

医学高等专科学校教材

供基础、临床等专业用

医用化学

主编 余瑜



人民卫生出版社

162 R313-43
725

医学高等专科学校教材
供基础、临床等专业用

医 用 化 学

主 编 余 瑜

副主编 尚京川 李雪华

主 审 邱宗荫

编 者 (以姓氏笔画为序)

马 育 (重庆医科大学)	汤 渝 (重庆医科大学)
于明安 (重庆医科大学)	余 瑜 (重庆医科大学)
王 驰 (重庆医科大学)	张冀平 (重庆医科大学)
卢 苏 (重庆市中医学校)	严曙明 (重庆医科大学卫生学校)
母昭德 (重庆医科大学)	杨小兰 (重庆医科大学)
阮莉莉 (重庆医科大学卫生学校)	尚京川 (重庆医科大学)
伍莉萍 (四川大学)	罗 娟 (四川大学)
刘 渠 (重庆市第三卫生学校)	罗群力 (重庆医科大学)
汤先觉 (重庆医科大学)	费文庆 (重庆市第二卫生学校)
陈 英 (重庆万州卫生学校)	骆 玫 (四川西昌卫生学校)
吴 逊 (重庆市第三卫生学校)	黄 维 (重庆医科大学)
陈洪超 (四川大学)	景淑华 (重庆医科大学)
陈志琼 (重庆医科大学)	潘力军 (重庆医科大学)
李雪华 (广西医科大学)	

人 民 卫 生 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

医用化学/余瑜主编. —北京:
人民卫生出版社, 2001

ISBN 7-117-04411-X

I. 医... II. 余... III. 医用化学-医学院校-教材
IV. R313

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 035880 号

医 用 化 学

主 编: 余 瑜

出版发行: 人民卫生出版社 (中继线 67616688)

地 址: (100078) 北京市丰台区方庄芳群园 3 区 3 号楼

网 址: [http://www. pmph. com](http://www.pmph.com)

E - mail: [pmph @ pmph. com](mailto:pmph@pmph.com)

印 刷: 三河市宏达印刷有限公司

经 销: 新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 18.5

字 数: 408 千字

版 次: 2001 年 8 月第 1 版 2001 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

印 数: 00 001—8 000

标准书号: ISBN 7-117-04411-X/R·4412

定 价: 27.00 元

著作权所有, 请勿擅自用本书制作各类出版物, 违者必究

(凡属质量问题请与本社发行部联系退换)

前 言

为适应我国高等医学教育改革和发展,以及 21 世纪对医学专科层次教育所需,参阅了国内外新近出版的化学教科书,总结了多年教学实践经验,特编写了这本《医用化学》教科书。本教材可供各类医学、高职和成人专科层次的学生使用,也可作为从事医学化学教学的教师参考。

有鉴于此,为了满足上述专科层次学生对医用化学(包括基础化学和有机化学)知识所需,又考虑到医用化学与医学的内在联系,以及学科发展的现状,因此在内容、章节组织中,注意“三基”的同时,突出实用性,加强了医药的联系点,在教材中编写了与基础和临床有关的、新进展的有机化学内容。全书共十九章,其中一至八章为基础化学,九至十九章为有机化学,另外还设计、编排了溶液的配制、药物的合成、动植物有效成分的提取、分离和纯化、鉴定等实验,从而加强学生的基本操作技能训练,便于培养学生独立思考和独立解决问题的能力。

在本书编写过程中,始终贯彻执行国家教育部所提出的编写教材“五性”原则,即思想性、科学性、先进性、启发性和实用性。同时充分考虑到化学课程在医学专科教育中的目的和任务以及高职和成人教育的实际情况。在内容上,贯彻少而精,突出实用性,适量顾及化学课程的系统性,有意加强与医药的联系。在文字表达上,力求做到深入浅出、通俗易懂,各章节内容联系密切,使全书内容融会贯通。

本书中计量单位一律采用法定计量单位,有机化合物的化学名称也遵循我国的有机化合物命名原则,主要的科学术语均附有英文。全书约 30 万字,供 50~60 学时使用。各学校在使用本教材时,可根据教学的实际情况,进行补充和删减。

在本书编写过程中,得到主审重庆医科大学邱宗荫教授的精心指导,广西医科大学龙盛京教授也提出许多宝贵意见,重庆医科大学陈志琼讲师精心编排了全书的化学公式、有机化合物结构式并绘制部分附图。承蒙四川大学、广西医科大学和重庆医科大学等单位的领导和有关同志的大力支持。在此谨向给予我们支持和关怀的各参编单位的领导和诸位同志致以崇高的敬意和衷心的感谢!

