

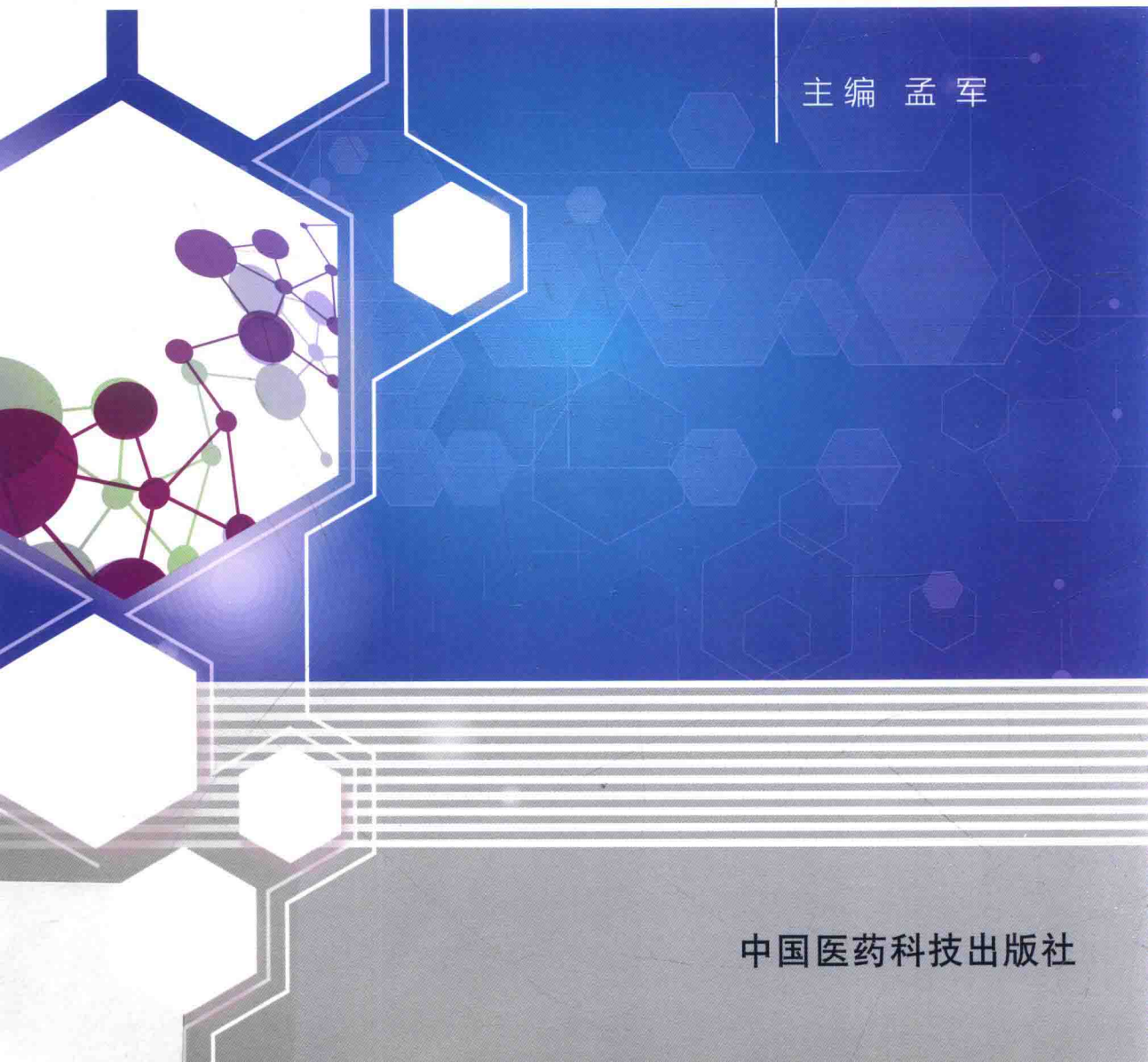
(供护理专业使用)

化学与生物化学

基础

HUAXUE YU
SHENGWU HUAXUE
JICHU

主编 孟军



中国医药科技出版社

化学与生物化学基础

(供护理专业使用)

