



卫生部“十二五”规划教材 全国高等中医药院校教材
全国高等医药教材建设研究会规划教材

供中医学（含骨伤方向）、中西医临床医学等专业用

医用化学

主编 武雪芬



人民卫生出版社
PEOPLE'S MEDICAL PUBLISHING HOUSE

卫生部“十二五”规划教材 全国高等中医药院校教材

全国高等医药教材建设研究会规划教材

供中医学(含骨伤方向)、中西医临床医学等专业用

医用化学

主 编 武雪芬

副主编 张 萍 邹海舰

编 者 (以姓氏笔画为序)

丁盈红 (广东药学院)	武雪芬 (河南中医学院)
于 光 (南京中医药大学)	袁友泉 (江西中医学院)
于智莘 (长春中医药大学)	徐安莉 (湖北中医药大学)
朱 鑫 (河南中医学院)	黄 玲 (福建中医药大学)
张 萍 (山东中医药大学)	彭彩云 (湖南中医药大学)
邹海舰 (云南中医学院)	

秘 书 朱 鑫 (兼)

人民卫生出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

医用化学/武雪芬主编. —北京: 人民卫生出版社, 2012. 6

ISBN 978-7-117-15771-1

I. ①医… II. ①武… III. ①医用化学-医学院-教材 IV. ①R313

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 077712 号

门户网: www.pmph.com 出版物查询、网上书店
卫人网: www.ipmph.com 护士、医师、药师、中医师、卫生资格考试培训

版权所有, 侵权必究!

本书本印次封底贴有防伪标。请注意识别。

医 用 化 学

主 编: 武雪芬

出版发行: 人民卫生出版社 (中继线 010-59780011)

地 址: 北京市朝阳区潘家园南里 19 号

邮 编: 100021

E - mail: pmph@pmph.com

购书热线: 010-67605754 010-65264830

010-59787586 010-59787592

印 刷: 北京市后沙峪印刷厂

经 销: 新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 15

字 数: 344 千字

版 次: 2012 年 6 月第 1 版 2012 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-15771-1/R·15772

定 价: 26.00 元

打击盗版举报电话: 010-59787491 E-mail: WQ@pmph.com

(凡属印装质量问题请与本社销售中心联系退换)

出版说明

在国家大力推进医药卫生体制改革,发展中医药事业和高等中医药教育教学改革的新形势下,为了更好地贯彻落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》和《医药卫生中长期人才发展规划(2011—2020年)》,培养传承中医药文明、创新中医药事业的复合型、创新型高等中医药专业人才,根据《教育部关于“十二五”普通高等教育本科教材建设的若干意见》,全国高等医药教材建设研究会、人民卫生出版社在教育部、卫生部、国家中医药管理局的领导下,全面组织和规划了全国高等中医药院校卫生部“十二五”规划教材的编写和修订工作。

为做好本轮教材的出版工作,在教育部高等学校中医学教学指导委员会和原全国高等中医药教材建设顾问委员会的大力支持下,全国高等医药教材建设研究会、人民卫生出版社成立了第二届全国高等中医药教育教材建设指导委员会和各专业教材评审委员会,以指导和组织教材的编写和评审工作,确保教材编写质量;在充分调研的基础上,先后召开数十次会议对目前我国高等中医药教育专业设置、课程设置、教材建设等进行了全方位的研讨和论证,并广泛听取了一线教师对教材的使用及编写意见,汲取以往教材建设的成功经验,分析历版教材存在的问题,并引以为鉴,力求在新版教材中有所创新,有所突破,藉以促进中医药教育教学发展。

根据高等中医药教育教学改革和高等中医药人才培养目标,在上述工作的基础上,全国高等医药教材建设研究会和人民卫生出版社规划、确定了全国高等中医药院校中医学(含骨伤方向)、中药学、针灸推拿学、中西医临床医学、护理学、康复治疗学7个专业(方向)133种卫生部“十二五”规划教材。教材主编、副主编和编者的遴选按照公开、公平、公正的原则,在全国74所高等院校2600余位专家和学者申报的基础上,近2000位申报者经全国高等中医药教育教材建设指导委员会、各专业教材评审委员会审定和全国高等医药教材建设研究会批准,被聘任为主审、主编、副主编、编委。

