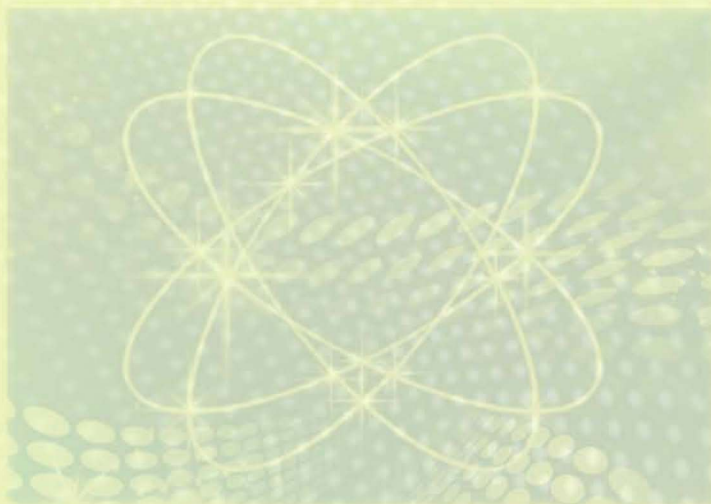


生物化学

刘建强 主编



第四军医大学出版社

高职高专“校院合作、工学结合”特色教材
供临床医学、护理、助产、药学、医学检验技术、口腔医学等专业使用

生物化学

主 编 刘建强

副主编 马元春 孟青妹 徐秦英

编 委 (按姓氏笔画排序)

马元春 马慧英 王象勇 史绍蓉

乔建卫 任卫全 刘 芳 刘建强

李 梅 李向国 吴国裕 虎永兰

孟青妹 赵 元 查慧领 柏 宁

秦惠萍 徐秦英 唐永平 曹希忠

董建伟

第四军医大学出版社·西安

图书在版编目 (CIP) 数据

生物化学/刘建强主编. —西安: 第四军医大学出版社, 2015. 6

ISBN 978 - 7 - 5662 - 0801 - 9

I. ①生… II. ①刘… III. ①生物化学 - 高等职业教育 - 教材 IV. ①Q5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 122038 号

shengwuhuaxue

生物化学

出版人: 富 明 责任编辑: 王 雯 黄 璐

出版发行: 第四军医大学出版社

地址: 西安市长乐西路 17 号 邮编: 710032

电话: 029 - 84776765 传真: 029 - 84776764

网址: <http://press.fmmu.edu.cn>

制版: 绝色设计

印刷: 陕西奇彩印务有限责任公司

版次: 2015 年 6 月第 1 版 2015 年 6 月第 1 次印刷

开本: 787 × 1092 1/16 印张: 13 字数: 300 千字

书号: ISBN 978 - 7 - 5662 - 0801 - 9/Q · 69

定价: 29.00 元

版权所有 侵权必究

购买本社图书, 凡有缺、倒、脱页者, 本社负责调换

《生物化学》 编审委员会

主任委员 陆 涛 袁 宁

副主任委员 武玉清 王东林 王嗣雷 韩君芳

委 员 (按姓氏笔画排序)

任玉录 (青海卫生职业技术学院)

李 婷 (青海卫生职业技术学院)

李红霞 (青海卫生职业技术学院)

前 言

为了适应医学高职高专复合型人才培养的需要和医学模式的改变, 进一步强调知识的必需、够用, 基础服务于专业的原则, 依据知识、能力、素质综合发展的人才培养方案, 本教材在内容编排上密切围绕培养目标, 突出医学高职高专专业特点, 淡化学科意识, 注重整体优化, 突出科学性与实用性。

本教材将溶液和有机化合物性质概述整合为化学基础篇; 将蛋白质、酶、核酸的结构和功能整合为生物大分子的结构与功能篇; 将糖代谢、脂类代谢、生物氧化、氨基酸代谢、核苷酸代谢整合为物质代谢及其调节篇; 将肝脏生物化学、水和电解质代谢、维生素整合为专题篇; 将基因信息的传递和分子生物学常用技术以及应用整合为基因信息。每章列出学习目标, 引导学生抓住重点、解决难点; 章节中加入相关知识链接, 包括学科新进展及临床应用, 拓展学生专业视野。教材正文后附有实验指导, 引导学生熟悉常用临床生化指标。

本教材作为医学专业的基础教材, 供高职高专学校的临床医学、护理、助产、药学、医学检验技术、口腔医学等专业使用, 也可作为国家护士执业资格考试、自学考试的学习用书。