主 编 孟 军

副主编 王 峰 张亚莉

中国医药科技出版社

内 容 提 要

本教材是按照教育部相关文件要求,结合我国职业教育的特点,对医用化学与生物化学两门传统课程的内容进行了整合,重点介绍了与临床实践及后续课程密切联系的内容。

本书适合护理类专业职业教育、成人教育等相同层次教学使用,也可作为医药卫生行业培训和自学用书。

图书在版编目(CIP)数据

化学与生物化学基础 / 孟军主编. —北京:中国医药科技出版社, 2014.8

ISBN 978-7-5067-6845-0

I. ①化… II. ①孟… III. ①医用化学—职业教育—教材 ②生物化学—职业教育—教材 IV. ①R313②Q5

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第118165号

美术编辑 陈君杞

版式设计 郭小平

出版 中国医药科技出版社

地址 北京市海淀区文慧园北路甲22号

邮编 100082

电话 发行: 010-62227427 邮购: 010-62236938

网址 www.cmstp.com

规格 787 × 1092mm¹/₁₆

印张 7¹/₂

字数 157千字

版次 2014年8月第1版

印次 2014年8月第1次印刷

印刷 航远印刷有限公司

经销 全国各地新华书店

书号 ISBN 978-7-5067-6845-0

定价 18.00 元

本社图书如存在印装质量问题请与本社联系调换

职业教育不同于普通教育，它是另一种类型的教育。普通教育为学科型教育，培养的是研究型和技术研发型人才，而职业教育是培养数以万计的高素质的技能型应用型人才，教学活动必然以就业为导向，以培养学生的岗位能力为主旨。作为医学基础课程应与相应的临床课程及临床实践相适应，这与当前职业教育建立“基于知识应用的课程体系”的新思想相符合。依照上述原则，本教材对医用化学与生物化学两门传统课程的内容进行了整合，选取了与临床实践及后续课程密切联系的内容，删繁就简，减轻了学生的学习负担。另外，在一些重要知识点后面还插入了知识链接以扩大同学们的视野和增强同学们的学习兴趣。

临床实践中药物浓度的换算与药物的稀释是日常工作，学好溶液这一章便可解决此类问题；渗透压、水盐代谢、电解质、酸碱平衡的知识既在临床实践中常常运用，又为理解后续课程奠定基础；有机化学基础知识，仅作了简单的介绍，只是为同学们了解生物化学相关知识作铺垫；学好维生素、酶及三大营养物质代谢可帮助我们理解生命现象的奥秘，如：我们为什么要多吃含维生素丰富的蔬菜水果？为什么要天天吃饭？为什么要呼吸新鲜的空气？它们到哪儿去了？各种生命活动的能源怎样产生又是怎样运用的？等等；更为重要的是，许多疾病的产生与酶、维生素和物质代谢相关，学好它更容易弄清一些疾病产生的原理，将来能更优质地服务于患者。

由于时间仓促，再加上水平有限，教材中难免存在问题和不足，恳请师生们不吝赐教，以便不断完善。

编者

2014年3月

第一章 溶液 / 1

第一节 物质的量	1
第二节 溶液的浓度	4
第三节 溶液的渗透压	6

第二章 电解质溶液与水盐代谢 / 9

第一节 弱电解质的电离平衡	9
第二节 离子反应	12
第三节 溶液的酸碱性和溶液的pH	14
第四节 盐类的水解	17
第五节 人体内的水、盐代谢	20

第三章 缓冲溶液与酸碱平衡 / 27

第一节 缓冲溶液	27
第二节 酸碱平衡	28

第四章 有机化学基础 / 34

第一节 有机化合物概述	34
第二节 常见有机化合物	36

第五章 核酸与蛋白质 / 41

第一节 核 酸	41
第二节 蛋白质	46

第六章 酶与维生素 / 51

第一节 酶	51
第二节 维生素和辅酶	55

第七章 糖代谢 / 57

第一节 糖代谢概述	57
第二节 糖的分解代谢	60
第三节 糖原的合成与分解及糖异生	65
第四节 高血糖与低血糖	67
第五节 ATP产生与利用	68

第八章 脂类代谢 / 70

第一节 脂类代谢概述	70
第二节 血浆脂蛋白	71
第三节 脂肪的合成与分解	73
第四节 胆固醇代谢	75

第九章 蛋白质的分解和氨基酸代谢 / 76

第一节 蛋白质的分解	76
第二节 氨基酸代谢	78

第十章 蛋白质的合成 / 82

第一节 概 述	82
第二节 DNA的复制	82
第三节 RNA的合成——转录	84
第四节 蛋白质的生物合成——翻译	85

第十一章 肝脏生物化学 / 89

第一节 肝在物质代谢中的作用	89
第二节 肝脏的生物转化作用	90

第十二章 血液生物化学 / 97

第一节 概 述	97
第二节 血细胞代谢	98

附录 / 101

实验一 化学实验基本操作	101
实验二 缓冲溶液	105
实验三 温度、pH等对酶促反应速度的影响	107
实验四 肝的生酮作用	109

溶 液

溶液是由两种及以上物质组成的分散系统。通常将一种或几种物质分散在另一种物质中形成的系统称为分散系统，简称分散系。其中被分散的物质称为分散质（溶质），容纳分散相的物质称为分散剂（溶剂），通常我们将量多的称为分散剂、量少的为分散质，而当有水存在时，一般水作分散剂。按分散系组成所存在状态的不同分9种（表1-1）。

表1-1 分散系的分类

分散质	分散剂	实例
气	气	空气
气	液	汽水、泡沫
气	固	泡沫塑料
液	气	云、雾
液	液	酒精水溶液
液	固	葡萄糖水、生理盐水
固	气	灰尘
固	液	珍珠
固	固	合金、有色玻璃