全国高等中医药院校卫生部“十二五”规划教材旨在构建具有中国特色的教材建设模式、运行机制,打造具有中国特色的中医药高等教育人才培养体系和质量保障体系;传承、创新、弘扬中医药特色优势,推进中医药事业发展;汲取中医药教育发展成果,体现中医药新进展、新方法、新趋势,适应新时期中医药教育的需要;立足于成为我国高等中医药教育的“核心教材、骨干教材、本底教材”和具有国际影响力的中医药学教材。

全套教材具有以下特色:

1. 坚持中医药教育发展方向,体现中医药教育教学基本规律

注重教学研究和课程体系研究,以适应我国高等中医药学教育的快速发展,满足21世纪对高素质中医药专业人才的基本要求作为教材建设的指导思想;顶层设计和具体方案的实施严格遵循我国国情和高等教育的教学规律、人才成长规律和中医药知识的传承规律,突出中医药特色,正确处理好中西医之间的关系。

2. 强化精品意识,体现中医药学学科发展与教改成果

全程全员坚持质量控制体系,把打造精品教材作为崇高的历史使命和历史责任,以科学严谨的治学精神,严把各个环节质量关,力保教材的精品属性;对课程体系进行科学设计,整体优化,基础学科与专业学科紧密衔接,主干学科与其他学科合理配置,应用研究与开发研究相互渗透,体现新时期中医药教育改革成果,满足 21 世纪复合型人才培养的需要。

3. 坚持“三基五性三特定”的原则,使知识点、创新点、执业点有机结合

将复合型、创新型高等中医药人才必需的基本知识、基本理论、基本技能作为教材建设的主体框架,将体现高等中医药教育教学所需的思想性、科学性、先进性、启发性、适用性作为教材建设的灵魂,将满足实现人才培养的特定学制、特定专业方向、特定对象作为教材建设的根本出发点和归宿,使“三基五性三特定”有机融合,相互渗透,贯穿教材编写始终。以基本知识点作为主体内容,适度增加新进展、新技术、新方法,并与卫生部门和劳动部门的资格认证或职业技能鉴定标准紧密衔接,避免理论与实践脱节、教学与临床脱节。

4. 突出实用性,注重实践技能的培养

增设实训内容及相关栏目,注重基本技能和临床实践能力的培养,适当增加实践教学学时数,并编写配套的实践技能(实训)教材,增强学生综合运用所学知识的能力和动手能力,体现医学生早临床、多临床、反复临床的特点。

5. 创新教材编写形式和出版形式

(1) 为了解决调研过程中教材编写形式存在的问题,除保障教材主体内容外,本套教材另设有“学习目的”和“学习要点”、“知识链接”、“知识拓展”、“病案分析(案例分析)”、“学习小结”、“复习思考题(计算题)”等模块,以增强学生学习的目的性和主动性及教材的可读性,强化知识的应用和实践技能的培养,提高学生分析问题、解决问题的能力。

(2) 本套教材注重数字多媒体技术,相关教材增加配套的课件光盘、病案(案例)讲授录像、手法演示等;陆续开放相关课程的网络资源等,以最为直观、形象的教学手段体现教材主体内容,提高学生学习效果。

本套教材的编写,教育部、卫生部、国家中医药管理局有关领导和教育部高等学校中医学教学指导委员会、中药学教学指导委员会相关专家给予了大力支持和指导,得到了全国近百所院校和部分医院、科研机构领导、专家和教师的积极支持和参与,谨此,向有关单位和个人表示衷心的感谢!希望本套教材能够对全国高等中医药人才的培养和教育教学改革产生积极的推动作用,同时希望各高等院校在教学使用中以及在探索课程体系、课程标准和教材建设与改革的进程中,及时提出宝贵意见或建议,以便不断修订和完善,更好地满足中医药事业发展和中医药教育教学的需要。

