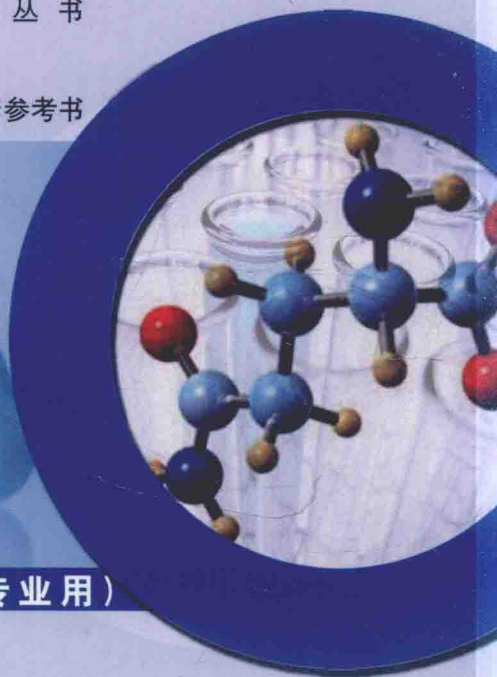




高等学校理工类课程学习辅导丛书



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材配套参考书



(供临床、口腔、麻醉、护理等医学类专业用)

# 基础化学学习指导

(第三版)

■ 主编 张欣荣 阎芳 ■ 副主编 唐中坤 刁海鹏

高等教育出版社



高等学校理工类课程学习辅导丛书



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材配套参考书

# 基础化学学习指导

(供临床、口腔、麻醉、护理等医学类专业用)

(第三版)

主 编:张欣荣 阎 芳

副主编:唐中坤 刁海鹏

编 者:曹海燕(天津医科大学) 李曹龙(中国药科大学)  
王全军(第四军医大学) 刘 坤(青岛大学)  
刘洛生(山东大学) 邓克敏(上海交通大学)  
刁海鹏(山西医科大学) 储艳秋(复旦大学)  
尚京川(重庆医科大学) 唐中坤(南方医科大学)  
解永岩(安徽医科大学) 杨 峰(第二军医大学)  
阎 芳(潍坊医学院) 赵先英(第三军医大学)  
张欣荣(第二军医大学)

高等教育出版社·北京

## 内容简介

本书是为配合“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材《基础化学》(第三版)(张欣荣、阎芳主编)而编写的教学参考书。

全书按照教材章节顺序编排,包括各章学习指导、综合测试题、《基础化学》(第三版)教材习题答案三部分。

本书适用于临床、口腔、麻醉、护理等医学类专业教学使用。

## 图书在版编目(CIP)数据

基础化学学习指导/张欣荣,阎芳主编.--3版

.-北京:高等教育出版社,2016.11

(高等学校理工类课程学习辅导丛书)

ISBN 978-7-04-046537-2

I. ①基… II. ①张… ②阎… III. ①化学-高等学校-教学参考资料 IV. ①O6

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第238059号

## JICHU HUAXUE XUEXI ZHIDAO

策划编辑	郭新华	责任编辑	殷英	封面设计	于文燕	版式设计	马敬茹
插图绘制	黄云燕	责任校对	刘娟娟	责任印制	毛斯璐		

---

出版发行	高等教育出版社	网 址	<a href="http://www.hep.edu.cn">http://www.hep.edu.cn</a>
社 址	北京市西城区德外大街4号		<a href="http://www.hep.com.cn">http://www.hep.com.cn</a>
邮政编码	100120	网上订购	<a href="http://www.hepmall.com.cn">http://www.hepmall.com.cn</a>
印 刷	北京北苑印刷有限责任公司		<a href="http://www.hepmall.com">http://www.hepmall.com</a>
开 本	787mm×1092mm 1/16		<a href="http://www.hepmall.cn">http://www.hepmall.cn</a>
印 张	17	版 次	2009年7月第1版
字 数	410千字		2016年11月第3版
购书热线	010-58581118	印 次	2016年11月第1次印刷
咨询电话	400-810-0598	定 价	23.40元

