

科学版学习指导系列

基础化学

学习指导

慕 慧 主编

 科学出版社
www.sciencep.com

科学版学习指导系列

基础化学学习指导

慕 慧 主编

科学出版社

2002

内 容 简 介

本书是根据普通高等院校基础化学、大学化学和无机化学教学的基本要求,由教学经验丰富的教师编写而成的。内容包括:稀溶液的通性、电解质溶液、缓冲溶液、界面现象、胶体溶液、热力学基础、化学反应速率、电极电势、原子结构、分子结构、配位化合物、滴定分析法、分光光度法等。每一章均由基本要求、内容提要、典型题解析、习题、章节自测题等5部分构成。另外,本书还设有阶段测试题和6套模拟试题。习题和试题均有参考解答。

本书可作为学习化学课程的本、专科学生学习、考试和考研的必备参考书,也可供从事相关课程教学的教师参考。

图书在版编目(CIP)数据

基础化学学习指导/慕慧主编. —北京:科学出版社,2002.9
(科学版学习指导系列)

ISBN 7-03-010559-1

I. 基… II. 慕… III. 化学-高等学校-教学参考资料 IV. O6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 050287 号

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新蕾印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2002年9月第一版 开本:720×1000 1/16

2002年9月第一次印刷 印张:19 1/4

印数:1—6 000 字数:355 000

定价:22.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈路通〉)

《基础化学学习指导》编委会

主 编 慕 慧

副 主 编 刘 海 林 关 放

参 编 者 (以姓氏笔画为序)

王 中 秋 王 丽 娟 牛 正 中 刘 海 林

关 放 许 昭 宋 建 荣 李 晓 勇

李 健 军 郑 晓 晖 杨 金 香 慕 慧

前 言

面对 21 世纪科学技术的飞速发展,以及国家对人才的要求,教学改革势在必行。课程结构、教学体系及内容方法是改革人才培养模式的具体体现,是教学改革的核心。化学课程体系同样面临着改革。怎样使学生在有限的时间内,学习更多的化学基础知识,为今后的专业学习和专业发展打下一个坚实的基础,达到厚积薄发的目的,是化学教学必须达到的要求。为此我们编写了《基础化学学习指导》一书以配合各大学基础化学、大学化学和无机化学课程教师的教学和学生的学习。其目标就是转变教育思想,改革人才培养模式,实现教学内容、课程体系、教学方法和手段的现代化,形成和建立有中国特色的高等教育教学内容和课程体系。

化学课程是我国高等院校各相关专业一门重要课程。大学的化学学习不仅给学生传授知识,为后续课程作好准备,而且为学生提供一种科学的思维方式。演算习题是学习中的重要环节,通过演算学习可考查学生对知识的理解程度和运用能力,巩固书本知识,同时还可培养学生严谨的科学思维和表达能力,对理解基本概念和灵活运用基础知识,分析和解决实际问题的能力等综合素质的提高,具有极为重要的意义。

随着教育改革的进一步深化,各学科课时普遍减少。由于学时少、内容多,学生在化学知识的学习上往往不得要领。本书综合了无机化学、分析化学、物理化学理论基础知识,由资深的教师根据多年的教学经验加以融合和提炼编写而成,以使学生在有限的时间内掌握知识要点,提高学习效率。

本书是由西安交通大学、山西长治医学院共同编写的。在编写过程中,华中科技大学李光道教授、李丽英教授、郑启芳教授给予了热情的支持与帮助,在此深表感谢。由于编者水平有限,书中难免出现错误和不妥之处,希望专家和读者不吝赐教和指正。

编 者

目 录

第一章 稀溶液的通性	1
第二章 电解质溶液	16
第三章 缓冲溶液	40
第四章 界面现象	56
第五章 胶体溶液	68
阶段测试题(一)	84
第六章 化学热力学基础	91
第七章 化学反应速率	109
第八章 电极电势	121
阶段测试题(二)	144
第九章 原子结构	153
第十章 共价键与分子间力	167
第十一章 配合物	184
阶段测试题(三)	198
第十二章 滴定分析法	204
第十三章 分光光度法	222
阶段测试题(四)	234
第十四章 生命科学中的微量元素	240
模拟试题(一)	243
模拟试题(二)	249
模拟试题(三)	257
模拟试题(四)	264
模拟试题(五)	270
模拟试题(六)	278
附 录	
附录 I 热力学数据	286
附录 II 一些有机化合物的标准摩尔燃烧热	289
附录 III 弱酸、弱碱在水中的离解常数	289

