

科学技术文献出版社



物理化学 中的量、单位和符号

国际纯粹化学与应用化学联合会
物理化学符号、术语和单位委员会 编

漆德瑛 金宗德 庄云龙 译

漆德瑛 校

物理化学中的量、单位和符号

国际纯粹化学与应用化学联合会
物理化学符号、术语和单位委员会 编

漆德瑶 金宗德 庄云龙 译
漆德瑶 校

科学技术文献出版社

内 容 提 要

本手册是国际纯粹化学与应用化学联合会(IUPAC)组织编写的物理化学中量、单位和符号一书的最新版本。它对较早版本的内容作了许多修改和增补,收入了更多更广的物理量,对过去使用的某些物理量的定义和符号作了修订和补充,还增加了量的计算以及不同单位制之间的换算方法等等重要内容。本手册是物理学家,化学家以及有关研究人员,编辑工作者和工程技术人员阅读、撰写、编辑科学论文及著作的重要工具书;也可供高等院校理工科教师、研究生、学生及有关人员参考;对大、中专及中学教师也是一本有用的参考书。

物理化学中的量、单位和符号

国际纯粹化学与应用化学联合会
物理化学符号、术语和单位委员会 编

漆德瑶 金宗德 庄云龙 译

漆德瑶 校

科学技术文献出版社出版

(北京复兴路15号 邮政编码 100038)

中国科学院印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行 各地新华书店经售

850×1168 毫米 32开本 5.4印张 125千字

1991年5月第一版 1991年5月第一次印刷

印数: 1—3800 册

ISBN 7-5023-1375-3/O·83

定 价: 3.30 元

本书是国际纯粹化学和应用化学联合会于1988年推荐在国际上统一使用的《物理化学中的量、单位和符号》一书的中译本。它的出版有利于我国科技名词的统一、科学技术的国际交流和发展以及科技文献的编辑出版。对从事物理化学科学研究和教学工作的人员,是一本有用的工具书。

吴浩青

1991.3.1.

译 者 的 话

本手册是根据国际纯粹化学和应用化学联合会(IUPAC) 1988年出版的《物理化学中量、单位和符号》一书译出的,它是该手册1979年第三版的改写本。新版本在许多方面对较早版本作了修改和增补,内容更趋完善和实用。正如本手册第一版(1969年)主编 M. L. McGlashan 教授在序言中所说的本书的目的是:“确保不同国家的化学家,在物理学家、化学家和工程技术人员之间,以及科学期刊的编辑使用符号的正确、清晰和广泛的一致。”因此,我们希望本手册的出版,对我国科技名词的统一,科学技术的发展和情报传递,国际学术交流以及科技文献及教材的编辑出版等方面能起到一定的促进作用。

本手册中物理量的名称主要根据我国国家标准《物理量符号》(GB1434-78)译出。该标准中未列入的名称则根据其它有关英汉词汇手册翻译。由于本手册中收入的物理量甚为广泛,有些名称在我国尚无统一译名,对这些名称,我们选用的中译名仅作为推荐和参考。译文中有不妥之处,请予指正。

原书的全文复印本承日本国立横浜大学仁木克己(Katsumi Niki)教授惠赠。本书的出版得到北方图书公司图书部卫乾瑞经理的大力支持和帮助,在此一并致以谢意。

漆 德 瑶

1990. 7. 9.

