

高等学校“十二五”规划教材

# 医用化学

YIYONG HUAXUE

王玉民 宋新峰 朱焰 主编



化学工业出版社

高等学校“十二五”规划教材

# 医 用 化 学

王玉民 宋新峰 朱 焰 主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

《医用化学》是将传统的无机化学、分析化学、有机化学、物理化学、结构化学等内容中与医药关系密切的内容有机整合而成的一门化学基础课教材，主要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，电解质和缓冲溶液，氧化还原反应和电极电势，原子结构、共价键和分子间作用力，配合物；有机化学部分主要有各类有机化合物的命名、性质、结构特点及常用鉴别方法。

《医用化学》可作为高等院校护理、医学影像、康复医疗、针灸推拿学、应用物理、生物医学工程、医学检验、法医、卫生管理、医学信息等专业的教材。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

医用化学/王玉民, 宋新峰, 朱焰主编. —北京: 化学工业出版社, 2015. 7

高等学校“十二五”规划教材

ISBN 978-7-122-24142-9

I. ①医… II. ①王…②宋…③朱… III. ①医用化学-高等学校-教材 IV. ①R313

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 115208 号

---

责任编辑: 褚红喜 宋林青

装帧设计: 王晓宇

责任校对: 吴 静

---

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 18¼ 彩插 1 字数 478 千字 2015 年 10 月北京第 1 版第 1 次印刷

---

购书咨询: 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: 35.00 元

版权所有 违者必究

# 《医用化学》编写组

主 编：王玉民 宋新峰 朱 焰

编写人员（以姓氏笔画为序）：

王玉民 孙立平 朱 焰 陈 震

宋新峰 林晓辉 侯 超 姜洪丽

曹晓群 葛燕青

# 前言

## Foreword

《医用化学》是医学类专业重要的基础课。有些医学相关专业文理兼收，学生的理科功底差别较大，因此迫切需要适合新时期学生特点的《医用化学》教材，以解决现有《医用化学》教材内容多，理论深度大，与医学相关知识结合不太紧密的问题。

本教材是将传统的无机化学、分析化学、有机化学、物理化学、结构化学等课程中与医药关系密切的内容有机整合而成的一门化学基础课程，主要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，电解质和缓冲溶液，氧化还原反应和电极电势，原子结构、共价键和分子间作用力，配合物；有机化学部分主要有各类有机化合物的命名、性质、结构特点及常用鉴别方法，删去了有机合成、反应机理等与医学专业联系不十分紧密的内容。本教材淡化了化学知识本身的系统性，降低了化学理论难度，强化与医药的内在联系，加强与医药的联系点，突出创新性和适用性。编写过程中努力体现“反映特色，加强基础，注意交叉，够用为度”的现代课程建设理念。

本教材适用对象主要以医学相关专业学生为主（不包括临床医学），如护理、医学影像、康复医疗、针灸推拿学、应用物理、生物医学工程、医学检验、法医、卫生管理、医学信息等专业。本教材由泰山医学院与德州学院共同编写，分工如下：宋新峰编写第一章、第二章；孙立平编写第三章；侯超编写第四章、第五章；林晓辉编写第六章、第七章、第十章；姜洪丽编写第八章、第九章；王玉民编写第十一章；朱焰编写第十二章、第十三章；陈震编写第十四章；葛燕青编写第十五章；曹晓群编写第十六章、第十七章。

为了加强实验教学，医用化学实验单独成书，不再列在理论教材后面。

本书在编写时参考了部分已出版的高等学校教材和有关著作，从中借鉴了许多有益的内容，在此向有关的作者表示感谢。同时感谢化学工业出版社在本书出版过程中所给予的支持和帮助。

由于编者水平有限，本书难免存在疏漏和不当之处，恳切希望广大读者批评指正，以便本书重印或再版时改正。

编者

2015年3月

# 目 录

## Contents

## 第一章 溶液

第一节 溶液的组成量度	1
一、物质的量浓度	2
二、质量浓度	2
三、体积分数	2
四、质量分数	2
五、溶液组成量度的换算	3
第二节 溶液的渗透压	3
一、渗透现象和渗透压	3
二、渗透压和浓度、温度的关系	4
三、渗透压在医学上的意义	5
第三节 胶体溶液	7
一、溶胶	8
二、高分子化合物溶液	12
阅读材料	13
学习小结	14
复习题	14