工农业生产、科研及日常生活中经常会接触到各种溶液，在生命过程中溶液尤为重要。如人的组织间液、血液、淋巴液及各种腺体分泌液等都是溶液；人体内的新陈代谢必须在溶液中进行；临床上许多药物常配成溶液使用等等。因此，掌握溶液的有关知识对医学及相关学科是非常重要的。

第一节 物质的量

物质是由原子、分子、离子等微观粒子构成的。物质之间的化学反应，如果只取一个或几个原子、分子或离子来进行，是难以做到的。单个或几个粒子不但难以称量，而且无法观察到反应现象，实际上，分子、原子或离子都是以巨大数的“集体”宏观形式出现的，所以生产与科学实验很需要一个物理量把微观粒子数目与宏观可称量的物质质量联系起来，这个物理量就是“物质的量”。

一、物质的量及单位

1. 物质的量

物质的量是表示构成物质粒子数目的物理量，它是国际单位制7个基本物理量之一，物质的量用符号 n 表示，某物质B的物质的量可以表示为 $n(\text{B})$ 例如：氮原子物质的量可表示为 $n(\text{H})$ 。物质的量是个特定词组，是专有名词，使用时不能拆开、缺字、加字或颠倒。

2. 物质质量的单位

物质的量与质量、长度、体积等一样，是一种物理量的名称，是表示物质粒子数量的基本物理量。1971年第14届国际计量大会（CGPM）通过决议，规定物质的量的单位是“摩尔”，简称“摩”。物质B的物质的量用符号 $n(\text{B})$ 或者 n_{B} 表示，单位摩尔用符号mol表示。

摩尔一词来源于拉丁文“moles”，原意为大量和堆集。科学上应用 $12\text{g}^{12}\text{C}$ 来衡量碳原子集体。 ^{12}C 是原子核里有6个质子和6个中子的碳原子。经实验测定， $12\text{g}^{12}\text{C}$ 中所包含的原子数目约为 6.02×10^{23} ，这个数值因意大利科学家阿伏伽德罗而命名，所以称为阿伏伽德罗常数，用符号 N_{A} 表示。 N_{A} 等于 6.02×10^{23} 。

由 6.02×10^{23} 个粒子构成的物质的量，即为1摩尔（mol）。1摩尔的任何物质都包含有 6.02×10^{23} 个粒子。例如：

1mol C含有 6.02×10^{23} 个碳原子。

1mol H_2O 含有 6.02×10^{23} 个水分子。

0.5mol Na含有 $0.5 \times 6.02 \times 10^{23}$ 个钠离子。

1mol NaCl含有 6.02×10^{23} 个钠离子与 6.02×10^{23} 个氯离子。

由此可知，物质的量是与物质的粒子数成正比的物理量，它们之间的关系如下：

物质的量（ n ）= 物质的粒子数（ N ）/阿伏伽德罗常数（ N_{A} ）

二、摩尔质量

摩尔物质的量称为该物质的摩尔质量，符号为 M ，摩尔质量的基本单位是 kg/mol ，化学上常用 g/mol 作单位。物质B的摩尔质量表示为 $M(\text{B})$ 或 M_{B} ，如氢原子的摩尔质量表示为 $M(\text{H})$ 或 M_{H} 。

可能推知，原子的摩尔质量若以克为单位，数值上等于该原子的相对原子质量。例如：

C的相对原子质量（原子量）是12，则 $M(\text{C}) = 12\text{g/mol}$ 。

O的相对原子质量（原子量）是16，则 $M(\text{O}) = 16\text{g/mol}$ 。

Na的相对原子质量（原子量）是23，则 $M(\text{Na}) = 23\text{g/mol}$ 。

同样可以推知，分子的摩尔质量若以克为单位，数值上等于该分子的相对分子质量，例如：

H_2 相对分子质量是2，则 $M(\text{H}_2) = 2\text{g/mol}$ 。

H_2O 的相对分子质量是18，则 $M(\text{H}_2\text{O}) = 18\text{g/mol}$ 。

葡萄糖 ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) 相对分子量是180, 则 $M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 180\text{g/mol}$ 。

由于电子的质量非常微小, 失去或得到电子的质量可能忽略不计, 因此, 离子的摩尔质量可以看成是形成离子的原子或原子基团的摩尔质量。例如:

H^+ 相对原子质量是1, 则 $M(\text{H}^+) = 1\text{g/mol}$ 。

Na^+ 的相对原子质量 (原子量) 是23, 则 $M(\text{Na}^+) = 23\text{g/mol}$ 。

SO_4^{2-} 相对原子质量之和是96, 则 $M(\text{SO}_4^{2-}) = 96\text{g/mol}$ 。

总之, 任何物质B的摩尔质量如果以克为单位, 其数值就等于该物质的化学式量。物质的量 (n)、物质质量 (m) 和摩尔质量 (M) 之间的关系用下式表示:

$$\text{物质的量 (mol)} = \frac{\text{物质的质量 (g)}}{\text{摩尔质量 (g} \cdot \text{mol}^{-1})}$$

$$\text{符号表示: } n = \frac{m}{M}$$

在医学上, 摩尔这个单位有时显得偏大, 常常还采用毫摩尔 (mmol) 和微摩尔 (μmol) 作辅助单位。三者的换算关系为:

$$1\text{mol} = 1000\text{mmol}$$

$$1\text{mmol} = 1000\mu\text{mol}$$

$$1\text{mol} = 1000000\mu\text{mol}$$

三、有关物质质量的计算

有关物质的量的计算主要有以下几种类型:

1. 已知物质的质量, 求物质的量

例: 90g水的物质的量是多少?

解: 水 (H_2O) 相对分子量 (分子量) $1 \times 2 + 16 \times 1 = 18$, 则 $M(\text{H}_2\text{O}) = 18\text{g/mol}$, 水的质量 (m) 为90克, 因此水的物质的量 $n = 90\text{g} \div 18\text{g/mol} = 5\text{mol}$ 。

2. 已知物质的量, 求物质的质量

例: 1.5mol铁原子的质量是多少克?

解: 铁原子的摩尔质量 $M(\text{Fe}) = 56\text{g/mol}$ 铁原子物质的量 $n(\text{Fe}) = 1.5\text{mol}$, 因此铁的质量 $m = n \times M = 1.5\text{mol} \times 56\text{g/mol} = 84\text{g}$ 。

例: 9.8g硫酸里含有多少个硫酸分子?

解: 硫酸的摩尔质量 $M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98\text{g/mol}$, 硫酸的质量 $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 9.8\text{g}$, 硫酸的物质的量 $= 9.8 \div 98 = 0.10\text{mol}$, 而1mol的物质含 6.02×10^{23} 个微粒, 因此, 9.8克硫酸里含 $0.10 \times 6.02 \times 10^{23}$ 个 $= 6.02 \times 10^{22}$ 个硫酸分子。

综上所述, 物质的量是用来表示构成物质粒子数目的一个物理量, 摩尔是这个物理量的单位, 物质的量的多少是用摩尔这个单位来度量的。摩尔的任何物质都约含有 6.02×10^{23} 个粒子。如果物质的量相等, 则它们所包含的粒子数目一定相等。不同的物质由于摩尔质量不同, 它们的物质的量即使相同, 但质量也是不相等的。

通过物质的量 n 和摩尔质量 M , 把肉眼看不见的微观粒子数 N 与宏观可称量的物质质量 m 联系起来, 从而给科学研究带来了极大的方便。

第二节 溶液的浓度

溶液浓度是指一定量的溶液或溶剂中所含溶质的量。可以用下式表示：

$$\text{溶液浓度} = \frac{\text{溶质的量}}{\text{溶液（或溶剂）的量}}$$

在实际应用中，常通过控制溶液的浓度来满足不同的要求。例如化学反应、注射液、农药都要求溶液具有规定的浓度。溶液的浓度有多种表示方法，医学上常用以下几种。

一、物质的量浓度

溶液中溶质B的物质的量除以溶液的体积，称为物质的量浓度。B代表各种溶质。B的物质的量浓度用符号 $c(B)$ 或 c_B 表示。即：

$$c_B = \frac{n_B}{V}$$

如果已知溶质质量，则

$$c_B = \frac{m_B}{M_B \cdot V}$$

物质的量浓度的国际单位是摩尔每立方米，符号为 mol/m^3 。但由于此单位不太实用，故在化学和医学上多用摩尔每升（ mol/L ）、毫摩尔每升（ mmol/L ）和微摩尔每升（ $\mu\text{mol/L}$ ）作单位。三者的关系为：

$$1\text{mol/L} = 1000\text{mmol/L}$$

$$1\text{mol/L} = 1000\mu\text{mol/L}$$

例如：

$c(\text{NaCl}) = 0.246\text{mol/L}$ ，表示每升溶液中含 0.246mol NaCl 。

$c(\text{Na}^+) = 0.7\text{mol/L}$ ，表示每升溶液中含 0.7mol Na^+ 。

关于物质的量浓度的计算主要有以下几类。

1. 已知溶质物质的量和溶液体积，求物质的量浓度

例：某 NaOH 溶液 1000ml 中含 1.0mol 的 NaOH ，试问该 NaOH 溶液的物质的量浓度为多少？

解： $n(\text{NaOH}) = 1.0\text{mol}$ ， $V = 1000\text{ml} = 1.0\text{L}$ ， $c(\text{NaOH}) = 1.0\text{mol}/1.0\text{L} = 1\text{mol/L}$

2. 已知溶质的质量和溶液体积，求物质的量浓度

例： 100ml 正常人的血清中含 10mg Ca^{2+} ，计算正常人血清中含 Ca^{2+} 的物质的量浓度。

解：第一步求钙离子的物质的量

将 100ml 血清中钙的质量毫克换算成克： $10/1000 = 0.01\text{克}$

$n(\text{Ca}^{2+}) = 0.01/40 = 0.00025\text{mol}$ （40为钙的原子量）

第二步求物质的量的浓度

$c(\text{Ca}^{2+}) = 0.00025 \div 100/1000$ （将 100ml 转化为 L ） $= 0.0025\text{mol/L}$

$$0.0025 \text{ mol/L} \times 1000 = 2.5 \text{ mmol/L}$$

3. 已知物质的量浓度和溶液体积, 求溶质质量

例: 1000ml 3mol/L的溶液中, 含NaOH多少克?