由于编写时间较短,加之我们的学术水平和编写能力所限,不妥之处在所难免,敬请广大师生和读者不吝赐教。

编 者

2001 年 4 月

目 录

第一章 溶液	(1)
第一节 溶液浓度的表示方法	(1)
一、物质的量浓度	(1)
二、质量浓度	(2)
三、质量分数	(2)
四、体积分数	(3)
五、分子浓度	(3)
第二节 溶液的渗透压	(3)
一、渗透现象和渗透压	(4)
二、渗透压与浓度、温度的关系	(5)
三、渗透压在医学上的意义	(6)
习题	(8)
第二章 胶体溶液	(9)
第一节 分散系	(9)
第二节 界面现象和乳状液	(10)
一、表面能和表面张力	(10)
二、液体界面上的吸附和表面活性物质	(11)
三、乳状液和乳化作用	(12)
第三节 溶胶	(13)
一、溶胶的性质	(13)
二、胶团的结构	(15)
三、溶胶的聚沉	(16)
四、溶胶的制备和净化	(17)
第四节 高分子溶液	(18)
一、高分子的盐析	(18)
二、高分子对溶胶的絮凝作用和保护作用	(19)
三、唐南平衡	(19)
四、凝胶	(20)
习题	(21)

第三章 酸碱平衡	(23)
第一节 酸碱质子理论	(23)
一、酸碱的定义	(23)
二、酸碱反应	(24)
第二节 水溶液中的酸碱平衡	(24)
一、水的质子自递反应	(24)
二、酸碱解离平衡	(25)
三、共轭酸碱对的 $K_a^\ominus$ 与 $K_b^\ominus$ 的关系	(26)
第三节 溶液的酸碱性与 pH	(26)
一、氢离子浓度和 pH	(26)
二、一元弱酸、弱碱溶液 pH 的计算	(27)
第四节 缓冲溶液	(29)
一、缓冲溶液的组成和作用机制	(29)
二、缓冲溶液 pH 的计算	(30)
三、缓冲容量	(31)
四、缓冲溶液的选择和配制	(33)
五、缓冲溶液在医学上的意义	(34)
习题	(35)
 第四章 化学反应速率和化学平衡	(37)
第一节 化学反应速率	(37)
一、化学反应速率的表示方法	(37)
二、化学反应速率理论简介	(38)
三、影响化学反应速率的因素	(39)
第二节 化学平衡	(41)
一、可逆反应与化学平衡	(41)
二、标准平衡常数	(42)
三、可逆反应进行的方向	(44)
第三节 化学平衡的移动	(45)
一、浓度对化学平衡的影响	(45)
二、压力对化学平衡的影响	(46)
三、温度对化学平衡的影响	(46)
四、催化剂与化学平衡的关系	(47)
习题	(47)
 第五章 氧化-还原反应与电极电势	(49)
第一节 氧化-还原反应的基本概念	(49)
一、氧化值	(49)