于上海工业大学

序 言

这本手册的目的是增进科学情报的国际交流。为了达到此目的提出了三个一般项目的建议。首先是在第 1 章中叙述了供处理物理量而采用的量值的算法以及量的单位及符号的一般规律。其次是在第 2 章中叙述了对最常用的量国际上一致同意的符号。第三是在第 3 章中叙述了在一切可以用国际单位制(SI)来表示物理量值的地方 SI 单位的采用。

以后几章涉及关于数学符号的建议(第 4 章), 物理常数的目前最佳数值(第 5、6 两章)和在 SI 单位和非 SI 单位之间的换算因子及其应用的实例(第 7 章)。在书中以方括号中的数字标明参考文献。

物理化学符号、术语和单位委员会

伊恩·米尔斯(主席)

托米斯拉夫·斯维塔斯

克劳斯·霍曼

尼柯拉·凯莱

科佐·库奇苏

导 论

本书的前身《物理化学量与单位的符号和术语手册》第一版 [1. a] 是由 M. L. McGlashan 在 1969 年代表国际纯粹化学和应用化学联合会 (IUPAC) 物理化学分会筹备出版的。当时他是物理化学符号、术语和单位委员会的主席。他在第一版序言中写道：本书的目的是：“确保不同国家的化学家，在物理学家、化学家和工程技术人员之间，以及科学期刊的编辑使用的符号正确、清晰和广泛的一致”。为此，他作出了巨大的贡献。本手册的第二版 [1. b] 是由 M. A. Paul 筹备在 1973 年出版的。而 D. H. Whiffen 筹备的 1979 年的第三版 [1. c] 是考虑到国际单位制 (SI) 的发展和在术语方面的其它发展而作出的修订本。

现在的版本是对较早版本作了许多修改和增补的改写本，同时对书名稍作了简化。着手这个计划的决定是 1981 年在 Leuven 召开的 IUPAC 全体大会上作出的，当时 D. R. Lide 是该委员会的主席。工作组是 1983 年在 Lyngby 的会议上成立的，当时 K. Kuchitsu 任主席。计划得到 I. 1 委员会和其它物理化学委员会所有的现任和前任成员，特别是 D. R. Lide, D. H. Whiffen 和 N. Sheppard 的大力支持。

增补的内容包括一些过去在附录中发表的材料 [1. d-k]、国际计量大会 (CGPM) 关于单位的全部较新的决议和建议 [2]、1978 年国际纯粹物理和应用物理联合会 (IUPAP) 的建议 [3] 和国际标准化组织第十二技术委员会 (ISO/TC12) 的建议 [4-6]。第 2 章的物理量表增加了每个量的定义方程式和 SI 单位。手册的格式也

从一本叙述各种规则的书转为建议和帮助职业科学家的日常用的手册。这方面的例子是插在第 2 章中的详细的附注和说明性文字以及在第 7 章中的量值计算的导论和 SI 与非 SI 单位之间的换算因子和公式。

兰德大学化学系 教授

物理化学符号、术语和单位委员会 主席

伊恩·米尔斯

1987 年 7 月

目 录

序言	(vi)
导论	(vii)
1 物理量和单位	
1.1 物理量和量的算法	(1)
1.2 基本物理量和导出物理量	(2)
1.3 物理量和单位的符号	(3)
1.4 在物理量名称中“比”和“摩尔”二词的应用	(5)
1.5 物理量和单位的积和商	(6)
1.6 缩写词的应用	(6)
2 物理量表	
2.1 空间和时间	(8)
2.2 经典力学	(10)
2.3 电和磁	(13)
2.4 量子力学	(16)
2.5 原子和分子	(17)
2.6 光谱	(21)
2.7 电磁辐射	(31)
2.8 固态	(35)
2.9 统计热力学	(39)
2.10 普通化学	(41)
2.11 化学热力学	(50)
2.12 化学动力学	(60)
2.13 电化学	(62)
2.14 胶体和表面化学	(69)
2.15 传递性质	(72)
3 单位的定义和符号	
3.1 国际单位制(SI)	(75)

