

高等医学院校教材

基础化学

韩振茂 主 编

李惠珍 副主编
薛洪生

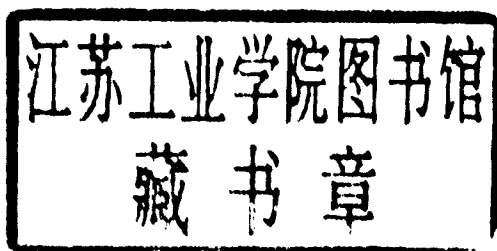
江苏科学技术出版社

JICHU
HUAXUE

高等医学院校教材
(供医学、儿科、口腔、卫生专业用)

基 础 化 学

韩振茂 主 编
李惠珍 副主编
薛洪生
丁绪亮 审 阅



江苏科学技术出版社

基 础 化 学

韩振茂 主编

出版：江苏科学技术出版社

发行：江苏省新华书店

印刷：南京五四印刷厂

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 18.5 插页 1 字数 446,000
1987 年 7 月第 1 版 1987 年 7 月第 1 次印刷
印数 1—12,500 册

ISBN 7-5345-0062-1/0.3

统一书号：7196·065 定价：3.50 元

责任编辑 蔡克难

06
81

江
社

参加编写人员（按执笔章节先后为序）

韩振茂（南京铁道医学院）

李惠珍（苏州医学院）

薛洪生（南通医学院）

马家麟（苏州医学院）

余东向（扬州医学院）

骆美玲（扬州医学院）

施家康（徐州医学院）

刘 杰（南通医学院）

邬晓初（上海铁道医学院）

张治益（浙江医科大学）

潘秀娟（南京铁道医学院）

赵复中（南京医学院）

庄碧年（南京医学院）

朱长文（徐州医学院）

顾 钢（苏州医学院）

巫金昌（南通医学院）

刘建成（苏州医学院）

绘 图 胡绍宁（扬州医学院）

龚肖康

前 言

随着教学改革的发展,为了培养学生分析问题及解决问题的能力,拓宽学生的知识面,许多医学院校增加了学生自学时间并增设了选修课,基础化学等课程的教学时数较教学大纲规定的时数有所减少。为了适应这种形势要求,更好地切合教学实际,江苏、浙江、上海两省一市的八所医学院校,参照卫生部颁发的《医用化学教学大纲》,联合编写了这本教材,供高等医学院校医学、儿科、口腔、卫生等专业使用。

本书在编写时根据医学、卫生等专业的需要,在各院校教学实践的基础上,注意精选内容,深度、广度适宜。叙述力求简明、准确,注意内容的科学性。学生通过本课程的学习,可掌握必要的基础化学理论和知识,为后继课程的学习打下较好的基础。

为了便于学生学习,本书对教学大纲规定的章节顺序进行了调整:将溶液等章提前,原子结构等章推后,并将滴定分析的内容分散在三个章节内,以便使理论与实验密切配合。根据目前教学时数和今后医学科学的发展,本书在确保达到教学大纲的基本要求之基础上,精减了部分内容,充实了一些新知识。例如,增加了人体中的微量元素一章,可供讲座或学生选读。

本书基本上采用国际单位制(SI),考虑到目前单位制改革处在过渡阶段,书中对暂时允许使用的其它单位也做了必要介绍。

本书编写过程中,承蒙南京铁道医学院何国英副教授、宁夏医学院吴玉德副教授以及各参编院校的同仁,对初稿提出了许多宝贵意见;南京医学院丁绪亮教授给予热情指导并审阅了全稿,在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平所限,书中不妥和错误之处,敬希读者批评指正。

编 者

1987年元月

目 录

第一章 绪论

第一节 化学研究的对象与内容	(1)
第二节 化学与医学的关系	(1)
第三节 基础化学的内容和学习方法	(2)

