

全国二十所高等院校协编教材

基础化学

J

CHU

HUA

XUE

主 编

沈佩弟 陈德愉 郭法长 宋肇芬

贵州科技出版社

全国二十所高等医学院校协编教材

基 础 化 学

主 编 沈佩弟

副主编 陈德愉

郭发长

宋肇芬

编委（以姓氏笔画为序）：

李玉林 李先隆 陈德愉

宋肇芬 沈佩弟 张光明

郭法长 莫丽儿

贵 州 科 技 出 版 社

责任编辑 邹 戈

技术设计 李东升

基 础 化 学

沈 佩 弟 等

贵州科技出版社出版发行

(贵阳市中华北路289号 邮政编码550001)

*

贵州新华印刷厂印刷 贵州省新华书店经销

787×1092毫米 16开本 20.5印张 489千字

1992年3月第1版 1992年3月第1次印刷

印数1——10800

ISBN 7-80584-108-x/R·026 定价: 7.70元

编写者名单 (按姓氏笔画为序)

- | | |
|-----|-------------|
| 江淑琴 | (河南医科大学) |
| 沈佩弟 | (湖北医学院) |
| 宋肇芬 | (贵阳医学院) |
| 李五林 | (湖北医学院咸宁分院) |
| 李先隆 | (遵义医学院) |
| 何玉媛 | (衡阳医学院) |
| 陈德愉 | (衡阳医学院) |
| 郭法长 | (河南医科大学) |
| 莫丽儿 | (湛江医学院) |

前 言

为适应医学教学改革的需要,由全国20所高等医学院校共同商定编写一套适合五年制医学院校学生使用的教材,我们在教材编审委员会的领导下,完成了这本《基础化学》的编写工作。

本教材以1982年卫生部颁发的医用化学教学大纲为依据,针对五年制临床医学、预防医学、儿科和口腔等专业的教学需要,结合教学实践经验合作编写而成。在编写中我们既注重内容的科学性、系统性与适用性,又力求表述条理清楚,通俗易懂,便于自学。

本书在不影响整个学科系统的前提下,将惯有的内容作了小的调整与增补。将原“溶液”中的“亨利定律”“分配定律”及“稀溶液通性”等单独列为一章即“稀溶液”。将“法定计量单位”、“溶液的组成量度及其表示法”和“有效数字”等列为“基础知识”部分。增添了“全书内容综述”部分,比较系统地、概括地总结了全书主要的讲授内容。全书采用我国法定计量单位,例如本教材不再使用百分数(%)、质量百分浓度和体积百分浓度等等非法定计量单位,而分别改用法定单位的 10^{-2} 、质量分数和体积分数等。

本教材除“基础知识”和“全书综述”两部分外,共分十二章。理论课的教学参考学时为60~65,具体分配为“基础知识”2学时,稀溶液3~4学时,电解质溶液5~6学时,缓冲溶液4学时,酸碱滴定法4学时,化学反应的热效应、方向和限度6学时,化学反应速度4学时,电极电位与电动势6~7学时,原子结构5~6学时,共价键与分子间力6学时,配位化合物6~7学时,表面现象和胶体溶液6学时,可见分光光度法3学时。

全书大部分除由全体编委编写外,还邀请了河南医科大学的汪淑琴副教授、贵阳医学院的陈金玉副教授、衡阳医学院的何玉媛副教授与湖北医学院的张达生副教授等参加,最后由四位主编集体统稿。