附录 IV	微溶化合物的溶度积	291
附录 V	标准电极电势	293
附录 VI	配合物的稳定常数	295

第一章 稀溶液的通性

基本要求

1. 掌握质量分数、质量浓度、物质的量分数、物质的量浓度、质量摩尔浓度等组成量度的定义、表示方法及计算。
2. 熟悉稀溶液的蒸气压下降、沸点升高、凝固点降低的原因、规律及计算。
3. 掌握溶液渗透压力的概念、计算及在医学上的意义。

内容提要

一、溶液组成量度的表示方法

溶液组成量度常用质量分数、质量浓度、物质的量分数、物质的量浓度及质量摩尔浓度表示,其中质量摩尔浓度是最重要的溶液组成量度表示方法。

二、溶液的蒸气压下降

溶液的蒸气压下降是指在同一温度下溶液的蒸气压比其纯溶剂的蒸气压低的现象。Raoult 总结出了难挥发性非电解质稀溶液的蒸气压下降与溶液质量摩尔浓度关系的经验公式,这一经验公式是处理溶液的沸点升高及凝固点降低与其质量摩尔浓度关系式的前提与基础。溶液的蒸气压下降 $\Delta p = Kb_B$ 。

三、溶液的沸点升高和凝固点降低

在一定的压力下,溶液的沸点高于其纯溶剂的沸点,而其凝固点低于其纯溶剂的凝固点的现象分别称为溶液的沸点升高及凝固点降低。溶液的沸点升高 $\Delta T_b = K_b b_B$; 溶液的凝固点降低 $\Delta T_f = K_f b_B$ 。利用溶液的沸点升高和凝固点降低可测定有关溶质的相对分子质量。

四、溶液的渗透压力

溶液的渗透压力是指为恰能阻止被半透膜隔开的溶液与纯溶剂之间渗透现象的产生而施加于溶液液面上的额外压力。溶液的渗透压力与浓度和温度的关系反映在 van't Hoff 关系式中,即 $\Pi = c_B RT \approx b_B RT$ 。通常借助测定溶液的渗透压力

可测得高分子物质的相对分子质量。

在医学上把渗透压力(或渗透浓度)等同于血浆渗透压力(或渗透浓度)的溶液称为等渗溶液;低于血浆渗透浓度的溶液称为低渗溶液;高于血浆渗透浓度的溶液称为高渗溶液。

本章着重介绍了稀溶液的一类与溶质本性无关的性质——稀溶液的依数性。在主要讨论难挥发性非电解质稀溶液的依数性的同时,简要介绍了电解质稀溶液的依数性。通过对稀溶液的依数性与溶质的本性无关,而只与其在一定溶液中的质点数目有关性质的讨论,我们可以看出,所谓稀溶液的通性有两方面的涵义:其一,凡稀溶液均具有此类性质,符合以上关系式;其二,稀溶液的这类性质之间是相互关联的,在一定温度下,当一个依数性确定后,其他几个依数性也就同时确定了。而联系这些依数性的纽带便是质量摩尔浓度。

典型题解析

[题 1] 请排出下列稀溶液的凝固点由高到低的顺序:

$$(1) c(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$(2) c\left(\frac{1}{2}\text{CaCl}_2\right) = 0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$(3) c\left(\frac{1}{3}\text{Na}_3\text{PO}_4\right) = 0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$(4) c(\text{KNO}_3) = 0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

解 (1) $c_{\text{os}}(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 1 \times 0.10 = 0.10 (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$

(2) $c_{\text{os}}\left(\frac{1}{2}\text{CaCl}_2\right) = 3 \times \frac{1}{2} \times 0.10 = 0.15 (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$

(3) $c_{\text{os}}\left(\frac{1}{3}\text{Na}_3\text{PO}_4\right) = 4 \times \frac{1}{3} \times 0.10 = 0.13 (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$