3.2	SI 基本单位的定义	(75)
3.3	SI 基本单位的名称和符号	(76)
3.4	有专门名称和符号的 SI 导出单位	(77)
3.5	其它物理量的 SI 导出单位	(79)
3.6	SI 词头	(80)
3.7	与 SI 同时使用的单位	(81)
3.8	原子单位	(82)
4	推荐的数学符号	
4.1	数字和数学符号的印刷	(84)
4.2	符号、算符和函数	(85)
5	基本物理常数	
6	粒子、元素和核素的性质	
6.1	粒子的性质	(93)
6.2	元素的标准原子量 1985	(95)
6.3	核素的性质	(99)
7	单位换算	
7.1	量值计算法的应用	(111)
7.2	单位换算法	(115)
7.3	静电单位(esu)、电磁单位(cmu)、高斯(Gaussian)单位和原子 单位(au)	(124)
7.4	在 SI、四个量的非合理化形式和高斯形式之间电磁理论公 式的变换	(131)
8	参考文献	
8.1	主要原始文献	(135)
8.2	国际纯粹化学与应用化学联合会(IUPAC)参考文献	(137)
8.3	补充参考文献	(139)
	希腊字母	(142)
	符号索引	(142)
	压力换算因子	(159)
	能量换算因子	(160)

1 物理量和单位

1.1 物理量和量的计算法

物理量是数值和单位的乘积

$$\text{物理量} = \text{数值} \times \text{单位}$$

无论是物理量还是用来表示物理量的符号，都不意味着对单位的特定选用。

物理量、数值和单位都可以用普通的代数规则来处理。例如，对于一根黄色钠谱线的波长 λ ，我们可以写成

$$\lambda = 5.896 \times 10^{-7} \text{m} = 589.6 \text{nm} \quad (1)$$

其中m是称为米(metre)的长度单位的符号(见第3章)，nm是纳米(nanometre)的符号。单位m和nm的关系是

$$\text{nm} = 10^{-9} \text{m} \quad (2)$$

当我们用代数规则来处理单位并考虑到(2)式中nm和 10^{-9}m 完全相同时，立即可知(1)式中关于 λ 的两个表达式是相同的。用下面的形式来表示这个波长同样是正确的：

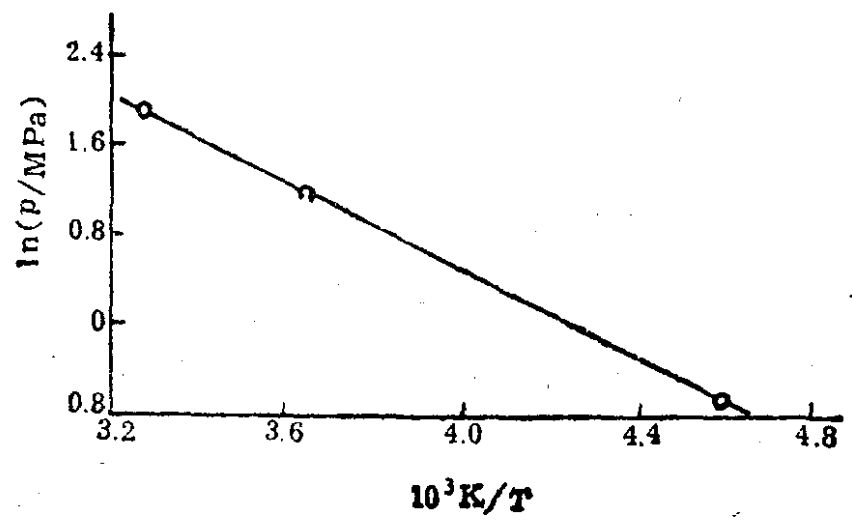
$$\lambda/\text{m} = 5.896 \times 10^{-7} \quad (3)$$

或

$$\lambda/\text{nm} = 589.6$$

尤其方便的是用物理量和单位的商来列表表示物理量的数值，或者标明图象的坐标轴。以这种形式列表的值，如同在(3)式和(4)式中一样，是纯数值。

T/K	$10^3\text{K}/T$	p/MPa	$\ln(p/\text{MPa})$
216.55	4.6179	0.5180	-0.6578
273.15	3.6610	3.4853	1.2486
304.19	3.2874	7.3815	1.9990