全国高等医药教材建设研究会
第二届全国高等中医药教育教材建设指导委员会
人民卫生出版社

2012年5月

第二届全国高等中医药教育教材建设指导委员会名单

顾 问 王永炎 陈可冀 程莘农 石学敏 沈自尹 陈凯先
石鹏建 王启明 何 维 金生国 李大宁 洪 净
周 杰 邓铁涛 朱良春 陆广莘 张 琪 张灿珪
张学文 周仲瑛 路志正 颜德馨 颜正华 严世芸
李今庸 李任先 施 杞 晁恩祥 张炳厚 栗德林
高学敏 鲁兆麟 王 琦 孙树椿 王和鸣 韩丽沙

主任委员 张伯礼

副主任委员 高思华 吴勉华 谢建群 徐志伟 范昕建 匡海学
欧阳兵

常务委员 (以姓氏笔画为序)

王 华 王 键 王之虹 孙秋华 李玛琳 李金田
杨关林 陈立典 范永昇 周 然 周永学 周桂桐
郑玉玲 唐 农 梁光义 傅克刚 廖端芳 翟双庆

委 员 (以姓氏笔画为序)

王彦晖 车念聪 牛 阳 文绍敦 孔令义 田宜春
吕志平 杜惠兰 李永民 杨世忠 杨光华 杨思进
吴范武 陈利国 陈锦秀 赵 越 赵清树 耿 直
徐桂华 殷 军 黄桂成 曹文富 董尚朴

秘 书 长 周桂桐(兼) 翟双庆(兼)

秘 书 刘跃光 胡鸿毅 梁沛华 刘旭光 谢 宁 滕佳林

全国高等中医药院校中医学专业(含骨伤方向) 教材评审委员会名单

顾 问 王永炎 邓铁涛 张 琪 张灿理 周仲瑛 严世芸
李今庸 李任先 施 杞 晁恩祥 张炳厚 栗德林
鲁兆麟 孙树椿 王和鸣

主任委员 张伯礼

副主任委员 高思华 吴勉华 谢建群 徐志伟 欧阳兵

委 员 (以姓氏笔画为序)

王 键 王拥军 车念聪 牛 阳 吕志平 刘献祥
李 冀 李永民 李金田 范永昇 周永学 赵清树
段俊国 耿 直 唐 农 黄桂成 曹文富 董尚朴
翟双庆

秘 书 胡鸿毅 梁沛华 孟静岩

前 言

为了更好地适应新形势下全国高等中医药教育教学改革和发展的需要,培养传承中医药文明、创新中医药事业的复合型、创新型高等中医药专业人才,按照全国高等中医药院校各专业的培养目标,在全国高等医药教材建设研究会、全国高等中医药教育教材建设指导委员会的组织规划下,确立本课程的教学内容并编写了本教材。

医用化学是医学类专业重要的基础课,目前中医药院校的医学专业都开有该课程。中医药院校的医用化学学时普遍较少(绝大多数院校为 36 学时,个别院校为 45 学时),有些中医药院校文理兼收,学生的理科功底相对较差。因此迫切需要有适合中医学专业学生特点的《医用化学》教材,以解决现有医用化学教材内容多,难度大,不能满足中医药院校教学的问题。

本教材坚持“三基五性三特定”的基本原则,充分考虑中医药院校的学生特点和现有的教学计划,根据后续课程的需求选取编写内容。本教材包括无机化学和有机化学两个部分,无机化学部分主要有溶液、氧化还原和配合物等内容,有机化学部分主要有各类化合物、立体化学基础知识等内容。与以往教材相比,本教材中化合物部分以功能团的结构特点、性质预测和经典化学反应为主线,删去了命名、物理性质、制备等与医学专业相关程度不十分紧密的内容。本教材最突出的特点是淡化了化学知识体系的系统性,强化了化学知识点、化学基本概念及其原理在医学中的应用。本教材深入浅出,通俗易懂,教师好教,学生好学,是首次为中医学、中西医临床医学、针灸推拿学等本科及西医类专科量身定制的医用化学规划教材。