第二章 溶液

第一节 溶液的浓度	(3)
一、溶液浓度的表示法	(3)
二、有关溶液浓度的计算	(5)
第二节 稀溶液的依数性	(7)
一、溶液的蒸气压下降	(7)
二、溶液的沸点升高	(8)
三、溶液的凝固点下降	(9)
四、电解质溶液的依数性	(11)
第三节 溶液的渗透压	(12)
一、渗透现象及渗透压	(12)
二、渗透压与溶液浓度及温度的关系	(13)
三、渗透压在医学上的意义	(13)
习题	(16)

第三章 电解质溶液

第一节 强电解质溶液理论	(18)
一、离子互吸学说	(19)
二、活度与活度系数	(19)
三、离子强度	(20)
第二节 弱电解质的电离平衡	(21)
一、弱电解质的电离平衡	(21)
二、影响弱电解质电离平衡的因素	(22)
第三节 酸碱质子理论	(23)
一、质子理论的酸碱定义	(23)
二、酸碱反应的实质	(24)
三、酸碱的强度	(25)
第四节 水溶液中质子转移平衡及有关离子浓度的计算	(26)
一、水的质子自递作用和溶液的 pH 值	(26)
二、弱酸弱碱的质子转移平衡	(28)
三、水溶液中有关离子浓度的计算	(29)
第五节 难溶强电解质的沉淀—溶解平衡	(36)
一、难溶电解质的溶度积	(36)

二、溶度积和溶解度的相互换算	(38)
三、沉淀—溶解平衡的移动	(38)
习题	(42)
第四章 缓冲溶液	
第一节 缓冲溶液的作用及其组成	(43)
一、缓冲溶液的概念	(43)
二、缓冲溶液的组成	(43)
三、缓冲溶液的作用机制	(44)
第二节 缓冲溶液 pH 值的计算	(44)
第三节 缓冲容量	(49)
一、缓冲容量的概念	(49)
二、影响缓冲容量的因素	(50)
第四节 缓冲溶液的配制	(51)
一、配制原则	(51)
二、常用的缓冲溶液	(52)
第五节 缓冲溶液在医学上的意义	(55)
习题	(56)
第五章 滴定分析概述与酸碱滴定法	
第一节 滴定分析概述	(58)
一、滴定分析的特点和主要方法	(58)
二、滴定分析对化学反应的要求和滴定方式	(58)
三、滴定分析的操作程序	(59)
四、滴定分析的有关计算	(60)
五、分析结果的误差和有效数字	(61)
第二节 酸碱指示剂	(63)
一、酸碱指示剂的变色原理	(63)
二、指示剂的变色范围	(64)
第三节 酸碱滴定法	(65)
一、酸碱滴定法的基本原理	(65)
二、滴定曲线和指示剂的选择	(65)
三、酸碱滴定的实验过程	(71)
习题	(72)
第六章 化学反应速度	
第一节 化学反应速度的表示法	(74)
第二节 化学反应速度理论简介	(76)
一、有效碰撞理论——活化分子与活化能	(77)
二、过渡状态理论——活化络合物	(77)
第三节 浓度对反应速度的影响	(79)
一、基元反应速度与浓度的关系——质量作用定律	(79)
二、非基元反应的速度方程式	(80)
三、反应分子数和反应级数	(81)

四、一级与二级反应·····	(84)
第四节 温度对反应速度的影响·····	(87)
第五节 催化剂对反应速度的影响·····	(90)
一、催化作用的特点·····	(90)
二、催化剂作用的理论·····	(90)
习题·····	(95)
第七章 化学热力学基础	
第一节 热力学的基本概念·····	(96)
一、体系和环境·····	(96)
二、状态和状态函数·····	(96)
三、过程与途径·····	(97)
第二节 热力学第一定律·····	(98)
一、热和功·····	(98)
二、可逆过程与最大功·····	(98)
三、内能和热力学第一定律·····	(100)
第三节 化学反应的热效应·····	(101)
一、等容反应热和等压反应热·····	(101)
二、热化学方程式·····	(102)
三、盖斯定律·····	(103)
四、热效应的计算·····	(104)
第四节 热力学第二定律·····	(106)
一、自发过程的共同特征·····	(106)
二、化学反应自发性的贝塞罗判据·····	(107)
三、熵的初步概念·····	(108)
四、熵变的计算·····	(108)
第五节 自由能及其应用·····	(109)
一、化学反应自发性的自由能判据·····	(109)
二、标准生成自由能·····	(110)
三、吉布斯-赫姆霍兹(Gibbs-Helmhotz)方程·····	(110)
第六节 化学平衡·····	(112)
一、化学平衡常数·····	(112)
二、化学反应等温方程·····	(113)
三、标准自由能变化与平衡常数·····	(115)
四、温度对平衡常数的影响·····	(115)
习题·····	(117)
第八章 电极电位与氧化还原滴定	
第一节 原电池·····	(119)
一、氧化还原与原电池·····	(119)
二、原电池的组成和表示式·····	(120)
三、电极的种类·····	(121)
第二节 原电池的电动势与电极电位·····	(122)