解: 第一步求NaOH物质的量

$$1000 \text{ ml} = 1 \text{ L}, n(\text{NaOH}) = 3 \text{ mol/L} \times 1 \text{ L} = 3 \text{ mol}$$

第二步求NaOH的质量 $m(\text{NaOH})$

$$M(\text{NaOH}) = 40 \text{ g/mol}, m(\text{NaOH}) = 3 \text{ mol} \times 40 \text{ g/mol} = 120 \text{ g}$$

4. 已知溶质质量和溶液物质的量浓度, 求溶液体积

例: 用180克葡萄糖($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$), 能配制0.28mol/L的静脉注射液多少毫升?

解: 第一步求葡萄糖的物质的量

$$\text{葡萄糖的质量 } m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 180 \text{ g}, M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 180 \text{ g/mol}, n(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 180 \text{ g} \div 180 \text{ g/mol} = 1.0 \text{ mol}$$

第二步求溶液的体积 V

$$\text{物质的量的浓度 } c(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 0.28 \text{ mol/L}, V = 1.0 \text{ mol} \div 0.28 \text{ mol/L} = 3.6 \text{ L} = 3600 \text{ ml}$$

物质的量浓度已在医学上广泛使用。世界卫生组织建议, 在医学上表示溶液浓度时, 凡是已知相对分子质量的物质, 均用其物质的量浓度; 对于未知其相对分子质量的物质, 则可用其他溶液的浓度来表示, 如质量浓度。

二、质量浓度

溶液中溶质B的质量除以溶液的体积, 称为溶质B的质量浓度。用符号 ρ_B 表示。即:

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

质量浓度的国际单位是 kg/m^3 , 化学上常用单位是克每升(g/L), 在医学中尤其是药品中常用克每分升(g/dl), 临床上常将质量单位 g 与浓度单位 g/dl 省略书写。

例: 医生处方

$$\begin{array}{ll} 0.9\% \text{ 氯化钠注射液} & 500 \text{ ml} \\ \text{头孢唑啉钠注射液} & 0.5 \end{array} \quad \begin{array}{l} \diagup \\ \diagdown \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{静脉注射} \end{array}$$

0.9%是氯化钠的浓度, 未省略时为 0.9 g/dl , 0.5是头孢唑啉钠的质量, 未省略时为 0.5 g 。

例: 我国药典规定, 生理盐水的规格是500ml, 其中含4.5g氯化钠, 求生理盐水的质量浓度。

$$\text{解: } 500 \text{ ml} = 0.5 \text{ L}, \rho_B = 4.5 \text{ g} \div 0.5 \text{ L} = 9 \text{ g/L}$$

将上述生理盐水质量浓度其换算成医学上常用的质量浓度单位, 则为 0.9 g/dl , 省略书写为0.9%。因此0.9%氯化钠溶液即为生理盐水。

三、体积分数

物质B的体积分数表示符号为 φ , 定义为在相同温度和压力时, B的体积(V_B)与溶液总体积(V)之比, 即:

$$\varphi_B = \frac{V_B}{V}$$

式中： φ 值可用小数或百分数表示。如临床用消毒酒精中（乙醇： C_2H_5OH ）的体积分数为0.75或75%。 φ 常用于溶质为液体的溶液，近似计算时忽略混合过程产生的体积变化。

例：配制1000ml消毒用酒精（ $\varphi = 0.75$ ），需无水乙醇多少毫升？

解：根据上述算式得：

$$V_B = \varphi \cdot V = 0.75 \times 1000 = 750\text{ml}$$

量取无水乙醇750ml，用水稀释至1000ml即可制得消毒用酒精。

例：如何用95%的酒精配制1000ml消毒酒精（75%）？

解：设需95%的酒精 V ml，根据上式得：

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

量取95%的酒精789ml加水稀释至1000ml即制得75%的消毒酒精。

问题：临床上，静脉补氯化钾的浓度一般最高不能超过0.3%，现在500ml溶液中最多加10%的氯化钾多少毫升？

第三节 溶液的渗透压

一、渗透现象和渗透压

渗透是一种物理现象，是溶液的一个重要属性。在物质世界里，与渗透有关的现象很多。如干旱发蔫的农作物，下雨后重新复原，恢复生机；人在淡水中游泳，会感觉到眼球胀痛；淡水鱼和海水鱼互换环境会死亡；临床补液应遵守“等渗原则”等等。下面我们结合图1-1对渗透及渗透压加以解释。

