



全国高等医学院校专科规划教材

供临床医学、全科医学、社区医学及其他医学相关专业使用

医用化学基础

YIYONG HUAXUE JICHU

主编/赵佩瑾 郭梦金



人民军医出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

全国高等医学院校专科规划教材
供临床医学、全科医学、社区医学及其他医学相关专业使用

医用化学基础

YIYONG HUAXUE JICHU



人民军医出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

北 京

图书在版编目(CIP)数据

医用化学基础/赵佩瑾,郭梦金主编. —北京:人民军医出版社,2010.4

全国高等医学院校专科规划教材

ISBN 978-7-5091-3365-1

I. ①医… II. ①赵… ②郭… III. ①医用化学—医学院校—教材 IV. ①R313

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 061022 号

策划编辑:郝文娜 文字编辑:王继云 责任审读:张之生

出版人:齐学进

出版发行:人民军医出版社

经销:新华书店

通信地址:北京市 100036 信箱 188 分箱

邮编:100036

质量反馈电话:(010)51927290;(010)51927283

邮购电话:(010)51927252

策划编辑电话:(010)51927300-8724

网址:www.pmmp.com.cn

印刷:北京天宇星印刷厂 装订:京兰装订有限公司

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:16.75 字数:397千字

版、印次:2010年4月第1版第1次印刷

印数:0001~6000

定价:32.00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

全国高等医学院校专科规划教材(临床医学等专业)

编 审 委 员 会

主任委员 文历阳 牟兆新 叶宜德

顾问 冯浩楼 张树峰

副主任委员 (以姓氏笔画为序)

勾丽军 刘 忠 杜翠琼 杨保胜 汪道鑫

宋国华 姚 磊 郭靠山 唐世英 黄 涛

曹艳平 梁 勇

委 员 (以姓氏笔画为序)

马 骥 王志红 王迎新 王福青 田 仁

朱金富 刘英莲 李义祥 辛琼芝 张 薇

张文彬 张秋雨 张增安 陈 辉 陈冬志

陈树君 陈晓宁 罗 珏 周恒忠 孟凡勇

孟羽俊 赵佩瑾 胡忠亚 段 斐 高凤兰

高永平 陶高清 蔡雅谷

编辑办公室 郝文娜 杨小玲 徐卓立 曾小珍

全国高等医学院校专科规划教材(临床医学等专业)

教 材 目 录

1. 卫生法学	陶高清等主编
2. 医用化学基础	赵佩瑾等主编
3. 医学心理与医患沟通	朱金富等主编
4. 医学伦理学	张树峰等主编
5. 遗传与优生	杨保胜等主编
6. 人体解剖学	牟兆新等主编
7. 组织胚胎学	段 斐等主编
8. 生物化学	陈 辉等主编
9. 生理学	田 仁等主编
10. 病原生物学与免疫学基础	陈晓宁等主编
11. 病理学与病理生理学	张 薇等主编
12. 药理学	陈树君等主编
13. 常用诊断技术	孟羽俊等主编
14. 内科学	宋国华等主编
15. 外科学	梁 勇等主编
16. 妇产科学	辛琼芝等主编
17. 儿科学	杜翠琼等主编
18. 五官科学	高永平等主编
19. 临床实践技能	宋国华主编
20. 中医常用诊疗技术	张秋雨等主编
21. 传染病学	刘英莲等主编
22. 全科医学与社区卫生服务	周恒忠等主编
23. 急救与常用护理技术	勾丽军等主编
24. 预防医学	罗 珏等主编

出版说明

遵照教高[2006]16号文件精神,全面贯彻党的教育方针,以服务为宗旨,以就业为导向,走产学结合发展道路,加大课程建设与改革的力度,增强学生的职业能力,我们组织了全国30余所高等医学专科院校,遴选出一批身在教学、临床工作一线的,具有丰富教学、临床经验的副教授、副主任医师以上职称的专家,编写了这套全国高等医学院校规划教材,供高职高专临床医学、全科医学、社区医学及其他医学相关专业使用。