## 第二章 电解质和缓冲溶液

第一节 电解质溶液	16
第二节 酸碱质子理论	17
一、酸碱理论	17
二、水的质子自递平衡	18
三、弱电解质的解离常数	19
第三节 溶液酸碱度的计算	21
一、酸度与 pH 值	21
二、一元弱酸、弱碱溶液 pH 值的计算	22
第四节 滴定分析溶液的酸碱含量	23
一、滴定分析概述	23
二、酸碱滴定法	25
第五节 缓冲溶液	29
一、缓冲作用、缓冲溶液及其组成	29
二、缓冲机制	29
三、缓冲溶液 pH 值的计算	30
四、缓冲容量	31

五、缓冲范围·····	31
六、缓冲溶液的配制·····	32
七、缓冲溶液在医学上的意义·····	33
阅读材料·····	34
学习小结·····	35
复习题·····	35

### 第三章 氧化还原反应和电极电势

第一节 氧化还原反应的基本概念·····	37
一、氧化与还原·····	37
二、氧化数·····	38
三、氧化还原电对·····	39
第二节 电极电势·····	40
一、原电池·····	40
二、电极电势·····	42
三、影响电极电势的因素·····	44
第三节 电极电势的应用·····	48
一、判断氧化剂和还原剂的相对强弱·····	48
二、判断氧化还原反应进行的方向·····	48
学习小结·····	49
复习题·····	49

### 第四章 原子结构、共价键和分子间作用力

第一节 量子数与原子轨道·····	50
第二节 核外电子排布规律·····	53
一、多电子原子轨道的能级图·····	53
二、核外电子排布规律·····	54
三、核外电子的排布·····	55
四、元素周期表·····	55
五、原子结构与元素某些性质的关系·····	56
第三节 元素与人体健康·····	58
一、必需元素与非必需元素·····	58
二、人体必需元素的生物功能·····	58
第四节 共价键·····	61
一、共价键的本质·····	61
二、现代价键理论要点·····	62
第五节 分子间作用力·····	64
一、极性分子与非极性分子·····	64
二、范德华力·····	65
三、氢键·····	66
学习小结·····	69
复习题·····	69

## 第五章 配合物

第一节 配位化合物的基本概念 .....	71
一、配合物的定义 .....	71
二、配合物的组成 .....	72
三、配合物的命名 .....	73
第二节 配合物的价键理论 .....	74
第三节 配位平衡 .....	77
一、配位平衡常数 .....	77
二、配位平衡的移动 .....	77
第四节 螯合物 .....	80
一、螯合物的结构特点 .....	80
二、影响螯合物稳定性的因素 .....	81
三、配合物与医学的关系 .....	82
学习小结 .....	83
复习题 .....	84

## 第六章 有机化学概述

第一节 有机化合物和有机化学 .....	85
一、有机化学的发展与研究对象 .....	85
二、有机化合物的特点 .....	86
三、有机化学与医学 .....	87
第二节 有机化学的结构理论 .....	87
一、杂化轨道理论 .....	87
二、共价键的类型 .....	89
三、几个重要参数 .....	89
第三节 有机化合物的分类及表示方法 .....	91
一、有机化合物的分类 .....	91
二、构造表示方法 .....	93
第四节 有机化合物分子中的电子效应、共价键的断裂和有机反应类型 .....	94
一、有机化合物分子中的电子效应 .....	94
二、共价键的断裂方式 .....	95
三、有机反应类型 .....	95
学习小结 .....	95
复习题 .....	95

## 第七章 烃

第一节 烷烃 .....	97
一、烷烃的同系列和同分异构现象 .....	97
二、烷烃的命名 .....	100
三、烷烃的性质 .....	102



第二节 烯烃和炔烃	105
一、烯烃	105
二、二烯烃	112
三、炔烃	114
第三节 脂环烃	117
一、脂环烃的分类、命名	117
二、脂环烃的性质	118
第四节 芳香烃	120
一、芳香烃的分类和命名	120
二、苯的结构	122
三、物理性质	123
四、化学性质	123
五、稠环芳烃	128
学习小结	131
复习题	131

## 第八章 对映异构

第一节 偏振光和旋光性	134
一、偏振光和物质的旋光性	134
二、旋光仪	135
三、旋光度和比旋光度	135
第二节 对映异构	136
一、手性分子和旋光性	136
二、含 1 个手性碳原子的化合物	137
三、无手性碳原子的旋光异构现象	139
四、手性分子的形成和外消旋体的拆分	140
学习小结	141
复习题	142

