

高职高专“十二五”规划教材

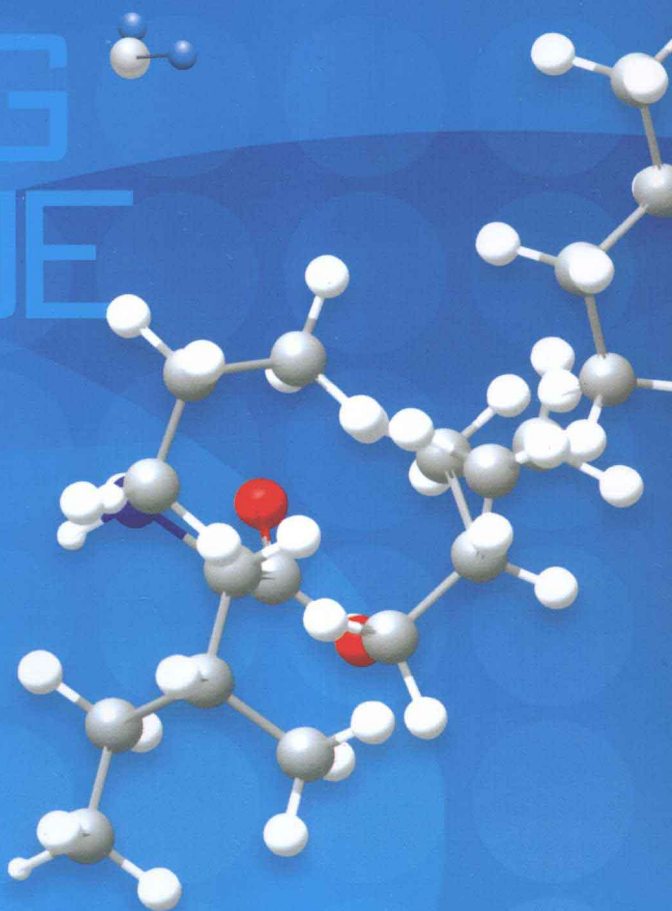
医用化学

张威 李明梅 主编

YIYONG
HUAXUE



化学工业出版社



高职高专“十二五”规划教材

医 用 化 学

张 威 李明梅 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书主要介绍了医学高职教育必需的化学基础知识,内容包括:溶液与胶体溶液,化学反应速率和化学平衡,电解质溶液,配位化合物,有机化合物,滴定分析法,紫外-可见分光光度法等。其中有机化合物部分介绍了烃,醇、酚和醚,醛和酮,羧酸和取代羧酸,含氮有机化合物,脂类,糖类。每章附有习题,以帮助学生课后复习,巩固所学知识。

本书可作为高职高专护理学、临床医学、医学检验技术、预防医学等专业的教材,也可供相关专业的师生及科技人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

医用化学/张威,李明梅主编. —北京:化学工业出版社, 2011.5

高职高专“十二五”规划教材

ISBN 978-7-122-10622-3

I. 医… II. ①张…②李… III. 医用化学-高等学校: 技术学院-教材 IV. R313

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第030272号

责任编辑:旷英姿 陈有华

文字编辑:林媛

责任校对:陶燕华

装帧设计:史利平

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印刷:北京市振南印刷有限责任公司

装订:三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张12 $\frac{3}{4}$ 字数290千字 2011年4月北京第1版第1次印刷

图书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网址:<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:25.00元

版权所有 违者必究

《医用化学》 编写人员

主 编 张 威 李明梅
副 主 编 商传宝 卢庆祥 徐 镰

编写人员 (按照拼音字母顺序)

程 锦	盐城卫生职业技术学院
高前长	淄博职业学院
李彩云	天津医学高等专科学校
李明梅	盐城卫生职业技术学院
卢庆祥	枣庄科技职业学院
潘 伦	重庆医药高等专科学校
裘兰兰	盐城卫生职业技术学院
商传宝	淄博职业学院
石 云	盐城卫生职业技术学院
王有龙	泰州职业技术学院
徐 镰	江苏建康职业学院
许小青	江苏建康职业学院
张 威	江苏建康职业学院
郑永丽	天津渤海职业技术学院