---

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换

版权所有 侵权必究

物料号 46537-00

## 第三版前言

《基础化学学习指导》(第三版)是“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材《基础化学》(第三版)(张欣荣、阎芳主编)的配套教学参考书。

《基础化学学习指导》(第二版)出版后,受到了广大高等医科院校师生的欢迎。为了更好地满足教学需要,编者在启动教材修订工作的同时,本着“严谨、务实、创新”的态度,结合主教材的修订,同步更新了学习指导等内容,并重新验证了习题答案,编者希望通过以上工作,使本书能够成为读者学习基础化学课程的有力帮手。

由于编者水平有限,难免存在疏漏,恳请使用本书的读者与同行批评指正,编者将不胜感激。

编者

2016年6月

## 第二版前言

本书是为配合“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材《基础化学》(第二版)(张欣荣、阎芳主编)而编写的教学参考书。根据医学类院校一年级学生的学习需求,将医学基础化学课程的基本概念和基本要点,以习题的形式引导学生复习消化。

本书在编写中参考了一些国内外教材、习题和资料,已在张欣荣、阎芳主编的《基础化学》(第二版)的参考文献中列出。另外,本书还对《基础化学》(第二版)的习题做了详尽解答。

有关的化学名词采用全国自然科学名词审定委员会公布的《化学名词》(科学出版社,1991年)所推荐的名称;量和单位按照国家标准 GB3100~3102-93 所规定的符号和单位。

由于编者水平有限,难免各种疏漏,诚请广大读者和同行批评指正,编者将不胜感激。

编者

2013年4月

# 前 言

本书是为配合普通高等教育“十一五”国家级规划教材《基础化学》(张欣荣、阎芳主编)而编写的教学参考书。针对医科大学一年级学生的特点,将医学基础化学课程的基本概念和基本要点,以习题的形式引导学生复习消化。

我们在编写过程中有针对性地筛选了大量适合医学类专业基础化学教学的各类习题,并参考了其他医用化学教材的有关内容,是多年来医学基础化学教学经验和智慧的集中体现。

由于编写时间仓促,难免存在各种疏漏,还请读者谅解,也请读者发现问题后反馈给编者,以便下次修订时改正。我们也努力在使用中不断修改完善。

编 者

2009年2月

# 目 录

## 第一部分 各章学习指导

第一章	绪论	3
第二章	稀溶液的依数性	8
第三章	酸碱解离平衡	22
第四章	缓冲溶液	32
第五章	难溶强电解质溶液的沉淀-溶解平衡	47
第六章	化学热力学基础	59
第七章	化学动力学基础	77
第八章	氧化还原反应和电极电势	91
第九章	胶体分散系	106
第十章	原子结构和元素周期律	116
第十一章	分子结构	127
第十二章	配位化合物	138
第十三章	滴定分析	149
第十四章	常用仪器分析方法	164

## 第二部分 综合测试题

综合测试题 1	177
综合测试题 2	182
综合测试题 3	187
综合测试题 4	194
综合测试题 5	201
综合测试题 6	207
综合测试题 7	217

## 第三部分 《基础化学》(第三版)教材习题答案

第一章习题答案	227
第二章习题答案	227
第三章习题答案	230
第四章习题答案	231
第五章习题答案	235

第六章习题答案	239
第七章习题答案	243
第八章习题答案	245
第九章习题答案	247
第十章习题答案	248
第十一章习题答案	250
第十二章习题答案	253
第十三章习题答案	257
第十四章习题答案	260
第十五章习题答案	263







# 第一章 绪 论

## 本章提要

### 第一节 医用基础化学概述

化学是研究物质的组成、结构、性质及其变化规律的一门基础学科,是自然科学的一个分支。化学学科的发展在人类日常生活的各个方面都发挥着重要作用,甚至与人类的文明进程息息相关。