限于编者的水平,本书或有不当和错误,敬希读者批评指正。

编 者 1991年7月



基础知识.....	(1)
一、法定计量单位.....	(1)
二、溶液的组成量度及表示法.....	(1)
三、有效数字.....	(4)
第一章 稀溶液.....	(6)
第一节 亨利定律.....	(6)
第二节 分配定律.....	(8)
第三节 稀溶液定律.....	(10)
一、溶液的蒸气压下降.....	(10)
二、溶液的沸点升高和凝固点降低.....	(13)
三、溶液的渗透压.....	(16)
习 题.....	(22)
第二章 电解质溶液.....	(23)
第一节 强电解质溶液.....	(23)
一、离子互吸理论.....	(23)
二、离子的活度和活度系数.....	(24)
三、离子强度和活度系数.....	(25)
第二节 弱电解质溶液.....	(27)
一、弱电解质的离解平衡.....	(27)
二、弱电解质离解平衡的移动.....	(27)
第三节 酸碱质子理论.....	(29)
一、酸碱的定义.....	(30)
二、酸碱反应的实质.....	(31)
三、酸碱的相对强弱.....	(31)
四、拉平效应和区分效应.....	(32)
第四节 水溶液中的质子转移平衡及pH值计算.....	(33)
一、水的质子自递作用和水溶液的pH值.....	(33)
二、弱酸、弱碱溶液中的pH值计算.....	(35)
第五节 难溶电解质的沉淀-溶解平衡.....	(41)
一、溶度积.....	(41)
二、溶度积与溶解度的关系.....	(41)
三、影响难溶电解质溶解度的因素.....	(42)
四、沉淀的生成和溶解.....	(43)

习 题	(45)
第三章 缓冲溶液	(47)
第一节 缓冲作用及缓冲原理	(47)
一、缓冲作用	(47)
二、缓冲溶液的组成	(47)
三、缓冲作用原理	(47)
第二节 缓冲溶液的pH值	(48)
一、亨德森-哈塞尔巴赫方程	(48)
二、缓冲溶液pH值的计算	(50)
三、缓冲公式校正	(51)
第三节 缓冲容量	(52)
一、缓冲容量的概念	(52)
二、影响缓冲容量的因素	(53)
第四节 缓冲溶液的配制	(55)
一、缓冲溶液的配制方法	(55)
二、常用缓冲溶液	(58)
第五节 缓冲作用在医学上的意义	(61)
习 题	(62)
第四章 酸碱滴定法	(64)
第一节 概述	(64)
第二节 酸碱指示剂	(65)
第三节 滴定曲线与指示剂的选择	(68)
一、强碱与强酸的滴定	(69)
二、强碱滴定弱酸	(71)
三、强酸滴定弱碱	(74)
四、多元酸的滴定	(74)
五、多元碱的滴定	(75)
第四节 酸碱滴定的程序	(76)
一、标准溶液的配制	(76)
二、标准溶液的标定	(77)
三、物质含量的测定	(79)
第五节 分析结果的误差	(80)
一、误差产生的原因和分类	(81)
二、误差的表示方法	(81)
习 题	(83)
第五章 化学反应的热效应、方向和限度	(84)
第一节 化学反应的热效应	(84)
一、热力学常用术语	(84)

二、热力学第一定律	(85)
三、化学反应的热效应	(88)
第二节 化学反应的方向和限度	(94)
一、热力学第二定律与可逆过程	(94)
二、熵与孤立体系变化的方向和限度	(97)
三、恒温恒压过程的方向和限度	(99)
第三节 化学反应等温方程式	(102)
一、化学平衡常数	(103)
二、化学反应等温方程式与非标准状态下反应方向的判断	(104)
三、用 ΔG° 计算平衡常数	(106)
四、温度对平衡常数的影响	(107)
五、温度和压力对平衡的影响	(109)
第四节 热力学在生物体系中的应用简介	(109)
一、生物化学标准态的自由能改变	(110)
二、生物体内的能量转化简介	(111)
习 题	(113)
第六章 化学反应速度	(115)
第一节 化学反应速度的表示法	(115)
第二节 化学反应速度的基本理论	(116)
一、碰撞理论	(117)
二、过渡状态理论	(117)
第三节 浓度对化学反应速度的影响	(119)
一、基元反应和复杂反应	(119)
二、质量作用定律	(119)
三、反应级数	(121)
第四节 温度对化学反应速度的影响	(123)
一、化学反应的温度系数	(123)
二、阿伦尼乌斯方程式	(124)
第五节 催化剂对化学反应速度的影响	(125)
一、催化剂与催化作用	(125)
二、催化作用的理论	(126)
习 题	(128)
第七章 电极电位与电动势	(130)
第一节 原电池	(130)
一、原电池与电极反应	(130)
二、原电池的电动势	(131)
第二节 电极电位	(132)
一、电极电位的产生及其测定	(132)