本教材是由生物化学专业教师与临床一线从事生物化学的临床专家组成的教材编写团队共同承担完成的, 长期教学实践和临床实践中形成的严谨求实学风是确保教材质量的基础。本书主编邀请了学院资深的教授对全文进行了审订, 在此表示感谢。

由于我们水平有限, 本版教材难免存在错误和遗漏, 敬请同行、专家、读者予以批评指正。

刘建强

2015 年 4 月

目 录

绪论	(1)
----------	-------

第一篇 化学基础

第一章 溶液	(5)
第一节 溶液浓度的常用表示方法	(5)
第二节 溶液的渗透压	(9)
第二章 有机化合物性质概述	(15)
第一节 烃	(15)
第二节 醇和酚	(17)
第三节 醛和酮	(20)
第四节 羧酸及其取代酸	(21)
第五节 含氮有机化合物	(24)

第二篇 生物大分子的结构与功能

第三章 蛋白质的结构与功能	(30)
第一节 蛋白质的元素组成	(30)
第二节 蛋白质的分子结构	(34)
第四章 酶	(43)
第五章 核酸的结构和功能	(57)
第一节 核酸的分子组成	(58)
第二节 核酸的分子结构	(61)
第三节 核酸的理化性质	(66)

第三篇 物质代谢及其调节

第六章 糖代谢	(68)
第一节 概述	(68)
第二节 糖的分解代谢	(69)
第三节 糖原的合成与分解	(78)
第四节 糖异生	(81)
第五节 血糖	(83)

第七章 脂类代谢	(86)
第一节 概况	(86)
第二节 三酰甘油的代谢	(88)
第三节 类脂代谢	(95)
第四节 胆固醇的代谢	(97)
第五节 血脂与血浆脂蛋白	(99)
第八章 生物氧化	(103)
第一节 概述	(103)
第二节 线粒体生物氧化体系	(104)
第九章 氨基酸代谢	(112)
第一节 蛋白质的营养作用	(112)
第二节 氨基酸的一般代谢	(114)
第三节 个别氨基酸代谢	(119)
第十章 核苷酸代谢	(124)
第一节 核苷酸的合成代谢	(124)
第二节 核苷酸的分解代谢	(127)

第四篇 专题篇

第十一章 肝脏生物化学	(129)
第十二章 水和电解质代谢	(142)
第一节 正常人体的体液	(142)
第二节 水和电解质代谢	(144)
第三节 钙、磷代谢	(147)
第四节 微量元素及镁代谢	(150)
第十三章 维生素	(156)
第一节 概述	(156)
第二节 脂溶性维生素	(157)
第三节 水溶性维生素	(160)

第五篇 基因信息

第十四章 基因信息的传递	(167)
第一节 DNA 的生物合成	(167)
第二节 RNA 的生物合成	(172)
第三节 蛋白质的生物合成	(175)
第四节 基因表达调控	(178)

第十五章	分子生物学常用技术以及应用	(181)
第一节	概述	(181)
第二节	核酸分子杂交	(183)
第三节	聚合酶链反应	(184)
第四节	DNA 芯片技术	(185)
第五节	基因诊断与基因治疗	(186)
实验指导		(189)
实验一	血浆蛋白测定——溴甲酚绿法测定白蛋白	(189)
实验二	GPO - PAP 法测定甘油三酯.....	(190)
实验三	两点法测定肌酐	(191)
实验四	尿酸酶 - 过氧化物酶法测定尿酸	(192)
实验五	直接胆红素测定 (重氮法)	(194)
参考文献		(195)

绪 论

学习目标

掌握：生物化学与分子生物学的概念、当代生物化学研究的主要内容。

了解：生物化学发展简史、生物化学与医学的关系。

生物化学（biochemistry）即“生命的化学”，是研究生物体内化学分子与化学反应，从分子水平探讨生命现象的本质的科学。生物化学是研究生物体内化学分子的组成、变化、调节与功能的关系，进而揭示生物体从受精卵开始的发育、生长、衰老、死亡的全部人体生命过程的化学问题，从分子水平研究各种物质的结构与功能、物质代谢以及调节的规律、遗传物质的传递等，以及它们在人体生命活动中的作用，从而为人类健康和生产服务。