《医用化学》中无机化学部分约 15 学时,有机化学部分约 30 学时,书后安排了约 9 学时的实验,各院校可根据具体情况选定教学内容。

参加本次编写的院校共 10 所,分工如下:徐安莉编写第 1 章;朱鑫编写第 2 章、第 16 章;于智莘编写第 3 章;袁友泉编写第 4 章;黄玲编写第 5 章;武雪芬编写第 6 章、第 14 章;邹海舰、张萍编写第 7 章、第 9 章;于光编写第 11 章;彭彩云编写第 15 章;丁盈红编写第 17 章;丁盈红、武雪芬编写第 8 章;于光、张萍编写第 10 章;彭彩云、武雪芬编写第 12 章;彭彩云、朱鑫编写第 13 章。

本书在编写过程中参考了一些优秀教材,在此谨向有关作者表示衷心的感谢,同时感谢人民卫生出版社在本书出版过程中所给予的支持和帮助。

由于编写水平有限,或许有不妥之处,敬请同行专家和读者批评指正。

编 者

2012 年 5 月

目 录

第一章 溶液	1
第一节 溶液的组成量度	1
一、物质的量浓度	1
二、质量浓度	1
三、质量分数	2
四、体积分数	2
五、分子浓度	2
第二节 溶液的渗透压	3
一、渗透现象和渗透压	3
二、渗透压与浓度、温度的关系	4
三、渗透压在医学上的意义	4
第二章 电解质溶液	8
第一节 弱电解质溶液的解离平衡	8
一、弱酸、弱碱的解离平衡	8
二、弱酸、弱碱的解离平衡常数	9
三、解离度	9
四、同离子效应和盐效应	10
第二节 酸碱质子理论	10
一、酸碱的概念	11
二、酸碱反应的实质	11
三、共轭酸碱解离常数的关系	12
第三节 水溶液的酸碱性及 pH 计算	12
一、水的质子自递平衡	12
二、一元弱酸、弱碱溶液 pH 的计算	13
第四节 缓冲溶液	14
一、缓冲溶液组成及其作用机理	14
二、缓冲溶液 pH 的计算	15
三、缓冲容量和缓冲范围	16
四、缓冲溶液的配制	16
五、缓冲溶液在医学上的意义	17

第三章 胶体和乳状液	20
第一节 分散系	20
第二节 溶胶	21
一、溶胶的光学性质	21
二、溶胶的动力学性质	22
三、溶胶的电学性质	23
四、溶胶的稳定性和聚沉	25
第三节 高分子溶液	26
一、高分子溶液的特性	26
二、高分子化合物对溶胶的保护作用	27
第四节 表面活性剂和乳状液	28
一、表面活性剂	28
二、乳状液	29
第五节 凝胶	30
一、凝胶的分类	31
二、凝胶的主要性质	31
第四章 氧化还原和电极电势	33
第一节 氧化还原反应的基本概念	33
一、氧化与还原	33
二、氧化数	34
三、氧化还原电对	35
第二节 电极电势	35
一、原电池	35
二、电极电势	37
三、影响电极电势的因素	41
第三节 电极电势的应用	43
一、比较氧化剂、还原剂的相对强弱	43
二、判断氧化还原反应进行的方向	44
第五章 配位化合物	46
第一节 配合物的基本概念	46
一、配合物的定义	46
二、配合物的组成	47
三、配合物的命名	48
四、配合物的几何异构现象	49
第二节 配位平衡	50
一、配位平衡常数	50

