

高等医药院校教学参考书

基础化学解题指导

徐春祥 顾国耀 主编

哈 尔 滨 出 版 社

高等医药院校教学参考书

基础化学解题指导

主 编：徐春祥 顾国耀

副主编：苗 靖 赵 光

主 审：刘湘陶

编 委：（按编写章节为序）



赵 光	王威威	李光植
徐春祥	刘有昌	
朱 玲	王宝珍	
苗 靖	薛春兰	
张玉珍	石秀梅	
顾国耀	方合秋	

哈 尔 滨 出 版 社

责任编辑 刘乃超

封面设计 徐春祥

基础化学解题指导

Jichu Huaxue Jieti Zhidao

哈尔滨出版社出版发行

哈尔滨市龙林印刷厂印刷

850×1168 毫米 1/32 开本 8.5 印张 220 千字

1999 年 8 月第 1 版 1999 年 8 月第 1 次印刷

印数 1—3 000 册

ISBN 7-80639-235-1/R·23 定价: 10.00 元

前 言

本书是应广大教师和学生的要求,为了更好地使用高等医药院校教材《基础化学》(第四版)(杨秀岑主编,人民卫生出版社出版)而编写的。本书既可与《基础化学》(第四版)教材配套使用,也可供使用其他版本基础化学教材的师生参考。

本书内容包括《基础化学》(第四版)教材各章的习题解答、补充习题和水平测试题。为了方便教师教学和学生复习,补充习题和水平测试题都附有参考答案。基础化学解题方法很多,由于篇幅所限,只给出了一种解法。通过补充习题和水平测试题的练习,对培养学生严格的科学思维和表达能力、理解基本概念及灵活运用基础知识分析和解决实际问题,都将起到积极的推动作用。

本书严格执行以国际单位制为基础的中华人民共和国国家标准(GB3102. 8—93),各物理量及其单位的符号的表示方法均采用国家技术监督局的规定,可能与《基础化学》(第四版)中所用符号不同,请使用本书的读者加以注意。

由于水平有限,再加之时间仓促,本书中缺点和错误在所难免,恳切希望同行和广大读者批评指正。

编者

1999年6月

目 录

第二章 稀溶液的通性	1
教材习题解答	1
补充习题	9
第三章 电解质溶液	13
教材习题解答	13
补充习题	30
第四章 缓冲溶液	34
教材习题解答	34
补充习题	40
第五章 酸碱滴定法	42
教材习题解答	42
补充习题	49
第六章 化学反应的能量变化、方向和限度	54
教材习题解答	54
补充习题	70
第七章 化学反应速率	80
教材习题解答	80
补充习题	89
第八章 氧化还原与电极电势	94
教材习题解答	94
补充习题	108
第九章 原子结构和元素周期律	113
教材习题解答	113
补充习题	119
第十章 共价键与分子间力	122

教材习题解答	122
补充习题	131
第十一章 配位化合物	133
教材习题解答	133
补充习题	143
第十二章 可见-紫外分光光度法	149
教材习题解答	149
补充习题	155
第十三章 胶体溶液	157
教材习题解答	157
补充习题	164
医学基础化学水平测试题(一)	166
医学基础化学水平测试题(二)	177
医学基础化学水平测试题(三)	189
医学基础化学水平测试题(四)	196
医学基础化学水平测试题(五)	206
医学基础化学水平测试题(六)	215
医学基础化学水平测试题(七)	223
医学基础化学水平测试题(八)	234
医学基础化学水平测试题(九)	245
医学基础化学水平测试题(十)	255

第二章 稀溶液的通性

教材习题解答

1. 将 10 g NaOH、CaCl₂或 Na₂CO₃分别溶于水中,然后均配制成 500 mL 溶液,求溶液的物质的量浓度 $c(\text{NaOH})$ 、 $c(\frac{1}{2}\text{CaCl}_2)$ 和 $c(\frac{1}{2}\text{Na}_2\text{CO}_3)$ 。