一、原电池的电动势	(122)
二、电极电位的产生	(123)
三、标准电极电位及其测定	(123)
第三节 浓度对电极电位的影响	(125)
一、能斯特(Nernst)方程式	(125)
二、有关能斯特方程式的计算	(128)
第四节 电极电位的应用	(129)
第五节 电位法的若干应用	(132)
一、电位法测定溶液的 pH 值	(132)
二、离子选择性电极	(136)
第六节 氧化还原滴定法	(136)
一、概述	(136)
二、高锰酸钾法	(137)
三、碘量法	(139)
习题	(143)

第九章 原子结构

第一节 核外电子的运动状态	(145)
一、微观粒子及其运动的特性	(145)
二、氢原子的原子轨道和电子云	(147)
第二节 核外电子的排布	(153)
一、多电子原子的能级	(153)
二、核外电子排布规则	(156)
三、各元素原子的电子层结构	(156)
第三节 原子的电子层结构和元素周期系	(160)
一、原子的电子层结构与元素的分 区	(160)
二、原子的电子层结构与周期的划分	(161)
三、原子的电子层结构与族的划分	(161)
第四节 元素基本性质的周期性	(162)
一、原子半径	(162)
二、电离能	(163)
三、电子亲和能	(163)
四、电负性	(165)
习题	(167)

第十章 分子结构

第一节 离子键理论	(168)
一、离子键	(168)
二、离子特征	(168)
第二节 共价键理论	(170)
一、价键理论	(170)
二、杂化轨道理论	(174)
三、价层电子对互斥理论	(177)

四、分子轨道理论·····	(180)
五、键的极性和分子的极性·····	(186)
第三节 分子间作用力和氢键·····	(187)
一、范德华力·····	(188)
二、离子的极化·····	(189)
三、氢键·····	(190)
习题·····	(193)
第十一章 配位化合物与配位滴定法	
第一节 配位化合物的基本概念·····	(194)
一、配离子与配位化合物的概念·····	(194)
二、配合物的组成·····	(195)
三、配合物的命名·····	(196)
第二节 配位化合物的化学键理论·····	(197)
一、配位键理论·····	(197)
二、晶体场理论·····	(200)
三、配合物的分子轨道理论·····	(204)
第三节 溶液中配合物的稳定性·····	(206)
一、配离子的离解平衡·····	(206)
二、配位平衡的移动·····	(209)
第四节 螯合物·····	(211)
第五节 配位滴定法·····	(212)
一、乙二胺四乙酸及其配合物的性质·····	(212)
二、EDTA 滴定的原理·····	(214)
三、金属指示剂·····	(216)
四、提高 EDTA 滴定选择性的方法·····	(218)
五、EDTA 滴定法实验过程·····	(218)
习题·····	(220)
第十二章 胶体溶液	
第一节 概述·····	(222)
第二节 界面现象·····	(223)
一、表面能·····	(223)
二、吸附·····	(224)
三、乳浊液·····	(226)
第三节 溶胶·····	(227)
一、溶胶的光学性质·····	(227)
二、溶胶的动力学性质·····	(227)
三、溶胶的电学性质·····	(229)
四、溶胶的双电层结构·····	(231)
五、溶胶的稳定性·····	(232)
六、溶胶的聚沉·····	(232)
第四节 高分子化合物溶液·····	(233)