化学与医学的关系密切。在药物制造、麻醉剂、医用材料等方面,化学有着不可替代的作用。现代医学中,化学更是在分子水平研究人体中生理和病理现象和规律的基础。

#### 一、化学与生命科学的关系

在研究生物体的物质基础和生命活动基本规律的领域里,化学不仅提供方法和材料,而且在提供理论、观点、技术等方面发挥着重要作用。

#### 二、医用基础化学的任务和作用

医用基础化学主要介绍高等医学教育所需的溶液理论、物理化学原理、物质结构基础知识、容量分析和仪器分析方法等化学知识。作为医科大学的基础课,医用基础化学课担负着为医学基础课程如生物化学、生理学、药理学、卫生学等打好基础的任务。

#### 三、怎样学好医用基础化学

大学阶段的学习应以自主学习为主。课堂授课和教材内容的学习只是把你引进门,课后应根据自己的兴趣特长多阅读参考文献书刊,通过网络获取最新信息,进一步扩大知识面,活跃思想,培养自身的综合能力和创造精神。

### 第二节 国际单位制和法定计量单位

国际单位制(SI)采用米、千克、秒、安培、开尔文、坎德拉、摩尔作为基本单位。国际单位制由SI基本单位、SI导出单位和SI单位的倍数单位组成。基本单位、导出单位以及它们的倍数可单独或交叉或混合或组合使用。

一切属于国际单位制的单位都是我国的法定计量单位。在法定计量单位中还明确规定采用了若干可与国际单位制并用的非国际单位制单位。

在医学领域施行法定计量单位,对于加强医药学计量的准确性和规范化具有重要意义。为此,全国各医学学术机构和专业期刊都相继提出了采用法定计量单位的明确要求。医用基础化学作为医学基础课,担负着培养学员正确使用法定计量单位的任务。

### 第三节 溶液的组成标度

#### 一、物质的量和物质的量浓度

物质的量是表示物质数量的基本物理量。

物质 B 的物质的量  $n_B$  可以通过 B 物质的质量  $m_B$  和摩尔质量  $M_B$  求算。即

$$n_B = \frac{m_B}{M_B} \quad (1-1)$$

物质 B 的物质的量浓度  $c_B$  定义为:物质 B 的物质的量  $n_B$  除以混合物(或溶液)的体积  $V$ ,即

$$c_B = \frac{n_B}{V} \quad (1-2)$$

#### 二、质量摩尔浓度

质量摩尔浓度  $b_B$  定义为单位质量溶剂中含有溶质 B 的物质的量,表示为

$$b_B = \frac{n_B}{m} \quad (1-3)$$

#### 三、摩尔分数

摩尔分数是某物质的物质的量分数的简称,表示某物质的物质的量与混合物的总物质的量之比。由溶质 B 和溶剂 A 组成的溶液,溶质 B 的摩尔分数为

$$x_B = \frac{n_B}{n_A + n_B} \quad (1-4)$$

同理,溶剂 A 的摩尔分数为

$$x_A = \frac{n_A}{n_A + n_B} \quad (1-5)$$

#### 四、质量分数

物质 B 的质量  $m_B$  与混合物(或溶液)的质量  $m$  之比称为物质 B 的质量分数,表示为

$$\omega_B = \frac{m_B}{m} \quad (1-6)$$

#### 五、质量浓度

物质 B 的质量浓度指的是单位体积的混合物(或溶液)中物质 B 的质量,表示为

$$\rho_B = \frac{m_B}{V} \quad (1-7)$$

## 难题解析

**例题 1-1** 如何用质量分数为 37%, 密度为  $1.19 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$  的浓盐酸, 配制  $2\,000 \text{ mL}$   $6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的 HCl 溶液?