(4) $c_{\text{os}}(\text{KNO}_3) = 2 \times 0.10 = 0.20 (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$

$$\text{渗透浓度} (4) > (2) > (3) > (1)$$

$$\text{凝固点降低} (4) > (2) > (3) > (1)$$

故凝固点由高到低的顺序为(1)、(3)、(2)、(4)。

析 根据稀溶液依数性原理,稀溶液的四个依数性——溶液的蒸气压下降 Δp 、沸点升高 ΔT_b 、凝固点降低 ΔT_f 和渗透压力 Π ,都与其溶质的各种质点浓度之和即渗透浓度成正比,在本题中我们只需求出所列四种溶液的渗透浓度,并比较其大小,便可排出其凝固点降低的顺序,其相反顺序便是其凝固点由高到低的顺序,注意不可将二者搞颠倒了。

[题 2] 测得血浆的凝固点为 -0.52°C , 求血浆的渗透浓度及 37°C 时的渗透压力。

$$\text{解 } \Delta T_f = T_f^{\circ} - T_f' = 0 - (-0.52) = 0.52 \text{ K}$$

$$\text{根据 } \Delta T_f = K_f b_B$$

$$\begin{aligned} \text{得 } b_{\text{血浆}} &= \frac{\Delta T_f}{K_f} \\ &= \frac{0.52}{1.86} = 0.28 (\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}) \end{aligned}$$

因为 $c_B \approx b_B$, 故 $c_{\text{血浆}} \approx 0.28 (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$

从以上计算中可以得出, 在每千克溶剂或每升溶液中含有 0.28mol 的溶质质点。

$$\text{故 } c_{\text{os(血浆)}} = 0.28 (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$$

$$\begin{aligned} \Pi &= c_{\text{os}} RT \\ &= 0.28 \times 8.314 \times (273 + 37) \\ &= 7.2 \times 10^2 (\text{kPa}) \end{aligned}$$

故血浆的渗透浓度为 $0.28 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 其在 37°C 时的渗透压力为 $7.2 \times 10^2 \text{kPa}$ 。

析 当遇到有关血浆、泪水等人体体液的依数性计算时, 我们既不容易, 也无必要计算体液这个复杂系统中各种溶质分子和离子的依数性数值, 而只需计算这些溶质分子和离子的质点总数所产生的依数性的总效应, 即把不同溶质产生的每个粒子当作一个非电解质溶质质点来处理。在此前提下, 我们无需知道某种体液中含有多大浓度的 NaCl 或者含有多大浓度的氨基酸, 只需知道这种体液的依数性相当于多大浓度的非电解质溶液的依数性, 便可进行所有依数性的相互换算。

[题 3] 测得泪水的凝固点为 -0.52°C , 今有质量浓度为 $30.0 \text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 的葡萄糖 ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) 溶液 1000ml , 问需加入多少克 NaCl 才能与泪水等渗 (设溶液体积不变)?

$$\text{解 } \text{根据 } \Delta T_f = K_f b$$

$$\text{得 } b_{\text{泪水}} = \frac{\Delta T_f}{K_f} = \frac{0.52}{1.86} = 0.28 (\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1})$$

即, 在泪水中, 每千克水含 0.28mol 溶质质点。故泪水的渗透浓度 $c_{\text{os}} = 0.28 (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$

设需加入 $x \text{g}$ NaCl 才能与泪水等渗, 则

$$\begin{aligned} \frac{30.0}{180} + \frac{2x/58.5}{1.000} &= 0.28 \\ x &= 3.3 (\text{g}) \end{aligned}$$

故需加入 3.3g NaCl 才能与泪水等渗。

析 根据已知的泪水的凝固点数值便可计算出其溶质质点浓度,即渗透浓度;若葡萄糖溶液中加入 NaCl 后与泪水等渗,则二者渗透浓度相等,即溶质质点浓度相等。

[题 4] 测定高分子化合物的相对分子质量,最适宜的方法不是沸点升高法,而是凝固点降低法。试判断该提法是否正确。

解 错误

析 判断此类问题的正误,必须以准确的概念作为判断的依据,否则很容易落入问题所设置的陷阱之中。单纯比较这两种测定高分子物质的相对分子质量的方法,初看起来,似乎本题判断是合理的。的确,测定医学及生物样品时,凝固点降低法要优于沸点升高法,因为凝固点降低法测定灵敏度高且样品可重复使用。但较好并不等于最好。测定高分子物质的相对分子质量最适宜的方法不是凝固点降低法,而是渗透压力法。这是因为对于高分子化合物,其溶液的物质的量浓度都很低,故其凝固点降低值都很小(如 $10\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 的血红素溶液的物质的量浓度仅为 $1.50 \times 10^{-4}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$,而其凝固点降低值仅为 $2.8 \times 10^{-4}\text{℃}$),很难测定;而其渗透压力并不很低(如前例血红素溶液的渗透压力为 0.37kPa ,相当于 37mmHg),故易于测定。因此,本题的叙述是错误的。