本套教材共24种,课程设置合理,编写特色鲜明。以乡镇卫生院和城市社区临床岗位需求为根本,融入执业助理医师资格考试标准;以“工作过程”为导向,激发学生的学习兴趣,培养学生发现问题、解决问题的能力;公共基础课、医学基础课和专业基础课相互衔接,避免不必要的重复。目的是使学生掌握从事临床医学专业领域实际工作的基本能力和基本技能,掌握必备的基础理论知识和专业知识,具有良好的职业道德和敬业精神。

教材各章分学习目标、正文和链接3部分编写。学习目标简述学生要达到的知识、技能、素质目标。正文以案例或问题导入,突出临床岗位职业能力的训练,理论知识的选取紧紧围绕临床工作任务完成需要进行,以临床工作任务为中心整合理论与实践。链接部分包括新知识、新技术介绍,典型案例(病例)分析等。

本套教材是一套基于临床工作过程、以临床工作任务为中心的创新教材,主要适用于三年制临床医学专业,也适用于成人专科教育临床医学专业,并可供社区、乡村医师培训时使用。

前 言

根据教育部《关于制定〈职业教育教材开发计划〉的通知》，为深入贯彻落实《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》[教高(2006)16号]文件精神，针对三年制临床医学专业为农村、城市社区等基层医疗单位培养人才的目标要求，在总结多年课程建设与教学改革经验的基础上，实施本教材编写计划。

教材编写遵循的原则是，突出以学生为本，力求达到使学生在有限的时间内，能学到更多更有用的基础理论、基本知识和基本技能；为医学基础课、专业课的学习打好基础，培养学生的应用能力和创新能力；有利于学生自身的可持续发展。

教材内容的选取既保持《医用化学基础》自身的相对系统性，又突出了与医学课程的结合及临床应用。全书共分14章，按36学时编写，其中理论教学26学时，实践教学10学时。

包括无机化学(第1~5章)、有机化学(第6~14章)和化学实验三部分知识。理论部分，章首设有学习目标，章后附有针对性的复习题，文中还穿插了正文知识的拓展及与医学相关知识的知识链接；对较抽象难懂的文字内容尽量附加图示，使复杂的内容简明化；在表述上，语言表达力戒呆板，力求深入浅出、通俗易懂。实验部分，主要是巩固学生所学理论知识，注重多动手、勤思考，突出理论知识的应用和解决实际问题能力的培养。