## 第九章 卤代烃

第一节 卤代烃的结构、分类和命名	143
一、卤代烃的结构	143
二、卤代烃的分类	143
三、卤代烃的命名	145
第二节 卤代烃的物理性质	146
第三节 卤代烃的化学性质	147
一、亲核取代反应	147
二、消除反应	149
三、卤代烃与金属的反应	150
第四节 不饱和卤代烃与重要的卤代烃	151
一、不饱和卤代烃	151
二、重要的卤代烃	152
学习小结	154

复习题.....	154
----------	-----

## 第十章 醇 酚 醚

第一节 醇.....	156
一、醇的分类和命名 .....	156
二、醇的物理性质 .....	158
三、醇的化学性质 .....	159
四、常见的醇 .....	162
第二节 酚.....	163
一、酚的分类和命名 .....	163
二、酚的物理性质 .....	164
三、酚的化学性质 .....	165
四、重要的酚 .....	167
第三节 醚.....	167
一、醚的分类和命名 .....	168
二、醚的物理性质 .....	168
三、醚的化学性质 .....	169
四、常见的醚 .....	170
学习小结.....	170
复习题.....	171

## 第十一章 醛 酮 醌

第一节 醛和酮.....	173
一、醛和酮的结构、分类及命名.....	173
二、醛和酮的物理性质 .....	176
三、醛和酮的化学性质 .....	177
四、重要的醛和酮 .....	183
第二节 醌.....	184
一、醌的命名 .....	184
二、醌的性质 .....	185
三、重要的醌 .....	186
学习小结.....	187
复习题.....	187

## 第十二章 羧酸及其衍生物

第一节 羧酸.....	189
一、羧酸的结构、分类和命名.....	189
二、羧酸的物理性质 .....	190
三、羧酸的化学性质 .....	191
第二节 取代羧酸.....	193
一、羟基酸 .....	193
二、羟基酸的性质 .....	194

三、酮酸 .....	195
第三节 羧酸衍生物 .....	196
一、羧酸衍生物的命名 .....	196
二、羧酸衍生物的物理性质 .....	197
三、羧酸衍生物的化学性质 .....	197
四、常见的羧酸衍生物 .....	198
学习小结 .....	199
复习题 .....	200

### 第十三章 胺类化合物和生物碱

第一节 胺类化合物 .....	202
一、胺的结构、分类和命名 .....	202
二、胺的物理性质 .....	203
三、胺的化学性质 .....	204
四、季铵盐和季铵碱 .....	207
第二节 生物碱简介 .....	207
一、生物碱的命名和分类 .....	208
二、生物碱的一般性质 .....	208
三、与医学有关的重要生物碱 .....	209
学习小结 .....	211
复习题 .....	211

### 第十四章 杂环化合物

第一节 杂环化合物的结构、分类和命名 .....	213
一、杂环化合物的结构 .....	213
二、杂环化合物的分类 .....	214
三、杂环化合物命名 .....	214
第二节 五元杂环化合物 .....	216
第三节 六元杂环化合物 .....	218
第四节 稠杂环化合物 .....	220
一、苯稠杂环化合物 .....	221
二、杂稠杂环化合物 .....	222
学习小结 .....	223
复习题 .....	223

### 第十五章 糖类化合物

第一节 单糖 .....	224
一、单糖的结构 .....	225
二、单糖的物理性质 .....	227
三、单糖的化学性质 .....	228
四、重要的单糖及其衍生物 .....	231

第二节 二糖	231
一、麦芽糖	231
二、纤维二糖	232
三、乳糖	232
四、蔗糖	233
第三节 多糖	233
一、淀粉	234
二、糖原	235
三、纤维素	235
学习小结	236
复习题	236

## 第十六章 脂类

第一节 油脂	238
一、油脂的组成、结构和命名	238
二、油脂的物理性质	240
三、油脂的化学性质	240
第二节 磷脂和糖脂	241
一、磷脂	241
二、糖脂	243
第三节 甾族化合物	243
一、甾族化合物的结构	244
二、几种重要的甾族化合物	244
学习小结	246
复习题	246

## 第十七章 氨基酸和蛋白质

第一节 氨基酸	248
一、氨基酸的结构、分类和命名	248
二、氨基酸的化学性质	250
第二节 多肽和蛋白质	252
一、多肽	252
二、蛋白质	253
学习小结	256
复习题	256