生物化学的研究主要采用化学的原理和方法，同时融合了生物物理学、生理学、细胞生物学、遗传学、免疫学等理论和技术，使之与多学科有广泛的联系和交叉。近年来生物化学的迅猛发展，大大促进了相关学科的交叉和发展，特别是促进了医学的发展。生物化学的研究对象为生物体，在医学领域中生物化学的研究对象主要是人体。

人们通常将研究核酸、蛋白质等生物大分子的结构与功能、代谢及调节、基因结构、表达与调控的内容称为分子生物学。其发展揭示了生命本质的高度有序性和一致性，是人类在认识论上的重大飞跃，分子生物学作为生物化学的重要组成部分，使生物化学得到了发展和延续。分子生物学的飞速发展促进了相关和交叉学科的发展，特别是医学的发展。

一、生物化学发展简史

生物化学是一门既古老又年轻的学科。从 18 世纪中叶开始，直到 1903 年才引进“生物化学”这一名称成为一门独立的学科。

初级阶段：18 世纪中至 20 世纪初。主要研究生物体的化学组成。研究了脂类、糖类及氨基酸的性质、肽键、化学合成多肽，发现了核酸，酵母发酵中的“可溶性催化剂”——酶的发现。

蓬勃发展阶段：20 世纪初期至后半叶。除在营养、内分泌、酶学方面的研究成果外，还基本确定了生物体内主要物质的代谢途径，如糖代谢途径的酶促反应、脂酸的 β -氧化、尿素合成途径及三羧酸循环等。

分子生物学崛起阶段：20 世纪后半叶至今。物质代谢途径的研究继续发展，并重点进入代谢调节和合成代谢的研究。核酸和蛋白质成为研究的焦点。

分子生物学发展史上的重大事件：

20 世纪 50 年代初期，发现了蛋白质 α 螺旋结构，完成了胰岛素的氨基酸全序列分析等。1953 年 Watson 和 Crick 提出了 DNA 双螺旋结构模型，为揭示遗传信息传递规律奠定了基础——分子生物学的里程碑。对 DNA 复制机制、RNA 转录过程以及各种 RNA 在蛋白质合成过程中的作用的深入研究；提出了遗传的中心法则，破译了 RNA 分子中的遗传密码等。

70 年代，建立了重组 DNA 技术，促进了对基因表达调控机制的研究，并使人类相继获得了多种基因工程产品。转基因动植物和基因剔除动物模型的建立、基因诊断和基因治疗使重组 DNA 技术在医学领域得到发展和应用。

80 年代，核酶的发现、聚合酶链反应（PCR）技术的发明等。

1986 年美国学者提出了人类基因组计划（human genome project, HGP）研究的设想，1990 年正式启动，我国在 HGP 的实施期间也参加了该项计划。2001 年 2 月公布了人类基因组草图，这是人类生命科学史上又一重大的里程碑。人类基因组计划测出，在人类基因组中只有 3 万 ~ 4 万个可翻译基因，这仅是第一步，而对基因结构、功能及其调控研究，即后基因组计划以及蛋白组学领域的研究，都是当前生物化学研究的又一热点。尽管生物化学和分子生物学的发展异常迅速，但人类基因组序列的揭晓仅仅是序幕而已，生命本质的阐明任重而道远。

我国人民对生物化学的发展做出了重大贡献。

古代，利用生物化学的知识酿酒、制酱和制醋，用动物的肝脏治疗雀目（夜盲症）等。

近代，家吴宪等创立了血滤液的制备和血糖测定法；在蛋白质研究中，提出了蛋白质变性学说；在免疫化学方面，对抗原抗体反应机制也有重要的发现。

新中国成立后，我国生物化学迅速发展。1965 年，首先采用人工方法合成了具有生物学活性的蛋白质——胰岛素。1981 年又成功的合成了酵母丙氨酸-tRNA。近年来，我国的基因工程、蛋白质工程、人类基因组计划以及新基因的克隆与功能研究等方面均取得了重要成果，正朝着国际先进水平迈进。

二、生物化学研究内容

（一）人体的物质组成

人体的物质组成包括水、无机盐、糖类、脂类和蛋白质等。除此之外，还有核酸、激素和维生素等多种化合物。生物分子包括无机物（水、无机盐）、有机小分子和生物大分子。通常将蛋白质、核酸、多糖及复合脂类等称为生物大分子。生物大分子的分子量一般大于 10^4 。它们都是由各自基本结构单位按一定顺序和方式连接形成的多聚体，其重要特征之一是具有信息功能，又称之为生物信息分子。