另外，按照国家执业助理医师资格考试的题型，编写了两套综合模拟测试题，为学生参加国家执业助理医师资格考试打基础。

本教材由从教多年有丰富教学经验的一线教师编写。实现特色鲜明、新颖实用、质量一流的高度完善与统一，是每一位编者的共同追求。愿本书能给读者在学习和实践中有所帮助。

由于我们水平有限，对书中存在的不妥之处，恳请读者批评指正。

编 者

2009年11月

目 录

第 1 章 绪论	(1)	计算	(28)
一、化学研究的对象	(1)	一、水的解离和溶液的 pH	(28)
二、化学的发展	(1)	二、共轭酸、碱 K_a 与 K_b 的关系	(30)
三、化学与医学的关系	(2)	三、一元弱酸、弱碱溶液 pH 的计算	(30)
四、医用化学基础知识的内容与学习方法	(3)	第四节 缓冲溶液	(32)
第 2 章 溶液	(4)	一、缓冲溶液及缓冲溶液的组成	(33)
第一节 溶液组成量度的表示方法	(4)	二、缓冲溶液的 pH	(34)
一、分散系	(4)	三、缓冲容量和缓冲范围	(37)
二、溶液组成量度的表示方法	(5)	四、缓冲溶液的配制	(38)
三、溶液浓度的换算	(6)	五、缓冲溶液在医学上的意义	(40)
四、溶液的配制与稀释	(7)	第 4 章 原子结构和分子结构	(44)
第二节 胶体溶液	(8)	第一节 核外电子的运动状态	(44)
一、溶胶	(8)	一、原子的组成及同位素	(44)
二、高分子溶液	(12)	二、核外电子运动的特殊性	(45)
第三节 溶液的渗透压力	(14)	三、核外电子的运动状态	(46)
一、渗透现象和渗透压力	(14)	第二节 原子核外电子排布和元素周期律	(50)
二、渗透压力与浓度、温度的关系	(15)	一、原子核外电子的排布	(50)
三、渗透浓度	(16)	二、原子的电子组态和元素周期表	(54)
四、渗透压力在医学上的意义	(17)	三、元素性质的周期性变化	(55)
第 3 章 电解质溶液	(22)	第三节 共价键	(56)
第一节 酸碱质子理论	(22)	一、共价键的概念	(56)
一、酸碱概念	(22)	二、现代价键理论	(57)
二、酸碱反应	(23)	第四节 分子间作用力和氢键	(63)
第二节 弱电解质的解离	(25)	一、分子间作用力	(63)
一、解离平衡和解离平衡常数	(25)	二、氢键	(63)
二、同离子效应和盐效应	(27)		
第三节 水溶液的酸碱性及 pH 的			

第5章 配位化合物	(69)	二、烷烃的命名	(95)
第一节 配位化合物的基本概念		三、烷烃的性质	(96)
.....	(69)	第二节 烯烃	(97)
一、配位化合物的概念	(69)	一、烯烃的结构	(98)
二、配位化合物的组成	(70)	二、烯烃的命名	(99)
三、配位化合物的命名	(71)	三、烯烃的性质	(99)
第二节 配位平衡	(71)	四、二烯烃	(101)
一、配离子的稳定常数	(71)	第三节 炔烃	(102)
二、配离子稳定常数的应用	(72)	一、炔烃的结构	(102)
三、配位平衡的移动	(73)	二、炔烃的命名	(103)
第三节 螯合物	(74)	三、炔烃的性质	(103)
第四节 配位滴定法	(76)	第四节 脂环烃	(104)
一、EDTA 整合剂的特点	(76)	一、脂环烃的分类和命名	(104)
二、配位滴定中酸度的控制	(76)	二、脂环烃的性质	(105)
三、指示剂的选择	(76)	第五节 芳香烃	(106)
四、EDTA 标准溶液的配制与标定		一、苯的结构	(106)
.....	(78)	二、苯的同系物的异构和命名	(107)
第五节 配位化合物在医学上的意义		三、苯及其同系物的性质	(107)
.....	(78)	四、稠环芳烃	(109)
第6章 有机化合物概述	(81)	第8章 醇酚醚	(114)
第一节 有机化合物和有机化学		第一节 醇	(114)
.....	(81)	一、醇的结构、分类和命名	(114)
一、有机化合物和有机化学	(81)	二、醇的性质	(115)
二、有机化合物构造式的表示方法		第二节 酚	(118)
.....	(82)	一、酚的结构、分类和命名	(118)
第二节 有机化合物分子中的电子		二、酚的化学性质	(119)
效应	(83)	第三节 醚	(120)
一、诱导效应	(83)	一、醚的结构、分类和命名	(120)
二、共轭效应	(84)	二、醚的化学性质	(121)
第三节 有机化学反应的类型	(86)	第四节 重要醇、酚、醚在医学上的	
一、自由基反应	(86)	应用	(121)
二、离子型反应	(86)	一、医学上常用的醇	(121)
第四节 有机化合物的分类和命名		二、医学上常用的酚	(122)
原则	(87)	三、乙醚在医学上的应用	(123)
一、有机化合物的分类	(87)	第9章 醛酮	(126)
二、有机化合物的命名原则	(88)	第一节 醛、酮的结构、分类和命名	
第7章 烃	(93)		(126)
第一节 烷烃	(93)	一、醛、酮的结构和分类	(126)
一、烷烃的结构	(93)	二、醛、酮的命名	(127)