## 参考答案

## 附录

附录 I SI 基本单位	271
附录 II 弱电解质的解离常数	271

附录Ⅲ	一些难溶化合物的溶度积 (25℃) .....	273
附录Ⅳ	一些氧化还原半反应的标准电极电势 $\varphi^\ominus$ (298.15K) .....	274
附录Ⅴ	常见金属配合物的稳定常数 .....	275

## 参考文献

# 第一章

# Chapter 1

## 溶液



### 学习目标

1. 掌握：溶液渗透压的表示及有关计算；溶胶的性质；胶团的结构。
2. 熟悉：溶液的组成量度表示方法及有关计算；胶体、高分子化合物溶液的概念。
3. 了解：溶液、渗透压在医学上的意义。

溶液属于一种或几种物质分散在另一种物质中所形成的分散系，根据分散相粒子的直径的不同，可分为真溶液和胶体溶液。真溶液粒子直径小于 1nm，胶体溶液的粒子直径则在 1~100nm 范围。它们与科学研究和生命活动关系密切，人体内的组织间液、血液及各种腺体分泌液都属于溶液，许多生理活动都在溶液中进行。溶液的相关知识是医学类专业学习和工作的基础。

## 第一节 溶液的组成量度

溶液的组成量度是指一定量的溶液或溶剂中所含溶质的量，以前称为浓度。从 1983 年开始，“浓度”一词指物质的量浓度，是溶液的组成量度中常用表示方式。溶液中溶质和溶剂的相对含量将影响到溶液的性质。给病人输液或用药时，必须规定药液的量度和用量。因为药液过稀，就不会产生明显的疗效，但药液过浓反而对人体有害，甚至会危及病人的生命安全。所以，溶液的组成量度是溶液的重要特征。

物质的量和质量是国际单位制 (SI) 规定的两个基本物理量，质量的 SI 单位为千克 (kg)，而物质的量的 SI 单位是摩尔 (mol)。SI 规定：“一摩尔任何物质所含的基本单元数与 0.012kg  $^{12}\text{C}$  的原子数相等”。0.012kg  $^{12}\text{C}$  中含有的原子数为阿伏伽德罗常数  $N_A$  约为  $6.023 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ 。也就是说，一摩尔任何物质均含有  $N_A$  个基本单元。在使用摩尔时应指明基本单元，如原子、分子、离子、电子或其他粒子的特定组合。世界卫生组织建议：①凡是已知相对分子质量的物质在人体内的含量，都应当用物质的量浓度单位取代旧单位制所表示的质量浓度单位；②人体体液中有少数物质的相对分子质量还未精确测得，可以暂用质量浓度表示；③统一用升 (L) 作为单位的分母，以避免过去用其他作不同分母时的混乱，更不宜使用计量单位的“%”来表示每百毫升。

## 一、物质的量浓度

溶液中某溶质 B 的物质的量浓度, 用符号  $c_B$  或  $[B]$  表示。它的定义是溶质 B 的物质的量 ( $n_B$ ) 除以溶液的体积 ( $V$ ), 即

$$c_B = n_B / V \quad (1-1)$$

式中,  $n_B$  是溶质 B 的物质的量, 其单位是摩尔, mol;  $V$  是溶液的体积, 化学和医学上常用单位为升 (L), 有时也用毫升 (mL)、微升 ( $\mu\text{L}$ ) 表示。在说明  $c_B$  时, 需要指明基本单元。例如, 某一硫酸溶液,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  的物质的量浓度  $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ; 该溶液也可以用  $\frac{1}{2} \text{H}_2\text{SO}_4$  表达, 如  $c(\frac{1}{2} \text{H}_2\text{SO}_4) = 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  等。括号中的符号表示物质的基本单元。

## 二、质量浓度

溶液中某溶质 B 的质量除以溶液的体积, 称为该物质的质量浓度。单位为  $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ , 化学和医学上还常用  $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  或  $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$  等单位, 符号为  $\rho_B$ , 即

$$\rho_B = m_B / V \quad (1-2)$$

式中,  $m_B$  为该溶质的质量, 以千克 (kg) 作单位;  $V$  是溶液的体积, 以立方米 ( $\text{m}^3$ ) 作单位。对于注射液, 一般应同时标明物质的量浓度和质量浓度。