**解析思路:** 所取浓盐酸中 HCl 的物质的量与需配制的稀溶液中的 HCl 的物质的量相同, 因此, 先计算出浓盐酸的物质的量浓度, 再根据  $c_1 \cdot V_1 = c_2 \cdot V_2$ , 计算出所需浓盐酸的体积。

**解:**  $1 \text{ L}$  浓盐酸中含 HCl 的质量为:  $m = 1\,000 \text{ mL} \times 1.19 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1} \times 37\% = 440 \text{ g}$

浓盐酸的物质的量浓度为:  $c_1 = \frac{n}{V} = \frac{m}{M \cdot V} = \frac{440 \text{ g}}{36.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 1 \text{ L}} = 12 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

需浓盐酸的体积为:  $V_1 = \frac{c_2 \cdot V_2}{c_1} = \frac{6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 2\,000 \text{ mL}}{12 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} = 1\,000 \text{ mL}$

取浓盐酸  $1\,000 \text{ mL}$ , 加水稀释到  $2\,000 \text{ mL}$ , 即得所需配制的 HCl 溶液。

**例题 1-2** 取上述配制的 HCl 溶液  $25.00 \text{ mL}$ , 可中和多少体积的浓氨水? 浓氨水的质量分数为 28%, 密度为  $0.90 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 。

**解析思路:** 由中和反应式  $\text{HCl} + \text{NH}_3 = \text{NH}_4\text{Cl}$  可知, HCl、 $\text{NH}_3$  的反应计量比为 1:1, 故  $n_{\text{HCl}} = n_{\text{NH}_3}$ , 即  $c_{\text{HCl}} V_{\text{HCl}} = c_{\text{NH}_3} V_{\text{NH}_3}$ 。因此, 计算出浓氨水的物质的量浓度, 即可计算出可中和的浓氨水的体积。

要注意的是: 浓氨水的含量是以  $\text{NH}_3$  为基本单元进行计量的, 故其摩尔质量为  $17 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 而不是  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  的  $35 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

**解:**  $c_{\text{NH}_3} = \frac{n}{V} = \frac{1\,000 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1} \times \rho \times w}{M} = \frac{1\,000 \text{ mL} \times 0.90 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} \times 28\%}{17 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 1 \text{ L}} = 14.8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

$V_{\text{NH}_3} = \frac{c_{\text{HCl}} \cdot V_{\text{HCl}}}{c_{\text{NH}_3}} = \frac{6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 25.00 \text{ mL}}{14.8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} = 10.1 \text{ mL}$

## 章节测试题

### 一、选择题

1. 物质的量浓度的定义为( )

- A.  $1\,000 \text{ g}$  溶液中含有溶质的物质的量  
B.  $1\,000 \text{ mL}$  溶液中含有溶质的物质的量  
C.  $1\,000 \text{ g}$  溶剂中含有溶质的物质的量  
D.  $1\,000 \text{ mL}$  溶剂中含有溶质的物质的量

2. 质量摩尔浓度的定义是指在下列哪一条件下含有溶质的物质的量( )

- A.  $1\,000 \text{ g}$  溶液中  
B.  $1 \text{ L}$  溶液中  
C.  $1\,000 \text{ g}$  溶剂中  
D.  $1 \text{ L}$  溶剂中

3.  $c\left(\frac{1}{2}\text{H}_2\text{SO}_4\right)$  与  $c(\text{H}_2\text{SO}_4)$  的关系为( )

- A.  $c\left(\frac{1}{2}\text{H}_2\text{SO}_4\right) = c(\text{H}_2\text{SO}_4)$   
B.  $c\left(\frac{1}{2}\text{H}_2\text{SO}_4\right) = 2c(\text{H}_2\text{SO}_4)$

- C.  $2c\left(\frac{1}{2}\text{H}_2\text{SO}_4\right) = c(\text{H}_2\text{SO}_4)$   
D. 没法判断

4. 市售氨水溶液的质量分数为 28%, 表示( )

