



卫生部“十一五”规划教材

全国高等医药教材建设研究会规划教材

全国高等学校配套教材 • 供药学类专业用

无机化学 学习指导与习题集

第2版

主 编 姜凤超

 人民卫生出版社

卫生部“十一五”规划教材
全国高等医药教材建设研究会规划教材
全国高等学校配套教材
供药学类专业用

无机化学 学习指导与习题集

第 2 版

主 编 姜凤超

编 者 (以姓氏笔画为序)

王国清 (沈阳药科大学)

毕小平 (山西医科大学)

张天蓝 (北京大学药学院)

杨 崧 (湖南中医学院)

苟宝迪 (北京大学药学院)

姜凤超 (华中科技大学同济医学院)

曹凤歧 (中国药科大学)

窦后松 (四川大学化学学院)

魏 红 (第二军医大学)

人 民 卫 生 出 版 社

· 图书在版编目(CIP)数据

无机化学学习指导与习题集/姜凤超主编. —2版.
—北京:人民卫生出版社,2007.9

ISBN 978-7-117-08994-4

I. 无… II. 姜… III. 无机化学—医学院校—
教学参考资料 IV. O61

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 106624 号

无机化学学习指导与习题集

第 2 版

主 编:姜凤超

出版发行:人民卫生出版社(中继线 010-67616688)

地 址:北京市丰台区方庄芳群园 3 区 3 号楼

邮 编:100078

网 址: <http://www.pmph.com>

E-mail: pmph@pmph.com

购书热线:010-67605754 010-65264830

印 刷:北京人卫印刷厂

经 销:新华书店

开 本:787×1092 1/16 印张:17

字 数:389 千字

版 次:2004 年 3 月第 1 版 2007 年 9 月第 2 版第 6 次印刷

标准书号:ISBN 978-7-117-08994-4/R·8995

定 价:24.00 元

版权所有,侵权必究,打击盗版举报电话:010-87613394

(凡属印装质量问题请与本社销售部联系退换)

第2版前言

本书作为卫生部规划教材供药学类专业用《无机化学》(第5版)的配套教材,目的仍然是为培养和提高学生能力,帮助学生更好的学习无机化学课程。编写中仍然遵循为原教材服务,力争做到教师好教、学生易学的基本原则。

本书在保留上版《无机化学学习指导》优势的基础上修订完成,仍然保持了原来的基本要求、学习要点、习题解答和补充习题四大部分。此外,在补充习题中,除继续保留选择题(单项选择和多项选择)、填空题、判断题、简答题和计算题等题型外,考虑到对学生外语水平要求的提高,增加了部分英文习题。并且书中供读者试做的综合练习的题量也大大增加,综合练习的题目是由各位编者从所在学校最近几年的《无机化学》考试试题中直接抽调出来的,更有利于读者掌握无机化学的基本要求和具体内容。

感谢各位读者所提出的宝贵意见,大家的建议将更有利于指导我们的编写和修订工作。鉴于编者的水平和时间的缘故,难免仍然会有不尽人意之处,敬请各位读者不吝赐教。

编 者

2007年7月

第1版前言

教育改革的关键是转变教育思想、改革人才培养模式,实现教学内容、课程体系、教学方法和教学手段的现代化。然而培养学生创新能力和逻辑思维能力的关键步骤之一是对所学知识的应用和实践,通过习题的演练,既可以考察对知识的理解和运用又可达到培养学生各种能力的目的。

作为卫生部规划教材药学类《无机化学》第四版辅助、参考教材,本书主要是依据药学类本科“无机化学教学大纲”的基本要求,本着培养学生的思维方法和创新能力,既传授知识又开发智力,既统一要求又发展个性的目的,为帮助学生更好地学习无机化学课程而编写的。在编写过程中,力争为原教材服务,做到教师易教,学生易学。

1. 本书是针对药学专业学生使用,各章节编排顺序与卫生部规划教材《无机化学》第四版相同,并在书后专门附了几套习题,供读者选择试做。

2. 本书紧密联系药学实际,充分体现药学特征,从有利于教师教及学生自学的角度出发,从药学、医学发展的角度考虑,在内容、习题的选择上重点突出,难易恰当合适,紧密结合实际,适用性强。