二、标准电极电位与生物化学标准电极电位	(134)
三、电动势和自由能变	(137)
四、电极与电池的分类	(140)
第三节 电极电位及电池电动势的应用	(142)
一、判断反应进行的方向和限度	(142)
二、反应平衡常数 K 的计算	(144)
三、电位法测定溶液的 pH 值	(145)
第四节 氧化还原滴定法	(148)
一、概述	(148)
二、高锰酸钾法	(149)
三、碘量法	(151)
习 题	(154)
第八章 原子结构	(157)
第一节 核外电子运动状态的近代概念	(157)
一、玻尔理论	(157)
二、电子的波粒二象性	(158)
三、海森堡测不准原理	(159)
第二节 氢原子的原子轨道和电子云	(160)
一、波函数和原子轨道	(160)
二、量子数和原子轨道	(161)
三、原子轨道的图形表示	(163)
四、几率密度和电子云	(164)
五、径向分布函数图	(166)
第三节 核外电子排布	(168)
一、多电子原子的能级	(168)
二、核外电子排布规律	(172)
第四节 原子的电子层结构和元素周期律	(174)
一、周期与电子层结构	(174)
二、族与电子层结构	(174)
三、区与电子层结构	(175)
第五节 元素性质的周期性和原子结构的关系	(176)
一、原子半径	(176)
二、元素的电离能	(178)
三、元素的电负性	(179)
第六节 人体中的化学元素	(180)
一、人体中的必需元素和有毒元素	(180)
二、必需微量元素的生物功能	(181)
习 题	(182)

第九章 共价键与分子间力	(184)
第一节 现代价键理论	(184)
一、 H_2 分子的形成和共价键的本质	(184)
二、价键理论的基本要点	(186)
三、 σ 键与 π 键	(186)
四、配位键	(188)
五、键参数	(188)
六、分子的极性和磁性	(191)
第二节 杂化轨道理论	(192)
一、杂化轨道理论的要点	(192)
二、s-p型杂化	(193)
第三节 价层电子对互斥理论	(196)
第四节 分子轨道理论	(197)
一、分子轨道理论的基本要点	(199)
二、同核双原子分子轨道能级图	(202)
第五节 分子间力	(205)
一、分子的极化	(205)
二、范德华力	(207)
三、氢键	(208)
四、离子的极化	(210)
习 题	(212)
第十章 配位化合物	(214)
第一节 配位化合物的基本概念	(214)
一、配位化合物的定义	(214)
二、配位化合物的组成和命名	(214)
第二节 配位化合物的化学键理论	(217)
一、配位化合物的价键理论	(217)
二、配位化合物的晶体场理论	(220)
第三节 配位平衡	(227)
一、配离子的形成与离解	(227)
二、配位平衡的移动	(229)
三、稳定常数的应用	(231)
第四节 螯合物	(233)
一、螯合物与螯合剂	(233)
二、螯合物在医学上的意义	(234)
第五节 螯合滴定法	(235)
一、乙二胺四乙酸的离解平衡	(235)
二、EDTA金属螯合物的特点	(236)

