

基本物理常量推荐值在大学物理教材中的应用现状

温海湾, 吴先球

(华南师范大学 物理与电信工程学院 广东省高等学校量子信息技术重点实验室, 广东 广州 510006)

摘要:介绍基本物理常量推荐值及其发展, 调查了近年来出版的大学物理教材, 结果显示大部分教材并没有引用最新的基本物理常量国际推荐值.

关键词:基本物理常量; CODATA 推荐值; 大学物理教材

中图分类号: O 4-09 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0712(2009)11-0021-03

随着科学技术的发展和现代测量技术的进步, 基本物理常量的测量值变得越来越精确, 国际上不断更新基本物理常量推荐值. 在许多大学物理教材的附表中, 都会附有基本物理常量表供学习时参考. 引用最新的基本物理常量推荐值是非常有必要的. 然而笔者调查了近年来出版的大学物理教材附表中的基本物理常量, 其中大部分都未采用最新的基本物理常量值. 本文介绍基本物理常量推荐值的发展及其在大学物理教材中的应用现状, 以引起对使用最新基本物理常量推荐值的进一步重视.

1 基本物理常量的国际推荐值及其比较

1.1 基本物理常量推荐值

基本物理常量是物理学领域的一些普适量, 例如牛顿引力常量 G , 普朗克常量 h , 法拉第常量 F , 电子静止质量 m_e 和阿伏伽德罗常量 N_A 等. 由于用来求出各基本常量值的实验测量方法很多, 而每一种测量方法得出的数据都存在一定的误差, 在科学研究中取其中任何一个测量结果都有失偏颇, 因此有必要通过合理的方法把各个测量结果综合起来, 以得出一组唯一而最为准确的基本物理常量推荐值. 70 多年前, R. T. 贝治最先做了这项工作, 并将他对基本物理常量定的值发表在 1929 年《现代物理评论》第一卷上^[1]. 从此以后, 物理学家们每隔一段时间就会更新基本物理常量值.

为了在世界范围内使用统一的标准, 1966 年国际科协联合会成立了科学技术数据委员会 (the committee on Data for Science and Technology, 简称 CODATA), 而 CODATA 在 1969 年设立了基本常量任

务组, 其任务是定期提供基本常量值, 其中基本物理常量由基本物理常量组 (CTOG) 负责提供^[2].

在 CODATA 的官方网站 <http://physics.nist.gov/constants>^[3]上, 可以找到 CODATA 推荐的最新基本物理常量值和其他各个学科的常量值. 图 1 是 CODATA 官方网站上公布的电子电荷最新推荐值、标准不确定度、相对标准不确定度和简记形式. 简记形式数值栏括号内的两位数表示该值的不确定度, 它的含义是括号前两位数字存疑, 是不准确数字. 例如, 简记形式为 $1.602\ 176\ 487(40) \times 10^{-19}\text{ C}$, 相当于 $(1.602\ 176\ 487 \pm 0.000\ 000\ 040) \times 10^{-19}\text{ C}$.

elementary charge

e

Value $1.602\ 176\ 487 \times 10^{-19}\text{ C}$

standard uncertainty $0.000\ 000\ 040 \times 10^{-19}\text{ C}$

Relative standard uncertainty 2.5×10^{-8}

Concise form $1.602\ 176\ 487(40) \times 10^{-19}\text{ C}$

图 1 电子电荷常量 CODATA2006 年推荐值

1.2 基本物理常量推荐值的精确度提高

随着科学技术的不断发展, 基本物理常量的测量值越来越精确, 误差越来越小. CODATA1986 年推荐的基本物理常量值的精度比 1973 年的推荐值平均提高了大约一个数量级. CODATA2006 年推荐值比 CODATA2002 年推荐值各常量的精度都有了较大提高, 不确定度大大下降^[4], 如表 1 所示. 其中牛顿引力常量的数值大小由 2002 年的 $6.674\ 2(10)$ 精确至 2006 年的 $6.674\ 28(67)$; 普朗克常量由 $6.626\ 069\ 3(11)$ 精确至 $6.626\ 068\ 96(33)$; 精细结构常数则由 $7.297\ 352\ 568(24)$ 精确至 $7.297\ 352\ 537\ 6(50)$, 三者

收稿日期: 2009-04-15; 修回日期: 2009-07-03

作者简介: 温海湾 (1985—), 男, 广东省河源市人, 华南师范大学物理与电信工程学院研究生, 硕士, 主要从事物理实验教学和研究工作.

的精度都提高了一个数量级.可见,采用2006年的数值与采用2002年的数值会有很大的差别,如果定义或推导其他的物理量要用到这些基本物理常量,则结果可能相差得更远.