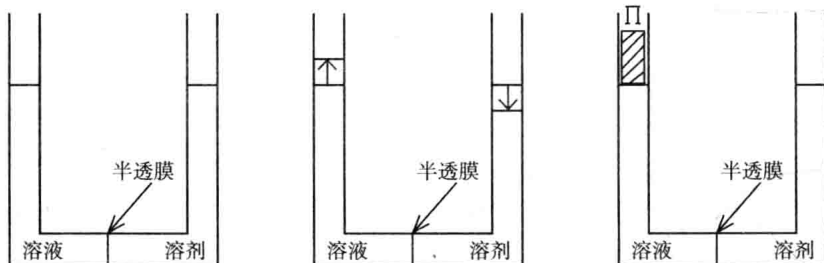


图1-1 渗透装置 (a) 与渗透压 (b) 及 (c) 示意图

当我们用一种只允许溶剂（如水）分子通过而溶质分子不能通过的半透膜（如膀胱膜、细胞膜、毛细血管壁等）将溶液与溶剂隔开，并使其液面处于同一水平面，如上图

(a)所示。由于半透膜两侧单位体积内溶剂分子数不相等,所以,单位时间内由溶剂进入溶液的溶剂分子多于由溶液进入溶剂的,导致溶液一侧的液面渐渐升高,这种溶剂分子通过半透膜由溶剂进入溶液的现象称为渗透现象,简称渗透。可见,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不同。而当溶液液面升高时,会产生静水压力,这种压力随渗透的进行而渐渐增大,并对渗透产生阻力,当液面上升到一定高度时,产生的静水压使溶剂分子向两个方向渗透的速度趋于相等,即达到动态平衡,液面停止上升,表面上看渗透停止,如图(b)所示。这种恰能阻止渗透继续发生而达到动态平衡的压力,称为渗透压。换言之,当溶液与溶剂用半透膜隔开时,为了使溶剂不渗入溶液而必须在溶液液面上施加的压力,称为渗透压,如图(c)所示。不同的溶液表现出的渗透压大小不同。渗透压大表示该溶液通过半透膜的吸水力强。渗透压单位为帕(Pa)或千帕(kPa)。

二、溶液的渗透压与浓度的关系

渗透压是溶液的重要性质。科学实验证明,在一定温度下,稀溶液渗透压的大小与单位体积溶液中所含溶质的粒子(分子或离子)数即溶质粒子浓度成正比,与粒子的大小和本性无关。

三、渗透压在医学中的意义

1. 医学中的渗透浓度

医学上常用渗透浓度来比较溶液渗透压的大小。溶液中能产生渗透现象的各种溶质粒子的总浓度称为渗透浓度。医学上常用mmol/L作为渗透浓度的计量单位,正常血浆渗透浓度为280~320 mmol/L,由此产生的血浆渗透压是720~800kPa,值得指出的是渗透浓度与物质的量的浓度(c_B)的关;前者是单位体积溶液中溶质总粒子的物质的量,而后者为单位体积溶液中溶质B的物质的量,所以渗透浓度等于 $i \times c_B$, i 是电解质的一个“分子”在溶液中能产生的颗粒数。例如 Na_2SO_4 溶液的浓度为3.2mmol/L,硫酸钠的一个“分子”含有2个钠离子,1个硫酸根离子,因而 i 等于3,该硫酸钠溶液的渗透浓度为 $3 \times 3.2\text{mmol/L}$ 等于9.6mmol/L。

例:分别计算50g/L的葡萄糖溶液和90g/L的NaCl溶液的渗透浓度。

解:葡萄糖是非电解质,其所含粒子是葡萄糖分子,而氯化钠为电解质,它所含的粒子有钠离子与氯离子。因此葡萄糖的 i 等于1,氯化钠的 i 等于2。

分别计算出葡萄糖与氯化钠物质的量的浓度

葡萄糖物质的量的浓度 = $50/180 = 0.278\text{mol/L} = 278\text{mmol/L}$

氯化钠物质的量的浓度 = $9/58.5 = 0.154\text{mol/L} = 154\text{mmol/L}$

故:葡萄糖的渗透浓度为 $1 \times 278\text{mmol/L} = 278\text{mmol/L}$;氯化钠的渗透浓度为 $2 \times 154\text{mmol/L} = 308\text{mmol/L}$ 。