3. 本书每章由四个部分组成

(1) 基本要求 依据大纲针对每一章节内容提出的具体要求。

(2) 学习要点 根据大纲要求,简明扼要地阐明本章基本内容要点、重点难点及易混淆、疏漏之处,并适当拓宽、增加了部分需提高的内容,整个部分清晰实用,力求使读者一目了然,起到提纲挈领的作用。

(3) 习题解答 《无机化学》第四版的习题的完整解答,特别注意提出解题思路,培养学生科学的思维方法,强化解题能力。

(4) 补充习题 分别为选择题、填空题、判断题、简答题、计算题等类型,根据每章具体情况题型有一定的调整,化学方程式配平题统一归在简答题中。所选习题具有典型性、代表性、趣味性、实用性和普适性,力求帮助读者真正掌握无机化学的特点和研究方法,在科学思维方式上有所突破,真正做到既有丰富的想象力,善于进行发散性思维,对同一问题寻找不同的解法,又善于进行收敛性思维,作出最优化的选择。

4. 简明扼要,重点突出,本书不仅对于学生的日常学习有帮助指导作用,也对报考研究生有较好的参考作用。

本书除可以作为卫生部规划教材《无机化学》第四版的配套教学参考书外,也

可以作为高等院校化学、药学、医学及检验等相关专业学生的学习参考。

参加本书编写工作的是卫生部规划教材《无机化学》第四版的全体编写人员，也是长期工作在教学第一线的骨干教师。本书由华中科技大学同济医学院姜凤超、北京大学药学院许善锦任主编，中国药科大学曹凤歧（第八章）、四川大学化学学院窦后松（第四、五章）、浙江大学药学院蒋惠娣（第一、六章）、沈阳药科大学李惠芝（第二、三章）、第二军医大学药学院魏红（第十二、十三章）、北京大学药学院许善锦（第九章）、张天蓝（第十章）、湖南中医学院杨崧（第七章）、华中科技大学同济医学院姜凤超（第十一章）参加编写。全书由姜凤超负责通稿、修改和定稿。感谢上述各校和卫生出版社有关领导在成书过程中给予的大力支持和帮助。

由于编者水平有限和时间仓促，难免有错误和疏漏，敬请各位同仁和读者不吝赐教。

编 者

2004年3月

目 录

第一章 溶液.....	1
第二章 化学反应的方向	13
第三章 化学反应速率	26
第四章 化学平衡	43
第五章 酸碱平衡与沉淀-溶解平衡.....	54
第六章 氧化还原	75
第七章 原子结构	93
第八章 分子结构.....	108
第九章 配位化合物.....	124
第十章 s 区元素	137
第十一章 d 区、ds 区和 f 区元素	146
第十二章 p 区元素	169
综合练习题.....	197

第一章 溶 液

〔基本要求〕

1. 掌握溶液浓度的表示方法,能够熟练进行不同浓度表示方法之间的换算。
2. 了解稀溶液依数性的含义及在医学、药学中的应用;掌握稀溶液依数性与溶液浓度的关系;掌握利用稀溶液依数性求溶质的摩尔质量的方法。
3. 了解电解质溶液偏离依数性规律的原因;掌握离子强度、活度系数、活度的计算和应用。

〔学习要点〕

一、常用溶液浓度的表示方法

名 称	定 义	数学表达式	单 位
质量浓度	溶质 B 的质量 (m_B) 除以溶液的体积 (V)	$\rho_B = \frac{m_B}{V}$	$\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 或 $\text{g} \cdot \text{ml}^{-1}$
质量分数	溶质 B 的质量 (m_B) 与溶液的总质量 (m) 之比	$w_B = \frac{m_B}{m} = \frac{m_B}{m_A + m_B}$	
物质的量浓度 (简称浓度)	溶质 B 的物质的量 (n_B) 除以溶液的体积 (V)	$c_B = \frac{n_B}{V}$	常用 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 或 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$
质量摩尔浓度	溶质 B 的物质的量 (n_B) 除以溶剂的质量 (m_A)	$b_B = \frac{n_B}{m_A}$	$\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$
摩尔分数	溶质 B 的物质的量 (n_B) 与溶液总的物质的量 ($\sum n_i$) 之比	$x_B = \frac{n_B}{n_A + n_B} = \frac{n_B}{\sum n_i}$	

二、稀溶液的依数性

难挥发性非电解质稀溶液的某些性质(如蒸气压下降、沸点升高、凝固点降低、渗透压)与溶质的本性无关,仅取决于溶液的浓度,即与溶液中所含溶质粒子的数目有关,故称这些性质为稀溶液的依数性,又称为稀溶液定律。