（二）生物分子的结构与功能

生物分子种类繁多、各自有其结构特征，分别行使不同的功能。生物大分子的功能是由其结构所决定的。结构是功能的基础，功能是结构的体现。生物大分子还可通

过分子之间的相互识别和相互作用实现其功能。因此,分子结构、分子识别和分子的相互作用是执行生物信息分子的基本要素,也是当今生物化学研究的热点之一。

(三) 物质代谢及其调节

生物体的基本特征是新陈代谢,即机体与外环境的物质交换及维持内环境的相对稳定。正常的物质代谢是正常生命活动的必要条件,物质代谢紊乱则可引起疾病,物质代谢错综复杂。体内主要物质代谢途径已基本清楚,但物质代谢的调节的分子机制尚需进一步阐明,如酶结构和酶含量的变化对物质代谢的调节,细胞信号转导参与物质代谢调节的机制及网络。

(四) 基因信息传递及调控

DNA 是生物遗传的主要物质基础,在 DNA 分子中储存着遗传信息,即基因。基因就是 DNA 分子上为生物活性产物编码的功能片段。这些产物主要是蛋白质,也可以是各种 RNA。生物体内进行的一切生命活动是遗传信息最终表达的结果。这涉及 DNA 的复制、RNA 的转录、蛋白质生物合成等基因信息传递的过程和机制,还涉及基因表达的调控。基因信息的传递与调控的研究对阐明遗传、变异、生长、分化等诸多生命过程以及遗传性疾病、恶性肿瘤、心血管病等多种疾病的发病机制具有重要的作用。

三、生物化学与医学

生物化学是一门重要的医学基础课,阐述正常人体的生物化学以及疾病过程中的生物化学相关问题,与医学各学科密切相关相互促进。同时生物化学作为生命科学的基础学科,发展迅速,尤其是分子生物学技术的应用和发展,更加促进了生物化学与医学各学科的联系,由此产生了“分子遗传学”“分子药理学”“分子免疫学”“分子病理学”等新兴交叉学科。

随着生物化学对人体各种物质代谢过程及调控机制、细胞间信号转导、遗传信息专递规律的进一步研究,人们有可能准确了解性格中先天性代谢疾病、遗传性疾病的发病机制,进而开发治疗药物以及研究诊断和治疗的新方法。此外,困扰人类的癌症、心脑血管疾病、免疫性疾病等重大疾病的最终攻克,还要期待生物化学和分子生物学领域不断取得突破。

生物化学为临床医学各学科从分子水平探讨疾病的发病机制,对进行疾病的预防、诊断和治疗提供了科学的理论和技术。尤其是基因诊断、基因治疗、疾病相关基因的克隆、基因芯片和蛋白质芯片等技术的应用,将使医学领域对疾病的诊断、治疗取得重大突破。学好生物化学对于医学学生是十分必要的。

四、怎样学习生物化学

生物化学的知识繁杂、抽象,涉及很多化学结构式、反应式,在学习中有-定的难度。但只要掌握正确的学习方法,同样会受到好的学习效果,达到预期的目标。

处理好化学结构式和生化基础知识的关系。物质代谢是基础生化知识体系的重要部分,涉及众多化学结构式。采用比较前后化学反应变化的方法,抓住反应特点、反

应性质、条件、生理意义及其与临床的关系，切不可将精力放在死记硬背结构上。

处理好理解与记忆的关系。在理解的基础上记忆才能记得牢。理解是对一个问题在不同层次上解决是什么、怎么样和为什么三个问题，可采用综合归纳、比较分析、简图简表等学习方法，对所学知识进行加工处理、主动学习、加深对知识的理解和运用。

抓主线，抓框架结构，按层次学习。主线是树干，框架结构是树的分支，层次是分叉。学习时首先抓住各章的知识框架结构，然后填充具体内容，从整体把握知识结构，纲举目张。

学会自学，掌握学习规律。通过课前预习课后复习阅读教材。掌握学习生物化学的基本方法，提高自学能力，为今后继续教育打好基础。

第一篇 化学基础

第一章 溶 液

学习目标

掌握：溶液浓度的表示方法及换算方法，渗透压的基本概念；熟练掌握溶液的配制方法和浓度的计算方法。

熟悉：渗透压与浓度、温度的关系。

了解：渗透压在医学上的意义。

人体的生命过程与溶液有着密切的关系，血液、淋巴液、组织间液等都是溶液，体内一系列的新陈代谢都必须在溶液中进行，如食物的消化和吸收、营养物质的输送及废物的排泄等，都离不开溶液。