- A. 每  $100 \text{ g}$  溶液含  $\text{NH}_3$   $28 \text{ g}$   
B. 每  $100 \text{ mL}$  溶液含  $\text{NH}_3$   $28 \text{ g}$   
C. 每  $100 \text{ g}$  溶液含  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$   $28 \text{ g}$   
D. 每  $100 \text{ mL}$  溶液含  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$   $28 \text{ g}$

5. 市售浓盐酸中 HCl 的含量为 34%~36%, 表示的是( )

- A. HCl 的质量分数    B. HCl 的质量浓度    C. HCl 的摩尔分数    D. 以上都不对
6. 下列哪种溶液的组成标度与温度无关(    )
- A. 摩尔分数    B. 质量浓度    C. 物质的量浓度    D. 以上都对
7. 已知溶质质量分数为 96% 的酒精溶液的物质的量浓度为  $16.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 则 48% 的酒精溶液的物质的量浓度 ( $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ) 为(    )
- A. 大于 8.3    B. 等于 8.3    C. 小于 8.3    D. 无法确定

## 二、判断题

1. 将质量浓度为  $8\% (\text{g} \cdot \text{mL}^{-1})$  的葡萄糖水溶液 100 g 与质量浓度为  $4\% (\text{g} \cdot \text{mL}^{-1})$  的葡萄糖水溶液 200 g 混合, 混合后溶液的质量浓度为  $6\% (\text{g} \cdot \text{mL}^{-1})$ 。 (    )
2. 使用物质的量或物质的量浓度时, 需指明物质的基本单元。 (    )
3. 同一物质的水溶液的质量摩尔浓度值总大于其物质的量浓度。 (    )
4. 配制  $a \text{ L } b \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的  $\text{H}_2\text{SO}_4$  溶液需质量分数为  $w$ 、密度为  $\rho$  的  $\text{H}_2\text{SO}_4$  溶液  $\frac{a \cdot b \cdot M_{\text{H}_2\text{SO}_4}}{1000\rho \cdot w} \text{ mL}$ 。 (    )
5. 同一溶液中, 所有溶质的摩尔分数之和为 1。 (    )

## 三、填空题

1. 常用的溶液的组成标度有\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_等。
2. \_\_\_\_\_中所含溶质的物质的量, 称为质量摩尔浓度。
3. 溶液的组成标度值与温度无关的有\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。
4. 某患者每天需补充  $136 \text{ mmol Na}^+$ , 若用每支 (20 mL) 含谷氨酸钠 ( $\text{NaC}_5\text{H}_8\text{NO}_4$ ,  $M_r = 169$ )  $5.75 \text{ g}$  的针剂添加于  $50 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  葡萄糖溶液中, 每天需给该患者注射\_\_\_\_\_支谷氨酸钠针剂。

## 四、计算题

1. 将  $30.0 \text{ g}$  乙醇 ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ) 溶于  $50.0 \text{ g}$  四氯化碳 ( $\text{CCl}_4$ ), 所配成溶液的密度为  $1.28 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ , 计算:
- (1) 乙醇的质量分数; (2) 乙醇的摩尔分数; (3) 乙醇的质量摩尔浓度; (4) 乙醇的物质的量浓度。
2. 生理盐水是  $\rho = 0.9\% (\text{g} \cdot \text{mL}^{-1})$  的氯化钠水溶液。问制备  $2000 \text{ g}$  生理盐水需食盐和水各多少克? (生理盐水的密度近似为  $1 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 。)
3. 每  $100 \text{ mL}$  血浆含  $\text{K}^+$  和  $\text{Cl}^-$  分别为  $20 \text{ mg}$  和  $366 \text{ mg}$ , 试计算它们的物质的量浓度, 单位用  $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

## 章节测试题答案

### 一、选择题

1. B    2. C    3. B    4. A    5. A    6. A    7. A

### 二、判断题

1.  $\times$     2.  $\checkmark$     3.  $\times$     4.  $\times$     5.  $\times$