1. 溶液的蒸气压下降 在一定温度下,难挥发非电解质稀溶液的蒸气压下降(Δp),近似地与溶液的质量摩尔浓度成正比(拉乌尔定律)。

$$\Delta p \approx K b_B$$

2. 溶液的沸点升高 难挥发非电解质稀溶液的沸点升高(ΔT_b)与溶液的质量摩尔浓度成正比。

$$\Delta T_b = T_b - T_b^\ominus = K_b b_B$$

K_b 为溶剂的摩尔沸点升高常数(单位 $K \cdot kg \cdot mol^{-1}$),相当于溶质的浓度 $b_B = 1 mol \cdot kg^{-1}$ 时所引起的溶液的沸点升高的度数。该常数只与溶剂的本性有关。

3. 溶液的凝固点降低 非电解质稀溶液的凝固点降低与溶液的质量摩尔浓度成正比。

$$\Delta T_f = T_f^\ominus - T_f = K_f b_B$$

K_f 为溶剂的摩尔凝固点降低常数。

4. 溶液的渗透压 由于渗透作用而产生的静压力,称为该溶液的渗透压(Π ,单位 kPa)。在数值上等于为刚好阻止渗透作用所需加给溶液的额外压力。对于非电解质的稀溶液:

$$\Pi = cRT \text{ 或 } \Pi = b_B RT$$

在这四项性质中,溶液的蒸气压下降是溶液的沸点升高及凝固点降低的根本原因。

稀溶液的四项性质只与溶液的浓度有关,而与溶质的性质无关,因此,称为稀溶液的依数性。可以利用这四项性质来测定未知物质的分子量。

稀溶液的依数性的四个公式,只适用于难挥发非电解质的稀溶液。对于易挥发的溶质、电解质溶液以及非电解质的浓溶液等,也会导致蒸气压下降、沸点升高、凝固点降低和渗透压的产生,但数值上不符合稀溶液依数性公式的计算结果。

沸点升高、凝固点降低和渗透压等性质的起因均与溶液的蒸气压下降有关,它们之间可以通过浓度联系起来:

$$b_B = \frac{\Delta p}{K} = \frac{\Delta T_b}{K_b} = \frac{\Delta T_f}{K_f} = \frac{\Pi}{RT}$$

三、电解质溶液

1. 电解质溶液的依数性 电解质溶液由于溶质发生电离,使溶液中溶质粒子数增加,计算时应考虑其电离因素,否则会使计算得到的 Δp 、 ΔT_b 、 ΔT_f 、 Π 值比实验测得值小;另一方面,电解质溶液由于离子间的静电引力比非电解质之间的作用力大得多,因此用离子浓度来计算强电解质溶液的 Δp 、 ΔT_b 、 ΔT_f 、 Π 时,其计算结果与实际值偏离较大,应该用活度代替浓度进行计算。

2. 活度和活度系数

电解质溶液中,实际上可起作用的离子浓度称为有效浓度,也称活度。活度 a 与实际浓度 b_B (或 c_B) 的关系为:

$$a_B = \gamma_B(b_B/b^\ominus) \text{ 或 } a_B = \gamma_B(c_B/c^\ominus)$$

γ_B 称作活度因子(activity factor)。

3. 离子强度与活度因子 电解质溶液中离子之间的相互作用受离子的浓度与电

荷的影响,这种影响可用离子强度(I)表示。离子强度的定义为

$$I = \frac{1}{2}(b_1 z_1^2 + b_2 z_2^2 + \cdots + b_n z_n^2) = \frac{1}{2} \sum_B b_B z_B^2$$

I 为离子强度,单位 $\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$; b_B 是 B 种离子的质量摩尔浓度,单位 $\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$; Z_B 是溶液中 B 种离子的电荷数。近似计算时,可用 c_B 代替 b_B ,此时,离子强度的计算公式为:

$$I = \frac{1}{2} \sum c_B Z_B^2$$

这里, I 的单位为 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

对于离子强度较小的溶液, γ_B 与离子强度间的关系可用德拜-休克尔 (Debye-Hückle) 公式表示: $\lg \gamma_B = -AZ_B^2 \sqrt{I}$

对于离子强度较高的溶液, Debye-Hückle 公式可修正为:

$$\lg \gamma_B = -AZ_B^2 \frac{\sqrt{I}}{1 + \sqrt{I}}$$

[习题解答]

