

全国高等医药院校规划配套教材

医用基础化学

学习与测试

YIYONG JICHU HUAXUE XUEXI YU CESHI

主编 刘永民 张荣丽



第二军医大学出版社
Second Military Medical University Press

全国高等医药院校规划配套教材

医用基础化学学习与测试

(供临床、麻醉、影像、急救、口腔、检验、预防、药学、生物科学、护理等专业用)

主 编 刘永民 张荣丽

副主编 温相如 路秋丽 温儒宝 陈栋勤

编 委 (按姓氏笔画为序)

于素华 扬州大学

王 静 徐州医学院

吕晓萌 江苏大学

刘永民 徐州医学院

李银保 赣南医学院

杨俊松 蚌埠医学院

张荣丽 徐州医学院

陈建华 南通大学

陈栋勤 徐州医学院

罗 杰 徐州医学院

赵丽艳 河北北方学院

贺艳斌 长治医学院

温相如 徐州医学院

温儒宝 徐州医学院

路秋丽 徐州医学院



第二军医大学出版社
Second Military Medical University Press

内 容 提 要

本书根据医学、生命科学及相关专业的本科生培养目标和要求进行编写,是必须掌握的基础化学的基本理论、基本知识和应试题目,编写时注重基础化学与医学、药学的结合。全书分上下两篇,上篇共13章,包括:稀溶液的依数性、电解质溶液和离子平衡、缓冲溶液、胶体溶液、化学热力学、化学动力学、电极电位、原子结构、分子结构、配位化合物、滴定分析法、紫外-可见吸收光谱法和元素与健康。具体内容包括学习要点、学习指南、例题解析、练习题和参考答案。下篇是15份模拟试卷及其解答,目的在于强化知识,提高能力和成绩。

本书可供高等医学院校的临床医学、急救医学、临床药学、药学、麻醉学、影像学、检验、预防、口腔、全科医学、生物科学、护理等专业作为基础化学的配套教材,亦可作为教师教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

医用基础化学学习与测试/刘永民,张荣丽主

编. —上海:第二军医大学出版社,2014.10

ISBN 978-7-5481-0944-0

I. ①医… II. ①刘… ②张… III. ①医用化学—医学院校—教学参考资料 IV. ①R313

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第208840号

出 版 人 陆小新

责任编辑 画 恒 高 标

医用基础化学学习与测试

刘永民 张荣丽 主编

第二军医大学出版社出版发行

上海市翔殷路800号 邮政编码:200433

发行科电话/传真:021-65493093

<http://www.smmup.cn>

全国各地新华书店经销

江苏天源印刷厂印刷

开本:787×1092 1/16 印张:15.5 字数:370千字

2014年10月第1版 2014年10月第1次印刷

ISBN 978-7-5481-0944-0/R·1689

定价:34.00元



前 言

《医用基础化学学习与测试》是《医用基础化学》(第二军医大学出版社,2013年版)的配套教学、学习教材。

目前,生命科学的发展已步入分子水平,化学在生命科学中的地位更为突出。为适应当前教育教学形势,符合21世纪医学发展的要求,在本书编写过程中努力遵循“加强基础、趋向前沿、反映现代、注意交叉”的现代课程建设理念,加强“举一反三、触类旁通”训练,提高学生分析问题、解决问题的能力,力争使学生在知识、能力获得大面积丰收和提高。学生通过练习和测试,成绩能大面积进入优良水平。

该书各章节编排顺序与《医用基础化学》相同。各章由学习要求、学习指南、例题解析、练习题及参考答案组成,有利于学生对每章的学习、巩固和提高,有利于学生知晓《医用基础化学》的基本要求、具体内容和掌握程度。另外在本书中还编写了15套模拟试题并附有参考答案。这些试题知识面宽、针对性强、实用性好。通过模拟试题解答,能强化基本概念和基本知识的掌握,提高考试成绩。

感谢第二军医大学出版社和各参编高校的大力支持!