解: 所求溶液的浓度分别为:

$$\begin{aligned}c(\text{NaOH}) &= \frac{n(\text{NaOH})}{V_{\text{溶液}}} = \frac{m(\text{NaOH})/M(\text{NaOH})}{V_{\text{溶液}}} \\&= \frac{10\text{ g}/40\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}}{500\times 10^{-3}\text{ L}} = 0.50\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}c(\frac{1}{2}\text{CaCl}_2) &= \frac{n(\frac{1}{2}\text{CaCl}_2)}{V_{\text{溶液}}} = \frac{m(\text{CaCl}_2)/M(\frac{1}{2}\text{CaCl}_2)}{V_{\text{溶液}}} \\&= \frac{10\text{ g}/55.5\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}}{500\times 10^{-3}\text{ L}} = 0.36\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}c(\frac{1}{2}\text{Na}_2\text{CO}_3) &= \frac{n(\frac{1}{2}\text{Na}_2\text{CO}_3)}{V_{\text{溶液}}} = \frac{m(\text{Na}_2\text{CO}_3)/M(\frac{1}{2}\text{Na}_2\text{CO}_3)}{V_{\text{溶液}}} \\&= \frac{10\text{ g}/53\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}}{500\times 10^{-3}\text{ L}} = 0.38\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\end{aligned}$$

2. 20℃时, 将 350 g ZnCl₂溶于 650 g 水中, 溶液的体积为 739.5 mL, 求溶液的物质的量浓度、质量摩尔浓度和 ZnCl₂的摩尔分数。

解: ZnCl_2 溶液的物质的量浓度为:

$$\begin{aligned} c(\text{ZnCl}_2) &= \frac{n(\text{ZnCl}_2)}{V_{\text{溶液}}} = \frac{m(\text{ZnCl}_2)/M(\text{ZnCl}_2)}{V_{\text{溶液}}} \\ &= \frac{350 \text{ g}/136 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{739.5 \times 10^{-3} \text{ L}} = 3.48 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \end{aligned}$$

ZnCl_2 的质量摩尔浓度为:

$$\begin{aligned} b(\text{ZnCl}_2) &= \frac{n(\text{ZnCl}_2)}{m(\text{H}_2\text{O})} = \frac{m(\text{ZnCl}_2)/M(\text{ZnCl}_2)}{m(\text{H}_2\text{O})} \\ &= \frac{350 \text{ g}/136 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{650 \times 10^{-3} \text{ kg}} = 3.96 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1} \end{aligned}$$

ZnCl_2 的摩尔分数为:

$$\begin{aligned} x(\text{ZnCl}_2) &= \frac{n(\text{ZnCl}_2)}{n(\text{ZnCl}_2) + n(\text{H}_2\text{O})} \\ &= \frac{\frac{m(\text{ZnCl}_2)}{M(\text{ZnCl}_2)}}{\frac{m(\text{ZnCl}_2)}{M(\text{ZnCl}_2)} + \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})}} \\ &= \frac{\frac{350 \text{ g}}{136 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}}{\frac{350 \text{ g}}{136 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} + \frac{650 \text{ g}}{18.0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}} = 0.0665 \end{aligned}$$

3. 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之间有什么联系,互相间如何换算?

解: 难挥发非电解质稀溶液的某些性质(溶液的蒸气压下降、沸点升高、凝固点降低、溶液的渗透压)与溶于一定量溶剂中的溶质的物质的量成正比,而与溶质的本性无关。稀溶液的这些性质仅仅决定于溶质粒子数的多少,因此,稀溶液的这些性质称为稀溶液的通性。

在难挥发非电解质的稀溶液中,若溶质的质量摩尔浓度的单位为 $\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$, 浓度的单位为 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则两者在数值上相等, 即 $c/\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} = b/\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$, 故 $c = b/\text{L} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。难挥发非电解质溶液的蒸气压下降(Δp)、沸点升高(ΔT_b)、凝固点降低(ΔT_f)与渗透压(Π)之间的关系为:

$$\Pi = CRT \quad \frac{\Delta p}{K} = \frac{\Delta T_b}{K_b} = \frac{\Delta T_f}{K_f} = \frac{\Pi / \text{L} \cdot \text{kg}^{-1}}{RT}$$

4. 溶解 3.24 g 硫于 40.0 g 苯中, 苯的凝固点降低 1.62°C , 求在此溶液中硫分子是由几个硫原子组成。

解: 苯的凝固点降低常数 $K_f = 5.12 \text{ K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$, 设此溶液中硫分子的分子式为 S_x , 则有:

$$\Delta T_f = \frac{K_f m_{\text{硫}}}{a M(\text{S}) \times m_{\text{苯}}}$$

由上式可求得:

$$a = \frac{K_f \times m_{\text{硫}}}{\Delta T_f \times M(\text{S}) \times m_{\text{苯}}} = \frac{5.12 \text{ K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1} \times 3.24 \text{ g}}{1.62^\circ\text{C} \times 32.1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 40.0 \times 10^{-3} \text{ kg}} = 8$$