1. 计算下列常用试剂的物质的量浓度 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 及摩尔分数。

(1) 质量分数为 37%, 密度 d 为 $1.19 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 的浓盐酸。

(2) 质量分数为 28%, 密度 d 为 $0.90 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 的浓氨水。

解: (1) HCl 的摩尔质量为 $36.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 物质的量浓度为:

$$c_{\text{HCl}} = \frac{n_{\text{HCl}}}{V_{\text{溶液}}} = \frac{w_{\text{HCl}} \cdot d}{M_{\text{HCl}}} \times 1000 = \frac{37\% \times 1.19}{36.5} \times 1000 = 12 (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$$

设溶液的总重量为 100g,

$$\text{则, 摩尔分数为: } x_{\text{HCl}} = \frac{n_{\text{HCl}}}{n_{\text{HCl}} + n_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{37/36.5}{37/36.5 + (100 - 37)/18} = 0.22$$

(2) 氨水的摩尔质量为 $17 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。同理, 该氨水的物质的量浓度和摩尔分数分别为:

$$c_{\text{NH}_3} = \frac{n_{\text{NH}_3}}{V_{\text{溶液}}} = \frac{w_{\text{NH}_3} \cdot d}{M_{\text{NH}_3}} \times 1000 = \frac{28\% \times 0.90}{17} \times 1000 = 15 (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$$

$$x_{\text{NH}_3} = \frac{n_{\text{NH}_3}}{n_{\text{NH}_3} + n_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{28/17}{28/17 + (100 - 28)/18} = 0.29$$

答: 浓盐酸的物质的量浓度为 $12 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 摩尔分数为 0.22; 浓氨水的物质的量浓度为 $15 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 摩尔分数为 0.29。

2. 浓度均为 $0.01 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ 的蔗糖、葡萄糖、HAc、NaCl、BaCl₂ 其水溶液的凝固点哪一个最高, 哪一个最低?

解: NaCl、BaCl₂ 是强电解质, HAc 是弱电解质, 蔗糖、葡萄糖是非电解质。同浓度的化合物, 其质点数大小依次为: BaCl₂ > NaCl > HAc > 葡萄糖 = 蔗糖。根据依数性原则, 沸点最高的是 BaCl₂ 水溶液, 沸点最低的是蔗糖和葡萄糖水溶液。

3. 为了防止水在仪器内结冰,可以加入甘油以降低其凝固点,如需冰点降至 271K,则在 100 克水中应加入甘油多少克?(甘油分子式为 $C_3H_8O_3$,水的 $K_f = 1.86$)

解:甘油 $C_3H_8O_3$ 的摩尔质量为 $92.0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

根据 $\Delta T_f = K_f \times b_{\text{甘油}}$

$$b_{\text{甘油}} = \frac{\Delta T_f}{K_f} = \frac{273 - 271}{1.86} = 1.075 (\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1})$$

在 100 克水中应加入甘油的质量为: $1.075 \times 92 \times 100/1000 = 9.9 \text{ g}$

答:欲使冰点降至 271K,则应向 100 克水中加入 9.9 克甘油。

4. 相同质量的葡萄糖和甘油分别溶于 100 克水中,试比较所得溶液的凝固点、沸点和渗透压。

解:二者均为非电解质,葡萄糖($C_6H_{12}O_6$)的摩尔质量大于甘油($C_3H_8O_3$)的摩尔质量。因此,相同质量的葡萄糖和甘油溶于相同质量水中时,葡萄糖水溶液的质量摩尔浓度小于甘油水溶液的质量摩尔浓度。

稀溶液的凝固点降低、沸点升高及渗透压这三项依数性近似地与溶液的质量摩尔浓度成正比。因此,葡萄糖溶液的凝固点降低、沸点升高以及渗透压均低于甘油溶液。所以,凝固点:葡萄糖溶液 > 甘油溶液;沸点:葡萄糖溶液 < 甘油溶液;渗透压:葡萄糖溶液 < 甘油溶液。

5. 四氢呋喃(C_4H_8O)曾被建议用做防冻剂,往同样量的水中应该加多少克四氢呋喃才能使水的凝固点下降值与加 1g 乙二醇($C_2H_6O_2$)作用相当?

