome, Proc. Roy, Soc., (London), A **247**(1958), 109.

[7] P. T. Woods, et al., *Appl. Opt.* **17**(1978), 1048.

[8] 赵克功、张学斌、赵家琪、李成阳, 科学通报, **23** (1978), 734.

[9] 沈乃徵，安家骞、吴耀祥、孙义民、施汉谦，科学通报，**23** (1978), 730.

[10] T. W. Hansch et al., *Phys. Rev. Lett.*, **32**(1974), 1336.

[11] R. L. Barger, et al., 见[1]* p. 578.

[12] R. D. Deslattes, et al., *Phys. Rev. Lett.*, **33**(1974), 463.

附录　基本常数数值表

物理量	符号	数值	不确定度 (1×10^{-6})	单位 国际制	单位 cgs 制
真空中光速	c	299792458(1.2)	0.004	$m\cdot s^{-1}$	$10^{2}cm\cdot s^{-1}$
真空磁导率	μ_0	$4\pi=12.5663706144$		$10^{-7}H\cdot m^{-1}$	
真空电容率$1/\mu_0c^2$	ε_0	8.854187818(71)	0.008	$10^{-12}F\cdot m^{-1}$	
精细结构常数	α	7.2973506(60)	0.82	10^{-3}	10^{-3}
	α^{-1}	137.03604(11)	0.82		
基本电荷	e	1.6021892(46)	2.9	$10^{-19}C$	$10^{-20}emu$
普朗克常数	h	6.626176(36)	5.4	$10^{-34}J\cdot s$	$10^{-27}erg\cdot s$
阿伏伽德罗数	N_A	6.022045(31)	5.1	$10^{23}mol^{-1}$	$10^{23}mol^{-1}$
原子质量单位	u	1.6605655(86)	5.1	$10^{-27}kg$	$10^{-24}g$
电子静止质量	m_e	9.109534(47)	5.1	$10^{-31}kg$	$10^{-28}g$
质子静止质量	m_p	1.6726485(86)	5.1	$10^{-27}kg$	$10^{-24}g$
中子静止质量	m_n	1.6749543(86)	5.1	$10^{-27}kg$	$10^{-24}g$
磁通量子	Φ	2.0678506(54)	2.6	$10^{-15}Wb$	$10^{-7}G\cdot cm^{2}$
法拉第常数	F	9.648456(27)	2.8	$10^{4}C\cdot mol^{-1}$	$10^{3}emu\cdot mol^{-1}$
里德伯常数	R_∞	1.097373177(83)	0.075	$10^{7}m^{-1}$	$10^{5}cm^{-1}$
玻尔半径	a_0	5.2917706(44)	0.82	$10^{-11}m$	$10^{-9}cm$
经典电子半径	r_e	2.8179380(70)	2.5	$10^{-15}m$	$10^{-13}cm$
汤姆逊截面	σ_e	0.6652448(33)	4.9	$10^{-28}m^{2}$	$10^{-24}cm^{2}$
自由电子g因子	$g_e/2$	1.0011596567(35)	0.0035		
自由μ子g因子	$g_\mu/2$	1.00116616(31)	0.31		
玻尔磁子	μ_B	9.274078(36)	3.9	$10^{-24}J\cdot T^{-1}$	$10^{-21}erg\cdot G^{-1}$
电子磁矩	μ_e	9.284832(36)	3.9	$10^{-24}J\cdot T^{-1}$	$10^{-21}erg\cdot G^{-1}$
水中质子的回旋磁比	γ'_p	2.6751301(75)	2.8	$10^{8}s^{-1}\cdot T^{-1}$	$10^{-4}s^{-1}\cdot G^{-1}$
作抗磁修正后的γ'_p	γ_p	2.6751987(75)	2.8	$10^{8}s^{-1}\cdot T^{-1}$	$10^{-4}s^{-1}\cdot G^{-1}$
质子磁矩	μ_p	1.4106171(55)	3.9	$10^{-26}J\cdot T^{-1}$	$10^{-23}erg\cdot G^{-1}$
核磁矩	μ_N	5.050824(20)	3.9	$10^{-27}J\cdot T^{-1}$	$10^{-24}erg\cdot G^{-1}$
μ子磁矩	μ_μ	4.490474(18)	3.9	$10^{-26}J\cdot T^{-1}$	$10^{-23}erg\cdot G^{-1}$
μ子静止质量	m_μ	1.883566(11)	5.6	$10^{-28}kg$	$10^{-25}g$
电子的康普顿波长	λ_c	2.4263089(40)	1.6	$10^{-12}m$	$10^{-10}cm$
质子的康普顿波长	$\lambda_{c,p}$	1.3214099(22)	1.7	$10^{-15}m$	$10^{-13}cm$
中子的康普顿波长	$\lambda_{c,n}$	1.3195909(22)	1.7	$10^{-15}m$	$10^{-13}cm$
理想气体在标准温度气压下的克分子体积	V_m	22.41383(70)	31	$10^{-3}m^{3}\cdot mol^{-1}$	$10^{3}cm^{3}\cdot mol^{-1}$
克分子气体常数	R	8.31441(26)	31	$J\cdot mol^{-1}\cdot K^{-1}$	$10^{7}erg\cdot mol^{-1}\cdot K^{-1}$
玻耳兹曼常数	k	1.380662(44)	32	$10^{-23}J\cdot K^{-1}$	$10^{-16}erg\cdot K^{-1}$
斯忒藩-玻耳兹曼常数	σ	5.67032(71)	125	$10^{-8}W\cdot m^{-2}\cdot K^{-4}$	$10^{-5}erg\cdot s^{-1}\cdot cm^{-2}\cdot K^{-4}$
第一辐射常数	c_1	3.741832(20)	5.4	$10^{-16}W\cdot m^{-2}$	$10^{-5}erg\cdot cm^{2}\cdot s^{-1}$
第二辐射常数	c_2	1.438786(45)	31	$10^{-2}m\cdot K$	$cm\cdot K$
引力常数	G	6.6720(41)	615	$10^{-11}m^{3}\cdot s^{-2}\cdot kg^{-1}$	$10^{-8}cm^{3}\cdot s^{-2}\cdot g^{-1}$
kX单位与埃之比	Λ	1.0020772(54)	5.3		

注：表中仅列出 38 个基本物理常数或单位比值．在 CODATA 的表中还包括其他组合量和能量转换因子，见文献[5]或上海《自然杂志》创刊号(1978)．