表1 最近两届 CODATA 基本物理常量推荐值

基本物理常量	符号	单位	2002CODATA	2006CODATA
牛顿引力常量	G	$10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$	6.674 2(10)	6.674 28(67)
普朗克常量	h	10^{-34} Js	6.626 069 3(11)	6.626 068 96(33)
基本电荷	e	10^{-19} C	1.602 176 53(14)	1.602 176 487(40)
电子质量	m_e	10^{-31} kg	9.109 382 6(16)	9.109 382 15(45)
质子质量	m_p	10^{-27} kg	1.672 621 71(29)	1.672 621 637(83)
质子-电子质量比	m_p/m_e		1 836.152 672 61(85)	1836.152 672 47(80)
氘质量	m_d	10^{-27} kg	3.343 583 35(57)	3.343 583 20(17)
精细结构常数	α	10^{-3}	7.297 352 568(24)	7.297 352 537 6(50)
里德伯常量	R_∞	m^{-1}	10 973 731.568 525(73)	10 973 731.568 527(73)
阿伏伽德罗常量	N_A	10^{23} mol^{-1}	6.022 141 5(10)	6.022 141 79(30)
法拉第常量	F	Cmol^{-1}	96 485.338 3(83)	96 485.339 9(24)
摩尔气体常量	R	$\text{Jmol}^{-1} \text{ K}^{-1}$	8.314 472(15)	8.314 472(15)
玻尔兹曼常量	k	10^{-23} JK^{-1}	1.380 650 5(24)	1.380 650 4(24)
电子伏	eV	10^{-19} J	1.602 176 53(14)	1.602 176 487(40)
电子康普顿波长	λ_c	10^{-12} m	2.426 310 238(16)	2.426 310 217 5(33)
磁通量子	ϕ_0	10^{-15} Wb	2.067 833 72(18)	2.067 833 667(52)
电导量子	G_0	10^{-5} S	7.748 091 733(26)	7.748 091 700 4(53)
(统一的)原子质量单位	u	10^{-27} kg	1.660 538 86(28)	1.660 538 782(83)
斯特藩-玻尔兹曼常量	σ	$10^{-8} \text{ Wm}^{-2} \text{ K}^{-4}$	5.670 400(40)	5.670 400(40)
真空中光速	c	ms^{-1}	299 792 458(精确)	299 792 458(精确)
真空介电常量	ϵ_0	10^{-12} Fm^{-1}	8.854 187 817...(精确)	8.854 187 817...(精确)
真空磁导率	μ_0	$10^{-7} \text{ N} \cdot \text{A}^{-2}$	4π (精确)	4π (精确)

2 基本物理常量在大学物理教材中的使用现状

为了了解国内大学物理教材使用基本物理常量

的现状,本文对近3年来出版的15本大学物理教材进行了调查,结果如表2所示.

表2 一些大学物理教材使用基本物理常量的情况

教材出版年份	所用推荐值的年份	2002年	1998年	1986年
		(2004年8月公布)	(1999年公布)	(1986年公布)
2008年		0	6本	3本
2007年		0	2本	0
2006年		2本	2本	0

其中,轩植华先生等主编的《大学物理实验》(2006年6月第二版)和戴道宣先生等主编的《近代物理实验》(2006年7月第二版)采用了当时 CODATA 公布的最新的基本物理常量值 2002 年国际推荐值;其余 13 本中,有 10 本使用的是 1998 年国际推荐值,还有 3 本使用了 1986 年国际推荐值。

3 结语

基本物理常量的更新不仅仅是一个数值的变动,它们来源于一系列实验和理论的新进展.本文介绍基本物理常量推荐值及其发展,比较了 2006 年和 2002 年基本物理常量国际推荐值;调查了 15 本 2006—2008 年出版的大学物理教材,结果显示大部分教材并没有引用最新的基本物理常量国际推荐

值,希望能引起对使用最新基本物理常量国际推荐值的进一步关注.

参考文献:

- [1] 何常. 基本物理常数值变动[J]. 现代物理知识, 1995, (01):11-14.
- [2] 刘瑞珉,张钟华,沈乃激. 基本物理化学常数的 CODATA 最新推荐值[J]. 物理, 2000, (10):602-509.
- [3] The committee on Data for Science and Technology. CODATA Internationally recommended values of the Fundamental Physical Constants [EB/OL]. <http://physics.nist.gov/constants>, 2008-10.
- [4] 卢森谱,郭奕玲,沈慧君. 三届基本物理常数 CODATA 平差综述[J]. 物理, 2008, 37(7):508-516.

Application status of the fundamental physical constants in textbooks of college physics

WEN Hai-wan, WU Xian-qiu

(Laboratory of Quantum Information Technology, School of Physics and Telecommunication Engineering, South China Normal University, Guangzhou, Guangdong 510006, China)

Abstract: The fundamental physical constants recommended values and their developments are introduced. The survey is made which shows that most of the college physics textbooks published within recent years had not used the latest fundamental physical constants of the international recommended values.

Key words: fundamental physical constants; CODATA recommended values; college physics textbook

(上接 17 页)

Analysis of restrictions in kinetic problems

ZHAO Shi-hua

(School of Science, China University of Mining & Technology (Beijing), Beijing 100083, China)

Abstract: The depiction of restrictions and their applications in solving kinetic problems are discussed through several typical problems.

Key words: restriction; velocity; acceleration