可以用在代数上等等的形式如 $k\text{K}/T$ 或 $10^3(T/\text{K})^{-1}$ 来代替 $10^3\text{K}/T$ 。

这里所述的处理物理量以及它们的单位的方法称为量的算法，它被推荐用在全部科学和技术领域中。应用量的算法并不意味着对单位的特定选用；实际上量的算法的好处是它使单位间的换算特别容易进行。在第 7 章中进一步给出应用量的算法的例子，该章讨论从一套单位变换到另一套单位的问题。

1.2 基本物理量和导出物理量

根据惯例，各个物理量被编排在基于七个基本量建立的量纲体系中。每个基本量有它自己的量纲。下面是这些基本量和代表它们的符号：

物理量	量的符号
长度 (length)	L
质量 (mass)	m
时间 (time)	t

物理量	量的符号
电流 (electric current)	I
热力学温度 (thermodynamic temperature)	T
物质的量 (amount of substance)	n
发光强度 (luminous intensity)	I_v

所有其它的物理量称为导出量，它是从以上七个基本量用代数方法乘和除导出的量纲。

例 量纲(能量) = 量纲(质量 $\times$ 长度² $\times$ 时间⁻²)

“物质的量”这个物理量对化学家特别重要。物质的量正比于该物质的指定的基本单元的数目，这比例因子对一切物质都相同；它的倒数是阿伏加德罗常数 (Avogadro constant)，(见第 2、3、5 章)。物质的量的 SI 单位是摩尔，它的定义在后面第 3 章中。物理量“物质的量”不应再称为“摩尔数”，正象物理量“质量”不应称为“千克数”一样。“物质的量”这个名称常常可以有效地简化成单个字“量”，特别在像“量浓度”和“N₂ 的量”这类词组中是如此。

1.3 物理量和单位的符号

必须明确地区别物理量的名称与符号和单位的名称与符号。在第 2 章中给出许多物理量的名称与符号，推荐使用该章中给出的符号，若用其它符号，则必须明确地说明。在第 3 章中给出了单位的名称与符号，所列出的单位的符号是必须遵循的。

关于物理量的符号的一般规则

物理量的符号一般应是拉丁或希腊字母表中的单个字母¹⁾。大

注 1) 一种例外情况是用于研究传递过程的某些无量纲的量，此时国际上同意的符号包含两个字母(见 2.15 节)。

例：雷诺数 (Reynolds number) Re

当这类符号以一个乘积的因子出现时，它应该用留一个空格，加一个乘法符号或加括号的方法把它们和其它符号分开。

写和小写的字母都可以用。字母应当用斜体印刷。当没有斜体字模可用时,按照标准排字的习惯,可以在物理量的符号下面加横线加以区别。必要时,可以用有特定含义的下标和或上标来修饰符号。本身就是物理量符号或数字的下标和上标应当用斜体字印刷,其它下标和上标应当用正体字印刷。

例 C_p 恒压热容
 x_i 第 i 种物种的摩尔分数
 但 C_B 物质 B 的热容
 E_k 动能
 μ_r 相对磁导率
 $\Delta_r H^\ominus$ 标准反应焓
 V_m 摩尔体积

物理量的符号的意义可以用一个或几个下标,或者用包含在圆括号内的说明进一步注明。

例 $\Delta_f S^\ominus(\text{HgCl}_2, \text{cr}, 25^\circ\text{C}) = -154.3 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
 $\mu_i = (\partial G / \partial n_i)_{T, p, n_j \neq i}$

矢量和矩阵应该用黑斜体字例如 $\mathbf{A}, \mathbf{a}$ 印刷。矩阵和张量有时以无衬线的全粗黑斜体字例如 $\mathbf{S}, \mathbf{T}$ 印刷。矢量也可用一个箭头来表征, $\vec{A}, \vec{a}$; 二秩张量用双箭号表征, $\vec{\vec{S}}, \vec{\vec{T}}$ 。

关于单位的符号的一般规则

单位的符号应该用正体字印刷,在复数时它们应保持不变,除了在句子末尾之外,不该在右下方加上圆点。

例 $r = 10 \text{ cm}$, 不是 cm. 或 cms.