一、高分子溶液的渗透压	(233)
二、蛋白质溶液的两性电离	(235)
三、董南 (Donnan) 平衡	(236)
四、蛋白质的盐析作用	(238)
五、高分子化合物对溶胶的保护作用	(239)
第五节 凝胶	(239)
习题	(240)
第十三章 比色分析法及分光光度法	
第一节 物质的颜色与光的吸收定律	(242)
一、物质的颜色和光的关系	(242)
二、光的吸收定律——朗伯—比尔定律	(243)
第二节 比色与分光光度分析的方法及其仪器	(244)
一、比色分析法	(244)
二、分光光度法	(247)
第三节 显色反应及其影响因素	(249)
一、显色反应和显色剂	(249)
二、影响显色反应的因素	(250)
第四节 比色与分光光度法的误差	(250)
第五节 比色与分光光度法的应用实例	(251)
一、铁的含量测定	(251)
二、配合物组成的测定	(252)
习题	(254)
第十四章 人体中的微量元素	
第一节 微量元素在人体及环境中的分布	(255)
一、人体内微量元素的种类与含量	(255)
二、环境和生物体内微量元素的分布	(255)
三、人体中必需微量元素在元素周期表中的分布	(257)
四、微量元素在人体及环境中的分布规则	(259)
第二节 微量元素在生物体内的化学反应	(260)
一、微量元素的理化性质	(260)
二、微量元素在体内形成的配合物	(261)
三、生物体系内的化学反应	(264)
第三节 人体必需微量元素的生理功能	(265)
习题	(270)
附 录	
一、国际单位制	(271)
二、常用的物理常数	(272)
三、一些物质的基本热力学数据	(272)
四、国际原子量表	(274)
中英名词对照	(278)
元素周期表	

第一章 绪 论

第一节 化学研究的对象与内容

化学属于自然科学。自然科学研究的对象是客观存在的物质及其运动形式。

物质的种类繁多，但总起来可分为两种基本形态。一种是具有静止质量和体积形态的实物，如日、月、星辰；钢铁、煤炭；分子、原子等。另一种是不具有静止质量的场，如电场、磁场、引力场等。作为自然科学基础学科之一的化学，所研究的物质主要是指分子、原子这一层次上的实物。

物质的运动形式是多种多样的，如机械运动、热运动、电运动等属于物理运动形式；生物的繁衍、生长、衰老、死亡等生命现象属于生物运动形式；而物质的化合、分解等化学变化则属于化学运动形式。物质的各种运动形式由不同的学科来研究，化学就是研究物质化学运动形式（化学变化）的科学。由于物质的化学变化取决于物质的组成、结构、性质以及变化的条件，因此可以说化学是一门在分子、原子或离子层次上研究物质组成、结构、性质及其变化规律和变化条件的科学。

现代化学研究的范围非常广泛，为了便于研究和掌握，根据研究的对象和任务的不同，它可分成四个基本学科，即无机化学、有机化学、分析化学和物理化学。

无机化学：研究无机物的化学，它的研究对象是所有元素单质及其化合物（碳氢化合物及其衍生物除外）。

有机化学：研究有机物，即研究碳氢化合物及其衍生物的化学。

分析化学：研究物质的组成、含量及其原理的化学。

物理化学：利用物理方法并进行数学处理来研究物质的结构和性质的关系，从而寻求化学变化的基本规律的化学。

由于化学研究工作的发展，化学知识的广泛应用，以及不同学科领域的互相渗透，化学科学还可进一步划分为许多分支学科，例如工业化学、农业化学、环境化学、药物化学、生物化学，等等。

第二节 化学与医学的关系

化学与人类日常生活和工农业生产有着密切的关系，几乎所有生产部门都涉及化学问题。诸如资源的开发，能源的利用，粮食的增产，环境的保护，以及各种化害为利、化废为宝的措施等等都需要化学知识。因此，化学在科学技术和生产活动中起着重要的作用。同样，化学与医学也有着密切的关系。