溶液是物质以分子、原子或离子状态分散在另一种物质中所形成的均匀而稳定的体系。通常所说的溶液是指液态溶液。溶液是由溶质和溶剂组成的，水是最常用、最重要的溶剂。一般不指明溶剂的溶液都是指以水为溶剂的溶液。

第一节 溶液浓度的常用表示方法

一、溶液的浓度

溶液的浓度是指在一定量溶液或溶剂中所含溶质的量。溶液的性质常与溶液的相对组成有关。根据不同的需要，溶液的浓度可用多种不同的方法来表示，医学上常用的溶液浓度的表示方法主要有以下几种。

（一）物质的量浓度

溶质 B 的物质的量 (n_B) 除以溶液的体积 (V)，称为物质 B 的物质的量浓度，用符号 c_B 表示，即：

$$c_B = \frac{n_B}{V} \quad (\text{公式 1-1})$$

物质的量浓度的 SI 单位是摩尔每立方米，符号为 $\text{mol} \cdot \text{m}^{-3}$ 。但在化学和医学上常用单位是摩尔每升和毫摩尔每升，符号分别是 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 和 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

在国家标准计量单位制中，物质 B 的物质的量浓度又简称为“B 的浓度”。

使用物质的量浓度时，必须指明物质基本单元。如果某盐酸溶液的物质的量浓度为 $1 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 则可表示为： $c(\text{HCl}) = 1 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 或 $c_{\text{HCl}} = 1 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。化学式符号表示

物质的基本单元，表示以 HCl 分子为基本单元的物质的量浓度是 $1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

溶质 B 的物质的量 n_B 与 B 的质量 m_B 、B 的摩尔质量 M_B 之间的关系可用下式表示。在计算物质的量 n 时，一般要知道质量 m 和摩尔质量 M ，它们三者间有以下关系：

$$n_B (\text{mol}) = \frac{m_B (\text{g})}{M_B (\text{g} \cdot \text{mol}^{-1})} \quad (\text{公式 1-2})$$

例 1 某 HCl 溶液 500.0ml 中含 0.5000mol 的 HCl，试问该 HCl 溶液的物质的量浓度为多少？

解：根据公式 1-1 有：

$$c (\text{HCl}) = \frac{n (\text{HCl})}{V} = \frac{0.5000\text{mol}}{(500.0/1000) \text{L}} = 1.000\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

所以该 HCl 溶液的物质的量浓度为 $1.000\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

例 2 100ml 正常人的血清中含 10.0mg Ca^{2+} 离子，计算正常人血清中 Ca^{2+} 离子的物质的量浓度。

解：已知 100ml 血液中 Ca^{2+} 离子的质量和摩尔质量分别是：

$$m (\text{Ca}^{2+}) = 10.0\text{mg} = 0.010\text{g}$$

$$M (\text{Ca}^{2+}) = 40.0\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

依据公式 1-1 和公式 1-2 得：

$$\begin{aligned} c (\text{Ca}^{2+}) &= \frac{n (\text{Ca}^{2+})}{V} = \frac{m (\text{Ca}^{2+}) / M (\text{Ca}^{2+})}{V} \\ &= \frac{0.010\text{g} / 40.0\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}}{(100/1000) \text{L}} \\ &= 2.50 \times 10^{-3} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \\ &= 2.50\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1} \end{aligned}$$

所以正常人血清中 Ca^{2+} 离子的物质的量浓度为 $2.50\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

(二) 质量浓度

溶质 B 的质量 (m_B) 除以溶液的体积 (V)，称为物质 B 的质量浓度，用符号 ρ_B 表示，即：

$$\rho_B = \frac{m_B}{V} \quad (\text{公式 1-3})$$

质量浓度的 SI 单位是 $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ，常用单位是克每升 ($\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)、毫克每升 ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$) 和微克每升 ($\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)。

因为密度的表示符号为 ρ ，所以在这里要特别注意质量浓度 ρ_B 与密度 ρ 的区别。

世界卫生组织建议，在医学上表示溶液的浓度时，凡是已知相对分子质量的物质，原则上均应使用物质的量浓度表示；人体体液中有少数物质的相对分子质量还未精确测得，其含量则用质量浓度表示。对于注射液，世界卫生组织建议，在大多数情况下，标签上应同时标明物质的量浓度和质量浓度，如静脉注射用的氯化钠溶液，应同时标明 $\rho_{\text{NaCl}} = 9\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $c_{\text{NaCl}} = 0.15\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

例 3 100ml 正常人血浆中含血浆蛋白 7g, 问血浆蛋白在血浆中的质量浓度为多少?