二、氧化剂与还原剂	(50)
三、氧化-还原电对	(50)
第二节 原电池	(51)
第三节 电极电势	(53)
一、电极电势的产生	(53)
二、标准氢电极和标准电极电势	(54)
三、影响电极电势的因素	(55)
第四节 电极电势的应用	(57)
一、比较氧化剂和还原剂的相对强弱	(57)
二、判断氧化-还原反应的方向	(58)
第五节 电势法测定溶液的 pH	(59)
一、参比电极	(59)
二、指示电极	(60)
三、电势法测定溶液的 pH	(61)
习题	(61)
 第六章 原子结构和分子结构	(63)
第一节 原子结构	(63)
一、核外电子的运动	(63)
二、核外电子的排布规律	(65)
三、原子结构与元素性质的关系	(67)
第二节 分子结构	(68)
一、离子键	(68)
二、共价键	(68)
三、极性分子和非极性分子	(73)
四、分子间力	(73)
五、氢键	(74)
习题	(75)
 第七章 配位化合物	(77)
第一节 配位化合物的基本概念	(77)
一、配位化合物的定义	(77)
二、配位化合物的组成	(78)
三、配合物的命名	(79)
第二节 配位化合物的价键理论简介	(80)
一、配合物的价键理论的基本要点	(80)
二、内轨配合物和外轨配合物	(81)
第三节 配位平衡	(82)

一、配离子的稳定常数和不稳定常数	(82)
二、稳定常数的应用	(83)
三、配位平衡的移动	(85)
第四节 螯合物	(85)
第五节 与医药学有关的配位化合物	(86)
习题	(88)
第八章 分光光度法	(90)
第一节 分光光度法的基本原理	(90)
一、溶液颜色与光吸收的关系	(90)
二、朗伯—比尔定律	(90)
三、吸收光谱	(92)
四、显色反应	(92)
第二节 可见分光光度法	(93)
一、分光光度法	(93)
二、分光光度计的基本部件	(93)
三、定量分析方法	(94)
四、分光光度法的应用——血糖的测定	(95)
习题	(96)
第九章 有机化学概述	(97)
一、有机化合物与有机化学	(97)
二、有机化合物的结构与共价键	(97)
三、有机化合物结构式的写法	(101)
四、有机化合物反应类型	(102)
五、有机化合物的分类	(103)
习题	(104)
第十章 链烃	(106)
第一节 烷烃	(106)
一、烷烃的结构及单键的概念	(106)
二、烷烃的同系列和通式	(107)
三、烷烃的碳原子类型	(107)
四、同分异构现象	(108)
五、烷烃的命名法	(110)
六、烷烃的物理性质	(112)
七、烷烃的化学性质	(112)
八、与医药学有关的烷烃类化合物	(113)

第二节 烯烃.....	(114)
一、烯烃的结构及双键概念	(114)
二、烯烃的异构现象	(115)
三、烯烃的命名	(116)
四、烯烃的物理性质	(117)
五、烷烃的化学性质	(117)
六、诱导效应	(118)
七、二烯烃.....	(119)
八、与医药学有关的烯烃类化合物	(120)
第三节 炔烃.....	(121)
一、炔烃的异构现象和命名	(121)
二、炔烃的化学性质	(121)
三、与医药学有关的炔烃类化合物	(122)
习题	(122)
 第十一章 环烃.....	(124)
第一节 脂环烃	(124)
一、脂环烃的分类与命名.....	(124)
二、环烷烃的立体异构	(125)
三、脂环烃的化学性质	(127)
第二节 芳香烃	(127)
一、苯的结构	(127)
二、苯同系物的异构现象和命名	(128)
三、苯的物理性质	(128)
四、苯的化学性质	(129)
五、稠环芳香烃	(129)
习题	(130)
 第十二章 醇酚醚	(132)
第一节 醇	(132)
一、醇的结构、分类和命名	(132)
二、醇的物理性质	(133)
三、醇的化学性质	(134)
四、与医药学有关的醇类化合物	(136)
第二节 酚	(138)
一、酚的结构、分类和命名	(138)
二、酚的化学性质	(139)
三、与医药学有关的酚类化合物	(141)