前 言

医用化学是高职临床医学专业的一门重要基础课，也是护理学、医学检验技术、预防医学等相关专业教育的一门必修课。现代医学发展表明，医用化学的基础知识、基本理论和基本技能，是医学专业学生学好专业基础课和专业课所必须掌握的，是医务工作者知识结构中不可或缺的重要组成部分。

本教材在对医用化学与后续课程教学内容相关性分析的基础上，参考了近年出版的同类教材，组织了各高职院校长期从事医用化学教学且具有丰富经验的教师编写而成。编写过程中充分考虑高职教育的特点，坚持“必需、够用”的原则，突出“以培养目标为依据，适当谈化学科意识”的理念，体现为后续课程服务的思想，更加贴近临床实践，以适应医学高职教育的需要。本教材主要特色如下：

1. 每章内容前都编写了“学习目标”，通过“掌握、熟悉、了解”三个层次，帮助学生把握各章的重点，指导他们预习；
2. 每章内容后都编写了习题，题型多样、内容互补、重点突出，帮助学生课后复习，巩固所学知识；
3. 每章内容都插入相关“知识拓展”和“生活实践”栏目，以开拓学生视野，扩大知识面，提高学生学习兴趣；
4. 为了增强学生的职业能力，突出实践能力和知识应用能力的培养，我们还编写了与本套教材配套的《医用化学实验及学习指导》，以便更好地帮助同学加强理论知识的学习和实践训练。

本书可作为高职高专护理学、临床医学、医学检验技术、预防医学等专业的教材，也可供相关专业的师生及科技人员参考。

本书由张威和李明梅主编和统稿，商传宝、卢庆祥和徐镰担任副主编。全书共分十三章，其中第一章由天津医学高等专科学校李彩云编写，第二章由盐城卫生职业技术学院李明梅编写，第三章由枣庄科技职业学院卢庆祥编写，第四章由天津渤海职业技术学院郑永丽编写，第五章由江苏建康职业学院张威编写，第六章由江苏建康职业学院许小青编写，第七章由盐城卫生职业技术学院石云编写，第八章由江苏建康职业学院徐镰编写，第九章由重庆医药高等专科学校潘伦编写，第十章由淄博职业学院商传宝编写，第十一章由淄博职业学院高前长编写，第十二章由盐城卫生职业技术学院裘兰兰编写，第十三章由盐城卫生职业技术学院程锦编写，此外，泰州职业技术学院王有龙老师编写了其中的“知识拓展”和“生活实践”栏目的内容。

本书编写过程中，得到各位编委及其所在院校的通力合作，尤其得到化学工业出版社的大力支持，在此一并致以衷心感谢！

由于编者水平和能力有限，虽然做了很大的努力，但书中仍难免有缺点和疏漏，恳请使用本书的广大师生及读者不吝赐教，提供宝贵意见，以期今后进一步完善。

编者

2011年1月25日

目 录

第一章 溶液与胶体溶液	1
第一节 溶液组成量度的表示方法	1
一、物质的量浓度	1
二、质量浓度	2
三、质量分数和体积分数	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	5
第三节 溶胶和高分子化合物溶液	7
一、溶胶	7
二、高分子化合物溶液	11
第四节 表面现象	11
一、表面张力和表面能	11
二、表面活性剂	12
三、表面现象在医学上的意义	13
习题	13
第二章 化学反应速率和化学平衡	16
第一节 化学反应速率	16
一、化学反应速率的概念	16
二、影响化学反应速率的因素	17
第二节 化学平衡	19
一、可逆反应与化学平衡	19
二、化学平衡常数	20
三、化学平衡的移动	22
习题	24
第三章 电解质溶液	26
第一节 酸碱质子理论	26
一、质子理论的酸碱定义	26
二、酸碱反应的实质	27
第二节 弱电解质在溶液中的解离	27