解: 依据公式 1-3

$$\rho(\text{血浆蛋白}) = \frac{m(\text{血浆蛋白})}{V} = \frac{7\text{g}}{(100/1000)\text{L}} = 70\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$$

血浆中血浆蛋白的质量浓度为 $70\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

例 4 在 100ml 生理盐水中含有 0.90g NaCl, 计算生理盐水的质量浓度。

解: 依据公式 1-3

$$\rho(\text{NaCl}) = \frac{m(\text{NaCl})}{V} = \frac{0.90\text{g}}{(100/1000)\text{L}} = 9.0\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$$

即生理盐水中 NaCl 的质量浓度为 $9.0\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

(三) 质量分数

溶质 B 的质量 (m_B) 除以溶液的质量 (m) 称为物质 B 的质量分数, 用符号 ω_B 表示, 即:

$$\omega_B = \frac{m_B}{m} \quad (\text{公式 1-4})$$

因为 m_B 和 m 的单位相同, 故质量分数是一个无量纲的量, 其值可以用小数或百分数表示。量值很小时也可这样表示, 如我国食品卫生标准规定, 食品中黄曲霉毒素 B 的允许含量: 大米及食用油 $\omega_B \leq 10\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$; 其他粮食、豆类、发酵食品 $\omega_B \leq 5\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。常用试剂的商品溶液如硫酸、盐酸、硝酸、氨水等都是用质量分数来表示含量的。如市售浓盐酸的质量分数 $\omega_B = 0.37$ (或 37%)

例 5 500.0ml 浓硫酸 (密度为 $1.836\text{g} \cdot \text{ml}^{-1}$) 中含有 H_2SO_4 的质量为 881.3g, 求该 H_2SO_4 溶液的质量分数为多少。

解: 依据公式 1-4

$$\begin{aligned} \omega(\text{H}_2\text{SO}_4) &= \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{m} \\ &= \frac{881.3\text{g}}{(500.0/1000)\text{L} \times 1.836 \times 1000\text{g} \cdot \text{L}^{-1}} \\ &= 0.96 \text{ (或 } 96\%) \end{aligned}$$

所以该浓硫酸溶液的质量分数为 0.96。

(四) 体积分数

溶质 B 的体积 (V_B) 与同温同压下溶液的体积 (V) 之比, 称为物质 B 的体积分数, 用 φ_B 表示。即:

$$\varphi_B = \frac{V_B}{V} \quad (\text{公式 1-5})$$

要注意, V_B 和 V 的体积单位必须相同, 故体积分数也是一个无量纲的量, 其值可以用小数或百分数表示。

例 6 取 750ml 酒精加水配成 1000ml 医用消毒酒精溶液, 计算该酒精溶液中酒精

的体积分数。

解：依据公式 1-5

$$\varphi(\text{酒精}) = \frac{V(\text{酒精})}{V} = \frac{750\text{ml}}{1000\text{ml}} = 0.75 \quad (\text{或 } 75\%)$$

该酒精溶液中酒精的体积分数为 0.75。

二、溶液浓度的换算

在实际应用，往往需要把一种溶液浓度的表示方法转换成另一种浓度的表示方法，即所谓溶液浓度的换算。换算中，如果涉及质量与体积间的变换时，必须以溶液的密度为桥梁才能实现换算；如果涉及质量与物质的量间的变换时，必须以溶质摩尔质量为桥梁，才能进行换算。

例 7 已知碳酸氢钠 (NaHCO_3) 注射液的质量浓度为 $12.5\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ ，计算该注射液的物质的量浓度。

解：依据物质的量浓度定义及质量浓度的定义，有：

$$\rho_B = \frac{m_B}{V} = \frac{n_B M_B}{V} = c_B M_B \quad (\text{公式 1-6})$$

$$c(\text{NaHCO}_3) = \frac{12.5\text{g}/84.0\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}}{1\text{L}} \\ = 0.149\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