第二节 醛、酮的性质	(128)	二、蔗糖	(170)
一、醛、酮的共同性质	(128)	第三节 多糖	(170)
二、醛、酮的特殊性质	(131)	一、淀粉	(171)
第三节 重要醛、酮在医学上的应用	(132)	二、糖原	(172)
第 10 章 羧酸和取代羧酸	(135)	三、纤维素	(172)
第一节 羧酸	(135)	第 13 章 含氮有机化合物	(175)
一、羧酸的结构、分类、命名	(135)	第一节 胺	(175)
二、羧酸的物理性质	(137)	一、胺的结构、分类和命名	(175)
三、羧酸的化学性质	(137)	二、胺的性质	(177)
第二节 取代羧酸	(139)	三、常见的胺及其衍生物	(180)
一、羟基酸	(140)	第二节 酰胺	(181)
二、酮酸	(141)	一、酰胺的结构和命名	(181)
第三节 重要羧酸、取代羧酸在医学上的应用	(143)	二、酰胺的性质	(182)
一、重要的羧酸	(143)	三、重要的酰胺	(182)
二、重要的羟基酸和酮酸	(144)	第三节 杂环化合物	(183)
第四节 对映异构	(146)	一、杂环化合物的分类和命名	(183)
一、偏振光和旋光性	(146)	二、吡咯、吡啶的结构	(185)
二、旋光度和比旋光度	(147)	三、吡咯、吡啶的化学性质	(186)
三、旋光性和分子结构的关系	(147)	四、嘧啶、嘌呤及其衍生物	(187)
四、费歇尔(Fischer)投影式	(148)	第四节 生物碱	(188)
五、D、L 构型命名法	(148)	一、生物碱的概念	(188)
第 11 章 脂类	(152)	二、生物碱的性质	(189)
第一节 油脂	(152)	三、重要的生物碱	(189)
一、油脂的组成、结构和命名	(152)	第 14 章 氨基酸和蛋白质	(192)
二、油脂的性质	(153)	第一节 氨基酸	(192)
三、脂肪在人体内的作用	(155)	一、氨基酸的结构、分类和命名	(192)
第二节 类脂	(155)	二、氨基酸的性质	(194)
一、磷脂	(155)	第二节 蛋白质	(196)
二、甾族化合物	(157)	一、蛋白质的组成	(196)
第 12 章 糖类	(162)	二、蛋白质的结构	(196)
第一节 单糖	(162)	三、蛋白质的性质	(197)
一、葡萄糖的结构	(163)	实验部分	(202)
二、果糖的结构	(165)	化学实验室规则	(202)
三、单糖的性质	(165)	实验一 缓冲溶液	(203)
四、重要的单糖	(168)	实验二 胶体	(207)
第二节 二糖	(169)	实验三 配位化合物	(209)
一、麦芽糖	(170)	实验四 醇、酚、醛、酮的化学性质	(212)

实验五 羧酸和取代羧酸的性质	综合测试题参考答案
..... (215)	 (250)
实验六 糖类化合物的性质	附录
..... (217)	 (252)
实验七 蛋白质的性质	附录 A 弱酸、弱碱在水中的解离
..... (218)	平衡常数(25℃)
综合测试题	 (252)
..... (220)	附录 B 一些常见的配离子的稳定
综合测试一	常数
..... (220)	 (253)
综合测试二	附录 C 部分元素基态原子的电子
..... (228)	构型
参考答案	 (254)
..... (237)	附录 D 元素周期表
复习题参考答案	 (255)
..... (237)	