解:要使冰点下降值相当,则两种化合物的物质的量必须相同。

四氢呋喃 C_4H_8O 摩尔质量为 $72 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

乙二醇 $C_2H_6O_2$ 摩尔质量为 $62 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

设需四氢呋喃为 m 克,则:

$$\frac{1}{62} = \frac{m}{72} \quad \text{解, } m = 1.16 \text{ g}$$

答:向水中加入 1.16 克四氢呋喃才能使其凝固点下降值与加 1g 乙二醇的相当。

6. 尼古丁的实验式为 C_5H_7N ,今有 0.60g 尼古丁溶于 12.0g 水中,所得溶液在 101.3kPa 压力下的沸点是 373.16K,求尼古丁的分子式。

解: $\because \Delta T_b = K_b \cdot b_B$

$$\therefore b_B = \frac{\Delta T_b}{K_b} = \frac{373.16 - 373}{0.52} = 0.31 (\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1})$$

$$b_B = \frac{0.60}{M_B} \times \frac{1000}{12} \quad (M_B \text{ 为尼古丁的摩尔质量})$$

$$\text{则: } M_B = \frac{0.60 \times 1000}{12 \times 0.31} = 161.3 (\text{g} \cdot \text{mol}^{-1})$$

尼古丁实验式 C_5H_7N 的式量为 81,分子量与式量之比为:

$$\frac{161.3}{81} \approx 2$$

答:尼古丁的分子式为 $C_{10}H_{14}N_2$ 。

7. 病人输液时要求输入的液体和血液渗透压相等(即等渗液)。临床上用的葡萄

糖等渗液的凝固点降低为 0.543K 。试求此葡萄糖溶液的质量分数和血液的渗透压(水的 $K_f = 1.86\text{K}\cdot\text{Kg}\cdot\text{mol}^{-1}$, 葡萄糖的摩尔质量为 $180\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$, 血液的温度为 310K)。

解: 先求此葡萄糖溶液的质量分数。

根据 $\Delta T_f = K_f \cdot b_B$

$$\therefore b_B = \frac{\Delta T_f}{K_f} = \frac{0.543}{1.86} = 0.3(\text{mol}\cdot\text{kg}^{-1})$$

$$\text{则: } w_B = \frac{0.3 \times 180}{0.3 \times 180 + 1000} \times 100\% = 5\%$$

求血液的渗透压。

根据 $\Pi = b_B RT$

$$\text{则: } \Pi = 0.3 \times 8.314 \times 310 = 773(\text{kPa})$$

答: 此葡萄糖溶液的质量分数为 5% , 血液的渗透压为 773kPa 。

8. 孕酮是一种雌性激素, 经分析得知其中含 $9.5\%\text{H}$, $10.2\%\text{O}$ 和 $80.3\%\text{C}$ 。今有 1.50g 孕酮试样溶于 10.0g 苯, 所得溶液的凝固点为 276.06K , 求孕酮的分子式。

解: 先求孕酮的摩尔质量。

根据拉乌尔定律 $\Delta T_f = K_f \cdot b_B$

$$\text{得 } b_B = \frac{\Delta T_f}{K_f} = \frac{278.5 - 276.30}{5.1} = 0.431(\text{mol}\cdot\text{kg}^{-1})$$

$$\text{由 } \frac{1.5/M_{\text{孕酮}}}{10 \times 10^{-3}} = 0.431(\text{mol}\cdot\text{kg}^{-1})$$

孕酮的摩尔质量 $M = 348\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$

则: H 原子数为 $(348 \times 9.5\%) / 1 \approx 33$

O 原子数为 $(348 \times 10.2\%) / 16 \approx 2$

C 原子数为 $(348 \times 80.3\%) / 12 \approx 23$

答: 孕酮的分子式为 $\text{C}_{23}\text{H}_{33}\text{O}_2$ 。

9. 1.0 升溶液中含 5.0g 牛的血红素, 在 298K 时测得溶液的渗透压为 0.182kPa , 求牛的血红素的摩尔质量。

解: 根据 $\Pi = cRT$

$$\text{则: } c = \frac{\Pi}{RT} = \frac{0.182}{8.314 \times 298} = 7.35 \times 10^{-5}(\text{mol}\cdot\text{L}^{-1})$$

因此, 牛的血红素的摩尔质量为:

$$\frac{5.0}{7.35 \times 10^{-5}} = 6.80 \times 10^4(\text{g}\cdot\text{mol}^{-1})$$

答: 牛的血红素的摩尔质量为 $6.80 \times 10^4(\text{g}\cdot\text{mol}^{-1})$ 。

10. $0.10\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 Na_2SO_4 溶液与 $0.20\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 KNO_3 溶液等体积混合后, 求溶液的离子强度为多少?