[题 5] 两种或两种以上互不发生化学反应的等渗溶液以任意比例混合后的溶液仍然是等渗溶液。试判断该提法是否正确。

解 正确

析 所谓等渗溶液,就是指溶质质点浓度相等的溶液。对于本题条件,几种溶液既然是等渗溶液,又不相互反应,那么不管是以何种比例混合,混合后的渗透浓度都不会发生任何改变,因此,本题的叙述是正确的。

习题解答

1 在 25℃ 时,质量分数为 0.0947 的稀硫酸溶液的密度为 $1.06 \times 10^3\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$,在该温度下纯水的密度为 $997\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ 。计算 H_2SO_4 的物质的量分数、物质的量浓度和质量摩尔浓度。

解 在 1L 该硫酸溶液中

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1.06 \times 10^3 \times 0.0947 \div 98.0 = 1.02(\text{mol})$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 1.06 \times 10^3 \times (1 - 0.0947) \div 18.0 = 53.3(\text{mol})$$

根据物质的量分数的定义 $x_B = \frac{n_B}{n_A + n_B}$

$$\begin{aligned} \text{得 } x(\text{H}_2\text{SO}_4) &= \frac{n(\text{H}_2\text{SO}_4)}{n(\text{H}_2\text{O}) + n(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{1.02}{53.3 + 1.02} \\ &= 0.0188 \end{aligned}$$

根据物质的量浓度的定义 $c_B = \frac{n_B}{V}$

$$\begin{aligned} \text{得 } c(\text{H}_2\text{SO}_4) &= \frac{n(\text{H}_2\text{SO}_4)}{V} \\ &= \frac{1.02}{1.00} = 1.02(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}) \end{aligned}$$

根据质量摩尔浓度的定义 $b_B = \frac{n_B}{m_A}$

$$\begin{aligned} \text{得 } b(\text{H}_2\text{SO}_4) &= \frac{n(\text{H}_2\text{SO}_4)}{m(\text{H}_2\text{O})} \\ &= \frac{1.02}{1.06 \times 10^3 \times (1 - 0.0947) \times 10^{-3}} \\ &= 1.06(\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}) \end{aligned}$$

2 什么叫稀溶液的通性？难挥发非电解质稀溶液的蒸气压下降、沸点升高、凝固点降低与渗透压力之间有什么联系？相互间如何换算？

答 只与稀溶液的组成(溶质微粒数与溶剂微粒数的比值)有关,而与溶质的本性基本无关的一些性质,如蒸气压下降、沸点升高、凝固点降低及渗透压力等称为稀溶液的通性,亦称稀溶液的依数性。

根据 $\Delta p = Kb_B$, $\Delta T_b = K_b b_B$, $\Delta T_f = K_f b_B$ 及 $\Pi \approx b_B RT$ 可知,难挥发性非电解质稀溶液的 Δp 、 ΔT_b 、 ΔT_f 及 Π 在一定条件下,均与溶液的质量摩尔浓度成正比,它们之间均可通过上述公式互相换算。如测定某稀溶液的凝固点降低值可求得其 b 值,由此代入 $\Pi \approx b_B RT$ 可求出渗透压力 Π 。

3 20℃时水的蒸气压为 2.34kPa。若一甘油($\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$)水溶液中甘油的质量分数为 0.100,其溶液的蒸气压为多少？

解 在 1kg 该溶液中,

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 1000(1 - 0.100) = 900(\text{g})$$

$$m(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3) = 1000 \times 0.100 = 100(\text{g})$$

$$\begin{aligned} n(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3) &= \frac{m(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3)}{M(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3)} \\ &= \frac{100}{92.0} = 1.09(\text{mol}) \end{aligned}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{900}{18.0} = 50.0$$

$$\begin{aligned} \text{故 } x(\text{H}_2\text{O}) &= \frac{n(\text{H}_2\text{O})}{n(\text{H}_2\text{O}) + n(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3)} \\ &= \frac{50.0}{50.0 + 1.09} = 0.978 \end{aligned}$$

根据溶液的蒸气压 $p = p^\circ x_A$

$$\begin{aligned} \text{得 } p &= p^\circ x(\text{H}_2\text{O}) \\ &= 2.34 \times 0.978 = 2.29(\text{kPa}) \end{aligned}$$

4 乙醚的正常沸点为 34.5°C , 在 40°C 时往 100g 乙醚中至少加入多少摩尔不挥发溶质才能防止乙醚沸腾?