三、酸度和其它配位剂的存在对EDTA滴定的影响	(237)
四、滴定终点的判断	(238)
五、提高EDTA滴定选择性的方法	(240)
六、螯合滴定法的实验程序	(241)
习 题	(242)
第十一章 表面现象和胶体溶液	(244)
第一节 表面能与吸附	(244)
一、表面能	(244)
二、吸附	(245)
三、乳浊液	(247)
第二节 分散系及其分类	(249)
第三节 溶胶	(250)
一、溶胶的基本性质	(252)
二、胶团的结构与 ζ 电位	(253)
三、溶胶的稳定性与聚沉	(255)
第四节 大分子化合物溶液	(256)
一、大分子化合物结构的特点及其溶液的形成	(257)
二、蛋白质的两性电离	(258)
三、大分子化合物的稳定性	(259)
四、董南平衡	(260)
五、凝胶	(262)
习 题	(263)
第十二章 可见分光光度法	(265)
第一节 概述	(265)
第二节 基本原理	(266)
一、光的吸收定律	(266)
二、吸收光谱	(269)
第三节 光电比色法	(270)
一、光电比色计	(270)
二、测定方法	(271)
第四节 可见分光光度法	(271)
一、分光光度法的特点	(271)
二、分光光度计的主要部件	(271)
三、分光光度计类型	(272)
第五节 提高测定灵敏度和准确度的方法	(274)
一、分光光度法的误差	(274)
二、显色剂与显色条件的选择	(275)
三、测定条件的选择	(275)

第六节 分光光度法的应用示例	(276)
习 题	(277)
全书内容综述	(278)
一、化学反应的可能性	(278)
(一) 自发反应的方向、限度的判据	(278)
(二) 溶液中的离子平衡	(280)
(三) 化学反应中的能量变化	(284)
二、化学反应的现实性	(284)
(一) 决定反应速度的内在因素——活化能	(284)
(二) 影响反应速度的因素	(285)
三、物质结构	(285)
(一) 原子结构	(285)
(二) 分子结构	(287)
四、滴定分析和光度分析	(238)
(一) 滴定分析	(233)
(二) 光度分析	(239)
附 录	(290)
一、一些物质的基本热力学数据	(290)
表1-1 一些物质的标准生成焓、标准生成自由能和标准熵的数据	(290)
表1-2 一些有机化合物的标准燃烧热	(291)
二、溶液的比重和质量分数	(291)
表2-1 常用酸溶液的比重和质量分数	(291)
表2-2 常用碱溶液的比重和质量分数	(292)
表2-3 酒精溶液的比重和质量分数	(292)
三、平衡常数	(293)
表3-1 水的离子积常数	(293)
表3-2 弱电解质在水中的离解常数	(293)
表3-3 难溶电解质的溶度积常数	(294)
表3-4 金属配合物的稳定常数	(295)
四、标准电极电位表(25℃)	(297)
五、原子核外电子分层、分组排布表	(299)
六、国际原子质量表(1983年)	(301)
七、四位对数表	(303)
八、中华人民共和国法定计量单位	(305)
表8-1 国际单位制的基本单位	(305)
表8-2 国际单位制的辅助单位	(305)
表8-3 国际单位制中具有专门名称的导出单位	(305)
表8-4 国家选定的非国际单位制单位	(306)

表8-5 用于构成十进倍数和分数单位的词头	(307)
九、常用的物理常数和单位换算	(307)
表9-1 常用物理常数	(307)
表9-2 常用单位换算	(307)
十、使用法定计量单位初期易出现的差错	(308)
表10-1 量的名称和(或)符号差错事例	(308)
十一、带数值的表、图和数值方程中表示数值易出现的差错	(313)
元素周期表	

基础知识

一、法定计量单位

法定计量单位是政府以法令形式,规定在全国采用的计量单位。我国的法定计量单位是在国际单位制(The International System of Units, 简称SI制)的基础上制定的,在我国,它包括国际单位制单位和国家选定的非国际单位制单位。