绪 论

学习目标

1. 说出化学研究的对象
2. 阐述化学的发展史
3. 知道化学与医学的关系

一、化学研究的对象

我们生活在一个瞬息万变,丰富多彩的世界中,从人类自身到世间万物,以及我们目前尚未可知的宇宙空间,一切都是由物质组成的。物质的存在(或运动)形态是复杂的,是不以人的意志为转移的,但也是有规律可循的。化学(chemistry)是一门自然科学,其研究对象是物质的变化及规律。进一步讲,化学是研究物质的组成、结构、性质及变化规律和变化过程中能量关系的科学。它通过实验、观察,来认识物质的结构、性质及变化规律,揭示物质结构与性质的关系,总结规律,并将这些规律应用于社会实践,推动科学技术进步,以达到人类认识自然、利用自然、改造自然的目的。化学在国家科学技术总体发展规划中占有重要地位,属重点发展基础学科之一。

二、化学的发展

物质是人类赖以生存的基础,化学是人类用以认识和改造物质世界的主要方法和手段,化学的发展历史大致可以分为 3 个时期。

17 世纪中叶以前的中古及古代时期。这一时期历时最久,发展较慢,人类对化学的认识只限于以实用为目的的具体工艺过程。如炼金术、炼丹术、中医药、酿造、制糖等。

17 世纪后半叶到 19 世纪末为近代化学时期。由于近代工业的蓬勃发展,促进了化学理论的研究,在众多假说的基础上,元素说、原子——分子论、酸碱理论和价键理论相继提出,并逐步确立,为物质结构的研究奠定了基础。特别是元素周期律被发现之后,人类对物质结构与性质的关系的认识已经达到了前所未有的高度,以物质结构和元素周期律为基础,形成了近代无机化学理论体系。同时,碳的四面体结构、苯的六元环结构被认定,价键理论建立并完善。



随着草酸、尿素等一大批有机化合物合成成功,对有机化合物组成、结构、性质及变化规律的研究更加深入,有机化学学科被确立。相对原子质量的测定和对化学物质定量分析的需求,促进了分析化学的发展;借助于近代物理学的成就,以研究化学反应机制,反应中的能量变化,反应速率理论,物质性质与微观结构为主要内容的物理化学也快速发展起来。至此,无机化学、有机化学、分析化学和物理化学 4 大基础学科相继建立。历经千百年的实验、探索,化学实现了从实验到理论的重大历史性飞跃,真正被确立为一门独立的学科。

20 世纪,化学进入现代时期。这一时期无论是化学研究方法、实验技术、理论及应用方面都发生了更加深刻的变化。在物质的组成结构、反应合成和测试等研究领域,科学成果大量涌现,电子技术、X 射线的应用和量子论的引入为结构化学提供了新的分析手段和理论指导。人造水晶、金刚石及高级半导体、超导材料的合成,为各种超纯物质、新型材料及特殊化合物的合成提供了较大的发展空间。胰岛素、活性蛋白质、血红素和核酸的合成,标志有机化学的发展达到了空前的高峰。

随着科学技术的快速发展,4 大基础学科已容纳不下新事物的变化与发展,从而衍生出许多新的化学分支学科,如生物化学、药物化学、医用化学、材料化学、计算机化学等分支学科达 100 多种,且有越分越细的趋势。化学学科的发展与其他学科的发展关系越来越密切。进入 21 世纪,化学理论的发展与应用,必将有更大的发展,并创造更多新成果,造福于人类。

三、化学与医学的关系

从历史渊源看,医学的发展与化学学科的发展相互联系是十分密切的。人们对医学技术、药物疗效的期望,激励科学家不断用化学原理和手段对新疗法、新药品进行探索,不断创新。现代医学依赖化学、物理等学科的科学成果,从医学分科、临床护理、医学检验、医疗诊断、临床治疗等医学实践系统到医学理论体系的建立,都达到了相当高的水平。大量临床用药是用化学手段制取或提纯的。我国著名药物学家李时珍 16 世纪初在《本草纲目》中,对大量的中草药及方剂进行了系统研究,但这种研究只是统计性的,只是医学实践的记录,真正对药物有效成分进行研究,是进入 18 世纪以后。1800 年英国化学家 Davy 发现了一氧化二氮的麻醉作用。后来乙醚的麻醉效果也被发现,使无痛外科手术成为现实。在此基础上,普鲁卡因等结构复杂、具有特殊麻醉功能的一些新药被合成。进入 20 世纪,德国医生 Domagk 通过一种偶氮磺胺染料对细菌性败血症进行治疗,疗效显著。以此为开端,科学家经多年努力制备了多种类型的磺胺类药物,从而开辟了医药学的抗生素新领域。通过对多种糖苷化学结构和药理特性的研究,从植物体中提取制成大量新药。阿司匹林的合成、各种疫苗的发现并应用于临床,使现代医药医疗技术手段越来越丰富,越来越先进,化学是药理学、临床医学、护理学等的基础。