在此溶液中, 硫分子是由 8 个硫原子组成的。

5. 水在 20°C 时的蒸气压为 2.34 kPa 。若于 100.0 g 水中溶有 10.0 g 蔗糖 ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$), 试求此溶液的蒸气压。

解: 20°C 时此蔗糖水溶液的蒸气压为:

$$p = p^*(\text{H}_2\text{O}) \times x(\text{H}_2\text{O}) \quad \text{纯溶剂的蒸气压} \times \text{溶剂所占摩尔分数}$$

$$= 2.34 \text{ kPa} \times \frac{100.0 \text{ g}}{18.0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} + \frac{10.0 \text{ g}}{342 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}} = 2.33 \text{ kPa}$$

6. 假如 2.80 g 难挥发溶质溶于 100 g 水中, 该溶液在

101.3 kPa下沸点为 100.51℃, 求此溶质的相对分子质量和此溶液的凝固点。

解: 此难挥发溶质的摩尔质量为:

$$\begin{aligned} M_B &= \frac{K_b \times m_B}{m(\text{H}_2\text{O}) \times \Delta T_b} \\ &= \frac{0.512 \text{ K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1} \times 2.80 \text{ g}}{100 \text{ g} \times (100.51 - 100.00) \text{ K}} \\ &= 0.0280 \text{ kg} \cdot \text{mol}^{-1} = 28.0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \end{aligned}$$

此溶液的凝固点降低值为:

$$\begin{aligned} \Delta T_f &= K_f b_B = \frac{K_f m_B / M_B}{m(\text{H}_2\text{O})} \\ &= \frac{1.86 \text{ K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1} \times 2.80 \text{ g} / 28.0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{100 \times 10^{-3} \text{ kg}} \\ &= 1.86 \text{ K} = 1.86^\circ\text{C} \end{aligned}$$

此溶液的凝固点为:

$$T_f = T_f^* - \Delta T_f = 0^\circ\text{C} - 1.86^\circ\text{C} = -1.86^\circ\text{C}$$

此难挥发溶质的相对分子质量为 28.0; 此溶液的凝固点为 -1.86℃。

7. 请排出下列稀溶液的渗透压由大到小的顺序:

(1) $c(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

(2) $c(\frac{1}{2} \text{Na}_2\text{CO}_3) = 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

(3) $c(\frac{1}{3} \text{Na}_2\text{PO}_4) = 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

(4) $c(\text{NaCl}) = 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

解: (1) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 溶液的渗透浓度为:

$$c_{os}(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = c(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

(2) Na_2CO_3 溶液的浓度为:

$$\begin{aligned}
 c(\text{Na}_2\text{CO}_3) &= \frac{m(\text{Na}_2\text{CO}_3)/M(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{V_{\text{溶液}}} \\
 &= \frac{m(\text{Na}_2\text{CO}_3)/2M(\frac{1}{2}\text{Na}_2\text{CO}_3)}{V_{\text{溶液}}} \\
 &= \frac{1}{2} \times c(\frac{1}{2}\text{Na}_2\text{CO}_3) \\
 &= \frac{1}{2} \times 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}
 \end{aligned}$$

Na_2CO_3 溶液的渗透浓度为:

$$\begin{aligned}
 c_{\text{os}}(\text{Na}_2\text{CO}_3) &= c(\text{Na}^+) + c(\text{CO}_3^{2-}) \\
 &= 2 \times 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} + 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \\
 &= 0.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}
 \end{aligned}$$

(3) Na_3PO_4 溶液的浓度为:

$$c(\text{Na}_3\text{PO}_4) = \frac{1}{3} \times c(\frac{1}{3}\text{Na}_3\text{PO}_4) = \frac{0.2}{3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

Na_3PO_4 溶液的渗透浓度为:

$$\begin{aligned}
 c_{\text{os}}(\text{Na}_3\text{PO}_4) &= c(\text{Na}^+) + c(\text{PO}_4^{3-}) \\
 &= 3 \times \frac{0.2}{3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} + \frac{0.2}{3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \\
 &= 0.27 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}
 \end{aligned}$$

(4) NaCl 溶液的渗透浓度为:

$$\begin{aligned}
 c_{\text{os}}(\text{NaCl}) &= c(\text{Na}^+) + c(\text{Cl}^-) \\
 &= 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} + 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}
 \end{aligned}$$

溶液的渗透浓度越大,在相同温度下,其渗透压就越大。由于渗透浓度的相对大小为(4)>(2)>(3)>(1),所以,渗透压由大到小的顺序为(4)>(2)>(3)>(1)。

8. 有一糖水溶液,它的沸点升高 1.02°C ,问它的凝固点是多少?