## 三、体积分数

同温同压下, 溶液中某溶质 B 的体积除以各组分的体积之和, 称为该溶质的体积分数。单位为 1, 或者用 %, 符号为  $\varphi_B$ , 即

$$\varphi_B = \frac{V_B}{\sum_A V_A} \quad (1-3)$$

式中,  $V_B$  为纯组分 B 的体积,  $\sum V_A$  代表组成混合物的各组分的纯物质的体积之和。

医学上常用体积分数表示溶质为液体的溶液的组成, 如消毒酒精中的酒精的体积分数为 0.75 或 75%。

## 四、质量分数

溶液中某溶质 B 的质量除以溶液的质量, 称为该溶质的质量分数, 可用小数或百分数来表示, 其符号为  $w_B$ , 即

$$w_B = m_B / m \quad (1-4)$$

式中,  $m_B$  为该溶质的质量;  $m$  是溶液的质量, 两者的单位相同。

如市面上销售的浓硫酸, 其质量分数为 98%; 将 100g 蔗糖溶于水配制成 160g 糖浆, 此糖浆中蔗糖的质量分数为 62.5%。

临床上常用分子浓度表示体液中细胞的组成。另外, 摩尔分数和质量摩尔浓度的表示方法也经常被使用。

## 五、溶液组成量度的换算

在实际工作中,对同一种溶液有时候采用不同的表示方法,要掌握不同表示方法之间的换算关系。

### 1. 物质的量浓度与质量浓度之间的换算

因为物质的物质的量( $n$ )等于质量( $m$ )除以摩尔质量( $M$ ),所以

$$c_B = n_B/V = (m_B/M_B)/V = m_B/V/M_B = \rho_B/M_B \quad (1-5)$$

### 2. 物质的量浓度与质量分数之间的换算

因为物质的物质的量( $n$ )等于质量( $m$ )除以摩尔质量( $M$ ),溶液的体积( $V$ )等于质量( $m$ )除以密度( $\rho$ ),所以

$$c_B = n_B/V = (m_B/M_B)/(m/\rho) = (m_B/m) \cdot (\rho/M_B) = w_B \cdot \rho/M_B \quad (1-6)$$

**【例 1-1】** 实验室常用的浓盐酸密度为  $1.19\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ , 质量分数为 37%, 试求其物质的量浓度。

解:  $c_{\text{HCl}} = w_{\text{HCl}} \cdot \rho/M_{\text{HCl}} = 37\% \times 1.19\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}/36.5\text{g}\cdot\text{mol}^{-1} = 0.012\text{mol}\cdot\text{cm}^{-3} = 12\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$

溶液的配制与稀释是化学和医学工作中常用的基本操作。在进行这些工作时,必须熟练掌握各种溶液组成量度的公式及换算关系。

**【例 1-2】** 某患者需用  $0.56\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  葡萄糖溶液, 现有  $2.78\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  葡萄糖溶液, 问要取这种溶液多少毫升才能配制成 500mL 的  $0.56\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  溶液?

解: 设要取  $2.78\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  葡萄糖溶液为  $x\text{L}$ , 根据配制前后葡萄糖的物质的量不变, 得:

$$2.78\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}x = 0.56\text{mol}\cdot\text{L}^{-1} \times 0.5\text{L}$$

$$x = 0.101\text{L} = 101\text{mL}$$

## 第二节 溶液的渗透压

### 一、渗透现象和渗透压

如果向一杯水里加些蔗糖, 蔗糖会不断溶解, 不久后, 水的各个部分均会有甜味; 如果向一杯水里滴一滴墨水, 颜色区域不断扩大, 最后充满了水域。这些现象说明, 分子在不停地运动, 从而产生扩散。当两种浓度不同的溶液相互接触时, 都会发生扩散现象, 有浓度均匀化的趋势。

如果用一种半透膜将溶液与纯溶剂分开, 如图 1-1 (a) 所示。一段时间后, 可以看到溶液一侧的液面不断上升, 如图 1-1 (b) 所示, 说明溶剂分子不断地通过半透膜转移到溶液中。这种溶剂分子通过半透膜进入到溶液或由稀溶液进入到浓溶液的现象, 称为渗透现象。不同浓度的两个溶液用半透膜隔开时, 都有渗透现象发生。