对本书中可能出现的问题和不足,欢迎交流、指正!

编 者

2014年7月

目 录

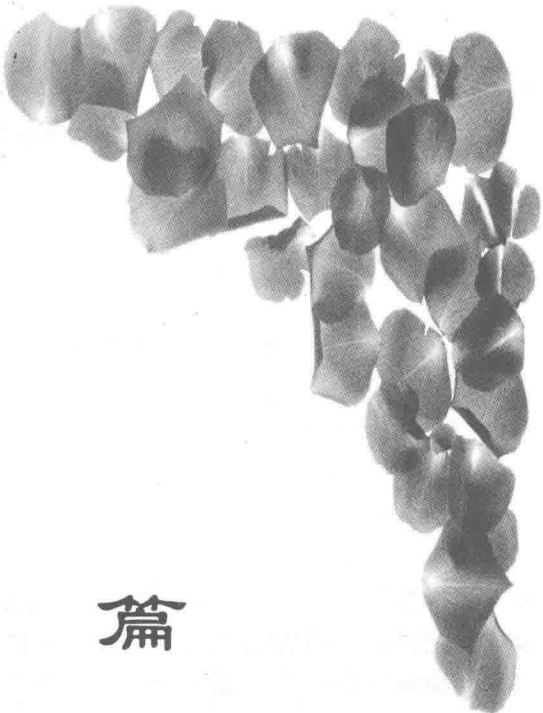
上篇 学习指南

绪论	(3)
第一章 稀溶液的依数性	(6)
第二章 电解质溶液与离子平衡	(12)
第三章 缓冲溶液	(22)
第四章 胶体溶液	(34)
第五章 化学热力学	(40)
第六章 化学动力学	(53)
第七章 电极电位	(61)
第八章 原子结构	(76)
第九章 分子结构	(86)
第十章 配位化合物	(95)
第十一章 滴定分析法	(106)
第十二章 紫外-可见吸收光谱法	(119)
第十三章 元素与健康	(126)

下篇 模拟试题

模拟试题一	(133)
模拟试题二	(138)
模拟试题三	(144)
模拟试题四	(150)
模拟试题五	(156)
模拟试题六	(162)
模拟试题七	(168)
模拟试题八	(175)
模拟试题九	(181)

模拟试题十	(187)
模拟试题十一	(193)
模拟试题十二	(200)
模拟试题十三	(207)
模拟试题十四	(213)
模拟试题十五	(219)
附录	(226)
附录 I 常用的物理常数和单位换算	(226)
附录 II 弱电解质在水中的解离常数	(227)
附录 III 一些难溶化合物的溶度积(298.15 K)	(228)
附录 IV 一些化合物的基本的热力学数据	(229)
附录 V 标准电极电位表(298.15 K)	(232)
附录 VI 金属配合物的稳定常数	(234)
附录 VII 元素中英文名称、符号、电子构型和相对原子质量表	(237)
参考文献	(240)



上 篇

学 习 指 南



结 论

学习要点

科学记数法、有效数字、物质的量浓度、质量浓度、质量摩尔浓度、物质的量分数、质量分数、体积分数。

学习指南

化学是在原子、分子层次上研究物质的组成、结构、性质及其变化规律的自然科学。基础化学的任务是使学生获得学习医学和从事生物医学研究所必需的化学基本理论、基本知识和基本技能,为学习后续课程打下基础,同时培养学生提出问题、分析问题和解决问题的能力,并使學生逐步树立辩证唯物主义观点和养成科学的思维方法。

基础化学是一门以实验为基础的学科,实验课是基础化学课程的重要组成部分。实验课中首先碰到的问题之一是一个体系中含物质多少的问题,一般用物质的量来衡量。物质 B 的物质的量用符号 n_B 表示,其基本单位是摩尔,单位符号为 mol。摩尔是一系统的物质的量,该系统中所包含的基本单元数与 $0.012 \text{ kg } ^{12}\text{C}$ 的原子数目相等。