解 已知乙醚的 $K_b = 2.02\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}$

$$\text{又 } \Delta T_b = 40 - 34.5 = 5.5\text{K}$$

根据 $\Delta T_b = K_b b_B$

$$\begin{aligned} \text{得 } b_B &= \frac{\Delta T_b}{K_b} \\ &= \frac{5.5}{2.02} = 2.2(\text{mol}\cdot\text{kg}^{-1}) \end{aligned}$$

所以 $n_B = b_B m$ (乙醚)

$$= 2.2 \times 100 \times 10^{-3} = 0.22(\text{mol})$$

故至少应加入 0.22mol 不挥发溶质才能防止乙醚沸腾。

5 溶解某生物碱 10.0g 于 100g 水中, 测得其溶液的凝固点降低值为 0.116°C 。试计算该物质的相对分子质量。

解 根据 $\Delta T_f = K_f b_B$

$$= K_f \cdot \frac{n_B}{m(\text{H}_2\text{O})} = K_f \cdot \frac{m_B/M_B}{m(\text{H}_2\text{O})}$$

$$\begin{aligned} \text{得 } M_B &= \frac{K_f \cdot m_B}{\Delta T_f \cdot m(\text{H}_2\text{O})} \\ &= \frac{1.86 \times 10.0}{0.116 \times 100 \times 10^{-3}} = 1.60 \times 10^3(\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}) \end{aligned}$$

故该物质的相对分子质量为 1.60×10^3 。

6 请排出下列稀溶液的渗透压力由大到小的顺序:

$$(1) c(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1} \quad (2) c\left(\frac{1}{2}\text{Na}_2\text{CO}_3\right) = 0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$$

$$(3) c\left(\frac{1}{3}\text{Na}_3\text{PO}_4\right) = 0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1} \quad (4) c(\text{NaCl}) = 0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$$

解 据渗透浓度 $c_{os} = i c_B$ (其中 i 为以分子式表示的某物质 B 在溶液中的质

点数)

$$\text{得 (1) } c_{\text{os}}(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 1 \times 0.1 = 0.1 (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$$

$$(2) c_{\text{os}}\left(\frac{1}{2}\text{Na}_2\text{CO}_3\right) = \frac{3}{2} \times 0.1 = 0.15 (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$$

$$(3) c_{\text{os}}\left(\frac{1}{3}\text{Na}_3\text{PO}_4\right) = \frac{4}{3} \times 0.1 = 0.13 (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$$

$$(4) c_{\text{os}}(\text{NaCl}) = 2 \times 0.1 = 0.2 (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$$

由于渗透浓度(4) > (2) > (3) > (1),

故渗透压力(4) > (2) > (3) > (1)。

7 将 0.5g 鸡蛋白配成 1.0L 水溶液, 在 25℃ 时测得该溶液的渗透压力为 0.306kPa, 计算鸡蛋白的相对分子质量。

$$\text{解 } \rho = \frac{m_{\text{B}}}{V} = \frac{0.5}{1.0} = 0.5 (\text{g} \cdot \text{L}^{-1})$$

根据渗透压力 $\Pi = cRT$

$$\text{得 } c = \frac{\Pi}{RT} = \frac{0.306}{8.314 \times 298} = 1.24 \times 10^{-4} (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$$

$$\text{又根据 } c_{\text{B}} = \frac{\rho}{M_{\text{B}}}$$

$$\text{得 } M_{\text{B}} = \frac{\rho}{c_{\text{B}}} = \frac{0.5}{1.24 \times 10^{-4}} = 4 \times 10^3 (\text{g} \cdot \text{mol}^{-1})$$