解: 混合后: $c_{\text{Na}^+} = 0.10\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ $c_{\text{SO}_4^{2-}} = 0.050\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$

$c_{\text{K}^+} = 0.10\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ $c_{\text{NO}_3^-} = 0.10\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$

根据

$$I = \frac{1}{2} \sum c_i Z_i^2$$

得

$$I = \frac{1}{2} [0.10 \times 1^2 + 0.05 \times (-2)^2 + 0.10 \times 1^2 + 0.10 \times (-1)^2] = 0.25 (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$$

答: 该溶液的离子强度为 $0.25 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

[补充习题]

一、选 择 题

(一) 单选题

- 下列符号表示稀溶液依数性的是:
 - $\Delta p, \Delta T_b, \Delta T_f, \Delta \Pi$
 - p, T_b, T_f, Π
 - $\Delta p, \Delta T_b, \Delta T_f, \Pi$
 - $p, \Delta T_b, \Delta T_f, \Pi$
- 相同质量摩尔浓度的乙二醇、NaCl、氨水、CaCl₂ 的水溶液中, 其沸点最高的溶液是:
 - 乙二醇
 - NaCl
 - 氨水
 - CaCl₂
- 稀溶液依数性的本质是:
 - 蒸气压下降
 - 沸点升高
 - 凝固点降低
 - 渗透压
- 质量相同的下列物质作为防冻剂, 其防冻效果最好的是:
 - 乙醇
 - 甘油
 - 葡萄糖
 - 蔗糖
- 下列溶液中, 其蒸气压最高的溶液是:
 - $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HCl}$
 - $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HCl}$
 - $0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HCl}$
 - $0.02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HCl}$
- 下列各对溶液中, 属于生理等渗溶液的是:
 - $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaCl}$ 与 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HCl}$
 - $0.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaCl}$ 与 $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{H}_2\text{SO}_4$
 - $0.9\% (\text{g} \cdot \text{ml}^{-1})$ $0.9\% (\text{g} \cdot \text{ml}^{-1}) \text{NaCl}$ 与 $0.9\% (\text{g} \cdot \text{ml}^{-1}) \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$
 - $0.9\% (\text{g} \cdot \text{ml}^{-1}) \text{NaCl}$ 与 $5\% (\text{g} \cdot \text{ml}^{-1}) \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$
- 30.0 g 乙醇溶于 50.0 g 四氯化碳, 配成的溶液密度 $d = 1.28 (\text{g} \cdot \text{cm}^{-3})$ 。则下列结果正确的是:
 - 乙醇的质量分数是 60%
 - 乙醇的质量分数是 37.5%
 - 乙醇的摩尔分数是 0.6
 - 乙醇的摩尔分数是 0.375
- 关于溶剂的沸点升高常数, 下列说法正确的是:
 - 与溶质的性质有关;
 - 只与溶剂的性质有关;
 - 只与溶质的浓度有关;
 - 是溶质的质量摩尔浓度为 $1 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ 时的实验值。
- 土壤中 NaCl 含量偏高时植物难以生存, 这与下列稀溶液的性质有关:
 - 蒸气压下降
 - 沸点升高
 - 凝固点降低
 - 渗透压
- $0.1 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ 下列溶液, 离子强度最大的是:

A. K_2SO_4 B. $ZnSO_4$ C. K_3PO_4 D. $NaAc$

(二) 多选题

11. 下列各对溶液中,属于等渗溶液的是:

A. $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaCl}$ 与 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HCl}$ B. $0.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaCl}$ 与 $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{H}_2\text{SO}_4$ C. $0.9\% (\text{g} \cdot \text{ml}^{-1}) \text{NaCl}$ 与 $0.5\% (\text{g} \cdot \text{ml}^{-1}) \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ D. $0.9\% (\text{g} \cdot \text{ml}^{-1}) \text{NaCl}$ 与 $5\% (\text{g} \cdot \text{ml}^{-1}) \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 12. 30.0g 乙醇溶于 50.0g 四氯化碳,配成的溶液密度 $d = 1.28 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。则下列结果正确的是:A. 乙醇的物质的量浓度是 $10.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ B. 溶液的质量是 80g C. 乙醇的摩尔分数是 0.6 D. 乙醇的摩尔分数是 0.375 13. 16.0g 碘溶于 100g 乙醇,配成的溶液密度 $d = 0.889 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。则下列结果正确的是:A. 溶液的质量为 116g B. 溶液的体积为 0.130L