第三节 醚	(141)
一、醚的分类和命名	(141)
二、醚的化学性质	(143)
三、冠醚	(143)
四、与医药学有关的醚类化合物	(144)
第四节 硫醇和硫醚	(145)
一、分类和命名	(145)
二、物理性质	(145)
三、化学性质	(146)
四、与医药学有关的含硫化合物	(148)
习题	(148)
 第十三章 醛酮醌	(150)
第一节 醛和酮	(150)
一、醛酮的结构、分类和命名	(150)
二、醛酮的物理性质	(151)
三、醛酮的化学性质	(152)
四、与医药学有关的醛酮	(156)
第二节 醌	(157)
一、醌的结构和命名	(157)
二、与医药学有关的醌类化合物	(157)
习题	(158)
 第十四章 羧酸和取代羧酸	(159)
第一节 羧酸	(159)
一、羧酸的结构、分类和命名	(159)
二、羧酸的物理性质	(160)
三、羧酸的化学性质	(160)
四、与医药学有关的羧酸类化合物	(164)
第二节 取代羧酸	(164)
一、羟基酸	(164)
二、酮酸	(167)
三、酮式-烯醇式互变异构现象	(168)
四、与医药学有关的酮酸类化合物	(169)
习题	(171)
 第十五章 对映异构简介	(174)
一、对映异构现象	(174)

二、对映异构体的光学活性及其测定	(175)
三、对映异构体的表示法	(177)
四、含两个手性碳原子的对映异构体	(178)
五、对映异构体生理作用的差异	(179)
习题	(179)
第十六章 含氮有机化合物	(182)
第一节 胺	(182)
一、胺的分类和命名	(182)
二、胺的结构	(183)
三、胺的物理性质	(183)
四、胺的化学性质	(184)
五、与医药学有关的胺类化合物	(186)
第二节 酰胺	(187)
一、酰胺的结构和命名	(187)
二、酰胺的化学性质	(188)
三、尿素	(189)
四、与医药学有关的酰胺类化合物	(190)
第三节 含氮杂环化合物	(191)
一、杂环化合物的分类和命名	(191)
二、吡咯、吡啶及其衍生物	(192)
三、噻唑及其衍生物	(193)
四、嘧啶、嘌呤及其衍生物	(193)
第四节 生物碱	(194)
一、生物碱的概念	(194)
二、生物碱的一般性质	(194)
三、与医药学有关的生物碱	(195)
习题	(196)
第十七章 脂类	(198)
第一节 油脂	(198)
一、油脂的组成、结构和命名	(198)
二、油脂的物理性质	(200)
三、油脂的化学性质	(200)
第二节 类脂	(202)
一、磷脂	(202)
二、糖脂	(203)
三、甾族化合物	(204)

习题	(209)
第十八章 糖类	(211)
第一节 单糖.....	(211)
一、葡萄糖.....	(212)
二、果糖	(214)
三、单糖的性质	(215)
四、其它重要的单糖及其衍生物	(217)
第二节 二糖.....	(219)
一、二糖的分类	(219)
二、重要的二糖	(219)
第三节 多糖.....	(220)
一、淀粉	(221)
二、糖原	(223)
三、纤维素.....	(224)
四、右旋糖酐	(224)
五、粘多糖.....	(224)
习题	(225)
第十九章 氨基酸 蛋白质 核酸	(227)
第一节 氨基酸	(227)
一、氨基酸的结构与构型.....	(227)
二、氨基酸的分类及命名	(227)
三、氨基酸的物理性质	(229)
四、氨基酸的化学性质	(229)
五、临床应用	(232)
第二节 蛋白质	(232)
一、蛋白质的元素组成	(232)
二、蛋白质的分类	(233)
三、蛋白质的结构	(233)
四、蛋白质的理化性质	(237)
五、与医药学有关的生物活性肽	(239)
第三节 核酸.....	(240)
一、核酸的组成成分	(240)
二、DNA/RNA 的结构	(243)
三、核酸的变性、复性与杂交	(244)
四、人类基因组图谱绘制完成——核酸的最新研究成果	(244)
五、与医药学有关的核酸类化合物	(245)

习题	(245)
医用化学实验	(248)
实验一 弱酸电离常数和电离度的测定	(248)
实验二 缓冲溶液的配制和性质	(253)
实验三 分析天平的结构与使用	(255)
实验四 水的硬度测定	(259)
实验五 有机化合物物理常数的测定	(260)
实验六 氨基酸的纸色谱	(264)
实验七 茶叶中咖啡碱的提取及鉴定	(266)
实验八 蛋黄中卵磷脂的提取及组成鉴定	(268)
实验九 乙酰水杨酸的制备	(269)
实验十 有机化合物的鉴别实验	(271)
附录	(274)
附录一 常用酸、碱溶液的相对密度和浓度	(274)
附录二 常用标准缓冲溶液	(274)
附录三 H_2PO_4^- 和 HPO_4^{2-} 组成的缓冲溶液 (25℃)	(275)
附录四 “Tris” 和 “Tris · HCl” 组成的缓冲溶液	(275)
附录五 常用电极的标准电极电势 (298.15K)	(275)
附录六 元素周期表	(277)