在表达实验结果时,所用的数据不仅要反映测量值的大小,还应反映测量的准确程度。有效数字就是这种既能表达数值大小,又能表明测量值准确程度的数字表示方法,它是指在实际工作中能测量到的具有实际意义的数字,包括测得的全部准确数字和一位可疑数字。有效数字反映了所用仪器实际达到的精度。记录实验数据和表示计算结果时应保留几位数字,一定要根据测定方法和所用仪器的精度来决定。

为了使修约误差最小,采用“四舍六入五成双”法进行有效数字的修约。在进行有效数字修约时,要一次修约到所需位数。

几个数相加或相减时,应以原始数据中小数点后位数最少的数为依据。几个数据相乘除时,应以原始数据中有效数字位数最少的那个数为依据。

各门学科正以前所未有的速度相互渗透着。化学作为 21 世纪的基础学科和中心学科的地位越来越重要,历来是医学、药学和生物学的重要支柱,对医学和药学的发展和影响怎么高度评价和形容都不过分。21 世纪的医学,应属于分子医学。假若不懂化学,将不能很好地解决 21 世纪所面临的医学问题。因而一定要消除学习化学对医学无用的思想,不然的话,对本门课及后继课的影响是很大的,因为基础不牢,高筑不稳。

“兴趣是最好的老师”。要学好一门课,就必须对它产生浓厚的兴趣,它是求知的源泉、学习的动力、疲劳的减缓剂和成绩的催化剂。要制订详尽的学习计划,并不断加以调整。处理好预习、听课、复习和总复习的关系。注意端正学习态度,改进学习方法。注意能力锻炼、

发展和提高。总之,要拿出一定时间,付出一定劳动,进行分类、归纳,反复对知识进行由表及里地强化,做到“既见树木、又见森林”,达到“举一反三、触类旁通”。这样,对理解概念、掌握知识和参加考试等大有裨益,一定能取得基础化学的好成绩。

例题解析

1. 0.4 mol H_2SO_4 溶解于水,配成 500 ml 溶液,其浓度表示正确的是()

- A. $c(\text{H}_2\text{SO}_4)=0.8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ B. $c[(1/2)(\text{H}_2\text{SO}_4)]=0.8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
 C. $c[(1/2)(\text{H}_2\text{SO}_4)]=0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ D. 硫酸的浓度为 $0.8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

答: 正确的是 A。根据定义,1 L 溶液中含有 0.8 mol H_2SO_4 , $c(\text{H}_2\text{SO}_4)=0.8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

2. 求 $0.100 \text{ kg}(\frac{1}{2}\text{Ca}^{2+})$ 的物质的量。

解: $M(\frac{1}{2}\text{Ca}^{2+})=40.08 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}/2=20.04 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

$n(\frac{1}{2}\text{Ca}^{2+})=m/M(\frac{1}{2}\text{Ca}^{2+})=0.100 \text{ kg} \times 10^3 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}/20.04 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}=4.99 \text{ mol}$

明确物质的量的基本单元。

3. 每 100 ml 血浆含 K^+ 为 20 mg, 计算 K^+ 的物质的量浓度, 单位用 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 表示。

解: $M(\text{K}^+)=39.10 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

$n(\text{K}^+)=m/M(\text{K}^+)=20 \text{ mg}/39.10 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}=0.51 \text{ mmol}$

$c(\text{K}^+)=n(\text{K}^+)/V=0.51 \text{ mmol}/0.1 \text{ L}=5.1 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$

4. 计算下列常用试剂的物质的量浓度。

(1) 70%(g/g) 硝酸, 密度为 $1.42 \text{ g} \cdot \text{ml}^{-1}$ 。

(2) 28%(g/g) 氨水, 密度为 $0.900 \text{ g} \cdot \text{ml}^{-1}$ 。

解: (1) $c(\text{HNO}_3)=\frac{1000 \text{ ml} \times 1.42 \text{ g} \cdot \text{ml}^{-1} \times 70\%}{63.01 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 1.00 \text{ L}}=15.8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