2. 等渗、低渗和高渗溶液

在相同温度下,渗透压相等的两种溶液称为等渗溶液。若两种溶液的渗透压不相等,那么渗透压高的称为高渗溶液,渗透压低的称为低渗溶液。如0.1mmol/L的NaCl溶液

与0.1mmol/L的葡萄糖溶液相比，0.1mmol/L的葡萄糖溶液是低渗溶液，0.1mmol/L NaCl溶液是高渗溶液。可见高渗或低渗是相比较而言的。在医学中，等渗、低渗和高渗是以正常人体血浆渗透压作为比较标准。凡与血浆渗透压相同或接近的溶液就称为等渗溶液。也就是说渗透浓度在280~320mmol/L范围或附近的溶液都是等渗溶液。临床上常用的等渗溶液有：生理盐水（308mmol/L）、50g/L（5%）葡萄糖溶液（278mmol/L）、1/6 mol/L乳酸钠（ $\text{NaC}_3\text{H}_5\text{O}_3$ ）溶液。

渗透压与医学的关系十分密切，若将红细胞分别置于低渗、等渗和高渗氯化钠溶液中，只有在等渗溶液中的红细胞形态完好。在低渗溶液中的红细胞出现膨胀破裂，溶血。在高渗溶液中的红细胞出现脱水皱缩（图1-2）。因此，临床上给病人大量输液，必须使用等渗溶液。

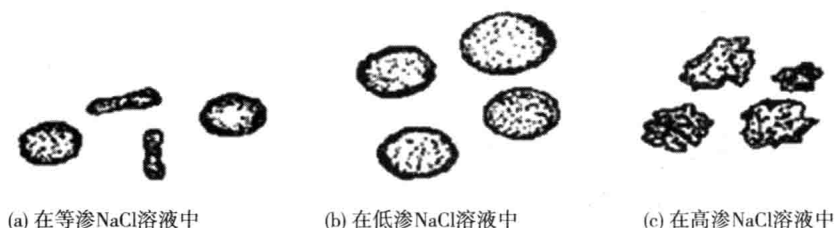


图1-2 红细胞在不同渗透浓度溶液中的形态

等渗溶液在临床医学的其他方面也有重要意义。如外科给患者换药冲洗伤口，常用与组织细胞等渗的生理盐水，而高渗浓度的盐水或纯水均易引起疼痛；配制眼药水也要求与眼黏膜细胞的渗透压相等，否则，会引起刺激或眼组织损伤等等。临床上常用的等渗溶液有0.9%氯化钠溶液，5%葡萄糖溶液，1.25%碳酸氢钠溶液，1.87%乳酸钠（ $\text{NaC}_3\text{H}_5\text{O}_3$ ）溶液。

3. 晶体渗透压和胶体渗透压

血浆渗透压由两部分构成：一部分是由血浆中的NaCl、 NaHCO_3 、葡萄糖、尿素等晶体物质所产生的渗透压叫作晶体渗透压，一部分是由血浆蛋白质所产生的渗透压叫作胶体渗透压。其中晶体渗透压占正常血浆总渗透压的99.5%。血浆晶体渗透压能维持细胞内外水分的相对平衡，而胶体渗透压则维持血管内外水分的平衡从而维持血容量。因此渗透压对维持人体体内的水和电解质平衡起着重要的调节作用。

电解质溶液与水盐代谢

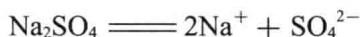
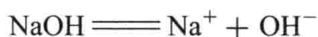
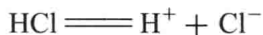
根据化合物在水溶液中或熔融状态下能否导电可将化合物分为电解质和非电解质。通常将它们的水溶液分为电解质溶液和非电解质溶液。按照电解质溶液导电性的强弱，电解质大体上可分为强电解质和弱电解质。

人体的体液中除了含有糖类、脂肪、蛋白质等物质外，还存在许多电解质离子，如 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Cl^- 、 HCO_3^- 、 CO_3^{2-} 、 H_2PO_4^- 、 HPO_4^{2-} 、 SO_4^{2-} 等。这些离子是维持人体的渗透平衡、酸碱平衡、水盐平衡等不可缺少的成分，同时这些离子的含量和状态与人体许多生理现象和病理现象有着密切的联系。

第一节 弱电解质的电离平衡

一、强电解质和弱电解质

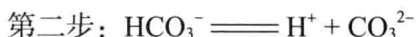
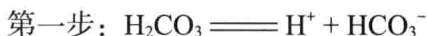
电解质可分为强电解质和弱电解质两类。在水溶液中能完全解离成离子的化合物就是强电解质。强酸、强碱和大部分的盐类是强电解质。强电解质的电离是不可逆的。某些强电解质的电离方程式如下：



弱电解质在水溶液中只有少部分分子离解成离子，大部分仍以分子的形式存在。离解了的离子又相互吸引，一部分重新结合成分子，因而离解过程是可逆的，在溶液中建立起动态的离解平衡。电离方程式用“ $\rightleftharpoons$ ”表示，例如：