故鸡蛋白的相对分子质量 M_r 为 4×10^3 。

8 测得泪水的凝固点为 -0.52°C , 求泪水的渗透浓度及 37°C 时的渗透压力。

$$\text{解 } \Delta T_{\text{f}} = T_{\text{f}}^{\circ} - T_{\text{f}}' = 0 - (-0.52) = 0.52^\circ\text{C} = 0.52\text{K}$$

根据 $\Delta T_{\text{f}} = K_{\text{f}} b_{\text{B}}$

$$\text{得 } b_{(\text{泪水})} = \frac{\Delta T_{\text{f}}}{K_{\text{f}}} = \frac{0.52}{1.86} = 0.28 (\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1})$$

$$c_{\text{泪水}} \approx b_{\text{B}} = 0.28 (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$$

请注意, 在以上的计算中, 是把泪水中不同溶质产生的每个粒子当作一种非电解质溶质的质点来处理的。

$$\text{故 } c_{\text{os}(\text{泪水})} = ic$$

$$= 1 \times 0.28 = 0.28 (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$$

$$\Pi \approx b_{\text{B}} RT$$

$$= 0.28 \times 8.314 \times (273 + 37)$$

$$= 7.2 \times 10^2 (\text{kPa})$$

故泪水的渗透浓度为 $0.28\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$, 其在 37°C 时的渗透压力为 $7.2\times 10^2\text{kPa}$ 。

9 测得血浆的凝固点为 -0.52°C , 今有质量浓度为 $10.0\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 的尿素 $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$ 溶液 100mL , 问需加入多少克葡萄糖 ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) 才能与血浆等渗 (设溶液体积不变)?

解 根据 $\Delta T_f = K_f b$

$$\begin{aligned} \text{得 } b &= \frac{\Delta T_f}{K_f} \\ &= \frac{0.52}{1.86} = 0.28 (\text{mol}\cdot\text{kg}^{-1}) \end{aligned}$$

设需加入 $x\text{g}$ 葡萄糖才能与血浆等渗, 则

$$\begin{aligned} \frac{10.0}{60.0} + \frac{x/180}{0.100} &= 0.28 \\ x &= 2.0 (\text{g}) \end{aligned}$$

故需加入 2.0g 葡萄糖才能与血浆等渗。

10 25°C 时, 1L 含有 10g 淀粉的水溶液的渗透压力为 0.496kPa , 求该淀粉的平均相对分子质量 \bar{M}_r 。

解 根据 $\Pi = cRT = \frac{m_B/M_B}{V}RT$

$$\begin{aligned} \text{得 } \bar{M}(\text{淀粉}) &= \frac{m(\text{淀粉})RT}{\Pi V} \\ &= \frac{10 \times 8.314 \times 298}{0.496 \times 1} \\ &= 5.0 \times 10^4 (\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}) \end{aligned}$$

故该淀粉的平均相对分子质量 \bar{M}_r 为 5.0×10^4 。

章节自测题

一、填空题

1. 将 0°C 冰块投入 -1°C 的 $1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{KCl}$ 溶液中, 冰块将_____。
(已知水的 $K_f = 1.86\text{K}\cdot\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1}$)
2. 血浆中所含小分子和小离子的质量_____胶体物质的质量, 而小分子和小离子所产生的晶体渗透压力_____胶体渗透压力。
3. $25.0\text{g}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaHCO}_3$ (相对分子质量为 84.0) 溶液的渗透浓度是_____ $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$, 它的渗透压力比血浆的渗透压力_____。将红细胞放入此溶液中, 红细胞会_____。

4. 在 100mL 溶液中含 Ca^{2+} 离子 4.0mg, 则 Ca^{2+} 离子的物质的量浓度是 _____ $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

5. 配制 $c(\text{NaOH}) = 0.10 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的溶液 500mL, 需要固体 NaOH 的质量是 _____ g。