二、配位平衡的移动	51
三、稳定常数的应用	52
第三节 螯合物	53
一、螯合物的概念	53
二、影响螯合物稳定的因素	53
第四节 配合物在医学上的应用	54
第六章 有机化合物概论	57
第一节 有机化合物的基本结构	57
一、原子核外电子的运动状态和排布规律	57
二、碳原子的结构及轨道的杂化	58
三、共价键的类型	60
四、共价键的属性	61
第二节 有机化合物的分类和命名	63
一、有机化合物的分类	63
二、有机化合物的命名	64
第七章 烃	68
第一节 烷烃	68
一、烷烃的结构特点及性质预测	68
二、烷烃的卤代反应	70
三、自由基抑制剂在医学中的意义	72
第二节 烯烃	73
一、烯烃的结构特点和性质预测	73
二、烯烃的化学反应	74
第三节 炔烃和二烯烃	78
一、炔烃的结构特征和性质预测	78
二、炔烃的化学反应	79
三、共轭二烯烃	80
第四节 脂环烃——环结构与稳定性	82
一、脂环烃的分类	82
二、小环烃的化学特性	83
三、环烷烃的结构特点与化学稳定性	83
四、小环烃开环反应在医学中的意义	84
五、环己烷的优势构象	85
第五节 芳香烃	87
一、苯的同系物及其命名	87
二、苯的结构与稳定性	88
三、苯及同系物的化学性质	89

四、一元取代苯的定位规律	90
五、稠环芳烃	92
第八章 对映异构	97
一、物质的旋光性	97
二、含手性碳原子化合物的对映异构	102
三、手性药物及其生物活性	105
第九章 卤代烷——诱导效应、亲核取代	108
一、卤代烷的分类	108
二、卤代烷的结构特点及性质预测	108
三、卤代烷的化学反应	109
四、取代反应在医学中的意义	112
第十章 醇酚醚	115
第一节 醇	115
一、醇的分类	115
二、醇的物理性质	116
三、醇的结构特点及性质预测	116
四、醇的化学性质	117
五、邻二醇的特性	118
第二节 酚	119
一、酚的分类和命名	119
二、酚的结构特点及性质预测	120
三、化学性质	120
第三节 醚	122
一、醚的分类和命名	122
二、醚的化学性质	123
第十一章 醛和酮——亲核加成	126
一、醛和酮的分类	126
二、醛和酮的结构特点及性质预测	126
三、醛和酮的化学性质	127
第十二章 羧酸及其衍生物——亲核取代反应	135
第一节 羧酸	135
一、分类	135
二、羧酸的结构特点及性质预测	136
三、羧酸的化学反应	136

第二节 羧酸衍生物	138
一、羧酸衍生物的命名	139
二、羧酸衍生物的结构特点及性质预测	140
三、羧酸衍生物的化学反应	140
第十三章 取代羧酸	144
一、羟基酸	144
二、羧基酸	145
三、氨基酸	147
第十四章 糖类化合物	153
第一节 单糖	153
一、单糖的结构	153
二、单糖的性质	158
三、重要的单糖及其衍生物	162
第二节 双糖	163
一、双糖的分类、结构与性质	163
二、重要的双糖	164
第三节 多糖	165
第十五章 胺类化合物和生物碱	169
一、胺的分类和命名	169
二、物理性质	170
三、化学性质	170
四、季铵盐和季铵碱	173
五、生物碱简介	173
第十六章 杂环化合物	177
一、杂环化合物的分类和命名	177
二、六元杂环	179
三、五元杂环	181
四、稠杂环化合物	184
第十七章 脂类	187
第一节 油脂	187
一、油脂的组成和结构通式	187
二、油脂的性质	188
第二节 甾族化合物	189
一、甾族化合物的基本结构	190

二、重要的甾族化合物	190
医用化学实验	194
第一节 溶液基本性质的验证	194
实验一 溶液的配制和稀释	194
实验二 缓冲溶液及其 pH 的测定	195
第二节 有机化合物官能团的定性检验	197
实验一 醇、酚官能团的检验	197
实验二 醛、酮官能团的检验	198
实验三 糖的检验	200
第三节 综合性实验	201
实验一 乙酰水杨酸的制备	201
实验二 从茶叶中提取咖啡因	203
附录	205
附录一 国际单位制的基本单位 (SI)	205
附录二 无机酸、碱在水中的电离常数 (298K)	205
附录三 标准电极电势表 (291~298K)	207
附录四 配合物的稳定常数 * (293~298K, I=0)	211
主要参考书目	214