### 三、填空题

1. 物质的量浓度; 质量摩尔浓度; 摩尔分数; 质量分数; 质量浓度
2.  $1000 \text{ g}$  溶剂
3. 质量摩尔浓度; 摩尔分数; 质量分数
4. 4

#### 四、计算题

1. 解:

$$(1) \text{ 乙醇的质量分数: } w = \frac{30.0 \text{ g}}{30.0 \text{ g} + 50.0 \text{ g}} = 0.375$$

$$(2) \text{ 乙醇的摩尔分数: } x = \frac{\frac{30.0 \text{ g}}{46.1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}}{\frac{30.0 \text{ g}}{46.1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} + \frac{50.0 \text{ g}}{154 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}} = 0.667$$

$$(3) \text{ 乙醇的质量摩尔浓度: } b = \frac{\frac{30.0 \text{ g}}{46.1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}}{\frac{50.0 \text{ g}}{1000 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}}} = 13.0 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$$

$$(4) \text{ 乙醇的物质的量浓度: } c = \frac{\frac{30.0 \text{ g}}{46.1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}}{\frac{30.0 \text{ g} + 50.0 \text{ g}}{1.28 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}}} = 0.0104 \text{ mol} \cdot \text{mL}^{-1} = 10.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

2. 解:

$$\text{需食盐 } \frac{2000 \text{ g}}{1 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}} \times 0.9\% \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1} = 18 \text{ g}$$

$$\text{需水 } 2000 \text{ g} - 18 \text{ g} = 1982 \text{ g}$$

3. 解:

K、Cl 的原子量分别为 39.1、35.5, 则  $\text{K}^+$  物质的量浓度为

$$c = \frac{20 \text{ mg}}{39.1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times \frac{1000 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}}{100 \text{ mL}} = 5.12 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$\text{Cl}^-$  物质的量浓度为

$$c = \frac{366 \text{ mg}}{35.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times \frac{1000 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}}{100 \text{ mL}} = 103.1 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$$

## 第二章 稀溶液的依数性

### 本章提要

### 第一节 溶液的蒸气压下降

#### 一、液体的蒸气压

在一定温度下将液体注入一个空的密闭容器中,液面上有一定的自由空间,液体中能量较高的分子克服分子间引力而从液体表面逃逸到自由空间去,这一过程称为蒸发。同时,逸出的蒸气分子在液面上不停运动,有部分分子撞击到液面而被吸引到液相中去,这一过程称为凝结。当凝结速率等于蒸发速率时,体系达到了动态平衡,此时液面上方具有的压强称为该液体的饱和蒸气压,简称蒸气压(vapor pressure),用符号  $p$  表示,SI 单位为 Pa 或 kPa。

液体的蒸气压与液体的本质和温度有关。一般而言,沸点越高的液体,分子间引力愈大,该液体在一定温度下的蒸气压越小;反之,较低沸点的液体其蒸气压较高。由于液体汽化是一个吸热过程,故液体的蒸气压随温度的升高而增大。

#### 二、稀溶液的蒸气压下降

在纯溶剂中加入少量难挥发的溶质,溶剂的表面被溶质或其溶剂合物占去一部分,降低了溶剂的蒸发速率,使蒸发速率小于凝结速率,蒸气分子产生凝结现象,其蒸气压会下降。

法国物理学家 F.M.Raoult 在研究难挥发性溶质的稀溶液的行为时发现,一定温度下,难挥发性非电解质稀溶液的蒸气压和纯溶剂的蒸气压存在如下关系:

$$p = p_A^* x_A$$

该公式通过一定的转换得出:

$$\Delta p = K b_B$$

式中  $K$  是只与溶剂本性有关,而与溶质本性无关的常数。Raoult 定律又可表述为:在一定温度下,难挥发非电解质稀溶液的蒸气压下降与溶质的质量摩尔浓度成正比。