国际单位制是国际计量会议对物理-化学量和单位提出的统一标度。SI制中的国际单位包括7个基本单位、两个辅助单位和19个具有专门名称和符号的导出单位。SI制中的7个基本单位都有严格的定义,各个单位的名称和使用规则都是标准化的,每个单位只有一个名称和一个国际符号。这7个基本单位都能以当代科学技术所能达到的最高准确度复现和保存。因此,使用SI制就可避免过去一些不科学的用法和混乱现象。例如,长期以来质量和重力的单位都用千克表示,而SI制明确规定质量单位是千克,重力单位是牛顿。又如压力单位,过去用大气压、毫米汞柱、毫米水柱、千克力·厘米⁻²、巴、达因·厘米⁻²等多种单位,而SI制规定压力的单位是帕斯卡。

我国的法定计量单位(简称法定单位)包括国际单位制的基本单位、国际单位制的辅助单位、国际单位制中具有专门名称的导出单位、国家选定的非国际单位制单位、由以上单位构成的组合形式的单位,以及由词头和以上单位所构成的十进倍数和分数单位。

上述各单位见附录一。

二、溶液的组成量度及表示法

(一) 物质的量和物质的量浓度

1. 物质的量及其单位——摩尔: 物质的量(amount of substance)是国际计量大会决定作为SI制的一个基本物理量,用来表示物质数量的多少,符号为 n ,它的基本单位是摩尔(mol)。SI制对摩尔的定义为“摩尔是一系统的物质的量,该系统中所包含的基本单元(elementary entity)数与0.012kg¹²C的原子数目相等”。定义中的“基本单元”是指各种微观粒子。在使用物质的量时,必须同时指明基本单元是什么,也就是指出粒子的符号、物质的化学式或由它们表示的特定组合。例如:

正确写法	基本单元	错误写法
1mol H ₂	H ₂	1mol氢
1mol (H ₂ + $\frac{1}{2}$ O ₂)	H ₂ + $\frac{1}{2}$ O ₂	1mol氢+氧
1mol $\frac{1}{2}$ H ₂ O	$\frac{1}{2}$ H ₂ O	1mol水
1mol SO ₄ ²⁻	SO ₄ ²⁻	1mol硫酸根离子

摩尔和其它计量单位一样, 加上SI词头也可构成十进倍数或分数单位。例如千摩尔 (k mol)、毫摩尔 (m mol) 等。应指出的是, “物质的量” 是一个专用名词, 决不可把它与 “物质的质量” 互相混淆, 它们是不同的相互独立的物理量。

2. 物质的量浓度: 物质B的物质的量浓度 (amount of substance concentration) 或简称B的浓度, 用符号 C_B 表示, 也可用 $[B]$ 表示。其定义如下:

$$C_B = \frac{n_B}{V}$$

式中 n_B 为B物质的物质的量, 单位为摩尔; V 是溶液的体积, 单位为 m^3 , 但常用 dm^3 或L表示, 本书采用L; C_B 为物质B的物质的量浓度, 单位为 $mol \cdot L^{-1}$ 。

显然, 在使用物质的量浓度时, 也应同时指明基本单元。如 $C(H_2SO_4) = 1 mol \cdot L^{-1}$, $C(\frac{1}{3}H_3PO_4) = 0.1 mol \cdot L^{-1}$ 等等。

应当说明的是, 在法定计量单位制中, “浓度” 一词只是 “物质的量浓度” 的简称, 不再是一般泛指的程度, 应称为溶液的组成量度。在其它的组成量度表示方法中, 若使用 “浓度” 二字时, 其前面必须冠以特定的定语, 如 “质量摩尔浓度” 等等。