进入 21 世纪,我们已开始步入“生物时代”,以化学、生物学为基础发展起来的“克隆”技术,是化学与生物学理论与实践的结晶。世纪之交(1993—2001)“六国”共同合作“人类基因组计划”,完成了对人类基因组 30 亿碱基对的测序,创造了一项奇迹。在此基础上,通过对基因结构与功能的研究,必将为医药学和生命科学的发展带来质的飞跃,到那时,我们对于治疗疑难之症,保持健康已不再是理想和奢望。

总之,现代化学与现代医学的关系十分密切。医学的主要任务是研究人的生理、心理和病理现象发生的规律,寻求预防、诊断和治疗疾病的有效方法,以保障人类健康。医学理论、医学技术手段的提高与发展,需要化学理论的支持。

四、医用化学基础知识的内容与学习方法

医学的目的是为人类提供治疗疾病、维护健康服务的。而这种服务,必须以科学的医学理论,精湛的医疗技术、正确的医疗和护理方法为前提。根据临床专业课程设置及专业课程理论教学的要求,本着加强基础,服务专业的原则,依据高职高专临床医学专业人才培养目标,《医用化学基础》包括无机化学知识、有机化学知识和化学实验3个部分。

如何学好《医用化学基础》这门课程?

首先应该热爱所学专业。要明确学习目标,合理处理好内因与外因的辩证关系,增强学习积极性、主动性,变“要我学”为“我要学、我爱学”,增加学习动力,防止出现学习被动局面。

做好预习,认真听讲。听课中要紧跟教师思路,积极思考、产生共鸣。注意听懂基本概念,基本原理,从教师提出问题、分析问题、解决问题的思路和方法中受到启发,学会学习方法。

处理好理解与记忆的关系。要学会运用归纳、分析、对比、迁移等学习方法,掌握概念、原理、公式的内涵、联系、区别,应用条件及使用范围,在理解基础上记忆,努力做到熟练掌握,灵活运用,融会贯通。

实验课是理解掌握课程内容,学习科学实验方法,培养操作技能的重要环节。实验前,要做好实验预习,做到实验中目的、原理明确,步骤、操作清楚,心中有数。实验完毕根据实验记录,认真处理实验数据,分析实验现象和问题,写好实验报告。通过实验,培养严谨求实的工作作风,提高综合素质。

通过《医用化学基础》这门课程的学习,掌握学习医学基础课、专业课必备的理论知识,培养独立思考及分析、解决问题的能力,养成自主学习习惯,培养终身学习的能力。

复习题

一、填空题

1. 化学是研究物质的____、____、____及____和变化过程中____变化的科学。
2. 根据化学发展的历史进程,一般将化学的发展分为3个时期,即____、____和进入20世纪后的____。
3. 《医用化学基础》对于临床医学专业是____课程,应下大力气,才能学好。
4. 《医用化学基础》全书分为____、____和____3个部分。
5. 学习知识要在理解的基础上记忆,才能做到熟练____,灵活____,融会贯通。

二、思考题

结合自己的学习经历和自身特点,谈谈如何学好《医用化学基础》。

(赵佩瑾)