一、弱电解质的解离平衡和解离常数	27
二、解离度	28
第三节 水溶液的酸碱性及 pH 的计算	28
一、水的质子自递反应与溶液的 pH	28
二、弱酸、弱碱在水溶液中质子传递平衡的移动	30
三、一元弱酸、弱碱溶液的 pH 计算	30
第四节 缓冲溶液	31
一、缓冲溶液的组成和缓冲作用原理	31
二、缓冲溶液 pH 的计算	33
三、缓冲容量	34
四、缓冲溶液的配制	35
五、缓冲溶液在医学上的意义	36
习题	37
第四章 配位化合物简介	39
第一节 配合物的基本概念	39
一、配合物的定义和组成	39
二、配合物的命名	40
三、螯合物	41
第二节 配合物在医学方面的应用	42
一、铂配合物	42
二、金配合物	42
三、银配合物	42
四、钒配合物	43
五、其他金属配合物	43
六、金属解毒剂	43
习题	44
第五章 烃	45
第一节 有机化合物概述	45
一、有机化合物定义	45
二、有机化合物结构	45
第二节 饱和链烃	49
一、烷烃的结构和命名	49
二、烷烃的性质	53
三、医学上常见的烷烃	55
第三节 不饱和链烃	55
一、不饱和链烃的结构和命名	55

二、不饱和链烃的性质	57
第四节 脂环烃	60
一、脂环烃的结构和命名	60
二、脂环烃的性质	60
三、医学上常见的脂环烃——松节油	61
第五节 苯系芳烃	61
一、苯的结构	61
二、烷基苯的命名	61
三、苯及烷基苯的性质	62
四、稠环芳烃	64
习题	65
第六章 醇、酚和醚	68
第一节 醇	68
一、醇的分类和命名	68
二、醇的性质	70
三、医学上常见的醇	73
第二节 酚	75
一、酚的分类和命名	75
二、酚的性质	76
三、医学上常见的酚	77
第三节 醚	78
一、醚的分类和命名	78
二、醚的性质	78
三、医学上常见的醚	79
第四节 硫醇和硫醚	79
一、硫醇	79
二、硫醚	80
习题	81
第七章 醛和酮	84
第一节 醛和酮的分类与命名	84
一、醛和酮的结构	84
二、醛和酮的分类	84
三、醛和酮的命名	85
第二节 醛和酮的化学性质	86
一、加成反应	86
二、氧化和还原反应	89

三、 α -H 的反应	90
第三节 医学上常见的醛和酮	91
一、甲醛	91
二、乙醛	92
三、苯甲醛	92
四、丙酮	92
五、视黄醛	93
习题	94
第八章 羧酸和取代羧酸	96
第一节 羧酸	96
一、羧酸的分类和命名	96
二、羧酸的化学性质	97
三、医学上常见的羧酸	99
第二节 取代羧酸	100
一、羟基酸	100
二、酮酸	102
三、酮式烯醇式互变异构现象	103
四、医学上常见的羟基酸和酮酸	103
第三节 对映异构	105
一、旋光性	105
二、对映异构及其表示方法	105
三、对映异构体在医学上的意义	107
习题	108
第九章 含氮有机化合物	110
第一节 胺	110
一、胺的分类与命名	110
二、胺的化学性质	112
三、医学上常见的胺及其衍生物	114
第二节 酰胺	114
一、酰胺的命名	115
二、酰胺的化学性质	115
三、医学上常见的酰胺	115
第三节 氨基酸	117
一、氨基酸的结构	117
二、必需氨基酸	119
三、氨基酸的性质	119