半透膜的种类多种多样, 通透性也不相同。它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。动物的膀胱膜、细胞膜、人造羊皮纸和火棉胶膜等都是半透膜。

图 1-1 中的半透膜只允许溶剂分子自由透过, 不允许溶液中溶质分子透过。由于膜两侧单位体积内溶剂分子数不等, 单位时间内由纯溶剂进入溶液中的溶剂分子数要比由溶液进入纯溶剂的多, 膜两侧渗透速度不同, 结果是溶液一侧的液面上升。因此, 渗透现象的产生必



须具备两个条件：一是有半透膜存在；二是半透膜两侧单位体积内溶剂的分子数不相等。

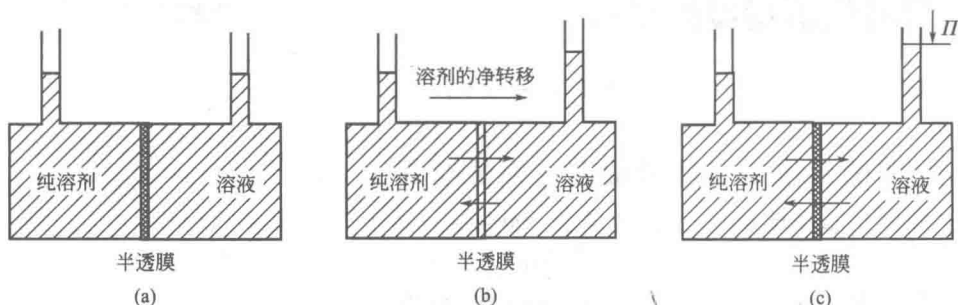


图 1-1 渗透现象

## 二、渗透压和浓度、温度的关系

实验证明，在一定温度下，溶液的渗透压与它的浓度成正比；在一定浓度时，溶液的渗透压与绝对温度成正比。1886年荷兰物理化学家 van't Hoff 通过实验得出稀溶液的渗透压与溶液浓度、绝对温度的关系：

$$\Pi V = n_B RT \quad (1-7)$$

$$\Pi = c_B RT \quad (1-8)$$

式中， $\Pi$  为溶液的渗透压 (kPa)； $V$  为溶液的体积 (L)； $n_B$  为该体积中所含溶质的物质的量 (mol)； $R$  为摩尔气体常数 ( $8.314 \text{ kPa} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ )； $T$  为绝对温度 ( $T/\text{K} = 273.15 + t/^\circ\text{C}$ )； $c_B$  为溶液物质的量浓度 ( $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ )。

van't Hoff 公式的意义：一定温度下，溶液的渗透压只与溶液的浓度成正比。也就是说，渗透压与单位体积溶液中溶质物质的量（质点的数目）成正比，而与溶质的本性无关。

**【例 1-3】** 将 2.00g 蔗糖 ( $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ) 溶于水，配成 50.0mL 溶液，求其在  $37^\circ\text{C}$  时的渗透压力。

解： $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$  的摩尔质量为  $342 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，则

$$c_{\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}} = \frac{n}{V} = \frac{2.00 \text{ g}}{342 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 0.0500 \text{ L}} = 0.117 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$\Pi = c_B RT = 0.117 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 8.314 \text{ kPa} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \times 310.15 \text{ K} = 302 \text{ kPa}$$

由此看出， $0.117 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的蔗糖溶液在  $37^\circ\text{C}$  可产生 302kPa 的渗透压力，相当于 30.8m 的水柱的压力。这一点表明渗透压力是比较强大的，用普通半透膜精确测定渗透压力是比较困难的。

对于电解质稀溶液产生的渗透压力，需要考虑电解质的电离，在渗透压公式中引入一个校正因子  $i$ ，计算公式为：

$$\Pi = ic_B RT \quad (1-9)$$

**【例 1-4】** 临床上常用的生理盐水是  $9.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  NaCl 溶液，求其在  $37^\circ\text{C}$  时的渗透压力。

解：NaCl 在稀溶液中完全解离， $i$  可按 2 计算，NaCl 的摩尔质量为  $58.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

根据  $\Pi = ic_B RT$ ，有：

$$\Pi = 2 \times 9.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} / 58.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 8.314 \text{ kPa} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \times 310.15 \text{ K} = 7.9 \times 10^2 \text{ kPa}$$

利用测定渗透压力的方法可以测定溶质的相对分子质量，尤其适用于高分子化合物，如蛋白质等相对分子质量的测定。