(2) $c(\text{NH}_3)=\frac{1000 \text{ ml} \times 0.900 \text{ g} \cdot \text{ml}^{-1} \times 28\%}{17.03 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 1.00 \text{ L}}=14.8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

题目中的百分浓度是质量分数。

5. 某患者需补充 Na^+ $5.0 \times 10^{-2} \text{ mol}$, 应补充 NaCl 的质量是多少? 若用生理盐水 $\rho(\text{NaCl})=9.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 补充, 应需生理盐水的体积是多少?

解: $m=5.0 \times 10^{-2} \text{ mol} \times 58.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}=2.9 \text{ g}$

设补充生理盐水 $x \text{ L}$, 则 $x \cdot 9.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}=2.9 \text{ g}$

$x=0.32 \text{ L}$

6. 实验室现有剩余的 $0.100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{H}_2\text{SO}_4$ 500 ml 和 $0.0500 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{H}_2\text{SO}_4$ 300 ml, 如何利用上述溶液加入一定体积的 $\omega_B=0.960$ 的 H_2SO_4 (相对密度 $d=1.84 \text{ kg} \cdot \text{L}^{-1}$) 配制成 1000 ml 浓度为 $0.250 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 H_2SO_4 溶液?

解: 500 ml $0.100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{H}_2\text{SO}_4$ 中,

$n(\text{H}_2\text{SO}_4)=c_1V_1=500 \text{ ml} \times 0.100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}=50.0 \text{ mmol}$

300 ml $0.0500 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{H}_2\text{SO}_4$ 中,

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = c_2 V_2 = 300 \text{ ml} \times 0.0500 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 15.0 \text{ mmol}$$

$\omega = 0.960$ H_2SO_4 的浓度为:

$$c_3 = \frac{1000 \text{ ml} \times 1.84 \text{ g} \cdot \text{ml}^{-1} \times 0.960}{98.0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 1.00 \text{ L}} = 18.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

设取该酸体积为 V_3 ml, 则:

$$(50.0 + 15.0 + 18.0 V_3) \text{ mmol} = 1000 \text{ ml} \times 0.250 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$V_3 = 10.3 \text{ ml}$$

将 10.3 ml $\omega_B = 0.960$ 的 H_2SO_4 缓慢加到 $0.100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ H_2SO_4 500 ml 和 $0.0500 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ H_2SO_4 300 ml 的混合液中。

7. 溶液中 KI 与 KMnO_4 反应, 假如最终有 0.508 g I_2 析出, 以 $(\text{KI} + \frac{1}{5} \text{KMnO}_4)$ 为基本单元, 所消耗的反应物的物质的量是多少?



$$n[(1/5)\text{KMnO}_4 + \text{KI}] = n[(1/2)\text{I}_2] = \frac{0.508 \text{ g} \times 1000 \text{ mmol} \cdot \text{mol}^{-1}}{126.9 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 4.00 \text{ mmol}$$

8. 100 g 浓硫酸中含纯 H_2SO_4 95 g, 将此 100 g 浓硫酸加入 400 g 水中, 混合后溶液的密度为 $1.13 \text{ kg} \cdot \text{L}^{-1}$, 计算此溶液的质量摩尔浓度、物质的量浓度和摩尔分数。

$$\text{解: } b_B = \frac{95 \text{ g}/98 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{(400+5) \times 10^{-3} \text{ kg}} = 2.4 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$$

$$c_B = \frac{95 \text{ g}/98 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{500 \times 10^{-3} \text{ kg}/1.13 \text{ kg} \cdot \text{L}^{-1}} = 2.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$x(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{95 \text{ g}/98 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{(95 \text{ g}/98 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}) + (405 \text{ g}/18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1})} = 0.041$$

9. $1.00 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ 某溶液的摩尔分数是多少?