如果弱电解质是多元弱酸，则它们的电离是分步进行的，如碳酸的电离：

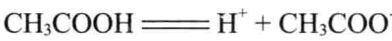


碳酸的酸性主要由第一步电离出的 H^+ 所决定的。多元酸的电离以第一步电离程度最大，第二步电离程度较小。它的酸性强弱取决于第一步电离程度的大小。

二、弱电解质的电离平衡

(一) 电离平衡

弱电解质的电离平衡是可逆过程。醋酸、氨水等弱电解质溶于水时，电离成离子的倾向较小，受到水分子的作用后，只有一部分的分子电离成离子，离子在水中相互碰撞吸引，重新结合成分子。在一定的条件下当弱电解质的分子电离成离子的速度和离子重新结合成分子的速度相等时的状态称为电离平衡。例如醋酸的水解：



电离平衡和化学平衡一样，是动态平衡。达到平衡时，由于正过程和逆过程速率相等，使溶液中电解质分子、离子的浓度保持不变。当外界条件改变时，电离平衡会发生移动，直至建立新的平衡。

(二) 电离度

电解质的电离程度可以定量地用电离度来表示。所谓电离度就是弱电解质在溶液中达到电离平衡时，溶液中已电离的电解质分子占电解质分子总数（包括已电离的和未电离的）的百分数，常用符号 α 表示（表2-1）。

$$\alpha = \frac{\text{已电离的弱电解质分子数}}{\text{电解质分子总数}} \times 100\%$$

例如25℃时，在0.10mol/L的醋酸溶液中，每10000个醋酸分子中只有132个分子电离，则醋酸的电离度是：

$$\alpha = \frac{132}{10000} \times 100\% = 1.32\%$$

表2-1 常见的弱电解质的电离度（25℃，0.1mol/L）

电解质	化学式	电离度（%）	电解质	化学式	电离度（%）
氢氟酸	HF	8.5	碳酸	H ₂ CO ₂	0.17
醋酸	CH ₃ COOH	1.32	磷酸	H ₃ PO ₄	27
氨水	NH ₃ ·H ₂ O	1.33	氢硫酸	H ₂ S	0.07
氢氰酸	HCN	0.01	硼酸	H ₃ BO ₄	0.01

不同的弱电解质由于其本性不同电离度也有差别。电解质越弱电离度越小。因此电离度可以定量地表示弱电解质的相对强弱。在0.10mol/L的溶液中，电离度小于5%的电解质称为弱电解质。

弱电解质电离度的大小主要取决于电解质的本性同时也与弱电解质的浓度和温度有关。同一种弱电解质，溶液浓度越稀，电离度越大。这是因为加水稀释后，减少了离子间碰撞结合成分子的机会。弱电解质的电离度随溶液温度的升高而增大。这是因为电离过程是一吸热过程，升高温度平衡向吸热反应的方向移动，有利于电解质的电离。所以

表示弱电解质的电离度时，必须指出溶液的浓度和温度。例如，不同浓度醋酸的电离度（25℃）见表2-2。

表2-2 不同浓度醋酸的电离度(25℃)

浓度 (mol/L)	0.2	0.1	0.02	0.01	0.001
电离度 (%)	0.934	1.32	2.96	4.20	12.40

（三）电离常数

弱电解质的电离平衡符合一般的化学平衡原理。

一定温度下，弱电解质在一定条件下电离达到平衡时，溶液中电离所生成的各种离子浓度的乘积，跟溶液中未电离分子的浓度的比值是一个常数，这个常数叫电离平衡常数，简称电离常数，用*K*表示。

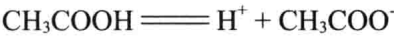
弱电解质AB在水溶液中达到电离平衡时：

$$AB \rightleftharpoons A^+ + B^-$$
$$K = \frac{[A^+][B^-]}{[AB]}$$

式中[A⁺]、[B⁻]、[AB]分别表示A⁺、B⁻和AB在电离平衡时的物质的量浓度。

电离平衡常数*K*的大小反映弱电解质的电离程度，值越大则弱电解质AB电离程度越大。弱酸的电离常数用*K_a*表示，弱碱的电离常数用*K_b*表示。

在醋酸溶液中存在下列平衡：



电离常数表达式为：

$$K_a = \frac{[H^+][CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$$

在氨水溶液中存在下列平衡：



电离常数表达式为：

$$K_a = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3 \cdot H_2O]}$$

与化学平衡常数一样，电离常数与温度有关，与浓度无关。一些弱电解质的电离常数如表2-3所示（表中*K_{a1}*、*K_{a2}*、*K_{a3}*分别是多元弱酸的一级、二级、三级电离平衡常数）。

三、同离子效应

在适量的氨水溶液中，加1滴酚酞试液，溶液因呈碱性而显红色，摇匀后再加入少量氯化铵固体，摇匀后溶液红色变浅，说明碱性减弱，即OH⁻浓度减小。这是因为加入氯化铵后，因氯化铵是强电解质，在溶液里全部电离成NH₄⁺和Cl⁻，则溶液中NH₄⁺浓度显著增大，破坏了氨水的电离平衡，平衡向左移动。达到新的平衡时，溶液里OH⁻浓度减小，