医学的任务是研究人体的生理现象和病理现象的规律，寻求防病治病的有效方法，以达到战胜疾病，保障人体健康的目的。而人体各种组织是由蛋白质、糖类、脂类、无机盐和水

等物质组成的,同时机体在发育、生长、衰老的整个生命过程中,还需要不断地从外界摄取各种食物和营养,作为机体各种组织的原料和供给所需的能量。这些物质在体内进行着一系列复杂的生理活动,如消化、吸收、排泄、呼吸等。当机体由于某种原因,其正常生理活动产生障碍时,便出现病理现象。体内所有的生理现象和病理现象都包含着复杂的化学变化,因此必需掌握一定的化学知识,才能更好地研究生命活动的规律,才能深入了解生理、病理现象的实质。

在疾病的诊断、治疗过程中,需要进行化验和使用药物,这也与化学密切相关。例如,临床化验常常需利用化学方法检验标本中的成分及含量,以帮助正确诊断疾病,治疗疾病时需要应用药物,而药物的药理作用又与药物的化学结构和化学性质有关,要正确用药,也需掌握一定的化学知识。

在卫生监督、疾病预防等方面需要应用更多的化学理论和方法,例如饮水分析、食品检验、环境保护等等都离不开化学方法。

在医学的发展中,化学也起着重要的作用。许多化学概念、原理和方法被应用到医学中,促进了医学的发展。由于科学技术的发展,现代医学已逐渐深入到分子水平乃至量子水平。例如,从有机物分子的立体结构研究酶与底物的作用和药物与受体的作用,从分子水平上研究某些疾病的致病因子,从微量元素的研究为疾病的早期诊断提供科学依据等等,都说明现代医学的发展需要更多、更深的化学知识。

第三节 基础化学的内容和学习方法

基础化学是高等医学教育中的一门普通基础课,它的任务是使学生获得学习医学所必需的化学基本理论和基本技术。

基础化学的内容包括无机化学的基本理论及物理化学和分析化学的部分内容,主要论述化学的基本原理和基本概念。其中有些内容如溶液的浓度、渗透压、缓冲溶液、电解质溶液等将直接在医学上得到应用;有些内容如原子、分子结构理论,配合物化学理论,化学热力学和化学动力学等则是后继课程的重要基础。

学习中要着重理解、掌握化学基本概念和化学基本原理,并灵活运用于解决实际问题及有关化学计算,这是学习的重点。

学习中还要善于运用分析、比较、归纳、综合的方法,对前后学习的有关内容进行分析、归纳,从中找出共性和差异。这样就会使学到的知识系统化,并便于巩固和记忆。

学习中要树立主动、活泼的学习风气。对教材内容不要死记硬背,而应在理解的基础上,力求融会贯通。要主动地积极思考,善于提出问题,并学会查阅各种参考书,培养自己分析问题和解决问题的能力。

化学是一门以实验为基础的学科,许多化学定律、学说是在实验基础上提出的。通过实验不但可以加深理解、巩固所学到的基本理论和知识,而且还可以训练进行实验的基本操作,培养独立工作能力和科学的工作方法,因此必需重视实验课,为以后的学习和工作打下牢固的基础。

【韩振茂 李惠珍 薛洪生】

第二章 溶 液

许多化学反应是在溶液中进行的。人的体液如血液、淋巴液以及多种腺体的分泌物，都属于溶液。临床上很多药物也常配成溶液使用。因此，了解溶液的某些性质及有关溶液的浓度计算等，在医学上有重要的意义。

第一节 溶液的浓度

一、溶液浓度的表示法

浓度表示一定量溶液或溶剂中溶质含量的多少。为了工作上的方便，在不同的应用中，溶液的浓度往往使用不同的表示方法。由于单位制的变动，浓度表示法也有所变动，现将医学上常用的浓度表示法介绍如下：