第四节	含氮杂环化合物	120
一、	杂环化合物的分类和命名	120
二、	吡咯、吡啶的性质	121
三、	医学上常见的含氮杂环化合物	122
第五节	生物碱	124
一、	生物碱的概念	124
二、	生物碱的性质	125
三、	医学上常见的生物碱	125
习题	127
第十章	脂类	129
第一节	油脂	129
一、	油脂的组成和结构	129
二、	油脂的性质	130
第二节	磷脂	132
一、	磷脂酸	132
二、	医学上常见的甘油磷脂	132
第三节	甾体化合物	134
一、	甾体化合物的基本结构	134
二、	医学上常见的甾体化合物	135
习题	136
第十一章	糖类	138
第一节	单糖	138
一、	单糖的结构	138
二、	单糖的化学性质	141
三、	医学上常见的单糖	144
四、	核苷酸	145
第二节	二糖	146
一、	蔗糖	146
二、	麦芽糖	146
三、	乳糖	147
第三节	多糖	147
一、	淀粉	148
二、	糖原	149
三、	纤维素	149
习题	150

第十二章 滴定分析法	152
第一节 滴定分析法概述	152
一、滴定分析法的分类	152
二、标准溶液的配制	153
三、滴定分析的计算	154
四、误差与偏差	156
五、有效数字	158
第二节 常见滴定分析方法简介	159
一、酸碱滴定法	159
二、高锰酸钾法	161
三、配位滴定法	162
习题	163
第十三章 紫外-可见分光光度法	166
第一节 紫外-可见分光光度法的基本原理	166
一、物质对光选择性吸收	166
二、光的吸收定律	167
三、吸收光谱	168
第二节 紫外-可见分光光度计及分析方法	169
一、分光光度计	169
二、测定条件的选择	170
三、定性和定量分析方法	171
习题	173
各章习题参考答案	175
附录	185
一、国际单位制 (SI)	185
二、常用酸碱溶液的相对密度、质量分数、质量浓度和物质的量浓度	186
三、平衡常数	187
四、原子核外电子排布 (1983) 和国际相对原子质量表	189
参考文献	191
元素周期表	

第一章 溶液与胶体溶液

学习目标

1. 掌握溶液组成量度的常见表示方法及溶液的配制方法；掌握渗透现象产生的原因、条件及影响渗透压大小的因素；掌握溶胶的性质；掌握表面张力的概念。
2. 熟悉渗透浓度的概念、胶团结构及胶粒带电情况。
3. 了解渗透压在医学上的意义、高分子溶液对溶胶的保护作用等。

人的生命活动离不开各种溶液，如日常饮料、生理盐水、葡萄糖溶液、人体组织间液、血液、淋巴液及各种腺体的分泌液等。食物的消化吸收、生命过程必需的氧气吸收和二氧化碳排放，以及体内的新陈代谢反应都在溶液中进行。可以说没有溶液就没有生命。因此，学习溶液相关知识对我们有重要的意义。

第一节 溶液组成量度的表示方法

溶液是由溶质和溶剂组成的，其“浓”或“稀”反映了溶液中溶质的量与溶剂的量相对的多少，直接影响溶液的性质。所谓溶液的组成量度是表示在一定量溶液或溶剂[●]中所含溶质多少的物理量。下面介绍几种医学上常用的溶液组成量度。

一、物质的量浓度

物质的量浓度，可以简称为浓度，是溶液中溶质的物质的量 n_B （B 表示溶液中的溶质）与溶液体积 V 之比，符号为 c_B 。即：

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

物质的量浓度的国际单位是 $\text{mol} \cdot \text{m}^{-3}$ ，医学常用单位是 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 或 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

【例 1-1】 100mL 正常人的血清中含有 10.0mg Ca^{2+} ，计算正常人血清中 Ca^{2+} 的物质的量浓度（用 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 表示）。

解 已知 $m_{\text{Ca}^{2+}} = 10.0\text{mg} = 0.010\text{g}$ ， $V = 100\text{mL} = 0.10\text{L}$ ， $M_{\text{Ca}^{2+}} = 40\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，根据式(1-1) 可得：

$$c_{\text{Ca}^{2+}} = \frac{n_{\text{Ca}^{2+}}}{V} = \frac{\frac{m_{\text{Ca}^{2+}}}{M_{\text{Ca}^{2+}}}}{V} = \frac{0.010\text{g}}{40\text{g} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 0.10\text{L}} = 0.0025\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} = 2.5\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$$