$$\text{解: } x_B = \frac{1 \text{ mol}}{1 \text{ mol} + \frac{1000 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}} = 0.018$$

10. 20.0 g 醋酸(CH_3COOH)溶于 250 g 水中, 计算:

(1) CH_3COOH 和 H_2O 的摩尔分数。

(2) CH_3COOH 的质量摩尔浓度。

$$\text{解: (1) } x(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{20 \text{ g}/60 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{\frac{20 \text{ g}}{60 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} + \frac{250 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}} = 0.023$$

$$x(\text{H}_2\text{O}) = 1 - 0.023 = 0.977$$

$$(2) b_B = \frac{20.0 \text{ g}}{0.250 \text{ kg}} \cdot \frac{1}{60.00 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1.34 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$$

(刘永民)

第一章 稀溶液的依数性

学习要点

拉乌尔定律、依数性、 $\Delta p = K b_B$ 、 $\Delta T_b = K_b b_B$ 、 $\Delta T_f = K_f b_B$ 、 $\Pi = c_B RT$ 、渗透现象、渗透压力、渗透浓度、等渗溶液、晶体渗透压、胶体渗透压。

学习指南

一、稀溶液的依数性

1. 溶液的蒸气压下降(拉乌尔定律)

温度一定时,难挥发非电解质稀溶液的蒸汽压下降只与溶质的质量摩尔浓度成正比,而与溶质的本性无关,即 $\Delta p = K b_B$ 。

2. 溶液的沸点升高

温度一定时,难挥发非电解质稀溶液的沸点升高只与溶质的质量摩尔浓度成正比,而与溶质的本性无关,即 $\Delta T_b = K_b b_B$ 。

3. 溶液的凝固点降低

温度一定时,难挥发非电解质稀溶液的凝固点降低只与溶质的质量摩尔浓度成正比,而与溶质的本性无关,即 $\Delta T_f = K_f b_B$ 。

4. 渗透压力

渗透是溶剂分子透过半透膜自动扩散的过程。产生渗透的原因,是由于膜两侧单位体积内溶剂分子数不相等。当单位时间内从膜两侧透过的溶剂分子数相等时,渗透作用达到平衡,称为渗透平衡。产生渗透现象必须具备两个条件:①要有半透膜存在;②要膜两侧单位体积内溶剂分子数不相等,即存在浓度差。

渗透压力是维持只允许溶剂分子通过的膜所隔开的溶液与溶剂之间的渗透平衡而需要的超额压力。渗透压力(Π),单位为 Pa 或 kPa。计算公式(van't Hoff 定律):

$$\Pi = c_B RT$$

尽管从理论上讲,利用凝固点降低法和测定溶液渗透压力法均可推算溶质的相对分子质量,但在实际当中,确定低分子溶质的相对分子质量多用凝固点降低法;确定高分子溶质的相对分子质量多用渗透压力法。

二、渗透压力在医学上的意义

1. 渗透浓度

渗透活性物质的物质的量除以溶液的体积称为溶液的渗透浓度(c_{os}),单位 mmol/L。医学上常用渗透浓度来比较溶液渗透压力的大小。

渗透压力相等的溶液称为等渗溶液。渗透压力不相等的溶液,相对而言,渗透压力高的称为高渗溶液,渗透压力低的则称为低渗溶液。

在临床上,溶液的等渗、低渗和高渗是以血浆的渗透压力为标准来衡量的。正常人血浆的总渗透浓度约为 303.7 mmol/L,临床上规定,凡渗透浓度在 280~320 mmol/L 的溶液称为等渗溶液;渗透浓度低于 280 mmol/L 的溶液称为低渗溶液;渗透浓度高于 320 mmol/L 的溶液称为高渗溶液。细胞膜属于半透膜。若将血液中的红细胞置于不同渗透浓度的溶液,将出现如下情况:

1) 若将红细胞置于低渗溶液中,在显微镜下观察,可以看到红细胞逐渐膨胀,最后破裂,释放出红细胞内的血红蛋白将溶液染成红色,这种现象医学上称之为溶血。

2) 若将红细胞置于高渗溶液中,在显微镜下观察可见红细胞逐渐皱缩,这种现象称为胞浆分离。

3) 若将红细胞置于等渗溶液中,从显微镜下观察,红细胞既不会膨胀,也不会皱缩,维持原来的形态不变。

2. 晶体渗透压力和胶体渗透压力

血浆等生物体液是电解质(如 NaCl、KCl、NaHCO₃ 等)、小分子物质(如葡萄糖、尿素、氨基酸等)和高分子物质(蛋白质、糖类、脂质等)溶解于水而形成的复杂的混合物。在医学上,习惯把电解质、小分子物质统称为晶体物质,由它们产生的渗透压称晶体渗透压;而把高分子物质称为胶体物质,由它们产生的渗透压称胶体渗透压。血浆中高分子胶体物质的质量浓度约为 70 g·L⁻¹,小分子晶体物质约为 7.5 g·L⁻¹。虽然高分子胶体物质含量高,但由于它们的相对分子质量大,单位体积血浆中的质点数少,产生的渗透压小,37℃ 仅为 2.9~4.0 kPa,但在调节血容量(人体血液总量)及维持血浆和组织间液之间的水平衡方面却有着重要的作用。小分子晶体物质含量虽小,但由于它们的相对分子质量小,有的又可解离成离子,单位体积血浆中的质点数多,人体血浆的渗透压主要来源于晶体渗透压(约占 99.5%),是决定细胞间液和细胞内液水分转移的主要因素。

例题解析

例 1-1 20℃ 时水的蒸气压为 2.34 kPa。若一甘油(C₃H₈O₃)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 1 kg 该溶液中,

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

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

$$n(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3) = 100/92 = 1.087(\text{mol})$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 900/18 = 50(\text{mol})$$

故 $x(\text{H}_2\text{O}) = 50 / (50 + 1.087) = 0.987$

根据溶液的蒸气压 $p = p^0 x_A$

得 $p = p^0 x(\text{H}_2\text{O})$

$$= 2.34 \times 0.978 = 2.29 \text{ kPa}$$

例 1-2 将 0.638 g 尿素 $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$ 溶于 250 g 水中,测得该溶液的凝固点降低值为 0.079 K。已知水的 $K_f = 1.86 \text{ K} \cdot \text{kg/mol}$,试求尿素的相对分子量。

分析:

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

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

式中 m_B 为溶质的质量(g), m_A 为溶剂的质量(kg), M_B 为溶质的摩尔质量(g/mol)。代入有关数值即可求出尿素的摩尔质量。

解:
$$M[\text{CO}(\text{NH}_2)_2] = \frac{1.86 \times 0.638}{250 \times 10^{-3} \times 0.79} = 60 (\text{g/mol})$$

所以尿素 $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$ 的相对分子量为 60。

例 1-3 用 50 ml 的 0.080 mol/L KI 溶液和 50 ml 0.10 mol/L AgNO_3 溶液制备 AgI 溶胶,分别加入下述电解质溶液 NaCl 、 Na_2SO_4 、 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$,其聚沉能力大小次序如何?

分析: 电解质对溶胶的聚沉作用,主要是由与胶粒带相反电荷的反离子引起的,反离子的价数越高,其聚沉能力越强。要比较上述三种电解质溶液的聚沉能力大小,首先要确定 AgI 溶胶的胶粒带有何种电荷,溶胶带何种电荷又决定于 KI、 AgNO_3 的相对量。因此,应该从分析制备 AgI 溶胶的 KI 和 AgNO_3 的物质的量开始。

解: $n(\text{KI}) = 0.08 \times 50 = 4 (\text{mmol})$

$n(\text{AgNO}_3) = 0.1 \times 50 = 5 (\text{mmol})$

计算表明 AgNO_3 过量,胶粒带正电,因此上述三种电解质溶液的聚沉能力大小顺序为:

$$\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6] > \text{Na}_2\text{SO}_4 > \text{NaCl}$$