解：糖水的沸点升高 $\Delta T_b = 1.02^\circ\text{C} = 1.02\text{ K}$ 。由溶液的沸点升高和凝固点降低之间的关系，可得凝固点降低为：

$$\begin{aligned}\Delta T_f &= \frac{K_f \Delta T_b}{K_b} = \frac{1.86\text{ K}\cdot\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1} \times 1.02\text{ K}}{0.512\text{ K}\cdot\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1}} \\ &= 3.71\text{ K} = 3.71^\circ\text{C}\end{aligned}$$

此糖水溶液的凝固点为：

$$T_f = T_f^* - \Delta T_f = 0^\circ\text{C} - 3.71^\circ\text{C} = -3.71^\circ\text{C}$$

9. 今有两种溶液，一为 1.50 g 尿素溶于 200 g 水中，另一为 42.8 g 某非电解质溶于 1000 g 水中，这两种溶液在同一温度下结冰，试求该非电解质的相对分子质量。

解：两种溶液在同一温度下结冰，即两种溶液的凝固点降低值相同。因此，两种溶液的质量摩尔浓度相等。则有：

$$\frac{m_{\text{尿素}}/M_{\text{尿素}}}{m_1(\text{H}_2\text{O})} = \frac{m_{\text{B}}/M_{\text{B}}}{m_2(\text{H}_2\text{O})}$$

该非电解质的摩尔质量为：

$$\begin{aligned}M_{\text{B}} &= \frac{m_{\text{B}}}{m_2(\text{H}_2\text{O})} \times \frac{m_1(\text{H}_2\text{O}) \times M_{\text{尿素}}}{m_{\text{尿素}}} \\ &= \frac{42.8\text{ g}}{1000\text{ g}} \times \frac{200\text{ g} \times 60.0\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}}{1.50\text{ g}} = 342\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}\end{aligned}$$

该非电解质的相对分子质量为 342。

10. 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。

解：泪水的凝固点降低为：

$$\begin{aligned}\Delta T_f &= T_f^* - T_f \\ &= 0^\circ\text{C} - (-0.52^\circ\text{C}) = 0.52^\circ\text{C} = 0.52\text{ K}\end{aligned}$$

泪水的渗透质量摩尔浓度为：

$$b_{\text{os}} = \frac{\Delta T_f}{K_f} = \frac{0.52\text{ K}}{1.86\text{ K}\cdot\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1}} = 0.28\text{ mol}\cdot\text{kg}^{-1}$$

渗透压质量摩尔浓度 = 渗透浓度

泪水的渗透压质量摩尔浓度与渗透浓度之间的关系为:

$$c_{os}/\text{mol}\cdot\text{L}^{-1} \approx b_{os}/\text{mol}\cdot\text{kg}^{-1}$$

故泪水的渗透浓度为:

$$c_{os} = \frac{b_{os}}{\text{mol}\cdot\text{kg}^{-1}} \text{mol}\cdot\text{L}^{-1} = \frac{0.28 \text{ mol}\cdot\text{kg}^{-1}}{\text{mol}\cdot\text{kg}^{-1}} \text{mol}\cdot\text{L}^{-1} \\ = 0.28 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} = 280 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$$

泪水在 37°C 时的渗透压为

$$\Pi = c_{os}RT \quad \text{R 要用 } 8.314 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1} \text{ 则渗透压单位为 kPa} \\ = \frac{280 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}}{1000} \times 8.314 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1} \times 310 \text{ K} \\ = 7.22 \times 10^3 \text{ Pa} = 722 \text{ kPa}$$

11. 测得血浆的凝固点为 -0.52°C , 今有质量浓度为 $10.0 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 尿素 $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$ 溶液 100 mL, 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(设溶液的体积不变)?