答：正常人血清中 Ca^{2+} 的物质的量浓度是 $2.5\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

● 由于人体中的溶剂是水，因此在《医用化学》中除非特别说明，溶剂一般就是指水。

二、质量浓度

质量浓度是溶液中溶质的质量 m_B 与溶液体积 V 之比, 符号为 ρ_B 。即:

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

质量浓度的国际单位是 $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$, 医学上常用单位是 $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 或 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

【例 1-2】 100mL 生理盐水中含有 0.90g NaCl, 计算生理盐水的质量浓度。

解 已知 $m_{\text{NaCl}} = 0.90\text{g}$, $V = 100\text{mL} = 0.10\text{L}$, 根据式(1-2) 可得:

$$\rho_{\text{NaCl}} = \frac{m_{\text{NaCl}}}{V} = \frac{0.90\text{g}}{0.10\text{L}} = 9\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$$

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



知识拓展

医疗过程中溶液组成标注

医学上表示溶液的组成时, 世界卫生组织的建议凡是相对分子质量已知的物质, 均应用物质的量浓度表示。对于注射液, 标签上应同时标明质量浓度 ρ_B 和物质的量浓度 c_B 。如静脉注射的氯化钠溶液, 应同时标明 $\rho_{\text{NaCl}} = 9\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$, $c_{\text{NaCl}} = 0.15\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。对于相对分子质量尚未准确测得的物质, 则可用质量浓度表示。

三、质量分数和体积分数

质量分数是指溶液中溶质质量 m_B 与溶液质量 m 之比, 符号为 w_B 。即:

$$w_B = \frac{m_B}{m} \quad (1-3)$$

质量分数可用小数表示, 也可用百分数表示。例如, 市售浓硫酸的 $w_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 0.98$ 或 98%。

除以上三种溶液浓度的表示方式之外, 对于溶质为液体的物质来说, 常用溶质的体积 (V_B) 与溶液体积 (V) 之比来表示溶液的浓度, 这种溶液浓度叫做体积分数, 符号为 φ_B 。即:

$$\varphi_B = \frac{V_B}{V} \quad (1-4)$$

体积分数既可用小数表示, 也可用百分数表示。如, 市售药用酒精的 $\varphi_{\text{乙醇}} = 0.95$ 或 95%; 医用消毒酒精的 $\varphi_{\text{乙醇}} = 0.75$ 或 75%; 擦浴酒精的 $\varphi_{\text{乙醇}} = 0.30 \sim 0.50$ 或

30%~50%。

【例 1-3】 配制 500mL 消毒酒精 ($\varphi_B=0.75$) 需无水酒精多少毫升?

解 已知 $V=500\text{mL}$, $\varphi_B=0.75$, 根据式(1-4) 可得:

$$V_B = V\varphi_B = 500\text{mL} \times 0.75 = 375\text{mL}$$

答: 量取 375mL 无水酒精加水稀释到 500mL 即得消毒酒精。

第二节 溶液的渗透压

渗透作用是自然界的一种普遍现象, 它对于人体保持正常的生理功能有着十分重要的意义。下面讨论渗透作用的基本原理、渗透压及其在医学上的意义。

一、渗透现象和渗透压

在蔗糖水溶液上小心加入一层清水, 很快清水中的水分子从上层渗入下层, 蔗糖水溶液中的蔗糖分子由下层渗入上层, 直到上下两层蔗糖溶液的浓度完全一样为止。这种物质分子从高浓度区域向低浓度区域的迁移过程叫扩散现象, 它是一种自发过程。

如果将蔗糖水溶液与水用半透膜隔开 [图 1-1(a)], 并使膜两侧液面相平, 静置一段时间后, 可以看到蔗糖水溶液的液面不断上升 [图 1-1(b)], 说明水分子不断地透过半透膜进入溶液中。溶剂分子透过半透膜由纯溶剂 (或稀溶液) 进入溶液 (或浓溶液) 的自发过程称为渗透现象。不同浓度的两种溶液被半透膜隔开时都有渗透现象发生。