第一章 溶液

学习目的

通过学习溶液的组成量度的基本表示方法及溶液的渗透压,了解溶液与科学研究和生命活动的关系,为临床使用溶液打下基础。

学习要点

溶液的组成量度的基本表示方法;溶液的渗透压的表示及意义。

溶液是由溶质与溶剂组成的分散系。溶液与科学研究和生命活动的关系极为密切。人体内的组织间液、血液及各种腺体分泌液都是溶液。许多药物多以溶液的形式或在体内溶解后形成溶液而发挥其效应。临床上给患者大量输液时要特别注意溶液的浓度,如补液的浓度过高或过低都将会产生不良后果,甚至危及生命。

第一节 溶液的组成量度

溶液的组成量度旧称溶液的浓度,从1983年7月1日开始贯彻实施国家法定计量单位以后,单独使用“浓度”一词已有它特定的含义,它不能再作一般的概念使用,应改称为溶液的组成量度。溶液的组成量度指一定量的溶液中所含溶质的量。医学上常用以下几种表示法。

一、物质的量浓度

物质的量浓度(amount-of-substance concentration)定义是单位体积(V)溶液中所含溶质的物质的量(n_B),用符号 c_B 表示。医学上常用的单位为 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 等。物质的量浓度可用下式表示:

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

$$c_B = \frac{m_B/M_B}{V} \quad (1-2)$$

例 1-1 临床上纠正酸中毒时,常使用乳酸钠($\text{NaC}_3\text{H}_5\text{O}_3$)注射液,它的规格是每支20mL注射液中含乳酸钠2.24g,问此乳酸钠注射液的物质的量浓度是多少?

解: 乳酸钠的摩尔质量为 $112\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 根据式(1-2)可得:

$$c(\text{NaC}_3\text{H}_5\text{O}_3) = \frac{2.24\text{g}/112\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}}{0.02\text{L}} = 1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

二、质量浓度

质量浓度(mass concentration)定义是单位体积(V)溶液中所含溶质的质量(m_B),用符

号 ρ_B 表示。医学上常用的单位为 $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 等。质量浓度可用下式表示:

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

例 1-2 某病人滴注生理盐水 0.5L, 问进入体内的氯化钠的质量是多少?

解: 生理盐水的质量浓度是 $9\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$, 根据式 (1-3) 得:

$$m(\text{NaCl}) = \rho \times V = 9\text{g} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.5\text{L} = 4.5\text{g}$$

三、质量分数

质量分数 (mass fraction) 定义是溶质的质量 (m_B) 除以溶液的质量 (m), 用符号 ω_B 表示。

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

其中, 溶质与溶液的单位必须相同, 质量分数无单位, 可以用小数或百分数表示。如市售浓硫酸的质量分数为 0.98 或 98%。

例 1-3 质量分数 ω 为 0.37 的盐酸, 其密度为 $1.19\text{kg} \cdot \text{L}^{-1}$, 问该盐酸溶液的物质的量浓度是多少?

解: 盐酸的摩尔质量为 $36.5\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 密度为 $1.19\text{kg} \cdot \text{L}^{-1} = 1.19 \times 10^3\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$, 根据式 (1-1, 1-3, 1-4) 得:

$$c(\text{HCl}) = \frac{\omega(\text{HCl}) \cdot \rho}{M(\text{HCl})} = \frac{0.37 \times 1.19 \times 1000\text{g} \cdot \text{L}^{-1}}{36.5\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 12.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

四、体积分数

体积分数 (volume fraction) 定义是在相同温度和压力下, 溶质的体积 (V_B) 除以溶液的体积 (V), 用符号 φ_B 表示。

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

其中, 溶质与溶液的单位必须相同, 体积分数无单位, 可以用小数或百分数表示。如消毒用酒精溶液的体积分数为 0.75 或 75%。体积分数常用于溶质为液体的溶液。

例 1-4 要配制体积分数为 75% 的消毒用酒精溶液 500mL, 需用体积分数为 95% 的医用酒精多少毫升?