练 习 题

一、判断题

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. 在液体的蒸气压与温度的关系图上,曲线上的任一点均表示气、液两相共存时的相应温度及压力。()
3. 若两种溶液的渗透压力相等,其物质的量浓度也相等。()
4. 将相同质量的葡萄糖和甘油分别溶于 1 L 水中,则两溶液的 Δp 、 ΔT_b 、 ΔT_f 、 Π 相同(温度一定时)。()
5. 纯溶剂通过半透膜向溶液渗透的压力称为渗透压力。()
6. 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。()

7. 两个临床上的等渗溶液只有以相同的体积混合时,才可以得到临床上的等渗溶液。()
8. 将浓度不同的两种非电解质溶液用半透膜隔开,水分子从渗透压小的一方渗透压大的一方渗透。()
9. 新分离的红细胞放入 $0.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Na}_2\text{SO}_4$ 溶液中其形状不变()
10. 把 0°C 的冰放入 0°C 的葡萄糖溶液中,冰会逐渐溶化。()

二、选择题

1. 人体血液中平均每 100 ml 中含 19 mg K^+ ,则血液中 K^+ 的浓度是()
- A. 0.49 mol/L B. 4.9 mol/L
- C. $4.9 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ D. $4.9 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$
2. 500 ml 水中含 25 g 有葡萄糖,该葡萄糖溶液的质量浓度为()
- A. 25 g/L B. 50 g/L
- C. 0.05 g/L D. 0.025 g/L
3. 在水 50 g 中溶解 0.50 g 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
4. 下列符号中表示物质的量符号的是()
- A. mol B. n
- C. mol/L D. c
5. 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
6. 欲使被半透膜隔开的两种稀溶液间不发生渗透,应使两溶液(A、B 中的基本单元均以溶质分子式表示)()
- A. 物质的量浓度相同 B. 质量摩尔浓度相同
- C. 质量浓度相同 D. 渗透浓度相同
7. 会使红细胞发生皱缩现象的溶液是()
- A. 1 g/L NaCl 溶液 B. 12.5 g/L NaHCO_3 溶液
- C. $112 \text{ g/L C}_3\text{H}_5\text{O}_3\text{Na}$ 溶液 D. 0.1 mol CaCl_2 溶液
8. 会使红细胞发生溶血现象的溶液是()
- A. 9 g/L NaCl 溶液 B. 100 g/L 葡萄糖溶液
- C. 50 g/L 葡萄糖溶液 D. 生理盐水和等体积水的混合液
9. 1 000 g 水中溶解 0.1 mol 食盐(NaCl)的水溶液与 1 000 g 水中溶解 0.1 mol 葡萄糖($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$)的水溶液,在 101.3 kPa,下列有关沸点的说法中正确的是()
- A. 都高于 100°C ,但 NaCl 溶液比 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 溶液要低
- B. 都高于 100°C ,但 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 溶液比 NaCl 溶液要低
- C. NaCl 溶液低于 100°C , $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 溶液高于 100°C
- D. NaCl 溶液高于 100°C , $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 溶液低于 100°C

10. 有一氯化钠(NaCl)溶液,测得凝固点为 $-0.26\text{ }^{\circ}\text{C}$,此溶液的渗透浓度是()

A. $140\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$

B. $280\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$

C. $70\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$

D. $560\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$

三、填空题

1. 将 0°C 的冰块投入 0°C 的 NaCl 溶液中,冰块将_____。

2. 稀溶液的依数性包括_____,_____,_____,_____,它适用于_____。

3. 产生渗透现象的必备条件是_____和_____;水的渗透方向为_____。

4. 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。

5. 若将临床上使用的2种或2种以上的等渗溶液以任意体积混合,并不发生化学反应,所得混合溶液是_____溶液。

6. “semipermeable membrane”翻译成中文为_____;“渗透”翻译成英文为_____。

四、问答题

1. 何谓 Raoult 定律? 在水中加入少量 NaCl 后,水的凝固点有何变化? 为什么?