1. 百分浓度

(1) 质量—质量百分浓度：表示100克溶液中所含溶质的克数，符号为% (g/g)。

$$\% (g/g) = \frac{\text{溶质克数}}{\text{溶液克数}} \times 100\%$$

此种浓度表示法常用于工业上，如36%的盐酸、95%的硫酸，都是指质量—质量百分浓度。

(2) 体积—体积百分浓度：表示100毫升溶液中含有溶质的毫升数，符号为% (ml/ml)。

$$\% (ml/ml) = \frac{\text{溶质毫升数}}{\text{溶液毫升数}} \times 100\%$$

此种浓度表示法多用于以液体为溶剂的溶液。如医院中消毒用的75%酒精溶液，即为体积—体积百分浓度。

(3) 质量—体积百分浓度：表示100毫升溶液中含有溶质的克数，符号为% (g/ml)。

$$\% (g/ml) = \frac{\text{溶质克数}}{\text{溶液毫升数}} \times 100\%$$

此种浓度表示法常用于医学上及化学实验室中。医院里常用的0.9%生理盐水、5%葡萄糖溶液等，都是指质量—体积百分浓度。

溶质的质量用毫克表示时，称为毫克百分浓度，符号为mg%。例如，100毫升血清中含钾离子20毫克，其毫克百分浓度即为20mg%。

2. 比例浓度

这是在药物调剂中常用的一种溶液浓度表示法。药典上常见的(1 → X)溶液，即1克固体溶质或1毫升液体溶质加溶剂后配成X毫升的溶液。如(1 → 1000)高锰酸钾溶液，就是将1克高锰酸钾用水溶解配成1000毫升的溶液。(1 → 5)溴化钾溶液，就是将1克溴化钾用水溶解配成5毫升溶液。

3. ppm浓度、ppb浓度与ppt浓度

这三种浓度表示法都用来表示极稀溶液的浓度。ppm浓度（百万分浓度）是指每千克溶液中所含溶质的毫克数。例如，1千克高锰酸钾溶液中，含有高锰酸钾8毫克，此高锰酸钾溶液的浓度即为8 ppm。

ppb浓度（十亿分浓度）是指每千克溶液中所含溶质的微克数。例如，1千克 Fe^{3+} 离子溶液中含 Fe^{3+} 离子10微克，此 Fe^{3+} 离子溶液的浓度即为10 ppb。

ppt浓度是指1000千克溶液中所含溶质的微克数。如某 Cu^{2+} 离子溶液的浓度为5 ppt，则此溶液1000千克中含 Cu^{2+} 离子5微克。

4. 摩尔浓度

(1) 体积摩尔浓度 简称摩尔浓度，是指1升溶液中所含溶质的摩尔数，符号为M。

$$M = \frac{\text{溶质摩尔数}}{\text{溶液升数}} = \frac{\text{溶质质量/摩尔质量}}{\text{溶液毫升数/1000}}$$

如果用1升溶液中所含溶质的毫摩尔数来表示时，称为毫摩尔浓度，符号为mM。

$$\text{mM} = \frac{\text{溶质毫摩尔数}}{\text{溶液升数}}$$

毫摩尔浓度与摩尔浓度数值上相差1000倍。例如0.1M的 MgCl_2 溶液，其毫摩尔浓度为100mM，溶液中 Mg^{2+} 的毫摩尔浓度也为100mM，而 Cl^- 的毫摩尔浓度则为200mM。

(2) 质量摩尔浓度 是指在每千克溶剂中所含溶质的摩尔数，符号为m。

$$m = \frac{\text{溶质摩尔数}}{\text{溶剂千克数}} = \frac{\text{溶质质量/摩尔质量}}{\text{溶剂克数/1000}}$$

例如，在500克水中溶入0.1摩尔的蔗糖，此蔗糖溶液的质量摩尔浓度即为 $\frac{0.1}{0.5} = 0.2m$ 。

5. 当量浓度

当量浓度是指1升溶液中所含溶质的克当量数，符号为N。

$$N = \frac{\text{溶质克当量数}}{\text{溶液升数}} = \frac{\text{溶质质量/克当量}}{\text{溶液毫升数/1000}}$$