C. 碘的摩尔分数小于碘的质量分数

D. 碘的质量分数为 0.16

二、填空题

1. 从净结果看,渗透现象总是由_____渗透。

2. 产生渗透的基本条件是:_____和_____。

3. 海水与纯水相比,结冰温度低的是_____。其温度改变值可用_____关系式表示。

4. 实验测得人体血浆的凝固点下降是 0.56K ,则血浆在 310K 时的渗透压为_____。(已知水的 $K_f = 1.86 \text{ K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$)5. $0.90 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaCl 溶液为_____渗溶液,若直接注射此溶液时,会引起_____现象。

三、判断题(正确的请打“√”,错误的请打“×”并予以改正)

1. 298K 时, $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 HCl 水溶液的表观电离度为 92% ,所以 HCl 不是强电解质。2. $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HAc}$ 水溶液与 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HCl}$ 水溶液的沸点相等。

3. 凡是浓度相等的溶液都是等渗溶液。

4. 任何两种溶液用半透膜隔开,都有渗透现象发生。

5. 物质的溶解过程是一个物理过程。

6. 溶液的沸点是指溶液沸腾温度不变时的温度。

7. 一般来说,溶液中离子浓度越大,活度系数越小。

四、简答题

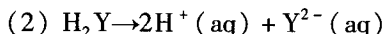
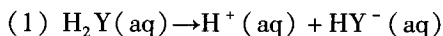
1. 把一块冰放在 273K 的水中,另一块冰放在 273K 的盐水中,各有什么现象?

2. 在一密闭钟罩中,放有一杯纯水和一杯糖水,水能否全部转移到蔗糖溶液中去?

为什么? (如果钟罩内放有多杯不同浓度的糖水,结果如何?)

3. 在山顶打开军用水壶时,为什么壶里的水会冒气泡?

4. 某种酸(H_2Y),其 $0.01 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ 水溶液的凝固点为 -0.038°C ,问这种酸按下列哪种方式电离?



5. 什么是稀溶液的依数性? 试用分子运动论说明分子几种依数性。

6. 回答下列问题:

(1) 提高水的沸点可采取什么方法?

(2) 为什么海水鱼不能生活在淡水中?

(3) 为什么浮在海面上的冰山其中含盐极少?

7. You need about 170 ml of 0.10 M NaOH for an experiment. The concentration of this solution has to be fairly exact. Describe how to prepare the solution.

8. Explain why a mixture of antifreeze and water, instead of pure water, is typically placed in an automobile's radiator.

五、计 算 题

1. 人体眼液的渗透压在 310K 时约为 770kPa。市售的某种眼药水由: 5.00g ZnSO_4 、17.00g H_3BO_3 (硼酸)、0.20g 盐酸小檗碱和 0.008g 盐酸普鲁卡因溶于水并稀释至 1000ml 配制而成。若设 ZnSO_4 完全电离, 硼酸是一元弱酸几乎不电离, 小檗碱和普鲁卡因含量少忽略不计, 计算 310K 时: (1) 不考虑活度时, 该眼药水的渗透压是多少? (2) 考虑活度时, 该眼药水的渗透压是多少? 比较两种计算结果。

2. 现有 K_2HPO_4 溶液, 它的体积是 400cm^3 , 含有 5.368g $\text{K}_2\text{HPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, 计算这种溶液 K_2HPO_4 的物质的量浓度。

3. 血红素 1.0g 溶于适量水中, 配成 100cm^3 溶液。此溶液的渗透压为 0.366kPa (293K 时)。计算: (1) 溶液的物质的量浓度; (2) 血红素的分子量。

4. 消毒用过氧化氢水溶液, 密度 $1.0 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, 过氧化氢的质量分数为 3.0%, 求该溶液过氧化氢的质量摩尔浓度, 物质的量浓度和摩尔分数。

5. Calculate the number of grams of solute present in each of these solutions. Show your reasoning clearly.

(a) 350ml of 0.105M $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

(b) 50ml of 1.0M $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

(c) 0.3L of 1.70M KCl

6. Calculate the molar concentration of solute present in each of these solutions. Show your reasoning clearly.

(a) 120ml containing 4.5 g of NaCl

(b) 0.25L containing 1.3 g of NH_4Cl

(c) 1.3L containing 1.85 g of AgNO_3

7. (a) 5.405g glucose, $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, is dissolved in enough water to make 1.000L of

solution at 20°C . What is the molarity of glucose in this solution? Show your reasoning clearly.