解: 血浆的凝固点降低值为:

$$\Delta T_f = T_f^* - T_f \quad \text{要用绝对温度} \\ = 0^\circ\text{C} - (-0.52^\circ\text{C}) = 0.52^\circ\text{C} = 0.52 \text{ K}$$

血浆的渗透质量摩尔浓度为:

$$b_{os} = \frac{\Delta T_f}{K_f} = \frac{0.52 \text{ K}}{1.86 \text{ K}\cdot\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1}} = 0.28 \text{ mol}\cdot\text{kg}^{-1}$$

可近似认为 $c_{os}/\text{mol}\cdot\text{L}^{-1} \approx b_{os}/\text{mol}\cdot\text{kg}^{-1}$, 故血浆的渗透浓度为 $0.28 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。由于尿素和葡萄糖组成的混合溶液与血浆等渗, 因此混合溶液的渗透浓度与血浆的渗透浓度相等。即:

$$\frac{m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)}{M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)V_{\text{溶液}}} + \frac{\rho[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]}{M[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]} = 0.28 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$$

代入数据得:

$$\frac{m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)}{180 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1} \times 0.100 \text{ L}} + \frac{10.0 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}}{60.0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}} = 0.28 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \\ m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 2.04 \text{ g}$$

需加入 2.04 g 葡萄糖才能与血浆等渗。

12. 100 mL 水溶液中含有 2.00 g 白蛋白, 25°C 时此溶液的渗透压为 0.717 kPa, 求此蛋白质的相对分子质量。

解: 此蛋白质的摩尔质量为:

$$M_B = \frac{m_B RT}{\Pi V_{\text{溶液}}} = \frac{2.00 \times 10^{-3} \text{ kg} \times 8.134 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \times 298 \text{ K}}{0.717 \text{ Pa} \times 1.00 \times 10^{-4} \text{ m}^3} \\ = 69.1 \text{ kg} \cdot \text{mol}^{-1} = 6.91 \times 10^4 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

此蛋白质的相对分子质量为 6.91×10^4 。

13. 今有一 NaCl 水溶液, 测得凝固点是一 0.26°C, 请问下列说法哪个是正确的, 为什么?

- (1) 此溶液的渗透浓度为 $140 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$;
- (2) 此溶液的渗透浓度为 $280 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$;
- (3) 此溶液的渗透浓度为 $70 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$;
- (4) 此溶液的渗透浓度为 $7153 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

解: 该 NaCl 溶液的凝固点降低为:

$$\Delta T_f = T_f^* - T_f \\ = 0^\circ\text{C} - (-0.26^\circ\text{C}) = 0.26^\circ\text{C} = 0.26 \text{ K}$$

该 NaCl 溶液的渗透质量摩尔浓度为:

$$b_{\text{os}}(\text{NaCl}) = \frac{\Delta T_f}{K_f} = \frac{0.26 \text{ K}}{1.86 \text{ K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}} \\ = 0.140 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1} = 140 \text{ mmol} \cdot \text{kg}^{-1}$$

本题的正确说法是: 此 NaCl 溶液的渗透质量摩尔浓度为 $140 \text{ mmol} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。可以近似认为(1)是正确的。

14. 计算下列三种溶液在 37°C 时的渗透压:

- (1) $10 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ NaCl 溶液;
- (2) $10 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ CaCl_2 溶液;

(3) $10 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 葡萄糖 ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) 溶液。

解: (1) $10 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ NaCl 溶液的渗透浓度和渗透压分别为:

$$\begin{aligned} c_{\text{os}}(\text{NaCl}) &= 2c(\text{NaCl}) = \frac{2\rho(\text{NaCl})}{M(\text{NaCl})} = \frac{2 \times 10 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}}{58.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \\ &= 0.341 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 341 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Pi &= c_{\text{os}}(\text{NaCl})RT \\ &= 341 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-3} \times 8.314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \times 310 \text{ K} \\ &= 8.81 \times 10^5 \text{ Pa} \end{aligned}$$

(2) $10 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ CaCl_2 溶液的渗透浓度和渗透压分别为:

$$\begin{aligned} c_{\text{os}}(\text{CaCl}_2) &= 3c(\text{CaCl}_2) = \frac{3\rho(\text{CaCl}_2)}{M(\text{CaCl}_2)} = \frac{3 \times 10 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}}{111 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \\ &= 0.270 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 270 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-3} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Pi &= c_{\text{os}}(\text{CaCl}_2)RT \\ &= 270 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-3} \times 8.314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \times 310 \text{ K} \\ &= 6.96 \times 10^5 \text{ Pa} \end{aligned}$$