### 第二节 溶液的沸点升高

#### 一、液体的沸点

液体的沸点(boiling point)是液体的蒸气压等于外界大气压时的温度。通常外压为 101.3 kPa 时的沸点为液体的正常沸点,用符号  $T_b$  表示,SI 单位为 K,常用单位为  $^{\circ}\text{C}$ 。

液体的沸点随外压而改变。外压愈大,沸点愈高;外压愈小,沸点愈低。

#### 二、溶液的沸点升高

溶液沸点升高是由溶液蒸气压下降引起的。实验表明:溶液沸点的升高与溶质的质量摩尔



浓度成正比,而与溶质的本性无关,即: $\Delta T_b = K_b b_B$ 。式中  $K_b$  为溶剂的沸点升高常数,它取决于溶剂的本性。

### 第三节 溶液的凝固点降低

#### 一、液态纯物质的凝固点

凝固点(freezing point)是指物质的固相与它的液相平衡共存时的温度,在该温度下物质的液相和固相的蒸气压相等。凝固点用符号  $T_f$  表示,SI单位为 K,常用单位为  $^{\circ}\text{C}$ 。

#### 二、溶液的凝固点降低

溶液凝固点的降低同样是由于溶液的蒸气压下降引起的。

和沸点升高一样,对于难挥发性非电解质稀溶液,凝固点降低值正比于溶液的质量摩尔浓度,而与溶质的本性无关,即: $\Delta T_f = K_f b_B$ 。式中  $K_f$  为溶剂的凝固点降低常数,它取决于溶剂的本性。

利用溶液的沸点升高与凝固点降低均能测定非电解质溶质的摩尔质量  $M_B$ 。但由于溶液的凝固点降低值大于沸点升高值,故凝固点降低法的实验误差更小。另外,凝固点降低法测定时温度较低,不易破坏样品的结构,且浓度也不会改变。因此,用凝固点降低法测定溶质的摩尔质量  $M_B$  更为常用。

非电解质溶质的摩尔质量与其凝固点降低值  $\Delta T_f$  之间存在如下关系:

$$M_B = K_f \frac{m_B}{m_A \Delta T_f}$$

### 第四节 溶液的渗透压

#### 一、渗透现象和渗透压

将蔗糖水溶液与纯水用半透膜隔开,使膜两侧液面持平,静置一段时间后,蔗糖溶液的液面不断上升,而纯水液面不断地下降,说明水分子透过半透膜从纯溶剂进入溶液中。这种溶剂透过半透膜进入溶液的自发过程称为渗透现象(osmosis)。

半透膜的存在和半透膜两侧单位体积内溶剂分子数不等是产生渗透现象的两个必要条件。渗透现象自发进行的方向总是溶剂分子从纯溶剂一方向溶液一方或从较稀溶液一方向较浓溶液一方进行。

要阻止渗透的发生必须在溶液液面上方施加一份额外的压力,这种恰好能阻止渗透现象发生而施加于溶液液面的压力称为溶液的渗透压(osmotic pressure)。渗透压的符号为  $\Pi$ ,SI单位为 Pa 或 kPa。

#### 二、溶液的渗透压与浓度及温度的关系

1886年,荷兰化学家 van't Hoff 根据大量实验数据总结得出: $\Pi V = n_B RT$ ,或  $\Pi = c_B RT$ 。式中  $\Pi$  为稀溶液的渗透压, $n_B$  为溶质的物质的量, $c_B$  为溶液的浓度, $V$  为溶液的体积, $T$  为热力学温度, $R$  为摩尔气体常数。van't Hoff 公式表明,在一定温度下,溶液的渗透压与单位体积溶液中所含不能透过半透膜的粒子数(分子数或离子数)成正比,而与溶质的本性无关。

渗透压法和凝固点降低法一样可以用来测定溶质的分子量。凝固点降低法通常用于测定小分子溶质的分子量,而渗透压法则常用于测定高分子化合物的分子量。

电解质与非电解质一样,其稀溶液也具有蒸气压下降、沸点升高、凝固点降低、渗透压这些依