第一章 溶 液

人体的生命过程与溶液有密切的关系,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、营养物质的输送以及废物的排泄,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。水是最常用、最重要的溶剂。一般不指明溶剂的溶液都是指水溶液。

第一节 溶液浓度的表示方法

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,溶液的浓度可用不同的方法表示。医学上常用的溶液浓度的表示方法有以下几种。

一、物质的量浓度

在法定计量单位制中,物质B的“物质的量浓度”(amount of substance concentration)也称为物质B的“浓度”。符号为 c_B 或 $[B]$,定义为物质B的物质的量 n_B 除以溶液的体积 V 。即:

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

浓度的SI单位是 $\text{mol} \cdot \text{m}^{-3}$ 。医学上常用的单位是 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 和 $\text{nmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。注意使用浓度时必须指明基本单元。

【例1-1】药典上规定注射用生理盐水的规格是0.5L生理盐水中含4.5gNaCl。计算注射用生理盐水的物质的量浓度。

解:已知 $m(\text{NaCl}) = 4.5\text{g}$, $M(\text{NaCl}) = 58.5\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$, $V = 0.5\text{L}$

$$\therefore n(\text{NaCl}) = \frac{m(\text{NaCl})}{M(\text{NaCl})} = \frac{4.5\text{g}}{58.5\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.077\text{mol}$$

$$\therefore c(\text{NaCl}) = \frac{n(\text{NaCl})}{V} = \frac{0.077\text{mol}}{0.5\text{L}} = 0.154\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

答:注射用生理盐水的物质的量浓度为 $0.154\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ (即 $154\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$)。

二、质量浓度

质量浓度又称 B 的质量浓度, 定义为物质 B 的质量 m_B 除以溶液的体积 V , 用符号 ρ_B 表示。

$$\rho_B = \frac{m_B}{V} \quad (1-2)$$

质量浓度的 SI 单位是 $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ 。医学上常用的单位是 $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 和 $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$, 即体积单位用 L, 而表示质量的单位可以改变。临床上用固体物质配制的溶液常用质量浓度表示。如 $9\text{g} \cdot \text{L}^{-1}\text{NaCl}$ 的生理盐水、 $50\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 葡萄糖溶液等。

【例 1-2】临床上乳酸钠 ($\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3\text{Na}$) 注射液的质量浓度为 $112\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$, 注射 10ml 此注射液, 进入体内的乳酸钠为多少克?

解: $\rho(\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3\text{Na}) = 112\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ $V = 10 \times 10^{-3}\text{L}$

$$\because \rho_B = \frac{m_B}{V}$$

$$\therefore m(\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3\text{Na}) = \rho(\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3\text{Na}) \times V = 112\text{g} \cdot \text{L}^{-1} \times 10 \times 10^{-3}\text{L} = 1.12\text{g}$$

答: 注射 10ml 此乳酸钠注射液, 有 1.12g 乳酸钠进入体内。

【例 1-3】生理盐水的物质的量浓度为 $0.154\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 计算生理盐水的质量浓度。

解: $\because n_B = c_B \cdot V, m_B = n_B M_B = c_B V M_B$

$$\therefore \rho(\text{NaCl}) = \frac{m(\text{NaCl})}{V} = c(\text{NaCl}) \times M(\text{NaCl}) = 0.154\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 58.5\text{g} \cdot \text{mol}^{-1} = 9\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$$