(3) $10 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 葡萄糖溶液的渗透浓度和渗透压分别为:

$$\begin{aligned} c_{\text{os}}(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) &= c(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = \frac{\rho(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)}{M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)} = \frac{10 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}}{180 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \\ &= 0.0556 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 55.6 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-3} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Pi &= c_{\text{os}}(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)RT \\ &= 55.6 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-3} \times 8.314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \times 310 \text{ K} \\ &= 1.43 \times 10^5 \text{ Pa} \end{aligned}$$

补 充 习 题

1. 用 $\varphi_{\text{酒精}} = 0.95$ 的酒精溶液配制 500 mL $\varphi_{\text{酒精}} = 0.75$ 的消毒酒精溶液, 计算所需 $\varphi_{\text{酒精}} = 0.95$ 的酒精溶液的体积。

(395 mL)

2. 2.0 mL 血浆含 2.4 mg 血糖, 计算该血浆中血糖的质量浓度。

(1.2 g·L⁻¹)

3. 静脉注射用 KCl 溶液的极限质量浓度是 2.7 g·L⁻¹。若在 250 mL 葡萄糖溶液中加入 1 安瓿 (10 mL) 100 g·L⁻¹ KCl 溶液, 所得混合溶液中的 KCl 的质量浓度是否超过了极限值?

(3.8 g·L⁻¹)

4. 正常人血浆中 Ca²⁺ 和 HCO₃⁻ 离子的物质的量浓度分别是 2.5 mmol·L⁻¹ 和 27 mmol·L⁻¹。化验测得某病人血浆中 Ca²⁺ 和 HCO₃⁻ 离子的质量浓度分别是 300 mg·L⁻¹ 和 1 mg·L⁻¹, 该病人血浆中这两种离子的含量是否正常?

5. 某患者需补 0.05 mol Na⁺ 离子, 应补多少克氯化钠? 若用 9 g·L⁻¹ 的生理盐水补 Na⁺ 离子, 需要多少毫升生理盐水?

(325 mL)

6. 298 K 时, 质量分数为 9.47% 的稀硫酸溶液的密度为 1.06 × 10² kg·m⁻³, 该温度下纯水的密度为 997 kg·m⁻³。计算:

(1) H₂SO₄ 的质量摩尔浓度;

(2) H₂SO₄ 的物质的量浓度;

(3) H₂SO₄ 的摩尔分数。

(1.07 mol·kg⁻¹; 1.02 mol·L⁻¹; 1.89 × 10⁻²)

7. 一由两种组分组成的溶液, 若用 x 代表摩尔分数, b 代表质量摩尔浓度, c 代表物质的量浓度。

(1) 试证明这第三种组成表示方法之间有如下关系:

$$x_B = \frac{c_B M_A}{\rho - c_B (M_B - M_A)} = \frac{b_B M_A}{1.0 + b_B M_A}$$

式中: ρ 为溶液的密度, M_A 和 M_B 分别为溶剂和溶质的摩尔质量。

(2) 证明当溶液很稀时,有如下的关系:

$$x_B = \frac{c_B M_A}{\rho_A} = b_B M_A$$

式中: ρ_A 为溶剂的密度。

(3) 说明为什么摩尔分数、质量摩尔浓度与温度无关,而物质的量浓度与温度有关?

8. 结合水的相图分析水的三相点与水的冰点有何不同?

9. 什么叫做渗透现象? 产生渗透现象的条件是什么?

10. 为什么必须控制注入血液中的溶液的浓度?

11. 25℃时水的蒸气压为 133.3 Pa,若一甘油水溶液中甘油的质量分数为 0.100,其溶液的蒸气压为多少?

(130.5 Pa)

12. 从植物中分离出一种未知结构的有抗白血球增多症的生物碱,为了测定其相对分子质量,将 19.0 g 该物质溶于 100 g 水中,测得溶液的沸点升高 0.060 K、凝固点降低 0.220 K。计算该物质的相对分子质量。

(1.6×10^3)

13. 有几种昆虫能够耐低温,这些昆虫的血液中含有大量的甘油。某种寄生黄蜂的血液中甘油的质量分数约为 0.30,试估算这种黄蜂的血液的凝固点。

(-8.7℃)

14. 人体血浆的凝固点为 272.59 K,计算在正常体温下血浆的渗透压力。

($7.76 \times 10^5 \text{ Pa}$)

15. 蛙肌细胞内液的渗透浓度为 $240 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$,若将蛙肌细胞分别置于 $10 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $7 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 和 $3 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ NaCl 溶液里,将各呈什么形态?

(皱缩; 正常; 膨胀)