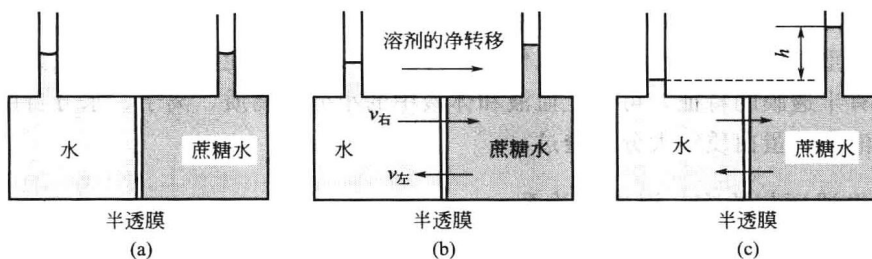


图 1-1 渗透过程示意图



**知识
拓展**

半透膜

半透膜是一种只允许某些物质透过, 而不允许另一些物质透过的薄膜。上述实验中的半透膜只允许水分子透过, 而蔗糖分子却不能透过。人体中的细胞膜、膀胱膜和毛细血管壁等生物膜以及人造火棉胶膜、玻璃纸等都具有半透膜的性质。

上述渗透现象产生的原因是蔗糖分子不能透过半透膜，而水分子却可以自由通过半透膜。由于膜两侧单位体积内水分子数目不等，其中，单位体积内纯水一侧的水分子要多于蔗糖水溶液一侧的水分子。因此，单位时间里从纯水进入蔗糖水溶液的水分子要多于从蔗糖水溶液进入纯水的水分子，因而产生了渗透现象。可见，渗透现象的产生必须具备两个条件：一是有半透膜存在；二是半透膜两侧的溶液要有浓度差。图 1-1 是渗透过程的示意图，图中 $v_{右}$ 表示水分子由水进入蔗糖水溶液的速度， $v_{左}$ 表示水分子由蔗糖水溶液进入水中的速度。图 1-1(a) 表示渗透刚开始，图 1-1(b) 表示渗透不断进行， $v_{右} > v_{左}$ ，蔗糖水溶液一侧管内液面不断上升。但是液面的上升不是无止境的，当蔗糖溶液液面比水高出一定高度时，由于静水压的影响，蔗糖溶液一侧液面将不再继续上升， $v_{右} = v_{左}$ ，渗透达到平衡状态，即渗透平衡 [图 1-1(c)]。如果刚开始就在蔗糖水溶液的一侧施加一定压力 (图 1-2)，恰好阻止上述渗透现象发生，则把此时在溶液液面上所施加的压力 π 称为该溶液的渗透压。

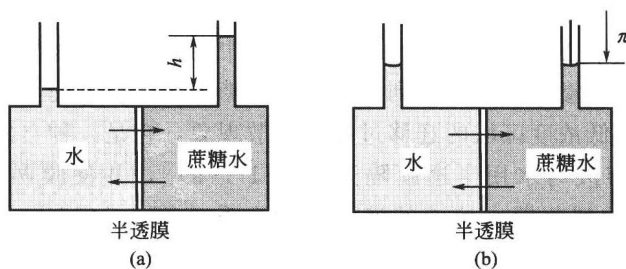


图 1-2 渗透压示意图

如果被半透膜隔开的是两种不同浓度的溶液，当渗透达到平衡时，液柱产生的静液压既不是浓溶液的渗透压，也不是稀溶液的渗透压，而是这两种溶液渗透压之差。渗透压是溶液的一个重要性质，它也存在于人体内，并且与人体的机能活动相关。比如人体内的毛细血管壁具有半透膜的特征，可以让血液和体液中的小分子物质、离子、水分自由透过，但是不让血液中的蛋白质等大分子透过。