答: 生理盐水的质量浓度为 $9\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

通过计算可以得出物质 B 的质量浓度 ρ_B 与物质的量浓度 c_B 之间的关系为:

$$\rho_B = c_B \cdot M_B \quad (1-3)$$

世界卫生组织建议: 在医学上表示体液组成时, 凡是已知相对分子质量 (或相对原子质量) 的物质, 均应使用物质的量浓度; 对于少数相对分子质量尚未准确测定的物质, 则可以使用质量浓度。对于与体液组成相同的注射液, 世界卫生组织提出, 在绝大多数情况下, 推荐在注射液的标签上同时写明质量浓度和物质的量浓度。例如, 血液中 Na^+ 、 Cl^- 、葡萄糖的含量用物质的量浓度表示, 则静脉注射用氯化钠注射液和葡萄糖注射液的标签上应同时标明物质的量浓度和质量浓度。

三、质量分数

质量分数用符号 ω_B 表示。质量分数就是物质 B 的质量 m_B 除以溶液的质量 m 。即

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

质量分数的单位是 1。在表示量值时, 符号 1 一般不明确写出。但要注意, 物质 B

和溶液的质量单位必须相同。量值很小时也可这样表示，如我国食品卫生标准 GBn51-77 规定，食品中黄曲霉毒素 B₁ 的允许含量为：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、氨水等都是用质量浓度来表示含量。如浓硫酸 $\omega_B = 0.98$ 。

【例 1-4】 市售浓盐酸 $\omega_B = 0.36$ ($\rho = 1.18 \text{kg} \cdot \text{L}^{-1}$)，计算其物质的量浓度。

解：已知 $M(\text{HCl}) = 36.5 \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ， $\rho = 1.18 \text{kg} \cdot \text{L}^{-1} = 1.18 \times 10^3 \text{g} \cdot \text{L}^{-1}$

$$\because m_B = \omega_B \cdot m = \omega_B \cdot \rho \cdot V,$$

$$\begin{aligned} \therefore c(\text{HCl}) &= \frac{n(\text{HCl})}{V} = \frac{m(\text{HCl})}{M(\text{HCl}) \cdot V} = \frac{\omega(\text{HCl}) \cdot \rho}{M(\text{HCl})} \\ &= \frac{0.36 \times 1.18 \times 10^3 \text{g} \cdot \text{L}^{-1}}{36.5 \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 11.6 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \end{aligned}$$

答：市售浓盐酸物质的量浓度为 $11.6 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

四、体 积 分 数

体积分数的符号是 φ_B 。定义为物质 B 的体积 V_B 除以混合物的体积 V ，即

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

显然体积分数的单位同样是 1。也可以用百分数表示。

医学上常用体积分数来表示溶质 B 为液体的溶液的组成。例如，医疗常用的消毒用酒精的体积分数为 0.75（或 75%）；正常人红细胞的体积分数为 0.37~0.50。

【例 1-5】 如何用无水酒精配制 500ml 体积分数为 0.75 的消毒用酒精溶液？

解：根据式 (1-5)，所需纯酒精的体积为：

$$V_{\text{酒精}} = \varphi_{\text{酒精}} \times V = 500 \text{ml} \times 0.75 = 375 \text{ml}$$

答：量取 375ml 纯酒精，加水稀释至 500ml，就可配制成 500ml 消毒用酒精溶液。

五、分 子 浓 度

分子浓度定义为物质 B 的分子数 N_B 除以溶液的体积 V 。分子浓度用符号 C_B 表示。

$$C_B = \frac{N_B}{V} \quad (1-6)$$

分子浓度的 SI 单位是 m^{-3} ，医学上常用的单位是 L^{-1} 。

医学临床上常用分子浓度来表示体液中细胞的含量，如成人血液中红细胞的分子浓度的正常参考值为 $3.8 \times 10^{12} \text{L}^{-1} \sim 5.5 \times 10^{12} \text{L}^{-1}$ 。