该碳酸氢钠注射液的物质的量浓度为 $0.149\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

三、溶液的配制、稀释

溶液的配制、稀释属于基本操作。配制一定组成的溶液时，可用纯物质直接配制，也可以通过溶液的稀释或混合完成。

(一) 溶液的配制

将一定质量（或体积）的溶质与适量的溶剂混合，完全溶解后，再加溶剂至所需体积，搅拌均匀即可。

具体步骤可表示为：

计算——称量（量取）——溶解（稀释）——转移——定容——储存备用

如配制 $0.156\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaCl}$ ($\rho_{\text{NaCl}} = 9\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$) 溶液 100ml 的具体操作步骤为：

1. 计算 所需 NaCl 的质量 $m = C \times V \times M/1000 = 0.156 \times 100 \times 58.5/1000 = 0.9\text{g}$ 。

2. 称量 在天平上称量 0.9g NaCl 固体，并将它倒入小烧杯中。

3. 溶解 在盛有 NaCl 固体的小烧杯中加入适量蒸馏水，用玻璃棒搅拌，使其溶解。

4. 移液 将溶液沿玻璃棒注入 100ml 容量瓶中。

5. 洗涤 用少量蒸馏水洗涤烧杯和玻璃棒 2~3 次，并倒入容量瓶中。

6. 定容 往容量瓶中加蒸馏水至距刻度线 1~2cm 处，改用胶头滴管滴至凹液面底部与标线相切。

7. 摇匀 盖好瓶塞，上下颠倒、摇匀。

8. 装瓶、贴签

(二) 溶液的稀释

在浓溶液中加入一定量的溶剂得到所需组成溶液的操作称为溶液的稀释。根据稀释前后，溶液中溶质的物质的量不变而得出关系式：

$$C_1 V_1 = C_2 V_2 \quad (\text{公式 1-7})$$

式中： C_1 及 V_1 为稀释前溶液的浓度及体积， C_2 及 V_2 为稀释后溶液的浓度及体积。

对于稀释前后浓度以 ρ_B 、 φ_B 及 ω_B 表示的溶液，相应公式可写为

$$\rho_{B1} V_1 = \rho_{B2} V_2 \quad (\text{公式 1-8})$$

$$\varphi_{B1} V_1 = \varphi_{B2} V_2 \quad (\text{公式 1-9})$$

$$\omega_{B1} m_1 = \omega_{B2} m_2, \quad (m \text{ 表示溶液的质量}) \quad (\text{公式 1-10})$$

在使用稀释公式时，应注意等式两边的单位一致。

例 8 如何用 95% 的酒精配制 1000ml 消毒酒精 (75%) ?

解：设需 95% 的酒精 V ml，根据公式 1-7 得：

$$V = \frac{75\% \times 1000}{95\%} = 789 \quad (\text{ml})$$

量取 95% 的酒精 789ml 加水稀释至 1000ml，即制得 75% 的消毒酒精 1000ml。

要注意：用浓硫酸配制稀硫酸溶液时，要慢慢地将浓硫酸加入烧杯里的水中，边加边搅拌。切不可把水倒入浓硫酸中！冷却后，全部转移至量筒内，再加蒸馏水至所需体积。

第二节 溶液的渗透压

一、渗透现象和渗透压

(一) 渗透现象

将一滴红墨水滴入一杯清水中，不久整杯水就会显出红色。在一杯蔗糖溶液液面上小心加入一层清水，最终会得到均匀的糖水。这都说明分子在不断地运动和迁移，从而产生扩散。这些扩散是在溶液与纯水直接接触时发生的。

如果我们不让溶液与纯水直接接触，用一种只允许溶剂水分子通过，而溶质分子不能通过的半透膜将蔗糖溶液与纯水隔开，会有什么现象呢？

[演示实验 1-1] 将纯水和蔗糖溶液分别装入用半透膜隔开的容器两侧，并使膜两侧的液面相平，如图 1-1 中的 (a)。不久便可发现溶液的液面升高，如图 1-1 中 (b)。若将纯水换成较稀的溶液，则浓溶液液面也会升高。这种溶剂分子通过半透膜从纯溶剂进入溶液，或从稀溶液进入浓溶液的现象，称为渗透现象，简称渗透。渗透是在特定条件下的特殊扩散。渗透产生的特定条件是：一有半透膜存在，二要求膜两侧液体存在浓度差。自然界常见的半透膜有动物肠衣、细胞膜、膀胱膜、毛细血管壁以及人造的羊皮纸、火棉胶等。