二、渗透压与浓度、温度的关系

1886 年范特荷甫 (van't Hoff) 根据实验数据，总结出稀溶液的渗透压与溶液的浓度和温度关系为：

$$\pi = c_B RT \quad (1-5)$$

式中， π 为稀溶液的渗透压，Pa (或 kPa)； T 为热力学温度，K； c_B 为溶液的浓度， $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ； R 为气体常数，其数值大小与 π 和 c_B 的单位有关，当 π 的单位为 kPa， c_B 的单位为 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时， R 等于 $8.31 \text{kPa} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

范特荷甫公式表示，在一定温度下，稀溶液的渗透压与单位体积溶液中所含溶质的粒子数 (分子数或离子数) 成正比，而与溶质的本性无关。因此，对于任意溶质的非电解质溶液，在一定温度下，只要 c_B 相同，渗透压就相同。如 $0.3 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 葡萄糖溶液与 $0.3 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 蔗糖溶液的渗透压相同。但是， c_B 相同的电解质溶液和非电解质溶液的渗透压则不相同。例如， $0.3 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaCl 溶液的渗透压约为 $0.3 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 葡萄糖溶液渗

透压的 2 倍。这是由于每个 NaCl 粒子可以解离成 1 个 Na^+ 和 1 个 Cl^- ，而葡萄糖是非电解质不发生解离，故 $0.3\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaCl 溶液的渗透压约为 $0.3\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 葡萄糖溶液的 2 倍。因此，对电解质的稀溶液，范特荷甫公式修正为：

$$\pi = i c_B RT \quad (1-6)$$

式中， i 为校正系数，数值上等于 1mol 电解质溶于水所解离的物质的量。例如，KCl 的 $i=2$ ， $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 的 $i=3$ 。非电解质的校正系数可看成是 1。

三、渗透压在医学上的意义

1. 渗透浓度

溶液中能产生渗透效应的溶质粒子（分子或离子）统称为渗透活性物质。医学上把渗透活性物质的总物质的量浓度称为渗透浓度，用符号 c_{os} 表示，其常用单位为 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 或 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。由于在一定温度下渗透压的大小只与单位体积溶液中的溶质粒子数成正比，而生物体内各部位温度变化幅度不大，因此医学上常用渗透浓度来间接表示溶液渗透压的大小。

【例 1-4】 计算 $50.0\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 葡萄糖溶液和 $9\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 生理盐水溶液的渗透浓度。

解 葡萄糖为非电解质， $i=1$ ；NaCl 为强电解质， $i=2$ ，根据题意得：

$$c_{os, \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} = \frac{\rho_{\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}}{M_{\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}} = \frac{50.0\text{g} \cdot \text{L}^{-1}}{180\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.278\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} = 278\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$c_{os, \text{NaCl}} = 2c_{\text{NaCl}} = 2 \times \frac{9.0\text{g} \cdot \text{L}^{-1}}{58.5\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.308\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} = 308\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$$

答： $50.0\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 葡萄糖溶液的渗透浓度为 $278\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ ， $9\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 生理盐水溶液的渗透浓度为 $308\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

2. 等渗、低渗和高渗溶液

渗透压相等的两种溶液，称为等渗溶液；渗透压不等的两种溶液，其中渗透压高的称为高渗溶液，渗透压低的称为低渗溶液。医疗实践中，溶液的等渗、低渗或高渗是以血浆总渗透压为标准参照的。根据血浆中渗透活性物质的浓度，可算出正常人血浆总渗透浓度为 $303.7\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，临床上规定血浆总渗透浓度正常范围是 $280 \sim 320\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。故临床上称渗透浓度在 $280 \sim 320\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的溶液为等渗溶液；渗透浓度小于 $280\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的溶液为低渗溶液；渗透浓度大于 $320\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的溶液为高渗溶液。