第二节 溶液的渗透压

人体的体液组成与维持人体正常生理功能密切相关，而体液的渗透压在其中起着必

要的调节作用。临床上给病人大量补液时要特别注意溶液的浓度和用量，否则将会产生不良后果，甚至造成死亡。这也和溶液的渗透压有密切的关系。

一、渗透现象和渗透压

若将一滴蓝墨水滴进一杯水中，很快就会使整杯水染成蓝色。在盛有浓糖水的杯子中，在液面上小心地加入一层清水，过一会儿，上面的水也有甜味了，最后得到浓度均匀的糖水。以上现象是由于溶质分子和溶剂分子相互扩散的结果。在任何纯溶剂和溶液之间、或两种不同浓度的溶液之间，都有扩散现象发生。

如果我们用一种半透膜 (semipermeable membrane)，把水和溶液隔开，情况就不同了。半透膜是一种只允许某些物质 (小分子、离子，如水分子) 透过、而不允许另一些物质 (大分子，如蛋白质等) 透过的薄膜，鸡蛋膜、动物的肠衣、膀胱膜、细胞膜和毛细血管壁等都是半透膜。将鸡蛋内液装在一支上口用鸡蛋膜扎紧的倒置长颈漏斗中，然后把盛有鸡蛋内液的漏斗置于盛有蒸馏水的烧杯中，调整漏斗的高度，使鸡蛋膜内、外液面处于同一水平位置。数小时后，将会看到长颈漏斗的液面升高了。如图 1-1。

为什么会如此呢？我们知道，水分子可以从膜内和膜外向两个方向透过鸡蛋膜，而蛋白质分子不能透过。由于纯水中所含水分子的数目要比同体积的鸡蛋内液多，因此在相同时间内，从纯水透过鸡蛋膜进入鸡蛋内液的水分子比从鸡蛋内液透过鸡蛋膜进入纯水的水分子多。于是我们看到，水分子由纯水透过鸡蛋膜进入鸡蛋内液，使长颈漏斗的液面升高。我们把这种溶剂分子透过半透膜进入溶液的扩散现象称为渗透现象，简称渗透。两种不同浓度的溶液用半透膜隔开，亦会产生渗透现象。

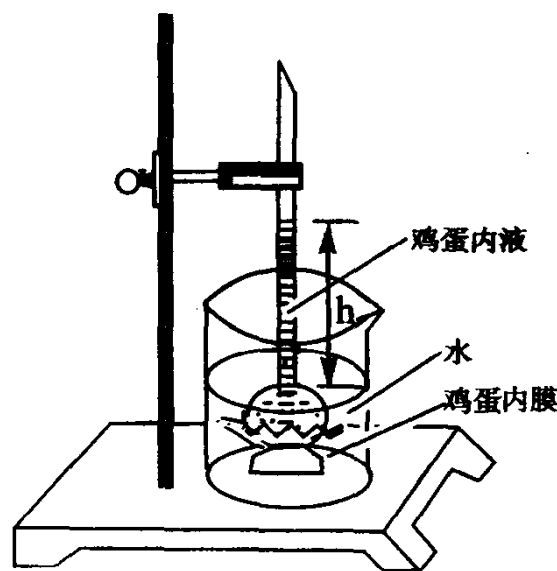


图 1-1 溶液渗透现象示意图

产生渗透现象必须具备两个条件：一是有半透膜存在；二是半透膜两侧溶液的浓度 (应为渗透浓度) 不同。由于渗透作用，长颈漏斗内鸡蛋内液的液面逐渐上升，其静水压也随之增大，它阻止鸡蛋外液的水向鸡蛋内液中渗透，使水分子由鸡蛋外液透过半透膜进入鸡蛋内液的速率逐渐降低，当液面上升到一定高度时，就会出现水分子进出半透膜的速率相等的动态平衡，于是液面停止上升。这种恰能阻止渗透现象继续发生，而达到动态平衡的压力 (等于液面升高所产生的静水压力)，称为渗透压 (Osmotic pressure)。换言之，当溶液与纯溶剂用半透膜隔开时，为了阻止渗透现象的发生而施加于溶液液面上的额外压力称为该溶液的渗透压。渗透压用符号 Π 表示，SI 单位为 Pa 或 kPa。渗透的方向总是从纯溶剂向溶液一方或稀溶液往浓溶液一方渗透。

两种不同渗透浓度的溶液用半透膜隔开，要阻止渗透进行，也需在浓度较高的溶液