溶 液

学习目标

1. 学会溶液组成量度的表示方法及计算
2. 阐述溶胶和高分子溶液的性质
3. 说出溶液的渗透压力及其影响因素

临床上,当人受到创伤失血过多时,既要补充葡萄糖和氯化钠溶液又要补充血浆;汗水流到眼睛里和眼药水滴入眼中的感觉是不一样的;人体有些器官内可以形成结石,如肾结石、胆囊结石等;这些都与人的体液密切相关。而溶液又是体液的重要组成部分。因此,了解体液的组成及性质,掌握溶液组成量度的表示方法、溶液的性质、溶液渗透压力的知识,对于人体生理、病理机制的研究,以及防病、治病都有十分重要的实际意义。

第一节 溶液组成量度的表示方法

一、分散系

人们通常把研究的对象称为体系(system)。一种或几种物质分散在另一种物质中所形成的体系,称为分散系(dispersed system),其中被分散的物质称为分散相(dispersed phase),又称为分散质;而容纳分散相的连续介质则称为分散介质(dispersed medium),又称为分散剂。分散系按分散相粒子直径的大小不同分为分子离子分散系、胶体分散系和粗分散系,见表 2-1。

表 2-1 分散系的分类

分散质粒子直径(nm)	分散系类型		分散质粒子的组成	实例
小于 1	分子、离子分散系		小分子或离子	NaCl、葡萄糖溶液等
1~100	胶体分散系	溶胶	胶粒(分子、离子或原子的聚集体)	碘化银溶胶、硫化砷溶胶等
		高分子溶液	高分子	蛋白质溶液、核酸溶液等
大于 100	粗分散系		粗粒子	泥浆、乳汁等



小于 1nm 的分散相粒子以分子或离子状态分散在分散介质中所形成的均匀、稳定的分散系称为真溶液(solution),简称溶液。把溶液中的分散相称为溶质(solute),分散介质称为溶剂(solvent)。根据分散介质的状态不同,将溶液分为固态溶液、液态溶液和气态溶液。例如,合金是固态溶液;NaCl 的水溶液为液态溶液;空气为气态溶液。通常所说的溶液指的是液态溶液,溶剂为液态,如果溶液中两种组分都为液态时(如丙酮的 CCl_4 溶液),则以其中含量较多的组分作为溶剂。如果有一个组分为水时,把水作为溶剂。水是常用的溶剂,不注明溶剂的溶液就是水溶液,否则应指明所用溶剂。

二、溶液组成量度的表示方法

溶液组成量度(浓度)的表示方法有多种,其中与医学关系较为密切的表示方法有以下几种,应用时,溶剂用 A 表示,溶质用 B 表示。

(一)物质的量浓度

B 的物质的量浓度(amount of substance concentration of B) c_B 定义为:

$$c_B = \frac{n_B}{V} \quad (2-1)$$

式中, n_B 代表 B 的物质的量,单位为 mol、mmol、 μmol ; V 代表溶液的体积,单位为 L、 m^3 。 c_B 的 SI 单位为 $\text{mol} \cdot \text{m}^{-3}$,医学上常用的单位是 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 或 $\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

物质的量浓度简称浓度,但不能称为摩尔浓度,使用时应指明基本单元,如 CH_3SO_4 、 C_{NaCl} 等。医学上不特别指明时,浓度即为物质的量浓度。

例 2-1 100ml 正常人血清中含 Na^+ 326mg、 HCO_3^- 165mg、 Ca^{2+} 10mg,计算正常人血清中 Na^+ 、 HCO_3^- 、 Ca^{2+} 的浓度。

解:正常人血清中 Na^+ 的浓度为:

$$c_{\text{Na}^+} = \frac{n_{\text{Na}^+}}{V} = \frac{0.326}{23.0 \times 0.100} = 0.142 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

正常人血清中 HCO_3^- 的浓度为:

$$c_{\text{HCO}_3^-} = \frac{n_{\text{HCO}_3^-}}{V} = \frac{0.165}{61.0 \times 0.100} = 0.027 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