单位的符号,除了从人名导出的应以大写字母开始之外,其余均应用小写字母印刷。升的符号是一个例外,它可以是 L 或 l, 即大写字母或小写字母均可。

例 m(米), s(秒), 但 J(joule), Hz(hertz)

单位的十进倍数或分数可以用下面 3.6 节说明的词头来表示。

例 nm(纳米)、kHz(千赫), Mg(兆克)

1.4 在物理量名称中“比”和“摩尔”二词的应用

在广度量的名称前面的形容词“比”(specific)常表示“被质量来除”的意思。当广度量的符号是大写字母时,常常用相应的小写字母来表示比量。

例 体积 V

比容 $v = V/m = 1/\rho$ (其中 ρ 是质量密度)

恒压热容 C_p

恒压比热容 $c_p = C_p/m$

在广度量的名称前面的形容词“摩尔”(molar)一般用来表示“被物质的量来除”的意思。在该量名称符号后加下标 m 表示相应的摩尔量。

例

体积 V , 摩尔体积 $V_m = V/n$

焓 H , 摩尔焓 $H_m = H/n$

有时,把所有的广度量除以物质的量更为方便,于是,所有的量变成强度量。若惯例已经规定且不会引起意义混淆,就可以略去下标 m。(参见在 2.11 节中推荐的偏摩尔量的符号和应用这些符号的例子。)

有些情况下,“摩尔”具有另外一种意思,即“除以物质的量浓度”。

例

吸收系数 a

摩尔吸收系数 $\varepsilon = a/c$

电导率 κ

摩尔电导 $\Lambda = \kappa/c$

1.5 物理量和单位的积和商

物理量的积可以写成

$$ab \text{ 或 } a \cdot b \text{ 或 } a \times b$$

同样,商可以写成

$$a/b \text{ 或 } \frac{a}{b} \text{ 或 } ab^{-1}$$

例

$$F = ma, \quad p = nRT/V$$

除非采用括号来避免误解,在同一表达式中不应该用一根以上的斜线(/)。

例

$$(a/b)/c, \text{ 但切勿写成 } a/b/c$$

在计算多个因子的组合式时,先乘后除,因此 a/bc 应该解释成 $a/(bc)$,而不是 $(a/b)c$ 。然而,在复杂的表达式中,最好用括号来消除可能引起误解之处。

单位的积和商可以用同样的方法书写,只是在书写单位的积且不带任何表示相乘的符号时,在相邻的单位的符号之间要空一个字母的距离。

例

$$N = m \text{ kg s}^{-2} \text{ 而不是 } m\text{kg}\text{s}^{-2}$$

在一斜线后面出现两个或两个以上的单位时,它表示这些单位都在分母中,但在复杂的情况下,最好用括号来消除可能引起误解之处²⁾。

例

$$\text{J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}, \text{ 或 } \text{J/K mol}, \text{ 或 } \text{J}/(\text{K mol})$$

1.6 缩写词的应用

不要滥用缩写词和首字母缩略词(由经常重复使用的一组词

注: 2) 国际计量大会(CGPM)指出,在这种情况下,总是应该采用括号。

中各个词的第一个字母构成的词)。这类词除了公认的(如NMR, DNA)以外,其余的在一切论文中都应加以说明。在标题和摘要中一般应避免使用。在可能的情况下用来表示物理量的缩写词应该用该物理量的推荐的符号来代替(例如电离能用 E_i 而不要用 I. P.; 质量密度用 ρ 而不要用 dens.)。关于缩写词的进一步的介绍见文献[7]。