克当量的千分之一，称为该物质的毫克当量。如将上式分子分母各乘以1000，可得下列关系式

$$N = \frac{\text{溶质克当量数} \times 1000}{\text{溶液升数} \times 1000} = \frac{\text{溶质毫克当量数}}{\text{溶液毫升数}}$$

移项后得

$$\text{溶质毫克当量数} = \text{当量浓度} \times \text{溶液毫升数} = N \cdot V_{\text{毫升数}}$$

此式在定量分析中经常使用。

医学上常用毫克当量浓度表示体液中各种离子的含量。毫克当量浓度是指在1升溶液中所含溶质的毫克当量数，符号为 $\text{mEq} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

$$\text{毫克当量浓度} (\text{mEq} \cdot \text{L}^{-1}) = \frac{\text{溶质毫克当量数}}{\text{溶液升数}}$$

对同一溶液，在数值上毫克当量浓度为当量浓度的1000倍。如某溶液的浓度为0.02N，则其毫克当量浓度为 $0.02 \times 1000 = 20 \text{mEq} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

6. 物质的量浓度

物质的量浓度，在国际单位制（SI）中简称为浓度，它是由体积摩尔浓度演变而来

的。物质B的浓度或物质的量浓度 C_B （或用[B]表示），其定义是：

$$C_B = n_B / V$$

式中 n_B 为以摩尔为单位的溶质B的物质的量，V为溶液的体积，其单位为立方米(m^3)。因此，物质的量浓度 C_B 的单位为 mol/m^3 。由于立方米太大，允许用升(L)或立方分米(dm^3)，所以物质的量浓度单位一般多用 mol/L 或 mol/dm^3 。物质的量还可以毫摩尔($mmol$)为单位，此时浓度的单位即为 $mmol/L$ 。

这里需要说明：在使用物质的量浓度时，必须将该物质的基本单元指明，它可以是原子、分子、离子以及其它粒子，或这些粒子的特定组合体。例如：

$C(H_2SO_4) = 0.1mol/L$ ，表示每升 H_2SO_4 溶液中含 H_2SO_4 0.1mol，

$C(\frac{1}{2}H_2SO_4) = 0.2mol/L$ ，表示每升 H_2SO_4 溶液中含0.2mol($\frac{1}{2}H_2SO_4$)，

$C(2NaOH) = 0.1mol/L$ ，表示每升NaOH溶液中含0.1mol($2NaOH$)。

上述 $C(H_2SO_4) = 0.1mol/L$ 相当于通常所说的0.1 $M H_2SO_4$ ，即1升 H_2SO_4 溶液中含有 H_2SO_4 0.1摩尔(9.8g)； $C(\frac{1}{2}H_2SO_4) = 0.2mol/L$ 相当于通常所说的0.2N H_2SO_4 或0.1 $M H_2SO_4$ ，即1升 H_2SO_4 溶液中含有0.2摩尔($\frac{1}{2}H_2SO_4$)($0.2 \times 49 = 9.8g$)； $C(2NaOH) = 0.1mol/L$ 相当于通常所说的0.2M NaOH，即1升NaOH溶液中含有0.1摩尔($2NaOH$)($0.1 \times 80 = 8g$)。

由于物质的基本单元可以是种种粒子或者是这些粒子的组合体，因此，物质的量浓度可以代替摩尔浓度、当量浓度、毫摩尔浓度和毫克当量浓度。

在医学上，世界卫生组织建议：凡是已知分子量的物质在人体内的浓度，都应使用物质的量单位(mol 或 $mmol$)取代旧制用以表示质量浓度的“g”、“mg”等质量单位；统一用升(L)作为表示体积基准单位的分母。例如，正常人血清中 Ca^{2+} 离子的含量若以 $mg\%$ (或 mEq/L)为单位表示其值应为9~11 $mg\%$ (或4.5~5.5 mEq/L)，按物质的量浓度表示则为2.2~2.7 $mmol/L$ 。