解: 设需 $\varphi = 95\%$ 的酒精 V mL, 根据稀释前后溶质物质的量不发生改变, 得:

$$V = \frac{75\% \times 500\text{ml}}{95\%} = 395\text{ml}$$

五、分子浓度

溶质的分子数 (N) 除以溶液的体积 (V), 称为该溶质的分子浓度 (molecular concentration)。用符号 C 表示。医学上常用的单位是 L^{-1} 。

$$C = \frac{N}{V} \quad (1-6)$$

临床上常用分子浓度表示体液中细胞的组成量度。如我国成年男性血液中红细胞的分子浓度为 $(4.5 \sim 5.5) \times 10^{12}\text{L}^{-1}$; 女性为 $(3.8 \sim 4.6) \times 10^{12}\text{L}^{-1}$ 。

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,不久整杯水会显红色;在一杯清水中加入少量浓蔗糖溶液,不久整杯水就变成均匀甜味的溶液,这种现象称为扩散。扩散是分子永不停息地无规则运动,溶质分子与溶剂分子相互运动和迁移的结果。

但如果将蔗糖溶液与纯水分别装入用半透膜隔开的 U 形管两侧,并使其液面处于同一水平,如图 1-1a 所示。不久便可发现蔗糖溶液一侧的液面升高,如图 1-1b 所示。若将纯水换成稀溶液,浓溶液的液面也会升高。这种溶剂分子通过半透膜由纯溶剂进入溶液或由稀溶液进入浓溶液的现象称为渗透现象(osmosis),简称渗透。渗透是特殊条件下的扩散现象。

产生渗透现象必须具备 2 个条件:一是有半透膜存在;二是半透膜两侧溶液存在浓度差。常见的半透膜有细胞膜、膀胱膜、毛细血管壁、动物肠衣及人造羊皮纸、火棉胶等。

半透膜只允许溶剂水分子自由通过,由于膜两侧溶液浓度不同,单位体积内水分子数目不等,蔗糖溶液中水分子数目相对地比同体积的纯水少,单位时间内由纯水透过半透膜而进入蔗糖溶液中的水分子数,比由蔗糖溶液透过半透膜而进入纯水的水分子数多,即扩散速率不同;水分子从纯水向溶液或从稀溶液向浓溶液透过的速率大于反向的速率,结果蔗糖溶液的体积增大,导致其液面逐渐上升,而纯水的液面逐渐下降,直至达到一定的高度后便不再上升和下降,即为渗透平衡。渗透平衡是一种动态平衡,此时水分子透过半透膜向两个方向移动的速率相等。

渗透方向总是由单位体积内水分子数较多的一方指向单位体积内水分子数较少的一方。渗透现象发生的结果是缩小了膜两侧溶液的浓度差。

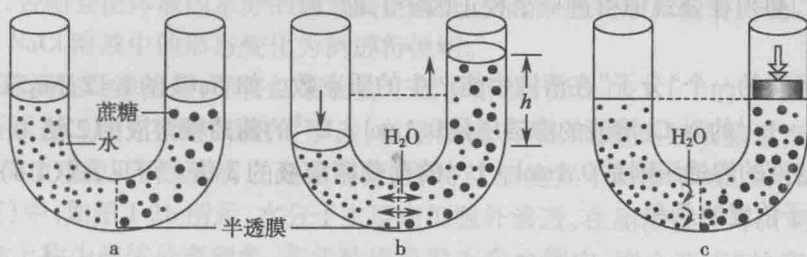


图 1-1 渗透现象与渗透压示意图

(二) 渗透压

欲使膜两侧液面的高度相等并保持不变,则必须在溶液液面上施加一额外压力才能实现(图 1-1c)。国家标准规定:为维持只允许溶剂通过的膜所隔开的溶液和溶剂之间的渗透平衡而需要的超额压力称为渗透压(osmotic pressure)。即这种恰能阻止渗透现象继续发生而达到动态平衡的压力称为该溶液的渗透压。若被半透膜隔开的是两种不同浓度的溶液,为阻止渗透现象发生,应在较浓溶液液面上施加一额外压力,这一压力是两溶液的渗透压之差。渗透压的大小表明了溶液吸引溶剂分子渗入的能力。它只有在半透膜存