6. 稀溶液的依数性包括 _____
_____, 它适用于 _____。

7. 产生渗透现象的必备条件为: ① _____
② _____。

二、是非题

1. 对于非电解质溶液, 其渗透浓度在数值上等于物质的量浓度。 ()
2. 两种或两种以上互不发生化学反应的等渗溶液以任意比例混合后得到的溶液仍然是等渗溶液。 ()
3. 在临床上, $50 \text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 葡萄糖溶液与 $9 \text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ NaCl 溶液都作为等渗溶液使用。如将此两溶液以任意比例混合, 则所得的混合液也必然是等渗溶液。 ()
4. 渗透浓度为 $300 \text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaCl 溶液和 $300 \text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的葡萄糖溶液, 它们的渗透压力相等, 它们的物质的量浓度也相等。 ()
5. 渗透浓度为 $280 \text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaHCO_3 溶液和 $280 \text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的葡萄糖溶液, 如果它们在 37°C 的渗透压力相等, 则其物质的量浓度也相等。 ()
6. 对于非电解质溶液, 其渗透浓度等于物质的量浓度。 ()
7. 无论其溶质是电解质还是非电解质, 凝固点降低值较小的溶液的渗透压力一定低于凝固点降低值较大的溶液。 ()
8. “氧的物质的量是 1mol” 的说法是不明确的。 ()
9. 由于苯比水易挥发, 故在相同温度下, 苯的蒸气压比水大。 ()
10. 对难挥发性溶质的稀溶液依数性(如 $\Delta T_b = K_b b_B$) 中的 b_B 应该是溶液中的溶质质点的质量摩尔浓度的总和。 ()
11. 将相同质量的葡萄糖和甘油分别溶于 1L 水中, 则两溶液的 $\Delta p_1 = \Delta p_2$, $\Delta T_{b1} = \Delta T_{b2}$, $\Pi_1 = \Pi_2$ (T 一定)。 ()
12. 纯溶剂通过半透膜向溶液渗透的压力称为渗透压力。 ()
13. 渗透浓度同为 $200 \text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaCl 溶液和葡萄糖溶液中, NaCl 溶液的渗透压力大。 ()
14. 渗透压力较高的溶液其物质的量浓度(基本单元为该物质的分子式)一定较大。 ()

15. 临床上的两个等渗溶液只有以相同的体积混合时,才能得到等渗溶液。

()

三、选择题

1. 下列方法最适用于测定蛋白质相对分子质量的是 ()

(A)蒸气压下降法 (B)沸点升高法

(C)凝固点降低法 (D)渗透压力法

2. 已知水的 $K_f = 1.86\text{K}\cdot\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1}$,测得某人血清的凝固点为 -0.56°C ,则该血清的渗透浓度为 ()

(A)301mmol·L⁻¹ (B)506mmol·L⁻¹

(C)408mmol·L⁻¹ (D)560mmol·L⁻¹

3. 已知苯的凝固点为 5.35°C , $K_f = 5.12\text{K}\cdot\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。今有 0.320g 萘溶于 40.0g 苯所得溶液的凝固点为 5.03°C ,则萘的相对分子质量为 ()

(A)90 (B)60 (C)128 (D)256

4. 已知钠的相对原子质量为 23.0, Cl 为 35.5。某患者需补充 Na^+ 50.0mmol,应输入生理盐水 ()

(A)123mL (B)1280mL (C)310mL (D)325mL

5. 50g 水中溶解 0.50g 某非电解质,该溶液的凝固点为 -0.31°C 。已知水的 $K_f = 1.86\text{K}\cdot\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1}$,则该溶质的相对分子质量为 ()

(A)30 (B)60 (C)36 (D)56

6. 在 200g 水中溶解 1.0g 非电解质及 0.488g NaCl ($M_r = 58.5$),该溶液的凝固点为 -0.31°C 。已知水的 $K_f = 1.86\text{K}\cdot\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1}$,则该溶质的相对分子质量为 ()

(A)30 (B)36 (C)60 (D)56

7. 下列符号中表示物质的量符号的是 ()

(A)mol (B) n (C)mol·L⁻¹ (D) c

8. 1000g 水中含有 50g 葡萄糖 ($M_r = 180$),这一溶液中葡萄糖的质量摩尔浓度最接近下列中的 ()

(A)0.25mol·kg⁻¹ (B)0.13mol·kg⁻¹

(C)0.75mol·kg⁻¹ (D)0.40mol·kg⁻¹

9. 非电解质稀溶液的蒸气压下降、沸点升高、凝固点降低的数值取决于 ()

(A)溶液的体积 (B)溶液的质量浓度

(C)溶液的温度 (D)溶液的质量摩尔浓度

10. 在 4 份等量的水中,分别加入相同质量的葡萄糖 ($M_r = 180$)、NaCl ($M_r =$