由于现在是使用国际单位制的过渡阶段，考虑到具体情况，本书将同时采用物质的量浓度和其它浓度表示法。

二、有关溶液浓度的计算

1. 溶液的配制

例1 如何用含1个结晶水的葡萄糖($C_6H_{12}O_6 \cdot H_2O$)配制5%(g/ml)的葡萄糖溶液1000毫升？

解 配制5%(g/ml)葡萄糖溶液1000毫升所需无水葡萄糖的质量为

$$5 \times \frac{1000}{100} = 50g$$

$C_6H_{12}O_6$ 的摩尔质量为180克， $C_6H_{12}O_6 \cdot H_2O$ 的摩尔质量为198克，所需 $C_6H_{12}O_6 \cdot H_2O$ 的质量为

$$50 \times \frac{198}{180} = 55g$$

称量 $C_6H_{12}O_6 \cdot H_2O$ 55克，加水溶解后稀释到溶液总体积为1000毫升即得所求溶液。

2. 溶液的稀释与混合

浓溶液加水稀释成稀溶液时, 根据稀释前后溶质总量相等的原则, 其浓度与体积之间的关系, 可按式进行计算:

$$C_1 V_1 = C_2 V_2$$

C_1 、 C_2 分别代表稀释前后溶液的浓度; V_1 、 V_2 分别代表稀释前后溶液的体积, 此公式叫做稀释公式。运用稀释公式时, 需注意 C_1 、 C_2 的单位必须一致, V_1 、 V_2 的单位也必须一致。此公式适用于质量—体积百分浓度、体积摩尔浓度及当量浓度的有关计算。

例2 市售新洁尔灭消毒水的浓度为5%(g/ml), 临床使用的为0.1%(g/ml)溶液。配制0.1%新洁尔灭溶液2000毫升, 应量取5%新洁尔灭溶液多少毫升?

解 $C_1 = 5\%$ $V_1 = x \text{ ml}$ $C_2 = 0.1\%$ $V_2 = 2000 \text{ ml}$

代入稀释公式

$$\frac{5}{100} \times x = \frac{0.1}{100} \times 2000$$
$$x = 40 \text{ ml}$$

应量取5%新洁尔灭40毫升, 加水稀释至2000毫升。

例3 今有0.1N盐酸溶液1000毫升, 0.5N盐酸溶液50毫升, 将此两溶液混合后, 问需再加6N盐酸溶液多少毫升, 才能配成0.2N的盐酸溶液?

解 设需加入6N盐酸溶液 x 毫升, 根据混合前后溶液中溶质总量相等的原则

$$0.1 \times 1000 + 0.5 \times 50 + 6x = 0.2(1000 + 50 + x)$$

$$x = \frac{85}{5.8} = 14.7 \text{ ml}$$

需再加6N盐酸溶液14.7毫升, 即可得0.2N盐酸溶液1064.7毫升。

3. 各种浓度之间的换算

例4 25℃时, 1 mH₂SO₄溶液的密度为1.032g·ml⁻¹, 求此溶液的质量—体积百分浓度, 体积摩尔浓度及当量浓度。

解 (1) 求质量—体积百分浓度%(g/ml)

1 mH₂SO₄溶液, 即在1千克水中溶有H₂SO₄1摩尔(98克), 所以溶液的质量为1000 + 98 = 1098g

溶液的体积为 $\frac{1098}{1.032} = 1064 \text{ ml}$

$$\text{质量—体积百分浓度}(\text{g/ml}) = \frac{98}{1064} \times 100\% = 8.26\%$$

(2) 求体积摩尔浓度

$$\text{体积摩尔浓度} = \frac{1}{1064/1000} = 0.94 \text{ mol/L}$$

(3) 求当量浓度

$$\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ 的克当量等于 } \frac{98}{2} = 49 \text{ g}$$

$$\text{当量浓度} = \frac{98/49}{1064/1000} = 1.88 \text{ N}$$

例5 正常人体血浆中Na⁺的含量为326mg%, 将其换算为物质的量浓度(mmol/L)。

解 326mg%表示100毫升血浆中含Na⁺326毫克, 而一摩尔Na⁺的质量为23克, 一毫摩