在医学临床检验中, 人体检验数值旧制单位比较混乱, 因此世界卫生组织已提议, 凡是已知相对分子质量的物质在人体内的含量, 统一用物质的量单位 (mol 或其分数) 取代所有旧制以表示质量浓度的g、mg等质量单位; 用升 (L) 表示体积基准单位的分母, 以避免过去用 μl 、ml、dl、L及 mm^3 作不同分母时易出现的误解。例如人体血液中葡萄糖含量正常值旧制为70~100mg%, 法定计量单位表示为 $C(C_6H_{12}O_6) = 3.9 \sim 5.6 mmol \cdot L^{-1}$; 人血清中 Fe^{3+} 的含量正常值旧制为60~150 $\mu g/dL$, 法定计量单位表示为 $C(Fe^{3+}) = 11 \sim 27 \mu mol \cdot L^{-1}$; 人血清中 Na^+ 的含量正常值旧制为136~145mEq/L, 法定计量单位表示为 $C(Na^+) = 136 \sim 145 mmol \cdot L^{-1}$ 等等。对于相对分子质量不知道的物质, 可用质量单位 g、mg 表示, 但体积基准单位的分母仍必须用升 (L) 表示。所以这类物质在人体内的含量可表示为 $kg \cdot L^{-1}$ 、 $g \cdot L^{-1}$ 或 $mg \cdot L^{-1}$ 等等。

【例1】 正常人血浆中每100ml含葡萄糖100mg, HCO_3^- 164.7mg, 问它们的物质的量浓度 (用 $mmol \cdot L^{-1}$ 表示) 各为多少?

解: $C(C_6H_{12}O_6) = \frac{100}{180} \times \frac{1000}{100} = 5.6 (mmol \cdot L^{-1})$

$$C(HCO_3^-) = \frac{164.7}{61} \times \frac{1000}{100} = 27 (mmol \cdot L^{-1})$$

(二) 溶液组成量度的其它常用表示法

1. 质量分数: 物质B的质量分数 (mass fraction) 用符号 W_B 表示。它是指物质B的质量与混合物的质量之比。

质量分数是法定的量, 它代替了不再使用的重量百分浓度和重量比等非法定的量。

质量分数是无量纲的量, 其量纲为1。所以它的一贯性单位是 “1”, 常用分数单位为 10^{-2} 、 10^{-3} 、 10^{-6} 、 10^{-9} 、 10^{-12} 等。分数单位不得用词头符号, 例如质量分数若为 20×10^{-3} , 就不能表示为20 m, 即不能用词头符号m代替 10^{-3} 。当用数值和单位表示单位为 “1” 的无

量纲量的量值时,必须在“数值”与“计量单位”之间加乘号“×”,即,量值=数值×计量单位。对于无量纲单位的“1”(除分数单位外)常可省略不写。例如相对密度为 0.755×1 ,可表示为0.775。98%的 H_2SO_4 ,质量分数为 98×10^{-2} 或0.98。

2.体积分数:物质B的体积分数(volume fraction)用符号 φ_B 表示。它是指物质B的体积与混合物的体积之比。

体积分数也是法定的量,它代替了不再使用的体积百分浓度和体积比等非法定的量。

体积分数同样是无量纲的量,其量纲为1,所以体积分数的单位也是“1”,常用分数单位为 10^{-2} 、 10^{-3} 、 10^{-6} 、 10^{-9} 等。例如0.20ml/ml,应表示为 0.20×1 或0.20;0.20%(V/V)应表示为 0.20×10^{-2} 或0.002。

作为物理量的单位如百分数(%),千分数(‰)、ppm和ppb等等均为非法定单位,以后不再使用,亦均应改为法定单位(见下表)。

非 法 定 单 位		法 定 单 位	
名 称	符 号	名 称	符 号
百分数	%	10^{-2}	10^{-2}
千分数	‰	10^{-3}	10^{-3}
百万分之一	ppm	10^{-6}	10^{-6}
十亿分之一	ppb	10^{-9}	10^{-9}

关于%(g/ml)单位,本教材仍保留使用。凡教材中出现的X%(如0.9%NaCl溶液)均指%(g/ml)而言。在某些情况下,如本书第二十章叙述可见分光光度法时,限于仪器,百分透光率T%仍保留使用。

3.质量摩尔浓度: B物质的质量摩尔浓度(molality)用符号 m_B 表示,其定义如下:

$$m_B = \frac{n_B}{W}$$

式中 n_B 为B物质的物质的量,单位为摩尔;W为溶剂的质量,单位为kg,所以物质B的质量摩尔浓度的单位是 $\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。