2. 非电解质或电解质稀溶液,因温度下降有结晶时,先结晶出什么? 为什么?

五、计算题

1. 临床上用来治疗碱中毒的针剂 NH_4Cl ,其规格为 20 ml 一支,每支含 $0.16\text{ g NH}_4\text{Cl}$,计算该针剂的物质的量浓度及每支针剂中含 NH_4Cl 的物质的量。

2. 溶解 3.24 g 硫于 40 g 苯中,苯的凝固点降低 1.60°C ,求此溶液中的硫分子是由几个硫原子组成的(苯的 $K_f=5.12\text{ K}\cdot\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1}$,硫的相对原子质量为 32)?

3. 0.90 g 某非电解质溶解于 50.0 g 水中,实验测得此溶液的凝固点为 -0.56°C ,求该物质的相对分子质量(已知 $K_f=1.86\text{ K}\cdot\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1}$)。

4. 10.0 g 某大分子化合物溶于 1 L 水中所配成的溶液在 27°C 时的渗透压力为 0.37 kPa ,计算此大分子化合物的相对分子质量。

参 考 答 案

一、判断题

1. $\checkmark$ 2. $\checkmark$ 3. $\times$ 4. $\times$ 5. $\times$ 6. $\checkmark$ 7. $\times$ 8. $\checkmark$ 9. $\checkmark$ 10. $\checkmark$

二、选择题

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

三、填空题

1. 不断融化

2. 溶液的蒸气压下降 溶液的沸点升高 凝固点降低 溶液的渗透压力 难挥发性非电解质稀溶液

3. 半透膜的存在 膜两边溶液有渗透浓度差 从稀溶液向浓溶液渗透或从纯溶剂向溶液渗透

4. 低于 高于

5. 等渗

6. 半透膜 osmosis

四、问答题

1. 答：在一定温度下，难挥发性非电解质稀溶液的蒸气压下降与溶液的质量摩尔浓度成正比，而与溶质的本性无关。这一结论称为 Raoult 定律。在水中加入少量 NaCl 后，水的凝固点将降低。这是因为，根据 Raoult 定律，溶液的蒸气压总是比纯溶剂的蒸气压低，因而在 0°C ，当冰、水的蒸气压相等而共存时，冰的蒸气压必高于 NaCl 水溶液的蒸气压。这样在 0°C 的 NaCl 水溶液中的冰将会融化，若使 NaCl 水溶液结冰，就必须降低温度。

2. 答：结晶出的是溶剂。若要溶质结晶出来，必须是过饱和溶液，现在是稀溶液，远远未达到溶质的饱和度，所以不会有溶质结晶。同理，也不会是溶质、溶剂同时析出。

五、计算题

1. $c(\text{NH}_4\text{Cl}) = 0.16 / (0.02 \times 53.5) = 0.15 \text{ (mol/L)}$, $n(\text{NH}_4\text{Cl}) = 0.15 \times 0.02 = 3.0 \times 10^{-3}$

2. $M_B = K_f \times 1000 \times m_B / (m_A \times \Delta T_f) = 5.12 \times 1000 \times 3.24 / (40 \times 1.60) \approx 259 \text{ (g/mol)}$
由此得到硫的相对分子质量为 259，所以 $259/32 \approx 8$ 。

3. $M_B = K_f \times 1000 \times m_B / (m_A \times \Delta T_f) = 1.86 \times 1000 \times 0.90 / (50 \times 0.56) \approx 60 \text{ (g/mol)}$
该物质的相对分子质量为 60。

4. $M_B = m_B RT / \Pi V = 10.0 \times 8.31 \times (273 + 27) / (0.37 \times 1) \approx 6.74 \times 10^4$

(吕晓萌)