(b) How many milliliters of the solution prepared in part (a) will you need in order to obtain 0.950mmol of glucose at 20°C ? Show your reasoning and work clearly and completely.

8. Normal saline, a solution given by intravenous injection, is a 0.90% (mass to volume %) sodium chloride solution. How many grams of sodium chloride are required to make $250.\text{ml}$ of normal saline solution?

What is the molarity of this solution? The density of this solution is the same as water, $1.00\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$. Show your reasoning clearly.

9. One of the ionic compounds in sports drinks is potassium dihydrogen phosphate, KH_2PO_4 . The label on one of these drinks tells us that 240ml of the solution contains 30mg of potassium. KH_2PO_4 is the only ingredient in the solution that can provide this potassium. How many grams of KH_2PO_4 are dissolved in 240ml of the solution? What is the molarity of the KH_2PO_4 in this solution? Clearly show and explain all the work you do to solve this problem.

10. Which solution will have the lowest freezing point? Explain your answer.

(1) $1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaCl}$

(2) $1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{CaBr}_2$

(3) $1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{Al}(\text{NO}_3)_3$

11. Which aqueous solution has the largest ΔT_f ? Explain your reasoning.

(1) 1.5m solution of glucose, $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$

(2) 1.5m solution of sodium chloride

(3) 1.5m solution of magnesium chloride

12. What is the freezing point of a solution made by dissolving 5.00g of sucrose, $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$, in 100.0g of water?

13. A solution is made by mixing 10.00g of n-decane, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{CH}_3$, with 100.00g of benzene.

(a) What is the molality of this solution?

(b) Calculate the freezing point depression, ΔT_f , for this solution.

(c) What is the freezing point of this mixture?

14. (a) An aqueous solution of 1.0m sodium chloride is predicted to have a freezing point of -3.72°C . Explain why?

(b) However, the actual freezing point is -3.53°C . Why is the experimental freezing point lowering less than the predicted value?

15. Both glucose solutions and physiological saline solutions $[\text{NaCl}(\text{aq})]$ are given to patients through intravenous injections. The average osmotic pressure of blood serum is 780kPa , 25°C . To prevent osmosis through the semipermeable membrane of a red blood cell, the glucose solution or physiological saline solution given must have the same osmotic

pressure as blood serum. (We say that these solutions are isotonic with blood serum.) Calculate the concentration of glucose solution and saline solution that are isotonic with blood serum.

16. Suppose you dissolve 0.150g of a newly isolated protein in 25.0ml of water. The solution has an osmotic pressure of 0.347kPa atm at 277K. What is the molar mass of this protein?

[补充习题参考答案]

一、选 择 题

(一) 单选题

1. C 2. D 3. A 4. A 5. D 6. D 7. B 8. B 9. D 10. C

(二) 多选题

11. ABD 12. AB 13. ABC

二、填 空 题

1. 从溶剂至溶液或从稀溶液至浓溶液
2. 存在半透膜;膜两侧存在浓度差
3. 海水 ; $\Delta T_f = K_f b_B$
4. 776kPa
5. 低; 细胞或及组织细胞破裂(或溶血)

三、判断题(正确的请打“√”,错误的请打“×”并改正)

1. × 2. × 3. × 4. × 5. × 6. × 7. √

四、简 答 题

1~7. 略

8. 答: 溶液的凝固点比纯溶剂水的冰点低。

五、计 算 题

1. 解:

(1) 不考虑活度时, 溶液中各种质点浓度:

$$c_{\text{Zn}^{2+}} = c_{\text{SO}_4^{2-}} = \frac{5.00}{65.4 + 32 + 16 \times 4} = 0.0310 (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$$

$$c_{\text{H}_3\text{BO}_3} = \frac{17.00}{3 + 11 + 64} = 0.218 (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$$

质点总浓度 = $0.0310 \times 2 + 0.218 = 0.280 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 忽略盐酸小檗碱和盐酸普鲁卡因的影响, 则该眼药水的渗透压为:

$$\Pi = cRT = 0.280 \times 8.314 \times 310 = 721.7 (\text{kPa})$$