4.摩尔分数(物质的量分数): 溶液中某一组分的摩尔分数(mole fraction)用符号 x 表示。它是指某一组分的物质的量除以溶液中各组分物质的量之和。若溶液由溶质A和溶剂B组成,则它们的摩尔分数分别为

$$x_A = \frac{n_A}{n_A + n_B}, \quad x_B = \frac{n_B}{n_A + n_B}$$

式中 n_A 表示溶质A的物质的量, n_B 表示溶剂B的物质的量; x_A 为溶质A的摩尔分数, x_B 为溶剂B的摩尔分数。显然, $x_A + x_B = 1$

【例2】 在400g水中,加入质量分数为 95×10^{-2} 的 H_2SO_4 100g,求此溶液的 $x(\text{H}_2\text{SO}_4)$ 和 $m(\text{H}_2\text{SO}_4)$ 。

解:

$$x(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{95/98}{95/98 + (400 + 5)/18} = 0.041$$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{95/98}{(400 + 5)/1000} = 2.4$$

三、有效数字

数是用来表示量的。量(如体积、质量等)是通过仪器测量的。在科学实践中,为了得到准确的分析结果,不仅要准确地进行测量,而且还要正确地记录数字的位数。因为数据的位数不仅表示数量的大小,也反映测量的精确程度。如果对记录数字的位数取舍不当,不是夸大就是缩小了测量的准确性,从而使分析结果失去意义。

(一) 有效数字的概念

有效数字(significant figure)是指实际能测量到的数字,它包括所有的准确数字和最后一位可疑数字。有效数字保留的位数,应当根据分析方法和测量仪器的准确度来决定,例如在分析天平上称得称量瓶重为14.2800 g,是六位有效数字,末位数“0”为可疑数字,由于分析天平能准确称量至 $\pm 0.0001\text{g}$,故称量瓶的实际重量应在 $14.2800 \pm 0.0001\text{g}$ 之间。若用台秤称量,由于台秤只能准确称至 $\pm 0.01\text{g}$,所以称量瓶的重量应记为14.28g,是四位有效数字,而不能记为14.2800g。

数字“0”具有双重意义。若作为普通数字使用,它就是有效数字,若作为定位用,则不是有效数字。应根据具体情况而定。例如

a . 0.0008	一位有效数字
b . 0.027	二位有效数字
c . 1.008	四位有效数字
d . 0.3105	四位有效数字
e . 0.00840	三位有效数字
f . 0.40	二位有效数字
g . 8000	有效数字位数不能确定

从上可归纳为:①数字前面的零,都不是有效数字,它仅起定位作用。如a、b、e。②数字中间的零,都是有效数字。如c、d。③小数点后面末尾的零,是有效数字。如e、f。④至于g,则应根据测量仪器的精确程度来确定。若仪器只精确到一位数字,则应记为 8×10^3 ,数字后的三个“0”都不是有效数字;若精确到两位数字,则应记为 8.0×10^3 。

在化学中常见的pH、pK和lgK等对数值,其有效数字的位数,仅取决于小数部分数字的位数,因整数部分只代表该真数中的10的方次。例如 $\text{pH} = 10.68$,即 $[\text{H}_3\text{O}^+] = 2.1 \times 10^{-11} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$,有效数字为两位,而不是四位。至于在化学计量中遇到的倍数、分数关系,非测量所得,应视为无限多位有效数字。

(二) 有效数字的运算规则

1. 数字的取舍:处理分析数据时,必须根据各步测量的准确程度及有效数字计算规则,合理保留有效数字的位数。目前多采用“四舍,六入,五留双”的规则。即当尾数 ≤ 4 时舍去;尾数 ≥ 6 时进位;当尾数恰为5时,则看保留下来的末位数是奇数还是偶数,若是奇数时,