临床给病人大量补液时，用等渗溶液是一个基本原则。因为正常生理情况下，血浆与红细胞内液是等渗的，这对维持红细胞的正常形态和功能非常重要 [图 1-3(a)]；静脉补液时，若大量输入低渗溶液，可使血浆浓度降低，血浆的渗透压随之降低，血浆中的水分子便透过细胞膜进入红细胞，最后导致溶血 [图 1-3(b)]；若大量输入高渗溶液，使血浆的渗透压高于红细胞内液的渗透压，红细胞内水分子透过细胞膜进入血浆，致使细胞皱缩 [图 1-3(c)]。

临床上即使小剂量注射，也要考虑注射液的渗透压。对于小剂量的低渗溶液，可将药物溶于生理盐水或 $50\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 的葡萄糖溶液中使用，以免引起红细胞的破裂；急需注射高渗溶液时，用量要小，速度要慢，使高渗溶液进入到人体时被适时稀释成等渗溶液，否则

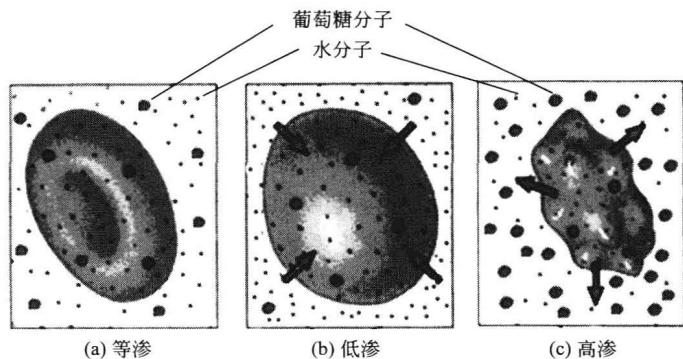


图 1-3 红细胞在等渗溶液、低渗溶液、高渗溶液形态变化示意图

易造成局部高渗而引起红细胞皱缩。

知识拓展

临床上的注射液

常用的等渗溶液有： $9\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 生理盐水，渗透浓度为 $308\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ ； $50\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 葡萄糖溶液，渗透浓度为 $278\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ ； $12.5\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 碳酸氢钠溶液，渗透浓度为 $298\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ ； $19\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 乳酸钠溶液，渗透浓度为 $339\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。

常用的高渗溶液有： $30\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ NaCl 溶液，渗透浓度为 $1026\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ ； $50\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 葡萄糖氯化钠溶液（生理盐水中含 $50\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 葡萄糖），渗透浓度应为 $308+278=586\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，其中生理盐水维持渗透压，葡萄糖则供给热量和水； $500\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 葡萄糖溶液，渗透浓度为 $2780\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。

3. 晶体渗透压和胶体渗透压

血浆中含有小分子的晶体物质（如氯化钠、葡萄糖和碳酸氢钠等）和高分子的胶体物质（如蛋白质）。血浆渗透压是这两类物质所产生渗透压的总和，其中由小分子晶体物质产生的渗透压叫做晶体渗透压；由高分子胶体物质产生的渗透压叫做胶体渗透压。血浆总渗透压绝大部分是由小分子的晶体物质产生的，在 37°C 时，血浆总渗透压约为 769.9kPa ，其中胶体渗透压仅为 $2.9\sim 4.0\text{kPa}$ 。

根据人体内半透膜的通透性不同，晶体渗透压和胶体渗透压在维持体内盐-水平衡上发挥着不同的作用。细胞膜将细胞内液和外液隔开，并只能让水分子自由通过膜内外，而 K^{+} 、 Na^{+} 不易透过。如人体内缺水时，细胞外液的盐浓度升高，晶体渗透压增大，于是细胞内水分子向外渗透，造成细胞失水；如果大量饮水或输入过多的葡萄糖溶液，则使细胞外液的水分子向细胞内渗透，严重时可引起水中毒。可见晶体渗透压对维持细胞内外的盐-水平衡起着重要的作用。

毛细血管壁也是体内的一种半透膜，隔着血浆和组织间液，它能让水、葡萄糖、尿