正常人血清中 Ca^{2+} 的浓度为:

$$c_{\text{Ca}^{2+}} = \frac{n_{\text{Ca}^{2+}}}{V} = \frac{0.010}{40.0 \times 0.100} = 0.0025 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

(二)质量浓度

B 的质量浓度(mass concentration of B) ρ_B 定义为:

$$\rho_B = \frac{m_B}{V} \quad (2-2)$$

式中, m_B 代表 B 的质量,单位为 kg、g、mg、 μg 等; V 代表溶液的体积,单位为 L、 m^3 ; ρ_B 的单位为 $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ 、 $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 和 $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$; ρ_B 的 SI 单位为 $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$,医学上常用的单位为 $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 和 $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

例 2-2 将 25g 葡萄糖($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$)晶体溶于水配成 500ml 葡萄糖溶液,计算此葡萄糖溶液的质量浓度。

解:根据式(2-2),葡萄糖溶液的质量浓度为:

$$\rho_{\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} = \frac{m_{\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}}{V} = \frac{25}{0.5} = 50 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

物质的量浓度已在医学上广泛使用。世界卫生组织建议:在医学上表示体液组成时,凡是体液中相对分子质量(relative molecular mass)已知的物质,均应使用物质的量浓度;对于体液中相对分子质量未知的物质,可以暂时使用质量浓度。对于注射液,世界卫生组织认为,在绝大多数情况下,标签上应同时注明质量浓度和物质的量浓度,如静脉注射用的氯化钠溶液,应同时标明 $9 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $0.154 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 两种浓度。

(三) 质量分数

B 的质量分数(mass fraction of B) ω_B 定义为:

$$\omega_B = \frac{m_B}{m} \quad (2-3)$$

式中, m_B 代表 B 的质量; m 代表溶液的质量。 ω_B 的量纲为一, 其 SI 单位为 1, 在表示量值时, 单位一般不明确写出。计算时 m_B 、 m 的单位一致即可。

例 2-3 正常人每日需要 3.5 g KCl , 将其溶解于水中制成 100 g 溶液, 所得溶液的质量分数是多少?

解: 根据式(2-3), 则该溶液的质量分数为:

$$\omega_{\text{KCl}} = \frac{m_{\text{KCl}}}{m} = \frac{3.5}{100} = 0.035 \text{ 或 } 3.5\%$$

(四) 体积分数

B 的体积分数(volume fraction of B) φ_B 定义为:

$$\varphi_B = \frac{V_B}{V_{\text{总}}} \quad (2-4)$$

式中, V_B 代表 B 的体积; $V_{\text{总}}$ 代表溶质与溶剂的体积之和。 φ_B 的量纲为一, 其 SI 单位为 1。在表示量值时, 不写单位, 但计算时 V_B 、 $V_{\text{总}}$ 的单位一定要一致。

例 2-4 20°C 时, 将 75 ml 乙醇与 25 ml 水混合, 计算所得溶液中乙醇的体积分数。

解: 根据式(2-4), 乙醇的体积分数为:

$$\varphi_{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}} = \frac{V_{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}}}{V_{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}} + V_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{75}{75 + 25} = 0.75 \text{ 或 } 75\%$$

三、溶液浓度的换算

(一) B 的质量浓度 ρ_B 与 B 的物质的量浓度 c_B 之间的换算

$$\rho_B = c_B \cdot M_B \text{ 或 } c_B = \frac{\rho_B}{M_B}$$

式中, M_B 代表 B 的摩尔质量(molar mass)。单位为 $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$

例 2-5 $9 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 的生理盐水物质的量浓度是多少?

解: 生理盐水的物质的量浓度为:

$$c_{\text{NaCl}} = \frac{\rho_{\text{NaCl}}}{M_{\text{NaCl}}} = \frac{9}{58.5} = 0.154 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \quad (2-5)$$

例 2-6 临床上纠正酸中毒用的乳酸钠溶液, 物质的量浓度为 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 其质量浓度是多少?